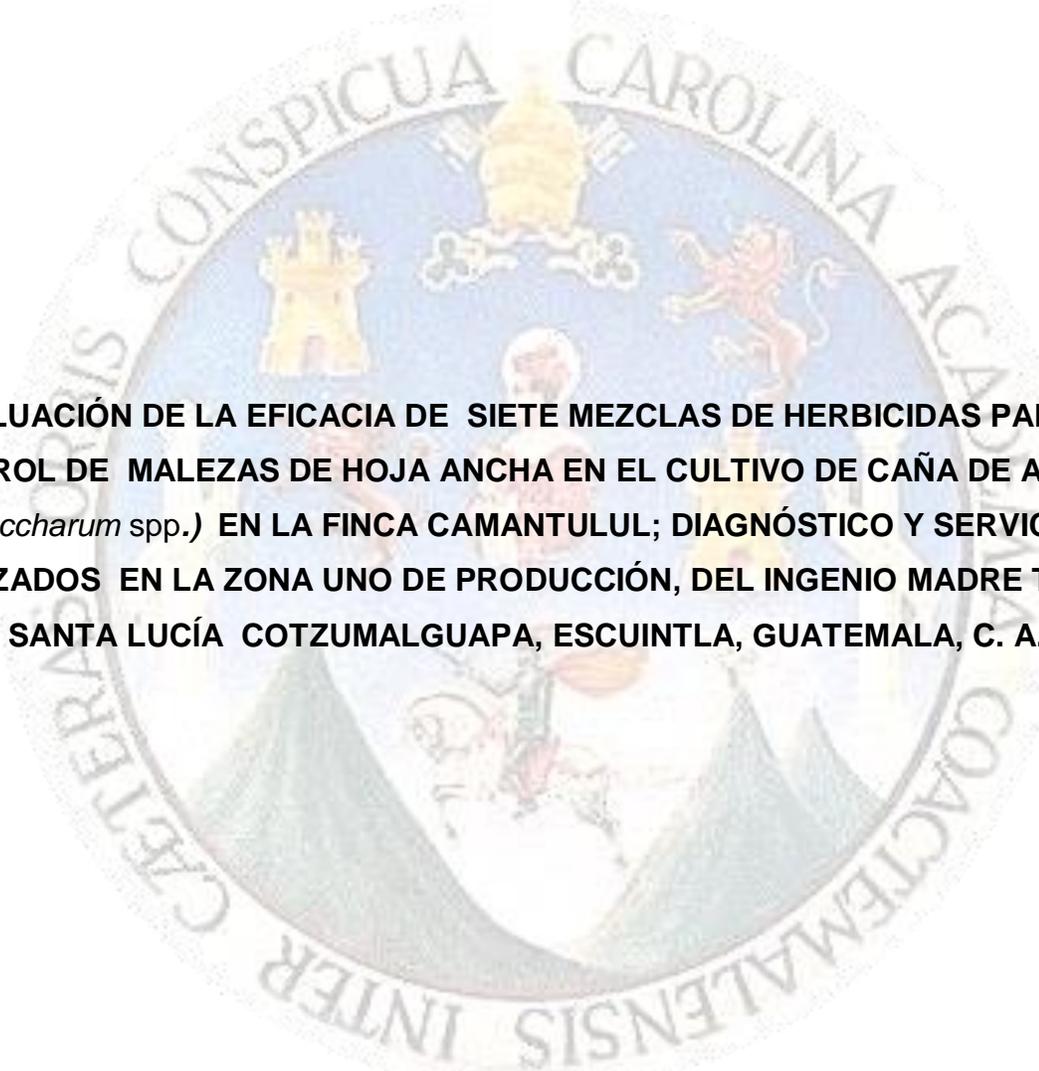


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE SIETE MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS DE HOJA ANCHA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) EN LA FINCA CAMANTULUL; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA ZONA UNO DE PRODUCCIÓN, DEL INGENIO MADRE TIERRA, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C. A.

KEYLA VASTI PATZÁN BOCH

GUATEMALA, MAYO DE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE SIETE MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS DE HOJA ANCHA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) EN LA FINCA CAMANTULUL; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA ZONA UNO DE PRODUCCIÓN, DEL INGENIO MADRE TIERRA, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C. A.

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

POR

KEYLA VASTI PATZÁN BOCH

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERA AGRÓNOMA**

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA, MAYO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr.	Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL PRIMERO	Dr.	Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc.	César Linneo García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr.	Josué Benjamín Boche López
VOCAL QUINTO	Br.	Sergio Alexander Soto Estrada
SECRETARIO	Dr.	Mynor Raúl Otzoy Rosales

GUATEMALA, MAYO DE 2015

GUATEMALA, MAYO DE 2015

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 titulado **EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE SIETE MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS DE HOJA ANCHA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.) EN LA FINCA CAMANTULUL; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA ZONA UNO DE PRODUCCIÓN, DEL INGENIO MADRE TIERRA, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C. A** como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistema de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

KEYLA VASTI PATZÁN BOCH

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios:

A ti, que fui creada conforme a tu semejanza y que me enseñas que cuando me deleito en ti, concedes las peticiones de mi corazón, hoy el resultado de este logro es para tu gloria.

Mis Padres:

José Alfredo Patzán y Gilda Liliana Boch; su amor, su entrega, su dedicación, su esfuerzo, me permitió llegar a este momento; este triunfo es de ustedes. *“Educa a tu hijo desde niño, y aun cuando llegue a viejo seguirá tus enseñanzas.”* Prov. 22:6. Los amo.

Mis Hermanos:

Lesly, Jussara, Oscar, Loida, Betzaida, Berenice y Ricardito, como las ramas de un árbol, crecemos en diferentes direcciones, pero nuestra raíz es una sola, por lo que sus vidas son una parte esencial de la mía, la mejor bendición es mi vida compartida con las tuyas, son el mejor equipo de vida, son mi ejemplo de perseverancia, que nada nos detenga y recordemos que todo lo podemos en Cristo que es nuestra fortaleza.

Mi Abuela:

Lucía Patzán gracias porque sé que sus oraciones siempre estuvieron conmigo.

Mis Tíos y Primos:

Como muestra de cariño y aprecio a todos gracias, en especial a ustedes Tío Edgar, Tía Josefa, Tío Luis, Rut Coquix.

A mis Amigas y Amigos:

Telma y Vilma, gracias por recorrer conmigo tantos años, este triunfo considérenlo suyo también. Amigos de la familia Porgustaceae como recuerdo de las experiencias compartidas a lo largo de la carrera en especial a; Marianna, Sayury, Karla, Irene, Alma, Albita, Rose, Miguel B., Mateo, Estuardo, Eliseo, Fredy, Mynor, Juan y Cristian; a mis amigos de I.A. en especial a Cristy, Evelyn y Jessy; Raúl, Axel, Juanito y Miguel.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Dios,..."porque el principio de la sabiduría es el temor a Jehová y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia" eres bueno y lo seguirás siendo.

Guatemala tierra bendita y a tus agricultores que día a día salen a hacer de la agricultura un trabajo digno de admiración.

Universidad de San Carlos de Guatemala, casa de estudios con una alta calidad académica, gracias por la oportunidad de formarme como una profesional.

Facultad de Agronomía, unidad académica de alto nivel que forma profesionales aptos y capaces de contribuir al desarrollo económico y social del país.

Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), Alma mater que me encamino en el ámbito agrícola.

Mi Familia, por su completo apoyo, por ser la luz en mi vida; guiándome siempre por el buen camino y permitirme culminar mis estudios en esta profesión.

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios:

Tú y solo tú que conoces los planes para mí, y planes no de mal, sino de bien. Porque creo en un futuro lleno de bienestar, porque cuando pido algo con el corazón y en oración, tú me escuchas, cuando te busco, te encuentro, mi agradecimiento tiene nombre y es Jesucristo.

Mi Supervisor, Ing. Agr. Fredy Hernández Ola por todo el apoyo, por sus consejos brindados durante el Ejercicio Profesional Supervisado así como la colaboración para la elaboración del presente trabajo de graduación.

Mi Asesor, con mucho cariño y respeto Manuel de Jesús Martínez Ovalle por su apoyo y asesoría profesional en la investigación, y no solo en la investigación si no a lo largo de la carrera por sus consejos, por sus enseñanzas, por ser un excelente profesor, muchas gracias me llevo muchos conocimiento adquiridos de usted.

Juan Ramón Veleche Rosal, gracias a usted y a todo el equipo de trabajo de la Zona 1 del Ingenio Madre Tierra, por todo el apoyo brindado en el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

Ingenio Madre Tierra, por brindarme la oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y así adquirir experiencia en el ámbito agrícola y contribuir con mi desarrollo como profesional.

A la familia Rodas Gramajo, gracias por su apoyo y amistad brindada durante el Ejercicio Profesión Supervisado (EPS).

A la sub área de Ciencias Biológicas, que contribuyo a mi desarrollo como profesional, gracias por su apoyo y su amistad, en especial a Andreita Mirón, Víctor Reyes, Ing. Agr. Juan Herrera y a todos los profesores que trabajan en la sub área.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	IX
CAPÍTULO I INFORME DE DIAGNÓSTICO.....	1
1.1 PRESENTACIÓN	3
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	4
1.2.1 Lotes muestreados para valores de importancia.	5
1.3 OBJETIVOS	6
1.3.1 General.....	6
1.3.2 Específicos	6
1.4 METODOLOGÍA.....	7
1.4.1 Visita a las áreas cultivables.....	7
1.4.2 Fase de Campo	7
A. Determinación del valor de importancia.....	7
a. Área mínima de muestreo	7
b. Determinación del número de parcelas a muestrear.....	9
c. Valor de Importancia	9
d. Cálculo de frecuencia y valores de importancia:	10
1.5 RESULTADOS	11
1.5.1 Tamaño óptimo de parcela	11
1.5.2 Valor de importancia.....	14
A. Valores de importancia Lote 0103201 Buena Vista 1, Finca Camantulul.	14
B. Valores de importancia Lote 010501 El Campo, Finca Camantulul.....	17
C. Valor de importancia (VI) de la flora arvense del lote 0100101 El Zapote.	20
D. Valor de importancia (VI) de la flora arvense del lote 0160101 Cristóbal.	23

CONTENIDO	PÁGINA
1.6 CONCLUSIONES	30
1.7 RECOMENDACIONES.....	31
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	32
1.9 ANEXOS.....	33
CAPÍTULO II INVESTIGACIÓN.....	37
2.1 PRESENTACIÓN	39
2.2 MARCO TEÓRICO	41
2.2.1 MARCO CONCEPTUAL	41
A. Definición de Maleza.....	41
B. Interferencia de malezas con el cultivo	41
C. Principales malezas en la zona cañera de Guatemala	42
D. Control de malezas	43
a. Control mecánico.....	43
b. Control químico	44
E. Factores que afectan la eficiencia de los herbicidas	45
a. Factores ambientales:	46
b. Factores edáficos	47
c. Factores de la planta	47
d. Orden de mezcla de herbicidas	48
F. Manejo y control de malezas.....	49
a. Caña soca:	49
b. Caña plantía	49
G. Fitotoxicidad de herbicidas en variedades promisorias de caña de azúcar.....	50
2.2.2 MARCO REFERENCIAL.....	52

CONTENIDO	PÁGINA
A. Área de estudio.....	52
B. Localización y accesibilidad.....	52
C. Extensión y límites.....	52
D. Clima y zona de vida	52
E. Geología y suelos	54
F. Descripción de la variedad a utilizar CP73-1547	55
a. Características morfológicas	55
b. Características agronómicas.....	55
G. Principales malezas dentro del área de cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.).....	57
a. <i>Ipomoea purpurea</i> . (L.) Roth.....	57
b. <i>Momordica charantia</i> L.....	59
c. <i>Euphorbia hirta</i> L.....	60
d. <i>Phyllanthus niruri</i> L.....	62
e. <i>Hybanthus attenuatus</i> (Humb.) & Bonpl.) G.K. Schulze.....	63
f. <i>Cleome affinis</i> (Blume) Spreng.	64
g. <i>Lindernia crustacea</i> (L.) F.Muell.....	65
H. Descripción de los herbicidas a evaluar	66
a. Saflufenacil (HEAT 70 WG).....	66
b. Metano arsonato monosódico (Kaput 72 SL).....	67
c. Dicamba: Acido 3,6-dicloro-O-anisico; 2-4 Diclorofenoxiacético (Weddmaster 46.5 SL).....	67
d. Acetoclor: 2-Cloro-N-etoximetil-6'-etilacet-O-toluidida (Harness 90 EC)	68
e. Pendimentalina N-(1-etilpropil)-2, 6-dinitro-3,4-xilideno. (Prowl 50 EC)	69
f. 2,4-D Ácido 2,4-dichlorofenoxiacético. (Weedmaster 72 SL)	70

CONTENIDO	PÁGINA
g. Triazinas: Ametrina, Atrazina, Hexazinona, Metribuzina Terbutrina.....	71
h. Diuron 1,1-Dimetil-4,4-bipiridilo	72
2.3 OBJETIVOS.....	73
2.3.1 General	73
2.3.2 Específicos.....	73
2.4 HIPÓTESIS.....	74
2.5 METODOLOGÍA.....	75
2.5.1 Tratamientos a evaluar.....	75
2.5.2 Diseño experimental	76
2.5.3 Tamaño de la unidad experimental.....	76
2.5.4 Modelo estadístico:	78
2.5.5 Manejo de la investigación:.....	78
A. Delimitación de Parcelas.....	78
B. Equipo.....	78
C. Calibración	78
D. Formulación de dosis	79
E. Selección de productos Herbicidas y dosis	79
F. Aplicación de los tratamientos.....	79
G. Condiciones de la aplicación:.....	79
2.5.6 Variables de respuesta.....	80
A. Cobertura total de malezas	80
B. Eficacia.....	80
C. Fitotoxicidad en la caña de azúcar.....	81
2.6 RESULTADOS	82

CONTENIDO	PÁGINA
2.6.1 Cobertura de malezas y porcentaje de control	84
A. Evaluación de la eficiencia de control a los 7 días después de la aplicación.	84
B. Evaluación de la eficacia de control a los 15 días después de la aplicación.	85
C. Evaluación de la eficacia de control a los 30 días después de la aplicación.	90
D. Evaluación de la eficacia de control a los 45 días después de la aplicación.	94
2.6.2 Fitotoxicidad en el Cultivo de Caña de Azúcar	98
2.7 CONCLUSIONES.....	100
2.8 RECOMENDACIONES	101
2.9 BIBLIOGRAFÍA	102
3 CAPÍTULO III INFORME DE SERVICIOS	105
3.1 PRESENTACIÓN	107
3.2 ÁREA DE INFLUENCIA	108
3.3 OBJETIVO GENERAL	109
3.4 SERVICIOS PRESTADOS.....	109
3.4.1 Evaluación de 8 mezclas de herbicidas para el control de malezas de hoja ancha en postemergencia, y preemergencia del cultivo de la caña (<i>Saccharum</i> spp.) en la finca Nuevo Mundo,.....	109
A. Definición del problema	109
B. Objetivos específicos.....	109
C. Metodología.....	110
a. Diseño experimental	110
b. Unidad experimental	110
c. Aleatorización.....	110
d. Equipo.....	110
e. Calibración	110

CONTENIDO	PÁGINA
f. Aplicación de los tratamientos	111
g. Condiciones de la aplicación:	111
h. Variables de respuesta	112
D. Resultados	114
E. Evaluación.....	124

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1.1: Registro de toma de datos para la estimación del área mínima de muestreo en el agro ecosistema "cultivo de caña"	11
Cuadro 1.2: Descripción de códigos del Cuadro de registro.	12
Cuadro 1.3: Estimación del número de unidades de muestreo.....	12
Cuadro 1.4: Cobertura, Densidad y Frecuencia Real de las malezas encontradas en el lote Buena Vista 1.....	14
Cuadro 1.5: Valor de importancia (VI) de las malezas del lote Buena Vista 1.	15
Cuadro 1.6: Densidades, % de cobertura y Frecuencias reales de las malezas encontradas en el lote 010501, El Campo, en la finca Camantulul.....	17
Cuadro 1.7: Cálculo de valor de importancia (VI) de las malezas que se encontraron en el lote 010501, El Campo.....	18
Cuadro 1.8: Densidades, % de cobertura y frecuencias reales de las malezas encontradas en el lote El Zapote de la Finca Cristóbal.....	20
Cuadro 1.9: Cálculo de valor de importancia (VI) de las malezas en el lote el Zapote.	21
Cuadro 1.10: Densidades, % de Cobertura, y Frecuencias reales de las malezas encontradas en el segundo muestreo de la finca Cristóbal.....	23
Cuadro 1.11: Valores de importancia de las malezas encontradas en el segundo muestreo en la finca Cristóbal.....	24
Cuadro 1.12: Especies de malezas encontradas en el diagnóstico realizado en la Finca Camantulul, clasificados por clase, familia, nombre común, especie y persistencia.	26
Cuadro 1.13: malezas de la clase liliopsida encontradas en el área de cultivo de la caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.) en la finca Camantulul.....	27
Cuadro 2.1: tratamientos evaluados, y dosis.	75
Cuadro 2.2: Porcentaje de eficacia de control para las malezas evaluadas	80
Cuadro 2.3: Especies de malezas encontradas en el diagnóstico realizado en la Finca Camantulul, clasificados por clase, familia, nombre común, especie y persistencia.	83

Cuadro 2.4: Malezas de hoja ancha encontradas en el área del ensayo 0 días de aplicación, y 20 días después de la siembra.	84
Cuadro 2.5: Porcentaje de eficacia en el control de malezas de hoja ancha 7 días después de la aplicación	85
Cuadro 2.6: porcentaje de eficacia en control de malezas de hoja ancha a los 15 días después de la aplicación.....	86
Cuadro 2.7: Análisis de varianza del porcentaje de eficacia en el control 15 DDA.....	87
Cuadro 2.8: Prueba de medias para el % de eficacia en el control 15 DDA.....	87
Cuadro 2.9: Porcentaje de eficacia de control de malezas a los 30 días después de la aplicación.....	90
Cuadro 2.10: Análisis de varianza, para la eficacia en el control de malezas 30 DDA	91
Cuadro 2.11: prueba múltiple de medias (Tukey) 30 DDA.	91
Cuadro 2.12: Eficacia en el control de malezas 45 DDA	94
Cuadro 2.13: Análisis de varianza para la eficacia de las mezclas 45 DDA	95
Cuadro 2.14: Prueba de medias (Tukey) para evaluar la eficacia 45 DDA.....	95
Cuadro 2.15: Fitotoxicidad en el cultivo de la caña de azúcar.....	98
Cuadro 3.1 Porcentaje de eficacia de control para las malezas evaluadas.....	112
Cuadro 3.2: Tratamientos evaluados, en la finca nuevo mundo.....	114
Cuadro 3.3: Valores de importancia en el testigo absoluto 45 días después de la aplicación.	115
Cuadro 3.4: porcentaje de control de malezas a los 45 días después de la aplicación.	118
Cuadro 3.5: Análisis de varianza del porcentaje de eficacia en el control de malezas 45 DDA.	119
Cuadro 3.6: Prueba de medias para el % de eficacia 45 DDA.	119
Cuadro 3.7: Fitotoxicidad en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.)	123

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1.1: Mapa de ubicación de la finca Camantulul, perteneciente a la zona 1 del ingenio Madre Tierra.	4
Figura 1.2 Lotes de la finca Camantulul donde se realizó el diagnóstico (valor de importancia.)	5
Figura 1.3: Disposición espacial de las unidades del método de releve para determinar el área mínima de muestreo.	8
Figura 1.4: Determinación del número de unidades de muestreo por medio del método de media de subconjuntos.	13
Figura 1.5: Valor de importancia de las malezas en el área de cultivo del lote Buena Vista.	16
Figura 1.6: Valor de importancia de las malezas que interfieren en el cultivo de caña de azúcar en el lote El Campo.	19
Figura 1.7: Valor de importancia de las malezas que interfieren en el cultivo de caña de azúcar en el lote El Zapote.	22

Figura 1.8: Valores de importancia de las principales malezas encontradas en el segundo muestro de la finca Cristóbal.....	25
Figura 1.1A: Metro cuadrado, infestado con malezas en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.).....	33
Figura 1.2A: Parcela luego de toma de datos, Cobertura, Densidad, de 1 metro cuadrado.	33
Figura 1.3A: principales malezas: <i>Rottboellia cochinchinensis</i> y <i>Cyperus rotundus</i>	34
Figura 1.4A: conteo de número de malezas por especie.....	34
Figura 1.5A: Interferencia de <i>Trianthema portulacastrum</i> en el cultivo de caña de azúcar...	35
Figura 2.1: estadios de tolerancia y susceptibilidad de la aplicación de herbicidas en la caña de azúcar. (Bezuidenhout, 2003). Adaptado por Espinoza y Morales 2010.....	50
Figura 2.2: Ubicación geográfica del lote San Miguel perteneciente a la finca Camantulul, Zona 1 Ingenio Madre Tierra.....	53
Figura 2.3: Climadiagrama para la estación Camantulul, Municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa.....	54
Figura 2.4: Cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.) variedad CP 73 1547.....	56
Figura 2.5: Ipomoea purpurea dentro del área de cultivo de la caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.).....	57
Figura 2.6: <i>Momordica charantia</i> L., en el área de siembra de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.).....	59
Figura 2.7: <i>Euphorbia hirta</i> L. en el área de siembra de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.)..	60
Figura 2.8: <i>Phyllanthus niruri</i> L. en el área de cultivo de la caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.).....	62
Figura 2.9: <i>Hybanthus attenuatus</i> en el área de cultivo de la caña de azúcar (A) (<i>Saccharum</i> spp).....	63
Figura 2.10: <i>Cleome affinis</i> en el área de cultivo de la caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.)....	64
Figura 2.11: <i>Lindernia crustacea</i> en el área de cultivo de la caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.).....	65
Figura 2.12: Aleatorización y distribución de los tratamientos en el campo.....	76
Figura 2.13: Croquis de campo del experimento. (*) Parcela neta de 64 m ² , debido que los datos fueron tomados de los cuatro surcos del centro para contrarrestar el efecto de los bordes y se dejaron dos metros de ambos lados de la parcela por el efecto de cabecera.....	77
Figura 2.14: Eficacia de los tratamientos 15 días después de la aplicación.....	88
Figura 2.15: Prueba de Tukey para eficacia de los tratamientos 30 DDA.....	92
Figura 2.16: Prueba de Tukey para conocer la eficacia de los herbicidas 45 DDA.....	96
Figura 3.1: Mapa de la zona 1 Ingenio Madre tierra.....	108
Figura 3.2: Prueba de medias para conocer la diferencia entre tratamientos evaluados.....	116
Figura 3.3:: Prueba de medias para conocer la diferencia entre tratamientos evaluados....	116
Figura 3.4: Prueba de medias para conocer la diferencia entre tratamientos evaluados.....	117

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE SIETE MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS DE HOJA ANCHA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.) EN LA FINCA CAMANTULUL; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA ZONA UNO DE PRODUCCIÓN, DEL INGENIO MADRE TIERRA, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C. A.

RESUMEN

Durante el período de febrero a noviembre de 2013 se desarrolló el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en la Zona 1 del Ingenio Madre Tierra, en donde se elaboró un diagnóstico cuya finalidad fue definir el valor de importancia de la flora arvense de la Finca Camantulul. Esto sirvió para conocer cuáles son las principales familias de malezas dentro del cultivo, que como en cualquier agro ecosistema, se presenta el crecimiento de plantas indeseables que compiten por luz, agua y nutrientes y que afectan en gran medida, al cultivo ya que su crecimiento es favorecido por factores como la temperatura y la luminosidad.

Para realizar un control adecuado de malezas es necesario conocer las especies dominantes que se encuentran dentro de un área determinada, por esta razón el diagnóstico fue enfocado a conocer cuáles eran estas especies. Se utilizó la metodología de valor de importancia, en la que se determinó que la caminadora, (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton Lour), es la maleza de mayor importancia en el área. Sin embargo dentro del área existen 14 especies de malezas repartidas en nueve familias de la clase magnoliopsida, importantes en el desarrollo del cultivo, por lo que el diagnóstico sirvió como referencia de las principales especies presentes y la importancia dentro del cultivo.

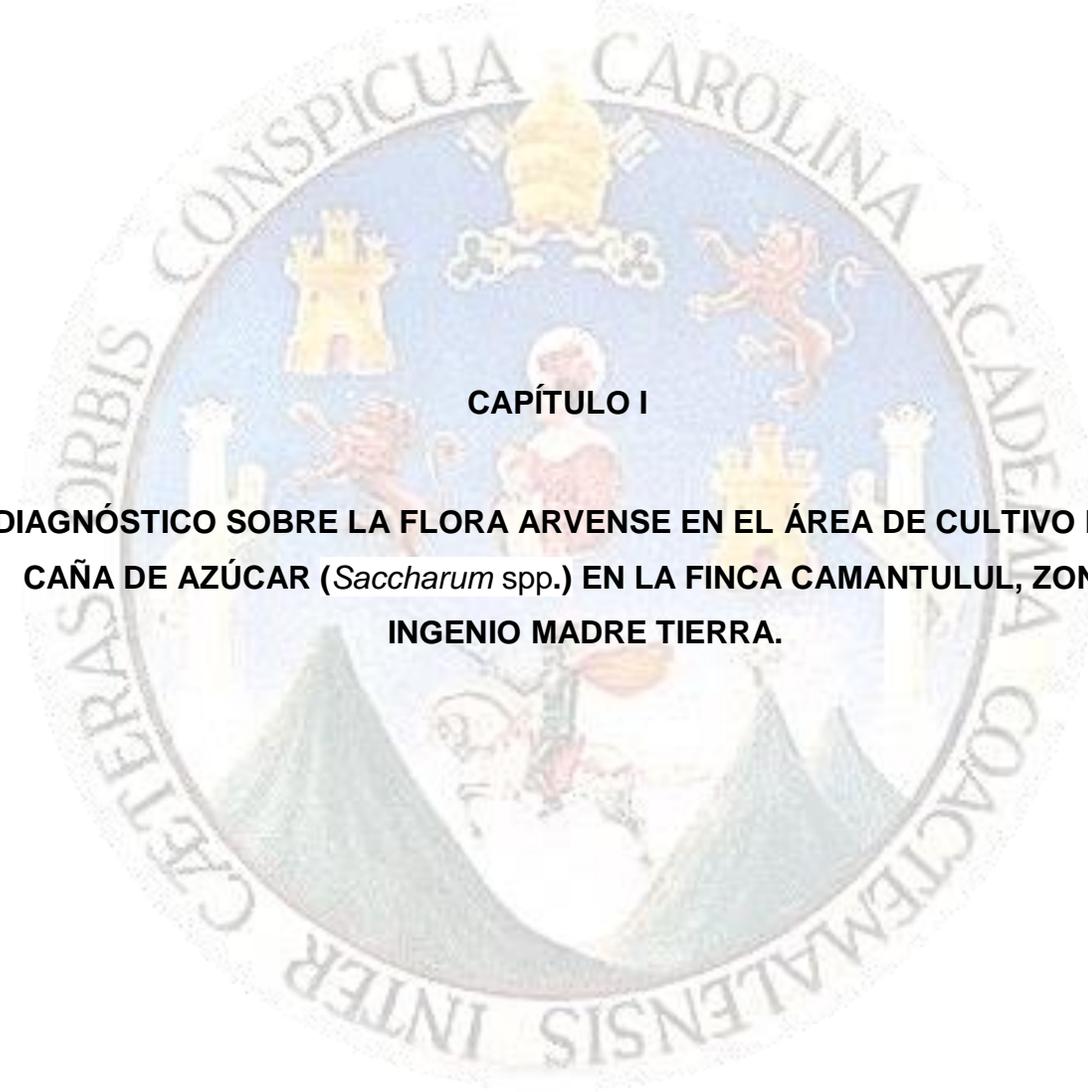
Al tomar como referencia el diagnóstico, se realizó la investigación en la que se evaluaron siete mezclas de herbicidas para conocer la eficacia en el control de malezas de hoja ancha (clase Magnoliopsida), en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.). Estas mezclas fueron **Dicamba 2-4D + Acetoclor + Terbutrina; Saflufenacil + Acetoclor + Terbutrina; Dicamba 2-4D + Metano Arsonato Monosodico + Diuron; Saflufenacil + Metano Arsonato Monosodico + Diuron; 2-4D + Terbutrina + Ametrina; Saflufenacil +**

Pendimetalina + Ametrina; 2-4D + Ametrina + Diuron y Saflufenacil + Pendimetalina + Ametrina.

