

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE MALEZAS EXISTENTES EN
LAS ZONAS AGROECOLÓGICAS DE LA ADMINISTRACIÓN
CENTRAL DEL INGENIO MAGDALENA, DIAGNOSTICO Y
SERVICIOS, ESCUINTLA, GUATEMALA, C. A.**

SERGIO RONALDO GARCIA ESTRADA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE MALEZAS EXISTENTES EN LAS ZONAS AGROECOLÓGICAS DE LA ADMINISTRACIÓN CENTRAL DEL INGENIO MAGDALENA,, DIAGNOSTICO Y SERVICIOS, ESCUINTLA, GUATEMALA, C. A.

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

POR

SERGIO RONALDO GARCIA ESTRADA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

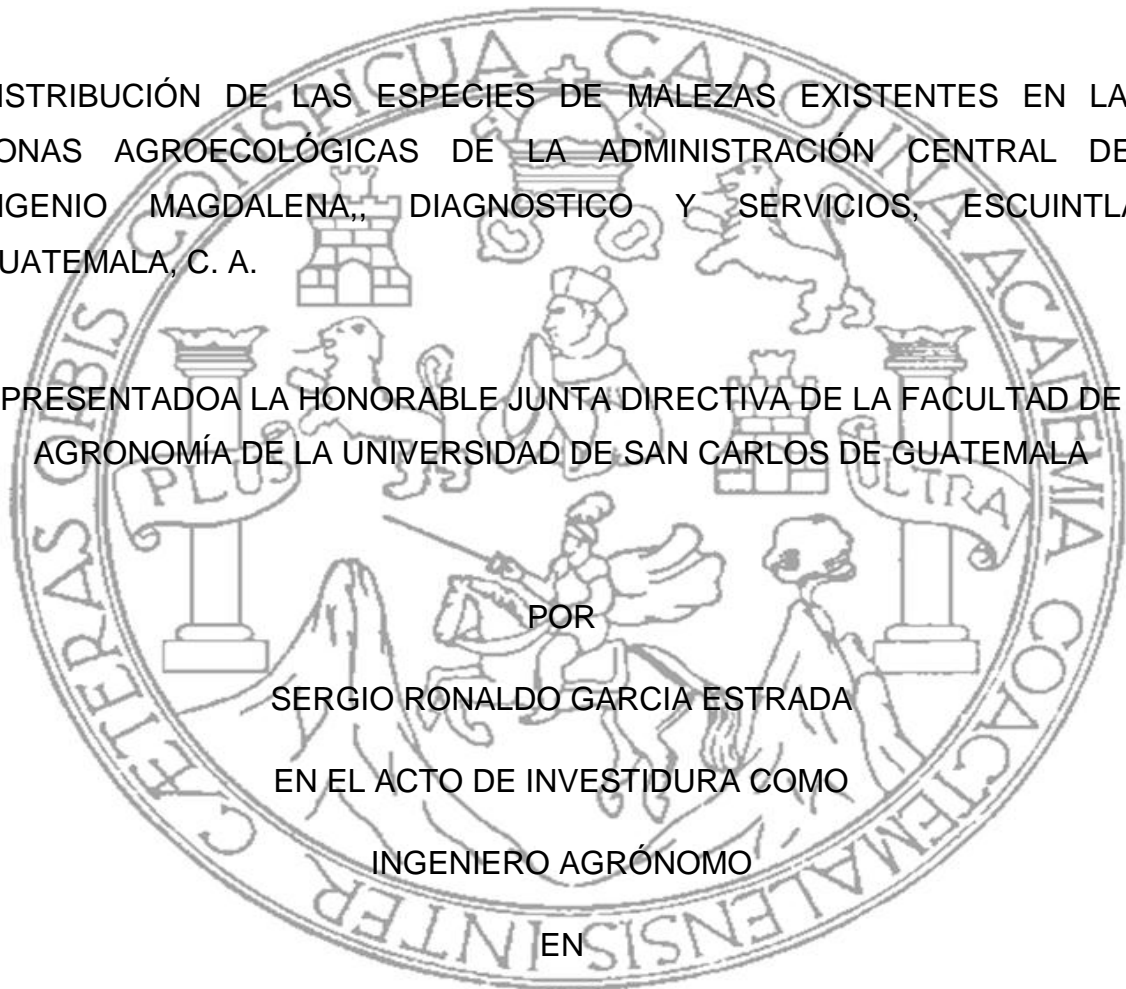
EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

| | |
|------------|--|
| DECANO | Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez |
| VOCAL I | Dr. Ariel Abderraman Ortiz López |
| VOCAL II | Ing. Agr. Msc. Marino Barrientos García |
| VOCAL III | Ing. Agr. Msc. Oscar René Leiva Ruano |
| VOCAL IV | P.For. Sindy Benita Simón Mendoza |
| VOCAL V | Br. Sergio Alexandre Soto Estrada |
| SECRETARIO | Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo |

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013

Guatemala, noviembre de 2013

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: Distribución de las especies de malezas existentes en las zonas agroecológicas de la administración central del Ingenio Magdalena, Escuintla, Guatemala, C. A, así como el diagnóstico y servicios realizados en el departamento de investigación agrícola del Ingenio Magdalena, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Sergio Ronaldo García Estrada

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS PADRE: Por ser siempre mi roca, fortaleza, refugio, y mi libertador, escudo mío, misericordia mía, y Aquel en quien confío, gran maestro, pues siempre adiestro mis manos para la batalla dándome protección a lo largo de todo este proceso de aprendizaje.

MIS ABUELOS: A mi abuelita paterna, Blanca Moreno, por su cariño demostrado en vida y sé que mi señor la tiene en su santa gloria, a mi abuelo materno, Américo Estrada por sus enseñanzas y consejos en vida, sé que ha de estar gozando del descanso eterno, a mi abuelita materna, Emma Argentina Girón, por ser respaldo mío y segunda madre, por su apoyo incondicional y amor sincero, a mi bisabuelita Herminia Mazariegos, porque en vida me demostró su cariño y que desde el cielo a de cuidarme.

MIS PADRES: María Consuelo Estrada Girón, Sergio Ronaldo García Moreno, por darme la vida, por los sacrificios que dieron por mí en este proceso de estudios, gracias por el amor y consejos a lo largo de mi vida, este logro es de ambos, papa, mama, lo logramos. Gracias.

MIS TIOS: A todos mis tíos de parte de parte de la familia García Moreno y familia Girón Estrada. Por estar conmigo siempre, guiándome en cada paso de mí camino, gracias tíos.

MIS HERMANOS: Karen y Helman (mi chivo), por ser mis eternos amigos del alma, los quiero mucho.

MIS PRIMOS: A todos mis primos, pues hemos convivido momentos y anécdotas los llevo en mi corazón siempre.

MIS SOBRINOS: A quienes quiero mucho, pero en especial a Fátima y Jorge, pues su inocencia y alegría me dieron fuerza para obtener este logro.

MIS AMIGOS: A los que de alguna manera compartieron no solo en un salón de aulas con migo, a los tunos pues pasamos buenos momentos, a la promoción 2006, pero en especial a: Juan Pablo Monroy (doc), Víctor Arévalo (morsa), José Molina (piña), Mayco Amado (tía Mayco), Ronald Estrada (tola), Ronald Robledo (chitio), Alex Pacheco (pashiguashi), Napoleón Pérez (chavo), Andrés Búcaro (bucaro), Julio Paniagua (pepito), Erick Pineda (brahmán rojo), Ligia Monzón (lichi), Iris Santos (Palmerita), Jonathan reyes (serafín), Ileana Arriola (chinita), Bruno Torres (la hija), Álvaro Rodríguez (negro), Sergio Soto Estrada (zanate), Fernando Barillas (Negrete), Cesia Ovando (chalequito), Amanda Valenzuela (Amandita), Elvin Molina (físico), Cristian Rodríguez (flaco), Carlos Chan (chan), Alfonso Rivera (poncho), Miguel Torres (güiro), Carlos Davila (Sandino), Miguel Salazar (hermano), Dimitri Pinto (dimax), Eduardo García (camarada Juan), Oscar Machic (machic), Edgar Armas (alero), Eduardo Esteban (sapo), Nelson Sequen (dunny), Leonel Hernández (gatio de monte), Aroldo Yoc (melyack), Antonio Molina (popsi pops), Jorge Calderón (lagarto Larry), Víctor Ariano (patojito), Miguel Muñoz (thomson), Edelmira Santos (la canche), Don José (tío José),

Gracias por su amistad, que Dios los bendiga.

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS PADRE

NAZARENO DE LA MERCED,

MI FAMILIA,

MI PATRIA GUATEMALA,

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,

FACULTAD DE AGRONOMÍA,

AGRADECIMIENTOS

Al Ingenio Magdalena, pero en especial al departamento de investigación agrícola y a su gerente Ing. Agr. Edgar Solares, por darme la oportunidad de haber realizado mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en dicha institución, y dejarme ser parte de su gran equipo de trabajo, que Dios guie su camino y le de sabiduría.

A los Ingenieros José Luis Tuchan, por su apoyo, consejos, charlas amenas y amistad a lo largo del proceso de EPS, que en lo personal las guardo con gratos recuerdos y que hoy en día los tomo como puntos de fortaleza en mi vida, al Ingeniero Werner Cruz, quien siempre estuvo dando su apoyo incondicional en trabajos de campo y oficina, así como consejos y amistad, les agradezco con todo mi corazón y que Dios derrame bendiciones en sus hogares.

A todo el personal de campo del Ingenio Magdalena, que desde el primer día mostraron su calidad de personas y capacidad para realizar los trabajos que se les planteaban, ellos son un punto primordial en los resultados obtenidos, gracias por todo.

Al Ingeniero Gerardo Espinoza de CENGICAÑA por su apoyo y asesoría en la metodología establecida en esta evaluación.

A mis asesores Ingeniero Manuel Martínez e Ingeniero Juan Herrera, por su tiempo, amistad, y dedicación, no solo en proceso de EPS, si no en los demás cursos que pude llevar con ellos, que Dios lo bendiga siempre.

A mi supervisor Ingeniero Fernando Bracamonte por su tiempo brindado en el proceso de EPS y su gran apoyo en las dedicadas revisiones, siempre estaré agradecido, Dios le dé bendiciones en su vida.

A la familia Paz Moreno, que me brindo un calor de hogar en Santa Lucia Cotzumalguapa, pero en especial a Carolina Moreno, estoy seguro que las bendiciones las recibirán al doble sus hijos. Que Dios siempre me la guarde.

ÍNDICE GENERAL

| Contenido. | Página |
|---|----------|
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN..... | 2 |
| 1.2 MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| 1.2.1 Herbicidas de contacto y sistémicos | 3 |
| 1.2.2 Herbicidas Pre-Emergentes y Post- Emergentes | 3 |
| 1.2.3 Análisis FODA | 3 |
| 1.2.4 Fortalezas..... | 3 |
| 1.2.5 Oportunidades..... | 3 |
| 1.2.6 Debilidades..... | 4 |
| 1.2.7 Amenazas | 4 |
| 1.3 MARCO REFERENCIAL..... | 4 |
| 1.3.1 Ubicación Geográfica | 4 |
| 1.3.2 Condiciones ecológicas y climáticas | 5 |
| 1.3.3 Geomorfología..... | 5 |
| 1.4 OBJETIVOS..... | 6 |
| 1.4.1 General | 6 |
| 1.4.2 Específicos..... | 6 |
| 1.5 METODOLOGÍA | 6 |
| 1.6 RESULTADOS..... | 7 |
| 1.6.1 Área de malezas del departamento de Investigación Agrícola..... | 7 |
| 1.6.2 Gerente del departamento de Investigación Agrícola..... | 9 |
| 1.6.3 Jefe de campo..... | 9 |
| 1.6.4 Investigador del área de Riegos..... | 10 |
| 1.6.5 Investigador del área de Malezas..... | 10 |
| 1.6.6 Investigador del área de Fertilidad | 11 |
| 1.6.7 Investigador del área de Productos (madurantes, inhibidores de floración) | 11 |
| 1.6.8 Jefe de variedades..... | 12 |
| 1.6.9 Investigador de variedades y semilleros | 12 |
| 1.6.10 Investigador de variedades en zona de producción (oriente, occidente, (litoral) | 13 |

| | Página |
|--|---------------|
| 1.6.11 Jefe Biomag | 13 |
| 1.6.12 Jefe del departamento de plagas | 14 |
| 1.6.13 Encargado de Plagas..... | 14 |
| 1.6.14 Encargado de laboratorio de hongo | 14 |
| 1.6.15 Encargado de invernadero..... | 14 |
| 1.6.16 Encargado de Botánica..... | 15 |
| 1.6.17 Jefe del departamento administrativo | 15 |
| 1.6.18 Secretaria..... | 15 |
| 1.6.19 Digitador..... | 15 |
| 1.6.20 Planillas..... | 16 |
| 1.6.21 Jefe Forestal | 16 |
| 1.6.22 Recursos del departamento de investigación en el área de malezas .. | 16 |
| 1.6.23 Tipos de herbicidas y orden de solubilidad en la mezcla de aplicación de herbicidas..... | 16 |
| 1.6.24 Variables de respuesta | 18 |
| 1.6.25 Porcentaje de control de la maleza según los días después de la aplicación | 18 |
| 1.6.26 Análisis de las variables de respuesta | 18 |
| 1.6.27 Herbicidas utilizados en el área de malezas del departamento de investigación del Ingenio Magdalena | 18 |
| 1.6.28 Análisis FODA del área de malezas del departamento de Investigación Agrícola del Ingenio Magdalena..... | 27 |
| 1.6.29 Planteamiento de las alternativas de solución | 28 |
| 1.7 CONCLUSIONES..... | 29 |
| 1.8 RECOMENDACIONES | 30 |
| 1.9 BIBLIOGRAFÍA..... | 31 |
| CAPÍTULO II | 33 |
| 2.1 INTRODUCCIÓN..... | 34 |
| 2.2 MARCO TEÓRICO..... | 36 |
| 2.2.1 Tipos de suelos | 36 |
| 2.2.2 Zona agroecológica..... | 37 |
| 2.2.3 Características de los suelos..... | 38 |
| 2.2.4 Zonas agroecológicas en la Costa Sur del país | 40 |

| | Página |
|---|---------------|
| 2.2.5 ZAE de la zona central del Ingenio Magdalena | 40 |
| 2.2.6 Inventario de maleza | 44 |
| 2.2.7 Importancia del reconocimiento de la distribución de las especies de maleza | 44 |
| 2.2.8 Interferencia de malezas al cultivo de la caña de azúcar | 45 |
| 2.2.9 Periodos críticos para la interferencia de malezas en el cultivo de caña de azúcar | 45 |
| 2.2.10 Periodo crítico de interferencia de malezas según el estrato | 47 |
| 2.2.11 Fitotoxicidad de herbicidas en caña de azúcar | 47 |
| 2.2.12 Distribución de la zona de muestreo para un análisis de distribución de especies de malezas | 49 |
| 2.2.13 Especies de malezas más importantes a nivel mundial | 49 |
| 2.2.14 Descripción de las principales especies de malezas en la Costa Sur según CENGICAÑA | 50 |
| 2.2.15 Factores que afectan a la población de malezas | 57 |
| 2.2.16 Mediciones de similaridad y disimilaridad | 60 |
| 2.2.17 Valores de importancia de las especies de malezas | 61 |
| 2.3 MARCO REFERENCIAL..... | 63 |
| 2.3.1 Ecología | 63 |
| 2.3.2 Condiciones Climáticas | 63 |
| 2.3.3 Precipitación pluvial..... | 63 |
| 2.3.4 Zona de vida..... | 63 |
| 2.3.5 Geomorfología..... | 64 |
| 2.4 OBJETIVOS..... | 65 |
| 2.4.1 General | 65 |
| 2.4.2 Específicos..... | 65 |
| 2.5 METODOLOGÍA | 66 |
| 2.5.1 Selección y trabajo en las fincas correspondientes a las ZAE | 66 |
| 2.5.2 Número de puntos a muestrear por lote..... | 66 |
| 2.5.3 Áreas de las ZAE evaluadas | 66 |
| 2.5.4 Manejo de los lotes | 67 |
| 2.5.5 Toma de datos y muestreo..... | 68 |
| 2.5.6 Análisis de Valor de Importancia | 69 |
| 2.5.7 Análisis de Clusters..... | 69 |
| 2.6 RESULTADOS..... | 69 |

| | Página |
|--|---------------|
| 2.6.1 Especies presentes en las ZAE evaluadas | 69 |
| 2.6.2 Valores de importancia de las especies de malezas en las ZAE | 70 |
| 2.6.3 Análisis de similitud de las especies de malezas en las ZAE | 74 |
| 2.8 RECOMENDACIONES | 78 |
| 2.9 ANEXOS | 79 |
| 2.10 BIBLIOGRAFÍA..... | 80 |
| CAPÍTULO III | 84 |
| 3.1 EVALUACIÓN DEL GRUPO QUÍMICO SULFONILUREAS PARA EL CONTROL DE <i>CYPERUS ROTUNDUS L.</i> (coyolío) EN LA FINCA SAN FRANCISCO DEL INGENIO MAGDALENA..... | 85 |
| 3.1.1 Introducción..... | 85 |
| 3.1.2 Objetivos | 87 |
| 3.1.3 Marco teórico..... | 87 |
| 3.1.4 Marco referencial..... | 89 |
| 3.1.5 Metodología..... | 89 |
| 3.1.6 Resultados y discusión de la evaluación..... | 91 |
| 3.1.7 Conclusiones..... | 94 |
| 3.1.8 Anexos | 94 |
| 3.1.9 Bibliografía | 96 |
| 3.2 EVALUACIÓN DE SIETE MOLÉCULAS POST-EMERGENTES PARA EL CONTROL DE MALEZA DE HOJA ANCHA EN LA FINCA BUGANVILIA INGENIO MAGDALENA | 97 |
| 3.2.1 Introducción..... | 97 |
| 3.2.2 Objetivos | 98 |
| 3.2.3 Marco teórico..... | 98 |
| 3.2.4 Marco referencial..... | 105 |
| 3.2.5 Metodología..... | 106 |
| 3.2.6 Resultados | 107 |
| 3.2.7 Conclusiones..... | 109 |
| 3.2.8 Recomendaciones..... | 109 |
| 3.2.9 Anexos | 110 |
| 3.2.10 Bibliografía | 112 |

| | |
|--|-----|
| 3.3 EVALUACIÓN DE TRASH MINERAL (TIERRA) EN DOS SISTEMAS DE OPERACIÓN DEL INGENIO MAGDALENA E INGENIO LA UNIÓN, CON TRES TIPOS DE APILADORES EN FINCA LAS PALMAS DEL INGENIO LA UNIÓN | |
| | 114 |
| 3.3.1 Introducción..... | 114 |
| 3.3.2 Objetivo..... | 116 |
| 3.3.3 Marco teórico..... | 116 |
| 3.3.4 Marco referencial..... | 127 |
| 3.3.5 Metodología..... | 128 |
| 3.3.6 Resultados de la evaluación de Trash mineral..... | 129 |
| 3.3.7 Conclusiones..... | 133 |
| 3.3.8 Recomendaciones..... | 134 |
| 3.3.9 Anexos | 134 |
| 3.3.10 Bibliografía | 138 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Página |
|---|--------|
| 1. Ubicación del Departamento de investigación agrícola en el Ingenio Magdalena | 4 |
| 2. Estructura organizacional del departamento de investigación agrícola del Ingenio Magdalena. | 8 |
| 3. Mapa de las zonas agroecológicas del área cañera de la Costa Sur de Guatemala | 43 |
| 4. Interferencia de las malezas con respecto al cultivo de la caña de azúcar | 47 |
| 5. Manejo óptimo de la aplicación de herbicidas | 49 |
| 6. Protección de puntos antes de aplicación | 67 |
| 7. Identificación del área experimental | 68 |
| 8. Distribución de puntos en la zona a evaluar | 68 |
| 9. Dendrograma de Jaccard de las especies de malezas en las ZAE | 75 |
| 10. Mecanismo de acción del grupo de moléculas de las Sulfonilureas | 88 |
| 11. Ubicación de la evaluación en la Finca San Francisco coordenadas UTM X: 702345 Y: 1544971 | 91 |
| 12. Porcentaje de brotación de tubérculos de <i>Cyperus rotundus</i> L. | 93 |
| 13. Estructura de la molécula CONVEY 33.6 SL (Topramezone) | 99 |
| 14. Estructura de la molécula HEAT 70 WG (Saflufenacil) | 100 |
| 15. Estructura de la molécula Picloram | 101 |
| 16. Estructura de la molécula Fluroxipir | 102 |
| 17. Estructura de la molécula Amicarbazone | 103 |
| 18. Estructura de la molécula Diuron 80 WP | 103 |
| 19. Estructura de la molécula Velpar 75 WG (Hexazinona) | 104 |
| 20. Estructura de la molécula Ácido 2,4-dichlorofenoxiacético | 105 |
| 21. Ubicación del área de evaluación finca buganvilia lote 110113 Pante 37. ... | 106 |
| 22. Alzadora utilizada en el proceso de alce de caña de azúcar | 117 |
| 23. Dimensiones de un apilador tipo trineo en pulgadas | 118 |
| 24. Llanta de soporte del apilador tipo trineo | 118 |
| 25. Apilador tipo convencional | 118 |
| 26. Machete australiano | 122 |
| 27. Diseño de una cosechadora mecánica de caña de azúcar | 124 |

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro Página

| | |
|--|-----|
| 1. Orden de solubilidad en la mezcla de aplicación..... | 17 |
| 2. Características de los grupos del isobalance de la región cañera de Guatemala | 38 |
| 3. Grupos de suelo del estudio semi detallado | 39 |
| 4. Numeración de las Zonas agroecológicas (ZAE) existentes en la costa sur de acuerdo al grupo de suelo y grupo isobalance. | 40 |
| 5. Características de las ZAE de la zona central del Ingenio Magdalena..... | 41 |
| 6. Especies de malezas de mayor importancia en la Costa Sur de Guatemala. ... | 50 |
| 7. Área evaluada según la ZAE..... | 67 |
| 8. Especies de malezas determinadas en las ZAE | 69 |
| 9. Especies de malezas con los valores de importancia más altos | 72 |
| 10. Valor de importancia de las especies de malezas por ZAE..... | 73 |
| 11. Características eco-taxonómicas de las especies de malezas..... | 76 |
| 12. Matriz del análisis de similitud y disimilitud en las ZAE evaluadas..... | 79 |
| 13. Tratamientos utilizados en la evaluación del grupo químico Sulfonilureas..... | 90 |
| 14. Prueba de medias del porcentaje de control a los DDA. | 91 |
| 15. Porcentaje de control de la interacción de los tratamientos y los DDA..... | 92 |
| 16. Resumen de Varianza del porcentaje de control. | 94 |
| 17. Costo de mezcla según los tratamientos a los DDA..... | 95 |
| 18. Prueba de medias del porcentaje de control por tratamiento | 95 |
| 19. Prueba de medias del porcentaje de control según los DDA | 95 |
| 20. Herbicidas y dosis de la evaluación de moléculas | 107 |
| 21. Porcentaje de control de especies de maleza a los DDA..... | 108 |
| 22. Porcentaje de control de los tratamientos | 108 |
| 23. Resumen del análisis de varianza de porcentaje de control..... | 110 |
| 24. Costos de mezcla por hectárea y DDA..... | 110 |
| 25. Porcentaje de control según los tratamientos..... | 111 |
| 26. Cuantificación de la contaminación por emisiones atmosféricas..... | 121 |
| 27. Diferencias entre el corte mecanizado y corte manual | 125 |
| 28. Tratamientos de la evaluación de Trash Mineral (Tierra). | 128 |
| 29. Descripción de campo de la evaluación de Trash mineral | 129 |
| 30. Pesos con un apilador convencional con ambos sistemas de operación | 130 |
| 31. Contrastes de los Pesos totales de componentes..... | 131 |
| 32. Contrastes de los pesos y porcentajes de Trash mineral | 132 |
| 33. Operación del Ingenio Magdalena e Ingenio La Unión con un apilador tipo Convencional del Ingenio Magdalena | 134 |

| | |
|---|-----|
| 34. Operación del ingenio Magdalena e Ingenio La Unión con un apilador tipo Trineo del Ingenio Magdalena..... | 134 |
| 35. Operación del ingenio Magdalena e Ingenio La Unión con un apilador tipo Trineo del Ingenio La Unión. | 134 |
| 36. Análisis de varianza de contrastes del peso total de los componentes | 135 |
| 37. Nivel de significancia de los contrastes del peso total de los componentes.. | 135 |
| 38. Análisis de varianza de contrastes del porcentaje de Trash mineral | 136 |
| 39. Nivel de significancia de los contrastes del porcentaje de Trash mineral..... | 136 |
| 40. Análisis de varianza de contrastes del peso de Trash mineral | 137 |
| 41. Nivel de significancia de los contrastes del peso de Trash mineral..... | 137 |

RESUMEN GENERAL

El Capítulo I presenta el diagnóstico del área de malezas del departamento de Investigación Agrícola del Ingenio Magdalena. La finalidad del área de malezas es conocer las distintas especies arvenses, realizar evaluaciones de moléculas de herbicidas paragenerar opciones en el control de estas plantas fuera de lugar. El área de malezas del departamento de Investigación Agrícola, cuenta con personal capacitado y recursos necesarios para la realización de las evaluaciones.

Las moléculas de herbicidas utilizadas en las evaluaciones, se pueden agrupar en: herbicidas de alta residualidad, herbicidas pre-emergentes más ametrina, herbicidas nuevos pre-emergentes, herbicidas post-emergentes tempranos, herbicidas post-emergentes tardíos.

Con la realización de un análisis FODA se determinó la situación actual y se plantearon las alternativas; definir áreas específicas en las fincas para investigación de moléculas de herbicidas (el área debe de ser rotada), coordinar de forma directa con los encargados de área, entrega de informes del seguimiento de los ensayos, delimitar claramente las áreas donde se realizan algunas evaluaciones, obtención de equipo de protección para las aplicaciones de herbicidas y capacitar el personal de campo.

El Capítulo II se basó en la realización de la investigación, el cual consistió en conocer la distribución de las especies de malezas existentes en las zonas agroecológicas de la administración central del Ingenio Magdalena, una zona agroecológica está definida por el estudio semi detallado de suelos de la costa sur y el balance hídrico existente del área.

La distribución de las especies de malezas, se analizó mediante el cálculo de valores de importancia de las especies de malezas, análisis de similitudes de las especies en las zonas evaluadas. Siendo las especies *Cyperus rotundus* L y

Rottboellia conchinchinensis L, las que se presentaron en la mayoría de las áreas evaluadas y los valores de importancia más altos, en el estudio de similitudes se determinó que las zonas agroecológicas influyen a la distribución de las especies de malezas que puedan existir en las áreas de cultivo.

El capítulo III presenta 3 proyectos de investigación como servicios, el primero la evaluación del grupo químico de las sulfonilureas para un control de *Cyperus rotundus* L, que mediante el porcentaje de control y los porcentajes de brotación de los tubérculos tratados se buscó la mejor molécula de herbicida, siendo estas Krismat 75 WG 2000 g más 2-4D SL 1,500 cc, seguida por Sempra 75 WG 100 g más 2-4D SL 400 cc y Sempra 75 WG 120 g, los que presentaron porcentajes de control arriba de un 80 por ciento hasta los 30 días después de su aplicación. Según CENGICAÑA los porcentajes que sean iguales o mayores a un 80 por ciento son considerados óptimos. A nivel de los porcentajes de brotación de los tubérculos tratados no existió diferencia alguna y siempre hubo brotación, aunque por efecto de las moléculas de herbicidas, las plantas que lograron brotar presentaron deformaciones en los crecimientos.

El segundo fue la evaluación de moléculas de herbicidas para el control de malezas de hoja ancha, a la edad de 35 días después de la siembra, mediante el porcentaje de control de las especies de malezas. Se buscó las moléculas que obtuvieron igual o arriba de un 80 por ciento de control hacia las especies arvenses, las cuales fueron: Amicarbazone 70 WP, seguido por Diuron 80 WP más Velpar 75 WG, luego Diuron 80 WP más Velpar 75 WG más 2-4D SL y el último Convey 33.6 SL

El tercero consistió en la evaluación de los sistemas de operación de alce de caña del Ingenio Magdalena e Ingenio La Unión, con apiladores tipo convencional y trineo. Para conocer los niveles de Trash mineral (tierra) y peso total de las uñadas que estos aportan en los procesos de alce.

Mediante el análisis de varianza con contrastes a un grado de libertad de las variables antes mencionadas, se efectuó el análisis de los sistemas de operación de ambos ingenios, donde los niveles más altos de peso totales de componentes, peso y porcentaje de Trash mineral fueron aportados por el Ingenio Magdalena. El sistema de alce del Ingenio Magdalena está estrechamente relacionado a procesos de operación más rápidos, observado mediante una toma general de tiempos, distancia recorrida, revoluciones por minuto por cada sistema de operación.



CAPÍTULO I

ÁREA DE MALEZAS DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
AGRÍCOLA DEL INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA,
ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

1.1 INTRODUCCIÓN

El Ingenio Magdalena S.A. es en Guatemala, una de las mayores empresas productoras caña de azúcar (*Saccharum sp*). Llegando a cultivar alrededor 57,092.41 hectáreas distribuidas de Escuintla a Retalhuleu, con rendimientos de 113.56 toneladas por hectárea (GT. 2012. Informe de producción cosecha 2,011–2,012).

El Ingenio Magdalena S.A. cuenta con una organización agrícola, conformada por los departamentos de campo, ingeniería e investigación agrícola, este último se encarga de realizar evaluaciones en las áreas de cultivo, para lo cual se conforma en divisiones y estas a su vez en áreas. Las divisiones son: División Agrícola, área de riegos, fertilidad, productos, malezas; División de variedades, semilleros, Investigadores de variedades de las zonas Oriente, Occidente, Litoral; División Biomag, áreas de plagas, producción de hongo *Metarhizium*, invernaderos, área de botánica.

Mediante consultas bibliográficas, entrevistas y observaciones de campo se llegó a conocer la situación actual del área de malezas del departamento de Investigación agrícola y como se realizan las evaluaciones relacionadas al control de las especies de malezas en caña de azúcar.

El área de maleza está conformado por una estructura con funciones definidas, y cuenta con moléculas de herbicidas de actualidad, en donde utilizan como principales variables de respuesta: porcentaje de control que ejercen las moléculas sobre las especies arvenses y los posibles daños fitotoxicológicos hacia el cultivo.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 Herbicidas de contacto y sistémicos

Los herbicidas de contacto son aquellos que no se traslocan por el floema por lo que solo afecta a las zonas de las plantas sobre el que caen (Espinoza, G. 2012). Los herbicidas sistémicos se aplican sobre la planta, se absorbe y al ser traslocado a otras zonas de la planta a través del floema puede afectar a zonas de ella sobre las que el producto no cayó al tratarla (Espinoza, G. 2012).

1.2.2 Herbicidas Pre-Emergentes y Post- Emergentes

Los herbicidas Pre-emergentes son aquellos que se aplican antes de la emergencia de la especie de la maleza llegando a impedir que la semilla germine (Espinoza, G. 2012).

Los herbicidas Post-emergentes son aquellos que se aplican cuando la especie de maleza ya esta emergida (Espinoza, G. 2012).

1.2.3 Análisis FODA

Es una herramienta de planificación que permite a los miembros de una institución expresar su percepción sobre la misma, permitiéndole conocer la situación y así formular un plan de desarrollo.

1.2.4 Fortalezas

Esta es la parte positiva de una organización, están referidas a todas aquellas variables dentro de la empresa que tienen un control, las cuales podrían llegarse a convertir en grandes ventajas para el departamento (Natareno, J. 2008).

1.2.5 Oportunidades

Se generan en un ambiente externo donde la organización no tiene un control directo de las variables, sin embargo son elementos que por su relación directa o indirecta pueden afectar positivamente a su desempeño (Natareno, J. 2008.).

1.2.6 Debilidades

Son aquellos factores internos que provocan una situación desfavorable en comparación a otros departamentos (Natareno, J. 2008).

1.2.7 Amenazas

Estas provienen prácticamente del entorno del departamento y que puedan llegar a perjudicar y atentar contra la permanencia del mismo (Natareno, J. 2008.).

1.3 MARCO REFERENCIAL

1.3.1 Ubicación Geográfica

El Ingenio Magdalena S.A. se encuentra localizado en los terrenos de la finca Buganvilia como se muestra en la figura 1, en el municipio de La Democracia, del departamento de Escuintla. Su acceso es por la ruta del municipio La Democracia al municipio de La Gomera, al llegar al kilómetro 99.5, se desvía 7 kilómetros de terracería y luego se encuentran las instalaciones del Ingenio. Colinda al Norte con finca Santa Marta y Los Amigos, al Sur con la finca Santa Ricarda, al Este con el Rio Achiguate, y al Oeste a la finca San Patricio. La finca Buganvilia tiene un área total de 1,315.77 hectáreas (Orozco, H *et al.* 1995).



Figura 1. Ubicación del Departamento de investigación agrícola en el Ingenio Magdalena.

Fuente: Google Eart (2,012) (Escala 1:47,000)

1.3.2 Condiciones ecológicas y climáticas

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdrige, la finca Bugarvilia, se encuentra dentro de la zona de vida subtropical cálida. Caracterizada por una precipitación que va de 2000 a 4000 mm anuales, ubicada en la cuenca del río Achiguate de la vertiente del Pacífico (Orozco, 1995). Las características climáticas de la región contemplan una temperatura media anual de 28 °C (INSIVUMEH, 2004).

1.3.3 Geomorfología

Los suelos han evolucionado a partir de sedimentos aluviales de origen volcánico, en la cual predominan arenas de diferentes granulometrías, además de la presencia de lentes de gravillas. Los materiales han sido sedimentados intermitentemente y con dinámica fluvial diferente, se pueden encontrar horizontes A que fueron sepultados anteriormente (CENGICAÑA 1996).

Los suelos de la región, pertenecen a los suelos del litoral del Pacífico, los cuales son suelos arenosos bien drenados de la serie de suelos Mollisoles y Andisoles (CENGICAÑA 1996).

Los suelos Mollisoles están asociados con los suelos Andisoles, estos se distinguen por su buen drenaje, textura franca o más gruesa y por sus subsuelos cafés. El suelo superficial, a una profundidad aproximada de 35 centímetros, es franco, de café oscuro a café muy oscuro. El contenido de materia orgánica es alrededor del 5 al 10 por ciento. La estructura es granular fina poca desarrollada y la reacción es neutra (CENGICAÑA, 1996).

Los suelos Andisoles son muy superficiales, posee una profundidad alrededor de 40 centímetros, es franco arcilloso suave, gris muy oscuro a gris oscuro. Es plástico cuando está húmedo. La estructura granular está mal desarrollada. La reacción es neutra o casi neutra (CENGICAÑA, 1996).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

Diagnosticar el área de maleza del departamento de Investigación agrícola del Ingenio Magdalena.

1.4.2 Específicos

- Describir la estructura del departamento de Investigación y función.
- Describir el equipo y moléculas de herbicidas utilizadas en las evaluaciones.
- Identificar las variables de respuesta utilizadas en las evaluaciones.
- Identificar la problemática y plantear alternativas de solución.

1.5 METODOLOGÍA

Para la elaboración del diagnóstico se utilizaron procedimientos como la revisión de literatura, observación de las actividades del área de malezas, el equipo disponible para las evaluaciones así como del personal, a ello se realizó una evaluación FODA como herramienta de planificación. El análisis fue visual y de criterio a las condiciones existentes, donde se busco proponer acciones para ser implementadas.

1.6 RESULTADOS

1.6.1 Área de malezas del departamento de Investigación Agrícola

El área de maleza tiene como objetivo la implementación de proyectos de control de especies arvenses dentro del cultivo de la caña de azúcar concentrado en:

1. Reconocer las especies de maleza existentes en las áreas de cultivo y proponer planificaciones de control.
2. Establecer evaluaciones de moléculas de herbicidas.
3. Generar bases de datos recopilada en campo para realizar sus análisis e interpretación.
4. Conocer los mecanismos y modos de acción de las moléculas de herbicidas utilizados.
5. Mejorar la eficiencia de la aplicación de moléculas de herbicidas.
6. Proponer nuevos métodos de control de malezas y hacer uso eficiente de los recursos disponibles.

Para el cumplimiento de sus objetivos el departamento de investigación agrícola del Ingenio Magdalena cuenta con una estructura organizacional presentada en la figura 2.

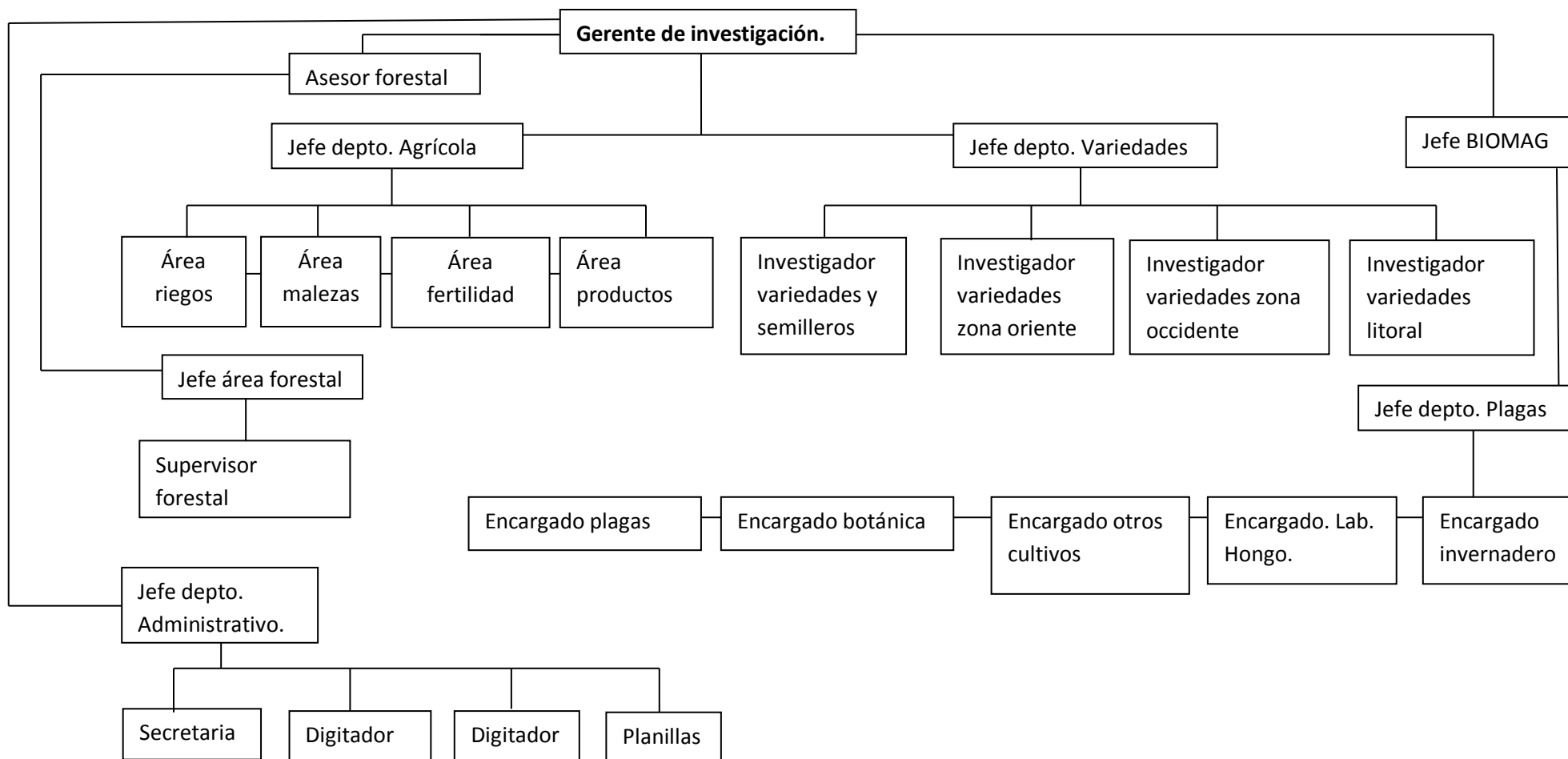


Figura 2. Estructura organizacional del departamento de investigación agrícola del Ingenio Magdalena.

1.6.2 Gerente del departamento de Investigación Agrícola

Función: Administrar los recursos y elaborar presupuestos para cumplir con el plan operativo del departamento. Responder ante la gerencia de las evaluaciones y resultados obtenidos cuando se le solicite.

Metodología de trabajo

- A. Analizar las propuestas de proyectos aportadas por las divisiones de investigación.
- B. Reunirse con el equipo de trabajo (jefes de cada división) para evaluar el desarrollo de los proyectos.
- C. Presentar ante la gerencia agrícola el avance de proyectos de investigación agrícola cuando se le soliciten.

1.6.3 Jefe de campo

Función: Implementar evaluaciones en las áreas: riegos, malezas, fertilidad, productos (aplicaciones aéreas) en el ciclo del cultivo, así mismo planificar, coordinar las evaluaciones que se asignan a cada finca, dando un asesoramiento a cada asistente durante el proceso de cálculos, diseños y ejecución de proyectos de evaluación.

Metodología de trabajo

- A. Presentar informes de avance de los proyectos en las áreas de riegos, malezas, fertilidad, productos (aplicaciones aéreas) al gerente de investigación agrícola.
- B. Revisar y aprobar presupuestos sobre las evaluaciones en las áreas de riegos, malezas, fertilidad, productos (aplicaciones aéreas).
- C. Supervisión y asesoría en las evaluaciones de campo.

1.6.4 Investigador del área de Riegos

Función: Ejecutar en las fincas del Ingenio Magdalena, evaluaciones con los diferentes sistemas de riego existentes.

Metodología de trabajo:

- A. Realizar visitas de campo con administrador o donde se esté estableciendo el ensayo.
- B. Realizar cálculo y diseño de las evaluaciones de riegos.
- C. Elaboración semanal de avance de los proyectos.
- D. Gestionar la instalación del equipo de riego en las evaluaciones.

1.6.5 Investigador del área de Malezas

Función: Evaluar las diferentes moléculas de herbicidas para el control de las especies de malezas en las fincas del Ingenio Magdalena.

Metodología de trabajo

- A. Realizar cálculos, y plantear las evaluaciones para el control de malezas.
- B. Realizar muestreos y generar bases de datos en el área donde se estableció la evaluación de moléculas de herbicidas.
- C. Determinar los porcentajes de control de cada una de las evaluaciones de herbicidas.
- D. Elaboración semanal de avance de los proyectos.
- E. Gestionar la calidad de aplicación de herbicida así como el equipo a utilizar.

1.6.6 Investigador del área de Fertilidad

Función: Instalar en las fincas del Ingenio Magdalena, evaluaciones de fertilidad vegetal en las áreas de producción.

Metodología de trabajo

- A. Realizar cálculos de las evaluaciones de fertilidad en caña de azúcar.
- B. Generar bases de datos en el área donde se estableció la evaluación.
- C. Determinar por medio de muestreo biométricos las características observadas por cada uno de los tratamientos.
- D. Elaboración semanal de avance de los proyectos.
- E. Llevar a cosecha los ensayos para aportar la última cuantificación de los tratamientos evaluados.

1.6.7 Investigador del área de Productos (madurantes, inhibidores de floración)

Función: Implementar evaluaciones de madurantes tipo herbicida y no herbicida e inhibidores de floración en las fincas del Ingenio Magdalena.

Metodología de trabajo

- A. Realizar las aplicaciones de madurantes e inhibidores de floración para su evaluación.
- B. Realizar muestreos y generar bases de datos en el área donde se estableció la evaluación.
- C. Coordinar las aplicaciones aéreas y determinar la calidad de la aplicación y del equipo.
- D. Determinar por medio de muestreo biométricos las características observadas por cada uno de los tratamientos.

- E. Elaboración semanal de avance de los proyectos.
- F. Llevar a cosecha los ensayos para analizar sus rendimientos (TCH).

1.6.8 Jefe de variedades

Función: Realizar una distribución y re ubicación varietal según las características de la zona y la misma variedad. Planificar el corte óptimo y adecuado de los semilleros, transporte y entrega de la semilla en las fincas del Ingenio Magdalena y así mismo gestionar la ejecución de evaluaciones a nivel de variedad de caña de azúcar.

Metodología de trabajo

- A. Realizar la re ubicación y distribución de varietal en las zonas de producción.
- B. Asignar fechas óptimas para corte y transporte de semillas de caña.
- C. Realizar presupuesto para evaluaciones a nivel de varietal.
- D. Coordinar con los investigadores de variedades según sus zonas evaluaciones a realizar y análisis de los resultados obtenidos.

1.6.9 Investigador de variedades y semilleros

Función: Darle manejo a los semilleros establecidos en el Ingenio Magdalena.

Metodología de trabajo

- A. Coordinar corte y transporte de semilla hacia las áreas que la necesiten.
- B. Selección y manejo de semilla oprima para su siembra.
- C. Coordinar fecha y edad adecuada para realizar el corte de semilla.
- D. Elaboración semanal de avance de los proyectos.

1.6.10 Investigador de variedades en zona de producción (oriente, occidente, litoral)

Función: Realizar evaluaciones, diagnósticos, distribuciones varietales en las áreas de producción del Ingenio Magdalena.

Metodología de trabajo

- A. Coordinar la distribución varietal en la zona de producción.
- B. Brindar asesorías con inconvenientes según las variedades de caña utilizadas.
- C. Realizar evaluaciones por tipo de variedad.
- D. Elaboración semanal de avance de los proyectos.

1.6.11 Jefe Biomag

Función: Generar material vegetativo óptimo a las condiciones existentes en campo en base al laboratorio de tejidos y aportar controles a plagas con énfasis de control Biológico en el laboratorio de producción de hongo *Metarhizium*.

Metodología de trabajo

- A. Realizar cultivos de tejidos en el laboratorio y aportar nuevas plántulas a los campos de producción.
- B. Realizar presupuesto para evaluaciones a nivel de cultivo de tejidos y aplicaciones de *Metarhizium*.
- C. Coordinar la obtención de materia prima de calidad para la creación de *Metarhizium*.
- D. Coordinar con los investigadores de plagas evaluaciones de porcentaje de control con el hongo *Metarhizium*.

1.6.12 Jefe del departamento de plagas

Función: Coordinar evaluaciones, diagnosticar sobre las plagas en las áreas de cultivo.

Metodología de trabajo

- A. Coordinar evaluaciones para el control de plagas.
- B. Coordinar las aplicaciones del hongo *Metarhizium*.

1.6.13 Encargado de Plagas

Función: Realizar evaluaciones, analizar e interpretar resultados para el control de plagas en las áreas de cultivo.

Metodología de trabajo

- A. Realizar evaluaciones para el control de plagas.
- B. Analizar e interpretar resultados.
- C. Realizar aplicaciones del hongo *Metarhizium*.

1.6.14 Encargado de laboratorio de hongo

Función: Creación de material con la cepa del hongo *Metarhizium* para la distribución en las áreas de cultivo y evaluaciones.

Metodología de trabajo

- A. Incorporación de material con la cepa *Metarhizium* a evaluaciones y área comercial.
- B. Coordinación con las áreas necesitadas de material óptimo para las aplicaciones del mismo.

1.6.15 Encargado de invernadero

Función: Supervisar las actividades de aclimatación de plántulas nuevas de laboratorio, orquídeas, así como la obtención de meristemos de variedades de caña para laboratorio.

Metodología de trabajo

- A. Realizar procesos de aclimatación de las plántulas listas para salir al campo.
- B. A climatización de la producción de orquídeas.
- C. Producción de orquídeas.

1.6.16 Encargado de Botánica

Función: Dar manejo a la producción de orquídeas y plantas ornamentales.

Metodología de trabajo

- A. Realizar las prácticas que requiere la producción de orquídeas y plantas ornamentales.

1.6.17 Jefe del departamento administrativo

Función: Coordinar y aportar una base de datos general de todas las divisiones, donde se incluye las evaluaciones a realizar e insumos.

Metodología de trabajo

- A. Generar base de datos de las divisiones sobre las evaluaciones e insumos que cada una necesite.

1.6.18 Secretaria

Función: Dar asistencia a el gerente de Investigación agrícola y al jefe de departamento administrativo.

Metodología de trabajo

- A. Atender a las necesidades exigidas por gerencia y el sector administrativo.

1.6.19 Digitador

Función: Dar asistencia a los investigadores a generar las bases de datos para su análisis.

Metodología

- A. Generar base de datos de todas las evaluaciones.

1.6.20 Planillas

Función: Coordinar y llevar un registro del personal de campo.

Metodología

- A. Por área de investigación, generar registros del personal existente.

1.6.21 Jefe Forestal

Función: Darle manejo forestal a la producción de Teca (*teutona grandis L*).

Metodología de trabajo

- A. Manejo del cultivo de Teca con asesoría de un asesor forestal.
- B. Coordinación con los técnicos forestales para darle manejos de poda, a la producción forestal.
- C. Coordinar la línea de comercialización de madera de Teca para usos industriales.

1.6.22 Recursos del departamento de investigación en el área de malezas

Los recursos e insumos disponibles para la realización e implementación de evaluaciones de moléculas de herbicidas en las fincas del Ingenio Magdalena son: vehículos tipo pick ups, motocicletas, equipo de oficina ubicadas en las oficinas 400, radios comunicadores, recurso humano, sistemas de posicionamiento global, bodegas de insumos para investigación, moléculas para la realización de ensayos de control de especies de malezas, bombas de mochila para aplicación de moléculas, boquillas para aplicación.

1.6.23 Tipos de herbicidas y orden de solubilidad en la mezcla de aplicación de herbicidas

Las moléculas de herbicidas usadas se pueden agrupar:

- Herbicidas de alta Residualidad.

- Herbicidas Pre - Emergentes más Ametrina.
- Herbicidas nuevos Pre – Emergentes.
- Herbicidas Post – Emergentes tempranos.
- Herbicidas Post – Emergentes Tardíos.

El orden de solubilidad en la mezcla de herbicidas se resume en el cuadro 1.

Cuadro 1. Orden de solubilidad en la mezcla de aplicación.

Fuente CENGICAÑA 2012

| FORMULACION | CODIGO | ORDEN DE MEZCLA |
|--|------------|---|
| Suspensión concentrada | SC | productos insolubles primeros en la mezcla |
| Granulado | GR | |
| Granulo fino o tableta dispersable | WG | |
| Granulo o tableta soluble | SG | |
| Gránulos encapsulados | CG | |
| Polvo mojable | WP | |
| Polvo soluble en aceite | OP+ | |
| Granulado fumígeno | FW | |
| Suspensión en capsulas | CS | |
| Concentrado emulsionable | EC | |
| Concentrado polifásico miscible en aceite | DF | |
| Emulsión aceite en agua | EW | |
| Emulsión agua en aceite | EO | |
| Polvo soluble | SP | Productos solubles terceros en la mezcla. |
| Concentrado soluble | SL | |

1.6.24 Variables de respuesta

Las variables de respuesta en las evaluaciones utilizadas para las investigaciones relacionadas con el control de malezas son:

1.6.24.1 Control de daño hacia el cultivo (Fitotoxicidad)

Daño que puede surgir luego de la aplicación del herbicida a la variedad de caña en los campos de producción, esta se evalúa de forma visual.

1.6.25 Porcentaje de control de la maleza según los días después de la aplicación

Es decir cuántos días se reduce la presión de la maleza hacia el cultivo de la caña de azúcar, y si estos están arriba de un 80 por ciento según CENGICAÑA son considerados óptimos.

1.6.26 Análisis de las variables de respuesta

Cada una de las variables de respuesta es analizada por medio de análisis de varianza y si existe significancia estadística se realizan pruebas de medias siendo estas Lsd Fisher o Tuckey.

1.6.27 Herbicidas utilizados en el área de malezas del departamento de investigación del Ingenio Magdalena

Ingrediente activo: Amina 2, 4, D ácidos fenoxicarboxílicos

Nombre comercial: 2, 4, D SI, Baton 80 SI.

Modo y mecanismo de acción: Es muy bien absorbido por las raíces, se traslocan y acumulan en las zonas meristemáticas (Espinoza, G. 2012), interfieren en la síntesis de ácidos nucleicos, controlando la síntesis proteica en diferentes etapas, afectando la regulación de ADN durante la formación de ARN, se pierde el control

del crecimiento por atrofia o malformación de los haces vasculares (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Amaranthusviridis*, *Bidens pilosa*, *Commelina diffusa*, *Croton lobatus*, *Cyperus flavus*, *Cyperus rotundus*, *Euphorbia hirta*, *Ipomoea triloba*, *Kallstroemia máxima* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Glifosato

Nombre comercial: Roundop max SL, Ataque SL, Touchdown forte SL

Modo y mecanismo de acción: Acción sistémica, siendo absorbido por hojas y tallos verdes, y traslocado hacia las raíces y órganos vegetativos subterráneos, ocasionando la muerte total de las malezas emergidas (Espinoza, G. 2012). Afecta la síntesis de proteína, la formación devitamina, ligninas, alcaloides y fenoles, los cuales se sustituyen en el citoplasma para trasladarse al cloroplasto. El glifosato inhibe la enzima EPSP (ácido-5-enolpiribil chiquímico, 3 fosfato sintetasa) inhibe la síntesis de aminoácidos como triptofano, tirosina y fenilolamina (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Brachiaria mutica*, *Commelina diffusa*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus flavus*, *Cyperus odoratus*, *Cyperus rotundus*, *Echinochloa colunum*, *Panicum maximun*, *Sorghum halepense*, *Tinantia erecta* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Ametrina, Ametrina, Triazina

Nombre comercial: Ametrina 50 SC, Ametrex 80 WG, Gesapax 50 SC

Modo y Mecanismo 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). Inhiben el proceso fotosintético interfiriendo en la

reacción de Hill, en el transporte de electrones en el fotosistema I ó II (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Amaranthus spinosus*, *Anagallis arvensis*, *Bidens pilosa*, *Croton lobatus*, *Euphorbia hirta*, *Ipomoea nil*, *Kallstroemia máxima*, *Melampodium divaricatum* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Diuron.

Nombre comercial: Diuron 80 WP, Karmex 80 WG

Modo y mecanismo 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). Inhiben el proceso fotosintético interfiriendo en la reacción de Hill, en el transporte de electrones en el fotosistema I ó II (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: En pre emergencia: *Croton lobatus*, *Echinochloa colonum*, *Euphorbia hirta*, *Leptochloa filiformis*.

En post emergencia: *Bidens pilosa*, *Ipomoea nil*, *Kallstroemia máxima*, *Panicum maximum*, *Portulaca oleracea* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Terbutrina.

Nombre comercial: Igran 500 SC, Terbutrina 50 SC.

Modo y mecanismo 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). Inhiben el proceso fotosintético interfiriendo en la reacción de Hill, en el transporte de electrones en el fotosistema I ó II (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Bidens pilosa*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colonum*, *Ixophorus unisetus*, *Panicum fasciculatum*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Leptochloa filiformis*, *Melanthera nivea*, *Cyperus flavus*, *Cyperus odoratus*, *Oxalis neaei*, *Portulaca oleracea*, *Sida rhombifolia* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Pendimentalina.

Nombre comercial: Prowl 50 EC.

Modo y mecanismo de acción: Se basa en la inhibición de la división celular, por lo que afecta decisivamente a los meristemos de crecimiento del tallo y la raíz, impidiendo el desarrollo de la planta (Espinoza, G. 2012). 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 microtúbulos, y el crecimiento cesa por no darse una adecuada división celular, en otras palabras se interrumpe la mitosis (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colonum*, *Eleusine indica*, *Ixophorus unisetus*, *Leptochloa filiformis*, *Rottboellia conchinchinensis* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Hexazinona mas Diuron, Hexazinona.

Nombre comercial: Velpar k 60 WP, Velpar 75 WG

Modo y mecanismo 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). Inhiben el proceso fotosintético interfiriendo en la reacción de Hill, en el transporte de electrones en el fotosistema I ó II (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Bidens pilosa*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colonum*, *Ixophorus unisetus*, *Panicum fasciculatum*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Leptochloa filiformis*, *Melanthera nivea*, *Cyperus flavus*, *Cyperus odoratus*, *Oxalis neaei*, *Portulaca oleracea*, *Sida rhombifolia* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Acetoclor

Nombre comercial: Harness 90 EC.

Modo y mecanismo de acción: 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, G. 2012). Son inhibidores generales del crecimiento al afectar el metabolismo de los lípidos, la síntesis de proteínas y la formación de ceras de la cutícula (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Sonchus oleraceus*, *Polygonum aviculare*, *Raphanus sativus*, *Digitaria sanguinalis*, *Croton lobatus*, *Echinochloa colonum*, *Portulaca oleracea*, *Richardia scabra*, *Leptochloa filiformis*, *Rottboellia cochinchinensis* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Imazapir, Imazapic, Imazapir más Imazapic

Nombre comercial: Arsenal 24 EC, Plateau 24 EC, Mayoral 350 SL

Modo y mecanismo de acción: Son de absorción foliar y radical son rápidamente transportados por la planta, tanto vía xilema como floema, con acumulo en las regiones meristemáticas. Afectan la síntesis de proteínas, aminoácidos de cadena ramificada (isoleucina, leucina y valina) (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Croton lobatus*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria Sanguinalis*, *Echinochloa colonum*, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea nil*, *Leptochloa filiformis*, *Melampodium divaricatum* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Isoxaflutole

Nombre comercial: Merlin 75 wg

Modo y mecanismo de acción: Es absorbido por la planta a través de raíces, y transportado por el xilema a los puntos de crecimiento. Pasa de Diketonitrilo a Ácido Benzoico, por proceso de decarboxilación en la célula de los tejidos meristemáticos. Esta última estructura química del herbicida inhibe la acción de la enzima 4-HydroxyPhenyl Pyruvato Dioxygenasa (HPPD), que interviene en la síntesis de pigmentos carotenoides, encargados de proteger la clorofila durante el proceso de fotosíntesis (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Amaranthus spinosus*, *Amaranthus viridis*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colonum*, *Eleusine indica*, *Portulaca oleracea*, *Rottboellia cochinchinensis* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Halosulfuron metil, Ethoxisulfuron, Trifloxisulfuron.

Nombre comercial: Sempra 75 WG, Skol 60 WG, Krismat 75 WG.

Modo y mecanismo de acción: Entra a la planta vía foliar, principalmente en las hojas jóvenes, donde existe mayor actividad. Es traslocado a las zonas de división celular en las regiones meristemáticas de la planta, vía apoplasto y simplasto. Afectan la síntesis de proteínas, aminoácidos de cadena ramificada (isoleucina, leucina y valina) y cambian la conformación de los mismos, al inducir su precipitación o inhibiendo la acción enzimática de la Acetolactato sintetasa (ALS) (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Cyperus flavus*, *Cyperus odoratus*, *Cyperus otundus*(Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Atrazina más Dicamba.

Nombre comercial: Stratus EC

Modo y mecanismo de acción: 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), Disruptores del crecimiento celular. Auxinas sintéticas (acción probable hacia el ácido indolacético). En general, se pierde el control del crecimiento. Inhiben el proceso fotosintético interfiriendo en la reacción de Hill, en el transporte de electrones en el fotosistema I ó II (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Amaranthus spinosus*, *Anagallis arvensis*, *Bidens pilosa*, *Croton lobatus*, *Euphorbia hirta*, *Ipomoea nil*, *Kallstroemia máxima*, *Melampodium divaricatum*, *Amaranthus spinosus*, *Bidens pilosa*, *Croton lobatus*, *Cyperus rotundus*, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea sp*, *Kallstroemia máxima*, *Oxalis neaei*, *Richardia scabra* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Amicarbazone

Nombre comercial: Amicarbazone 70 WP

Modo y mecanismo de acción: Es absorbido vía foliar, Inhibe la fotosíntesis en el fotosistema II la cual se clasifica como ALS, o sea inhibidor de la enzima Acetolactato sintasa (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Bidens pilosa*, *Croton lobatus*, *Ipomoea nil*, *Kallstroemia máxima*, *Richardia scabra*, *Portulaca oleracea* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Indaziflan.

Nombre comercial: Alion 50 SC

Modo y mecanismo de acción: Es absorbido vía raíz, Interfiere en la formación de los meristemos iniciales y los embriones de las semillas de las malezas, bloqueando la formación de las pequeñas plántulas o inhibiendo la capacidad germinativa de las semillas de las malezas. El mecanismo de acción inhibe directamente la biosíntesis de celulosa (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Leptochloa filiformis*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Panicum fasciculatum* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Saflufenacil

Nombre comercial: Heat 70 WG

Modo y mecanismo de acción: Actúa como destructor de la membrana celular. Inhibe la protoporfirinógeno-IX-oxidasa (PPO), enzima responsable de la formación de clorofila. La presencia de luz es imprescindible para la actividad de este herbicida originando compuestos que provocan la destrucción de las membranas celulares y como consecuencia, de los tejidos. Actúa sobre los tejidos vegetales verdes, generando un rápido secado (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Amaranthus spinosus*, *Bidens pilosa*, *Croton lobatus*, *Portulaca oleracea*, *Kallstroemia máxima*, *Richardia scabra* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Pyraflufen Ethyl

Nombre comercial: Ecopart SC

Modo y mecanismo de acción: Es absorbido por las hojas y actúa inhibiendo la enzima PROTOX, interrumpiendo la síntesis de la clorofila y produciendo la ruptura de la membrana celular. Pertenece al grupo de herbicidas llamados PPO, a la familia de los Fenil Pyrazoles. Pyraflufen es el herbicida más activo dentro de los PPO, ya que expresa su actividad a partir de muy bajas dosis (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Croton lobatus*, *Euphorbia hirta*, *Ipomoea nil*, *Kallstroemia máxima*, *Melampodium divaricatum*, *Amaranthus spinosus*, *Bidens pilosa* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Picloran más Fluroxipir

Nombre comercial: Plenum 16 EW

Modo y mecanismo de acción: Herbicida foliar post-emergente, penetra por las hojas y las partes verdes jóvenes de las malezas, se mueve en ellas en forma sistémica acropétala y basipétala, a largas distancias; no hay penetración importante por raíz; es viable la aplicación al tallo. Actúa como regulador de crecimiento, interfiere con la síntesis de ácidos nucleicos, controlando la síntesis de proteína en diferentes etapas; se mueve por el simplasto con los asimilados de las hojas productivas a los órganos en consumo o almacenamiento (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Ipomoea sp*, *Kallstroemia máxima*, *Croton lobatus*, *Amaranthus spinosus*, *Bidens pilosa* (Espinoza, G. 2012).