La evaluación se llevó a cabo en la finca Camantulul, y se aplicó cuatro semanas después de la siembra; se utilizó el modelo estadístico bloques al azar, con nueve tratamientos y tres repeticiones. Cada unidad experimental fue de 90 m², con un total 4,127m². La variable evaluada fue: el porcentaje de eficacia en el control de malezas. Durante la evaluación predominaron las siguientes malezas *Ipomoea* spp., *Momordica charantia* L., *Phyllanthus niruri*, *Hybanthus attenuatus* (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Schulze-Menz, *Cleome* spp. *Lindernia* spp. Y *Euphorbia hirta* L. Existe evidencia estadística que los tratamientos muestran diferencia significativa en el control de malezas de hoja ancha.

Transcurridos los 45 días, el tratamiento consistente en la mezcla de **Dicamba; 2-4D + Acetoclor + Terbutrina** tuvo una diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos; logró un control de 65 en la escala de la ERWS, que es un control bajo. Sin embargo, fue el mejor respecto a los demás que según esta escala, y el control fue deficiente. Sin embargo, comparado con el testigo absoluto, sin algún tipo de aplicación en el caso de *Ipomoea* spp., puede llegar hasta un 100% de cobertura, en época de invierno.

Con respecto a los servicios, se realizó la evaluación de 8 mezclas de herbicidas para el control de malezas de hoja ancha en la finca Nuevo Mundo. Donde la interferencia de malezas de hoja ancha es importante, principalmente *Trianthema portulacastrum*, *Lindernia* spp., *Croton lobatus*, *Hybanthus attenuatus*, *Ipomoea* spp. , *Polanisia viscosa*, *Mollugo verticillata* y *Kallstroemia máxima*. Se llevó a cabo la evaluación 7, 15, 30 y 45 días después de la aplicación y se observó que realizaron un mejor control aquellas mezclas que contenían 2-4 D, Saflufenacil y Atrazinas.



CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO SOBRE LA FLORA ARVENSE EN EL ÁREA DE CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.) EN LA FINCA CAMANTULUL, ZONA 1 INGENIO MADRE TIERRA.

1.1 PRESENTACIÓN

Las malezas son especies vegetales, altamente adaptadas al entorno, crecen de forma natural en zonas controladas por el ser humano, y tienen un alto poder germinativo y de dispersión. Estas plantas crecen de forma agresiva e impiden el desarrollo normal de las especies cultivadas causando importantes pérdidas de rendimiento al competir por luz y nutrientes (Lanfranconi 2014).

El valor de importancia (VI) de las malezas es un dato auxiliar que nos permite dirigir el manejo con más precisión, pues conocemos cual especie es la que se presenta con mayor incidencia. Para Espinoza 2012, en el cultivo de caña de azúcar el enfoque de manejo debe estar orientado de acuerdo a la fase del cultivo, no tendremos la misma presión en caña en estado de soca, que en cañas plantillas. Como estamos trabajando con un agroecosistema, no debemos olvidar los factores que no podemos manejar, ni cambiar, tales como, las condiciones climáticas y edáficas que interviene en el mismo. Conocer todo lo anterior, nos conducirá a determinar el valor de importancia (VI) de las malezas de una manera más precisa, para cada ambiente, por lo que el valor de importancia (VI) puede definirse como un parámetro que revela la importancia ecológica relativa de determinada especie de maleza en cada ambiente ya que nos indica el grado de interferencia de la maleza, tomando en cuenta la sumatoria de los valores relativos de la densidad, % de cobertura y frecuencia en determinado ambiente.

En este diagnóstico se presentan las malezas de mayor incidencia en el campo, siendo estas de la clase liliopsida malezas de la familia Araceae, Commeliniaceae, Cyperaceae y Poaceae; para el caso de malezas de la clase magnolipsida se encontraron plantas de la familia Aizoaceae, Amaranthaceae, Caryophyllaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Oxalidaceae, Zygophyllaceae y Portulacaceae

En el diagnóstico entonces fue útil para conocer cuáles son las especies de mayor importancia en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) y así conocer qué tipo de mezclas pueden aplicarse para tener una eficacia en cuanto al control de malezas.

1.2 MARCO REFERENCIAL

La finca Camantulul se encuentra en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla a 92.1 km de la ciudad capital y a 3.68 km del ingenio Madre Tierra. La finca cuenta con una extensión de 660.67 hectáreas cultivadas con caña de azúcar (*Saccharum* spp.), dividida en 47 lotes. La Figura 1.1 presenta el mapa de ubicación de la finca Camantulul.

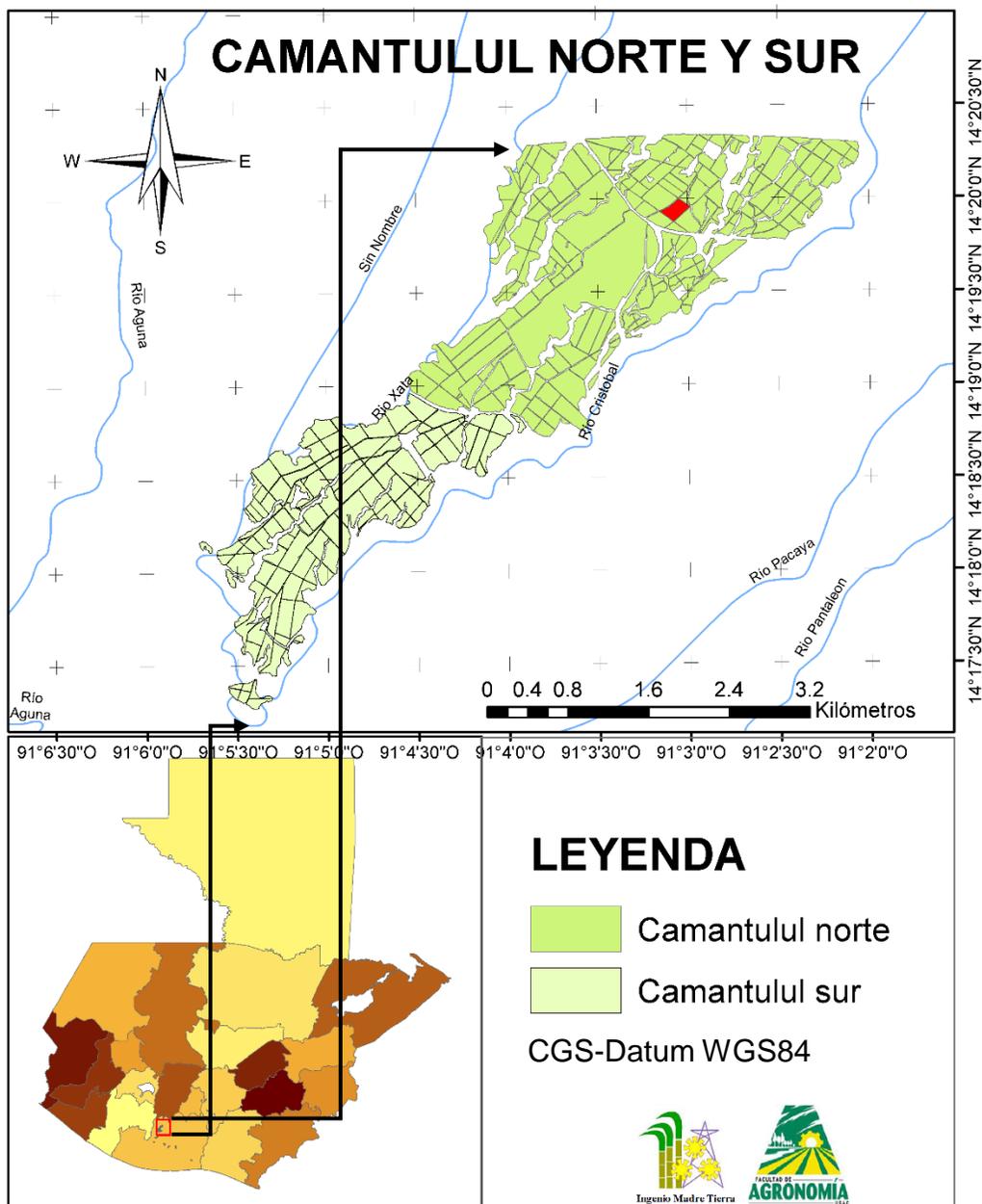


Figura 1.1: Mapa de ubicación de la finca Camantulul, perteneciente a la zona 1 del ingenio Madre Tierra.

1.2.1 Lotes muestreados para valores de importancia.

La figura 1.2 muestra los lotes Buena Vista 1, El zapote, El Campo y Cristóbal en donde se llevaron a cabo los muestreos para la realización de valores de importancia de las principales malezas de la clase magnolipsida y liliopsida.

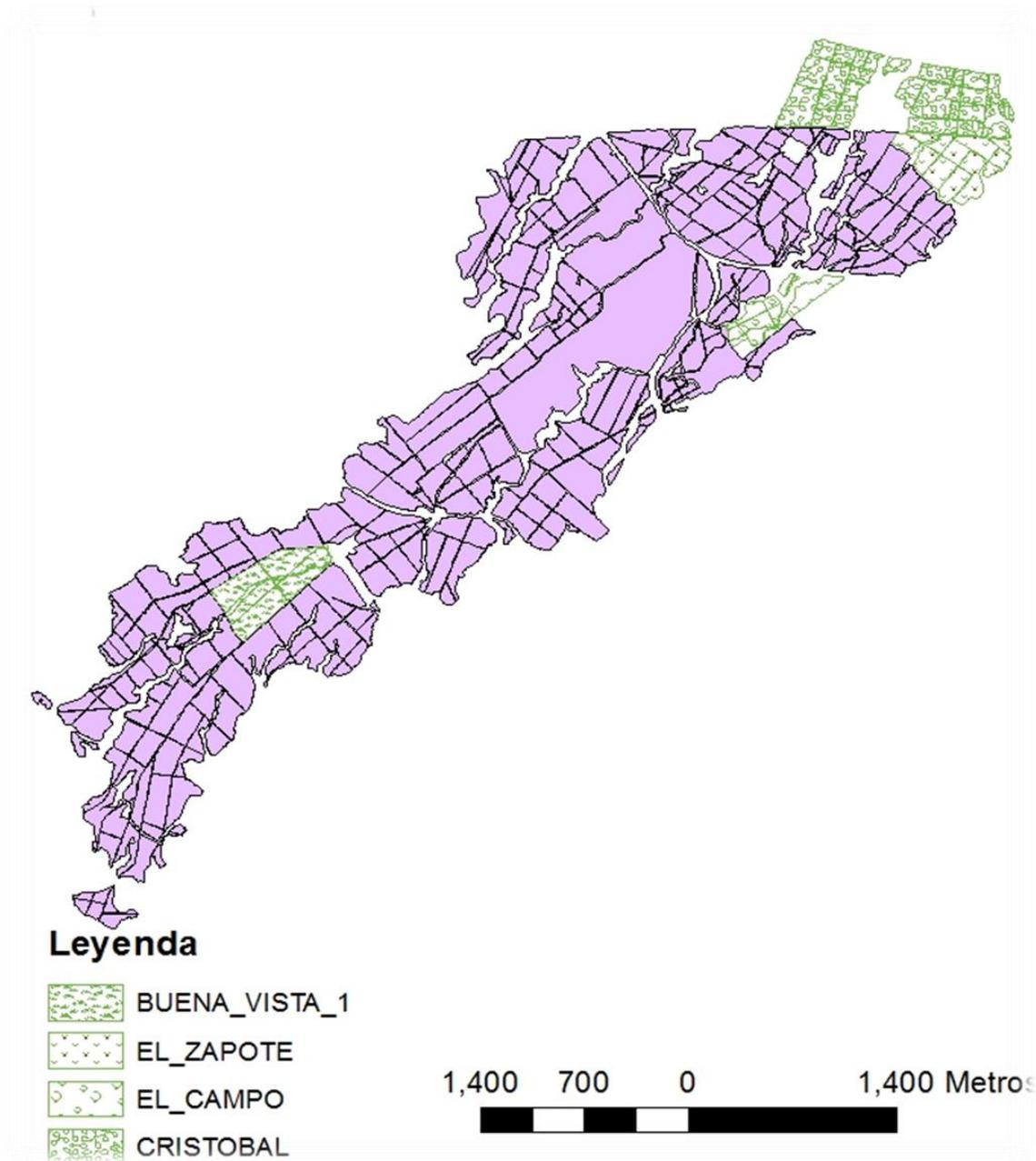


Figura 1.2 Lotes de la finca Camantulul donde se realizó el diagnóstico (valor de importancia.) Fuente Propia.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

- A. Determinar el valor de importancia (VI) de la flora arvense en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) para establecer programas eficientes en el manejo de malezas en la finca Camantulul Zona 1, Ingenio Madre Tierra.

1.3.2 Específicos

- A. Determinar cuáles son las principales malezas que por su valor de importancia interfieren de una mayor manera en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.).
- B. Enumerar las familias de la clase Liliopsida que interfieren más en el desarrollo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.).
- C. Enumerar las familias de la clase Magnoliopsida que interfieren más en el desarrollo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.).

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Visita a las áreas cultivables

Se realizaron observaciones de las condiciones en la cual se encuentra establecido el cultivo de caña (*Saccharum* spp.). Se escogieron lotes que tuvieran 30 a 40 días después del corte, y estos estuvieran sin aplicar.

1.4.2 Fase de Campo

D. Determinación del valor de importancia

Se realizaron tres actividades, una seguida de la otra en un orden lógico, de manera que se empieza conociendo el área mínima óptima de la comunidad, siguiendo con la determinación del tamaño de muestra, y finalmente con el valor de importancia (VI) de la comunidad. (Martínez & Gil 2006)

a. Área mínima de muestreo

El método más usual para determinar el área mínima en el campo es el de las parcela animadas (método de Relevé).

- i. Se tomó una unidad de muestreo pequeña de 0.0625m², (recomendada para malezas)
- ii. Luego se definió, en la parte superior de la primera unidad de muestreo, otra unidad del mismo tamaño que la unidad anterior y se contó el número de especies nuevas.
- iii. La replicación de las áreas se continuó hasta que ya no aparecieron nuevas especies. Cada nueva unidad que definida tuvo el mismo tamaño que el área acumulada de las unidades anteriores y la secuencia de las unidades debe ser conforme a las agujas del reloj (Figura 1.3).

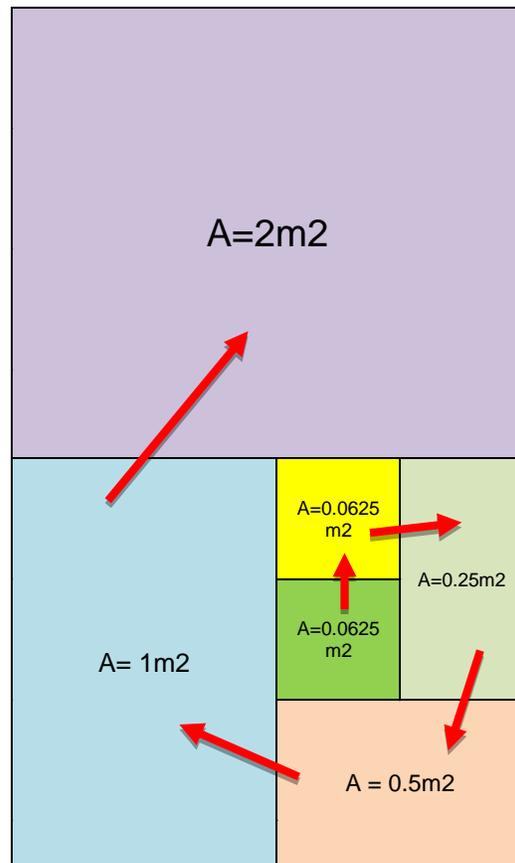


Figura 1.3: Disposición espacial de las unidades del método de releve para determinar el área mínima de muestreo.

- iv. Luego se elaboró la boleta de muestreo que incluye los datos necesarios para la evaluación (Cuadro 1.1).
- v. Con los datos que se obtuvieron se elaboró una gráfica, en donde el eje X corresponde al tamaño de la unidad de muestreo (m^2) y el eje Y, el número acumulado de especies. El punto de inflexión se encontró trazando una línea (a) recta, que unió el origen con el último punto ploteado, luego se trazó otra línea recta (b) paralela a la línea (a), tocando la curva y este fue el punto de inflexión. Cuando la curva alcanzó la superficie del punto de inflexión, se trazó una recta paralela al eje Y, el punto exacto que tocó la línea recta al eje X fue el área mínima de muestreo.

b. Determinación del número de parcelas a muestrear

- i. Se realizó un reconocimiento del área de estudio.
- ii. Se determinó el tipo de muestreo el cual fue un muestreo sistemático y en cada parcela tomaron el número de especies presentes.
- iii. El número de parcelas se determinó por el método de fluctuación de la media de subconjuntos de unidades de muestreo.
- iv. La media de los subconjuntos se obtuvo dividiendo el número acumulado de especies entre el número de unidades de muestreo.
- v. Se realizó una gráfica, en el eje "x" y se colocó el número de unidades de muestreo, y en el eje "y" las medias acumuladas de los subconjuntos.
- vi. En el punto donde se estabilizó la curva, se trazó una línea paralela al eje "Y" y en el punto donde corte al eje "X", se encontró el número de parcelas a muestrear en el área de estudio.

c. Valor de Importancia

Conociendo el área mínima de la comunidad, que a la vez constituye el área de cada unidad de muestreo y también el número de parcelas a muestrear (tamaño de la muestra), se procedió a trazar cada unidad de muestreo en el área de estudio, este fue un muestreo aleatorio.

El muestreo se realizó de la siguiente forma:

- i. En un mapa se situaron los puntos al azar.
- ii. Luego se midieron las distancias entre los puntos (dependiendo del número de surcos) y se trazó en el campo y se toma la muestra en cada punto secuencialmente (según Lambert, J.M. Citado por Martínez & Gil 2006).
- iii. Toma de Datos: En cada parcela o unidad muestras se tomaron los datos de densidad y % de cobertura, para cada especie.
- iv. Luego en gabinete se realizaron los cálculos de frecuencia y valores de importancia.

d. Cálculo de frecuencia y valores de importancia:

La Dreal, C (%) real y frecuencia real se calcularon de la siguiente forma:

$$\text{i.} \quad \frac{\text{Dreal} = (\text{densidad 1} + \text{densidad 2} + \dots + \text{densidad n})}{\text{No. de unidades de muestreo}}$$

$$\text{ii.} \quad \frac{\text{Creal} = (\% \text{ de cobertura 1} + \% \text{ de cobertura 2} + \dots + \% \text{ de cobertura n})}{\text{No. de unidades de muestreo}}$$

$$\text{iii.} \quad \frac{\text{Freal} = \text{No de U de muestreo en que está presente cada especie} \times 100}{\text{No. de unidades de muestreo}}$$

a) Para obtener los valores relativos de Densidad, % de cobertura y Frecuencia se calculó de la siguiente forma:

$$\text{D relativa} = \frac{\text{Dreal}}{\sum \text{Dreales}} \times 100$$

$$\text{C relativa} = \frac{\text{C real}}{\sum \text{Creales}} \times 100$$

$$\text{F relativa} = \frac{\text{F real}}{\sum \text{Freales}} \times 100$$

Al final tenemos que el valor de importancia (VI) fue dado por:

$$\text{VI} = \text{D relativa} + \text{C relativa} + \text{F relativa}$$

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Tamaño óptimo de parcela

El tamaño óptimo de parcela se realizó en la el lote Buena Vista, del cual se obtuvieron los resultados siguientes.

Cuadro 1.1: Registro de toma de datos para la estimación del área mínima de muestreo en el agro ecosistema "cultivo de caña"

N.UM	Sp	Sp/n	Sp AC.	M ²	M ² AC	% Sp.	% Área
1	A B C	3	3	0.0625	0.0625	18.75	1.5625
2	D E	2	5	0.0625	0.125	31.25	1.5625
3	F	1	6	0.125	0.25	37.5	3.125
4	G	1	7	0.25	0.5	43.75	6.25
5	H I	2	9	0.5	1	56.25	12.5
6	J K L	3	12	1	2	75	25
7	M N O P	4	16	2	4	100	50
8	* Ni Nsp	0	16	4	8	100	100

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 1.2: Descripción de códigos del Cuadro de registro.

N.UM:	No. de unidad de muestreo
Sp:	Nombre o código asignado a las especies que aparecen.
Sp/n	Número de especies nuevas
Sp AC.	Número de especies nuevas acumuladas
M²:	Área de cada unidad de muestreo en m ²
M² AC:	Área acumulada en m ²
% Sp:	Porcentaje de especies
% área:	Porcentaje de área
* Ni Nsp:	ninguna nueva especie

Cuadro 1.3: Estimación del número de unidades de muestreo.

No. De unidades de muestreo	No. de especies o subconjuntos	No. Acumulado de especies	Media de los subconjuntos
1	8	8	8
2	6	14	7
3	3	17	6
4	5	22	6
5	7	29	6
6	3	32	5
7	2	34	5
8	2	36	5
9	6	42	5
10	7	49	5
11	8	57	5
12	4	61	5

Fuente: propia.

La Figura 1.4 muestra la determinación de las unidades de muestreo, utilizando la media de los subconjuntos, y se determinó que el número de unidades de muestreo es de cinco.

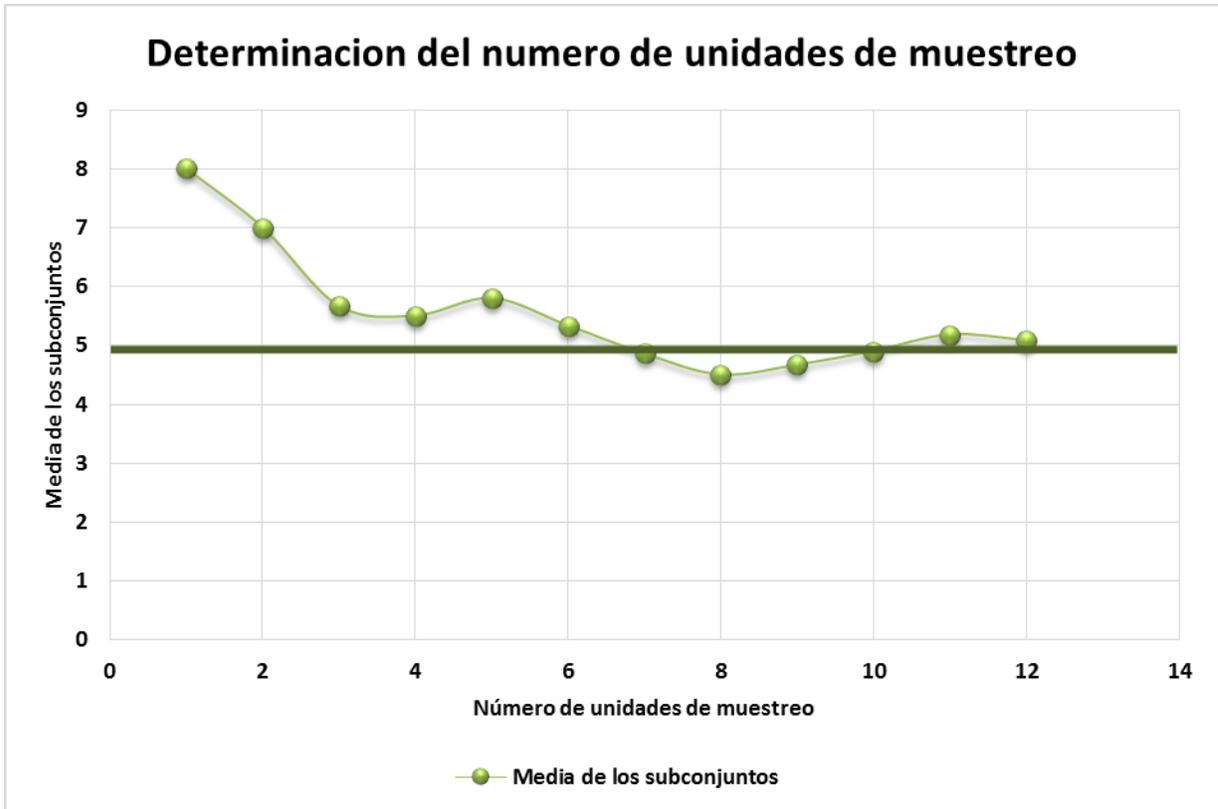


Figura 1.4: Determinación del número de unidades de muestreo por medio del método de media de subconjuntos.

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo con los cálculos realizados se determinó que el número de unidades de muestreo para los lotes de la finca Camantulul es de 5, tal como lo muestra la Figura 1.4, y el tamaño de la unidad de muestreo de un metro cuadrado.

1.5.2 Valor de importancia.

A. Valores de importancia Lote 0103201 Buena Vista 1, Finca Camantulul.

El lote Buena Vista 1 es un lote con alta población de malezas, las malezas que están presentes en este lote son principalmente de las familias Poaceae en el caso de la caminadora (*R. cochinchinensis*) y Cyperaceae como lo es el coyolillo (*C. rotundus*), ambas poseen coberturas y densidades altas por metro cuadrado. El cuadro 1.4 presenta los datos obtenidos en el lote Buena Vista 1, y se observa la densidad real, la cobertura real y la frecuencia real encontrados en el lote.

Cuadro 1.4: Cobertura, Densidad y Frecuencia Real de las malezas encontradas en el lote Buena Vista 1.

MALEZA						
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ΣD	ΣC	D REAL	C REAL	F REAL
Caminadora	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	402	310	80.4	62	100
Falsa verdolaga	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	29	59	5.8	11.8	60
Culantrillo	<i>Mollugo verticillata</i> L.	56	40	11.2	8	40
Zacate	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	14	5	2.8	1	20
Campanilla	<i>Ipomoea</i> spp.	13	5	2.6	1	20
Tamarindillo	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	12	17	2.4	3.4	60
Pascuilla	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	18	17	3.6	3.4	80
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i> L.	318	160	63.6	32	80
Verdolaga de playa	<i>Kallstroemia maxima</i> L. Hook. & Arn.	10	10	2	2	20
Ivantis	<i>Hybanthus attenuatus</i> (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Schulze-Menz	36	30	7.2	6	40
Bledo	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	1	1	0.2	0.2	20
Jaiba	<i>Momordica charantia</i> L.	2	3	0.4	0.6	20
Papayita	<i>Croton lobatus</i> L.	1	1	0.2	0.2	20
Golondrina	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	2	3	0.4	0.6	20
	<i>suma total</i>	914	661	182.8	132.2	600

Fuente: Propia.

El cálculo de valor de importancia (VI) realizado, con respecto al a presencia de malezas dentro del área de cultivo (Cuadro 1.5) nos indica que la caminadora (*R. cochinchinensis*) y coyolillo (*C. rotundus*) son las malezas más importantes, o que interfieren en mayor grado en el desarrollo del cultivo.

Cuadro 1.5: Valor de importancia (VI) de las malezas del lote Buena Vista 1.

MALEZA					
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	D RELATIVA	C RELATIVA	F RELATIVA	VI
Caminadora	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	43.98	46.90	16.67	107.55
Falsa verdolaga	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	3.17	8.93	10.00	22.10
Culantrillo	<i>Mollugo verticillata</i> L.	6.13	6.05	6.67	18.85
Zacate	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	1.53	0.76	3.33	5.62
Campanilla	<i>Ipomoea</i> spp.	1.42	0.76	3.33	5.51
Tamarindillo	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	1.31	2.57	10.00	13.88
Pascuilla	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	1.97	2.57	13.33	17.87
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i> L.	34.79	24.21	13.33	72.33
Verdolaga de playa	<i>Kallstroemia maxima</i> L. Hook. & Arn.	1.09	1.51	3.33	5.94
Ivantis	<i>Hybanthus attenuatus</i> (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Schulze-Menz	3.94	4.54	6.67	15.14
Bledo	<i>Amaranthus spinosus</i> .L.	0.11	0.15	3.33	3.59
Jaiba	<i>Momordica charantia</i> . L.	0.22	0.45	3.33	4.01
Papayita	<i>Croton lobatus</i> L.	0.11	0.15	3.33	3.59
Golondrina	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	0.22	0.45	3.33	4.01
	suma total	100	100	100	300

Fuente: Propia.

En la figura 1.5 podemos observar las malezas que interfieren en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en el cual se observa que son 14 distintas especies, entre estas tres son pertenecientes a la clase liliopsida y 11 especies más son de la clase magnolipsida, estas interfieren en el desarrollo del cultivo, ya que se pueden observar en el caso de las plantas de la clase liliopsida (*R. cochinchinensis* y *C. rotundus*) que el valor de importancia es muy alto, y como se observó en los muestreos pueden existir más de 100 plantas por metro cuadrado si no se realiza un control.