Ingrediente activo: Topramezone

Nombre comercial: Convey 33.6 SC

Modo y mecanismo de acción: Es un herbicida sistémico con alto nivel de selectividad, de rápida absorción y traslocación (distribución interna de una parte a otra de la planta). Este herbicida es absorbido por raíces y brotes para translocarse en la planta en forma acropétala y basipétala. Produce un efecto rápido de blanqueamiento (por la degradación oxidativa de clorofila), particularmente en las zonas de crecimiento de brotes de hierbas sensibles, dentro de 2 a 5 días posteriores a la aplicación (Espinoza, G. 2012).

Especies de malezas que controla: *Amaranthus spinosus*, *Bidens pilosa*, *Croton lobatus*, *Portulaca oleracea*, *Euphorbia hirta*, *Ipomoea nil* (Espinoza, G. 2012).

1.6.28 Análisis FODA del área de malezas del departamento de Investigación Agrícola del Ingenio Magdalena.

1.6.28.1 Fortalezas

- Personal con gran experiencia en las labores del cultivo y en el control de las diferentes especies de maleza.
- Recursos económicos, equipo, como moléculas de herbicidas para la implementación de proyectos en control de maleza.
- Información bibliográfica para dar soporte a las evaluaciones de herbicidas.
- Software para el análisis estadístico de la información recopilada en campo.

1.6.28.2 Oportunidades

- Apoyo en las evaluaciones de herbicidas por parte del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA).
- Áreas aptas para implementar evaluaciones de herbicidas.
- Diferentes variedades de caña para la evaluación de efectos secundarios por la aplicación de herbicidas.
- Acceso a moléculas de herbicidas con tecnología de punta.

1.6.28.3 Debilidades

- Falta de equipo de protección para la aplicación de moléculas de herbicidas.
- La capacitación al personal de campo es mínima.
- No existe un área específica en cada finca para la realización de evaluaciones de herbicidas.

1.6.28.4 Amenazas

- Pérdida de evaluaciones en campo por falta de coordinación con personal de la finca.
- Alteración de ensayos establecidos en las fincas.
- Quemadas accidentales en los lotes donde se realiza la evaluación.

1.6.29 Planteamiento de las alternativas de solución

Algunos de los planteamientos de alternativas son:

- Determinar áreas específicas en las fincas enfocadas solamente en investigación de moléculas de herbicidas (las áreas deben de ser rotadas en cierto tiempo).
- Coordinar de forma directa con los encargados de área y entrega semanalmente de informes que reflejen el seguimiento al ensayo con que se cuenta en la finca.
- Delimitaciones notorias de las áreas donde se encuentre alguna evaluación.
- Obtención de equipo de protección para las aplicaciones de evaluaciones de herbicidas.
- Capacitación del personal de campo.

1.7 CONCLUSIONES

1. El departamento de Investigación agrícola cuenta con divisiones y estas a su vez con áreas, siendo estas: División Agrícola, área de riegos, fertilidad, productos, malezas. División de variedades, semilleros, Investigadores de variedades de las zonas Oriente, Occidente, Litoral. División Biomag, áreas de plagas, producción de hongo *Metarhizium*, invernaderos, área de botánica.
2. Las evaluaciones que se realizan en el área de malezas del departamento de investigación Agrícola del Ingenio Magdalena son: Herbicidas de alto Residualidad, Herbicidas Pre-Emergentes más Ametrina, Herbicidas nuevos Pre-Emergentes, Herbicidas Post-Emergentes tempranos, Herbicidas Post-Emergentes Tardíos. Así mismo en estas evaluaciones se toma como punto primordial el orden de mezcla, esto para no alterar según su solubilidad la efectividad de las moléculas.
3. Las variables de respuestas utilizadas en el área de malezas del departamento de investigación Agrícola del Ingenio Magdalena son: niveles de toxicidad (evaluados de forma visual), porcentajes de control, realizándoles un análisis de varianza para los porcentajes de control y prueba de medias (si existe significancia estadística).
4. Los insumos y equipos disponibles con que se cuentan para la evaluación de moléculas de herbicidas son: Bombas de mochila para la aplicación de herbicidas, boquillas para la aplicación, moléculas de herbicidas, bodega de insumos.

5. Según el análisis FODA, se encontraron como fortalezas: la experiencia con la que cuenta el personal profesional, recursos para la realización de las evaluaciones, además como una fuerte oportunidad es que se cuenta con asesoría profesional por parte de CENGICAÑA y acceso a moléculas de herbicidas con tecnología de punta. Las debilidades se encontró que no existe equipo de protección al momento de realizar las aplicaciones, así también que las fincas no cuentan con áreas específicas destinadas a evaluaciones. Las amenazas están representadas por las posibles alteraciones de los ensayos establecidos en las fincas.

1.8 RECOMENDACIONES

1. Aumentar el número de evaluaciones de moléculas de herbicidas y con ello obtener base de datos sólidas que den el respaldo de las variables tomadas en las evaluaciones.
2. Trabajar en los puntos que presentaron debilidades para darle una línea sólida a las evaluaciones realizadas en el departamento de investigación en el área de malezas del ingenio Magdalena.
3. Seguir capacitando al personal para obtener una mejor eficiencia en las evaluaciones, y dándoles todos sus implementos requeridos para su buen desarrollo en las evaluaciones.
4. Obtener equipo de protección personal para las futuras aplicaciones de herbicidas.
5. Implementar áreas específicas en cada finca para la realización de evaluaciones de herbicidas.

1.9 BIBLIOGRAFÍA

1. CENGICAÑA (Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 1996. Estudio semi-detallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. Guatemala, CEDIGUAT. p. 3-214.
2. _____. 2008. Memoria: presentación de resultados de investigación, zafra 2,007-2,008. Guatemala. 288 p.
3. Cruz S. JR De la. 1982. Mapa de zonas de vida (según Holdridge) de la república de Guatemala. Guatemala, INAFOR. Esc. 1:600,000.
4. Espinoza, G. 2012. Manual de malezas del cultivo de la caña de azúcar, modos y mecanismos de acción de las moléculas de herbicidas. Guatemala, CENGICAÑA. p. 1, 130.
5. Ingenio Magdalena, Departamento de Planeación y Control, GT. 2012. Informe de producción zafra 2,011–2,012. Escuintla, Guatemala. 1 p.
6. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2004. Datos climáticos 2,004, estación meteorológica: Escuintla (en línea). Guatemala. Consultado 20 nov 2012. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESCUINTLA/ESCUINTLA%20PARAMETROS.htm>
7. Natareno, J. 2008. Diagnóstico del Departamento de Ingeniería Agrícola, Ingenio Pantaleón Concepción, S.A., Escuintla. Diagnostico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 46 p.

8. Orozco, H. 1995. Estratificación preliminar de la zona de producción de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.) en Guatemala con fines de investigación en variedades. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar CENGICAÑA. 33 p. (Documento Técnico no. 6).



2.1 INTRODUCCIÓN

El IV Censo Nacional Agropecuario 2003 revela que seis productos agrícolas son los que abarcan el 90 por ciento del total de la superficie cultivada. Estando en ellos la caña de azúcar (*Saccharum sp*), este es un cultivo con altos niveles tecnológicos derivados de la generación de conocimientos en las ciencias agrícolas. El aumento del rendimiento en la producción de azúcar por área de cultivo, es el propósito fundamental del sector cañero, este basándose en investigaciones enfocadas al uso y manejo óptimo de insumos para contrarrestar cualquier factor que represente una reducción a los índices de producción.

El reconocimiento de la distribución de las especies arvenses, dentro de las zonas agroecológicas (ZAE) permite el control dirigido hacia las plantas no deseadas que representan competencia al cultivo. Los factores eco-taxonómico de cada una de las especies de malezas y las características de las ZAE son los parámetros que definen el comportamiento de estas en las áreas cultivadas.

La aplicación de herbicidas según CENGICAÑA corresponde a un 80 por ciento de los insumos utilizados en las áreas de producción, por ello es de suma importancia el reconocimiento de las especies de maleza que se pueda encontrar en las ZAE para su control.

La maleza o bien conocidas como especies arvenses, llegan a representar una competencia directa hacia la caña de azúcar en el aprovechamiento de los recursos disponibles, el reconocer las especies de maleza en las ZAE garantiza una eficiencia en la reducción de la presión hacia el cultivo, pues las aplicaciones de moléculas de herbicidas llegan ser de una forma más directa y eficiente, también así aporta una capacidad de planificación las futuras aplicaciones y con ello disminuir costos u otros factores negativos hacia la caña de azúcar (*Saccharum sp*).

El presente trabajo de investigación, se realizó en las ZAE ubicadas en las fincas de la zona central del Ingenio Magdalena durante el cultivo realizado 2011-2012, analizando la distribución y comportamiento espacial de las especies arvenses con el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* sp).

En la determinación de las especies de maleza, se contaron con 13 familias, 19 géneros y 21 especies, a ello realizando un análisis de valor de importancia para cada una de las especies presentes en las ZAE, el valores más altos fue obtenido por la especie de maleza *Cyperus rotundus* L. observándose en 5 de las 6 ZAE evaluadas en este primer estudio, así también *Rottboellia conchinchinensis* L. presentó un segundo valor de importancia en 3 de las 6 ZAE evaluadas.

Con un análisis de clusters con la metodología de Jaccar, se obtuvo la similitudde las especies arvenses en las ZAE, observándose que estas definen los niveles finales en la dispersión y propagación de las especies arvenses, pues las condiciones eco-taxonómicas de las especies llegan a aprovechar las características y condiciones aportadas por las áreas de producción; en el 80 porciento de las ZAE evaluadas se encontró una similitud arriba del 50 porciento, siendo las ZAE 35, 34, 33, 10, y 11; la única que presento un porcentaje menor al antes mencionado fue la ZAE 12.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Tipos de suelos

De acuerdo con el “Estudio Semi-detallado de Suelos de la Zona Cañera del Sur de Guatemala”, existen en la región 6 órdenes, 26 subgrupos y 37 familias de suelos. Los 4 órdenes más importantes en el área representan 34 familias y 23 subgrupos de suelos. (CENGICAÑA, 1996).

2.2.1.1 Andisoles

Ocupan el 26% del área y se encuentran en el cuerpo y ápice de los abanicos al pie de la cadena montañosa, su origen son cenizas volcánicas. El relieve es ligero a fuertemente ondulado en las partes altas y ligeramente inclinado en el cuerpo de los abanicos. Son suelos poco evolucionados de color muy oscuro, con altos contenidos de materia orgánica, de baja densidad aparente, consistencia friable a suelta, desarrollados principalmente sobre materiales amorfos. Reacción ácida a ligeramente ácida y de alta calidad de retención de fósforo. Textura franca a franco arenosa (CENGICAÑA, 1996).

2.2.1.2 Entisoles

Son los suelos menos evolucionados presentes en el área de estudio y ocupan un 16% de la misma. Se encuentran en los valles y en sedimentos aluviales en forma de fajas angostas y largas con ampliaciones en el cuerpo y pie de los abanicos cercanos a la costa. Tienen poca o ninguna evolución y muy poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes genéticos. Son suelos permeables de texturas gruesas y arenosas. El subsuelo es generalmente arenoso y gravilloso incluidas las vetas arenosas presentan déficit de agua durante la estación seca (CENGICAÑA, 1996).

2.2.1.3 Molisoles

Ocupan el 40 por ciento del área cañera de Guatemala. Se encuentran en el cuerpo y pie de los abanicos, cerca de la planicie costera en relieve ligeramente plano a plano. Presentan un horizonte superficial grueso de color oscuro, rico en materia orgánica, saturación de bases mayor de 50 por ciento en todos sus horizontes y un grado de estructuración de moderado a fuerte. Predominan las texturas franco arenosas, franca y franco arcillo arenosa, y de subsuelo frecuentemente arenoso. El pH varía de ligeramente ácido a neutro (CENGICAÑA, 1996).

2.2.1.4 Inceptisoles

Se encuentran en un 11 por ciento del área en el ápice y cuerpo de los abanicos. Presentan un relieve plano a ligeramente inclinado, desarrollados principalmente sobre materiales arcillosos, mezclados con cenizas volcánicas y fragmentos de roca. Son suelos medianamente evolucionados y presentan horizontes de alteración con estructuras bien desarrolladas que han perdido bases o hierro y aluminio, pero aún retienen ciertos minerales fácilmente alterables lo que los hace tener capacidades medias a altas de intercambio catiónico. Su textura es franca y arcillosa sobre un subsuelo arcilloso (CENGICAÑA, 1996).

2.2.2 Zona agroecológica

Una zona agro-ecológica (ZAE) es una unidad cartográfica definida en términos de clima, fisiografía, suelos, y/o cubierta de tierra, y que tiene un rango específico de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras (Villatoro, B. Pérez, O. 2008).

Los elementos que definen una zona agro-ecológica son: período de crecimiento, régimen de temperatura y la unidad cartográfica de suelos; ya sea en conjunto o por separado (FAO, 1997).

El código de cada ZAE está compuesta por 5 caracteres; los primeros 3 caracteres indican el grupo de suelos (ej. S01: grupo de suelos 1) y los últimos 2 el grupo del isobalance (ej. H2: grupo de Isobalance 2). También posee un número correlativo del 1 en adelante como grupo de ZAE (FAO, 1997).

2.2.2.1 Isobalance

Constituyen el primer componente en la zonificación agroecológica, son grupos formados por los niveles de déficit y exceso de humedad (balance hídrico) expresados en (mm), estos se generan a partir de los datos de un balance hídrico durante un periodo específico.

Donde se realiza un análisis para ver la distribución y el grado de correlación entre la cantidad de déficit y el exceso (mm) y la altitud (msnm) por el comportamiento de las variables climáticas del lugar (FAO, 1997). Los niveles encontrados en el período de octubre a mayo fueron de 375 a 998 mm, (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). En el cuadro 2 se muestran las características del grupo de isobalance de la región cañera de la Costa Sur.

Cuadro 2. Características de los grupos del isobalance de la región cañera de Guatemala

| Grupo de isobalance | Código grupo | Características | Sembrada con caña | |
|---------------------|--------------|---|-------------------|------------|
| | | | Hectáreas | Porcentaje |
| 1 | H1 | Áreas con un exceso de humedad superior a 0 mm (Mayor a 300 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 15-Nov. Y 20-Abr. (155 días) (Villatoro, B. 2008) | 3,004 | 2.1 |
| 2 | H2 | Áreas con déficit de humedad entre 0 y 499.99mm (100 a 300 msnm), período seco (ausencia de lluvias) entre 10-Nov. Y 25-Abr. (165 días) (Villatoro, B. 2008) | 27,690 | 19.2 |
| 3 | H3 | Áreas con déficit de humedad entre 500 y 799 mm (40 a 100 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 30-Oct. Y 15-Mayo. (195 días) (Villatoro, B. 2008) | 39,453 | 27.3 |
| 4 | H4 | Áreas con déficit de humedad entre 800 y 899.99 mm (20 a 40 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 20-Oct. Y 15-Mayo. (205 días) (Villatoro, B. 2008) | 40,026 | 27.7 |
| 5 | H5 | Áreas con déficit de humedad inferior a 900 mm (Menor a 20 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 10-Oct. Y 25-Mayo. (225 días) (Villatoro, B. 2008) | 34,395 | 23.8 |

Fuente: Villatoro, B. 2008

2.2.3 Características de los suelos

Son uno de los factores que favorecen a la distribución de las especies de malezas en las áreas de cultivo, como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Grupos de suelo del estudio semi detallado

| Grupo | Código de Grupo | Características de grupo |
|--------------|------------------------|---|
| S01 | I | Suelos Molisoles profundos de alta fertilidad (CENGICAÑA, 1996). |
| S02 | II/E | Suelos Andisoles profundos, bien drenados que presentan erosión ligera (CENGICAÑA, 1996). |
| S03 | II/S1 (PR) | Suelos de textura gruesa, moderadamente profundos y permeables (Molisoles secos) (CENGICAÑA, 1996). |
| S04 | II/S1 (PL) | Suelos Inceptisoles moderadamente profundos de textura arcillosa y de baja permeabilidad (CENGICAÑA, 1996). |
| S05 | II/T1 E (PL) | Suelos Inceptisoles de textura arcillosa, con relieve ligeramente inclinado susceptibles a la erosión y de baja permeabilidad (CENGICAÑA, 1996). |
| S06 | II/T1 S1 E | Suelos Andisoles moderadamente profundos, con relieve ligeramente inclinado a ondulado susceptibles a la erosión (CENGICAÑA, 1996). |
| S07 | II/T1 S1 E (TF) (PL) | Suelos de textura arcillosa que se agrietan en el verano, con relieve ligeramente inclinado susceptibles a la erosión y muy lentamente permeables (CENGICAÑA, 1996). |
| S08 | III/S1 | Suelos superficiales limitados por la presencia de talpetate (Andisoles superficiales) (CENGICAÑA, 1996). |
| S09 | III/S4 (PR) | Suelos Molisoles afectados por la presencia moderada de sales en el perfil, de textura gruesa y altamente permeables (CENGICAÑA, 1996). |
| S10 | III/S1 (TQ) (PR) | Suelos Entisoles con muy baja retención de agua, limitados por la presencia de capas de arena en el perfil (CENGICAÑA, 1996). |
| S11 | III/T2 E S5 (TF) (PL) | Suelos con relieve ligeramente inclinados a ondulado susceptibles a erosión de texturas pesadas de lenta permeabilidad y presencia de sodio (CENGICAÑA, 1996). |
| S12 | IV/T2 | Suelos Inceptisoles y Entisoles que forman parte del lomerío con pendiente elevada de relieve ondulada a quebrada de baja fertilidad (CENGICAÑA, 1996). |
| S13 | IV/T2 (RI) (PL) | Suelos ácidos de baja fertilidad con texturas pesadas de baja permeabilidad. Muy secos en verano y son de relieve plano y ondulado. (Los Llanos de la Costa Sur) (CENGICAÑA, 1996). |

Fuente: CENGICAÑA 1996

2.2.4 Zonas agroecológicas en la Costa Sur del país

Las zonas agroecológicas de la Costa Sur del país, es la unión de dos metodologías ya establecidas, las cuales se observan en el cuadro 4. (Villatoro, B. Pérez, O. 2008).

Cuadro 4. Numeración de las Zonas agroecológicas (ZAE) existentes en la costa sur de acuerdo al grupo de suelo y grupo isobalance.

| Grupo suelo | H1 | H2 | H3 | H4 | H5 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| S01 | -- | 1 | 2 | 3 | 4 |
| S02 | 5 | 6 | 7 | 8 | -- |
| S03 | -- | 9 | 10 | 11 | 12 |
| S04 | 13 | 14 | 15 | -- | -- |
| S05 | 16 | 17 | 18 | 19 | -- |
| S06 | 20 | 21 | 22 | -- | -- |
| S07 | 23 | 24 | 25 | 26 | -- |
| S08 | -- | 27 | 28 | -- | -- |
| S09 | -- | -- | -- | 29 | 30 |
| S10 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| S11 | -- | -- | -- | 36 | 37 |
| S12 | 38 | 39 | 40 | -- | -- |
| S13 | 41 | 42 | 43 | 44 | -- |

Fuente: Villatoro, B. 2008

2.2.5 ZAE de la zona central del Ingenio Magdalena

De las 31 ZAE que conforman todas las administraciones del Ingenio Magdalena, zona central existen 18 ZAE, las cuales se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Características de las ZAE de la zona central del Ingenio Magdalena.

| CARACTERISTICAS | | |
|-----------------|--|--|
| ZAE | SUELO | HUMEDAD |
| 2 | Molisoles de alta fertilidad. (CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad entre 500 y 799 mm (40 a 100 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 30 Oct. Y 15 Mayo. (195 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 3 | Molisoles de alta fertilidad.(CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad entre 800 y 899.99 mm (20 a 40 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 20 Oct. Y 15 Mayo. (205 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 4 | Molisoles profundos de alta fertilidad. (CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad inferior a 900 mm (Menor a 20 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 10 Oct. Y 25 Mayo. (225 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 6 | Andisoles profundos, bien drenados que presentan erosión ligera. (CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad entre 0 y 499.99mm (100 a 300 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 10 Nov. Y 25 Abr. (165 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 9 | Molisoles secos, de textura gruesa, moderadamente profunda y permeable. (CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad entre 0 y 499.99mm (100 a 300 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 10 Nov. Y 25 Abr. (165 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 10 | Suelos de textura gruesa, moderadamente profundos y permeables, Molisoles secos.(CENGICAÑA 1996). | Son Áreas con déficit de humedad entre 500 y 799 mm (40 a 100 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 30 Oct. Y 15 Mayo. (195 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 11 | Posee suelos de textura gruesa, moderadamente profundos y permeables, Molisoles secos.(CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad entre 800 y 899.99 mm (20 a 40 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 20 Oct. Y 15 Mayo. (205 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 12 | Posee Suelos de textura gruesa, moderadamente profundos y permeables, Molisoles secos. (CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad inferior a 900 mm (Menor a 20 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 10 Oct. 25 Mayo. (225 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 8 | Inceptisoles, susceptibles a la erosión y de baja permeabilidad. (CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad entre 0 y 499.99mm (100 a 300 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 10 Nov. Y 25 Abr. (165 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |

Continuación cuadro 5

| | | |
|----|---|--|
| 21 | Andisoles moderadamente profundos, con relieve ligeramente inclinado a ondulado susceptibles a la erosión. (CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad entre 0 y 499.99mm (100 a 300 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 10 Nov. Y 25 Abr. (165 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 27 | Suelos superficiales limitados por la presencia de talpetate, Andisoles superficiales. (CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad entre 0 y 499.99mm (100 a 300 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 10 Nov. Y 25 Abr. (165 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 29 | Suelos Molisoles afectados por la presencia moderada de sales en el perfil, de textura gruesa y altamente permeables. (CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad entre 500 y 799 mm (40 a 100 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 30 Oct. Y 15 Mayo. (195 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 30 | Suelos Molisoles afectados por la presencia moderada de sales en el perfil, de textura gruesa y altamente permeables. (CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad inferior a 900 mm (Menor a 20 msnm). Período seco (ausencia de lluvias) entre 10-Oct. Y 25-Mayo. (225 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 32 | Suelos Entisoles con muy baja retención de agua, limitados por la presencia de capas de arena en el perfil. (CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad entre 0 y 499.99mm (100 a 300 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 10-Nov. Y 25-Abr. (165 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 33 | Suelo Entisoles, con muy baja retención de agua. (CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad entre 500 y 799 mm (40 a 100 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 30 Oct. Y 15 Mayo. (195 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 34 | Entisoles con muy baja retención de agua, limitados por la presencia de capas de arena en el perfil. (CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad entre 800 y 899.99 mm (20 a 40 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 20 Oct. Y 15 Mayo. (205 días)(Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |
| 35 | Suelos Entisoles con muy baja retención de agua, limitados por la presencia de capas de arena en el perfil. (CENGICAÑA 1996). | Áreas con déficit de humedad inferior a 900 mm (Menor a 20 msnm) período seco (ausencia de lluvias) entre 10 Oct. Y 25 Mayo. (225 días) (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). |

Fuente: CENGICAÑA 2008

La distribución espacial de las ZAE a nivel de departamento de Escuintla se pueden observar en la figura 3, en donde la zona central fue la evaluada.

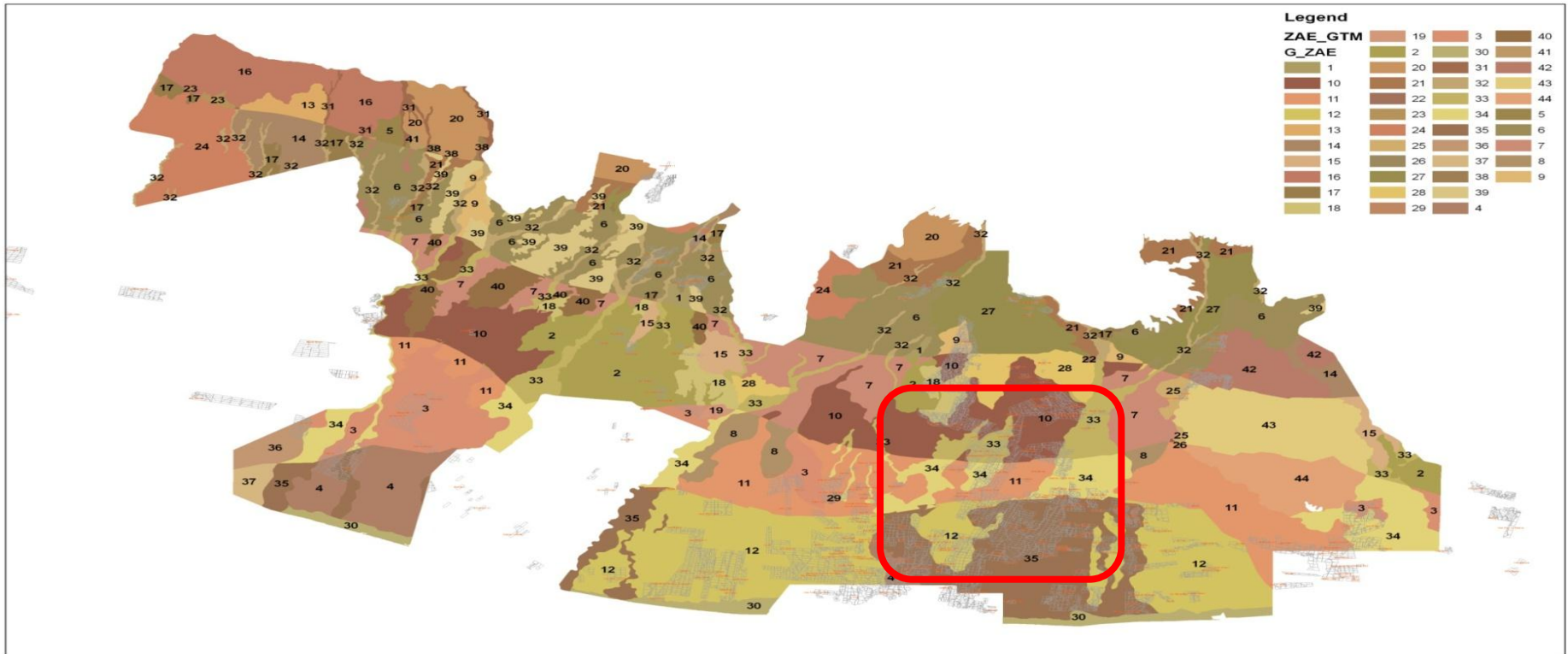


Figura 3. Mapa de las zonas agroecológicas del área cañera de la Costa Sur de Guatemala

Fuente: Villatoro, B. 2008

2.2.6 Inventario de maleza

Para un correcto manejo de maleza es fundamental conocer las especies presentes y su nivel de infestación. La identificación de las especies de maleza, perennes o anuales, debe ser precisa, ya que estas especies no suelen responder a las prácticas tradicionales de control. Al conocer las especies de maleza y su nivel de infestación, se estará en mejor posición para seleccionar el compuesto químico a utilizar (Labrada 1996).

La identificación de las especies de malezas puede realizarse con la ayuda de los manuales existentes u otra guía existente. Los métodos para evaluar los niveles de infestación pueden ser visuales, estimando el nivel de cobertura de las malezas o a través de conteos. Estos métodos deben ser practicados cuidadosamente, pero no deben ser prolongados en el tiempo de su ejecución (Labrada 1996).

2.2.7 Importancia del reconocimiento de la distribución de las especies de maleza

El reconocimiento de las especies de maleza en las fincas productoras de caña de azúcar (*Saccharum* sp), garantiza la disminución en la población con un óptimo control y con ello a la interferencia de las malezas con el cultivo, pues una interferencia garantiza una merma en la producción (Espinoza, G. 2012).

De acuerdo con investigaciones realizadas, cuando no se combaten las malas hierbas y se deja una interacción severa, siempre se llega obtener mermas en el cultivo de la caña de azúcar entre los 30 y 60 días después de la siembra, el rendimiento de campo se puede ver disminuido en 9.5 de un 16.3 porciento que equivale a un tonelaje de 15 a 20 toneladas por hectárea. (Rincones, C. 1984).

2.2.8 Interferencia de malezas al cultivo de la caña de azúcar

Este término se refiere a la suma de presiones que llega a sufrir un cultivo en presencia de una especie de maleza, en este caso la caña de azúcar (*Saccharum* sp), estas presiones son por la disponibilidad de los recursos que llegan a ser aprovechados por las malezas y los conceptos de alelopatía que algunas especies poseen (Espinoza, G. 2012)

Estas plantas fuera de lugar llegan a ser competencia de forma directa, pues aprovechan los recursos (luz, suelo, agua, espacio) que el cultivo necesita para su buen desarrollo, esto implica a mermas en la producción de azúcar que en un ámbito de producción no son favorables (Espinoza, G. 2012). En el tema de alelopatías por parte de algunas especies de malezas, estas llegan a liberar sustancias (tanto en raíces como follaje) que no permiten que otras malezas puedan sobresalir aportando un método de dominancia en el proceso de aprovechamiento de recursos, esto también conlleva a ser hospederos óptimos de plagas y enfermedades que perjudican al cultivo (Espinoza, G. 2012).

Esta interferencia está ligada a el comportamiento y dispersión espacial que las malezas pueden llegar a tener en relación a las zonas agroecológicas donde estas se desarrollen (Espinoza, G. 2012), así como el momento óptimo donde se desarrolle, a estos eventos se les conoce como periodo de competencia y época de ocurrencia. Estos dos eventos pueden ser modificados por factores edáficos, climáticos (ZAE) y factores del manejo del cultivo de la caña de azúcar (Espinoza, G. 2012).

2.2.9 Periodos críticos para la interferencia de malezas en el cultivo de caña de azúcar

En el tema de periodos críticos en la interferencia de malezas en el cultivo de la caña de azúcar como se muestra en la figura 4, existen los tres momentos fundamentales son:

- A. Periodo anterior a la interferencia (PAI).
- B. Periodo total anterior a la interferencia (PTPI).
- C. Periodo crítico de prevención a interferencia (PCPI).

2.2.9.1 Periodo anterior a la interferencia (PAI)

Se refiere al periodo desde la emergencia de la caña de azúcar con malezas, que a su vez no llega a representar una interferencia negativa en la producción de los tallos productores de azúcar (Espinoza, G. 2012).

2.2.9.2 Periodo crítico de prevención a interferencia (PCPI)

Es el punto fundamental, y es aquí cuando los métodos de control de malezas deben de realizar su trabajo de una forma viable y factible, es aquí donde se inicia la merma de producción por el efecto de la maleza hacia el cultivo de la caña de azúcar (Espinoza, G. 2012).

2.2.9.3 Periodo total anterior a la interferencia (PTPI)

Este periodo se refiere desde la germinación de la caña de azúcar, en que el cultivo debe permanecer libre de malezas sin pérdida significativa de la producción final de azúcar, como se muestra en la figura 4. (Espinoza, G. 2012).

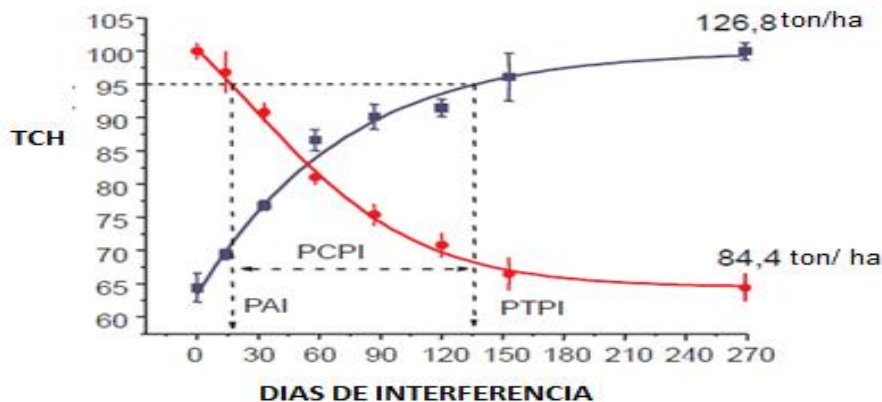


Figura 4. Interferencia de las malezas con respecto al cultivo de la caña de azúcar

Fuente Espinoza, G. 2012.

(Tch: Toneladas de caña por hectárea.)

2.2.10 Periodo crítico de interferencia de malezas según el estrato

Para un estrato alto (Mayor a 300 msnm) el periodo crítico es de 63 días después de la siembra (Espinoza, G. 2012.). Para estrato medio de (100 a 300 msnm) el periodo crítico es de 57 días, ahora para estrato bajo y litoral, la interferencia crítica es a los 40 días ya que las condiciones de suelo y agua hacen que la competencia sea más crítica (Espinoza, G. 2012.).

2.2.11 Fitotoxicidad de herbicidas en caña de azúcar

Los niveles de fitotoxicidad están relacionados con la etapa en que se encuentra el cultivo, las 4 etapas donde el cultivo es susceptible son:

2.2.11.1 Etapa 1

Comprende desde la siembra a los 20 días, en esta etapa la planta de tal forma no presenta niveles de toxicidad en la caña de azúcar, pues esta llega a poseer una cutícula muy gruesa creando una protección, y los herbicidas no alcanzan las primeras hojas (Espinoza, G. 2012.).

2.2.11.2 Etapa 2

Comprende de los 25 a 50 días después de la siembra, ya existe follaje expuesto, existen de 2 a 3 hojas, existen primeras raíces, no consideradas raíces verdaderas, el cultivo es susceptible a los herbicidas presentando niveles de toxicidad, (Espinoza, G. 2012.).

2.2.11.3 Etapa 3

Comprende de 50 a 90 días después de la siembra, en esta etapa ya existen raíces verdaderas en el cultivo de la caña de azúcar, las malezas presentan una competencia muy severa y llegan a afectar la etapa de macollamiento de la caña, dando así los herbicidas pos emergentes niveles de toxicidad. (Espinoza, G. 2012.).

2.2.11.4 Etapa 4

Es conocida como la etapa de cierre del cultivo, corresponde a los 120 días después de la siembra, los tallos se encuentran establecidos y maduros, una aplicación de herbicida no aporta niveles de toxicidad (Espinoza, G. 2012.) como se muestra en la figura 5.

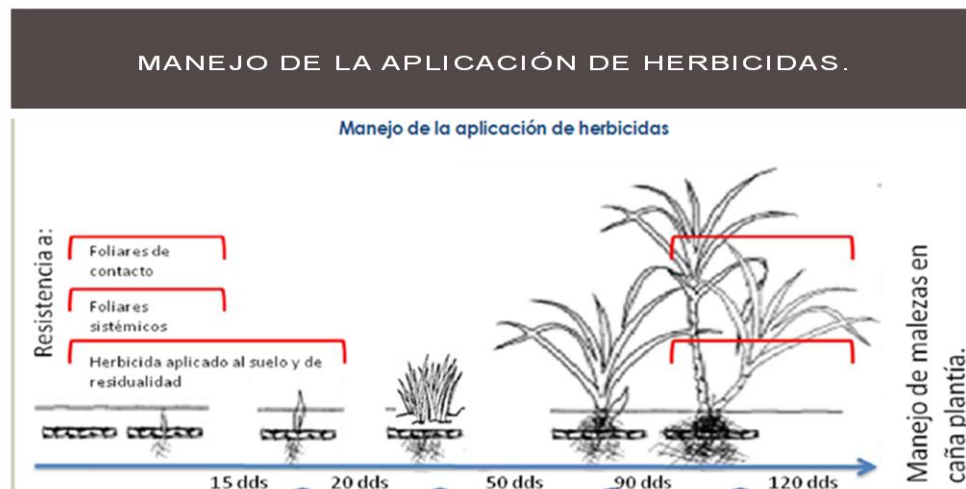


Figura 5. Manejo óptimo de la aplicación de herbicidas, en el cultivo de la caña de azúcar

Fuente Espinoza, G. 2012

2.2.12 Distribución de la zona de muestreo para un análisis de distribución de especies de malezas

En el área de Aragua Venezuela, se distribuyó el área según a los estratos conocidos en ese valle, representando el 10 por ciento del área de producción que se contaba (Ordoñez, 2006). La distribución de las áreas fue en base a las zonas agroecológicas de la zona cañera de la costa sur de Guatemala (Villatoro, B. Pérez, O. 2008).

2.2.13 Especies de malezas más importantes a nivel mundial

A nivel mundial se reconocen 10 malezas principales en el cultivo de la caña de azúcar, de las cuales 5 son gramíneas perennes, dos gramíneas anuales, una Cyperacea, una malezas de hoja ancha arbustiva. De estas afectan a la caña de azúcar: *Cynodon dactylon* L, *Sorghum halapense* L, *Cyperus rotundus* L, *Rottboellia conchinchinensis* L (Rincones, C. 1984).

En la Costa Sur de Guatemala las especies de maleza que llegan a ser más importantes en el cultivo de la caña de azúcar son las que se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Especies de malezas de mayor importancia en la Costa Sur de Guatemala.

| No. | Nombre científico | Nombre común |
|-----|---|-------------------|
| 1 | <i>Cyperus rotundus</i> L. | Coyolio |
| 2 | <i>Momordica charantia</i> L. | Jaibilla |
| 3 | <i>Rottboellia conchinchinensis</i> L. | Caminadora |
| 4 | <i>Kallstroemia máxima</i> L. | Atarraya |
| 5 | <i>Leptochloa filiformis</i> Lam. | Plumilla |
| 6 | <i>Merremia quinquefolia</i> L. | Cinco hojas |
| 7 | <i>Croton lobatus</i> L. | Papayita |
| 8 | <i>Portulaca oleraceae</i> L. | Verdolaga |
| 9 | <i>Euphorbia hypericifolia</i> L. | Lechosa |
| 10 | <i>Ipomoea</i> spp. | Campanilla |
| 11 | <i>Echinochloa colonum</i> L. | Liendre de Puerco |
| 12 | <i>Cynodon dactylon</i> L. | Pasto Bermuda |
| 13 | <i>Dioscorea carionis</i> Prain&Burkill | Alambrillo |
| 14 | <i>Trianthema portulacastrum</i> L. | Falsa verdolaga |
| 15 | <i>Amaranthus spinosus</i> L. | Güisquelete |
| 16 | <i>Digitaria sanguinalis</i> L. | Pata de gallina |

Fuente. Espinoza, G. 2012

2.2.14 Descripción de las principales especies de malezas en la Costa Sur según CENGICAÑA

2.2.14.1 *Cyperus rotundus* L. (coyolio)

Es una maleza perenne con tallos hasta de 40 cm de altura, estos generalmente solitarios, lisos, duros y engrosados en la base. Posee estolones firmes, con hojas escamosas pardo oscuro, pronto tornándose de una forma alámbrina; sus raíces modificadas con tubérculos ovoides, de una consistencia dura.

Las hojas con dimensiones de 30 cm de largo por 0.6 cm, en forma de vainas apretadas, brácteas generalmente más cortas y estrechas que las hojas, espigas ampliamente elipsoides; un raquis de 3 a 15 mm de grosor, el cual es claramente

visible. Espiguillas de 5, 12, 30 a 40 mm por 1.5 a 2 mm de grosor, lineares, comprimidas, agudas, rojizas a pardo-púrpura; posee una raquilla recta.

Presencia de glumas de 2.2 a 3.4 mm por 2 a 3 mm, ovado-elípticas, agudas, estas separadas del margen hialino y cercanas a la costilla media verde, que termina en una punta ligeramente curvada. Posee 3 estambres, estilo hasta 3.5 mm, fruto seco conocido como aquenios, con dimensiones de 1.3 a 1.9 mm por 0.8 a 1 mm, elipsoides, trígonos, obtusos, sésiles, *Cyperus rotundus* L. Es una de las malezas más agresivas que existen en el cultivo de caña de azúcar (Adams, 2009), esta maleza presenta un eficaz sistema de dispersión y reproducción. Llega a formar una alelopatía en las áreas de cultivo e impiden la germinación de otras especies de malezas.

Los químicos que imponen influencias alelopáticas son llamados alelo químicos, pueden ser principalmente clasificados como metabolitos secundarios de las plantas, los cuales son generalmente considerados a ser aquellos compuestos (tales como alcaloides, isoprenoides, fenoles, flavonoides, terpenoides y glucosinolatos, etc.). Los alelo químicos están presentes en virtualmente todos los tejidos vegetales, incluyendo hojas, flores, frutos, tallos, raíces, rizomas, semillas y polen, ellos pueden ser liberados en una exudación por las raíces y descomposición de residuos vegetales (Rice, 1984).

Cyperus rotundus L se reproducen principalmente por tubérculos y bulbos basales que dan origen a los rizomas subterráneos, los cuales en conexión con los tubérculos forman una red extensa difícil de controlar a causa de la dominancia apical que mantienen mientras están unidos (Sandra 1993).

Los tubérculos y rizomas un alto porcentaje se localizan en la superficie del suelo, pero si el 65 por ciento a profundidades inferiores a 10 cm, condición que ha permitido investigar el efecto del laboreo de suelo en época seca para romper la dominancia apical y llevar más tubérculos a la superficie de manera que queden expuestos a la acción del sol y mueran por desecación o pérdidas de reservas nutritivas al ser cortados por el implemento de labranza (Sandra 1993).

Cyperus rotundus L. puede llegar a una población de tubérculos de 10 millones por hectárea a campo abierto. Típicamente, los bancos de semillas de malezas anuales en suelos cultivables contienen de 1,000 a 10,000 semillas por metro cuadrado, mientras que en los pastos el límite superior puede llegar a 1 millón por metro cuadrado, no todos los tubérculos llegan a brotar en primavera, sino que presentan periodo de latencia (Mortimer 1994).

La aplicación de herbicidas elimina los ejemplares que han brotado, pero dejan intactos los tubérculos durmientes, que volverán a brotar más adelante, es decir las moléculas de herbicidas utilizadas no llegan a presentar niveles de traslocación que den una confianza a esas aplicaciones y reducir los porcentajes de brotación de los tubérculos (Ecured, 2013).

Los bancos de semillas pueden reducir su germinación, viabilidad in situ y sufrir ataques de hongos u organismos degradadores de materia orgánica existentes en el suelo. Se conoce que la longevidad de las semillas en el suelo es considerable (p.ej., al menos 20 años); muchos estudios han mostrado que hay un riesgo de muerte constante para las semillas enterradas en el suelo y que la supervivencia de poblaciones de semillas enterradas viables puede ser convenientemente definida como la mitad de la vida (Mortimer, 1994). En casos extremos *Cyperus rotundus L.*, puede reducir los rendimientos de caña de azúcar en 75 por ciento y los rendimientos de azúcar en 65 por ciento (Layne-Garsaball J.2007).

2.2.14.2 *Rottboellia cochinchinensis* L. (Caminadora)

Es un pasto de origen afro- asiático, llamada caminadora o zacate peludo, se llega a encontrar en potreros, cultivos y plantaciones, así como áreas abiertas. Sitios asoleados a medianamente sombreados, sobre todo a orillas de carreteras. El factor limitante abajo de los 1300 metros sobre nivel del mar es la humedad y arriba de esta altitud es la temperatura (Esqueda, 2000). Hojas en forma de vainas cubiertas por pelos largos y rígidos que causan hinchazón en personas; lígula (pequeño apéndice por arriba de la vaina de la hoja) cerca de 1 mm, consiste de una lámina ciliada; láminas de 25 a 40 cm de largo por 10 a 20 mm de ancho, planas, con pubescencia, con un nervio medio blanco ancho algo asimétrico, y un con un ápice acuminado (Esqueda V, 2000).

Las inflorescencias de esta maleza, son terminales y axilares, racimos de 5 a 15 cm de largo por 1 a 3 mm de ancho, terminado en una colita de inflorescencias reducidas, con las espiguillas hundidas en el raquis grueso, rompiendo en forma transversal, la porción terminal con espiguillas (espiga pequeña) reducidas a rudimentarias; entrenudos del raquis (eje principal) de 6 a 8.5 mm de largo. Las flores son espiguillas (espiga pequeña) viene en pareja, una sésil y la otra pedicelada; no tienen aristas (Esqueda V, 2000).

Espiguillas sésiles de 3.7 a 5 mm de largo por cerca de 1.5 mm de ancho con dos florecillas o flósculos; flósculo inferior de cerca de 3.5 mm de largo; flósculo superior de cerca de 3 mm de largo; anteras cerca de 1.5 mm de largo. Los frutos y semillas están fusionados, es decir incluyen la semilla, las brácteas y parte del raquis. El endospermo es duro, la raíz principal presenta raíces que salen de los nudos encima de la superficie como medio de anclaje (Esqueda, 2000).

Las infestaciones de caminadora pueden dar lugar a pérdidas de hasta 80 por ciento de las cosechas e incluso al abandono de las tierras agrícolas. Se estima que la caminadora afecta a más de 3,5 millones de hectáreas solo en Centro América y el Caribe (FAO, 2006).

La caminadora se reproduce solamente por semillas que son diseminadas por el agua, la maquinaria de las fincas y los pájaros. En distancias mayores su diseminación ocurre como contaminante de las semillas de los cultivos. Los informes sobre el número de semillas producidas por cada planta varían según los lugares. Se estima que la producción de semillas de caminadora es de cerca de 10,000 semillas por metro cuadrado y que una planta creciendo aisladamente produce entre 570 y 730 semillas (Medina, G 199). Sin embargo, la contribución de semillas al banco de semillas del suelo es mucho menor de lo que se podría esperar en base a la cantidad producida por planta. Una gran proporción de las semillas se pierde antes de la siguiente época de cultivo (Medina, G 199).

En un campo fuertemente infestado, se contaron las semillas presentes sobre la superficie del suelo al inicio de la época de cultivo dando una estimación de 324 semillas por metro cuadrado. La latencia de las semillas y sus hábitos de germinación varían substancialmente en todo el mundo determinaron que en suelos cultivados con maíz, del 40 al 60 por ciento de las semillas de caminadora persistieron en el suelo después de un año de haber estado enterradas (FAO, 2006).

El manejo exitoso de la caminadora depende del agotamiento de su banco de semillas en el suelo y de la prevención de la producción de semillas. Ninguna táctica simple de control puede alcanzar ese resultado, por lo tanto, es necesaria una estrategia integrada para disminuir consistentemente las poblaciones de caminadora que van desde las aplicaciones de herbicidas de forma pre-emergencia hasta los controles culturales (FAO, 2006).

2.2.14.3 *Momordica charantia* L. (Jaibilla)

Esta maleza se presenta en bejucos, con una longitud hasta de 6 m, muy ramificados y enredándose entre arbustos y hiervas; posee tallos delgados, pelosos a glabrescentes. Las hojas de 4 a 11 cm, orbiculares, profundamente 3 a 7 lobadas, las nervaduras pelosas, profundamente cordatas, remota y toscamente dentadas, agudas, mucronadas; pecíolos 1.5 a 4.5 cm. Flores solitarias; pedúnculos de 4.5 a 9 cm (Hampshire, 2009).

El Hipanto de las flores estaminadas peloso, cilíndrico campanulado; lobos del cáliz 2.5 a 4 mm, ovados; corola 7 a 15 mm amarilla; posee filamentos 1 a 1.5 mm; las anteras 2 a 2.5 mm. Flores pistiladas pedunculadas, pero los lobos del cáliz más angostos; él es ovario fusiforme, rostrado, puberulento en líneas, tuberculado, estilo 2 a 3.5 mm; posee 3 estigmas, lobados (Hampshire, 2009).

Frutos de 3 a 12 cm, carnosos, generalmente explota al madurar en 3 valvas recurvadas, anaranjado brillante; semillas numerosas, de dimensiones de 8 a 16 por 4 a 9 mm, oblongas, ligeramente aplanadas, negras con formas como alas pardo oscuras, la pulpa rojo brillante (Hampshire 2009).

2.2.14.4 *Portulaca oleracea* L. (Verdolaga)

Planta anual, de 10 a 50 cm, carnosa y glabra, más o menos postrada, es una maleza del tipo Terófito, es decir que llega a completar todo su ciclo de desarrollo durante la estación favorable. La estación desfavorable en forma de semilla. Hojas sésiles, obovadas. Flores sentadas, con 2 sépalos conados en la base y 4 a 6 pétalos amarillos. Fruto en pixidio (CANABIO, 2013).

Es considerada una planta arvense adaptable a lugares que puedan tener cambios bruscos en el clima en zonas ya sean templadas o húmedas, su reproducción es por semilla (UPN, 1997).

2.2.14.5 *Croton lobatus* L. (Papayita)

Subarbusto de 0.50 a 1.50 m de altura. Hojas con 3 ó 5 lóbulos de 3 a 9 cm de largo por 3 a 9 cm de ancho; pecíolos glandulares, margen aserrado. Inflorescencia bisexual, racimosa de 2.5 a 10 o más cm de largo. Frutos de 4 a 7 mm de longitud. Se reconoce por su hábito herbáceo o sub arbustivo, por sus hojas con los lóbulos muy profundos, con el ápice acuminado o caudado y el margen aserrado. Los sépalos de las flores femeninas suelen permanecer unidos al eje del racimo aún después de caídos los frutos (González, 2000).

2.2.14.6 *Trianthema portulacastrum* L. (Falsa verdolaga)

Planta herbácea anual o perenne de vida corta, un tanto suculenta; tallos postrados a ascendentes, de hasta 1 m de largo, hojas opuestas, estípulas membranáceas, la cual se encuentra libre, de forma deltoide a angostamente lanceolada y atenuada, pecíolo de 0.2 a 2.5 cm de largo, algunas veces igualando el tamaño de la hoja. Base redondeada cuneada, en raras ocasiones truncada, margen papiloso, a menudo ciliado hacia la base, flores axilares, reunidas en grupos de 1 a 3, ocultas parcialmente por la base membranosa del pecíolo, se trata de una maleza tropical probablemente introducida de las partes, calientes del Viejo Mundo. Relativamente frecuente y con tendencia a prosperar en ambientes perturbados, por lo que no presenta problemas de supervivencia, esta especie de maleza llega a presentar floración en todas las épocas del año (Espinoza, 1998).

En algunos lugares del mundo, *Trianthema portulacastrum* L se utiliza en medicina tradicional para tratar diversas enfermedades; en la literatura se registra como venenosa para el ganado, pero se sabe que en ciertas regiones de se utiliza como forraje para cerdos y como alimento para aves (Acosta, 2002). Esta especie se ha hallado en lugares con suelos salitrosos, así como en pastizales, terrenos cercanos a ríos, en campos de cultivo y en sitios perturbados con vegetación de bosque tropical caducifolio y de matorral xerófilo (Acosta, 2002).

2.2.14.7 *Euphorbia prostrata* L. (Golondrina)

Es una planta pequeña anual, crece postrada y tiene tallos rosa o púrpura, con pubescencia, jugo lechoso que alcanzan hasta unos 20 centímetros de largo (Aristeguieta, 2013). Las hojas de forma oval, de hasta un centímetro de largo con bordes finamente dentados son más anchas abajo que arriba, diminutas; con grupos de flores: cuatro masculinas y una femenina en las partes terminales de las ramas y los frutos son unas cápsulas pequeñas con tres semillas. La inflorescencia menos de 2 milímetros de ancho, con pétalos de color blanco como apéndices (Aristeguieta, 2013).

2.2.15 Factores que afectan a la población de malezas

Se considera que los factores que influyen en la abundancia, dominancia y composición florística de las malezas en un área determinada son:

Físicos, biológicos, las prácticas agrícolas y culturales. Por lo tanto la composición y densidad de la flora de las malezas es un reflejo del cultivo y prácticas agronómicas empleadas. (Hass y Streibig, 1982).

Algunos cambios se realizan en el medio ambiente del cultivo y pueden influir en forma determinante en la población de las malezas asociadas con el área de producción (Koch y Walter, 1983). En este sentido se comenta que posiblemente el factor que ha tenido efecto más notable sobre poblaciones de malezas son las prácticas agrícolas, y algunos casos estos han reducido fuertemente algunas especies (Froud-Williams et al, 1981).

La dirección del cambio sobre la población es influenciada por prácticas culturales, manejo del agua, métodos de control de las mismas malezas (Mercado, 1983). Con anterioridad se confirmaban cambios en la composición de especies de malezas por prácticas agrícolas, indicando que los cambios que se producen en la composición de las especies de malezas en los campos de cultivo y en sus poblaciones absolutas y relativas, son las consecuencias inevitables de

modificaciones en el control de malezas y otras técnicas agrícolas (Holzner y Glauniger, 1982).

Las prácticas agrícolas actúan de alguna manera como elementos de presión de selección sobre la población de malezas. Se han planteado cambios en la composición de la flora de las malezas y se explica como el resultado de la presión de selección impuesta por innovaciones y modificaciones de prácticas existentes que realiza el productor del cultivo, alteran el hábitat agrícolas (Holzner y Glauniger, 1982).

Si la selección impuesta por prácticas agrícolas continúa por largo tiempo y suceden apropiadas variaciones en la composición de la población, se podrían desarrollar especies de malezas localmente adaptadas. De acuerdo con Froud-Williams et al, 1987, existen dos tipos de presión:

- 1) Generales: las que se originan a partir de cambios en métodos de presión de selección, tales como herbicidas, labranzas, sistemas de cultivo.
- 2) Específicas: las que se originan de cambios en métodos de control de malezas.

Las prácticas de producción según Aldrich (1984) pueden ser divididas en: prácticas de cultivo, prácticas de labranza, prácticas de herbicidas.

2.2.15.1 Banco de semillas

En cualquier momento, el suelo contiene semillas viables de malezas que fueron producidas en años anteriores. En áreas donde se ha llevado cultivos intensivos por herbicidas, cultivaciones, deshierbe manual y rotación de cultivos, el banco de semillas viables de malezas pueden tener un rango entre 250 y 46819 semillas por metro cuadrado (Cavers, Benoit, 1989).

Una evaluación en suelos arables por Brenchley, w.e; Warington, k. (1933). Donde el suelo fue muestreado a una profundidad de 15 cm en áreas de 10 por 7.5 cm, siendo efectuadas 140 muestras en cada año del estudio y colocadas en bandejas. Cuando las plantas emergieron del suelo estas fueron contadas, identificadas y removidas. La muestra del suelo fue volteada cada 3 meses y rigurosamente cultivada cada 6 semanas (Brenchley, w.e; Warington, k. 1933).

Los estimados del banco de semilla fueron de una asombrosa magnitud, 39,000 semillas por metro cuadrado representando 47 especies. Se dice que la longevidad de las semillas se ve incrementada a medida a que estas se encuentran más profundas en el perfil del suelo (Aldrich, 1984).

Si razonamos así, esto se debe a que los ciclos de temperatura son de menor amplitud a mayor profundidad, así mismo hay menos luz, menos oxígeno, mayor concentración de dióxido de carbono y el contenido de humedad es mayor y más constante, y las que están en partes más expuestas entran en el proceso de germinación natural (Aldrich, 1984).

2.2.15.2 Efecto de la precipitación sobre la población de malezas

La distribución de las especies de malezas no es estática si no dinámica, si se considera que el clima limita la distribución de estas, un cambio en el origen un efecto semejante. Las áreas de distribución de las especies suelen modificarse por virtud de otros factores, por lo que no se puede atribuir de manera automática cada cambio en la distribución a factores climáticos (Krebs, 1985). De esta manera se asevera que el nivel de variabilidad de una cobertura vegetal está determinado por varios factores incluyendo el clima, localización geográfica, naturaleza de sitios disturbados y el número de especies presentes (Krebs, 1985).

Por lo general se considera que la vegetación de cualquier área es el producto del clima de la misma. Sabiendo que el agua es un agente importante en la diferenciación y en la fisiología de la planta, es necesario un análisis más detallado de las relaciones de agua de las plantas si se pretende aplicar conceptos generales acerca de la precipitación y la evaporación a los estudios de distribución de una especie dada de plantas (Krebs, 1985).

2.2.16 Mediciones de similaridad y disimilaridad

Existen muchas mediciones para estimar la similaridad o disimilaridad entre las muestras de vegetación. Algunas son cualitativas y están basadas en los datos de ausencia presencia, mientras que otras cuantitativas y se trabajan con datos de abundancia. Muchas pueden utilizarse con ambos tipos de datos (Gauch, 1982).

Los índices de similaridad miden el grado en el cual la composición de especies de los cuadrantes o muestras está asociada. Los coeficientes de disimilaridad estiman el grado en el cual dos cuadrantes o muestras difieren en su composición. De tal forma que la disimilaridad es el complemento de la similaridad (Gauch, 1982).

2.2.16.1 Coeficiente de similaridad metodología de Jaccard

Jaccard (1901; 1912; 1928) desarrollo una expresión matemática muy simple de similaridad. Fue originalmente utilizada para comparar las floras generales de grandes áreas pero subsecuentemente ha sido utilizada para estimar la similaridad de parcelas en término de composición de especies (Gauch, H. G. 1982).

La formula es:

$$S_j = \frac{a}{a+b+c}$$

Donde S_j = coeficiente de similaridad de Jaccard

a = número de especies comunes a ambos cuadrantes o muestras

b = número de especies en la muestra 1

c = número de especies en la muestra 2

A menudo el coeficiente es multiplicado por 100 para dar el resultado en porcentaje de similaridad.

2.2.17 Valores de importancia de las especies de malezas

El valor de importancia de Cottam es la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la cobertura relativa o área basal relativa de cada especie. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie mejor que cualquiera de sus componentes. El valor de importancia para las malezas varía según al estado de crecimiento del cultivo, de acuerdo al factor altitud y al factor edáfico (Galdamez, 1993).

En donde densidad real (Dreal), cobertura real (C (%) real), frecuencia real (Freal)

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

$$\text{Dreal} = \frac{(\text{densidad } 1 + \text{densidad } 2 + \dots + \text{densidad } n)}{\text{Número de unidades muestréales}}$$

Número de unidades muestréales

$$\text{Creal} = \frac{(\text{cobertura } 1 + \text{cobertura } 2 + \dots + \text{cobertura } n)}{\text{Número de unidades muestréales}}$$

Número de unidades muestréales

$$\text{Freal} = \frac{\text{No. de unidades muestréales en que está presente cada especie}}{\text{Número de unidades muestréales}} \times 100$$

Número de unidades muestréales

En donde las abreviaturas quieren decir:

Dreal: Densidad real.

Creal: Cobertura real.

Freal: Frecuencia real.

En donde densidad 1.... Densidad n, corresponde a el numero de las densidades por especies de malezas por el número de unidades muestréales.

En donde cobertura 1..... cobertura n, corresponde a los porcentajes de cobertura por especie en las unidades muestréales.

Para obtener los valores relativos de Densidad, Cobertura y Frecuencia se calcula de la siguiente forma:

$$\mathbf{Drelativa} = \frac{\mathbf{Dreal}}{\Sigma \mathbf{Dreales}} \times 100$$

$$\mathbf{Crelativa} = \frac{\mathbf{Creal}}{\Sigma \mathbf{Creales}} \times 100$$

$$\mathbf{Frelativa} = \frac{\mathbf{Freal}}{\Sigma \mathbf{Freales}} \times 100$$

En donde las abreviaturas quieren decir:

Drelativa: Densidad relativa.

Crelativa: Cobertura relativa.

Frelativa: Frecuencia relativa.

Al final tenemos que el valor de importancia (VI), está dado por (Manual de ecología USAC):

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

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 Ecología

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdrige, se encuentra dentro de la zona de vida subtropical cálida (Orozco, H *et al.* 1995). Caracterizada por una precipitación que va de 2000 a 4000 mm anuales ubicada naturalmente, en la cuenca del río Achiguate de la vertiente del Pacífico. La fisiografía predominante es de gran paisaje, perteneciente a las llanuras costeras del pacífico (Orozco, H 1995).

2.3.2 Condiciones Climáticas

El clima de la región según Thornthwaite, presenta las características:

- Cálido sin estación fría bien definida, húmedo con invierno seco (INSIVUMEH, 2004).
- Las características climáticas de la región contemplan una temperatura promedio anual de 27 a 28 °C (INSIVUMEH, 2004).

2.3.3 Precipitación pluvial

La precipitación pluvial ocurre generalmente de mayo a octubre, y en promedio anual llueven alrededor de 1,600 a 2,000 milímetros, (MAGA 2000).

2.3.4 Zona de vida

Según el sistema de clasificación el área se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálida (MAGA 2000).

2.3.5 Geomorfología

Los suelos han evolucionado a partir de sedimentos aluviales de origen volcánico, en la cual predominan arenas de diferentes granulometrías, además de la presencia de lentes de gravillas (CENGICAÑA 1996).

Los materiales han sido sedimentados intermitentemente y con dinámica fluvial diferente, se pueden encontrar horizontes A que fueron sepultados anteriormente (CENGICAÑA 1996).

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

- Conocer la distribución de las especies de maleza existentes en las zonas agroecológicas (ZAE) de la administración central del Ingenio Magdalena.