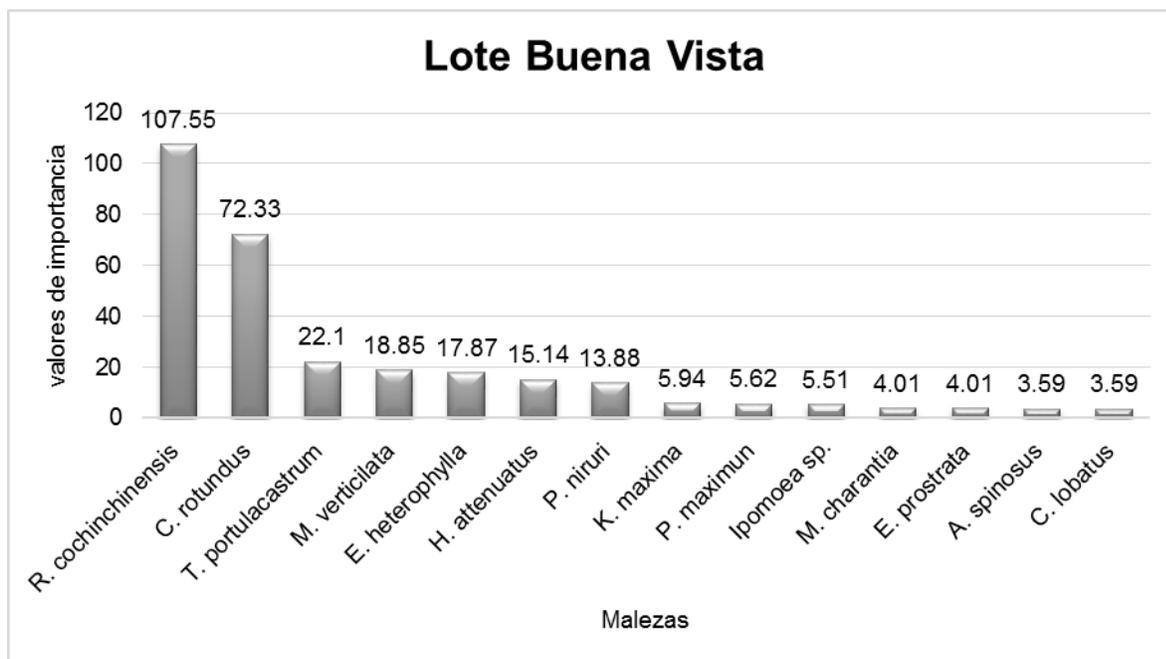


Figura 1.5: Valor de importancia de las malezas en el área de cultivo del lote Buena Vista.

B. Valores de importancia Lote 010501 El Campo, Finca Camantulul.

El lote El Campo es un lote con población de malezas media a los 30 días de corte sin aplicación, al igual que en el lote Buena Vista 1 en este se determinó el valor de importancia (VI) de las malezas y como se observa en el Cuadro 1.6, las malezas que están presentes que tiene una cobertura, una densidad y una frecuencia real mayor son de la clase Liliopsida de la familia Cyperaceae como lo es el coyolillo (*C. rotundus*) y de la familia Poaceae, el zacate (*P. maximum*), por lo tanto estas malezas son las que intervienen en un mayor grado en el cultivo de caña.

Cuadro 1.6: Densidades, % de cobertura y Frecuencias reales de las malezas encontradas en el lote 010501, El Campo, en la finca Camantulul.

MALEZA						
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ΣD	ΣC	D REAL	C REAL	F REAL
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i> L.	546	275	109.2	55	100
Zacate	<i>Panicum máximo</i> Jacq.	68	18	13.6	3.6	100
Caminadora	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	27	31	5.4	6.2	60
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	54	22	10.8	4.4	40
Jaibilla	<i>Momordica charantia</i> L.	7	20	1.4	4	20
Papayita	<i>Croton lobatus</i> L.	1	1	0.2	0.2	20
Caperonia	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	39	7	7.8	1.4	60
Cleome	<i>Cleome affinis</i> DC.	54	35	10.8	7	80
Pelo de conejo	<i>Panicum trichoides</i> Sw.	21	3	4.2	0.6	80
Pascuilla	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	7	7	1.4	1.4	20
Chicha fuerte	<i>Ipomoea spp.</i>	4	6	0.8	1.2	40
Pasto estrella	<i>Cynodon dactilon</i> (L.) Pers.	5	20	1	4	20
TOTAL		833	445	166.6	89	640

Fuente: propia.

Cuadro 1.7: Cálculo de valor de importancia (VI) de las malezas que se encontraron en el lote 010501, El Campo.

MALEZA		D	C	F	VI
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	RELATIVA	RELATIVA	RELATIVA	
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i> L.	65.55	61.80	15.63	142.97
Zacate	<i>Panicum máximum</i> Jacq.	8.16	4.04	15.63	27.83
Caminadora	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	3.24	6.97	9.38	19.58
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	6.48	4.94	6.25	17.68
Jaibilla	<i>Momordica charantia</i> L.	0.84	4.49	3.13	8.46
Papayita	<i>Croton lobatus</i> L.	0.12	0.22	3.13	3.47
Caperonia	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	4.68	1.57	9.38	15.63
Cleome	<i>Cleome affinis</i> DC.	6.48	7.87	12.50	26.85
Pelo de conejo	<i>Panicum trichoides</i> Sw.	2.52	0.67	12.50	15.70
Pascuilla	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	0.84	1.57	3.13	5.54
Chicha fuerte	<i>Ipomoea spp.</i>	0.48	1.35	6.25	8.08
Pasto estrella	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	0.60	4.49	3.13	8.22
	TOTAL	100	100	100	300

Fuente: propia.

En la figura 1.6 se puede observar de una mejor manera las principales malezas, en orden de valor de importancia, donde podemos ver que el coyolillo (*C. rotundus*) es el que tiene un mayor valor, y con respecto a la caminadora (*R. cochinchinensis*) que en el lote de Buena Vista 1 era el de mayor aquí podemos ver que esta ocupa un cuarto lugar en cuanto a valor de importancia.

También se encontraron otras 12 especies de malezas que interfieren en el área de cultivo de las cuales siete son de la clase magnoliopsida.

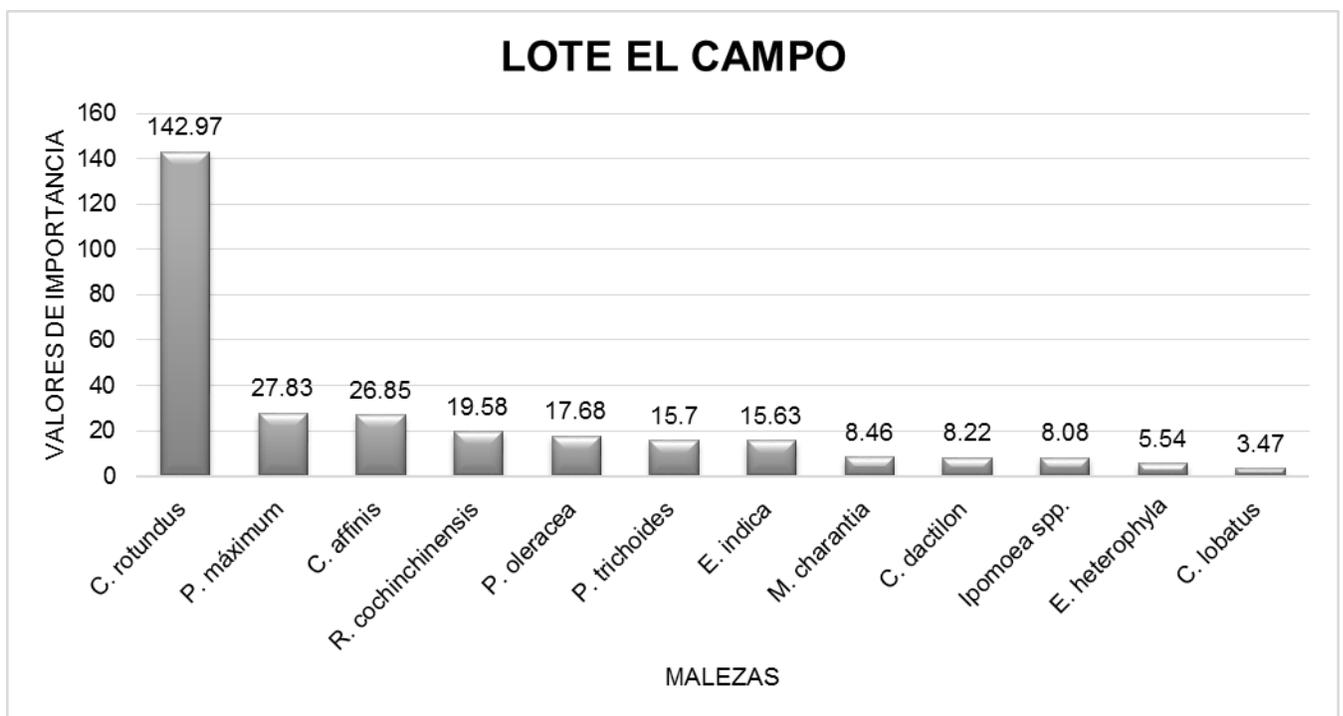


Figura 1.6: Valor de importancia de las malezas que interfieren en el cultivo de caña de azúcar en el lote El Campo.

Fuente: propia

C. Valor de importancia (VI) de la flora arvense del lote 0100101 El Zapote.

El tercer muestreo se realizó en el lote El Zapote, donde se realizó la metodología para conocer las principales malezas en este lote y el valor de importancia de las distintas malezas, en los Cuadros 1.8 y 1.9, se muestran los resultados de los muestreos en el que observamos malezas de distintas familias y donde se observa que la caminadora (*R. cochinchinensis*) es la de mayor importancia.

Cuadro 1.8: Densidades, % de cobertura y frecuencias reales de las malezas encontradas en el lote El Zapote de la Finca Cristóbal.

MALEZA						
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ΣD	ΣC	D REAL	C REAL	F REAL
Caminadora	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	52	235	10.4	47	100
Pascuilla	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	11	35	2.2	7	60
Papayita	<i>Croton lobatus</i> L.	12	2	2.4	0.4	40
Chicha fuerte	<i>Oxalis</i> spp.	3	2	0.6	0.4	20
Zacate	<i>Panicum maximun</i> Jacq.	17	27	3.4	5.4	20
Falsa verdolaga	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	7	5	1.4	1	60
Caperonia	<i>Caperonia</i> spp.	3	2	0.6	0.4	80
Golondrina	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	8	6	1.6	1.2	80
Verdolaga de playa	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	3	1	0.6	0.2	20
Pelo de conejo	<i>Panicum trichoides</i> Sw.	16	6	3.2	1.2	40
Golondrina	<i>Euphorbia hirta</i> L.	18	10	3.6	2	20
Quilete	<i>Solanum americanum</i> Mill.	4	2	0.8	0.4	20
Lechuguilla	<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L.	2	1	0.4	0.2	20
TOTAL		156	334	31.2	66.8	580

Fuente: Propia

Cuadro 1.9: Cálculo de valor de importancia (VI) de las malezas en el lote el Zapote.

MALEZA		D	C	F	VI
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	RELATIVA	RELATIVA	RELATIVA	
Caminadora	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	33.33	70.36	17.24	120.93
Pascuilla	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	7.05	10.48	10.34	27.88
Papayita	<i>Croton lobatus</i> L.	7.69	0.60	6.90	15.19
Chicha fuerte	<i>Oxalis</i> spp.	1.92	0.60	3.45	5.97
Zacate	<i>Panicum maximun</i> Jacq.	10.90	8.08	3.45	22.43
Falsa verdolaga	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	4.49	1.50	10.34	16.33
Caperonia	<i>Caperonia</i> spp.	1.92	0.60	13.79	16.31
Golondrina	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	5.13	1.80	13.79	20.72
Verdolaga de playa	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	1.92	0.30	3.45	5.67
Pelo de conejo	<i>Panicum trichoides</i> Sw.	10.26	1.80	6.90	18.95
Golondrina	<i>Euphorbia hirta</i> L.	11.54	2.99	3.45	17.98
Quilete	<i>Solanum americanum</i> Mill.	2.56	0.60	3.45	6.61
Lechuguilla	<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L.	1.28	0.30	3.45	5.03
	TOTAL	100	100	100	300

Fuente: propia.

La Figura 1.7 presenta las malezas encontradas en el muestreo, en los valores de importancia de este muestreo se observa que la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) nuevamente es la maleza de mayor importancia, ya que se observa que tiene un valor de importancia arriba de 100, y el en cuadro 1.10 se observa que este valor se da por la sumatoria de la densidad, cobertura y frecuencia, donde la cobertura relativa se observa que es de 70.36% en un metro cuadrado al azar, dentro del área de cultivo. Pero de forma general podemos observar que de 13 plantas que observamos 11 son malezas de la clase magnoliopsidas. Y acá se observa que existen cuatro malezas de la familia Euphorbiaceae que se ubican en la misma área.

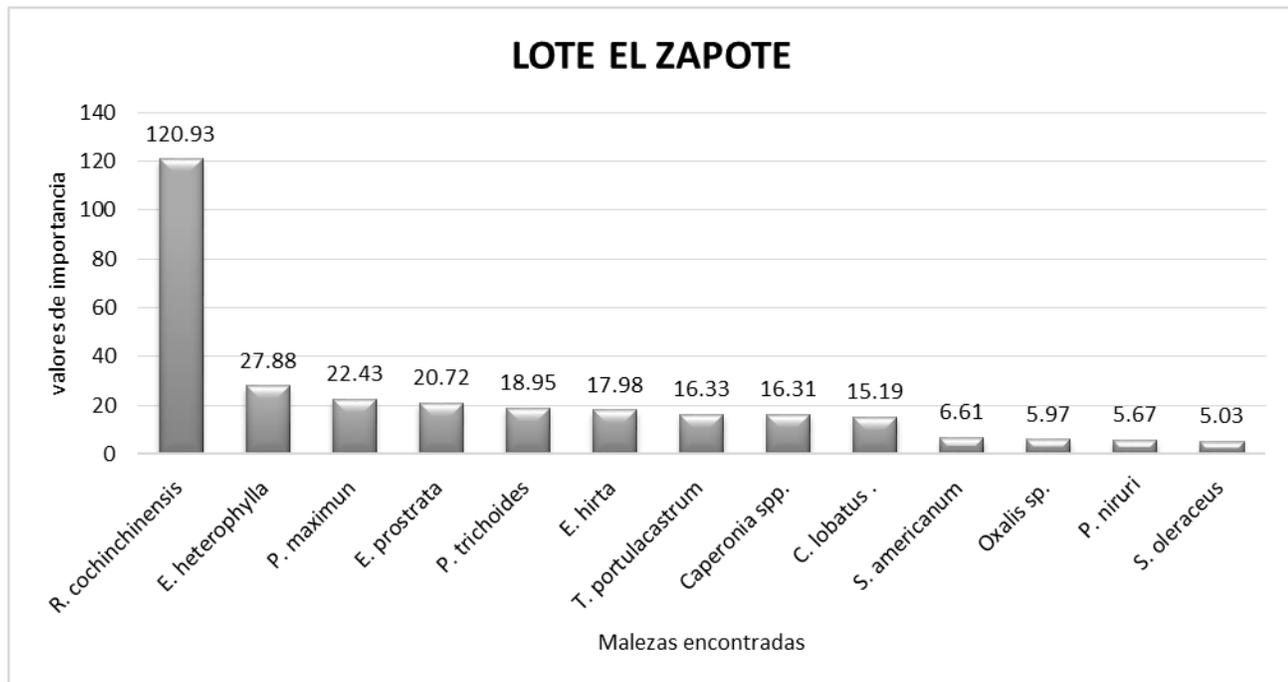


Figura 1.7: Valor de importancia de las malezas que interfieren en el cultivo de caña de azúcar en el lote El Zapote.

D. Valor de importancia (VI) de la flora arvense del lote 0160101 Cristóbal.

Se realizó un muestreo en lote 0160101 Cristóbal, donde las malezas encontradas se enlistan en los Cuadros 1.10 y 1.11 y las principales fueron la caminadora (*R. cochinchinensis*) seguida de la golondrina (*E. prostrata*) y en tercer lugar el coyolillo (*C. rotundus*).

En este lote encontramos 12 especies de plantas, de estas cuatro son especies pertenecientes a la clase Liliopsida y ocho son pertenecientes a la clase magnoliopsida.

Cuadro 1.10: Densidades, % de Cobertura, y Frecuencias reales de las malezas encontradas en el segundo muestreo de la finca Cristóbal.

MALEZA		suma de D	suma de C	D REAL	C REAL	F REAL
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO					
Caminadora	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	83	80	16.6	16	100
Papayita	<i>Croton lobatus</i> L.	10	4	2	0.8	100
Golondrina	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	19	16	3.8	3.2	60
Pascuilla	<i>Euphorbia heterophylla</i>	13	20	2.6	4	40
Falsa verdolaga	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	3	5	0.6	1	20
Zacate	<i>Panicum maximun</i> Jacq.	24	15	4.8	3	20
Caperonia	<i>Caperonia</i> spp.	9	3	1.8	0.6	60
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i> L.,	14	12	2.8	2.4	80
Pelo de conejo	<i>Panicum trichoides</i> Sw.	25	5	5	1	80
Golondrina	<i>Euphorbia hirta</i> L.	3	1	0.6	0.2	20
Golondrina	<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	1	2	0.2	0.4	40
Chicha fuerte	<i>Oxalis</i> spp.	2	2	0.4	0.4	20
	TOTAL	206	165	41.2	33	640

Fuente: propia.

Cuadro 1.11: Valores de importancia de las malezas encontradas en el segundo muestreo en la finca Cristóbal.

MALEZA					
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	D RELATIVA	C RELATIVA	F RELATIVA	VI
Caminadora	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	40.29	48.48	15.63	104.40
Papayita	<i>Croton lobatus</i> L.	4.85	2.42	15.63	22.90
Golondrina	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	9.22	9.70	9.38	28.30
Pascuilla	<i>Euphorbia heterophylla</i>	6.31	12.12	6.25	24.68
Falsa verdolaga	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	1.46	3.03	3.13	7.61
Zacate	<i>Panicum maximun</i> Jacq.	11.65	9.09	3.13	23.87
Caperonia	<i>Caperonia</i> spp.	4.37	1.82	9.38	15.56
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i> L.,	6.80	7.27	12.50	26.57
Pelo de conejo	<i>Panicum trichoides</i> Sw.	12.14	3.03	12.50	27.67
Golondrina	<i>Euphorbia hirta</i> L.	1.46	0.61	3.13	5.19
Golondrina	<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	0.49	1.21	6.25	7.95
Chicha fuerte	<i>Oxalis neaei</i> DC.	0.97	1.21	3.13	5.31
	TOTAL	100	100	100	300

Fuente: propia.

La Figura 1.8 muestra las malezas importantes encontradas en el muestreo del lote Cristóbal donde se observan 12 malezas y 8 de estas pertenecen a la clase magnoliopsida.

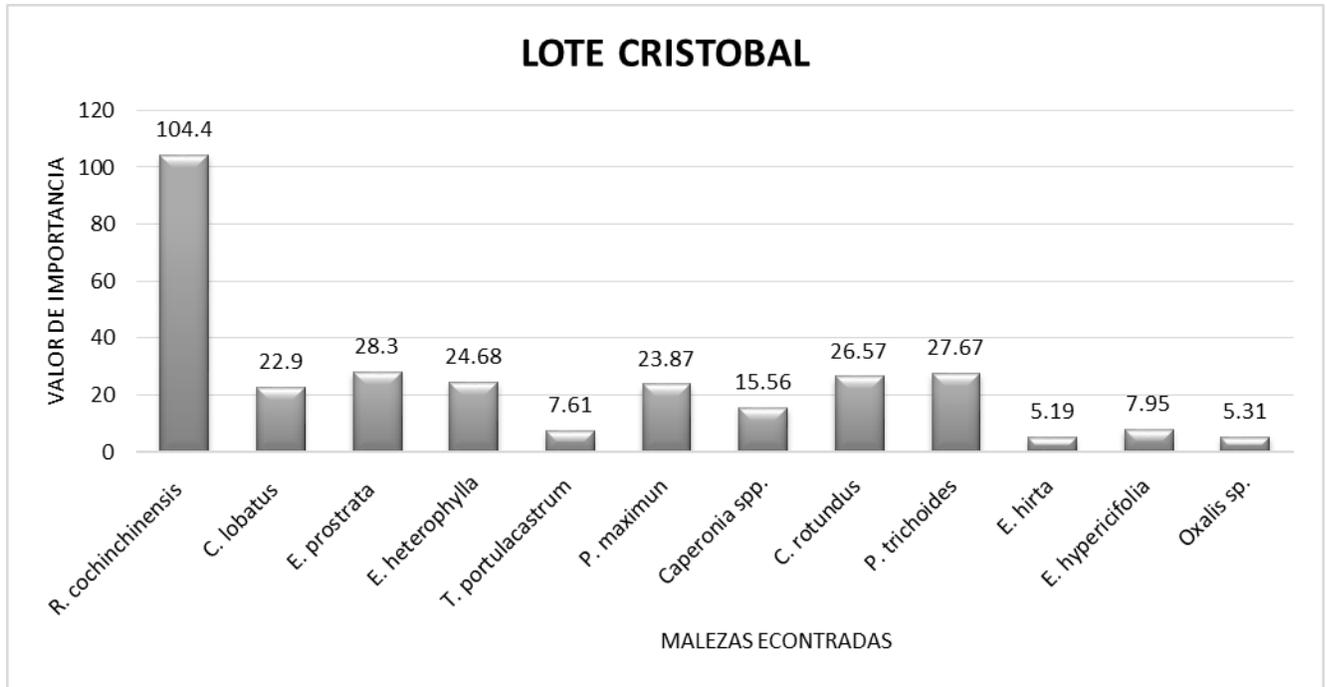


Figura 1.8: Valores de importancia de las principales malezas encontradas en el segundo muestro de la finca Cristóbal.

Fuente propia.

El cuadro 1.12 muestra un resumen de las malezas más importantes encontradas en la finca Camantulul, y como se puede observar la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) es la de mayor importancia en el área de cultivo de la finca, presentando valores de importancia por encima de 100, lo cual nos indica que la densidad, la frecuencia y la cobertura de esta maleza en el área es muy alta, produciendo una alta competencia con el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*)

En el Cuadro 1.12 se presentan nueve familias de la clase magnoliopsidas que son de importancia en el cultivo de caña de azúcar y como los muestreos muestran, al no existir la aplicación de algún herbicidas estas malezas pueden causar daños a la producción debido a la competencia por agua, luz y nutrientes.

Cuadro 1.12: Especies de malezas encontradas en el diagnóstico realizado en la Finca Camantulul, clasificados por clase, familia, nombre común, especie y persistencia.

CLASE MAGNOLIOPSIDA			
FAMILIA	NOMBRE COMÚN	GENERO O ESPECIO	Persistencia
Aizoaceae	Mollugo	<i>Mollugo verticillata</i> L.	ANUAL
	Falsa verdolaga	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	ANUAL
Amaranthaceae	Bledo	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	ANUAL
Caryophyllaceae	Enanito	<i>Drymaria cordata</i> (L.)	ANUAL
Convolvulaceae	Bejuco	<i>Ipomoea</i> spp.	ANUAL
Euphorbiaceae	Golondrina erecta	<i>Euphorbia hirta</i> L.	ANUAL
	Golondrina rastrera	<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	ANUAL
	Golondrinita	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton Ait.	ANUAL
	Pascuilla	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	ANUAL
	Papayita	<i>Croton lobatus</i> L.	ANUAL
	Tamarindillo	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	ANUAL
Malvaceae	Escobillo	<i>Sida rhombifolia</i> L.	PERENNE
Oxalidaceae	Chicha fuerte	<i>Oxalis neaei</i> DC.	PERENNE O ANUAL
Zygophyllaceae	Verdolaga de playa	<i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Torr. & Gray	ANUAL
Portulacaceae	Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	ANUAL

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 1.13 se observan las diferentes familias de la clase liliopsida encontrados en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en comparación con la clase magnoliopsida existen menos familias de esta clase, sin embargo como se observó en los diferentes muestreos al no existir control de estas malezas el daño sobre el cultivo es importante.

Cuadro 1.13: malezas de la clase liliopsida encontradas en el área de cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en la finca Camantulul.

CLASE LILIOPSIDA			
FAMILIA	NOMBRE COMÚN	GÉNERO O ESPECIO	PERSISTENCIA
Araceae	Malanguilla	<i>Philodendron spp.</i>	PERENNE
Commelinaceae	Hierba de pollo	<i>Commelina diffusa</i> Burn.	PERENNE
	Hierba de pollo	<i>Commelina erecta</i> L.	PERENNE
CYPERACEAE	Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i> L. L.	PERENNE
POACEAE	Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	PERENNE
	Pangola	<i>Digitaria decumbes</i>	PERENNE
	Zacate de conejo	<i>Panicum saccharoides</i>	PERENNE
	Johnson	<i>Sorghum halapense</i> (L.)	PERENNE
	Liendre de puerco	<i>Echinochloa colonum</i> (L.)	ANUAL
	Caminadora	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton (Lour.)	ANUAL
	Zacatón	<i>Panicum maximun</i> Jacq.	PERENNE
	Plumilla	<i>Leptochloa filiformis</i> (Lam.) Beauv.	ANUAL
		<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	ANUAL

Fuente propia

La composición florística de malezas del área de estudio fue determinada de acuerdo a Clase, Familia, Género y algunas especies, pudiéndose notar que se encontraron malezas de ambas clases, Liliopsidas y Magnoliopsidas.

En la clase liliopsida se encontraron un total de 4 familias y en la clase Magnoliopsida y total de 9 familias. En total se encontraron 13 familias. Hay que hacer notar que algunas malezas por su grado de desarrollo no fue posible determinarlas hasta especie, por lo que su determinación solo incluyó Género.

En cuanto a la duración de las malezas se puede observar que la mayoría son perennes, lo que dificulta su control por ser más persistentes que las anuales. Las malezas que se propagan por semillas tienen una reproducción más rápida y agresiva que las que se propagan por un medio distinto por lo tanto son más difíciles de controlar, aunque las que se reproducen vegetativamente también se tornan problemáticas debido a que una estructura de estas puede generar una nueva planta.

Especies como *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton (Lour.), *Leptochloa filiformis* (Lam.) Beauv. *Echinochloa colum* L. Linc. Estas que son de la familia Poaceae y *Euphorbia Hypericifolia* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Croton lobatus* L., *Euphorbia prostrata* Ait. Estas de la familia Euphorbiaceae, y las Cyperaceae alcanzan un valor de importancia alto debido a la forma de reproducción que poseen, debido a que se reproducen por medio de semillas lo cual hace que sean persistentes y se propaguen con mayor facilidad y tengan amplio porcentaje, cobertura y densidad.

Especies como *Philodendron* spp. que pertenece a la familia Araceae, también las encontramos debido a que su reproducción es favorecida por factores como la mecanización, ya que se propagan por rizomas. Ipomoea alcanza un valor de importancia considerable debido a que tiene bastante cobertura en el área además que tiene habito trepador y forma grades bejucos que interfieren en el manejo de la caña de azúcar.

Las malezas encontradas en el muestreo de para conocer el valor de importancia (VI) se determinó en tres diferentes lugares, siendo estos los lotes de Buena Vista 1, El Campo lotes pertenecientes a la finca Camantulul y la finca Cristóbal. Las malezas con mayor incidencia lo encontramos en la parte más al sur de la finca Camantulul, encontrando malezas con porcentaje de cobertura altos, y en este se encontró que la maleza caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) y el coyolillo (*Cyperus rotundus*) son las malezas con mayor grado de VI, y en los demás lotes, el porcentaje de cobertura de malezas fue menor al de Buena Vista 1, y donde se observan distintas malezas de hoja ancha que también interfieren en el desarrollo del cultivo.

En el caso del VI de una comunidad lo definimos como un parámetro que revela la importancia ecológica relativa de determinada especie de maleza en cada ambiente. En el caso del ecosistema “Caña de azúcar” observamos que la importancia ecológica se encuentra alrededor de las malezas; caminadora, coyolillo, zacate, que son las principales gramíneas, y en el caso de las malezas de hoja ancha encontramos una gran diversidad, siendo en una gran mayoría malezas de la familia Euphorbiaceae, que se encuentran en un mayor valor de importancia.