2.4.2 Específicos

- Identificar las especies de maleza existentes en las ZAE.
- Obtener los valores de importancia de cada una de las especies de malezas en las ZAE.
- Describir la similitud existente entre las especies de Maleza y las ZAE evaluadas, mediante un análisis de clusters con la metodología de Jaccard.

2.5 METODOLOGIA

2.5.1 Selección y trabajo en las fincas correspondientes a las ZAE

Esta distribución y selección de trabajo se dio en los lotes de las fincas que corresponden a las ZAE de la administración zona central.

2.5.2 Número de puntos a muestrear por lote.

El número de puntos a tomar en los lotes de las fincas cañeras fue de un punto cada cuatro hectáreas a muestrear, en base a los estudios de la distribución de especies de malezas ya establecidos según Rincones, C. (1984), y así mismo también Ordoñez, P., & Milanés, N. (2006) en el comportamiento espacial de malezas en caña de azúcar.

En cada lote de las ZAE, se siguieron los criterios acordados por CENGICAÑA los cuales fueron:

- no fueran semilleros.
- no existiera una aplicación anterior de herbicida.
- no fueran de renovación de caña.
- no existieran evaluaciones en realización.

La evaluación se desarrolló en: Compañía Agrícola Velásquez s.a. (ZONA CENTRAL NORTE), Compañía Agrícola Buganvilia s.a. (ZONA CENTRAL NORTE), Agropecuaria Santa María s.a. (ZONA CENTRAL SUR).

2.5.3 Áreas de las ZAE evaluadas

Las áreas evaluadas por cada una de las ZAE se muestran en el cuadro 7. (El área está tomada en hectáreas).

Cuadro 7. Área evaluada según la ZAE

| ZAE | Área Hectáreas |
|-----|-------------------|
| 10 | 162.28 |
| 11 | 63.06 |
| 12 | 60.07 |
| 33 | 61.82 |
| 34 | 14.36 |
| 35 | 162.89 |

2.5.4 Manejo de los lotes

Se cubrió el área de trabajo previo a la aplicación de herbicidas con un plástico (nylon), las medidas fueron de 2 metros cuadrados, esto para proteger el banco de semillas de las malezas si fuese una aplicación pre emergente o la maleza ya establecida si fuera una aplicación post emergente.

Luego de la aplicación de la molécula del herbicida el nylon fue retirado a los 35 días o antes de la primera práctica mecanizada al suelo como se muestra en la figura 6, luego identificándolo con estacas para su limitación, como se muestra en la figura 7.



Figura 6. Protección de puntos antes de aplicación



Figura 7. Identificación del área experimental

Los puntos se distribuyeron a modo de abarcar la mayor área, ubicándolos con un GPS y una dirección en forma de W o de zigzag (Dell, W. 1993) como se muestra en la figura 8.



Figura 8. Distribución de puntos en la zona a evaluar

2.5.5 Toma de datos y muestreo

La toma de datos se realizó a los 35 días después de la aplicación de los herbicidas, o antes de la primera práctica mecanizada en el área. El muestreo se realizó utilizando el metro cuadrado, por cada una de las especies se obtuvo su porcentaje de cobertura.

2.5.6 Análisis de Valor de Importancia

Con base a los muestreos realizados, se determino: cobertura, densidades, frecuencias, y estas dando lugar a los valores de importancia de cada una de las especies evaluadas en las ZAE

2.5.7 Análisis de Clusters

Se formo una matriz de ausencia y presencia de las especies de malezas a nivel de ZAE y se analizó las similitudes y disimilitudes con la metodología de Jaccard.

2.6 RESULTADOS

2.6.1 Especies presentes en las ZAE evaluadas

En las ZAE donde se llegó a realizar la metodología, se determinaron 13 familias, 19 géneros y 21 especies, de maleza como se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Especies de malezas determinadas en las ZAE

| FAMILIA | NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMUN |
|----------------|--|--------------------|
| Cyperaceae | <i>Cyperus rotundus. L.</i> | Coyolio |
| Poaceae | <i>Rottboellia conchinchinensis. L.</i> | Caminadora |
| | <i>Leptochloa filiformis. Lam</i> | Plumilla |
| | <i>Cynodon dactylon. L.</i> | Bermuda |
| | <i>Echinochloa colonum. L.</i> | Liendre de puerco |
| | <i>Digitaria sanguinalis. L.</i> | Pata de gallina |
| Zygophyllaceae | <i>Kallstroemia máxima. L.</i> | Atarraya |
| Portulacaceae | <i>Portulaca oleraceae. L.</i> | Verdolaga |
| Cucurbitaceae | <i>Momordica charantia. L.</i> | Jaibilla |
| Convolvulaceae | <i>Ipomoea nil. L.</i> | Campanilla |
| | <i>Merremia quinquefolia. L.</i> | Cinco hojas |
| Euphorbiaceae | <i>Croton lobatus. L.</i> | Papayita |
| | <i>Euphorbia hirta. L.</i> | Lechosa |
| | <i>Euphorbia hypericifolia. L.</i> | Lechosa |
| | <i>Euphorbia prostrata. L.</i> | Golondrina |
| Aizoaceae | <i>Trianthema portulacastrum. L.</i> | Falsa verdolaga |
| Molluginaceae | <i>Mollugo verticillata. L.</i> | Anisillo |
| Dioscoraceae | <i>Dioscorea carionis. Prain&Burkill</i> | Alambrillo |
| Primulaceae | <i>Anagallis arvensis. L.</i> | Albahaca silvestre |
| Phyllanthaceae | <i>Phyllantus niruri. L.</i> | Tamarindillo |
| Amaranthaceae | <i>Amaranthus spinosus. L.</i> | Güisquelete |

2.6.2 Valores de importancia de las especies de malezas en las ZAE

En las ZAE 10, 12, 33, 34 y 35, *Cyperus rotundus L.* obtuvo los valores de importancia más altos con una media de 116.96 por ciento, la única ZAE que no presento un valor de importancia alto para esta especie fue la ZAE 11, como se muestra en el cuadro 10.

Los porcentajes del valor de importancia obtenidos por *Cyperus rotundus L.* se vieron altamente dependientes a las características eco-taxonómicas que posee esta especie de maleza, pues es una de las más adaptables en toda área. Esto se debe a sus formas de reproducción las cuales pueden ser por semilla, estolón o tubérculos, y así aportándole ventajas es su propagación y dispersión.

Cyperus rotundus L. puede producir alrededor 10 millones de tubérculos por hectárea de cultivo y estos estar viables alrededor de 20 años siendo esta la más importante de sus formas de reproducción (Mortimer 1994), así también sus características alelopáticas que favorecen con exudados de todos los tejidos vegetales, incluyendo hojas, flores, frutos, tallos, raíces, rizomas, semillas y polen (Rice, 1984).

Rottboellia conchinchinensis L se presentó como la segunda especie de maleza con sus valores de importancia altos, mostrándose con un valor medio de 44.38 en las ZAE 10, 34 y 35, siendo en la ZAE 11 la única donde obtuvo un porcentaje alto. Los valores de importancia de esta especie están estrechamente relacionados a la forma de reproducción, *Rottboellia conchinchinensis L*, puede formar de 570 y 730 semillas por planta, dispersarse por riego o un factor humano y brindar una viabilidad de semillas de 4 a 5 años en el suelo (FAO 2006).

Sin embargo, la contribución al banco de semillas del suelo es mucho menor de lo que se podría esperar en base a la cantidad producida por planta. Porque una gran proporción de las semillas se pierde antes de la siguiente época de cultivo (FAO 2006), pero el mal manejo de los bancos de semilla de esta especie llega a existir una recuperación poblacional y mantenerse en las áreas de cultivo.

Como se muestra en el cuadro 9, siete fueron las especies de malezas que alcanzaron los 3 primeros valores más altos en las ZAE evaluadas. De forma inversa a los altos valores de importancia las malezas: *Dioscorea carionis* Prain&Burkill presento un valor de 1.55 porciento y *Digitaria sanguinalis* L con un valor de 4.29 porciento, ambas especies encontradas únicamente en la ZAE 35. *Dioscorea carionis* Prain&Burkill se desarrolló en esta ZAE por las condiciones que presenta, es un área con suelos con capas de arena en sus perfiles, con déficit de humedad (Villatoro, B. Pérez, O. 2008), y por las características que posee las raíces modificadas de esta maleza (Tallos subterráneos) le permite dispersarse con mayor facilidad, mostrando así también resistencia a una aplicación de herbicidas traslocables desde las zonas meristemáticas de la planta.

Mientras que *Digitaria sanguinalis* L es favorecida por la forma en que la maleza llega a dispersarse, pues puede distribuirse por medio de estolones llegando a abarcar relativamente hasta un 25 porciento de cobertura a una edad de 55 a 60 días del cultivo establecido (Espinoza, G. 2012).

Cuadro 9. Especies de malezas con los valores de importancia más altos

| ZAE | Especie de Maleza | Valor de Importancia |
|------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 10 | <i>Cyperus rotundus L.</i> | 127.08 |
| | <i>Rottboellia conchinchinensis L</i> | 39.99 |
| | <i>Kallstroemia máxima L</i> | 23.58 |
| 11 | <i>Rottboellia conchinchinensis L</i> | 141.36 |
| | <i>Echinochloa colonum L</i> | 46.23 |
| | <i>Portulaca oleraceae L</i> | 31.77 |
| 12 | <i>Cyperus rotundus L</i> | 157.20 |
| | <i>Momordica charantia L.</i> | 59.69 |
| | <i>Rottboellia conchinchinensis L</i> | 38.42 |
| 33 | <i>Cyperus rotundus L.</i> | 157.20 |
| | <i>Leptochloa filiformis Lam</i> | 30.7 |
| | <i>Kallstroemia máxima L</i> | 19.68 |
| 34 | <i>Cyperus rotundus L.</i> | 76.29 |
| | <i>Rottboellia conchinchinensis L</i> | 68.02 |
| | <i>Momordica charantia L.</i> | 46.42 |
| 35 | <i>Cyperus rotundus L.</i> | 93.87 |
| | <i>Rottboellia conchinchinensis L</i> | 26.49 |
| | <i>Portulaca oleraceae L.</i> | 18.77 |

En el cuadro anterior se muestran las 7 especies de malezas que obtuvieron los porcentajes de los valores de importancia más altos a nivel de evaluación.

Cuadro 10. Valor de importancia de las especies de malezas por ZAE

| ZAE | <i>Cyperus rotundus</i> | <i>kallstroemia maxima</i> | <i>Rottboellia conchinchinensis</i> | <i>Euphorbia hirta</i> | <i>Ipomoea spp</i> | <i>Phyllanthus niruri</i> | <i>Momordica charantia</i> | <i>Echinochloa colonum</i> | <i>Euphorbia hypericifolia</i> | <i>Croton lobatus</i> |
|-----|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 10 | 127.08 | 23.58 | 39.99 | 8.94 | 13.07 | 5.59 | 19.62 | 7.47 | 8.24 | 14.35 |
| 11 | 17.45 | 9.34 | 141.36 | 9.45 | 0.00 | 0.00 | 11.11 | 46.23 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 130.37 | 0.00 | 38.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 59.69 | 0.00 | 0.00 | 22.78 |
| 33 | 157.20 | 19.68 | 14.45 | 0.00 | 5.47 | 11.12 | 7.04 | 0.00 | 16.42 | 7.92 |
| 34 | 76.297 | 44.157 | 68.022 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 46.425 | 0.000 | 12.382 | 8.948 |
| 35 | 93.87 | 7.31 | 26.49 | 3.87 | 9.41 | 10.38 | 11.84 | 0.00 | 3.57 | 15.70 |
| ZAE | <i>Portulaca oleraceae</i> | <i>Leptochloa filiformis</i> | <i>Cynodon dactylon</i> | <i>Euphorbia Postrata</i> | <i>philodendron spp</i> | <i>Mollugo verticilata</i> | <i>Anagallis arvensis</i> | <i>Trianthema portulacastrum</i> | <i>Dioscorea carionis</i> | <i>Digitaria sanguinalis</i> |
| 10 | 14.82 | 8.49 | 4.91 | 1.97 | 1.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 31.77 | 4.92 | 0.00 | 0.00 | 8.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 32.46 | 9.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.12 | 0.00 | 0.00 |
| 33 | 16.51 | 30.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 13.46 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 33.962 | 0.000 | 0.000 | 9.807 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 35 | 18.77 | 8.95 | 2.86 | 0.00 | 0.00 | 10.40 | 1.01 | 4.89 | 1.55 | 4.29 |

2.6.3 Análisis de similitud de las especies de malezas en las ZAE

En el análisis de similitud de las especies de malezas encontradas, se observó que las ZAE son un factor importante en las dinámicas poblacionales de la maleza, siendo estas, las que aportan las condiciones climáticas y edáficas propias del lugar.

Estas similitudes alcanzadas por las ZAE, son por el propio comportamiento ecotaxonomico de las especies arvenses alcanzado en el momento de su evaluación, con esta similitud entre las ZAE se puede implementar un manejo de estas plantas de forma general y dirigida para las diferentes ZAE, es decir aplicaciones de moléculas de herbicidas o cualquier otro tipo de manejo hacia la maleza relacionándolo con las ZAE, por ejemplo si se tratara de un control químico, correlacionar las posibles mezclas de herbicidas a aplicar con las condiciones del suelo y clima por cada una de las ZAE.

Como se mencionó anteriormente, a nivel general de la evaluación, se determinaron 21 especies de malezas dentro de las ZAE, estas llegando a presentar sus diferentes porcentajes de similitud, las ZAE 33 y 34, obtuvieron el mayor porcentaje de similitud, siendo este de 73, ZAE 10 llegó a obtener un porcentaje del 70, la ZAE 35 un 58 por ciento de similitud, ZAE 11 un 50 por ciento de similitud, y por último ZAE 12 con un 45 por ciento, el 80 por ciento de las ZAE evaluadas estuvo arriba del 50 por ciento de similitud en las especies de malezas, llegando a agrupar a las ZAE 35, 34, 33, 10, 11, quedando excluida solamente la ZAE 12 pues su porcentaje de similitud fue el más bajo

Las columnas de los clusters que se encuentren más alejadas llevan la tendencia de disminuir sus porcentajes de similitudes y llegar a ser disimilitudes en la evaluación, esto a las ausencias de algunas especies de malezas presentes en las ZAE, en la figura 10 se puede observar el comportamiento de las gradientes obtenidas.

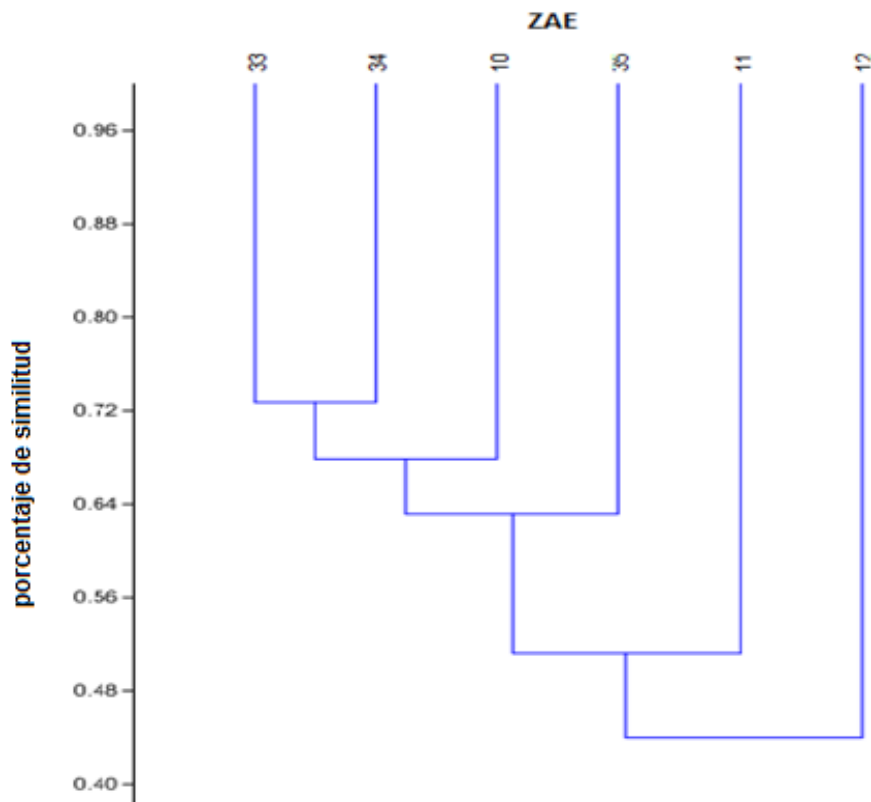


Figura 9. Dendrograma de Jaccard de las especies de malezas en las ZAE

La estrecha similitud existente entre la ZAE 33 y 34 con base a las especies de malezas presentes, se ven favorecidas por las características que estas ZAE poseen, estas ZAE llega a presentar suelos entisoles con muy baja retención de agua y limitados por la presencia de capas de arena en el perfil (CENGICAÑA, 1996).

La única diferencia entre estas ZAE es el factor humedad, pues la ZAE 33 son áreas con déficit de precipitación entre 500 y 799 mm, tienen hasta 195 días de ausencia de lluvias. Mientras que la ZAE 34 llega a presentar 205 días de ausencia de lluvias entre 800 y 899.99 mm (Villatoro, B. Pérez, O. 2008). Las especies de malezas que presentaron la mayor similitud entre las ZAE fueron: *Cyperus rotundus* L. *Portulaca oleracea* L. *Rottboellia cochinchinensis* L. *Momordica*

charantia L. Croton lobatus L. Kallstroemia máxima L. Ipomoea spp Euphorbia hypericifolia L.

Esta diferencia de ausencias de lluvias entre las ZAE brinda a las especies de malezas la humedad necesaria para su propagación y distribución, además las características eco fisiológicas brindan aun más valores de presencia de estas especies arvenses. La alta viabilidad de las semillas y la fácil dispersión de las mismas en las áreas de cultivo, llegan a garantizar presión de las especies de malezas dentro de las ZAE, como se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 11. Características eco-taxonómicas de las especies de malezas que presentaron el mayor porcentaje de similitud en las ZAE evaluadas

| Espece | Ciclo de vida | Morfología | Forma de propagación | Producción semilla | Viabilidad semilla (años) | Dispersión (*) |
|---------------------------------------|---------------|---------------|------------------------------|--|---------------------------|--------------------------------|
| <i>Cyperus rotundus L.</i> | Perenne | Hoja angosta. | Semilla, tubérculo, estolón. | 1,000 a 10,000 semillas por m ² | Alrededor de 20 | Mecanización, riego. |
| <i>Portulaca oleracea L.</i> | Perenne | Hoja ancha. | Semilla. | 10,000 por planta. | De 30 a 40 | Riego, viento. |
| <i>Rottboellia cochinchinensis L.</i> | Anual | Hoja angosta. | Semilla. | 570 y 730 semillas por planta. | 4 a 5 | Riego, mecanización, viento. |
| <i>Momordica charantia L.</i> | Anual | Hoja ancha. | Semilla. | 150 semillas por planta. | 3 a 4 | Riego, mecanización, animales. |
| <i>Croton lobatus L.</i> | Anual | Hoja ancha. | Semilla. | 30 semillas por planta. | 4 a 5 | Riego, mecanización. |

Fuente (Martínez 2013). (*) Formas de contaminar las áreas de cultivo

2.7 CONCLUSIONES

1. En la determinación de las especies de malezas en las ZAE de la administración zona central del Ingenio Magdalena, se obtuvo la determinación de 13 familias de malezas, 19 géneros y 21 especies, distribuidas en las 6 ZAE evaluadas.
2. La especie *Cyperus rotundus* L obtuvo los valores de importancia más altos en 5 ZAE de las 6 evaluadas, con una media de 116.96 porciento, siendo estas las ZAE 10, 12, 33, 34 y 35, donde únicamente la ZAE 11 presento los valores de importancia más bajos, como segundo valor de importancia alto la especie *Rottboellia cochinchinensis* L. obtuvo una media de 44.83 en las 5 ZAE antes mencionadas y en la ZAE 11 esta especie de maleza obtuvo un valor de importancia alto siendo de 141.36 porciento, favorecidas por las condiciones eco-morfológicas de las especies arvenses y las características existentes en las ZAE.
3. La similitud de las especies de malezas con el porcentaje más alto fue obtenida en la ZAE 34 y 33, esta fue de un 73 porciento, por otro lado la ZAE 10 obtuvo un 70 por ciento, ZAE 35 un 58 porciento, ZAE 11 un 50 porciento y por último ZAE 12 con un 45 porciento de similitud, así mismo un 80 porciento de las ZAE evaluadas obtuvieron una similitud arriba de un 50 porciento llegando a agrupar a las ZAE 35, 34, 33, 10, 11 siendo la ZAE 12 la del porcentaje de similitud más bajo.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Por las dinámicas poblacionales de las especies de malezas que se presentan en el tiempo y espacio, se recomienda seguir el monitoreo de las malezas en las ZAE de las administraciones del Ingenio Magdalena para abarcar un mayor número de ZAE evaluadas, y así proponer planes de control hacia las especies arvenses de una forma más directa, utilizando toda herramienta disponible (Distribución de la Maleza en las ZAE, reconocimiento de las similitudes de las especies entre cada una de las ZAE, Rotación de Moléculas) y así poder contar con una base de datos sólida y analizar las sucesiones de malezas existentes en el tiempo y espacio.

2.9 ANEXOS

Cuadro 12A. Matriz del análisis de similitud y disimilitud de las especies de malezas en las ZAE evaluadas

Promedio (Average linkage)

Distancia: (Euclidea)

Correlación cofenética= 0.878

Variables estandarizadas

Casos leídos 6

Casos omitidos 0

Variables

| | | | |
|-------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Cyperus rotundus | kallstroemia maxima | Rottboellia conchinchinens.. | Euphorbia Hirta |
| Ipomoea nil | Phyllanthus niruri | Momordica charantia | Echinochloa colonum |
| Euphorbia hypericifolia | Croton lobatus | Portulaca oleraceae | Leptochloa filiformis |
| Cynodon dactylon | Euphorbia Postrata | philodendron sp. | Mollugo verticilata |
| Anagallis arvensis | Trianthema portulacastrum | Dioscorea carionis | Merremia quinquefolia |

Euclidea

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 10.00 | 11.00 | 12.00 | 33.00 | 34.00 | 35.00 |
| 10.00 | 0.00 | | | | | |
| 11.00 | 5.84 | 0.00 | | | | |
| 12.00 | 6.33 | 6.71 | 0.00 | | | |
| 33.00 | 3.87 | 5.84 | 5.01 | 0.00 | | |
| 34.00 | 4.54 | 6.36 | 5.61 | 3.62 | 0.00 | |
| 35.00 | 4.97 | 6.03 | 6.51 | 4.15 | 5.51 | 0.00 |

Matriz de distancias ultramétricas

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 10.00 | 11.00 | 12.00 | 33.00 | 34.00 | 35.00 |
| 10.00 | 0.00 | | | | | |
| 11.00 | 6.16 | 0.00 | | | | |
| 12.00 | 5.86 | 6.16 | 0.00 | | | |
| 33.00 | 4.20 | 6.16 | 5.86 | 0.00 | | |
| 34.00 | 4.20 | 6.16 | 5.86 | 3.62 | 0.00 | |
| 35.00 | 4.88 | 6.16 | 5.86 | 4.88 | 4.88 | 0.00 |

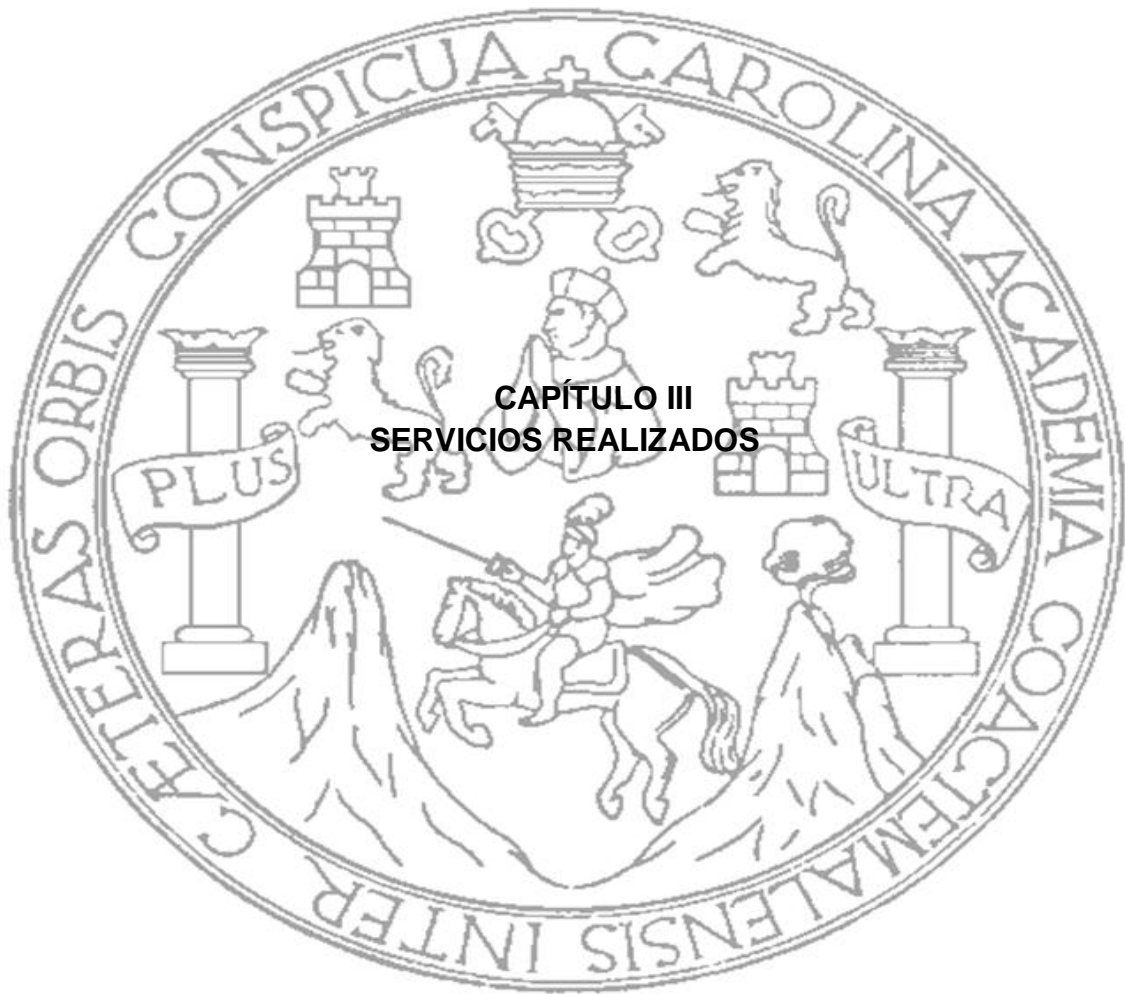
2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, G. 2002. Flora del Bajío y de regiones adyacentes: *Trianthema portulacastrum* (en línea). Pátzcuaro, Michoacán, México, Instituto de Ecología, Centro Regional del Bajío. Consultado 20 jun 2013. Disponible en <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumenes/FLOBA/Flora%20102-Aizoaceae.pdf>
2. Adams, CD. 2009. Flora Mesoamericana: *Cyperus rotundus* L. (en línea). México. Consultado 5 mayo 2013. Disponible en <http://www.tropicos.org/Name/9901122?projectid=3&langid=66>
3. Aldrich, RJ. 1984. Crop production practices and weeds. *In* Weed-crop ecology: principles in weed management. Belmont, CA, US, Wadsworth. p. 373-398.
4. Aristeguieta, L. 2013. Herbario Montecarmeliano (en línea). Venezuela, Herbario Contecarmeliano. Consultado 15 abr 2013. Disponible en <http://herbariocmc.blogspot.com/2013/03/euphorbia-prostrata-lechetrezna.html>
5. Brenchley, WE; Warington, K. 1933. The weed seed population of arable soil: 2 influence of crop, soil, and methods of cultivation upon the relative abundance of viable seed. *Journal of Ecology* 21:103-127.
6. Cavers, PB; Benoit, DL. 1989. Seed banks in arable land in ecology of soil seed banks. San Diego California, CA, US, Academic Press. p. 309-328.
7. CENGICAÑA (Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 1996a. Estudio semi-detallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. Guatemala, CEDIGUAT. p. 3-214.
8. CONABIO, MX. 2009. Malezas de México: *Portulaca oleracea* (en línea). México. Consultado 11 jun 2013. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/portulacaceae/portulaca-oleracea/fichas/ficha.htm>
9. Dell Campollo, WO. 1993. Identificación y cuantificación de las principales malezas que interfieren con el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* sp), en la finca Santa Rita, La Democracia, Escuintla. EPSA Diagnóstico. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 29 p.
10. Ecured, CU. 2013. *Cyperus rotundus* (en línea). Cuba. Consultado 5 mayo 2013. Disponible en http://www.ecured.cu/index.php/Cyperus_rotundus

11. Espinoza, CD. 1998. Flora de Veracruz: *Trianthema portulacastrum* (en línea). Xalapa, Veracruz, México, University of California / Instituto de Ecología. Consultado 8 jun 2013. Disponible en <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOVER/9-Rico.pdf>
12. Espinoza, G. 2012. Libro del cultivo de la caña en Guatemala: manejo y control y malezas, principales malezas de la zona cañera de Guatemala, interferencia de malezas, niveles de fitotoxicidad. Guatemala, CENGICANA. p. 133, 135 y 145.
13. Esqueda, V. 2000. Malezas de México, *Rottboellia cochinchinensis*, caminadora (en línea). México, CONABIO. Consultado 5 mayo 2013. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/rottboelliacochinchinensis/fichas/ficha.htm#9>. Referencias
14. FAO, IT. 1997. Zonificación agroecológica: guía general (en línea). Roma, Italia, FAO, Boletín 73. Consultado 11 abr 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/w2962s/w2962s00.htm>
15. FAO. IT. 2006. Conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible: manejo integrado de malezas (en línea). Roma, Italia. Consultado 5 mayo 2013. Disponible en http://www.fao.org/ag/ca/Training_Materials/CD27-Spanish/wm/weeds.pdf
16. Froud-Williams, RJ; Chancellor, RJ; Drennan, SH. 1981. Potencial changes in weed flora associated with reduced cultivation systems for cereal production in temperate regions. *Weed Research* 21:99-109.
17. Galdamez, KB. 1993. Estudio taxonómico de malezas, en el área cultivada con caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en el municipio de Siquinalá, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 158 p.
18. Gauch, HG. 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. New York, US, Cambridge University Press. 298 p.
19. González, J. 2000. *Croton lobatus* L. (targuá) (en línea). Costa Rica, InBio, Especies de Costa Rica, Especies disponibles. Consultado 18 jun 2013. Disponible en <http://darnis.inbio.ac.cr/FMPro?-DB=ubipub.fp3&-lay=WebAll&-Format=/ubi/detail.html&-Op=bw&id=314&-Find>
20. Haas, H; Streibig, JC. 1999. Changing patterns of weed distribution as a result of herbicide use and other agronomic factors. *In* Herbicide resistance in plants. Eds. HM Le Baron y J Gressel. New York, US, John Wiley. 57 p.