1.6 CONCLUSIONES

- A.** Con base en los resultados obtenidos, se observa que en los muestreos realizados en la finca Camantulul, las flora arvenses con mayor valor de importancia, en el agroecosistema caña de azúcar (*Saccharum* spp.) son principalmente la Caminadora (*R. cochinchinensis*) y el coyolillo (*C. rotundus*).
- B.** Las familias de la clase Liliopsidas encontradas en el área de muestreos fueron la familia Araceae, Commelinaceae, Cyperaceae y Poaceae, estas cuatro familias presentes en el cultivo interfieren en el desarrollo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.), provocando competencia por agua, luz y nutrientes.
- C.** Las familias de la clase Magnoliopsidas encontradas en el área de muestreo fueron Aizoaceae, Amaranthaceae, Caryophyllaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Oxalidaceae, Zygophyllaceae y Portulacaceae, a comparación con las liliopsidas en esta clase encontramos nueve familias que se encuentran en la finca Camantulul, y que son de importancia para el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.).

1.7 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, con base en los resultados obtenidos, se elabore un plan de control de malezas que incluya productos herbicidas específicos para las especies presentes, utilizando herbicidas preemergentes en áreas donde abundan las malezas que se propagan por semillas, control mecánico en áreas con malezas con crecimiento avanzado, control manual de maleza y uso de equipo adecuado para realizar las labores correspondientes.
- Se recomienda dar especial énfasis al control de malezas de caña plantía, debido a que es en este ciclo donde se presentan mayores valores de importancia debido a la frecuencia y densidad.
- Se recomienda efectuar investigaciones sobre cada una de las principales malezas del área, a modo de una caracterización para conocer su ciclo de vida y encontrar las mejores alternativas para su control.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Lanfranconi, L; Pisa Gazziero, L. 2014. Malezas resistentes a herbicidas un problema en el Cono Sur (en línea). Costa Rica, CropLife Latin América. Consultado 9 nov 2014. Disponible en <http://www.croplifela.org/es/plaga-del-mes.html?id=441>
2. Leonardo, A. 1998. Manual para la identificación y manejo de las principales malezas en caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICANA. 131 p.
3. 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.
4. Tasistro Souto, A. 2000. Métodos para evaluar efectividad en el control de malezas. Revista Mexicana de la Ciencia de la Maleza 1:25-35.

1.9 ANEXOS



Figura 1.1A: Metro cuadrado, infestado con malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.)



Figura 1.2A: Parcela luego de toma de datos, Cobertura, Densidad, de 1 metro cuadrado.



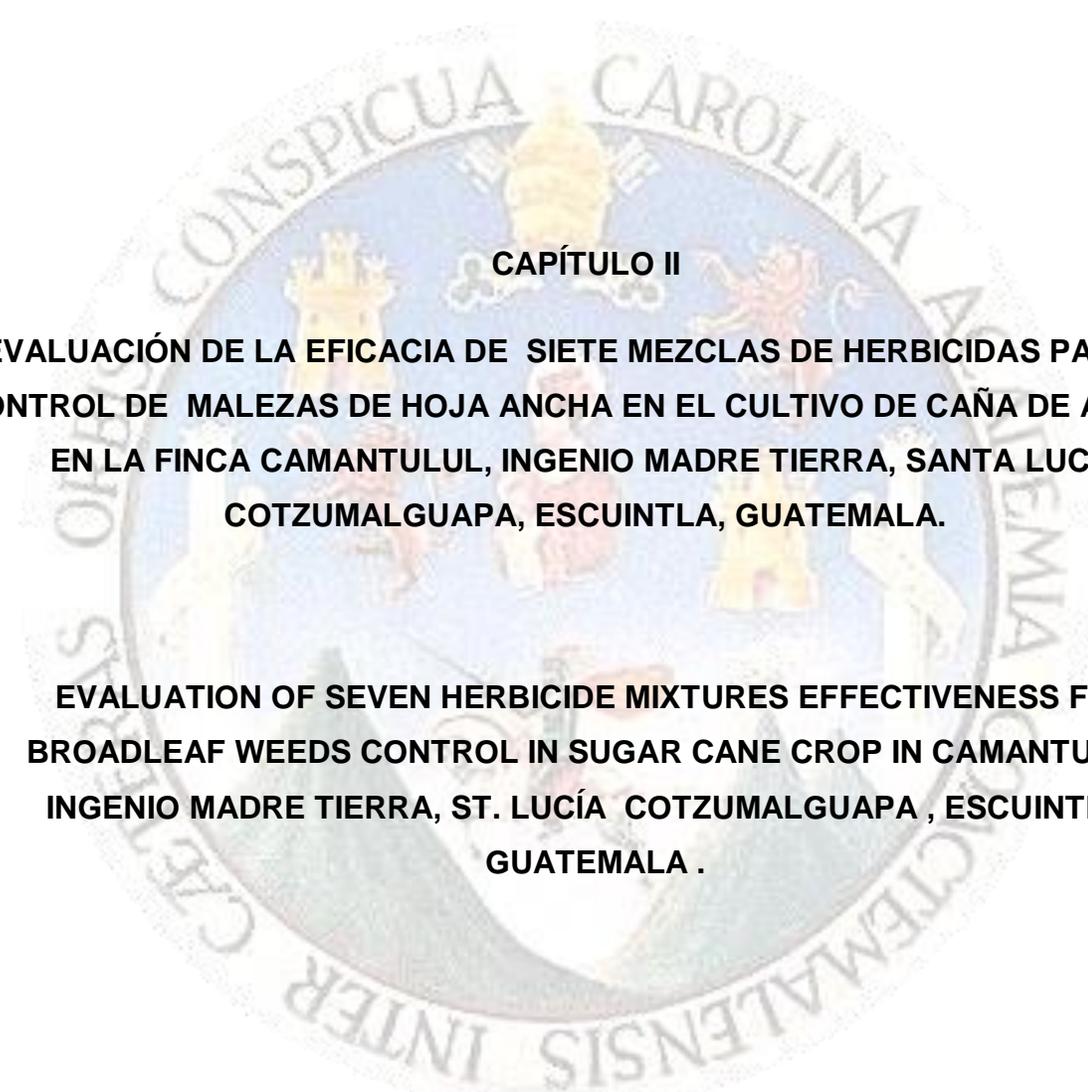
Figura 1.3A: principales malezas: *Rottboellia cochinchinensis* y *Cyperus rotundus*.



Figura 1.4A: conteo de número de malezas por especie.



Figura 1.5A: Interferencia de *Trianthema portulacastrum* en el cultivo de caña de azúcar.



CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE SIETE MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS DE HOJA ANCHA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA FINCA CAMANTULUL, INGENIO MADRE TIERRA, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA.

EVALUATION OF SEVEN HERBICIDE MIXTURES EFFECTIVENESS FOR BROADLEAF WEEDS CONTROL IN SUGAR CANE CROP IN CAMANTULUL, INGENIO MADRE TIERRA, ST. LUCÍA COTZUMALGUAPA , ESCUINTLA , GUATEMALA .

2.1 PRESENTACIÓN

Una planta que crece fuera de lugar e invade otro cultivo en el que no causa beneficio sino perjuicio es considerada como maleza, ya que compite con ella por luz, agua y nutrientes del suelo (Labrada 1998).

Como todo cultivo, la caña de azúcar presenta inconvenientes durante el desarrollo en el campo, principalmente en la competencia que ejercen las malezas en el momento de la germinación y los tres meses subsiguientes, cuando el crecimiento es lento y el follaje del cultivo no logra cubrir completamente la superficie cultivada (Rincones 1986, citada por (Espinoza G. 2012). Los costos destinados a malezas son de un 30% con respecto al costo total de la producción por lo que es muy importante realizar un adecuado control. El uso de herbicidas es uno de los métodos de control principalmente usados, la aplicación de herbicidas en el cultivo de caña repercute en un costo bastante elevado por lo que se pretende que las aplicaciones que se realicen sean eficientes en cuanto al control de malezas (Veleche 2013).

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 preemergentes y postemergentes como base para el control de malezas, así mismo se combinan con controles mecánicos que ayudan de alguna manera al control de las mismas. Dentro de las malezas más importantes para la zona están: *Cyperus rotundus*, *Rottboellia cochinchinensis*, malezas de la familia Convolvulaceae (*Ipomoea* spp. y *Merremia* spp.), *Sorghum halapense*, *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 (Espinoza 2012).

El uso de herbicidas es uno de los controles más utilizados dentro del control de malezas, y este representa cerca del 30 por ciento del costo de mantenimiento del cultivo en soca (Leonardo 1998), por lo que es necesario que este sea invertido de una manera eficiente y logre mantener un buen control.

Las principales malezas en el cultivo de caña en la finca Camantulul según el diagnóstico realizado son, son la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) y el coyolillo (*Cyperus*

rotundus), y las malezas de hoja ancha, son la pascuilla (*Euphorbia heterophyla*), la golondrina (*Euphorbia prostrata*), cleome (*Cleome spp.*), la falsa verdolaga (*Trianthema portulacastrum*), el culantrillo (*Mollugo verticillata*) y la verdolaga (*Portulaca oleracea*).

Para efecto de la evaluación la investigación se realizó en la finca Camantulul, zona 1, Ingenio Madre Tierra, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

Los resultados obtenidos, fueron determinados en base a la escala propuesta por la ERWS (European Weeds Reserch Society), donde la variable fue la eficacia de los herbicidas, el tratamiento que mostró mayor eficacia en el control del complejo de malezas de hoja ancha presentes en la parcela bajo estudio, fue el tratamiento uno que contenía, **2-4D, Dicamba, Acetoclor y Terbutrina (Weedmaster + Harness 90 EC + Igran 50 SC)**, sin embargo este solo tuvo un control del 65% clasificándose como un control bajo según la escala de la EWRS.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 MARCO CONCEPTUAL

A. Definición de Maleza

La flora espontánea o malezas, son especies vegetales que se desarrollan en un lugar no deseado por el hombre. Desde el punto de vista agronómico, son aquellas plantas que interfieren en el desarrollo normal del cultivo debido a que compiten fundamentalmente por luz, agua y nutrientes, incidiendo de forma adversa en el rendimiento por unidad de área. Dicha competencia se manifiesta cuando el crecimiento del cultivo resulta afectado (disminuido), si se compara con una condición en la que el cultivo no tiene competencia a partir de otras plantas. Una de las características principales de dicha flora espontánea es la germinación escalonada que presentan, por lo que es común encontrar diferentes estados fenológicos de una misma especie en un período determinado, lo cual hace difícil su manejo y facilita la dispersión y adaptabilidad de dichas especies (Leonardo 1998).

Para evitar los efectos nocivos de las malezas, es necesario tener un control oportuno y eficiente de las mismas (Morales 1987, citado por Esqueda 2008). Actualmente, la aplicación de herbicidas es el método más común de controlarlas malezas en las plantaciones de caña de azúcar (Esqueda *et al.* 2001, citado por Esqueda 2008).

B. 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 sobretodo afectan los rendimientos de cultivo disminuyendo el número de cortes de la plantación.

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 de la sombra.

(Según Meirelles *et al.* 2009 citado por Espinoza 2012), existen tres tipos de periodos críticos de interferencia de malezas a) periodo anterior a la interferencia (PAI), b) periodo total anterior a la interferencia (PTPI) y c) periodo crítico de prevención a interferencia (PCPI).

El periodo anterior a la interferencia (PAI) se refiere al periodo desde el brote de la caña de azúcar, en que el cultivo debe permanecer libre de malezas sin pérdida significativa de producción.

El periodo crítico de prevención a interferencia (PCPI), es cuando efectivamente los métodos de control deben actuar para minimizar las pérdidas de producción (Espinoza 2012).

C. Principales malezas en la zona cañera de Guatemala

Las malezas más importantes de la zona cañera de Guatemala son: coyolillo (*Cyperus rotundus*), es la maleza más importante con mayor presencia en los estratos bajos (40 – 100 msnm) y litoral (menor de 40 msnm) predominando en suelos de textura franco a franco arenosa.

La caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) es la maleza que ocupa el segundo lugar en importancia y es una de las malezas más difíciles de controlar debido a su biología y su alta competencia con la caña y su rápido crecimiento. 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 (*Ipomoea* 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, por ultimo existen algunas gramíneas difíciles de controlar debido a su sistema de reproducción como es el caso de *Sorghum halapense* y *Panicum maximum* (Espinoza 2012).

D. Control de malezas

Se ha encontrado que el período crítico de competencia de la caña planta con las malezas, ocurre entre los veinte y cien días después de la siembra y para las socas entre los veinticinco y noventa días después del corte. A partir de los noventa o cien días del cultivo, la sombra que proyecta el follaje es suficiente para no permitir el crecimiento de las malezas. El combate de las malezas en el cultivo de la caña debe ser integrado, ya que no existe un método de combate único que proporcione un combate efectivo. Para realizar un manejo integrado se deben considerar los métodos culturales, mecánicos y químicos.

Un buen manejo cultural de las malezas se logra: empleando la variedad recomendada, usando semilla tratada con calor y de buena calidad, con una buena preparación del terreno, proporcionando la humedad necesaria mediante riego para un rápido desarrollo del cultivo, plantando en la densidad óptima de siembra de acuerdo con la variedad y la región, realizando un buen combate de insectos y enfermedades y proporcionando un nivel adecuado de fertilización.

Los productos, dosis y épocas utilizados para el combate de malezas en caña de azúcar varían de una región a otra y dependen de las malezas y otros factores ecológicos.

Las aradas y pases de rastra se deben realizar de forma tal que los rizomas, estolones o tubérculos de las malezas perennes sean expuestos sobre la superficie del suelo para facilitar su desecación por la radiación solar y el viento (Espinoza 2012)

Los métodos utilizados para el control de malezas son:

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 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 y 5 días después del corte logrando un manejo integral con el control químico.

En caña soca el paso de ferticultivo será a las 45 días después del corte, es decir después de la aplicación preemergente de malezas. Un segundo control mecánico se puede realizar con el cultivo a los 60 días después del corte.

b. Control químico

Como es sabido, la gran mayoría de los productos químicos requieren que las malezas estén comenzando su germinación o estén en las etapas iniciales de crecimiento, y que haya suficiente humedad en el suelo, para actuar eficientemente. El producto o productos químicos a utilizar deberán ser seleccionados en función de la predominancia de tipos de maleza, bien sea gramíneas, ciperáceas o de hoja ancha (dicotiledóneas). (Monterroso 2000)

Para caña de azúcar hay dos épocas de aplicación:

i. Preemergente

Cuando las malezas aún no han emergido, hasta cuando comienzan a notarse ciertos manchones verdes en el campo, como resultado de la emergencia de las malezas y aparición de una a dos hojas en ellas.

ii. Postemergente

Cuando las malezas alcanzan cuatro a cinco hojas y prácticamente su germinación es generalizada en todo el campo. El establecimiento de estas etapas de las malezas es importante para determinar el producto y dosis a aplicar. Cuando en cualquier circunstancia, el crecimiento de las malezas va más allá de lo señalado en postemergencia, si control se hace más dificultoso, y posiblemente la ventaja de su bajo costo se minimiza, pues deben utilizarse mezclas con otros productos que encarecen la labor. De allí la importancia de seguir las recomendaciones señaladas (Monterroso 2010).

El control químico 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; mecanizadas, manuales y aéreas (Espinoza 2012).

iii. **Aplicación mecanizada**

es la mas utilizada en Guatemala, y consiste en la aplicación de herbicidas en preemergencia y soemenrgenci, por medio de tractores de 120 Hp. Estos tractores estan coformados por un tanqe de deposito para la mezcla y un aguilón con 25 boquillas depediendo del tipo de la misma y una faja de 12 metros de ancho. Este tipo de aplicación generalmente es para areas planas, con el fin de que sea mas eficiente. Cuando se realizan aplicaciones poemergentes en caña de mayor desarrollo (hasta 1.5 m) se empñean tractores tipo “High Crop” (Espinoza 2012).

iv. **Aplicación manual**

estas se practican donde no es posible el control de malezas de manera mecanizada por el desarrollo de la caña (de cierre) o en areas de topografia irregular. Tambiéns se realiza para controlar malezas en areas especificas o pequeñas areas infestadas en el lote (parchoneo). Para este tipo de aplicación de herbicidas se utilizan bombas de mochila de presion constante, las cuales son mas eficientes que las tradicionales. Esta practica es mas costosa que la mecanizada por ello se deben analizar el uso en areas que si lo ameriten (Espinoza 2012).

v. **Aplicación aérea**

se utilizan solamente para aplicaciones de herbicidas preemergentes en areas plantas, alejadas de otros cultivos, por la deriva que puedea ocasionar.

E. Factores que afectan la eficiencia de los herbicidas

El continuo e intensivo uso de un solo herbicida proporciona alta presión de selección de malezas con dos consecuencias negativas. En primer lugar, aumenta la densidad de las especies tolerantes al herbicida utilizado, y en segundo lugar, favorece la evolución de poblaciones resistentes al mismo (Vidal, R. *et al.* 2010).

Entre los factores más importantes que determina la eficiencia de un herbicida son:

a. Factores ambientales

i. 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 fotodescomposición 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 preemergente sensible se recomienda su incorporación al suelo para garantizar la eficacia del producto y su efecto residual. Esta operación puede ser realizada con irrigación o con agua de lluvia (Epinosa 2012).

ii. 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 que 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. Los 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 possembrancia por las plantas es de gran importancia. Este varía según el herbicida, pero generalmente oscila entre los 30 minutos. Plantas sometidas a estrés prolongado de humedad pueden presentar cutícula más espesa, más pubescencia y consecuentemente, la absorción de un herbicida y su traslocación 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 preemergentes, 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 2012).

iii. **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 (Espinoza 2012).

b. **Factores edáficos**

i. **Sorción**

Se refiere a la retención de moléculas orgánicas por el suelo, sin distinción de los procesos específicos de absorción, adsorción, precipitación y partición hidrofóbica. Estos procesos específicos de sorción pueden actuar conjuntamente 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, *et al.* 2003, citado por Espinoza 2012).

c. **Factores de la planta**

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

i. **Hojas**

Son el principal órgano de la maleza involucradas en la penetración de los herbicidas aplicados en postemergencia. En superficies foliares de bajo contenido de cera epicuticular, las gotas del herbicida aplicado cubren 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.

ii. Cutícula y estomas

Esta es la principal vía de absorción de los herbicidas aplicados en postemergencia. 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 los estomas también hagan un importante papel en la penetración de herbicidas.

iii. Relación hoja-herbicida

Cuando utilizamos productos, los cuales la vía de entrada a la planta es la hoja, debemos tener en cuenta en buena medida el pH de la mezcla a aplicar. La hoja, debido a las propiedades lipofílicas, permite el paso de sustancias no iónicas (carga neutra), por lo que se debe tener en cuenta el pKa, el cual nos indica el pH al cual el herbicida se encuentra 50% ionizado y no ionizado. En herbicidas como el glifosato, a pH 4.5 se encuentra menos ionizado, contrario a un pH mayor, por eso se busca acidificar la mezcla, llevándola a 4.5, para facilitar el paso de la molécula por la cutícula (Leonardo 1998).

Los herbicidas ácidos con un pKa con valores bajos, son electrolitos muy ionizables, esto lo debemos tener en cuenta cuando la vía de entrada a la planta, es la hoja. Como ya se mencionó, las formas iónicas son poco afines a la cutícula. De igual forma cuando tenemos productos básicos, con un pKa alto, nos dice que este es altamente ionizable, para lo cual se debe agregar bases a la mezcla.

Es importante que se defina la vía de entrada del herbicida a la planta, por lo general cuando la formulación del herbicida es altamente soluble, es preferible que la ruta de entrada sea por la hoja, pues al ser aplicado al suelo se pierde una gran parte del producto y disminuye la eficiencia del producto (Leonardo 1998).

d. Orden de mezcla de herbicidas

Cuando realizamos una mezcla de tanque, nos encontramos con productos que poseen distintas formulaciones y que pueden reaccionar entre ellos y disminuir la

eficacia del herbicida. Es importante que tengamos en cuenta el orden adecuado, para la incorporación del herbicida en el tanque, bajo el criterio de agregar al inicio los productos de menor solubilidad y de último los de mayor solubilidad. Cuando es necesario corregir problemas de dureza de agua, se debe de aplicar al inicio el corrector de dureza y luego los herbicidas. También se debe de considerar que por último agregamos los acidificantes, adherentes y surfactantes. Cuando un coadyuvante, es también un corrector de pH o dureza, se agrega al inicio de la mezcla. Cuando tenemos productos de la misma formulación, se debe de agregar primero al tanque, el que va a mezclarse en mayor cantidad (Leonardo 1998).

F. Manejo y control de malezas

a. Caña soca

El primer control de malezas en caña soca se realiza de 3 a 12 días después del corte (ddc), según la incidencia o cobertura de malezas en el área y la humedad del suelo. El segundo control debe hacerse normalmente 30 a 35 ddc verificando siempre la humedad del suelo y cuando exista el umbral máximo de cobertura (15 por ciento). 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 herbicida se debe realizar en función de la incidencia y tipo de malezas buscando la mayor cantidad de días control (120 días) (Espinoza 2012).

b. Caña plantía

En caña plantía el control de malezas se inicia 8 a 10 días después de la siembra (dds) con la aplicación de herbicidas preemergentes después de su segundo riego, previamente se debe determinar la cobertura y definir la mezcla y dosis. La segunda aplicación de herbicidas (postemergentes) se realiza después de las labores de fertilización. Es importante definir el umbral máximo y el tamaño de la maleza para calcular la mezcla y dosis que se aplicaran. 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 2012).

G. Fitotoxicidad de herbicidas en variedades promisorias de caña de azúcar

La figura 2.1 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 20 días, periodo en que los rebrotes de caña de azúcar muestran mayor espesura en 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, citado por Espinoza 2012). 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 20 a 50 días después de la siembra, 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 y 90 días después de la siembra, cuando ya hay raíces verdaderas. En esta etapa existe severa competencia de la maleza con el cultivo, afectando el amacollamiento de la planta y lo hace susceptible a la aplicación de herbicidas postemergentes. La etapa 4 o comúnmente denominada cierre del cultivo ocurre después de los 120 días de la siembra. En esta etapa los tallos ya están desarrollados y definidos y no serán afectados por la aplicación de herbicidas.

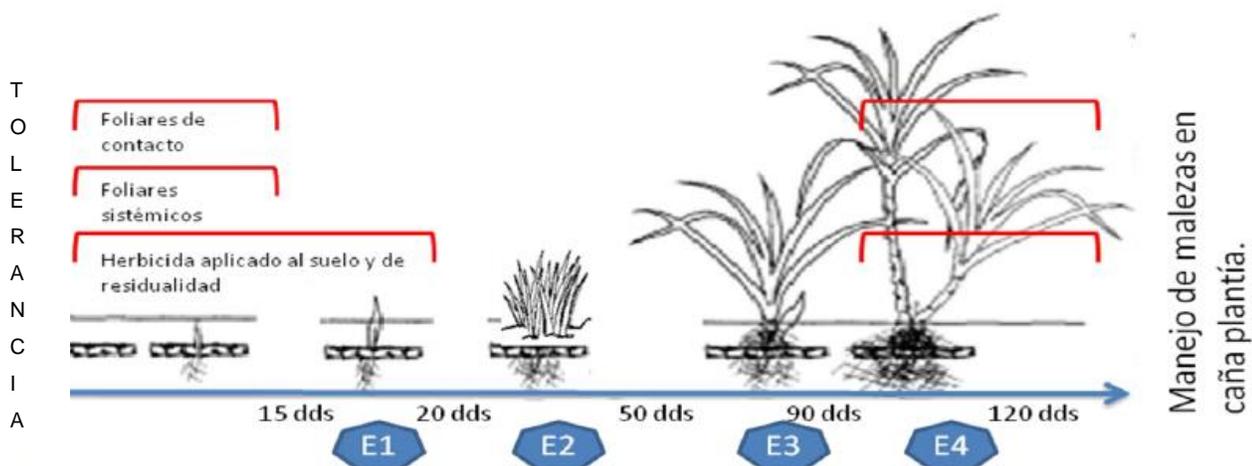


Figura 2.1: estadios de tolerancia y susceptibilidad de la aplicación de herbicidas en la caña de azúcar. (Bezuidenhout, 2003). Adaptado por Espinoza y Morales 2010.

Una medida preventiva para el control de malezas tolerantes y resistentes es la combinación de herbicidas con diferentes mecanismos de acción (Gressel, 1990; Kruse *et al.*, 2006 citado por Vidal, R. *et al.* 2010). Un proyecto de investigación se inició con la hipótesis de que el conocimiento del mecanismo de acción de los herbicidas permite la prospección de asociaciones de los mismos de manera racional, para identificar oportunidades de sinergismo que ayuden al control de las especies problemáticas, o para evitar posibles antagonismos que afecten el control de las mismas (Vidal 2010).

El resultado de la combinación de dos herbicidas puede ser de antagonismo, sinergismo efecto neutro, también llamado efecto aditivo. Esos resultados son consecuencia de las interacciones químicas, fisiológicas o cinéticas (absorción, translocación o metabolismo) entre los productos. Antagonismo es el nombre dado a la interacción negativa entre dos o más compuestos. Sinergismo es el efecto añadido o potencializado de los productos mezclados (Kruse *et al.*, 2006 citado por Vidal *et al.* 2010).

2.2.2 MARCO REFERENCIAL

A. Área de estudio

La finca Camantulul pertenece a la Zona 1 del ingenio Madre tierra y cuenta con un área de cultivo de 661.33 hectáreas, donde se realizó la investigación fue en el lote 0100702 San Miguel, que tiene 22.16 m² de área.

B. Localización y accesibilidad

La finca Camantulul se encuentra en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa departamento de Escuintla a 92.1 km de la ciudad capital y 3.68 km del ingenio Madre Tierra. Formando parte de la zona 1.

C. Extensión y límites.

La finca Camantulul consta de un área de 661.33 Ha. dividida en 47 lotes. Colinda al norte con fincas del ingenio Pantaleón, al sur con el ingenio La Unión, al oeste con Zona 3 ingenio Madre Tierra, y al este con el centro urbano de Santa Lucía Cotzumalguapa.

D. Clima y zona de vida

La época lluviosa es a partir del mes de mayo a octubre (Figura 2.3), en el mes de noviembre la precipitación desciende considerablemente e inicia la época seca hasta el mes de MAYO y en el mes de diciembre la evapotranspiración iguala a la precipitación pluvial. La temperatura muestra un comportamiento bastante similar en todos los meses del año. Como se muestra en la Figura 2.2.

Según el mapa de zonas de vida de Holdridge de la República de Guatemala la finca Camantulul se encuentra en la zona de vida **bmh-S(c)** bosque muy húmedo subtropical (cálido) (CENGICAÑA 2012).

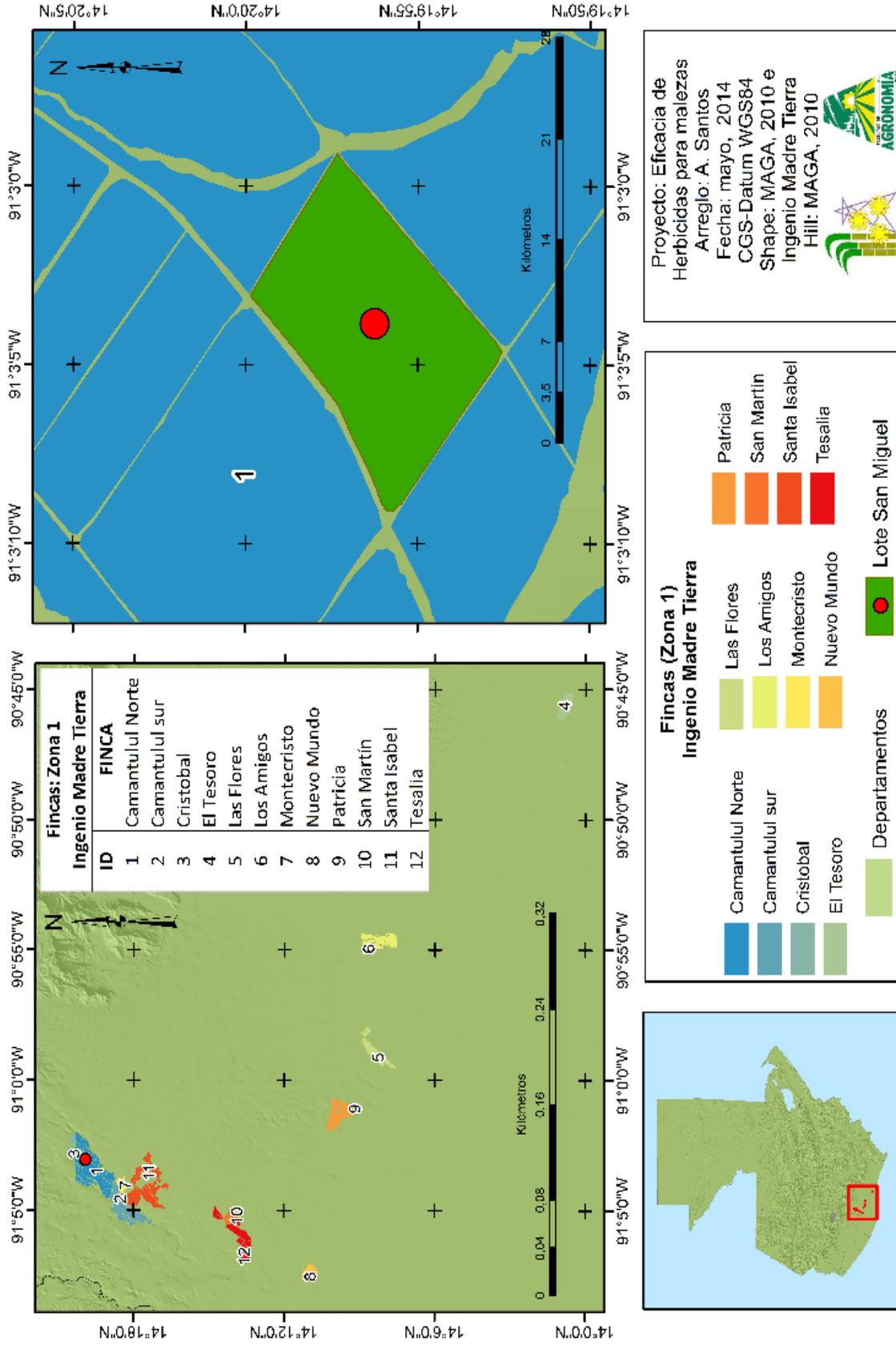


Figura 2.2: Ubicación geográfica del lote San Miguel perteneciente a la finca Camantulul, Zona 1 Ingenio Madre Tierra.

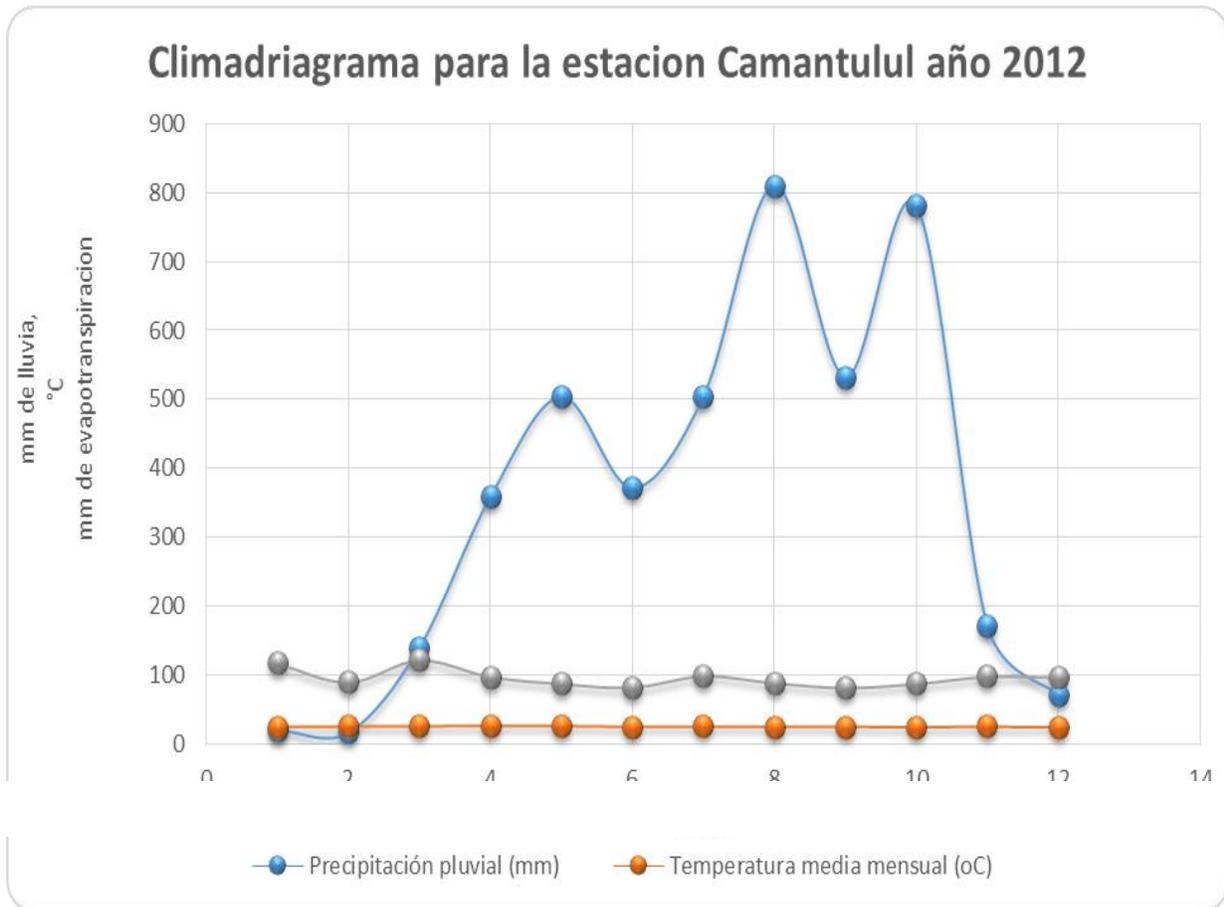


Figura 2.3: Climadiagrama para la estación Camantulul, Municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa.

Fuente: Elaboración propia, datos de la estación Camantulul.

E. Geología y suelos

El estudio semidetallado de los suelos de la zona cañera de Guatemala (CENGICAÑA 1994, citado por Monterroso 2000) ubica a estos suelos según la taxonomía de suelos, en el orden Andisoles, los cuales ocupan el 25.5 % de los suelos de la región cañera y se encuentran en el cuerpo y ápice de los abanicos al pie de la cadena montañosa, conformada por materiales de origen volcánico, cenizas y pomas. El relieve varía desde ligero a fuertemente ondulado en las partes más altas y ligeramente inclinadas en el cuerpo de los abanicos.

Los andisoles son suelos poco evolucionados, de colores muy oscuros con altos contenidos de materia orgánica, de baja densidad aparente, de consistencia friable a suelta, desarrolladas principalmente sobre materiales amorfos, son de reacción acida a ligeramente

ácida y de alta capacidad de retención de fósforo. Las texturas predominantes en estos suelos son franco y franco – arenosos.

F. Descripción de la variedad a utilizar CP73-1547

- iv. CP Canal Point (Florida)
- v. 73 Año de selección
- vi. 1547 Número correlativo de selección
- vii. Progenitores CP 66-1043 X CP 56-63

a. Características morfológicas

Es de regular deshoje natural, su hábito de crecimiento es de tallos semiabiertos, posee una regular cantidad de follaje y cogollo largo; el entrenudo es de color verde amarillento con manchas negras y ceroso, su forma de crecimiento es ligeramente curvado en zigzag, tiene una cicatriz foliar ligeramente abultada; su nudo es de forma de crecimiento cilíndrico, su yema es aproximadamente redonda protuberante con alas su anillo de crecimiento es semiliso; su vaina es de crecimiento intermedio de coloración verde con manchas rojizas, borde seco unido longitudinalmente con presencia de afate intermedio; la lámina foliar posee hojas anchas de color verde oscuro; la aurícula posee una forma lanceolada larga y corta en un lado y en el otro transicional inclinada y la lígula es deltoide con rombo; el cuello es de color verde oscuro, su superficie es lisa (CENGICAÑA 2000 citado por Comparini 2006).

b. Características agronómicas

Esta variedad se adecua para el estrato medio y bajo, posee un porcentaje de floración del 38 por ciento para el estrato medio y un 28 por ciento para el estrato bajo, su contenido de corcho es de 24 por ciento para el estrato medio y 22 por ciento para el estrato bajo, su contenido de fibra es de 12.5 por ciento, posee una incidencia baja a Escaldadura y Carbón (CENGICAÑA 2000 citado por Comparini 2006).

La Figura 2.4 muestra la variedad de caña de azúcar CP 73 1547, variedad que fue utilizada en la investigación.



Figura 2.4: Cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) variedad CP 73 1547

**G. Principales malezas dentro del área de cultivo de caña de azúcar
(*Saccharum* spp.)**

a. *Ipomoea purpurea*. (L.) Roth

La Figura 2.5 muestra la planta *I. purpurea* la cual es una maleza importante encontrada en la finca Camantulul.



**Figura 2.5: *Ipomoea purpurea* dentro del área de cultivo de la caña de azúcar
(*Saccharum* spp.)**

Fuente propia.

i. Sinónimos

Pharbitis purpurea (L.) Voigt, *Ipomoea hirsutula* Jacq. f., *I. hirta* Th. Dur., *I. mexicana* A. Gray, *I. purpurea* var. *diversifolia* (Lindl.) O'Donell

ii. Taxonomía

Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares); Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas); División: Magnoliophyta (plantas con flor); Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas); Subclase: Asteridae; Orden: Solanales.

iii. Origen y distribución

América.

iv. Identificación y descripción

Hábito y forma de vida: Planta herbácea, rastrera o trepadora.

Tamaño: De 20 cm a 2 m de longitud.

Tallo: Generalmente ramificado en su base, con pelos amarillos hasta de 4 mm de largo.

Hojas: Con pecíolos de 4 a 20 cm de largo, con pelos; láminas foliares en forma de corazón, ovadas, enteras o trilobadas, o bien, raramente 5 lobadas, de 3 a 17 cm de largo y 2 a 15 cm de ancho, ápice agudo a acuminado, base cordada de seno profundo, con pelos esparcidos a densos en ambas caras, mismos que disminuyen con la edad.

Inflorescencia: Es una cima con 1-5 flores.

Flores: Solitarias o dispuestas en cimas 2 a 5-floras en las axilas de las hojas, pedúnculos de 0.2 a 18 cm de longitud, pedicelos de 5 a 20 mm de largo, ambos con pelos, brácteas lanceoladas, de 1 a 9 mm de largo, con pelos; sépalos desiguales: los exteriores lanceolados a angostamente elípticos, de 8 a 17 mm de longitud y 2 a 5 mm de ancho, acuminados, con pelos largos amarillos de base engrosada, los interiores angostamente lanceolados, de 8 a 17 mm de longitud y 2 a 3 mm de ancho, acuminados, con bordes membranosos y 5 secos, ligeramente pubescentes en la parte media; corola en forma de embudo, de color púrpura, rosa o blanca, el tubo frecuentemente de un color más claro, de 2.5 a 5 cm de longitud, sin pelos; filamentos de 1.3 a 3 cm de longitud, anteras de 1 a 3 mm de largo; ovario cónico, sin pelos, 3-locular, con 6 óvulos; estilo de 1.4 a 2.7 cm de longitud, estigma 3-globoso.

Frutos y semillas: El fruto es una cápsula, sin pelos, de 9 a 11 mm de diámetro, 6-valvar, 3-locular, con semillas; estas en forma de gajo, de 2.2 a 3.7 mm de largo y 3.1 a 5 mm de ancho, café, café rojizo o café oscuro, la cara dorsal muestra un surco longitudinal conspicuo, presenta costillas que coinciden con los bordes del gajo y con pelos largos y entrecruzados.

Plántulas: Hipocótilo cilíndrico, de hasta 100 mm, sin pelos. Cotiledones de lámina cuadrada a ampliamente obovada de 18 a 20 mm de largo y 8.5 a 20 mm de ancho, sin pelos. Epicótilo cilíndrico, de 1 a 17 mm de largo, con o sin pelos. Hojas alternas, primera hoja con pecíolo de 6.5 a 28 mm de largo, lámina cordiforme a triangular-cordiforme de 10 a 30 mm de largo y 7.5 a 30 mm de ancho; segunda hoja con pecíolo de 3 a 23 mm de largo, lámina similar a la primera, de 10 a 30 mm largo y 6 a 21 mm de ancho (Vibrans 2010).

b. *Momordica charantia* L.

La Figura 2.6 muestra la planta *M. charantia* la cual es una maleza importante encontrada en la finca Camantulul.



Figura 2.6: *Momordica charantia* L., en el área de siembra de caña de azúcar (*Saccharum* spp.)

Fuente propia.

i. Taxonomía

Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares); Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas); División: Magnoliophyta (plantas con flor); Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas); Subclase: Dilleniidae; Orden: Violales.

ii. Origen y distribución

Origen en África tropical y se distribuye en los trópicos del mundo.

iii. Identificación y descripción

Hábito y forma de vida: Planta herbácea de vida corta, trepadora.

Tallo: Muy largo, cubierto con pelillos.

Hojas: Alternas, delgadas, con 5 a 7 lóbulos, éstos con el ápice obtuso o agudo, con el margen a veces aserrado, a veces con pelos largos. Inflorescencia: Las flores masculinas solitarias o agrupadas sobre un pedúnculo que hacia la mitad o en la base presenta brácteas ovadas y cordadas en la base; las flores femeninas solitarias. Flores: Sépalos 5 poco evidentes; corola con un tubo muy corto y un limbo muy amplio partido en 5 segmentos, de color amarillo; en las flores masculinas 3 estambres; las flores

femeninas con ovario ínfero, estigmas 3. Frutos y semillas: Fruto ovoide, Las semillas elípticas, planas (Vibrans 2010).

c. *Euphorbia hirta* L.

La Figura 2.7 muestra la planta *E. hirta*, la cual es una maleza importante en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) encontrada en la finca Camantulul.



Figura 2.7: *Euphorbia hirta* L. en el área de siembra de caña de azúcar (*Saccharum* spp.)

Fuente propia.

i. Sinónimos

Chamaesyce hirta (L.) Millsp., *Euphorbia hirta* L. var. *nocens* Wheeler.

ii. Taxonomía

Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares); Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas); División: Magnoliophyta (plantas con flor); Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas); Subclase: Rosidae; Orden: Euphorbiales.

iii. Origen y distribución

Se originó en América tropical; se distribuye de Texas y Florida a Sudamérica.

iv. Identificación y descripción

Hábito y forma de vida: Planta herbácea, erecta o decumbente, o bien, rastrera y extendiéndose radialmente, densamente pilosa, los pelos con frecuencia multicelulares y amarillos.

Tamaño: Hasta de 50 cm de largo.

Tallo: Ramificado en forma dicotómica.

Hojas: Opuestas, estípulas pequeñas, en forma de aristas, pecíolos de 1 a 2 mm de largo, láminas ovadas a oblongo-lanceoladas, asimétricas, de 0.4 a 4 cm de largo por 0.3 a 3 cm de ancho, ápice agudo, borde comúnmente aserrado, base marcadamente oblicua, haz poco pubescente, con frecuencia con una mancha de color rojo oscuro en el centro, envés bastante pubescente, la diferencia entre ambas caras suele ser marcadamente manifiesta.

Inflorescencia: Ciatios (inflorescencias especiales del género *Euphorbia*, que parecen una flor) densamente aglomerados en cimas en forma de umbela o de cabezuela, principalmente terminales; involucros pequeños, de menos de 1 mm de alto, glándulas 4, con un estípite, en forma de cúpula, con o sin apéndices petaloides blancos o rojizos, con pubescencia densa de pelos cortos. Flores: 2 a 8 flores masculinas por ciatio.

Frutos y semillas: El fruto es una cápsula trilobada, de 1 a 1.7 mm de alto, con pelos cortos y aplicados, estilos de 0.2 a 0.4 mm de largo, bífidos; semillas ovoides, algo angulosas, con el ápice agudo y la base truncada, de 0.7 a 1.2 mm de largo, color rosado o café rojizo, con surcos transversales. Características especiales: Tiene látex (Vibrans 2010).

d. *Phyllanthus niruri* L.

La Figura 2.8 muestra la planta *P. niruri*, la cual es una maleza importante en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) encontrada en la finca Camantulul.



Figura 2.8: *Phyllanthus niruri* L. en el área de cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.)

Fuente A. propia. B. calphotos.berkeley.edu

i. Sinónimos

Phyllanthus amarus Shum & Thon., *Phyllanthus lathyroides* Muell., *Phyllanthus urinaria* Wall.

ii. Taxonomía

Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares); Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas); División: Magnoliophyta (plantas con flor); Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas); Subclase: Rosidae; Orden: Euphorbiales.

iii. Identificación y descripción

Apariencia herbácea, anual. Raíz; pivotante, con ramificaciones superficiales; Tallo: erecto, glabro, ramificado, de color rosado. Hojas: compuestas, pinnadas, alternas, cada lóbulo es ovalado. Flores: axilares, solitarias, la corola es verdosa, cuelgan bajo las hojas. Fruto: cápsula. Forma de reproducción por semillas. Ambiente, crece en suelos húmedos y sueltos, adaptándose a los rocosos y arenosos, soportando la poca luz (Leonardo 1998).

e. *Hybanthus attenuatus* (Humb.) & Bonpl.) G.K. Schulze.

La Figura 2.9 muestra la planta *H. attenuatus*, la cual es una maleza importante en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) encontrada en la finca Camantulul.



Figura 2.9: *Hybanthus attenuatus* en el área de cultivo de la caña de azúcar (A) (*Saccharum* spp)

Fuente: A) propia B) Phytoimages.siu.edu

i. Sinónimos

Ionidium attenuatum Humb & Bonpl.; *Ionidium ripadium* H.B.K., *Ionidium appositifolium* DC.; *Hybanthus oppositifolius* DC.; *Viola oppositifolia* (L.) DC.

ii. Taxonomía

Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares); Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas); División: Magnoliophyta (plantas con flor); Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas); Orden: Violales. Familia: Violaceae.

iii. Identificación y descripción

Apariencia: herbácea, anual. Raíz: pivotante. Tallo: erecto, a menudo ascendente, purulento, ramas de la base con filotaxia opuesta. Hojas: simples, alternas, excepto las de la base del tallo, con pelos cortos, lanceoladas, bordes aserrados. Flores: inconspicuas, axilares, de color blanco o lila, pedicelos delgados, sépalos lanceolados. Fruto en capsula. Se reproduce por semilla. Y vive en un ambiente, es propia de suelos húmedos, con buen contenido de materia orgánica (Leonardo 1998).

f. *Cleome affinis* (Blume) Spreng.

La Figura 2.10 muestra la planta *C. affinis*, la cual es una maleza importante en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) encontrada en la finca Camantulul.



Figura 2.10: *Cleome affinis* en el área de cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.)

Fuente propia.

i. Sinónimos

Cleome gynandra L.

ii. Taxonomía

Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares); Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas); División: Magnoliophyta (plantas con flor); Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas); Subclase: Dilleniidae; Orden: Capparales. Familia: Capparaceae.

iii. Origen y distribución

Es una planta anual silvestre nativa de África, pero que se ha generalizado en muchas partes del mundo con clima tropical y sub-tropical.

iv. Identificación y descripción

Es una planta herbácea anual, erectas, de 0.3–1 m de alto, pubescente-glandulares, inermes. Hojas con 5–7 folíolos, folíolos oblanceolados a elípticos o rómbicos, 1–7 cm de largo y 0.5–4 cm de ancho, margen entero y ciliado-glandular o serrulado-denticulado;

pecíolo 3–12 cm de largo. Inflorescencias abiertas a densas, con pocas a muchas flores, brácteas 3-folioladas, pedicelos 12–18 mm de largo; sépalos 3–6 mm de largo; pétalos 12–20 mm de largo, blancos; estambres 6, filamentos 8–22 mm de largo, androginóforo 6–22 mm de largo. Frutos linear-cilíndricos, 4–10 cm de largo y 3–5 mm de grueso, puberulentos a glabrescentes, ascendentes en un ginóforo delgado 12–50 mm de largo, las cicatrices de los estambres entre el receptáculo y la base de la cápsula, pedicelo 13–23 mm de largo; semillas numerosas, 1.2–1.8 mm de largo, transversalmente reguladas y/o agudamente tuberculadas, café oscuras o negras (Honduras silvestre 2013).

g. *Lindernia crustacea* (L.) F.Muell.

La Figura 2.11 muestra la planta *L. crustacea*, la cual es una maleza importante en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) encontrada en la finca Camantulul.



Figura 2.11: *Lindernia crustacea* en el área de cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) Fuente propia.

i. Sinónimos

Lindernia gracilis Bonati

ii. Taxonomía

Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares); Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas); División: Magnoliophyta (plantas con flor); Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas); Familia Scrophulariaceae.

iii. Origen y distribución

Se distribuye en toda Mesoamérica.

iv. Identificación y descripción

Hábito terrestre, recto, anual o hierba postrada, de hasta 20 cm de altura. Raíces fibrosas, blanco o marrón. Tallos sólido, glabro o piloso. Estípulas ausentes. Hojas simples, no lobuladas o divididas, opuestas, pecioladas, ovadas u orbicular, a menos de 2 cm de largo / ancho, pilosas en el lado inferior, los puntos actuales de abajo, el margen finamente dentado, ápice agudo, obtuso o redondeado, base redondeada o trunca. Flores bisexuales, solitarias, axilares o terminales, acechado, pétalos 5, púrpura. El fruto es una cápsula, abertura con 2 válvulas (Vibrans 2010).

H. Descripción de los herbicidas a evaluar

a. Saflufenacil (HEAT 70 WG)

i. Formulación y concentración

Es un polvo mojable tiene 70 gramos de ingrediente activo por kilogramo de producto comercial (BASF, AR.).

ii. Modo de acción

Es absorbido rápidamente por las raíces, tallos y hojas. Heat, es predominantemente traslocado vía Xilema, con relativo poco movimiento por el floema. La selectividad, es conferida mediante la ubicación física y más rápido metabolismo del ingrediente del Heat, en las especies de cultivos tolerantes (BASF, AR.).

iii. Mecanismo de acción

Es un potente inhibidor de la PPO, una enzima necesaria para la biosíntesis de la clorofila en las plantas. Inmediatamente después de la inhibición de la PPO, los niveles de protoporfirinogeno se incrementan en el citosol y son convertidos a proporfirina. Como resultado de la exposición a la luz, las moléculas de Protoporfirina del Citosol interactúan con el oxígeno para formar oxígeno molecular, el cual inicia la peroxidación de Lípidos

(rompimiento de las cadenas de lípidos), conduciendo a la desintegración de la membrana celular, necrosis del tejido y ultimadamente la muerte de la planta (BASF, AR.).

b. Metano arsonato monosódico (Kaput 72 SL)

i. Formulación y concentración

Es un líquido soluble con 72 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial (Espinoza & Morales 2009).

ii. Modo de acción

Herbicida sistémico post-emergente a las malezas, el cual es rápidamente absorbido por el follaje de las plantas. Es utilizado en el control de bancos de semillas muy viables, también en el control de malezas muy agresivas debido a su capacidad de propagación asexual (Espinoza & Morales 2009).

iii. Mecanismo de acción

Desconocido. Existen grandes posibilidades de causar efectos fitotóxicos en la caña observándose hojas quemadas, se recomienda aplicar el producto con bajantes y no aplicarlo en época seca y buscando las dosis más bajas (Espinoza & Morales 2009).

iv. Aspectos técnicos

Son herbicidas no selectivos aplicados en postemergencia de la maleza, y en preemergencia de la caña. Se debe de aplicar de forma dirigida cuando la caña se encuentra ya emergida, teniendo cuidado de no producir salpicaduras a los tallos. Se recomienda la aplicación cuando la maleza está próxima a la floración (Espinoza & Morales 2009).

c. Dicamba: Acido 3,6-dicloro-O-anisico; 2-4 Diclorofenoxiacético (Weddmaster 46.5 SL)

i. Formulación y concentración

Es un líquido soluble que contiene una mezcla de los ingredientes activos Dicamba 12 gramos de ingrediente activo y 2,4-D, 34.5 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial (Espinoza & Morales 2009).

ii. Modo de acción

Es absorbido por las hojas o por la raíz de la planta, llegando al sistema vascular vía floema o xilema. En el suelo se considera como “moderadamente persistente”. Su vida media puede oscilar entre 1 y 6 semanas según el tipo de suelo. En general es muy móvil en la mayor parte de los suelos pero se adsorbe más en aquellos de bajo pH (Espinoza & Morales 2009).

iii. Mecanismo de acción

Disruptores del crecimiento celular. Auxinas sintéticas (acción probable hacia el ácido indolacético) En general, se pierde el control del crecimiento por atrofia o malformación de los haces vasculares. Se caracterizan por tener una mayor fitotoxicidad hacia las dicotiledóneas y ciperáceas que hacia las gramíneas; actúan como reguladores del crecimiento; el transporte ocurre vía simplasto con los asimilados de la fuente de producción a los órganos en consumo o almacenamiento (Espinoza & Morales 2009).

iv. Aspectos técnicos

Es un herbicida postemergentes en relación a la maleza. De contacto y se recomiendan dosis que van de 1 a 1.5 l/ha. Es un herbicida utilizado en: malezas de hojas anchas y ciperáceas. Se recomienda realizar la mezcla con agua con pH menor a 7 (Espinoza & Morales 2009)

d. Acetoclor: 2-Cloro-N-etoximetil-6'-etilacet-O-toluidida (Harness 90 EC)**i. Formulación y concentración**

Es un concentrado emulsionable, con 90 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial (Espinoza & Morales 2009).

ii. Modo de acción

Este herbicida se aplica al suelo controlando gramíneas anuales en germinación. El herbicida es absorbido rápidamente por el epicotíleo y el hipocotíleo. La actividad en las zonas meristemáticas se detiene, y en las gramíneas, generalmente se inhibe la emergencia de la hoja a partir de la vaina foliar (Espinoza & Morales 2009).

iii. Mecanismo de acción

Los ácidos grasos y los ácidos grasos de cadena larga (VLCFAs), son necesarios en la formación de los componentes lípidos de las membranas y ceras cuticulares, respectivamente. Los herbicidas inhiben la enzima inicial en la biosíntesis de los ácidos grasos, la acetil Coenzima A carboxilasa. La falta de producción de ácidos grasos conduce rápidamente al desorden de las membranas, lo cual se refleja en el cese de la división celular y la necrosis del tejido meristemático (Espinoza & Morales 2009).

iv. Aspectos técnicos

Es un herbicida preemergente en relación a la maleza. Sistémico con poca movilidad dentro de la planta. Es un herbicida utilizado en: gramíneas y algunas malezas de hoja ancha que presentan apariencia cerosa. En dosis sub-letales puede ser utilizado, disminuyendo la cera cuticular y haciendo más susceptible la planta a enfermedades (Espinoza & Morales 2009).

e. Pendimentalina N-(1-etilpropil)-2, 6-dinitro-3,4-xilideno. (Prowl 50 EC)

i. Formulación y concentración

Es un concentrado emulsionable que tiene 50 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial (Espinoza & Morales 2009).

ii. Modo de acción

Es un herbicida de contacto aplicado al suelo, es absorbido por la raíz de la semilla en germinación y en plántula antes de presentar hojas verdaderas. Este es de poca movilidad tanto en el suelo como en la planta, los brotes mueren rápidamente después de la germinación o a continuación de la emergencia (Espinoza & Morales 2009).

iii. Mecanismo de acción

Son inhibidores generales del crecimiento, en especial de la elongación de las raíces, al bloquearse la producción adecuada de tubulina (principal componente del huso acromático), lo cual inhibe el ensamblaje adecuado de los micro túbulos, y el crecimiento cesa por no darse una adecuada división celular, en otras palabras se interrumpe la mitosis. Se ven

afectados otros procesos fisiológicos, entre ellos están la síntesis de proteínas, formación de ceras de la cutícula y la síntesis de lípidos (Espinoza & Morales 2009).

iv. Aspectos técnicos

Son herbicidas preemergente en relación a la maleza. De contacto y se recomiendan dosis que van de 0.6 a 1.2 kilogramos i.a./ha. Es un herbicida utilizado en: malezas de hojas anchas y gramíneas. Es un producto casi insoluble en agua por lo que debe de agregarse en la mezcla luego de un surfactante. Es un producto poco soluble con un log Kow de 5.18 (Espinoza & Morales 2009).

f. 2,4-D Ácido 2,4-dichlorofenoxiacético. (Weedmaster 72 SL)

i. Formulación y concentración

Es un líquido soluble que contiene 72 gramos de ingrediente activo por cada litro de producto comercial (Espinoza & Morales 2009).

ii. Modo de acción

El transporte ocurre vía simplasto con los asimilados de la fuente de producción a los órganos en consumo o almacenamiento. Generalmente exhiben un corto efecto residual (Espinoza & Morales 2009).

iii. Mecanismo de acción

Estos herbicidas intervienen en la síntesis de ácidos nucleídos, controlando la síntesis proteica en diferentes etapas, afectando la regulación de ADN durante la formación de ARN, efecto que puede ser alcanzado por la depresión de un gene o activación de ARN polimerasa, o simplemente afectar el mensaje del ARN a las proteínas. En general, se pierde el control del crecimiento por atrofia o malformación de los haces vasculares. Las gramíneas son tolerantes porque no tienen cambium, además los nudos y entrenudos dificultan la llegada del herbicida al sitio de acción (Espinoza & Morales 2009).

iv. Aspectos técnicos

Postemergente a la maleza. Se recomiendan dosis de 0.8 a 1.3 l de i.a./ha. Es preferible la aplicación dirigida a la maleza y cuando la planta se encuentra en un estado joven y en

mayor actividad fisiológica. El pH del agua, para realizar la mezcla se debe de encontrar por debajo de 7 al agregar el producto. Es un producto medianamente soluble con un log Kow de 2.81 (Espinoza & Morales 2009).

g. Triazinas: Ametrina, Atrazina, Hexazinona, Metribuzina Terbutrina

i. Modo de acción

Cuando se aplican al suelo son absorbidos por el sistema radical y rápidamente transportados hacia las hojas, vía apoplasto (xilema). Cuando se aplican al follaje se comportan como herbicidas de contacto, al no poder moverse vía simplasto (floema), puede darse un significativo movimiento vía apoplasto funcionando como herbicida de contacto (Espinoza & Morales 2009).

ii. Mecanismo de acción

Inhiben el proceso fotosintético 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, por lo tanto, de la clorofila. Pueden ser degradados por plantas superiores, existiendo diferencias entre ellas en cuanto a la tasa y velocidad de metabolización y pueden ser a través de algunos procesos como la conjugación o absorción (Espinoza & Morales 2009).

iii. Aspectos técnicos

Son herbicidas utilizados con frecuencia en preemergencia de la maleza con frecuencia se utilizan combinaciones entre varias triazinas para aumentar el espectro de malezas controladas. Las dosis utilizadas para ametrina son 1 a 1.8 kg i.a/ha. Atrazina 1 a 1.5 kg i.a/ha. Hexazinona y Metribuzina 0.5 kg i.a/ha. Son productos solubles, atrazinas con un log Kow de 2.34 y la hexazinona con 1.17 (Espinoza & Morales 2009).

h. Diuron 1,1-Dimetil-4,4-bipiridilo

i. Modo de acción

Cuando se aplican al suelo son absorbidos por el sistema radical y rápidamente transportados hacia las hojas, vía apoplasto (xilema). Cuando se aplican al follaje se comportan como herbicidas de contacto, al no poder movilizarse vía simplasto (floema), puede darse un significativo movimiento vía apoplasto funcionando como herbicida de contacto (Espinoza & Morales 2009).

ii. Mecanismo de acción

Inhiben el proceso fotosintético 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, por lo tanto, de la clorofila. Pueden ser degradados por plantas superiores, existiendo diferencias entre ellas en cuanto a la tasa y velocidad de metabolización y pueden ser a través de algunos procesos como la conjugación o absorción (Espinoza & Morales 2009).

iii. Aspectos técnicos

Son herbicidas postemergentes en relación a la maleza y en algunos casos puede utilizarse en preemergencia. De contacto y se recomiendan dosis que van de 1.5 a 2.5 kg i.a/ha. Es un herbicida utilizado en: malezas de hojas anchas y algunas gramíneas. Producto medianamente soluble con un log Kow de 2.77 (Espinoza & Morales 2009).