21. Hampshire, R.J. 2009. Flora Mesoamericana, *Momordica charantia* L. (en línea). México. Consultado 18 mayo 2013. Disponible en <http://192.104.39.83/Name/9200010?projectid=3>
22. Holzner, W; Glauning, J. 1985. Mejoramiento en el control de malezas. Roma, Italia, FAO. 318 p.
23. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2004. Datos climáticos 2004: estación meteorológica: Escuintla (en línea). Guatemala. Consultado 20 nov 2012. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESCUINTLA/ESCUINTLA%20PARAMETROS.htm>
24. Krebs, C.J. 1985. Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. Mexico, Harla. 753 p.
25. Labrada, R; Parker, C. 1996. El control de malezas en el contexto del manejo de plagas (en línea). Roma, Italia, FAO, Departamento de Agricultura. Consultado 18 jun 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s05.htm>
26. Laynez-Garsaball, J; Méndez-Natera, JR. 2007. Efectos de extractos acuosos de la maleza *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031, (en línea). Venezuela, Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Escuela de Ingeniería Agronómica, Departamento de Agronomía. Consultado 5 mayo 2013. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172799332007000200013&script=sci_arttext
27. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, a escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.
28. Medina Garcia, HL. 1999. Evaluación de dieciocho opciones de control de la maleza caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* L.) en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) bajo condiciones de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 80 p.
29. Mercado, L. 1983. Interaction between herbicide use and the weed flora of upland and rainfed crops. *In* Weed management in the Phillipines; report of seminar. sl, se. p. 152-159.
30. Mortimer, AM. 1994. The classification and ecology of weeds. *In* Weed management for developing countries. Ed. R Labrada; JC Caseley y C Parker. Rome, Italy, FAO. p. 7-26. (Plant Production and Protection Paper

- no. 120). Consultado 5 mayo 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s06.htm#cap%C3%ADtulo%202.%20la%20clasificaci%C3%B3n%20y%20ecolog%C3%ADa%20de%20las%20malezas>
31. Ordoñez, P; Milanés, N. 2006. Comportamiento y distribución de las malezas de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la región sureste de México. *In* Congreso ATALAC (6, 2006, MX). México, ATALAC. p. 12-15.
32. Orozco, H, 1995. Estratificación preliminar de la zona de producción de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.) en Guatemala con fines de investigación en variedades. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar -CENGICAÑA-. 33 p. (Documento Técnico no. 6).
33. Rice, EL. 1984. Allelopathy. 2 ed. New York, US, Academic Press. 421 p.
34. Rincones, C. 1984. Distribución de malezas en cañaverales de los valles de Aragua. Venezuela, TECNICAÑA. p. 399.
35. Sandra, D; Staver, C; Aker, C; Marvin, S; Reynaldo, M. 1993. Agronomía Mesoamericana: labranza en seco para el control de *Cyperus rotundus* (en línea). Valle de Sebaco, Matagalpa, Nicaragua, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Consultado 5 mayo 2013. Disponible en http://www.mag.go.cr/rev_mesov04n01_053.pdf
36. Universidad Pública de Navarra, ES. 1997. Herbario de la Universidad Pública de Navarra: *Portulacaoleracea* (en línea). España. Consultado 11 jun 2013. Disponible en http://www.unavarra.es/herbario/htm/Port_oler.htm
37. USAC, Facultad de Agronomía, GT. 2009. Manual de ecología general: valor de importancia. Guatemala. p. 59-67.
38. Villatoro, B; Pérez, O, Suarez, A, Castro, O, Rodríguez, M, Ufer, C. 2008. Zonificación agroecológica para el cultivo de caña de azúcar en la zonacañera de la costa sur de Guatemala – primera aproximación–. Guatemala, CENGICAÑA. p. 1-7.



**CAPÍTULO III
SERVICIOS REALIZADOS**

3.1 EVALUACIÓN DEL GRUPO QUÍMICO SULFONILUREAS PARA EL CONTROL DE *Cyperus rotundus* L. (COYOLIO) EN LA FINCA SAN FRANCISCO DEL INGENIO MAGDALENA

3.1.1 Introducción

El control de las especies de malezas en la caña de azúcar (*Saccharum* sp), representa una práctica de suma importancia, pues llega a reducir la presión de maleza hacia el cultivo y dejar los recursos disponibles hacia el mismo. *Cyperus rotundus* L, conocida como el coyolio, es considerada una maleza crítica en el cultivo de caña, pues cuenta con características de reproducción, dispersión, aprovechamiento de recursos y espacio de forma única. El uso del grupo químico de las sulfonilureas, busca el control de esta especie de maleza de una forma eficiente, las sulfonilureas poseen un modo de acción post emergente, el ingreso y traslocación es óptimo si existen de 5 a 6 hojas emergidas etapa que garantiza un aprovechamiento de este grupo químico, pues llega a existir mayor actividad en la planta joven.

Este grupo químico es de fácil traslocación y con ello busca obtener porcentajes de control mayor o iguales al 80 por ciento que según CENGICAÑA son los óptimos, así también una disminución en la brotación de los tubérculos tratados por este grupo químico.

Esta evaluación se realizó en dos fases, la primera en campo donde se aplicaron las moléculas de herbicidas, la segunda donde se analizó los porcentajes de brotación de los tubérculos tratados.

A nivel de porcentajes de control según sus días después de aplicación, si llega a existir diferencias significativas en la reducción de la presión de esta especie de maleza dada por las moléculas, siendo los herbicidas Sempra 75 WG 100 g más 2-4D SL 400 cc, seguido de Krismat 75 WG 2000 g más 2-4D SL 1,500 cc, Sempra 75 WG 120 g quienes alcanzaron los porcentajes de control arriba de un 80 por ciento.

En los porcentajes de brotación de los tubérculos tratados el grupo sulfonilureas no da niveles de confianza en la reducción de los bancos de tubérculos en el campo, pues todos presentaron porcentajes de brotación de un 40 a un 100 por ciento, en varios casos estas plantas que brotaron de los tubérculos presentaron mal formaciones y crecimientos atrofiados de los nuevos individuos; es por eso que se deben de buscar nuevas alternativas en el control de *Cyperus rotundus* L.

3.1.2 Objetivos

3.1.2.1 Objetivo general

- Evaluar el grupo químico de las sulfonilureas en el control de *Cyperus rotundus L* en caña de azúcar.

3.1.2.2 Objetivos específicos

- Estimar los porcentajes de control de los tratamientos en la evaluación a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación.
- Determinar que tratamiento aporta niveles de control igual o mayor al 80 por ciento.
- Determinar los porcentajes de brotación de tubérculos tratados con el grupo químico de las sulfonilureas.

3.1.3 Marco teórico

3.1.3.1 Periodo crítico de interferencia de malezas según el estrato altudinal

Los puntos críticos de interferencia de las malezas están ligados según a su estrato o según sus zonas agroecológicas, (Villatoro, B. Pérez, O.2008). Para estrato alto (Mayor a 300 msnm) el periodo crítico es de 63 días después de la siembra (Espinoza, G. 2012.). Para estrato medio de (100 a 300 msnm) el periodo crítico es de 57 días, ahora para estrato bajo y litoral, la interferencia crítica es a los 40 días ya que las condiciones de suelo y agua hacen que la competencia sea más crítica (Espinoza, G. 2012.).

3.1.3.2 Grupo de las Sulfonilureas

Es un herbicida post emergente que llega a introducirse a la planta vía foliar, su forma de entrada al sistema de la planta es óptimo si las hojas son hijas jóvenes pues es ahí donde llega a existir mayor actividad en la planta (Espinoza G. 2002).Llega a ser traslocado en las zonas de división celular en las regiones meristematicas de la planta, ya sea de una forma víaapoplasto o simplasto, las sulfonilureas llegan a ser muy movibles en la planta (Espinoza G. 2002).

Por su mecanismo de acción, son herbicidas sistémicos, que afectan las síntesis de proteínas en la planta y cambian la conformación de los mismos, induce a una inhibición de Acetolactato Sintetasa (ALS). Esta inhibición, como se muestra en la figura 10, desencadena una alteración total de los metabolismos celulares en la planta interrumpiendo síntesis proteicas que se relacionan con el ADN y crecimiento propio de las células vegetales, dando lugar a un paro total de crecimiento de las zonas meristemáticas, pues es donde trabaja este grupo químico (Espinoza G. 2002).

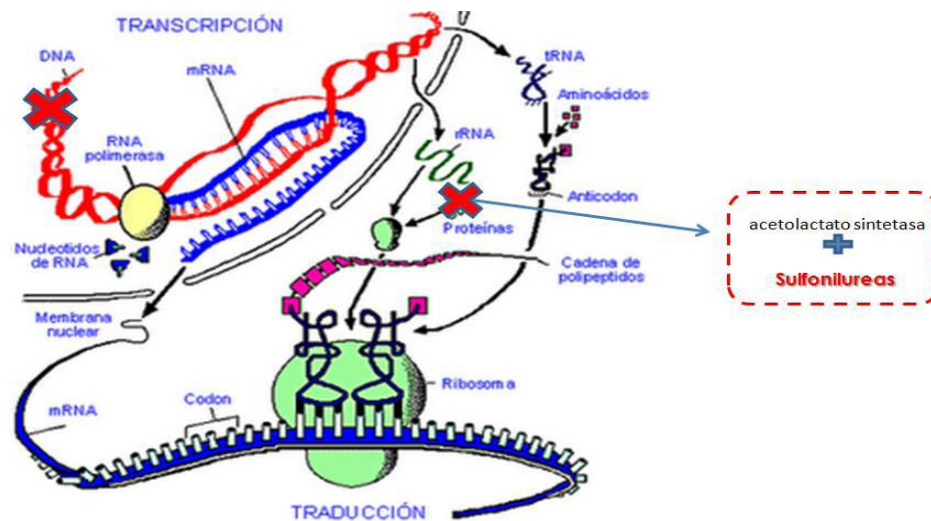


Figura 10. Mecanismo de acción del grupo de moléculas de las Sulfonilureas

Fuente Espinoza G. 2002.

3.1.4 Marco referencial

Como se muestra en la figura 11, la evaluación de las Sulfonilureas se realizaron durante el periodo de la zafra 2011-2012 en la finca San Francisco del Ingenio Magdalena, ubicada en un estrato bajo litoral, esta finca se identifica con el número 142 de la administración agropecuaria santa maría de la región sur central.

3.1.4.1 Tipo de suelo

Posee un suelo de textura gruesa, moderadamente profundo y permeable (Mollisoles secos) (Obiols Del Cid, 1980).

3.1.4.2 Clima

El carácter del clima en esta región es cálido húmedo, teniendo una temperatura media anual de 25.5°C, con una variación mínima de 3.8°C, entre los meses menos cálidos de Noviembre a Enero con temperaturas de 23.9°C y los meses más calurosos de Marzo a Mayo. La distribución diaria de temperatura máxima sigue una tendencia de curva que va de las 12:00 a las 15:00 y las mínimas de 19:00 a las 7:00, Caracterizada por una precipitación que va de 2000 a 4000 mm anuales (Obiols Del Cid 1980).

3.1.4.3 Zona de vida

Según el sistema de clasificación de R. L. Holdridge el área se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical (R. L. Holdridge).

3.1.5 Metodología

Se recopiló información sobre el grupo sulfonilureas relativa a el modo y mecanismo de acción en publicaciones electrónicas en línea, documentos disponibles en el Centro de Documentación e Información Agrícola (CEDIA) de la FAUSAC, así mismo de cómo se comporta según sus los días después de la aplicación DDA, siendo los tratamientos los que se muestran en cuadro 13.

Las variables de respuesta fueron los porcentajes de control hacia la maleza *Cyperus rotundus* L., los porcentajes de brotación de tubérculos tratados, realizándoles un análisis de varianza y una prueba de medias, el diseño utilizado fue bloques completamente al azar, con arreglo de parcelas divididas, considerando el efecto de los días después de la aplicación como parcela grande.

Se realizó un conteo de población *Cyperus rotunds* L. previo a la aplicación, cada tratamiento conto con un área de 90 m² para hacer un total de 2,160 m². La humedad del ambiente no excedió el 50 por ciento, con una velocidad del viento de 3 kilómetros por hora, el estado de la maleza al momento de la aplicación era de 5 a 6 hojas emergidas, después de la aplicación se realizaron conteos poblacionales a los 15, 30, 45 días después de la aplicación.

Cuadro 13. Tratamientos utilizados en la evaluación del grupo químico sulfonilureas.

| TRATAMIENTO. |
|---|
| 1. Sempra 75 WG 100 g más 2-4D SL 400 cc. |
| 2. Skoll 60 WG 180 g |
| 3. Sempra 75 WG 120g |
| 4. Krismat 75 WG 2000 g más 2-4D SL 1,500 cc. |
| 5. Skoll 60 WG 160 g más 2-4D SL 400 cc. |
| 6. 2-4D SL 2000 cc. |
| 7. Testigo |

3.1.5.1 Ubicación del área experimental



Figura 11. Ubicación de la evaluación en la Finca San Francisco coordenadas UTM X: 702345 Y: 1544971

3.1.6 Resultados y discusión de la evaluación

3.1.6.1 Análisis del porcentaje de control según los días después de aplicación (DDA)

En el cuadro 16 A (ver anexo) se presenta el análisis de varianza, donde las fuentes de variación herbicidas, días después de la aplicación (DDA) y la interacción días después de la aplicación por tratamiento, presentaron niveles de significancia estadística, llevándolos a una prueba de medias. A los DDA los porcentajes de control fueron disminuyendo mostrando así diferencias entre cada uno de ellos, como se muestra en el cuadro 14, siendo a los 15 DDA donde se obtuvo el mayor porcentaje de control, siendo este de 81.63 por ciento.

Cuadro 14. Prueba de medias del porcentaje de control a los DDA.

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=6.64370

Error: 120.7543 gl: 9

| DDA | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|----|------|---|
| 15 dda | 81.63 | 28 | 2.08 | A |
| 30 dda | 60.16 | 28 | 2.08 | B |
| 45 dda | 35.62 | 28 | 2.08 | C |

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

3.1.6.2 Prueba de medias de los porcentaje de control de la interacción de los tratamientos y los días después de la aplicación (DDA).

En la prueba de medias en la interacción de días después de la aplicación por tratamiento, como se muestra en el cuadro 19 A (ver anexo), mostraron que a los 15 DDA todos los tratamientos mostraron una igualdad estadística y porcentajes de control arriba de un 80 por ciento que según CENGICAÑA son niveles óptimos, a los 30 DDA existieron diferencias significativas entre las moléculas evaluadas, siendo los tratamientos Sempra 75 WG 100 g con 2-4D SL 400 cc, seguido por Krismat 75 WG 2000 g con 2-4D SL 1,500 cc, y por ultimo Sempra 75 WG 120 g quienes mantuvieron una igualdad estadística a las medias obtenidas a los 15 DDA, por la ubicación del área de evaluación que es un estrato bajo y litoral, la interferencia critica es a los 40 días ya que las condiciones de suelo y agua hacen que la competencia sea más crítica (Espinoza, G. 2012.).

Dando niveles de confianza esta aplicación hasta los 30 DDA como se muestra en el cuadro 15 se observa los porcentajes de control a los 15 y 30 DDA, en relación a costos, como se muestra en el cuadro 17A (ver anexos), el tratamiento que presenta los costos más bajo fue Sempra 75 WG 100gr con 2-4D SL 400 cc, a un precio de \$ 44.11 por hectárea y una media del porcentaje de control de 79.81.

Cuadro 15. Porcentaje de control de la interacción de los tratamientos y los DDA.

| DDA | TRATAMIENTOS | Medias del porcentaje de control |
|-----|--|----------------------------------|
| 15 | Krismat 75 WG 2000 g más 2-4D SL 1,500 cc. | 98.48 |
| 30 | Krismat 75 WG 2000 g más 2-4D SL 1,500 cc. | 80.71 |
| 15 | Sempra 75 WG 100 g más 2-4D 400 cc. | 98.26 |
| 30 | Sempra 75 WG 100 g más 2-4D 400 cc. | 79.81 |
| 15 | Sempra 75 WG 120 g | 96.08 |
| 30 | Sempra 75 WG 120 g | 82.57 |

El grupo de las sulfonilureas llegan a aportar niveles de control hasta los 30 DDA, siempre y cuando esta maleza al momento de la aplicación presente de 5 a 6 hojas emergidas, esto se debe a que el material vegetativo llega a demandar insumos y recursos llevándolos y traslocándolos en sus zonas meristemales, es por ello que las sulfonilureas por su rápida traslocación en zonas meristemales y como inhibidor de enzimas de la planta aportan una solución para el control de *Cyperus rotundus* L.

3.1.6.3 Porcentaje de brotación de tubérculos de *Cyperus rotundus* L.

Al evaluar los porcentajes de brotación de los tubérculos tratados, todos presentaron brotación, como se muestra en la figura 13, siendo Sempra 75 WG 120 g quien presentó los porcentajes más bajos siendo este de un 40 por ciento.

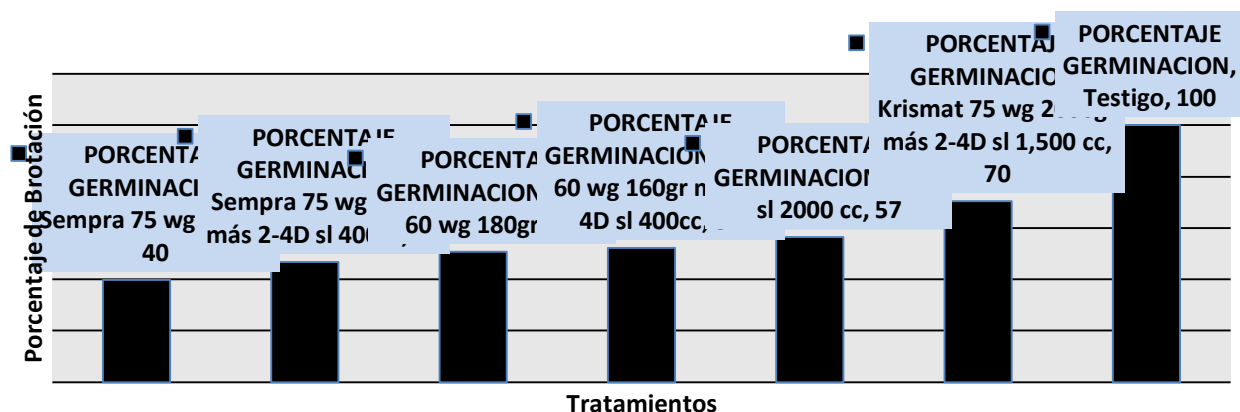


Figura 12. Porcentaje de brotación de tubérculos de *Cyperus rotundus* L.

Los tubérculos que llegaron a brotar por efecto de las moléculas dieron características de crecimiento anormal, siendo estos tallos amorfos, tamaños anormales de las plantas presentes, pero siempre esta especie estará en la disponibilidad de formar nuevamente tubérculos y crear nuevos bancos de estos.

Es por eso que se debe de buscar otras alternativas para el control de *Cyperus rotundus* L en el cultivo de la caña de azúcar que van desde prácticas culturales hasta aplicaciones de forma pre emergente de herbicidas y tratar de controlar desde el momento de la posible emergencia de semillas y de los mismos tubérculos.

3.1.7 Conclusiones

- El grupo químico de las sulfonilureas, hasta los 30DDA presentan diferencias significativas entre tratamiento y porcentajes de control óptimos, las moléculas que aportan confianza en el control de esta especie de maleza son: Sempra 75 WG 100 g más 2-4D SL 400 cc, Krismat 75 WG 2000 g más 2-4D SL 1,500 cc, Sempra 75 WG 120 g; estas moléculas disminuyen la presión de la maleza de una forma considerada hasta los 30 DDA; y en relación a costos el tratamiento Sempra75 WG 100gr más 2-4D SL 400 cc, presento el más bajo.
- A nivel de porcentaje de brotación, todos los tratamientos presentaron índices de brotación de los tubérculos tratados, estableciendo que ninguno de estos llega a minimizar los porcentajes de brotación de los tubérculos, mostrando así mal formaciones y crecimientos atrofiados para aquellos nuevos individuos que si lograron brotar.

3.1.8 ANEXOS

Cuadro 16 A. Resumen de Varianza del porcentaje de control.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------|----|----------------|-------------------|-------|
| % CONTROL | 84 | 0.90 | 0.85 | 23.36 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | (Error) |
|-----------------|-----------|----|----------|--------|---------|------------------|
| Modelo. | 95365.65 | 29 | 3288.47 | 17.23 | <0.0001 | |
| DDA | 29681.33 | 2 | 14840.67 | 122.90 | <0.0001 | (DDA>REPETICION) |
| DDA>REPETICION | 1086.79 | 9 | 120.75 | 0.63 | 0.7642 | |
| TRATAMIENTO | 56865.64 | 6 | 9477.61 | 49.65 | <0.0001 | |
| DDA*TRATAMIENTO | 7731.88 | 12 | 644.32 | 3.38 | 0.0010 | |
| Error | 10307.91 | 54 | 190.89 | | | |
| Total | 105673.56 | 83 | | | | |

Cuadro 17A. Costo de mezcla según los tratamientos a los DDA

| Tratamiento | Costo mezcla por hectárea \$ | Costo 15 DDA \$ | Costo 30 DDA \$ |
|---|------------------------------|-----------------|-----------------|
| Sempra 75 wg 100gr, 2-4D sl400 cc | 44.11 | 2.94 | 1.47 |
| Sempra 75 WG 120gr | 51.15 | 3.41 | 1.70 |
| Krismat 75 wg 2000 gr, 2-4D sl 1,500 cc | 45.85 | 3.06 | 1.53 |

Cuadro 18A. Prueba de medias del porcentaje de control por tratamiento

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=11.30840

Error: 190.8872 gl: 54

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|------------------------------|--------|----|------|---|
| KRISMAT 75 WG 2000gr , 2-4.. | 80.49 | 12 | 3.99 | A |
| SEMPRA 75 WG 120gr | 78.71 | 12 | 3.99 | A |
| SEMPRA 75 WG 100gr , 2-4D .. | 77.98 | 12 | 3.99 | A |
| SKOLL 60 WG 180gr | 61.77 | 12 | 3.99 | B |
| SKOLL 60 WG 160gr , 2-4DSL.. | 61.68 | 12 | 3.99 | B |
| 2-4D SL 2000 cc | 53.29 | 12 | 3.99 | B |
| TESTIGO | 0.00 | 12 | 3.99 | C |

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

Cuadro 19A. Prueba de medias del porcentaje de control según los DDA

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=19.58672

Error: 190.8872 gl: 54

| DDA | TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|--------|------------------------------|--------|---|------|-------|
| 15 dda | KRISMAT 75 WG 2000gr , 2-4.. | 98.48 | 4 | 6.91 | A |
| 15 dda | SEMPRA 75 WG 100gr , 2-4D .. | 98.26 | 4 | 6.91 | A |
| 15 dda | SEMPRA 75 WG 120gr | 96.08 | 4 | 6.91 | A |
| 15 dda | SKOLL 60 WG 180gr | 95.01 | 4 | 6.91 | A |
| 15 dda | SKOLL 60 WG 160gr , 2-4DSL.. | 94.47 | 4 | 6.91 | A |
| 15 dda | 2-4D SL 2000 cc | 89.09 | 4 | 6.91 | A |
| 30 dda | SEMPRA 75 WG 120gr | 82.57 | 4 | 6.91 | A B |
| 30 dda | KRISMAT 75 WG 2000gr , 2-4.. | 80.71 | 4 | 6.91 | A B C |
| 30 dda | SEMPRA 75 WG 100gr , 2-4D .. | 79.81 | 4 | 6.91 | A B C |
| 30 dda | SKOLL 60 WG 180gr | 64.69 | 4 | 6.91 | B C D |
| 45 dda | KRISMAT 75 WG 2000gr , 2-4.. | 62.26 | 4 | 6.91 | C D |
| 30 dda | SKOLL 60 WG 160gr , 2-4DSL.. | 60.16 | 4 | 6.91 | D |
| 45 dda | SEMPRA 75 WG 120gr | 57.49 | 4 | 6.91 | D |
| 45 dda | SEMPRA 75 WG 100gr , 2-4D .. | 55.89 | 4 | 6.91 | D |
| 30 dda | 2-4D SL 2000 cc | 53.17 | 4 | 6.91 | D |
| 45 dda | SKOLL 60 WG 160gr , 2-4DSL.. | 30.43 | 4 | 6.91 | E |
| 45 dda | SKOLL 60 WG 180gr | 25.63 | 4 | 6.91 | E |
| 45 dda | 2-4D SL 2000 cc | 17.62 | 4 | 6.91 | E F |
| 15 dda | TESTIGO | 0.00 | 4 | 6.91 | F |
| 30 dda | TESTIGO | 0.00 | 4 | 6.91 | F |
| 45 dda | TESTIGO | 0.00 | 4 | 6.91 | F |

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

3.1.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Cruz S. JR De la. 1982. Mapa de zonas de vida (según Holdridge) de la república de Guatemala. Guatemala, INAFOR. Esc. 1:600,000.
2. Espinoza, G. 2002. Manual de malezas de la zona cañera del sur de Guatemala. Guatemala, Grupo Sulfunil Ureas / CENGICAÑA. p. 91.
3. Espinoza, G. 2012. Libro del cultivo de la caña en Guatemala: manejo y control y malezas, principales malezas de la zona cañera de Guatemala, interferencia de malezas, niveles de fitotoxicidad. Guatemala, CENGICAÑA. p. 133, 135 y 145.
4. Obiols Del Cid, R. 1980. Mapa climatológico de la república de Guatemala, según el sistema Thornthwaite. Guatemala, IGN. Esc. 1:1,000,000. Color.
5. Villatoro, B; Pérez, O; Suarez, A; Castro, O; Rodríguez, M; Ufer, C. 2008. Zonificación agroecológica para el cultivo de caña de azúcar en la zona cañera de la costa sur de Guatemala – primera aproximación –. Guatemala, CENGICAÑA. p. 1-7.

3.2 EVALUACIÓN DE SIETE MOLÉCULAS POST-EMERGENTES PARA EL CONTROL DE MALEZA DE HOJA ANCHA EN LA FINCA BUGANVILIA INGENIO MAGDALENA

3.2.1 Introducción

El control de maleza dentro del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum sp*), es unas de las prácticas que día a día toma auge en el manejo de este cultivo, la maleza representa una competencia directa hacia la caña llegando a dar una merma en la producción de azúcar. Según CENGICAÑA la interferencia de maleza puede disminuir hasta un 66 por ciento del rendimiento de la caña, pues estas compiten de forma directa por los recursos disponibles en el área.

Así también la maleza de hoja ancha representa un problema en el proceso de corte de caña de azúcar, último que se realiza en los campos de cultivo, ya que existen lugares donde la quema no se realiza de una forma uniforme y en el momento de corte dificulta su operación.

Las aplicaciones de estas moléculas buscan llegar a reducir la presión de las malezas en las áreas de cultivo y brindar confianza en los días control y con ello optimizar el uso de los insumos.

El departamento de investigación agrícola en el área de malezas, evalúa estas nuevas moléculas a nivel individual para analizar, cuantificar y determinar cómo se comportan para el control de la maleza de hoja ancha y así recomendar al más eficiente.

Esta evaluación de herbicidas post-emergentes tiene como propósito aportar unas nuevas alternativas para el control de la maleza de hoja ancha y disminuir la presión de maleza en el cultivo.

Las nuevas alternativas que alcanzaron los porcentajes de control igual o arriba de un 80 por ciento fueron: Convey 33.6 SL (tropamezone), Amicarbazone 70 WP (Amicarbazone), Diuron 80 WP (Diuron) más Velpar 75 WG (Hexazinona), Diuron 80 WP (Diuron) más Velpar 75 WG más 2-4 D (Hexazinona+2-4 D) SL.

3.2.2 Objetivos

3.2.2.1 Objetivo general

- Evaluar distintas moléculas post-emergentes para el control de hojas anchas en el cultivo de la caña de azúcar.

3.2.2.2 Objetivo específico

- Cuantificar los días control obtenidos a nivel de evaluación por las moléculas evaluadas.
- Identificar los tratamientos que obtengan los mejores porcentajes de control de las malezas de hoja ancha en el cultivo de la caña de azúcar.

3.2.3 Marco teórico

3.2.3.1 Interferencia de malezas al cultivo de la caña de azúcar

Este término se refiere a la suma de presiones que llega a sufrir un cultivo en presencia de una especie de maleza, en este caso la caña de azúcar, estas presiones son por la disponibilidad de los recursos que llegan a ser aprovechados por las malezas y los conceptos de alelopatía que algunas especies poseen (Espinoza, G. 2012.).

Estas plantas fuera de lugar llegan a ser competencia de forma directa, pues aprovechan los recursos (luz, suelo, agua, espacio) que el cultivo de la caña de azúcar necesita para su buen desarrollo, esto implica mermas en la producción de azúcar que en un ámbito de producción no son favorables (Espinoza, G. 2012.).

3.2.3.2 Periodo crítico de interferencia de malezas según el estrato

Los puntos críticos de interferencia de las malezas están ligados según a su estrato, (Villatoro, B. Pérez, O.2008). Para el estrato alto (Mayor a 300 msnm) el periodo crítico es de 63 días después de la siembra (Espinoza, G. 2012.).

Para el estrato medio de (100 a 300 msnm) el periodo crítico es de 57 días, ahora para el estrato bajo y litoral, la interferencia crítica es a los 40 días ya que las condiciones de suelo y agua hacen que la competencia sea más crítica (Espinoza, G. 2012.).

3.2.3.3 Convey 33.6 SL (Topramezone)

Es un herbicida sistémico con alto nivel de selectividad, de rápida absorción y translocación (distribución interna de una parte a otra de la planta), para controlar gramíneas (hoja angosta) y algunas hierbas de hoja ancha, incluyendo a aquellas resistentes a herbicidas sistémicos y triazina (RICHARDS, J 2003).

Es absorbido por raíces y brotes para translocarse en la planta en forma acropétala y basipétala. Produce un efecto rápido de blanqueamiento (por la degradación oxidativa de clorofila), particularmente en las zonas de crecimiento de brotes de hierbas sensibles, dentro de 2 a 5 días posteriores a la aplicación. Inhibidor de pigmentos, las hierbas afectadas se decoloran y posteriormente los tejidos se necrosan, en la figura 13 se muestra la estructura de la molécula. (RICHARDS, J 2003).