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 General

Determinar la eficacia de control de las distintas opciones de herbicidas para malezas de hoja ancha en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.).

2.3.2 Específicos

- A. Determinar el porcentaje de control de las distintas opciones de herbicidas para malezas de hoja ancha en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.).

- B. Determinar los días control de las mezclas evaluadas que proporcione cada uno de los tratamientos.

- C. Evaluar el efecto fitotóxico de las mezclas sobre el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.).

2.4 HIPÓTESIS

Por lo menos una de las mezclas evaluadas muestra un % de control $> 80\%$.

Por lo menos una de las mezclas evaluadas muestra % control > 80 , a los 45 días de aplicación.

Las mezclas evaluadas no mostraran efecto de fitotoxicidad a la caña de azúcar (*Saccharum* spp.).

2.5 METODOLOGÍA

La parcela de evaluación fue ubicada en el lote 0100702 San Miguel.

2.5.1 Tratamientos a evaluar

La aplicación se realizó en un lote de caña plantía con la variedad CP 73 1547, a las cuatro semanas después de la siembra (ver Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1: tratamientos evaluados, y dosis.

TRATAMIENTOS EVALUADOS			DOSIS/HA
No.	INGREDIENTE ACTIVO	NOMBRE COMERCIAL	
T1	Dicamba 2-4D + Acetoclor + Terbutrina	Weedmaster + Harness 90 EC + Igran 50 SC	0.93Lt. + 3.93Lt. + 3.57Lt.
T2	Saflufenacil + Acetoclor + Terbutrina	Heat + Harness 90 EC + Igran 50 SC	0.035kg. + 3.93Lt. + 3.57Lt.
T3	Dicamba; 2-4D + Metano Arsonato Monosodico + Diuron	Weedmaster + Kaput + Diurex 50 SC	1.43 Lt. + 1.43 Lt. + 1.43 Lt.
T4	Saflufenacil + Metano Arsonato Monosodico + Diuron	Heat + Kaput + Diurex 50 SC	0.035kg. + 1.43Lt. + 1.43Lt.
T5	2-4D + Terbutrina + Ametrina	DMA 6 + Terbutrina 50 SC + Gesapax 50 SC	1.5 Lt. + 1.5 Lt. + 2.0 Lt.
T6	Saflufenacil + Pendimetalina + Ametrina	Heat + Prowl 50 EC+ Gesapax 50 SC	0.035kg. + 2.0Lt. + 2.0Lt.
T7	2-4D + Ametrina + Diuron	DMA 6 + Gesapax 50 SC + Diurex 50 SC	1.5Lt. + 2.0 Lts. + 1.22 Lts.
T8	Saflufenacil + Pendimetalina + Ametrina	Testigo absoluto	0.035kg. + 2.0Lt. + 2.0Lt.
T9	Testigo absoluto		

Fuente elaboración propia.

2.5.2 Diseño experimental

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño experimental de bloques al azar con 3 repeticiones. Solo existe una gradiente de variación por lo que se utilizaran bloques homogéneos de tal manera que las diferencias observadas en el experimento será debido al efecto de los tratamientos.

2.5.3 Tamaño de la unidad experimental

El tamaño de la unidad experimental fue; parcela bruta de 90 m², 6 surcos distanciados a 1.5 y 10 metros de longitud y la parcela neta fue definida por 4 surcos localizados al centro y 8 m de longitud, esto para contrarrestar el efecto de bordes y cabeceras, haciendo este la parcela neta de 32 m².

La figura 2.12 presenta la distribución de los tratamientos al azar, en tres bloques..

T5	T8	T1
T7	T5	T8
T6	T3	T4
T2	T1	T2
T4	T6	T3
T1	T7	T6
T8	T2	T7
T3	T4	T5
BLOQUE III	BLOQUE II	BLOQUE I

Figura 2.12: Aleatorización y distribución de los tratamientos en el campo.

La Figura 2.13 muestra el croquis de campo de la investigación, La parcela neta fue de 64 m^2 (*), debido que los datos fueron tomados de los cuatro surcos del centro para contrarrestar el efecto de los bordes y se dejaron dos metros de ambos lados de la parcela por el efecto de cabecera.

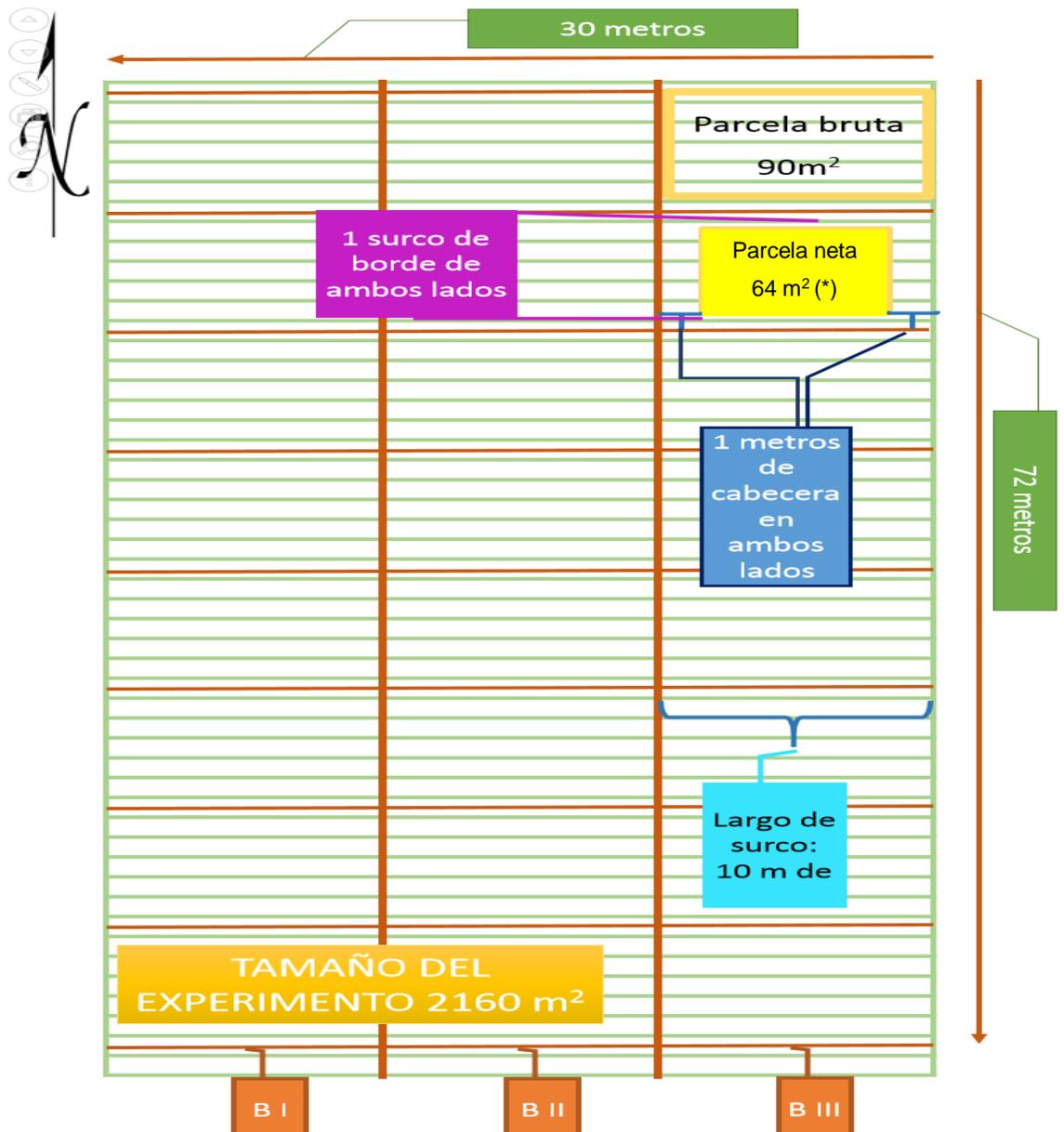


Figura 2.13: Croquis de campo del experimento.

2.5.4 Modelo estadístico

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

Lo cual significa que la variable respuesta (Y_{ij}) depende de la media general (μ), del efecto del i -ésimo tratamiento (τ_i), del efecto del j -ésimo bloque y del error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental (ε_{ij}).

2.5.5 Manejo de la investigación

A. Delimitación de Parcelas

Se realizó un estaquillado para delimitar las unidades experimentales identificando cada una de ellas.

B. Equipo

La aplicación se realizó con bombas matabi de 16 litros de capacidad, con boquillas TF 2.5. (Turbo Floodjet), reguladores de presión, cubetas y probetas necesarias para medir el producto.

C. Calibración

Previo a la aplicación, se realizó la calibración del equipo a utilizar en donde fueron seleccionados dos personas con características similares. El equipo fue revisado para detectar algún defecto que pudiera afectar la descarga de las boquillas como palancas atascadas, boquillas tapadas, filtros sucios, etc.

Los pasos a que se efectuaron fueron los siguientes:

- a) Llenado de bomba con 4 litros de agua.
- b) Aplicación en las parcelas según el número de mochilas disponibles (2 mochilas, 2 personas, 2 parcelas).
- c) Corregir la altura de la lanza si es que está por debajo o encima de 70cm (altura de la rodilla).
- d) Al terminar la aplicación se midió lo que sobro en todo el equipo, es decir se vacio mochila y mangueras. El volumen aplicado está dado por la siguiente fórmula: $VA =$

VF-VI , donde VI es el volumen inicial (los 2 L de la mochila) y VF el volumen final (lo que sobró).

- e) Se repitieron de nuevo los pasos del 1 al 4.
- f) Se promediaron los valores de VA. Se calculó el +10% y el -10% de VA para comparar a cada trabajador. El objetivo es saber el volumen de agua para la aplicación de los tratamientos.

D. Formulación de dosis

De acuerdo a su definición, dosificar es determinar la cantidad proporcional de la solución. La fuente más fidedigna de información que se puede tener acerca de un plaguicida, se encuentra en la etiqueta y normalmente es en el panel o lado derecho de la misma en donde se encuentran las dosificaciones recomendadas.

E. Selección de productos Herbicidas y dosis

La naturaleza del problema (tipos de malezas dominantes, su estado, el suelo cultivos vecinos, etc.) son los que definieron los herbicidas a usar.

Las dosis (según tratamientos Cuadro 2.1) fueron transformadas a ml o gr para 90 metros cuadrados, y se formuló la dosis más un 10%.

F. Aplicación de los tratamientos

La aplicación se realizó 20 días después de la siembra, (una aplicación en postemergencia temprana) se realizó una sola aplicación en la plantación para cada uno de los tratamientos. Previo a la aplicación, se realizó un primer muestreo con el objeto de cuantificar e identificar las malezas de mayor importancia presentes en el área experimental.

G. Condiciones de la aplicación

Al momento de la aplicación, se contaron con las condiciones adecuadas, la humedad, la hora de la aplicación fue en las primeras horas de la mañana, para evitar pérdidas por deriva. Se utilizó un volumen de agua de 200 litros por hectárea y en base a este volumen se calcularon las dosis de cada producto, la altura de la boquilla trabajo a 70 centímetros en promedio.

2.5.6 Variables de respuesta

A. Cobertura total de malezas

Esta variable se determinó en base al % de un área determinada (1 m²), dentro de la unidad experimental, que estaba ocupado por la totalidad de especies de malezas presentes (parcela neta). La determinación de esta variable permite estimar exactamente la eficacia de control del tratamiento herbicida sobre la totalidad de especies de malezas presentes.

Para calcular esta variable se estimó el porcentaje de cobertura de malezas presentes en los tratamientos, utilizando el método cualitativo de la “evaluación visual”, debido a que este método ha sido utilizado en gran escala ya su practicidad supera a sus limitaciones y principalmente porque los métodos cualitativos ofrecen datos más aplicables que los métodos cuantitativos, debido a que la cobertura de malezas está más relacionada con su capacidad de interferir con el cultivo que la densidad considerada aisladamente.

B. Eficacia

Con base a la cobertura se evaluó la eficacia del control de malezas de hojas anchas, por especie de malezas. Para ello, se utilizó la siguiente fórmula para el análisis de la información (ver Cuadro 2.2).

$$Eficacia (\%) = \left(\frac{1 - (\% \text{ cobertura de plantas tratadas})}{\% \text{ cobertura de plantas sin tratar}} \right) * 100$$

Cuadro 2.2: Porcentaje de eficacia de control para las malezas evaluadas

% Control	
< 50	Deficiente
50 a 69	Bajo
70 a 84	Bueno
85 a 94	Muy Bueno
> 95	Excelente

Fuente: European Weeds Research Society

C. Fitotoxicidad en la caña de azúcar

La tolerancia de la caña de azúcar a los herbicidas utilizados fueron evaluados con referencia al testigo absoluto, utilizando la escala de puntuación E.W.R.S (European Weeds Research Society). En cada unidad experimental se realizó una observación de los síntomas “del cultivo”, siendo estos; Decoloración, clorosis foliar, deformación foliar, oxidación, detención de crecimiento. La Tabla 1 presenta la escala de puntuación de la European Weeds Research Society, para fitotoxicidad en la caña de azúcar, utilizada en la investigación para evaluar los herbicidas utilizados.

Tabla 1: Escala de puntuación de la European Weeds Research Society, para fitotoxicidad en la caña de azúcar.

Valor (categoría)	Categoría	Transformación de escala puntual a escala porcentual
1	Sin efecto	0.0-1.0
2	Síntomas muy ligeros	1.0-3.5
3	Síntomas ligeros	3.5-7.0
4	Síntoma que no se refleja en el rendimiento	7.0-12.5
Límite de aceptabilidad		
5	Daño medio	12.5-20.0
6	Daños elevados	20.0-30.0
7	Daños muy elevados	30.0-50.0
8	Daños severos	50.0-99.0
9	Muerte completa	99.0-100.0

Fuente European Weeds Research Society.

2.6 RESULTADOS

Con base en el protocolo de investigación, el ensayo se realizó en un área con alta infestación de malezas a los 20 días después de la siembra, donde se evaluó la eficacia y las diferencias de control existentes entre las mezclas de herbicidas evaluados en los periodos de 7, 15, 30 y 45 días después de la aplicación, por lo cual a continuación se presentan los resultados de los muestreos.

Para conocer la población de malezas, o el tipo de malezas se realizó un diagnóstico para conocer el valor de importancia de las malezas de hoja ancha en la finca Camantulul, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

Según Labrada *et al.* 1996, dos conocimientos básicos para un buen manejo de malezas son; la identificación de las malezas y su nivel de infestación y la biología y la ecología de las malezas predominantes, por lo que en el Cuadro 2.3 se observan nueve familias más importantes de la clase magnolipsida encontradas en el área de cultivo. En el cuadro se identifican el ciclo de vida donde encontramos malezas de la familia Malvaceae específicamente *Sida rhombifolia* y de la familia Oxalidaceae en esta la especie *Oxalis neaei*; estas se identifican como malezas perennes y es importante conocerlas ya que estas no suelen responder a las prácticas tradicionales de combate.

Las siete familias Aizoaceae, Amaranthaceae, Caryophyllaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae Zygophyllaceae y Portulacaceae que se encuentran en el área se reconocen como especies anuales, que según Labrada *et al.* 1996 la identificación de las especies anuales es primordial en áreas sometidas a aplicaciones de herbicidas y al conocer los componentes de la flora y su nivel de infestación se estará en mejor posición para seleccionar el compuesto químico a utilizar.

Cuadro 2.3: Especies de malezas encontradas en el diagnóstico realizado en la Finca Camantulul, clasificados por clase, familia, nombre común, especie y persistencia.

CLASE MAGNOLIOPSIDA			
FAMILIA	NOMBRE COMÚN	GENERO O ESPECIO	Persistencia
Aizoaceae	Mollugo	<i>Mollugo verticillata</i> L.	ANUAL
	Falsa verdolaga	<i>Trianthema portulacastrum</i>	ANUAL
Amaranthaceae	Bledo	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	ANUAL
Caryophyllaceae	Enanito	<i>Drymaria cordata</i> (L.)	ANUAL
Convolvulaceae	Bejuco	<i>Ipomoea</i> spp.	ANUAL
Euphorbiaceae	Golondrina erecta	<i>Euphorbia hirta</i> L.	ANUAL
	Golondrina rastrea	<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	ANUAL
	Golondrinita	<i>Euphorbia prostrata</i> Ait.	ANUAL
	Pascuilla	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	ANUAL
	Papayita	<i>Croton lobatus</i> L.	ANUAL
	Tamarindillo	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	ANUAL
Malvaceae	Escobillo	<i>Sida rhombifolia</i> L.	PERENNE
Oxalidaceae	Chicha fuerte	<i>Oxalis neaei</i> DC.	PERENNE O ANUAL
Zygophyllaceae	Verdolaga de playa	<i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Torr. & Gray	ANUAL
Portulacaceae	Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	ANUAL

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro anterior encontramos las malezas de mayor valor de importancia observadas en el diagnóstico realizado en la finca Camantulul, y en el Cuadro 2.4 observamos las especies encontradas en el ensayo en el lote San Miguel, en el cual las familias están enlistadas en orden de importancia, de la cual la especie *Ipomoea* spp. De la familia Convolvulaceae fue la de mayor importancia.

Cuadro 2.4: Malezas de hoja ancha encontradas en el área del ensayo 0 días de aplicación, y 20 días después de la siembra.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Ciclo de Vida
Campanilla	<i>Ipomoea</i> spp.	Convolvulaceae	Anual
Ajonjolincillo	<i>Cleome affinis</i>	Capparaceae.	Anual
Culantrillo	<i>Mollugo verticillata</i> L.	Euphorbiaceae	Anual
	<i>Hybanthus attenuatus</i>	Violaceae	Anual
Falsa verdolaga	<i>Trianthema portulacastrum</i>	Aizoaceae	Anual
Papayita	<i>Croton lobatus</i>	Euphorbiaceae	Anual
Lindernia	<i>Lindernia crustacea</i>	Scrophulariaceae	Perenne
Jaiba	<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae	Anual
Golondrina	<i>Euphorbia prostrata</i>	Euphorbiaceae	Anual

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en los Cuadros 2.3 y 2.4 la afluencia de malezas de hoja ancha es numerosa por lo que fue un área idónea para la realización del ensayo.

2.6.1 Cobertura de malezas y porcentaje de control

A. Evaluación de la eficiencia de control a los 7 días después de la aplicación.

Se realizó un muestro para conocer la eficiencia en el control de malezas de las diferentes mezclas de herbicidas, en donde a los 7 días después de la aplicación se podía observar un control de todos los tratamientos, con respecto al testigo absoluto. Como se muestra en el Cuadro 2.5.

Cuadro 2.5: Porcentaje de eficacia en el control de malezas de hoja ancha 7 días después de la aplicación

TRATAMIENTO		PORCENTAJE DE CONTROL DE MALEZAS														
	Dosis comercial/ha	7 días después de la aplicación														
Dicamba 2-4D + Acetoclor + Terbutrina	0.93Lt. + 3.93Lt. + 3.57Lt.	<i>Ipomoeae spp.</i>	95	<i>Momordica charantia</i>	100	100	<i>Phyllanthus niuri</i>	100	<i>Hibanthus attenuatus</i>	100	<i>Cleome spp.</i>	100	<i>Lindernia spp.</i>	100	<i>Euphorbia hira</i>	100
Saflufenacil + Acetoclor + Terbutrina	0.035kg. + 3.93Lt. + 3.57Lt.															100
Dicamba; 2-4D + Metano Arsonato Monosodico + Diuron	1.43 Lt. + 1.43 Lt. + 1.43 Lt.															95
Saflufenacil + Metano Arsonato Monosodico + Diuron	0.035kg. + 1.43Lt. + 1.43Lt.															100
2-4D + Terbutrina + Ametrina	1.5 Lt. + 1.5 Lt. + 2.0 Lt.															95
Saflufenacil + Pendimetalina + Ametrina	0.035kg. + 2.0Lt. + 2.0Lt.															100
2-4D + Ametrina + Diuron	1.5Lt. + 2.0 Lts. + 1.22 Lts.															100
Testigo absoluto																0

Fuente elaboración propia, con datos de campo.

% CONTROL	
<50	DEFICIENTE
50 a 69	BAJO
70 a 84	BUENO
85 a 94	MUY BUENO
> 95	EXCELENTE

Parámetros de control

B. Evaluación de la eficacia de control a los 15 días después de la aplicación.

El Cuadro 2.6 muestra los porcentajes de eficacia de los tratamientos en las parcelas evaluadas, como se observa a los 15 días después de la aplicación la mayoría de los tratamientos presentaba un control muy bueno en todos los tratamientos; los tratamientos 1 (Weedmaster + Harness 90 SC+ Igran 50 Sc) presenta un control similar comparado con el tratamiento 2 (saflufenacil + Harness 90 SC+ Igran 50 SC). Por lo que no existe diferencia

significativa entre estos tratamientos, que el caso de del tratamiento 1 que contiene 2-4D y el tratamiento 2 que contiene Saflufenacil que sustituye al 2-4D.

Cuadro 2.6: porcentaje de eficacia en control de malezas de hoja ancha a los 15 días después de la aplicación.

TRATAMIENTO		PORCENTAJE DE CONTROL DE MALEZAS														
	Dosis comercial/ha	15 días después de la aplicación														
Dicamba 2-4D + Acetoclor + Terbutrina	0.93Lt. + 3.93Lt. + 3.57Lt.	<i>Ipomoeae spp.</i>	<i>Momordica charantia</i>	<i>Phyllanthus niuri</i>	<i>Hibanthus attenuatus</i>	<i>Cleome spp.</i>	<i>Lindernia spp.</i>	<i>Euphorbia hira</i>	90	100	100	100	100	100	100	
Saflufenacil + Acetoclor + Terbutrina	0.035kg. + 3.93Lt. + 3.57Lt.								95	100	100	100	100	100	100	100
Dicamba; 2-4D + Metano Arsonato Monosodico + Diuron	1.43 Lt. + 1.43 Lt. + 1.43 Lt.								80	95	100	100	100	100	100	100
Saflufenacil + Metano Arsonato Monosodico + Diuron	0.035kg. + 1.43Lt. + 1.43Lt.								88	88	100	100	95	95	95	
2-4D + Terbutrina + Ametrina	1.5 Lt. + 1.5 Lt. + 2.0 Lt.								75	100	100	100	100	100	100	100
Saflufenacil + Pendimetalina + Ametrina	0.035kg. + 2.0Lt. + 2.0Lt.								95	100	100	100	90	85	100	
2-4D + Ametrina + Diuron	1.5Lt. + 2.0 Lts. + 1.22 Lts.								95	100	100	100	100	100	100	100
Testigo absoluto									0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente elaboración propia, con datos de campo.

% CONTROL	
<50	DEFICIENTE
50 a 69	BAJO
70 a 84	BUENO
85 a 94	MUY BUENO
> 95	EXCELENTE

Parámetros de control

El Cuadro 2.7 presenta el análisis de varianza de la variable de respuesta % eficacia en el control de malezas de hoja ancha por unidad experimental, después de 15 días después de la aplicación de los tratamientos, señala que existe diferencia significativa entre los

tratamientos utilizados ($F_{19.41} \geq F_{crítica 0.0001}$), por lo que se observan diferencias entre los diferentes tratamientos al 5 % de significancia.

Cuadro 2.7: Análisis de varianza del porcentaje de eficacia en el control 15 DDA.

Análisis de varianza					
F.V.	SC	GL	CM	F	Pr > F
TRATAMIENTO	21290.63	7	3041.52	19.41	0.0001
BLOQUE	39.58	2	19.41	0.13	0.8823
ERROR	2193.75	14	156.7		
TOTAL	23523.96	23			
CV	16.37%				

Fuente propia.

El Cuadro 2.8 presenta el análisis post-ANDEVA, donde se realizó una prueba múltiple de medias según Tukey tomando datos de los 15 días después de la aplicación (DDA) (Cuadro 2.8.).

Cuadro 2.8: Prueba de medias para el % de eficacia en el control 15 DDA.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	ANÁLISIS POST-ANDEVA
T1 = Weedmaster + Harness 90 EC + Igran 50 SC	96.67	A
T7 = DMA 6 + Gesapax 50 SC + Diurex 50 SC	93.33	A
T6 = Heat + Prowl 50 EC+ Gesapax 50 SC	91.67	A
T2 = Heat + Harness 90 EC + Igran 50 SC	90	A
T5 = DMA 6 + Terbutrina 50 SC + Gesapax 50 SC	88.33	A
T3 = Weedmaster + Kaput + Diurex 50 SC	76.67	A
T4 = Heat + Kaput + Diurex 50 SC	75	A
T8 = Testigo absoluto	0	B
CV	16.37%	

Fuente elaboración propia.

La Figura 2.14 presenta de una forma gráfica la eficacia de los tratamientos en cuanto al control de malezas de hoja ancha a los 15 DDA, en donde se aprecia que estadísticamente el testigo absoluto (T8) es diferente a los demás tratamientos, no así los tratamientos dos, seis, siete y uno que tuvieron un porcentaje de eficacia mayor al 90%. Y como se observa el tratamiento uno y el tratamiento siete, los cuales tienen 2-4D tuvieron un comportamiento similar con los tratamientos que contenían saflufenacil, que fueron una eficacia arriba del 90 %.



Figura 2.14: Eficacia de los tratamientos 15 días después de la aplicación.



**TRATAMIENTO 1,
15 DDA
Dicamba 2-4D + Acetoclor + Terbutrina**



**TRATAMIENTO 2,
15 DDA
Saflufenacil + Acetoclor + Terbutrina**



TRATAMIENTO 3,
15 DDA
Dicamba; 2-4D + Metano arsonato
monosodico + diuron



TRATAMIENTO 4,
15 DDA
Saflufenacil + Metano Arsonato
Monosodico + Diuron



TRATAMIENTO 5,
15 DDA
2-4D + Terbutrina + Ametrina



TRATAMIENTO 6,
15 DDA
Saflufenacil + Pendimetalina + Ametrina



TRATAMIENTO 7,
15 DDA
2-4D + Ametrina + Diuron



TRATAMIENTO 7,
15 DDA
2-4D + Ametrina + Diuron

C. Evaluación de la eficacia de control a los 30 días después de la aplicación.

El Cuadro 2.9 muestra los porcentajes de eficacia de los tratamientos en las parcelas evaluadas 30 días después de la aplicación; se observa que comienza a perderse el control con la maleza *Ipomoea* spp. principalmente en los tratamientos 4 y 5 ya que se observa un control bajo en comparación al control de las demás malezas. Sin embargo observamos que el tratamiento 7 (2-4D + ametrina + diuron) tiene un buen control sobre las malezas 30 días después de la aplicación.

Cuadro 2.9: Porcentaje de eficacia de control de malezas a los 30 días después de la aplicación.

TRATAMIENTO		PORCENTAJE DE CONTROL DE MALEZAS													
	Dosis comercial/ha	30 días después de la aplicación													
Dicamba 2-4D + Acetoclor + Terbutrina	0.93Lt. + 3.93Lt. + 3.57Lt.	<i>Ipomoeae</i> spp.	70	<i>Momordica charantia</i>	95	<i>Phyllanthus niuri</i>	85	<i>Hibanthus attenuatus</i>	100	<i>Cleome</i> spp.	100	<i>Lindernia</i> spp.	100	<i>Euphorbia hira</i>	100
Saflufenacil + Acetoclor + Terbutrina	0.035kg. + 3.93Lt. + 3.57Lt.		70		90		100		100		100		100		95
Dicamba; 2-4D + Metano Arsonato Monosodico + Diuron	1.43 Lt. + 1.43 Lt. + 1.43 Lt.		70		90		95		100		92		100		95
Saflufenacil + Metano Arsonato Monosodico + Diuron	0.035kg. + 1.43Lt. + 1.43Lt.		60		70		95		100		100		90		90
2-4D + Terbutrina + Ametrina	1.5 Lt. + 1.5 Lt. + 2.0 Lt.		60		60		100		100		100		100		100
Saflufenacil + Pendimetalina + Ametrina	0.035kg. + 2.0Lt. + 2.0Lt.		70		100		100		100		85		90		100
2-4D + Ametrina + Diuron	1.5Lt. + 2.0 Lts. + 1.22 Lts.		90		90		100		95		100		95		100
Testigo absoluto			0		0		0		0		0		0		0

Fuente elaboración propia con datos de campo.

% CONTROL	
<50	DEFICIENTE
50 a 69	BAJO
70 a 84	BUENO
85 a 94	MUY BUENO
> 95	EXCELENTE

Parámetros de control

El Cuadro 2.10 presenta el análisis de varianza de la variable de respuesta % eficacia en el control de malezas de hoja ancha por unidad experimental, después de 30 días después de la aplicación (DDA) de los tratamientos, señala que existe diferencia significativa entre los tratamientos utilizados ($F_{16.81} \geq F_{crítica 0.0001}$), por lo que se observan diferencias entre los diferentes tratamientos al 5 % de significancia.

Cuadro 2.10: Análisis de varianza, para la eficacia en el control de malezas 30 DDA

Análisis de varianza					
F.V.	SC	GL	CM	F	Pr > F
TRATAMIENTO	16617.83	7	2373.98	16.81	0.0001
BLOQUE	45.75	2	22.88	0.16	0.852
ERROR	1976.92	14	141.21		
TOTAL	18640.5	23			

Fuente elaboración propia.

Dado el resultado obtenido en el análisis de varianza, se procedió a realizar una prueba múltiple de medias según Tukey tomando datos de los 30 días después de la aplicación (DDA) (Cuadro 2.11).

Cuadro 2.11: prueba múltiple de medias (Tukey) 30 DDA.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	ANÁLISIS POST-ANDEVA
T1 = Weedmaster + Harness 90 EC + Igran 50 SC	86.67	A
T7 = DMA 6 + Gesapax 50 SC + Diurex 50 SC	86	A
T6 = Heat + Prowl 50 EC+ Gesapax 50 SC	80	A
T2 = Heat + Harness 90 EC + Igran 50 SC	75	A
T5 = DMA 6 + Terbutrina 50 SC + Gesapax 50 SC	73.33	A
T3 = Weedmaster + Kaput + Diurex 50 SC	63.33	A
T4 = Heat + Kaput + Diurex 50 SC	61.67	A
T9 = Testigo absoluto	0	B
CV	18.07%	

Fuente elaboración propia.

En la figura 2.15 se observa el comportamiento de malezas 30 DDA, en donde se aprecia que estadísticamente el testigo absoluto (T8) es diferente a los demás tratamientos. Y estadísticamente no existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados 30 días después de la aplicación.



Figura 2.15: Prueba de Tukey para eficacia de los tratamientos 30 DDA.

Fuente elaboración propia.



**TRATAMIENTO 1,
30 DDA
Dicamba 2-4D + Acetoclor + Terbutrina**



**TRATAMIENTO 2,
30 DDA
Saflufenacil + Acetoclor + Terbutrina**



TRATAMIENTO 3,
30 DDA
Dicamba; 2-4D + Metano Arsonato
Monosodico + Diuron



TRATAMIENTO 4,
30 DDA
Saflufenacil + Metano Arsonato
Monosodico + Diuron



TRATAMIENTO 5,
30 DDA
2-4D + Terbutrina + Ametrina



TRATAMIENTO 6,
30 DDA
Saflufenacil + Pendimetalina + Ametrina



TRATAMIENTO 7,
30 DDA
2-4D + Ametrina + Diuron



TRATAMIENTO 8,
30 DDA
TESTIGO ABSOLUTO

D. Evaluación de la eficacia de control a los 45 días después de la aplicación

Durante la etapa del ensayo la maleza más predominante fue *Ipomoea* spp. y como lo muestra el Cuadro 2.12, de eficacia de los tratamientos en las parcelas evaluadas a los 45 DDA ya se había perdido el control en esta maleza en los primeros 5 tratamientos, en el caso del tratamiento 7 (2-4D + Ametrina + Diuron) presentó un control bueno en lo que fue esta maleza, sin embargo presentó un control bajo en el caso de la maleza *Momordica charantia*.

Cuadro 2.12: Eficacia en el control de malezas 45 DDA

TRATAMIENTO		PORCENTAJE DE CONTROL DE MALEZAS													
	Dosis comercial/ha	45 días después de la aplicación													
Dicamba 2-4D + Acetoclor + Terbutrina	0.93Lt. + 3.93Lt. + 3.57Lt.	<i>Ipomoeae</i> spp.	40	<i>Momordica charantia</i>	90	<i>Phyllanthus niuri</i>	85	<i>Hibanthus attenuatus</i>	100	<i>Cleome</i> spp.	100	<i>Lindernia</i> spp.	100	<i>Euphorbia hira</i>	100
Saflufenacil + Acetoclor + Terbutrina	0.035kg. + 3.93Lt. + 3.57Lt.		50		70		95		95		100		100		80
Dicamba; 2-4D + Metano Arsonato Monosodico + Diuron	1.43 Lt. + 1.43 Lt. + 1.43 Lt.		40		90		95		100		90		100		95
Saflufenacil + Metano Arsonato Monosodico + Diuron	0.035kg. + 1.43Lt. + 1.43Lt.		40		60		95		100		100		80		75
2-4D + Terbutrina + Ametrina	1.5 Lt. + 1.5 Lt. + 2.0 Lt.		50		55		100		100		100		100		100
Saflufenacil + Pendimetalina + Ametrina	0.035kg. + 2.0Lt. + 2.0Lt.		60		100		100		100		75		85		100
2-4D + Ametrina + Diuron	1.5Lt. + 2.0 Lts. + 1.22 Lts.		75		65		100		90		100		90		100
Testigo absoluto			0		0		0		0		0		0		0

Fuente elaboración propia.

% CONTROL	
<50	DEFICIENTE
50 a 69	BAJO
70 a 84	BUENO
85 a 94	MUY BUENO
> 95	EXCELENTE

Parámetros de control

El Cuadro 2.13 muestra el análisis de varianza de la variable de respuesta % eficacia en el control de malezas de hoja ancha por unidad experimental, después de 45 días después de la aplicación (DDA) de los tratamientos, señala que existe diferencia significativa entre los tratamientos utilizados ($F_{23.81} \geq F_{crítica 0.0001}$), por lo que se observan diferencias entre los diferentes tratamientos al 5 % de significancia.

Cuadro 2.13: Análisis de varianza para la eficacia de las mezclas 45 DDA

Análisis de varianza					
F.V.	SC	GL	CM	F	Pr>F
TRATAMIENTO	8507.29	7	1215.33	23.81	0.0001
BLOQUE	2.08	2	1.04	0.02	0.9798
ERROR	714.58	14	51.04		
TOTAL	922.96	23			

Fuente elaboración propia.

Dado a este resultado obtenido en el análisis de varianza, se procedió a realizar una prueba múltiple de medias según Tukey tomando datos de los 45 días después de la aplicación (DDA). (Cuadro 2.14.)

Cuadro 2.14: Prueba de medias (Tukey) para evaluar la eficacia 45 DDA

TRATAMIENTOS	MEDIAS	ANÁLISIS POST-ANDEVA
T1 = Weedmaster + Harness 90 EC + Igran 50 SC	65	A
T5 = DMA 6 + Terbutrina 50 SC + Gesapax 50 SC	58.33	B
T3 = Weedmaster + Kaput + Diurex 50 SC	56.67	B
T7 = DMA 6 + Gesapax 50 SC + Diurex 50 SC	55	B
T2 = Heat + Harness 90 EC + Igran 50 SC	48.33	B
T6 = Heat + Prowl 50 EC+ Gesapax 50 SC	45	B
T4 = Heat + Kaput + Diurex 50 SC	43.33	B
T8 = Testigo absoluto	0	C
CV	15.38%	

Fuente elaboración propia.

La figura 2.16, muestra comportamiento de malezas de hoja ancha a los 45 DDA, en donde se aprecia que estadísticamente el testigo absoluto (T8) es diferente a los demás tratamientos, pero también observamos que a los 45 días después de la aplicación los tratamientos perdieron su control ya que según la tabla de referencia de la ERWS todos poseen un control deficiente y bajo.

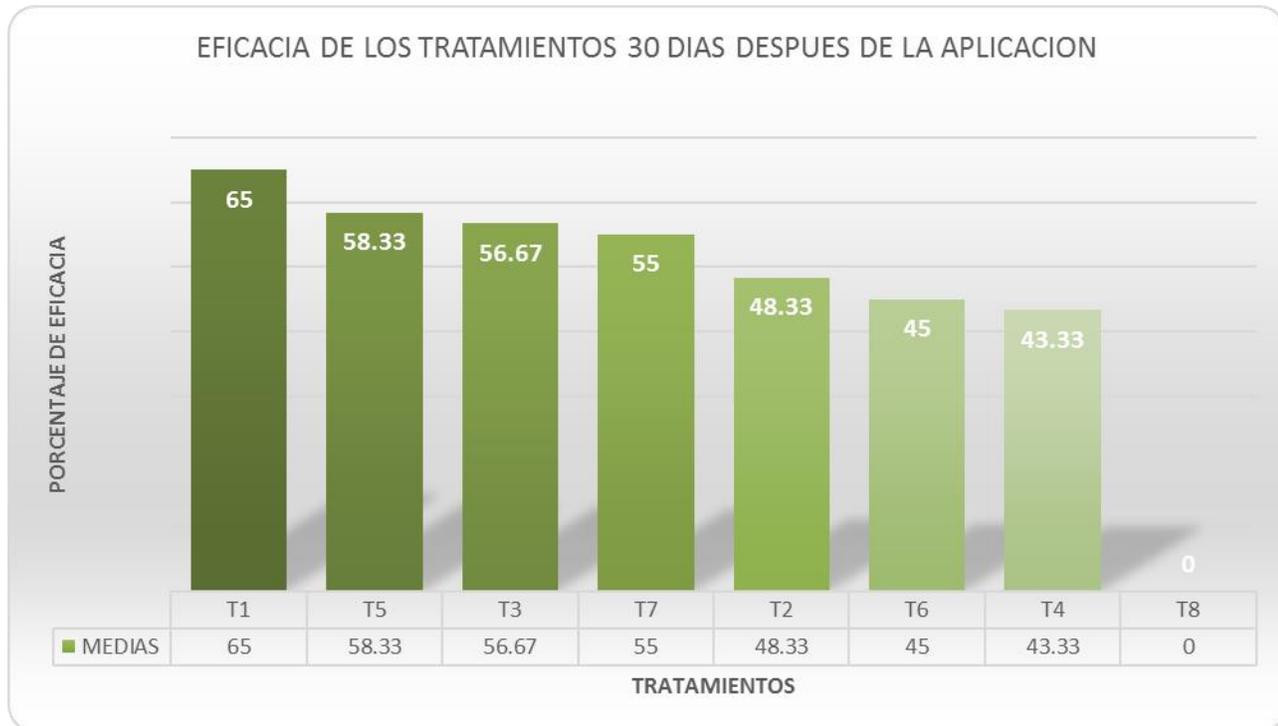


Figura 2.16: Prueba de Tukey para conocer la eficacia de los herbicidas 45 DDA



TRATAMIENTO 1,
45 DDA
Dicamba; 2-4D + Acetoclor + Terbutrina



TRATAMIENTO 2,
45 DDA
Saflufenacil + Acetoclor + Terbutrina



TRATAMIENTO 3,
45 DDA
Dicamba; 2-4D + Metano Arsonato
Monosodico + Diuron



TRATAMIENTO 4,
45 DDA
Saflufenacil + Metano Arsonato
Monosodico + Diuron



TRATAMIENTO 5,
45 DDA
2-4D + Terbutrina + Ametrina



TRATAMIENTO 6,
45 DDA
Saflufenacil + Pendimetalina + Ametrina



TRATAMIENTO 7,
45 DDA
2-4D + Ametrina + Diuron



TRATAMIENTO 8,
45 DDA
TESTIGO ABSOLUTO

2.6.2 Fitotoxicidad en el Cultivo de Caña de Azúcar

Como puede observarse en el Cuadro 2.15, las mezclas que contenían en la mezcla: **Heat 70 WG**, presentaron de 1-3.5 % el cual indica un síntoma muy ligero de toxicidad según la escala de EWRS (European Weeds Research Society) sobre el cultivo de caña de Azúcar, el resto de tratamientos evaluados no presentan efectos de fitotoxicidad, con estos resultados podemos determinar que no presenta efectos, ni daños en la planta.

Cuadro 2.15: Fitotoxicidad en el cultivo de la caña de azúcar

TRATAMIENTO	Dosis comercial/ha	FITOTOXICIDAD EN EL CULTIVO	
		PORCENTAJE	EFFECTO SOBRE EL CULTIVO
T1 = Weedmaster + Harness 90 EC + Igran 50 SC	0.93Lt. + 3.93Lt. + 3.57Lt.	0.0-1.0	Sin efecto
T2 = Heat + Harness 90 EC + Igran 50 SC	0.035kg. + 3.93Lt. + 3.57Lt.	1.0-3.5	Síntomas muy ligeros
T3 = Weedmaster + Kaput + Diurex 50 SC	1.43 Lt. + 1.43 Lt. + 1.43 Lt.	0.0-1.0	Sin efecto
T4 = Heat + Kaput + Diurex 50 SC	0.035kg. + 1.43Lt. + 1.43Lt.	1.0-3.5	Síntomas muy ligeros
T5 = DMA 6 + Terbutrina 50 SC + Gesapax 50 SC	1.5 Lt. + 1.5 Lt. + 2.0 Lt.	0.0-1.0	Sin efecto
T6 = Heat + Prowl 50 EC+ Gesapax 50 SC	0.035kg. + 2.0Lt. + 2.0Lt.	1.0-3.5	Síntomas muy ligeros
T7 = DMA 6 + Gesapax 50 SC + Diurex 50 SC	1.5Lt. + 2.0 Lts. + 1.22 Lts.	0.0-1.0	Sin efecto
T8 = Testigo absoluto		TESTIGO ABSOLUTO	

Fuente elaboración propia.

Las razones para evaluar un herbicida en el campo son múltiples, desde verificar la efectividad biológica hasta medir la residualidad de los herbicidas en el suelo o en las plantas (Domínguez 2008). En esta investigación se conoció la eficacia de siete mezclas (tratamientos) de herbicidas específicamente para el control de malezas de hoja ancha, (magnoliopsidas), donde se tomaron datos de la eficacia del control en base a la cobertura de malezas a los 7, 15, 30 y 45 días.

Los resultados obtenidos, fueron determinados en base a la escala propuesta por la ERWS, donde la variable fue la eficacia de los herbicidas, para el dato de la eficacia, fue necesario sacar la cobertura de cada una de las malezas, lo que indica que entre menor sea la cobertura máxima aceptable de malezas en un tratamiento, mayores serán los niveles de control que se impongan (Domínguez 2008).

Transcurridos los 45 días el tratamiento uno que consistía en la mezcla de Dicamba; 2-4D + Acetoclor + Terbutrina tenían una diferencia significativa con respecto a los demás

tratamientos, logrando un control de 65 en la escala de la ERWS, que es un control bajo, sin embargo fue el mejor con respecto a los demás que según la escala de la ERWS tuvieron un control deficiente.

Como se puede observar la maleza de mayor importancia dentro del área de investigación es perteneciente a la familia Convolvulaceae, específicamente *Ipomoea* spp. Este género tiene especies de mucha importancia como maleza, esta es una planta de enredadera que rodea la vegetación, la envuelve y gana altura trepando sobre las plantas cultivadas lo cual se considera una adaptación a la baja intensidad de luz y la predetermina como una de las 10 peores malezas, ya que su competencia reduce el rendimiento e interfiere con la cosecha (GÓMEZ de E. *et al.*, 2003 citado por Arias *et al.* 2011).

La especie *Ipomoea purpurea* se adapta a cualquier sistema de cultivo siempre y cuando las temperaturas sean suficientemente cálidas. Según Richardson 2000 citado por Arias *et al.*, 2011, es considerada arvense invasora en la medida que es una planta naturalizada que se reproduce abundantemente a considerable distancia de sus plantas parentales y posee potencial para extenderse sobre áreas considerables. Si el medio ambiente es frío o la luz es insuficiente, las plantas no enredarán y florecerán tan pronto como uno o dos pares de hojas verdaderas se hayan desarrollado por eso es que las plántulas pueden producir flores tan precozmente 20 o 15 días después de siembra. Si la temperatura es cálida y el ambiente húmedo o bajo óptimas condiciones, la enredadera se volverá más larga y no florecerá antes de tiempo (Baker 1917 citado por Arias *et al.* 2011). Debido a las condiciones del área de estudio durante los 45 días no se observaron inflorescencia, únicamente crecimiento vegetativo, tal y como la literatura lo señala.

2.7 CONCLUSIONES

- A.** Ningún tratamiento presentó un control > 80% después de los 45 días de la evolución. Bajo condiciones de la Finca Camantulul, el porcentaje de control alcanzado fue de 65% en general para todas las especies de malezas de hoja ancha y este fue el tratamiento uno, Weedmaster + Harness 90 EC + Igran 50 SC, sin embargo, 30 días después de la aplicación el tratamiento uno Weedmaster + Harness 90 EC + Igran 50 SC; el tratamiento siete, DMA 6 + Gesapax 50 SC + Diurex 50 SC y el tratamiento seis Heat + Prowl 50 EC+ Gesapax 50 SC, mostraron un control arriba del 80%, y para condiciones de manejo estas pueden ser buenas opciones de control.
- B.** El tratamiento que mostró mayor eficacia en el control del complejo de malezas de hoja ancha presentes en la parcela bajo estudio, fue el tratamiento uno Weedmaster + Harness 90 EC + Igran 50 SC, sin embargo este solo tuvo un control del 65% clasificándose como un control bajo según la escala de la EWRS (European Weeds Research Society).
- C.** De los tratamientos evaluados únicamente presentaron síntomas de fitotoxicidad en una escala de 1-3.5% que la European Weeds Research Society clasifica como un síntoma muy ligero y fueron los tratamientos Heat 70WG+ Harness 90 EC + Igran 50SC, Heat 70 WG + Kaput + Diurex 50 SC y Heat 70 WG+ Prowl 50 EC+ Gesapax 50 SC. Los demás tratamientos mostraron una fitotoxicidad de escala uno, que según la escala de la EWRS, no provoca daño alguno y la seguridad para el cultivo.

2.8 RECOMENDACIONES

Para obtener un mejor manejo de la flora arvense en el cultivo de caña de azúcar, principalmente en malezas de la clase Magnoliopsida en condiciones de la finca Camantulul con base en los resultados obtenidos, se recomienda.

- A.** Para condiciones de la finca Camantulul con un banco de malezas muy elevado, principalmente la maleza *Ipomoea purpurea*, continuar con estudios similares, evaluando la eficiencia, la selectividad y la volatilidad del herbicida con ingrediente activo Saflufenacil en diferentes mezclas en el cultivo de caña de azúcar, ya que en la actualidad el uso de 2,4-D está siendo restringido y en el futuro será prohibido por aspectos ambientales.

- B.** Realizar estudios similares con distintas mezclas, principalmente en esta zona donde la maleza *Ipomoea purpurea* tiene un banco de semillas bastante elevado y es de un valor de importancia elevado, ya que es una de las malezas de hoja ancha que causa mayor perjuicio en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.)

- C.** Se recomienda evitar las siembras en época de invierno principalmente en áreas con pendiente como lo es el lote San Miguel de la finca Camantulul, debido a que la eficiencia de los herbicidas se limita por la deriva causada por la escorrentía lo que limita tener un control por un mayor tiempo.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Arias, H; López, A; Bernal, M; Ramírez, E. 2011. Caracterización ecológica y fitoquímica de la batatilla *Ipomoea purpurea* L. Roth (solanales, convolvulaceae) en el municipio de Manizales. Colombia, Museo de Historia Natural. 7 p.
2. BASF, AR. s.f. Herbicidas: Heat® (en línea). US. Consultado 6 jun 2013. Disponible en http://www.agro.basf.com.ar/Soluciones_Detalle.aspx?id=29
3. Comparini, S. 2006. Evaluación de variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en el Ingenio La Unión, Santa Lucia Cotzumalguapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 130 p.
4. Domínguez, J. 2008. Metodologías para la evaluación de herbicidas en campo. México, Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Parasitología Agrícola. 7 p.
5. Espinoza, G. 2012. Manejo y control de malezas. In CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). El cultivo de caña de azúcar en Guatemala. Guatemala. p. 131–140.
6. Espinoza, G; Morales, J. 2009. Catálogo de herbicidas usados en zafra 2008 – 2009. Guatemala, CENGICAÑA. 33 p.
7. Esqueda, V. 2008. Efecto del aceite mineral Agratex-he en el control de malezas en caña de azúcar. *Agronomía Mesoamericana*19(1):93-98.
8. Honduras Silvestre.com. 2013. Taxonomía de *Cleome* (en línea). Honduras, Helvética. Consultado 21 nov 2013. Disponible en <http://www.hondurassilvestre.com/search/taxa/taxa.aspx?tsn=22616>
9. Labrada, R; Caseley, J; Parker, C. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. Roma, Italia, FAO. 395 p. (Estudio FAO, Producción y Protección Vegetal).
10. Leonardo, A. 1998. Manual para la identificación y manejo de las principales malezas en caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA. 131 p.
11. Martínez Ovalle, M; López Pineda, RA. 2000. Manual de prácticas de laboratorio para el curso ecología y control de malezas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 42 p.
12. Montepeque, P. 2012. Efecto del saflufenacil comparado con 2,4-D en las principales mezclas de herbicidas utilizadas para el control de malezas y como alternativa en el control de hoja ancha. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 122 p.

13. Monterroso, L. 2000. Estudio de la reducción de dosis de herbicidas postemergentes utilizadas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 61 p.
14. Rincones, C. 1986. Control de malezas en caña de azúcar (en línea), Venezuela, FONAIAP. Consultado 20 ago 2013. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd20/texto/control.htm
15. Soerjani, M; Kostermans, AJGH; Tjitrosoepomo, G. 1987. Weeds of rice in Indonesia(en línea). Jakarta, Indonesia, Balai Pustaka. Consultado 20 ago 2013. Disponible en http://www.oswaldasia.org/species//lincr/lincr_en.html
16. Solórzano, E. 2011. Evaluación del efecto del herbicida preemergente Indaziflam para el control de malezas en caña de azúcar *Saccarum* spp., plantía, en época de lluvia. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 138 p.
17. Veleche, J. 2013. Descripción de la problemática de malezas de hoja ancha en la zona 1 de producción (entrevista). Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, Ingenio Madre Tierra, Zona 1.
18. Vibrans, H. 2010. Malezas de México, *Euphorbia hirta* L. (en línea), México, URL. Consultado 6 jun 2013. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/euphorbiaceae/euphorbia-hirta/fichas/ficha.htm>
19. _____. 2010a. Malezas de México, *Ipomoea purpurea* (L.) Roth. (en línea). México, URL. Consultado 6 jun 2013. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/convolvulaceae/ipomoea-purpurea/fichas/ficha.htm>
20. _____. 2010b. Malezas de México, *Momordica charantia* L. (en línea). México, URL. Consultado 6 jun 2013. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/cucurbitaceae/momordica-charantia/fichas/ficha.htm>
21. _____. 2010c. Malezas de México, *Trianthema portulacastrum* L. (en línea). México, URL. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/aizoaceae/trianthema-portulacastrum/fichas/ficha.htm>
22. Vidal, Ret al. 2010. Prospección de las combinaciones de herbicidas para prevenir malezas tolerantes y resistentes al glifosato. Planta Daninha, Viçosa-MG, BR 28(1):159-165. Consultado 6 jun 2013. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/pd/v28n1/19.pdf>



3 | **CAPÍTULO III**
INFORME DE SERVICIOS PRESTADOS A LA ZONA 1 DE PRODUCCIÓN DEL INGENIO
MADRE TIERRA.

3.1 PRESENTACIÓN

La Central Agroindustrial Azucarera Guatemalteca, Ingenio Madre Tierra, está dividida en zonas de producción siendo la Zona 1 parte de estas, la zona tiene a su cargo 9 fincas; Camantulul, Cristóbal, Santa Isabel, Tesalia, Nuevo Mundo, El Tesoro, Las Flores, Patricia y Los Amigos, la producción de caña (*Saccharum* spp) se logra a través de varios procesos, dentro de los cuales encontramos la aplicación de herbicidas, siendo la aplicación de herbicidas una de las más importantes en el manejo del cultivo ya que depende es estas de un buen desarrollo de la planta en los primeros meses de vida, la interferencia que tengan estas con el cultivo determinara en si una buena producción, por lo tanto se realizó un ensayo de aplicación de herbicidas en la Finca Nuevo Mundo con el objetivo de encontrar una mezcla que proporcione más días control después de la aplicación, principalmente de malezas de hoja ancha (clase magnoliopsida)

3.2 ÁREA DE INFLUENCIA

El área estuvo enmarcada en la zona 1 central de la Central Agroindustrial Guatemalteca, Ingenio Madre Tierra, las oficinas de la zona se encuentran en el Km 92 carretera al Pacífico Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala. La Zona uno cuenta con 11 fincas (Figura 3.1), dentro de las administraciones que le corresponde a la zona, la cual tiene fincas en 4 estratos altitudinales; Alto, Medio, Bajo y Litoral. El ensayo se llevó a cabo en la Finca Nuevo Mundo.