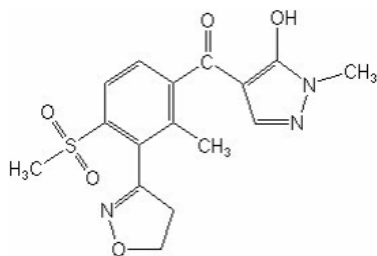


Figura 13. Estructura de la molécula CONVEY 33.6 SL (Topramezone)

Fuente BASF

3.2.3.4 Heat 70 WG (Saflufenacil)

Es un herbicida que actúa por contacto, de efecto desecante y aplicación post-emergente de las malezas (COMPANY BASF 2013). Actúa como un inhibidor de enzimas de la membrana celular. Inhibe la protoporfirinógeno-IX-oxidasa (PPO), enzima responsable de la formación de clorofila. La presencia de luz es imprescindible para la actividad de este herbicida origina compuestos que provocan la destrucción de las membranas celulares y como consecuencia, de los tejidos. Actúa sobre los tejidos vegetales verdes, generando un rápido secado.

Es absorbido por las raíces, hojas y brotes de las plantas, se moviliza fundamentalmente por xilema y relativamente poco por floema, en la figura 14 se muestra la estructura de la molécula (SATA 2010).

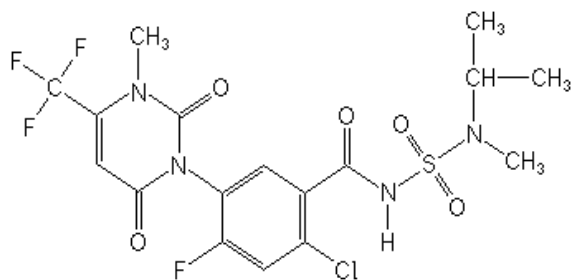


Figura 14. Estructura de la molécula HEAT 70 WG (Saflufenacil)

Fuente BASF

3.2.3.5 Pleum 16 EW (Picloram, fluroxypir)

Su estructura química deriva del fenoxiacético, afectan el crecimiento de las plantas en forma similar a compuestos auxínicos. La traslocación ocurre principalmente vía floema o xilema. Son de acción sistémica (E.C.M. Puricelli 2005).

3.2.3.6 Picloram EW

Posee 100 veces más actividad fisiológica que el 2,4-D. Puede ser aplicado al follaje o la parte basal de tallos o estructuras de rebrote. Posee larga residualidad, lo cual obliga a manejarlo con precisión, a los efectos de no generar inconvenientes para los cultivos que suceden en la rotación. Resulta efectivo sobre malezas de hoja ancha, sobre todo Polygonáceas, aunque las Crucíferas son resistentes (E.C.M. Puricelli 2005).

Penetra por las hojas y las partes verdes jóvenes de las malezas, se mueve en ellas en forma sistémica acropétala y basipétala, a largas distancias; no hay penetración importante por raíz; es viable la aplicación al tallo (E.C.M. Puricelli 2005). Para ejercer un buen control de las malezas requiere de la presencia de hojas activas y de un metabolismo que permite la sistemicidad, (NUFARM 2012) en la figura 15 se muestra la estructura de la molécula.

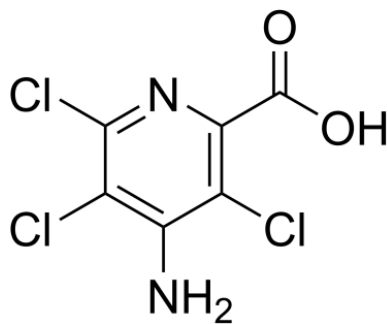


Figura 15. Estructura de la molécula Picloram

Fuente DUWEST

3.2.3.7 Fluroxipir EW

Auxina sintética derivada del ácido picolínico. Herbicida de traslocación que es absorbido rápidamente por las hojas; en post-emergencia, en aplicación foliar, resulta efectivo sobre un amplio número de especies de hoja ancha en las que induce respuestas típicamente características de las auxinas, como abolladura de las hojas a las 2 horas de la aplicación (SATA 2009).

Interfiere en la síntesis de ácidos nucleicos, controlando la síntesis proteica en diferentes etapas. En general, se pierde el control del crecimiento por atrofia o malformación de los haces vasculares (SATA 2009). Es activo sobre las funciones de crecimiento y elongación de las células vegetales, sobre todo meristemáticas, en todas las zonas de crecimiento de la planta (SATA 2009).

En el suelo, en condiciones aerobias se degrada como consecuencia de la actividad microbiana; su vida media se considera corta. En condiciones anaerobias la degradación es mucho más lenta que en condiciones aerobias, (SATA 2009) en la figura 16 se muestra la estructura de la molécula.

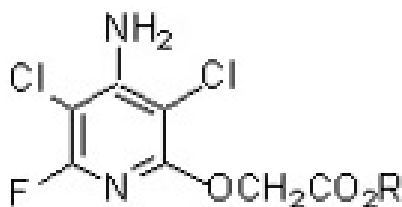


Figura 16. Estructura de la molécula Fluroxipir

Fuente DUWEST

3.2.3.8 Amicarbazone WG (Amicarbazone)

Herbicida selectivo de pre emergencia de acción traslocación, preventivo. Inhibe la fotosíntesis en el fotosistema II la cual se clasifica como ALS, o sea inhibidor de la enzima acetolactato-sintasa. Pertenece al grupo químico triazolona (Terralia, 2010). También actúa por contacto, En el suelo es altamente móvil. En el suelo se fotoliza con una vida media de 54 días; por metabolismo aerobio se degrada con una vida media de 50 días. En el campo se disipa con una vida media de 18-24 días, (Ecured ,2010) en la figura 17 se muestra la estructura de la molécula.

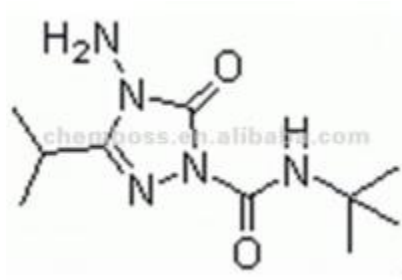


Figura 17. Estructura de la molécula Amicarbazone

Fuente ARYSTA LIFESCIENCE

3.2.3.9 Diuron 80 WP (Diuron)

Es un herbicida residual para el control de diversas malezas gramíneas y de hoja ancha, penetra a través de las raíces, por lo cual requiere de humedad para actuar. El efecto sobre malezas emergidas dependerá de la dosis y de las condiciones ambientales al aplicar (Dupont Agro 2009).

Causa la interrupción en el transporte de electrones, inhibiendo la reacción de Hill, y como resultado bloquea la fotosíntesis. Clasificado por la HRAC como Inhibidor de Fotosíntesis (Fotosistema II), (NUFARM 2012) en la figura 18 se muestra la molécula.

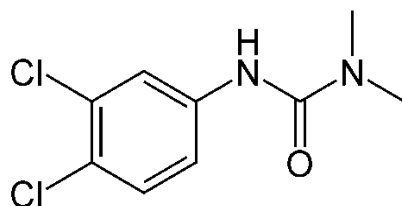


Figura 18. Estructura de la molécula Diuron 80 WP

Fuente revista de ciencias agrarias

3.2.3.10 Velpar 75 WG (Hexazinona)

Herbicida formulado como gránulos dispersables, no selectivo, de acción por contacto y residual, recomendado para usar como post-emergente para el control de las malezas (Terralia 2010).

Se absorbe por vía foliar y por raíces de las malezas actuando como inhibidor de la fotosíntesis y de la síntesis de algunos aminoácidos esenciales, produciendo clorosis, necrosis y muerte de las plantas susceptibles (solo agro 2006).

Se trasloca acropetalmente a través del xilema y se acumula en los meristemos apicales, inhibe la síntesis del acetolactato (ALS), el cual es precursor clave en la síntesis de los aminoácidos esenciales valina, leucina e isoleucina, en (solo agro 2006) la figura 19 se muestra la estructura de la molécula.

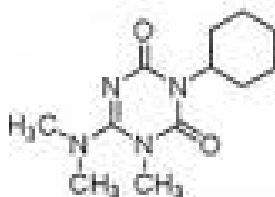


Figura 19. Estructura de la molécula Velpar 75 WG (Hexazinona)

Fuente universidad de Hertfordshire

3.2.3.11 Ácido 2,4-dichlorofenoxiacético SL

Es un herbicida sistémico hormonal auxínico muy común, usado en el control de malezas de hoja ancha suelen utilizarse en combinación con otros herbicidas. Posee una actividad de tipo regulador de crecimiento; bioquímicamente, actúa como el ácido índole acético, es una auxina sintética. El modo de acción primario está relacionado con los ácidos nucleídos, el metabolismo de enzimas que afectan la plasticidad de las paredes celulares.

La traslocación ocurre principalmente por la acumulación en la región meristemática de raíces y brotes. Actúa como inhibidor de crecimiento (Farmex 2010). El síntoma inicial en las plantas de hojas anchas es una severa epinastia de las hojas, tallos y peciolo. Los tallos se rajan luego de hincharse y el primordio de raíz se puede desarrollar por encima de nivel del suelo. Las hojas se pueden deformar como resultado de la inhibición de su expansión. La necrosis usualmente se desarrolla lentamente, (Farmex 2010) en la figura 20 se muestra la estructura de la molécula.

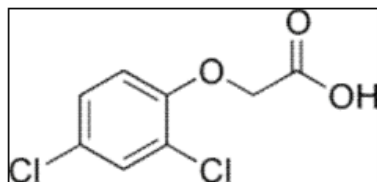


Figura 20. Estructura de la molécula Ácido 2,4-dichlorofenoxiacético

Fuente Farmex

3.2.4 Marco referencial

La evaluación se realizó en la finca Bugarvilia del Ingenio Magdalena en el lote 110113 pante 37. El Ingenio Magdalena, está a una altura entre los 50 a 60 msnm, ubicada en la Latitud Norte de 14°07'15.14", Longitud Oeste de 90°55'52.40", ubicada en un estrato latitudinal medio, como se muestra en la figura 21.

3.2.4.1 Suelos

La finca Bugarvilia se encuentra suelos del litoral del Pacífico, los cuales son suelos arenosos bien drenados de la serie Mollisoles y Andisoles (Orozco, H 1995).

3.2.4.2 Clima

Está caracterizada por una precipitación que va de 2000 a 4000 mm anuales y una temperatura mayor a los 24 C°, y ubicada naturalmente, en la cuenca del río Achiguate de la vertiente del Pacífico. La fisiografía predominante es de gran paisaje, perteneciente a las llanuras costeras del Pacífico (Orozco, H *et al.* 1995).

3.2.4.3 Zona de vida

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdrige, la finca Buganvilia, se encuentra dentro de la zona de vida subtropical cálida (Orozco, H *et al.* 1995).

3.2.4.4 Ubicación del área experimental

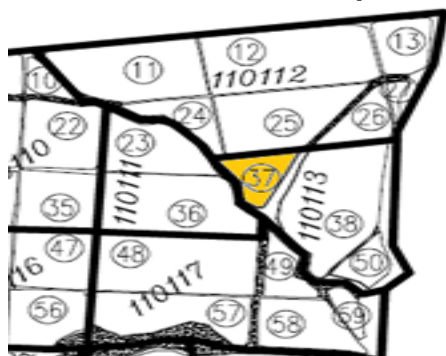


Figura 21. Ubicación del área de evaluación finca buganvilia lote 110113 Pante 37.

3.2.5 Metodología

Se recopiló información sobre los herbicidas a evaluar, sus modos y mecanismos de acción. Dando origen a los tratamientos que se muestran en el cuadro 20, se aplicaron las moléculas para evaluar el porcentaje de hoja ancha.

La evaluación se llevó a cabo en la finca buganvilia en el lote 110113 pante 37 con una edad de cultivo de 35 días después de la siembra, el diseño fue de bloques completamente al azar, con un arreglo de parcelas divididas tomando el efecto de los días después de la aplicación como la parcela grande.

La aplicación se realizó con una humedad del ambiente no mayor a un 50 por ciento, una velocidad del viento de 3 kilómetros por hora, realizando un conteo de población antes de la aplicación y después, siendo a los 15, 30, 45 días después de la aplicación.

Se determinó el porcentaje de control de los herbicidas sobre las especies de maleza de hoja ancha, los tratamientos lo conformaron los herbicidas con sus respectivas dosis.

Cuadro 20. Herbicidas y dosis de la evaluación de moléculas para el control de malezas de hoja ancha

| HERBICIDAS | DOSIS RECOMENDADA |
|--|-----------------------------------|
| 1. Convey 33.6 SL (tropamezone). | 100 cc/ha. |
| 2. Heat 70 WG (saflufenacil) | 35 g/ha. |
| 3. Plenum 16 EW (picloram, fluroxypyr) | 350 cc/ha. |
| 4. Amicarbazone 70 WP (amicarbazone) | 1000 g/ha. |
| 5. Diuron 80wp(diuron) más Velpar 75 WG (hexazinona) | 1130 g/ha más 540 g/ha |
| 6. Diuron 80 WP (diuron) más Velpar 75 WG más 2-4D (hexazinona+2-4d) SL. | 1130 g/ha , 540 g/ha, 1,500 cc/ha |
| 7. 2-4D SL. | 1,500 cc/ha |
| 8. Testigo. | |

3.2.6 Resultados

3.2.6.1 Porcentaje de control a los días después de la aplicación DDA

En el cuadro 23 A (ver anexo) se presenta el análisis de varianza, donde las fuentes de variación tratamientos, días después de la aplicación (DDA), presentaron niveles de significancia estadística llevándolos a una prueba de medias. A los DDA, los porcentajes de control presentaron diferencias significativas, como se muestra en el cuadro 21, donde a los 15 DDA se obtuvieron las medias más altas de los porcentajes de control de un 76.13, siendo a los 30-45 DDA estadísticamente iguales con las medias más bajas.

Cuadro 21. Porcentaje de control de especies de maleza a los DDA

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=7.79307

Error: 189.8853 gl: 9

| DDA | Medias | n | E.E. | |
|-------|--------|----|------|---|
| 15.00 | 76.33 | 32 | 2.44 | A |
| 30.00 | 65.00 | 32 | 2.44 | B |
| 45.00 | 61.81 | 32 | 2.44 | B |

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

3.2.6.2 Porcentaje de control de los tratamientos

En esta prueba de medias, como se muestra en el cuadro 22 (resumen del cuadro 25 A ver anexos), los tratamientos que presentaron una igualdad estadística a los 15, 30, 45 DDA y un porcentaje de control arriba de un 80 por ciento que según CENGICAÑA son lo óptimos fueron: Amicarbazone 70 WP 1000 g, Diuron 80 WP 1,130 g más Velpar 75 WG 540 g, Diuron 80 WP 1,130 gr más Velpar 75 WG 540 g más 2-4 D SL 1500 cc, Convey 33.6 SL 100 cc.

Por la ubicación del área de evaluación, la interferencia crítica se da a los 40 días después de la siembra, dando estas moléculas 45 días de control, lo que aporta una confianza a la aplicación. En el costo de aplicación el precio de mezcla más económico fue la del herbicida Amicarbazone 70 WP 1000 gr, siendo este de \$ 30.74 por hectárea y un porcentaje de control del 98.47

Cuadro 22. Porcentaje de control de los tratamientos

| Herbicida | Medias del porcentaje de Control |
|--|----------------------------------|
| Amicarbazone 70 WP | 98.47 |
| Diuron 80 WP más Velpar 75 WG | 90.87 |
| Diuron 80 WP más Velpar 75 WG más 2-4D | 90.86 |
| Convey 33.6 SL | 90.42 |

3.2.7 Conclusiones

1. Los porcentajes de control a nivel de evaluación que dieron niveles óptimos fueron los herbicidas Diuron 80 WP 1,130 g más Velpar 75 WG 540 g, Amicarbazone 70 WP 1,000 g, Diuron 80 WP 1,130 g más Velpar 75 WG 540 g más 2-4 D SL 1500 cc, Convey 33.6 SL 100 cc, estos presentaron un porcentaje de control arriba de un 80 por ciento.
Amicarbazone 70 WP 1,000 gr, el posee el costo de mezcla más bajo de \$ 30.74 por hectárea.

3.2.8 Recomendaciones

1. Seguir evaluando las moléculas Diuron 80 WP 1,130 g más Velpar 75 WG 540 g, Amicarbazone 70 WP 1,000 g, Diuron 80 WP 1,130 g más Velpar 75 WG 540 gr más 2-4 D SL 1500 cc, Convey 33.6 SL 100 cc, en diferentes momentos de aplicación para el control de especies de malezas de hoja ancha en el cultivo de caña de azúcar.
2. Con los resultados obtenidos, planificar futuras aplicaciones de herbicidas para el control de malezas de hoja ancha e implementar la rotación de moléculas para evitar la resistencia de algunas especies de maleza.

3.2.9 Anexos

Cuadro 23 A. Resumen del análisis de varianza de porcentaje de control

PORCENTAJE CONTROL

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| PORCENTAJE CONTROL | 96 | 0.85 | 0.77 | 25.85 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | (Error) |
|-----------------|-----------|----|----------|-------|---------|------------------|
| Modelo. | 107441.62 | 32 | 3357.55 | 10.96 | <0.0001 | |
| DDA | 3730.33 | 2 | 1865.16 | 9.82 | 0.0055 | (DDA>REPETICION) |
| DDA>REPETICION | 1708.97 | 9 | 189.89 | 0.62 | 0.7757 | |
| TRATAMIENTO | 96766.84 | 7 | 13823.83 | 45.12 | <0.0001 | |
| DDA*TRATAMIENTO | 5235.48 | 14 | 373.96 | 1.22 | 0.2836 | |
| Error | 19300.44 | 63 | 306.36 | | | |
| Total | 126742.06 | 95 | | | | |

Cuadro 24 A. Costos de mezcla por hectárea y DDA

| Tratamiento | Costo mezcla de hectárea \$ | Costo DDA \$ 15 | Costo DDA \$ 30 | Costo DDA \$ 45 |
|---|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Amicarbazone 70 WP 1000 g | 30.74 | 2.05 | 1.02 | 0.68 |
| Diuron 80 WP 1,130 g más Velpar 75 WG 540 g | 33.77 | 2.25 | 1.12 | 0.75 |
| Diuron 80 WP 1,130 g más Velpar 75 WG 540 g más 2-4 D SL 1500 cc, | 38.86 | 2.59 | 1.29 | 0.86 |
| Convey 33.6 SL 100 cc | Aun no es comercial | | | |

Cuadro 25 A. Porcentaje de control según los tratamientos

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=14.27931

Error: 306.3562 gl: 63

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|-----------------------------|--------|----|------|---|
| AMICARBAZONE 70 WP | 98.47 | 12 | 5.05 | A |
| DIURON 80 WP + VELPAR 75 .. | 90.87 | 12 | 5.05 | A |
| DIURON 80 WP + VELPAR 75 .. | 90.86 | 12 | 5.05 | A |
| CONVEY 33.6 SL | 90.42 | 12 | 5.05 | A |
| 2-4D SL | 69.92 | 12 | 5.05 | B |
| HEAT 70 WG | 63.88 | 12 | 5.05 | B |
| PLENUM 16 EW | 37.29 | 12 | 5.05 | C |
| TESTTIGO | 0.00 | 12 | 5.05 | D |

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

3.2.10 Bibliografía

1. Dupont Agro, AR. 2009. Karmex (en línea). Rosario, Argentina. Consultado 2 jun 2013. Disponible en http://www.agrosoluciones.dupont.com/esp/ficha_tecnica.php?producto=61
2. ECURED, CU. 2010. Amicarbazone (en línea). Cuba. Consultado 23 mayo 2013. Disponible en <http://www.ecured.cu/index.php/Amicarbazone>
3. Espinoza, G. 2012. Libro del cultivo de la caña en Guatemala: manejo y control y malezas, principales malezas de la zona cañera de Guatemala, interferencia de malezas, niveles de fitotoxicidad. Guatemala, CENGICANA. p. 133, 135 y 145.
4. FARMEX, PE. 2010. Ácido 2,4-dichlorofenoxiacético (en línea). Perú. Consultado 18 jun 2013. Disponible en http://www.farmex.com.pe/docs/hojas_tecnicas/Borrator.pdf
5. NUFARM, CO. 2012a. Diuron (en línea). Colombia. Consultado 11 jun 2013. Disponible en <http://www.nufarm.com/Assets/17867/1/FTDIURONNUFARM800SC.pdf>
6. _____. 2012b. Picloram (en línea). Valle del Cauca, Cali, Colombia. Consultado 16 jun 2013. Disponible en <http://www.nufarm.com/Assets/17890/1/FTPICLORAMAGROGEN300SL.pdf>
7. Orozco, H *et al.* 1995. Estratificación preliminar de la zona de producción de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.) en Guatemala con fines de investigación en variedades. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar CENGICANA. 33 p. (Documento Técnico no. 6).
8. Puricelli, ES. 2005. Leguizamón: herbicidas hormonales (en línea). Argentina, ECM. Consultado 15 jun 2013. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/51-herbicidas_hormonales.pdf

9. Richards, J. 2003. Prenatal developmental toxicity study in himalayan rabbits oral administration (Gavage). France, BASF, Project no. 0R0124/989169.
10. SATA, UY. 2009. Fluroxipir: guía para la protección vegetal (en línea). Uruguay. Consultado 22 mayo 2013. Disponible en http://laguiasata.com/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=305:fluroxipir-meptil&catid=45:principios-activos&Itemid=57
11. _____. 2010. Saflufenacil: guía para la protección vegetal (en línea). Uruguay. Consultado 22 mayo 2013. Disponible en http://laguiasata.com/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=1150:saflufenacil&catid=45:principios-activos&Itemid=57
12. Solo Agro.com. 2006. Hexaxinona (en línea). Ecuador. Consultado 18 jun 2013. Disponible en <http://www.solagro.com.ec/proddet.php?vcodigo=HE.HEXACT&vtipo=HER>
13. Soluciones BASF para la Protección de sus Cultivos, AR. 2009. Heat (en línea). Tucumán, Argentina. Consultado 15 jun 2013. Disponible en http://www.agro.basf.com.ar/Soluciones_Detalle.aspx?id=29
14. TERRALIA, MX. 2010a. Amicarbazone (en línea). México, Ediciones Agrarias Técnicas. Consultado 1 jun 2013. Disponible en http://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/index.php?proceso=registro&numero=6394
15. _____. 2010b. Hexazinona (en línea). México. Consultado 1 jun 2013. Disponible en http://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/index.php?proceso=registro&numero=8254&id_marca=3141&base=2012
16. Villatoro, B; Pérez, O, Suarez, A; Castro, O; Rodríguez, M, Ufer, C. 2008. Zonificación agroecológica para el cultivo de caña de azúcar en la zona cañera de la costa sur de Guatemala – primera aproximación –. Guatemala, CENGICAÑA. p. 1-7.

3.3 EVALUACIÓN DE TRASH MINERAL (TIERRA) EN DOS SISTEMAS DE OPERACIÓN DEL INGENIO MAGDALENA E INGENIO LA UNIÓN, CON TRES TIPOS DE APILADORES EN FINCA LAS PALMAS DEL INGENIO LA UNIÓN

3.3.1 Introducción

La última práctica a realizarse en los campos de producción es CAT (corte, alce, transporte), en esta se selecciona la materia prima que pasa a los procesos fabriles del Ingenio para la producción de azúcar y sus derivados. El no controlar los sistemas de alce, representa aportar materia no moledera que dará problemas en los procesos fabriles del Ingenio, siendo la presencia del Trash mineral (tierra) el más crítico.

El aporte de tierra conjuntamente con la caña de azúcar (*Saccharum sp*) a los procesos de molienda del Ingenio, es un factor primordial para la contaminación de los jugos, pues existe una adherencia de las partículas de las arcillas con los jugos, y la aportación de bacterias degradadoras de azúcares, a nivel de fabrica, la presencia de Trash mineral en las maquinas origina un aumento en su mantenimiento y desgaste.

Esta evaluación se realizó con el propósito de conocer el aporte de Trash mineral en el alce de la caña de azúcar (*Saccharum sp*) en los sistemas de operación del Ingenio Magdalena e Ingenio La Unión y determinar la coordinación de los procesos de alce de caña, para buscar una disminución de Trash mineral en los componentes del material moledero. La investigación se realizó en finca las Palmas del Ingenio La Unión, evaluando los sistemas de operación mencionados con los apiladores tipo convencional, tipo trineo del Ingenio Magdalena e Ingenio La Unión.

Se estimó que los sistemas de operación del Ingenio Magdalena son procesos más rápidos, que conllevan un exceso de peso y volumen en las uñadas alzadas.

Al arrumar pesos excesivos de caña obliga a los apiladores a enterrarse en los campos de cosecha y aportar la mayor cantidad de libras de tierra, los apiladores tipo convencionales aporta los porcentajes más altos de Trash mineral mientras que un apilador tipo trineo reporta los porcentajes más bajos.

Se recomienda actualizar modificaciones en los sistemas de operación para obtener procesos controlados y eficientes al momento de alce de caña y así mismo la utilización del apilador tipo trineo en los frentes de cosecha donde sea conveniente.

3.3.2 Objetivo

3.3.2.1 Objetivo general

- Cuantificar el Trash mineral (tierra) en los sistemas de operación de alce del Ingenio Magdalena e Ingenio La Unión.

3.3.2.2 Objetivos específicos

- Estimar el tiempo, velocidad, apilado y alce de la caña de azúcar.
- Estimar las proporciones de los totales de los componentes por cada sistema de operación.
- Evaluar el aporte de Trash mineral por cada uno de los sistemas de operación.

3.3.3 Marco teórico

3.3.3.1 Alzadora

Las alzadoras de caña de azúcar (Figura 22), son una alternativa a las cosechadoras combinadas cuando la irregularidad del terreno, el peso de las cosechadoras o la capacidad adquisitiva del agricultor hacen inviable el cosechado automático. En este caso se recurre al corte manual con recolección mediante la alzadora. Un cortador es capaz de llegar a cortar 7 toneladas de caña de azúcar diariamente, la cual es depositada en hileras y luego la máquina alzadora con la jaiba las atrapa, las levanta y las deposita en el camión o tractor contenedor. La alzadora es también útil para recoger el cogollo que tira la cosechadora combinada (IBOROEKA, CUBA, 2001).

La uña completa está compuesta por dos garras, un cilindro situado en la parte media de las dos garras que se utiliza para la apertura y un cilindro a cada lado para el movimiento de rotación, además de uniones y elementos que permiten el correcto ensamblaje del conjunto (IBOROEKA, CUBA, 2001).

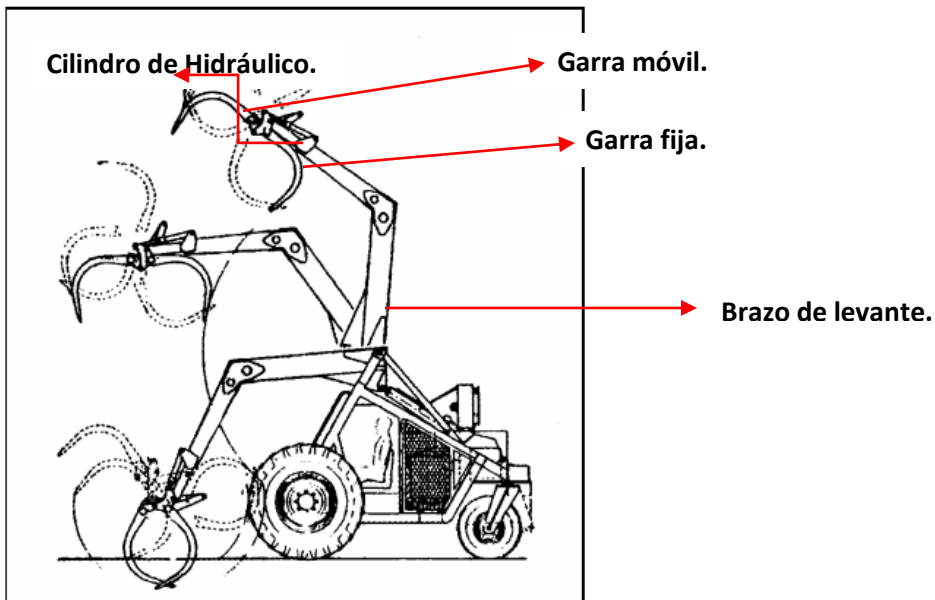


Figura 22. Alzadora utilizada en el proceso de alce de caña de azúcar

Fuente IBOROEKA Cuba 2001

3.3.3.2 Apilador de caña

Es un aditamento que va delante de la alzadora, como su nombre lo indica apila la caña moledera para que esta sea tomada por la uña de la alzadora y así poder depositarla en la jaula (Echeverría, C. 2004).

Existen de dos tipos, el convencional y el de trineo, la diferencia entre ellos es que el trineo posee un riel que va sobre la superficie del suelo con una llanta de alta rotación y su espiral del tornillo de tensión, (Echeverría, C. 2004). Como se muestran en la figuras 23, 24,25.



Figura 23. Dimensiones de un apilador tipo trineo en pulgadas



Figura 24. Llanta de soporte del apilador tipo trineo



Figura 25. Apilador tipo convencional

3.3.3.3 Corte, alce y transporte de la caña de azúcar (CAT)

La cosecha de la caña de azúcar (*Saccharum sp*) se compone del corte, alce y transporte, llamadas en el medio cañero con las siglas CAT, estas son las últimas prácticas que se realizan en el campo antes de que el tallo moledero entre a procesos fabriles. La cosecha puede ser de tipo manual o mecanizada (Cruz B. 1995)

La cosecha mecanizada reduce las pérdidas en el transporte, pero aumenta los costos de renovaciones, pues las cosechadoras arrancan grandes cantidades de cepa de los cañales y compactan el suelo, lo que provoca alta inversión en resiembras (Peralta, D. 2004).

3.3.3.4 Etapas del corte, alce y transporte (CAT)

3.3.3.4.1 Planeación del corte de caña de azúcar

La cosecha de caña de azúcar necesita eficiencia y calidad de corte, para ello se planifica. El corte se realiza por bloques, que pueden ir de 100 a 200 hectáreas, esto de acuerdo al tamaño del frente de corte y a la capacidad de transporte con que cuente el Ingenio (Peralta, D. 2004).

La edad de corte de la caña oscila de 11 a 14 meses, la fecha se asigna de acuerdo al clima y a la variedad, la rapidez de maduración, el manejo de la plantación y las necesidades de molienda (Cruz B. 1995).

La caña soca se cosecha a una edad más temprana que las plantías, las condiciones edafológicas pueden hacer variar el tiempo de cosecha, pues un suelo con exceso de Nitrógeno hace que la caña crezca demasiado y su maduración fisiológica se retarde, teniéndose que recurrir a la aplicación de madurantes (Echeverría, C. 2004).

3.3.3.4.2 Quema

La quema de la caña de azúcar (*Saccharum sp*) previa al corte se ha generalizado en Guatemala, esta práctica se realiza durante el proceso de corte, en el corte manual, permite eliminar las hojas secas y parte del cogollo, facilitando la labor del cortador y disminuyendo la cantidad de basura que se lleva al Ingenio, no es perjudicial para la elaboración del azúcar ni para el empobrecimiento de la fertilidad de los suelos, toda vez que se realice cuidadosamente (Cruz B. 1995).

La caña quemada no sufre deterioro o pérdidas de sacarosa si llega a la fábrica y es procesada después de 48 horas de haber sido quemada (Cruz B. 1995). Durante las primeras 24 horas de quemada la caña, el deterioro es difícil de medir en términos económicos, pero de aquí en adelante se comienza a apreciar el deterioro, hasta llegar a las pérdidas considerables de azúcar en el tallo después de 48 horas, formándose grandes cantidades de corcho en la caña (Morales M, JR. 1993).

Un factor importante en la quema de la caña es el horario de quema, pues se necesita que no existan vientos violentos y un buen número de personal para darle un manejo preventivo (Cruz B. 1995).

3.3.3.4.3 Ventajas de la quema

Mayor rendimiento de corte debido a menor cantidad de basura, limpieza de la caña, minimiza accidentes, facilita el corte al observarse la base de los tallos (Morales M, JR. 1993).

3.3.3.4.4 Desventajas de la quema

Daña la fauna, daña el ambiente al contaminarlo, al no ser una quema controlada, puede causar accidentes (Morales M, JR. 1993). En el cuadro 26 se puede observar las emisiones producidas por la quema de caña de azúcar.

Cuadro 26. Cuantificación de la contaminación por emisiones atmosféricas producidas por hectárea y por año en el Valle del Cauca con el cultivo de la caña de azúcar

Fuente. Molina 1998.

| Fuente | Partículas | | CO ₂ | | Hidrocarburos | | SO ₂ | |
|--------------|------------|------------|-----------------|------------|---------------|------------|-----------------|------------|
| | Kg por ha | Kg por año | Kg por ha | Kg por año | Kg por ha | Kg por año | Kg por ha | Kg por año |
| Quema | 76 | 12600 | 822 | 136620 | 121 | 20160 | | |
| Requema | 44 | 7380 | 496 | 82640 | 70 | 11700 | | |
| Calderas | 280 | 51600 | | | | | 62 | 11400 |
| Total | 400 | 71580 | 1318 | 219060 | 191 | 31860 | 62 | 11400 |

3.3.3.4.5 Corte

Puede ser de forma manual o mecanizada, de forma manual es realizado por un personal específico, con machetes especiales llamados de tipo colombiana. De forma mecanizada se realiza con cosechadoras que abarcan grandes extensiones de área cortando y picando la caña (Morales M, JR. 1993).

Un frente de corte manual lo componen cortadores, caporales, pilotos de buses para transportar al personal y un supervisor; un frente de corte mecanizado lo componen varias cosechadoras con su respectivo operador y mecánicos de turno para dar mantenimiento al equipo y un supervisor (Morales M, JR. 1993).

3.3.3.4.6 Corte manual

La cosecha manual requiere de obreros con altas habilidades, ya que una cosecha inadecuada trae consigo pérdidas tanto de caña como de azúcar. Los pasos básicos de la cosecha manual son: el corte del tallo, la separación del cogollo, la limpieza del tallo, el trozado del tallo, la formación del bulto en la superficie del suelo y la carga del bulto en el medio de transporte (Morales M, JR. 1993).

Para la realización del corte manual se utiliza una herramienta llamada machete australiano, machete de diseño importado garantiza mayor productividad en el corte y disminución del número de accidentes, pero incorpora a la caña altas cantidades de materia extraña, representada en hojas y residuos (Castro D. 2013). Como se muestra en la figura 26.

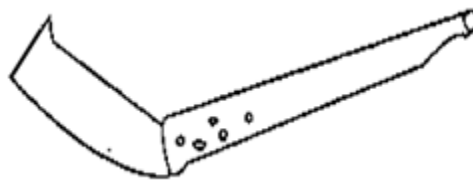


Figura 26. Machete australiano

Fuente Reingeniería panelera.

3.3.3.4.7 Corte mecanizado

La actividad de la cosecha mecanizada (figura 27) es un proceso en cadena que está considerado como la prolongación del proceso industrial de fabricación de azúcar hasta los campos de caña, no permite fallas en ninguno de sus eslabones.

La cosecha, en muchos de los casos, es una labor compleja que requiere de medios mecánicos para la recolección y de transporte, así como de personal calificado para el manejo de las máquinas y la determinación del momento oportuno de realizarla (Mejías Y, 2009).

El corte mecanizado llega a demandar ciertas características para que este sea una operación óptima y confiable, las cuales son:

- La altura de corte inferior de la caña debe ser de 0 a 2 cm, sin desgarramiento.
- La cosecha mecanizada no se realiza en áreas no mecanizables por tener obstáculos o pedregosidad.
- El complejo agroindustrial garantizará la asistencia técnica a las combinadas para cumplir con las 26 indicaciones referentes al corte mecanizado contenidas en las regulaciones de zafra vigentes.
- La mayor exigencia estará dirigida a lograr que las pérdidas sean las mínimas

Los objetivos de la mecanización agrícola son: aumentar la productividad del trabajo, al realizar una máquina el trabajo de varios hombres; humanizar el trabajo; liberar una gran fuerza de trabajo, que puede ser empleada en otras labores; y poner en explotación grandes extensiones de tierra debidamente acondicionadas. (Mejías Y, 2009)

Las pérdidas en cosecha mecanizada están dadas por:

- Caña dejada en el cogollo.
- Caña dejada de alzar.
- Trozos de caña despedidos por la cosechadora
- Trozos de caña caídos por falta de sincronización entre la cosechadora y el equipo de tiro.
- Caña derramada por el equipo de tiro.
- Caña dejada por deficiencias mecánicas.
- Caña dejada y machucada por el equipo.

Las diferencias entre el corte mecanizado y corte manual como se muestran en el cuadro 27.

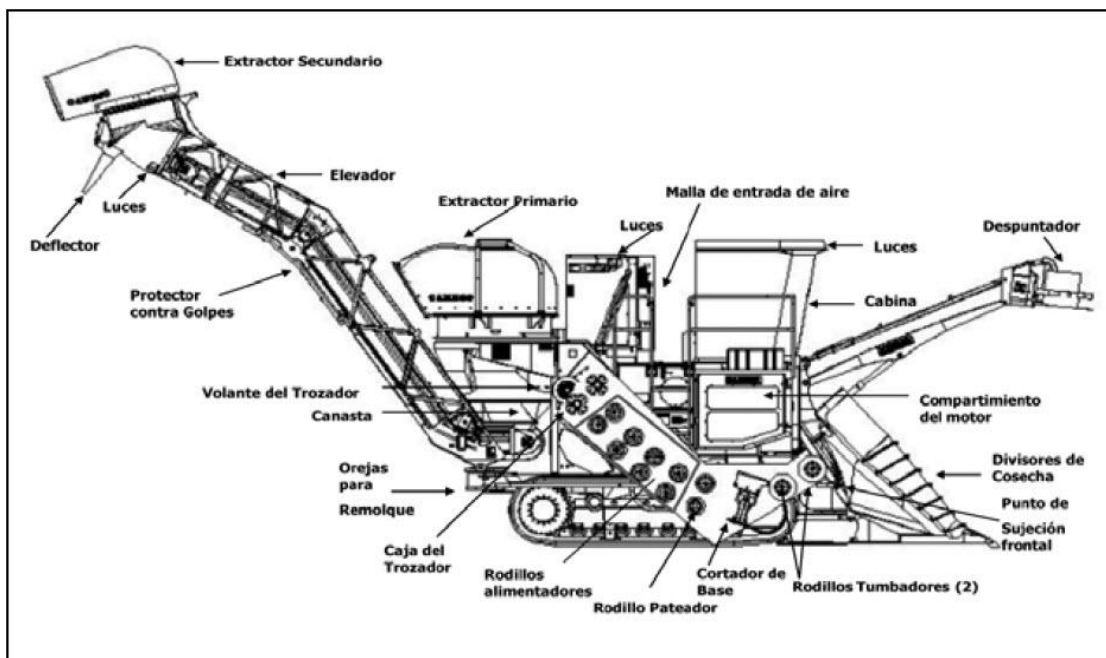


Figura 27. Diseño de una cosechadora mecánica de caña de azúcar

Fuente TECNICAÑA 2010.

Cuadro 27. Diferencias entre el corte mecanizado y corte manual

Fuente TECNICAÑA 2010.

| VARIABLE | COSECHA MANUAL | COSECHA MECANIZADA |
|------------------------|---|--|
| Materia extraña | En caña verde: 2 a 4 porciento. En caña quemada: 1.5 a 2 porciento. | En caña verde: 10 a 12 porciento. En caña quemada: 8 a 10 porciento. |
| Corte en verde | Mayor dificultad para el corte en verde. | Menor dificultad para corte en verde. |
| Manejo de residuos. | Difícil de manejo de residuos del corte en verde. | Fácil de manejo de residuos del corte en verde. |
| Tiempo de permanencia | Alto tiempo de permanencia en campo 25 a 40 horas. | Bajo tiempo de permanencia en campo 4 a 10 horas. |
| Despeje. | Requiere celeridad en el despeje para no afectar el rebrote de la cepa. | Requiere prontitud en el despeje para la labor de repique. |
| Eficiencia. | Rendimiento del cortador: caña corte en verde 2 a 4 toneladas por hombre al día. Caña quemada: 5 a 7 toneladas por hombre al día. | Rendimiento de la cosechadora: Caña verde 24 a 25 toneladas por hectárea. Caña quemada 26 a 28 toneladas por hectárea. |
| Manejo de información. | Manejo complejo de la información por cada cortador (calidad, rendimiento, pago) | Menor complejidad en el manejo de información. |
| Otros. | Requiere supervisión para evitar accidentes y garantizar la calidad. Alto costo labor. Residuos de la caña seca pueden llegar a la fábrica en el siguiente corte. | Requiere supervisión para garantizar la calidad de corte , Mayor flexibilidad de la cosecha. Mayor eficiencia en el transporte. Exige menor compactación de suelo. Exige adecuación de los campos. Exige variedades adecuadas. Menores costos. No se puede almacenar por periodos largos. |

3.3.3.4.8 Alce

Es la etapa de la cosecha en donde se deposita la caña cortada en las jaulas de los camiones, para transportar la caña del campo de cultivo al Ingenio azucarero. Las jaulas son llenadas, por medio de alzadoras, las cuales agarran la caña que dejan los cortadores acomodada en chorras (Morales M, 1993).

La eficiencia del alce depende del operador, el diseño agrícola del área, la disponibilidad de camiones, surcos con un largo óptimo, aproximadamente 110 metros de largo de surco y que el terreno no presente problemas de drenaje, para que no existan atascamientos (Cruz B 1995).

3.3.3.4.9 Transporte

Los primeros sistemas de transporte los constituyeron las carretas de bueyes, luego fueron cediendo su lugar a los ferrocarriles (esto para otros países) y posteriormente a las carretas accionadas con tractor hasta llegar a los camiones con remolques llamados en el medio cañero jaulas, las cuales tienen la capacidad para transportar de 55 a 70 toneladas de caña por viaje (Cruz B 1995).

Algo de suma importancia es que el corte, alce y transporte (CAT) pueden representar el cincuenta por ciento del costo total del cultivo antes de llegar a la fábrica, por esto, es necesario seleccionar un transporte eficiente y que reduzca al máximo las pérdidas, pues en el transporte se sufren grandes pérdidas por caída de caña (Cruz B 1995).

En los ingenios azucareros el noventa por ciento de la caña se moviliza con camiones que cuentan con remolques llamados jaulas, por lo general cada camión cuenta con dos jaulas que en total completan de 40 a 50 metros de largo, el Ingenio Magdalena en un equipo de transporte llega a transportar hasta 5 jaulas con caña.

3.3.4 Marco referencial

La evaluación se realizó en finca las Palmas del Ingenio La unión, ubicada en el municipio de La Gomera, Escuintla, a una altura de 35 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra localizada en la división fisiográfica del litoral pacífico con un relieve semiplano y que limita al sur con el Océano Pacífico(MAGA 2001).

3.3.4.1 Clima

Posee un clima Cálido, sin estación fría bien definida, húmedo y con invierno seco, (Obiols 1980).La temperatura media anual oscila entre 23 y 25 grados centígrados con una mínima de 16 °C y una máxima de 37 °C en marzo y abril. (Obiols 1980).La precipitación pluvial ocurre generalmente desde mayo a octubre, y en promedio anual llueven alrededor de 1,600 a 2,000 milímetros (MAGA 2001).

3.3.4.2 Zona de vida

Según el sistema de clasificación de R. L. Holdridge el área se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido (Holdridge 2001).

3.3.4.3 Geomorfología

Los suelos han evolucionado a partir de sedimentos aluviales de origen volcánico, en la cual predominan arenas de diferentes granulometrías, además de la presencia de lentes de gravillas. Los materiales han sido sedimentados intermitentemente y con dinámica fluvial diferente, se pueden encontrar horizontes A que fueron sepultados anteriormente (CENGICAÑA 1994).

3.3.5 Metodología

Se recopiló información sobre el corte, alce y transporte (CAT), mediante la revisión de publicaciones electrónicas en línea, documentos, entrevistas, para comparar los sistemas de operación del Ingenio Magdalena e Ingenio La Unión, en el proceso de alce, donde se seleccionaron los diferentes apiladores originando a los tratamientos como se muestran en el cuadro 28, los cuales fueron utilizados para observar el comportamiento de los componentes y Trash mineral en las unidades muestreadas.

Las variables de respuesta fueron peso total de los componentes, porcentaje y peso de Trash mineral (tierra), se utilizó para su análisis una prueba de contrastes con un grado de libertad con un diseño de bloques completamente al azar. Se realizó una sola toma de pesos en la finca las palmas del Ingenio La Unión donde se tomaron tiempos de llenado de jaula, número de uñadas, revoluciones por minuto de las alzadoras, distancia recorrida, para observar una descripción de operaciones de campo de los sistemas de operación de ambos ingenios.

Cuadro 28. Tratamientos de la evaluación de Trash Mineral (Tierra).

| TRATAMIENTOS |
|--|
| 1. Operación del Ingenio Magdalena, apilador Convencional del Ingenio Magdalena. |
| 2. Operación del Ingenio La Unión, apilador Convencional del Ingenio Magdalena. |
| 3. Operación del Ingenio Magdalena, apilador tipo trineo del Ingenio Magdalena. |
| 4. Operación del Ingenio La Unión, apilador tipo trineo del Ingenio Magdalena. |
| 5. Operación del Ingenio Magdalena, apilador tipo trineo del Ingenio La Unión. |
| 6. Operación del Ingenio La Unión, apilador tipo trineo del Ingenio La Unión. |

3.3.6 Resultados de la evaluación de Trash mineral

3.3.6.1 Cuadro de Tiempos, número de uñadas, distancias, en CAT

Los datos descriptivos de operación de ambos se muestran en el cuadro 29.

Cuadro 29. Descripción de campo de la evaluación de Trash mineral

| Operación | Apilador | Pies de la jaula | Número de uñadas | Tiempo de carga de uñada (seg) | Tiempo carga de jaula (min) | Distancia (m) | RPM |
|-----------|---------------|------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------|-------|
| MAGDA | CONVENC MAGDA | 40 | 52 | 18.67 | 20 | 255 | 2,100 |
| UNION | CONVENC MAGDA | 40 | 63 | 16.84 | 21 | 265 | 1,700 |
| MAGDA | TRINEO MAGDA | 40 | 51 | 16.66 | 19 | 240 | 2,100 |
| UNION | TRINEO MAGDA | 40 | 54 | 15.70 | 23 | 265 | 1,700 |
| MAGDA | TRINEO UNION | 36 | 48 | 14.50 | 15 | 240 | 2,100 |
| UNION | TRINEO UNION | 40 | 58 | 14.20 | 18 | 260 | 1,700 |

*CONVENC: Convencional

El Ingenio Magdalena, trabajó a unas RPM más altas, en donde se observó sistemas de operación más rápidos y descontrolados en comparación con los del Ingenio La Unión. El Ingenio Magdalena, llegó a realizar el tiempo de carga de jaula en 18 minutos y el Ingenio La Unión en 20, teniendo una mínima diferencia de 2 minutos entre cada sistema de operación, en donde el Ingenio Magdalena realiza los procesos en menor tiempo y aportando el menor número de uñadas, esto se debe a que los pesos y dimensiones de las uñadas del Ingenio Magdalena son mayores a las del Ingenio La Unión.

3.3.6.2 Pesos promedios de Trash mineral, total de componentes y porcentaje de Trash mineral según los sistemas de operación con los distintos apiladores

Los mayores promedios de pesos de los componentes, Trash mineral y sus porcentajes del mismo, fueron obtenidos siempre por el sistema de operación del Ingenio Magdalena no importando que tipo de apilador realizara la operación de alce, como se muestra en el cuadro 30. El exceso de peso y volumen de las uñadas aportadas por el Ingenio Magdalena llegan a forzar a los apiladores a un entierro, y al momento de arrastre del material moledero el suelo que es removido se adhiere con más facilidad a los componentes existentes en las uñadas.

Los sistemas de operación tienen una relación estrecha con el apilado, pues como se observo en el cuadro 29, Magdalena llega a realizar su apilado de caña de una forma rápida, así también apoyados con un análisis de estadística descriptiva (ver anexo) se determinó que los sistemas de operación del Ingenio Magdalena son procesos que dan una mayor variación en sus operaciones.

Cuadro 30. Pesos con un apilador convencional con ambos sistemas de operación

| Sistema de operación y apilador | Promedio peso total componentes (lbs) | Promedio peso de Trash mineral (lbs) | Porcentaje de Trash mineral |
|--|--|---|------------------------------------|
| MAGDALENA CONVENCIONAL | 965.105 | 45.15 | 4.6 |
| MAGDALENA TRINEO MAGDALENA | 1353.85 | 26.19 | 1.93 |
| MAGDALENA TRINEO LA UNION | 1483.02 | 10.44 | 0.7 |
| LA UNION CONVENCIONAL | 924.05 | 9.92 | 1.07 |
| LA UNION TRINEO MAGDALENA | 992.21 | 1.66 | 0.17 |
| LA UNION TRINEO LA UNION | 731.26 | 4.4 | 0.6 |

3.3.6.3 Prueba de contrastes en el peso total de los componentes

Al realizar el análisis de varianza como se muestra en el cuadro 36 (ver anexo) la fuente de variación tratamiento, en el análisis de contrastes de un grado de libertad, como se muestra en el cuadro 37 A (ver anexo), los niveles de significancia estadística fueron alcanzados por los contrastes que se muestran en el cuadro 31, siendo estos:

Cuadro 31. Contrastes de los Pesos totales de componentes

| CONTRASTE | Media del Peso del total de las uñadas (lbs) |
|---|---|
| Magdalena apilador Trineo Magdalena vs la Unión apilador Trineo Magdalena | 1,353.85 992.22 |
| Magdalena apilador Trineo la Unión vs la Unión apilador Trineo la Unión | 1,483.02 731.27 |
| Magdalena apilador Trineo Magdalena vs La Unión apilador Trineo la unión | 1,353.85 731.27 |
| Operación Magdalena vs Operación La Unión | 1,267.33 882.51 |

En todos los contrastes, el sistema de operación del Ingenio Magdalena obtuvo las medias más altas del peso total de los componentes aportando el mayor material molidero, comparado con los sistemas de operación del Ingenio La Unión, obteniendo el sistema de operación del Ingenio Magdalena un 30.3 por ciento más del peso en caña alzada.

En la variables porcentaje de Trash mineral los niveles de significancia estadística se muestran en el cuadro 38 A (ver anexo), los contrastes que mostraron significancia (ver cuadro 33), se observa que los sistemas de operación del Ingenio Magdalena alcanzaron los valores más altos de Trash mineral, teniendo una diferencia de 3.51 del porcentaje de Trash mineral para el apilador convencional y 1.77 a nivel de sistemas de operación, tomando en cuenta que según TECNICAÑA 2010, 1 porciento de Trash llega a producir una pérdida de 3.470 libras de azúcar.

Con la variable peso de Trash mineral los niveles de significancia estadística se muestran en el cuadro 40 A (ver anexos), el único contraste que presento un nivel de significancia fue el de a nivel de sistema de operación como se muestra en el cuadro 32, donde el Ingenio Magdalena presento el mayor peso de Trash mineral con una diferencia de 21.93 libras, debido a que siempre apporto un mayor peso de componentes en las uñadas evaluadas forzando a un mayor arrastre de los componentes y a un entierro de los apiladores en el suelo, aportando así pesos considerados de Trash mineral al momento del alce.

Cuadro 32. Media de los pesos y porcentajes de Trash mineral de los contrastes con diferencias significativas

| Contraste con niveles de significancia | Porcentaje de Trash mineral | Media del peso de Trash mineral (lbs) |
|---|------------------------------------|--|
| Magdalena apilador Convencional Magdalena vs La Unión apilador Convencional Magdalena | 4.59 | 45.16 |
| Operación Magdalena vs Operación La Unión | 1.08 | 9.93 |
| | 2.37 | 27.26 |
| | 0.60 | 5.33 |

3.3.7 Conclusiones

1. El sistema de operación del Ingenio La Unión, aumento en 2 minutos la carga final de una jaula cañera, que con un mayor tiempo de operación se logró un número mayor de uñadas con pesos menores, así también menor peso y porcentaje de Trash mineral por este sistema de operación comparado con el sistema de operación del Ingenio Magdalena, donde se carga un menor número de uñadas pero con dimensiones mayores, aportando así valores más altos de Trash mineral.
2. Con el análisis de contrastes se obtuvo que los sistemas de operación del Ingenio Magdalena, aportan los pesos más altos del total de los componentes.
3. Con la variable peso de Trash mineral y su análisis de contrastes, existió un nivel de significancia estadística únicamente para el contraste sistema de operación del Ingenio Magdalena vs Ingenio La Unión, donde la operación del sistema Magdalena presento una diferencia significativa y las medias más altas comparándolos con el ingenio La Unión, llegando a obtener una diferencia de 21.93 libras, por su parte los porcentajes de Trash mineral, existió un nivel de significancia estadística para un apilador tipo convencional y a sistemas de operación, donde Magdalena obtuvo el valor numérico más alto comparado con La Unión.

3.3.8 Recomendaciones

1. Modificar los sistemas de operación del Ingenio Magdalena, dichos cambios van desde el exceso en el arrume de las uñadas como el peso de las mismas para evitar que los porcentajes de Trash mineral sean mayores a 1 por ciento.
2. Evitar el uso del apilador tipo convencional en procesos de alce de caña de azúcar, pues estos conjuntamente con los sistemas de operación descontrolados aportan porcentajes de Trash mineral arriba en 1 por ciento, porque son factores críticos y originan pérdidas directas en producción de azúcar en los procesos fabriles.

3.3.9 Anexos

Cuadro 33 A. Operación del Ingenio Magdalena e Ingenio La Unión con un apilador tipo Convencional del Ingenio Magdalena

| Apilador | Alzadora | Operación | Peso Uñada lbs. | Peso Tierra lbs. | Porcentaje tierra. | Media tierra. | Desviación. Estándar. | C.V. |
|--------------|-----------|-----------|-----------------|------------------|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| convencional | Magdalena | Magdalena | 1012.23 | 45.16 | 4.68 | 45.16 | 43.95 | 97.33 |
| convencional | Magdalena | Unión | 967.17 | 9.92 | 1.07 | 9.93 | 9.17 | 92.38 |

Cuadro 34 A. Operación del ingenio Magdalena e Ingenio La Unión con un apilador tipo Trineo del ingenio Magdalena.

| Apilador | Alzadora | Operación | Peso Uñada lbs. | Peso Tierra lbs. | Porcentaje tierra. | Media tierra. | Desviación. Estándar. | C.V. |
|----------|-----------|-----------|-----------------|------------------|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| trineo | Magdalena | Magdalena | 1421.44 | 26.19 | 1.93 | 26.20 | 12.95 | 49.44 |
| trineo | Magdalena | Unión | 1028.24 | 1.68 | 0.17 | 1.68 | 0.86 | 51.33 |

Cuadro 35 A. Operación del ingenio Magdalena e Ingenio La Unión con un apilador tipo Trineo del ingenio La Unión.

| Apilador | Alzadora | Operación | Peso Uñada lbs. | Peso Tierra lbs. | Porcentaje tierra. | Media tierra. | Desviación. Estándar. | C.V. |
|----------|----------|-----------|-----------------|------------------|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| trineo | Unión | Magdalena | 1519.34 | 10.44 | 0.70 | 10.44 | 4.79 | 45.84 |
| trineo | Unión | Unión | 771.56 | 4.4 | 0.60 | 4.4 | 2.34 | 53.20 |

Cuadro 36 A. Análisis de varianza de contrastes del peso total de los componentes

PESO TOTAL COMPONENTES LBS

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| PESO TOTAL COMPONENTES LBS.. | 24 | 0.82 | 0.73 | 14.45 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|------------|----|-----------|-------|---------|
| Modelo. | 1667009.45 | 8 | 208376.18 | 8.63 | 0.0002 |
| TRATAMIENTO | 1616439.03 | 5 | 323287.81 | 13.40 | <0.0001 |
| REPETICION | 50570.43 | 3 | 16856.81 | 0.70 | 0.5674 |
| Error | 362018.86 | 15 | 24134.59 | | |
| Total | 2029028.31 | 23 | | | |

Cuadro 37 A. Nivel de significancia de los contrastes del peso total de los componentes

| CONTRASTE | SC | gl | CM | F | P-valor |
|--|------------|----|------------|-------|---------|
| 1: Magdalena apilador Convencional Magdalena vs La Unión apilador Convencional Magdalena | 3371.03 | 1 | 3371.03 | 0.14 | 0.7138 |
| 2: Magdalena apilador Trineo Magdalena vs la Unión apilador Trineo Magdalena | 261588.6 | 1 | 261588.6 | 10.84 | 0.0049 |
| 3: Magdalena apilador Trineo la Unión vs la Unión apilador Trineo la Unión | 1130263.64 | 1 | 1130263.64 | 46.83 | <0.0001 |
| 4: Magdalena apilador Trineo Magdalena vs La Unión apilador Trineo la unión | 775205.49 | 1 | 775205.49 | 32.12 | <0.0001 |
| 5: Operación Magdalena vs Operación La Unión | 888522.44 | 1 | 888522.44 | 36.82 | <0.0001 |
| TOTAL | 1412580.75 | 4 | 353145.19 | 14.63 | <0.0001 |

Cuadro 38 A. Análisis de varianza de contrastes del porcentaje de Trash mineral

* TIERRA

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|--------|
| * TIERRA | 24 | 0.60 | 0.38 | 121.27 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo. | 81.89 | 8 | 10.24 | 2.79 | 0.0414 |
| TRATAMIENTO | 59.97 | 5 | 11.99 | 3.27 | 0.0341 |
| REPETICION | 21.92 | 3 | 7.31 | 1.99 | 0.1587 |
| Error | 55.04 | 15 | 3.67 | | |
| Total | 136.93 | 23 | | | |

Cuadro 39 A. Nivel de significancia de los contrastes del porcentaje de Trash mineral

| CONTRASTE | SC | gl | CM | F | P-valor |
|--|-------|----|-------|---------|---------|
| 1: Magdalena apilador Convencional Magdalena vs La Unión apilador Convencional Magdalena | 27.60 | 1 | 27.60 | 7.52 | 0.0151 |
| 2: Magdalena apilador Trineo Magdalena vs la Unión apilador Trineo Magdalena | 6.34 | 1 | 6.34 | 1.73 | 0.2086 |
| 3: Magdalena apilador Trineo la Unión vs la Unión apilador Trineo la Unión | 0.01 | 1 | 0.01 | 3.7E-03 | 0.9522 |
| 4: Magdalena apilador Trineo Magdalena vs La Unión apilador Trineo la unión | 3.62 | 1 | 3.62 | 0.99 | 0.3365 |
| 5: Operación Magdalena vs Operación La Unión | 20.74 | 1 | 20.74 | 5.65 | 0.0312 |
| TOTAL | 34.64 | 4 | 8.66 | 2.36 | 0.1002 |

Cuadro 40 A. Análisis de varianza de contrastes del peso de Trash mineral

PESO TIERRA LBS.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------|----|----------------|-------------------|--------|
| PESO TIERRA LBS. | 24 | 0.62 | 0.42 | 107.35 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|----|---------|------|---------|
| Modelo. | 7488.81 | 8 | 936.10 | 3.06 | 0.0296 |
| TRATAMIENTO | 5444.01 | 5 | 1088.80 | 3.56 | 0.0255 |
| REPETICION | 2044.79 | 3 | 681.60 | 2.23 | 0.1273 |
| Error | 4592.19 | 15 | 306.15 | | |
| Total | 12081.00 | 23 | | | |

Cuadro 41 A. Nivel de significancia de los contrastes del peso de Trash mineral

| CONTRASTE | SC | gl | CM | F | P-valor |
|--|---------|----|---------|------|---------|
| 1: Magdalena apilador Convencional Magdalena vs La Unión apilador Convencional Magdalena | 2482.31 | 1 | 2482.31 | 8.11 | 0.0122 |
| 2: Magdalena apilador Trineo Magdalena vs la Unión apilador Trineo Magdalena | 1202.46 | 1 | 1202.46 | 3.93 | 0.0661 |
| 3: Magdalena apilador Trineo la Unión vs la Unión apilador Trineo la Unión | 72.96 | 1 | 72.96 | 0.24 | 0.6325 |
| 4: Magdalena apilador Trineo Magdalena vs La Unión apilador Trineo la unión | 950.04 | 1 | 950.04 | 3.10 | 0.0985 |
| 5: Operación Magdalena vs Operación La Unión | 2885.55 | 1 | 2885.55 | 9.43 | 0.0078 |
| TOTAL | 3927.51 | 4 | 981.88 | 3.21 | 0.0433 |

3.3.10 Bibliografía

1. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 1994. Estudio semi detallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. Guatemala. 242 p.
2. Cruz B, M De la; Fuentes U, MG; García P, MV; Lemus, R; Madrid, G; Alemán, G; Martínez P, J; Arriola, C; Castillo, S. 1995. Cosecha mecanizada de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, Universidad Rafael Landivar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. 62 p.
3. Cruz, S. JR De la. 1982. Mapa de zonas de vida (según Holdridge) de la república de Guatemala. Guatemala, INAFOR. Esc. 1:600,000.
4. Echeverría, C. 2004. Pérdidas de caña por transporte hasta el despunte (entrevista). Finca Río Lindo, La Gomera, Escuintla, Guatemala, Ingenio Madre Tierra, Zona 6, Gerencia.
5. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2001. Mapa de cuencas hidrográficas de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:250,000. Color.
6. Morales M, JR. 1993. Diagnóstico general del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.) y sus principales problemas. Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, Ingenio Madre Tierra. 50 p.
7. Obiols Del Cid, R. 1980. Mapa climatológico de la república de Guatemala, según el sistema Thornthwaite. Guatemala, IGN. Esc. 1:1,000,000.
8. Peralta, D. 2004. Pérdidas de caña por transporte hasta el despunte (entrevista). Finca Río Lindo, La Gomera, Escuintla, Guatemala, Ingenio Madre Tierra, Departamento de Cosecha, Gerencia.