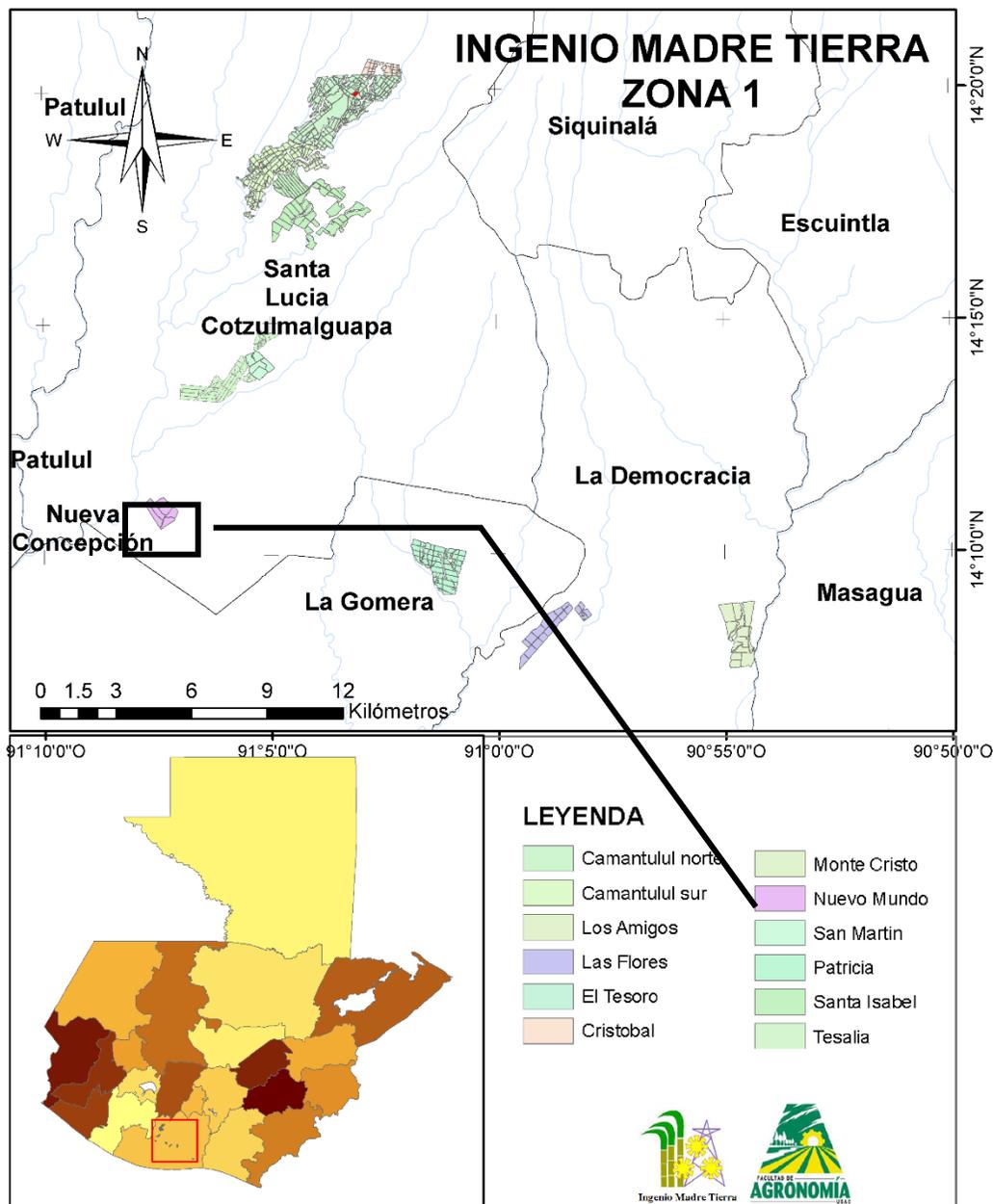


Figura 3.1: Mapa de la zona 1 Ingenio Madre tierra.

3.3 OBJETIVO GENERAL

- Apoyar a la Zona 1, del Ingenio Madre Tierra en el establecimiento y coordinación de servicios que contribuyan al manejo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.).

3.4 SERVICIOS PRESTADOS

3.4.1 Evaluación de 8 mezclas de herbicidas para el control de malezas de hoja ancha en postemergencia, y preemergencia del cultivo de la caña (*Saccharum* spp.) en la finca Nuevo Mundo,

A. Definición del problema

En la zona 1, como cualquier zona de producción el control de malezas es una de las practicas más importantes, ya que las malezas están en competencia directa de luz, agua y nutrientes con el cultivo en los primeros tres meses de desarrollo y además son hospederos de plagas que atacan a la caña. El control de malezas es una actividad que tiene mucha importancia en el manejo del cultivo de caña de azúcar, y ocupa una parte importante en el presupuesto que tiene la zona, razón por la cual el control químico es la mejor opción para el control de malezas de hoja ancha, por su capacidad de control en días, pero se necesita conocer una mezcla que proporcione más días control y que su costo sea bajo.

B. Objetivos específicos

- Evaluar 8 mezclas de herbicidas para el control de malezas de hoja ancha en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la finca Nuevo Mundo.

- Determinar que mezcla tiene una mejor eficacia en el control de malezas de hoja ancha 45 días después de la aplicación.

C. Metodología

a. Diseño experimental

Para el ensayo de evaluación de herbicidas y control de malezas se utilizó el modelo estadístico de Bloques Completos al Azar (BCA). Y se utilizaron 3 repeticiones y 8 tratamientos. El propósito del bloqueo es reducir el error experimental, de modo que las diferencias observadas se deban principalmente a los tratamientos.

b. Unidad experimental

El tamaño de la unidad experimental fue de una parcela bruta de 9 metros de ancho (6 surcos distanciados a 1.5 metros) por 20 metros de largo. Y la parcela neta consto de 6 metros de ancho (4 surcos distanciados a 1.5) y 16 metros de largo, para evitar el efecto de bordes y cabeceras.

c. Aleatorización

BLOQUE 3	T9	T1	T7	T6	T2	T5	T8	T3	T4
BLOQUE 2	T4	T3	T5	T2	T9	T7	T1	T6	T8
BLOQUE 1	T5	T8	T1	T7	T6	T9	T2	T4	T3

d. Equipo

La aplicación se realizó con bombas matabi de 16 litros de capacidad, con boquillas TK, reguladores de presión, cubetas y probetas necesarias para medir el producto.

e. Calibración

Para las aplicaciones el personal se calibró un día antes, fue disponer de personas con características similares (edad y estatura). El equipo debe fue revisado antes de la

calibración, para observar si existían desperfectos, como lo son palancas atascadas, boquillas tapadas, filtros sucios, etc.

Los pasos a que se efectuaron fueron los siguientes:

1. Se lleno la bomba con 4 litros de agua.
2. Se aplico en las parcelas según el número de mochilas disponibles (2 mochilas, 2 personas, 2 parcelas).
3. Se corrigio la altura de la lanza aproximadamente 70cm (altura de la rodilla).
4. Al terminar la aplicación se medio lo que sobraba en todo el equipo, es decir se vaciaron mochilas y mangueras. El volumen aplicado está dado por la siguiente fórmula: $VA = VF - VI$, donde VI es el volumen inicial (los 2 L de la mochila) y VF el volumen final (lo que sobró).
5. Se repitieron los pasos del 1 al 4.
6. Se promediaron los valores de VA. Se calcula el +10% y el -10% de VA para comparar a cada trabajador. El objetivo fue saber el volumen de agua para la aplicación de los tratamientos.

f. Aplicación de los tratamientos

La aplicación se realizó 5 días después de la siembra, se realizó una sola aplicación en la plantación para cada uno de los tratamientos.

g. Condiciones de la aplicación:

Al momento de la aplicación, se contaron con las condiciones adecuadas, la humedad, la hora de la aplicación fue en las primeras horas de la mañana, para evitar pérdidas por deriva. Se utilizó un volumen de agua de 200 litros por hectárea y en base a este volumen se calcularon las dosis de cada producto, la altura de la boquilla trabajo a 70 centímetros en promedio.

h. Variables de respuesta

i. Cobertura total de malezas

Esta variable se determinó en base al % de un área determinada (1 m²), dentro de la unidad experimental, que estaba ocupado por la totalidad de especies de malezas presentes (parcela neta). La determinación de esta variable permite estimar exactamente la eficacia de control del tratamiento herbicida sobre la totalidad de especies de malezas presentes.

Para calcular esta variable se estimó el porcentaje de cobertura de malezas presentes en los tratamientos, utilizando el método cualitativo de la “evaluación visual”, debido a que este método ha sido utilizado en gran escala ya su practicidad supera a sus limitaciones y principalmente porque los métodos cualitativos ofrecen datos más aplicables que los métodos cuantitativos, debido a que la cobertura de malezas está más relacionada con su capacidad de interferir con el cultivo que la densidad considerada aisladamente.

ii. Eficacia

Con base a la cobertura se evaluó la eficacia del control de malezas de hojas anchas, por especie de malezas. Para ello, se utilizó la siguiente fórmula para el análisis de la información:

$$Eficacia (\%) = \left(\frac{1 - (\% \text{ cobertura de plantas tratadas})}{\% \text{ cobertura de plantas sin tratar}} \right) * 100$$

Cuadro 3.1 Porcentaje de eficacia de control para las malezas evaluadas

% Control	
< 50	Deficiente
50 a 69	Bajo
70 a 84	Bueno
85 a 94	Muy Bueno
> 95	Excelente

Fuente: European Weeds Research Society

iii. Fitotoxicidad en la caña de azúcar.

La tolerancia de la caña de azúcar a los herbicidas utilizados fueron evaluados con referencia al testigo absoluto, utilizando la escala de puntuación E.W.R.S (European Weeds Research Society). En cada unidad experimental se realizó una observación de los síntomas “del cultivo”, siendo estos; Decoloración, clorosis foliar, deformación foliar, oxidación, detención de crecimiento.

Tabla 2: Escala de puntuación de la European Weeds Research Society, para fitotoxicidad en la caña de azúcar.

Valor (categoría)	Categoría	Transformación de escala puntual a escala porcentual
1	Sin efecto	0.0-1.0
2	Síntomas muy ligeros	1.0-3.5
3	Síntomas ligeros	3.5-7.0
4	Síntoma que no se refleja en el rendimiento	7.0-12.5
Límite de aceptabilidad		
5	Daño medio	12.5-20.0
6	Daños elevados	20.0-30.0
7	Daños muy elevados	30.0-50.0
8	Daños severos	50.0-99.0
9	Muerte completa	99.0-100.0

Fuente European Weeds Research Society.

D. Resultados

En el caso de la finca Nuevo mundo, se evaluaron nueve tratamientos (Cuadro 3.1) para conocer la eficacia de ciertos herbicidas a malezas de hoja ancha. Los muestreos se realizaron 7, 15, 30, 45 días después de la aplicación, y así conocer cuál de las nueve mezclas de herbicida ofrecía un mejor control en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.).

Cuadro 3.2: Tratamientos evaluados, en la finca nuevo mundo.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS
T1	Weedmaster + Harness + Igran	0.93Lt. + 3.93Lt. + 3.57Lt.
T2	Heat + Harness + Igran	0.035kg. + 3.93Lt. + 3.57Lt.
T3	Weedmaster + Kaput + Diurex	1.43 Lt. + 1.43 Lt. + 1.43 Lt.
T4	Heat + Kaput + Diurex	0.035kg. + 1.43Lt. + 1.43Lt.
T5	DMA 6 + Terbutrina + Gesapax	1.5 Lt. + 1.5 Lt. + 2.0 Lt.
T6	Heat + Prowl + Gesapax	0.035kg. + 2.0Lt. + 2.0Lt.
T7	DMA 6 + Gesapax + Diurex	1.5Lt. + 2.0 Lts. + 1.22 Lts.
T8	Heat + Prowl H2O + Gesapax	0.035kg. + 2.0Lt. + 2.0Lt.
T9	Testigo absoluto	

Se realizaron muestreos de valores de importancia (VI) de las malezas, en los testigos absolutos de cada bloque, para conocer que malezas competían por agua, luz y nutrientes, cuando no se aplicaba ningún tipo de control.

Los resultados obtenidos pueden observarse en el Cuadro 3.1 donde se observan que las malezas como la falsa verdolaga (*Trianthema portulacastrum*) alcanzan una cobertura relativa de hasta el 50% por metro cuadrado, o en el caso de malezas como *Lindernia* spp. o *Mollugo verticillata* que llegan a tener densidades de hasta 44 plantas por metro cuadrado, afectando así al desarrollo del cultivo.

En el Cuadro 3.3 se observan las malezas encontradas en el tratamiento absoluto 45 días después de la aplicación y 50 días después de la siembra, donde se observa que cuando no existe control, malezas de la clase Magnoliopsida invaden el cultivo evitando así el desarrollo normal del cultivo, ya que existe competencia por agua, luz y nutrientes.

Cuadro 3.3: Valores de importancia en el testigo absoluto 45 días después de la aplicación.

Malezas	suma de D	suma de C	D real	C real	F real	D relativa	C relativa	F relativa	VI
<i>Trianthema portulacastrum</i>	20	290	6.67	96.67	100.00	16.95	50.88	20.00	87.83
<i>Lindernia spp.</i>	52	90	17.33	30.00	100.00	44.07	15.79	20.00	79.86
<i>Croton lobatus</i>	1	20	0.33	6.67	33.33	0.85	3.51	6.67	11.02
<i>Hibanthus attenuatus</i>	2	20	0.67	6.67	66.67	1.69	3.51	13.33	18.54
<i>Ipomoea spp.</i>	4	10	1.33	3.33	66.67	3.39	1.75	13.33	18.48
<i>Polanisia viscosa</i>	1	10	0.33	3.33	33.33	0.85	1.75	6.67	9.27
<i>Mollugo verticilata</i>	37	120	12.33	40.00	66.67	31.36	21.05	13.33	65.74
<i>Kallstroemia maxima</i>	1	10	0.33	3.33	33.33	0.85	1.75	6.67	9.27
			39.33	190.00	500.00				

Fuente propia.

En cuanto al control de malezas de hoja ancha a los 7 días después de la aplicación, el control estaba por encima del 80% y como se muestra en la figura 3.2, a excepción del tratamiento 6 (Heat + Prowl + Gesapax) no existía diferencia significativa entre el control de tratamientos, estos comparados con el testigo absoluto.

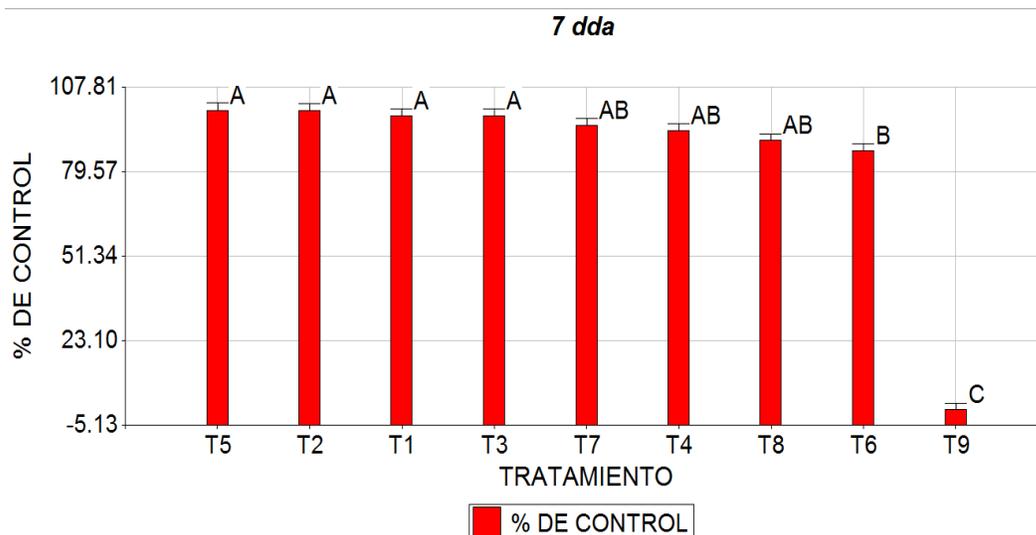


Figura 3.2: Prueba de medias para conocer la diferencia entre tratamientos evaluados

El segundo muestreo se llevó a cabo a los 15 días después de la aplicación, la figura 3.2, muestra los resultados de la prueba de medias en donde se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos, comparados con el testigo absoluto, además se observa que el porcentaje de control en este muestreo era excelente según los parámetros de la ERWS.

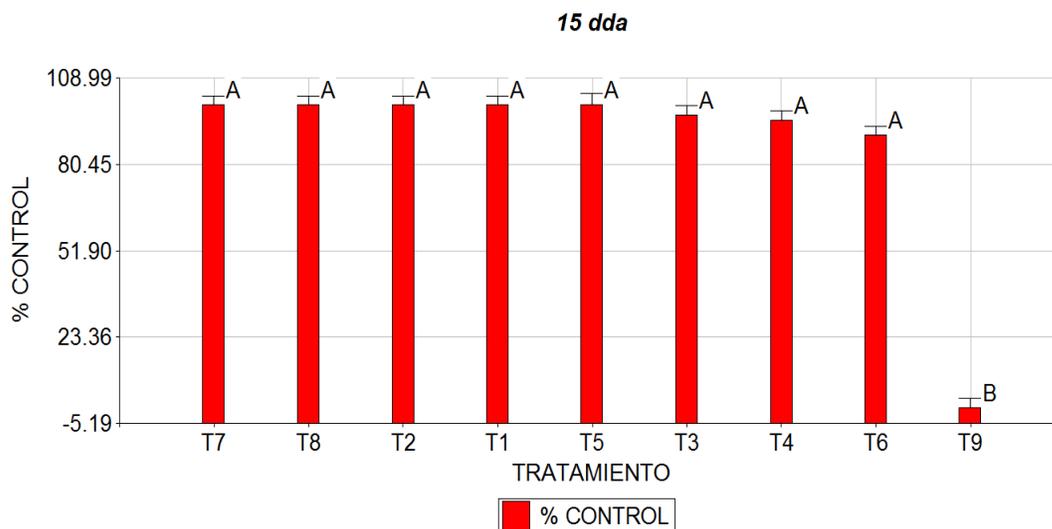


Figura 3.3: Prueba de medias para conocer la diferencia entre tratamientos evaluados

El tercer muestreo se llevó a cabo a los 30 días después de la aplicación, la figura 3.3, muestra los resultados de la prueba de medias en donde se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos, comparados con el testigo absoluto, además se observa que el control de malezas de hoja ancha en este muestreo estaban de muy buenos a excelente según los parámetros de la ERWS.

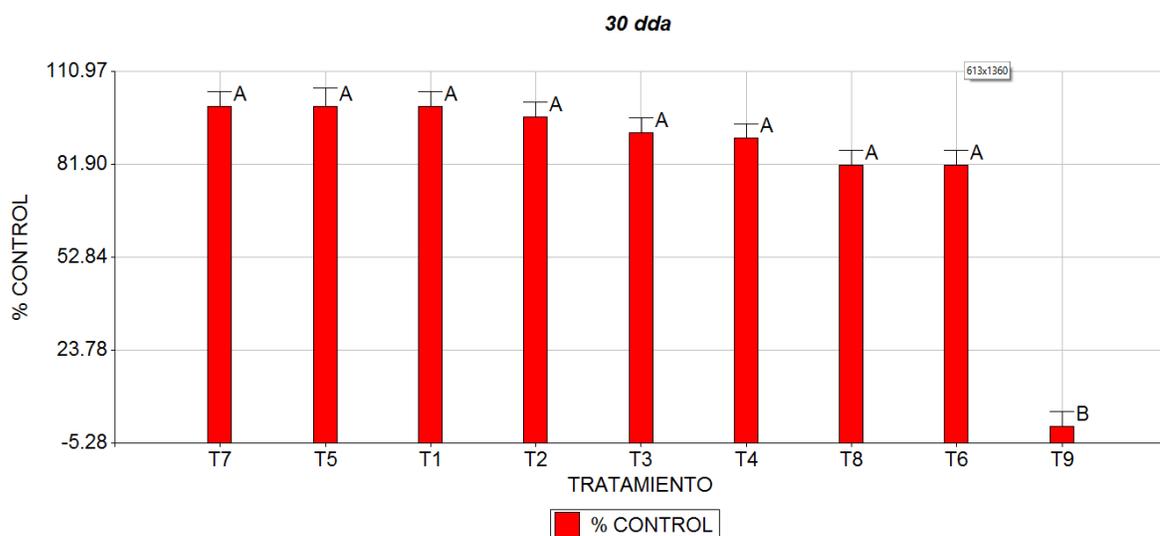


Figura 3.4: Prueba de medias para conocer la diferencia entre tratamientos evaluados

La última evacuación del control de malezas de hoja ancha se realizó 45 días después de la aplicación, y donde se observa (Cuadro 3.4) que el control de malezas de hoja ancha estuvo del 70% al 100%, (ERWS) de la eficacia en el control. En el caso de la falsa verdolaga (*T. portulacastrum*) que es la maleza que tiene un valor de importancia mayor en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) puede observarse que tuvo un buen control ya que el control estuvo entre el 80% y 100%.

Cuadro 3.4: porcentaje de control de malezas a los 45 días después de la aplicación.

			PORCENTAJE DE CONTROL DE MALEZAS											
TRAT	PRODUCTO	DOSIS	45 días después de la aplicación											
T1	Weedmaster + Harness 90 EC + Igran 50 SC	0.93Lt. + 3.93Lt. + 3.57Lt.	100	95	90	95	100	95	100	95	100	100	100	
T2	Heat + Harness 90 EC + Igran 50 SC	0.035kg. + 3.93Lt. + 3.57Lt.	100	95	100	90	95	90	100	100	100	100	100	
T3	Weedmaster + Kaput 72 SL + Diurex	1.43 Lt. + 1.43 Lt. + 1.43 Lt.	70	80	100	80	100	100	100	95	80	75		
T4	Heat + Kaput 72 SL + Diurex	0.035kg. + 1.43Lt. + 1.43Lt.	100	85	85	90	85	100	85	100	85	80	100	
T5	2, 4 D 72 SL + Terbutrina 50 SC + Gesapax 50 SC	1.5 Lt. + 1.5 Lt. + 2.0 Lt.	100	100	100	95	100	100	85	100	95	100	100	
T6	Heat 70WG + Pendimentalina45SC + Gesapax 50 SC	0.035kg. + 2.0Lt. + 2.0Lt.	85	95	100	100	100	90	90	90	80	100		
T7	2-4 D 72 SL + Gesapax 50 SC + Diurex	1.5Lt. + 2.0 Lts. + 1.22 Lts.	100	100	95	100	90	90	90	90	90	90	90	
T8	2-4 D 72 SL + Gesapax 50 SC + Diurex	0.035kg. + 2.0Lt. + 2.0Lt.	100	90	100	100	95	80	80	75	75	90		
T9	Testigo absoluto		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente propia.

% Control	
< 50	Deficiente
50 a 69	Bajo
70 a 84	Bueno
85 a 94	Muy Bueno
> 95	Excelente

En cuanto al análisis estadístico, con respecto al control puede observarse que existió diferencia significativa entre los tratamientos ($F_{98.62}$ es $>$ a $F_{\text{critica } 0.0001}$), por lo que existen diferencias entre los tratamientos al 5% de significancia. Dado este resultado se procedió a realizar una prueba múltiple de medias según Tukey tomando datos de los 45 días después de la aplicación (DDA). (Cuadro 3.5)

Cuadro 3.5: Análisis de varianza del porcentaje de eficacia en el control de malezas 45 DDA.

Análisis de varianza					
F.V.	SC	GL	CM	F	PR > F
TRATAMIENTO	19450	8	2431.25	98.62	0.0001
BLOQUE	22.22	2	11.11	0.45	0.645
ERROR	394.44	16	24.65		
TOTAL	19866.67	26			
CV	6.87%				

Fuente elaboración propia.

Cuadro 3.6: Prueba de medias para el % de eficacia 45 DDA.

TRATAMIENTO	MEDIAS	N	ANÁLISIS POST-ANDEVA
T1 = Weedmaster + Harness 90 EC + Igran 50 SC	91.67	3	A
T7 = DMA 6 + Gesapax 50 SC + Diurex 50 SC	90.00	3	A
T2 = Heat + Harness 90 EC + Igran 50 SC	90.00	3	A
T5 = DMA 6 + Terbutrina 50 SC + Gesapax 50 SC	86.67	3	A
T4 = Heat + Kaput + Diurex 50 SC	78.33	3	A
T3 = Weedmaster + Kaput + Diurex 50 SC	73.33	3	B
Heat + Prowl 50 H ₂ O+ Gesapax 50 SC	70.00	3	C
T6 = Heat + Prowl 50 EC+ Gesapax 50 SC	70.00	3	C
T9: Testigo absoluto	0.00	3	D
CV	6.87%		

Fuente elaboración propia.

Existen 4 grupos Tukey, y puede observarse que los mejores tratamientos son; tratamiento 1, tratamiento 7, tratamiento 2, tratamiento 5 y tratamiento 4. En el control de específico de malezas de la clase magnolipsida.



0 días de Aplicación T1



45 días de Aplicación T1



0 días de Aplicación T2



45 días de Aplicación T2



0 días de Aplicación T3



45 días de Aplicación T3



0 días de Aplicación T4



45 días de Aplicación T4

Gramíneas 50%



0 días de Aplicación T5



45 días de Aplicación T5

Gramíneas 35 %



0 días de Aplicación T6



45 días de Aplicación T6



0 días de Aplicación T7



45 días de Aplicación T7



0 días de Aplicación T8



45 días de Aplicación T8R1



0 días de Aplicación T9



45 días de Aplicación T9R1

En cuanto a los tratamientos evaluados en el cuadro 3.6 se muestran los efectos de toxicidad sobre el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) donde se observa que no existe ningún efecto en el cultivo y por lo tanto se ha clasificado en un porcentaje de 0.0 - 1.0 según la escala de la European Weeds Research Society.

Cuadro 3.7: Fitotoxicidad en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*)

TRATAMIENTO	DOSIS	FITOTOXICIDAD EN EL CULTIVO	
		PORCENTAJE	EFFECTO SOBRE EL CULTIVO
T1 = Weedmaster + Harness 90 EC + Igran 50 SC	0.93Lt. + 3.93Lt. + 3.57Lt.	0.0-1.0	Sin efecto
T2 = Heat 70WG+ Harness 90 EC + Igran 50 SC	0.035kg. + 3.93Lt. + 3.57Lt.	0.0-1.0	Sin efecto
T3 = Weedmaster + Kaput + Diurex 50 SC	1.43 Lt. + 1.43 Lt. + 1.43 Lt.	0.0-1.0	Sin efecto
T4 = Heat 70 WG + Kaput + Diurex 50 SC	0.035kg. + 1.43Lt. + 1.43Lt.	0.0-1.0	Sin efecto
T5 = DMA 6 + Terbutrina 50 SC + Gesapax 50 SC	1.5 Lt. + 1.5 Lt. + 2.0 Lt.	0.0-1.0	Sin efecto
T6 = Heat 70 WG+ Prowl 50 EC+ Gesapax 50 SC	0.035kg. + 2.0Lt. + 2.0Lt.	0.0-1.0	Sin efecto
T7 = DMA 6 + Gesapax 50 SC + Diurex 50 SC	1.5Lt. + 2.0 Lts. + 1.22 Lts.	0.0-1.0	Sin efecto
T8 = Heat 70 WG+ Prowl H20+ Gesapax 50 SC	0.035kg. + 2.0Lt. + 2.0Lt.	0.0-1.0	Sin efecto
T8 = Testigo absoluto		TESTIGO ABSOLUTO	

Fuente propia en base a la escala de la ERWS.

E. Evaluación

Se realizó la evaluación de ocho mezclas de herbicidas para el control de malezas de hoja ancha (clase magnoliopsida), en la evaluación se encontraron ocho malezas que causan daños al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) y estas fueron; *Trianthema portulacastrum*, *Lindernia* spp., *Croton lobatus*, *Hybanthus attenuatus*, *Ipomoea* spp. , *Polanisia viscosa*, *Mollugo verticillata* y *Kallstroemia máxima*.

En base a la evaluación realizada, se determinó que 45 días después de la aplicación existían cinco mezclas de herbicidas que tenían un control sobre las malezas de hoja ancha (clase magnoliopsida) y estas fueron; tratamiento 1 (**Weedmaster + Harness 90 EC + Igran 50 SC**), tratamiento 7 (**2-4 D 72 SL + Gesapax 50 SC + Diurex**), tratamiento 2 (**Heat + Harness 90 EC + Igran 50 SC**), tratamiento 5 (**2, 4 D 72 SL + Terbutrina 50 SC + Gesapax 50 SC**) y tratamiento 4 (**Heat + Kaput 72 SL + Diurex**), estas mezclas para el control específico de malezas de hoja ancha.