

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

RECONOCIMIENTO Y DETERMINACIÓN DE ESPECIES ARVENSES EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.) EN ESTRATO ALTITUDINAL LITORAL, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN CORPORACIÓN SAN DIEGO – INGENIO TRINIDAD S.A., ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

OBDULIO FAUSTINO POCÓN CANEL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



GUATEMALA, FEBRERO DE 2014

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 PRIMERO | Dr. Ariel Abderramán Ortiz López |
| VOCAL SEGUNDO | Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García |
| VOCAL TERCERO | Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano |
| VOCAL CUARTO | P. Forestal Sindy Benita Simón Mendoza |
| VOCAL QUINTO | Br. Sergio Alexander Soto Estrada |
| SECRETARIO | Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo |

GUATEMALA, FEBRERO DE 2014

Guatemala, febrero de 2014

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 Reconocimiento y Determinación de Especies Arvenses en el Cultivo de Caña de Azúcar (*Saccharum* spp.) en Estrato Altitudinal Litoral, Diagnóstico y Servicios Realizados en Corporación San Diego – Ingenio Trinidad S.A., Escuintla, Guatemala, C.A., como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Obdulio Faustino Pocón Canel

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS** Pues Él es quien da la sabiduría y por darme la oportunidad de compartir este momento al lado de mi familia y amigos.
- MIS PADRES** Felipe Pocón Monroy y Juliana Canel Xuya (Q.E.P.D.), por su amor y ejemplo de superación, en recompensa de sus sacrificios incondicionales que hacen posible este momento tan especial en mi vida.
- MIS HERMANAS** Ana Isabel, Enma Maritza, Edna Julieta, Florentina Janeth, Andrea Juliana Pocón Canel, por su amor y motivación en los momentos difíciles de nuestra vida.
- MIS HIJOS** Felipe Alexander, Fátima Gabriela y Alma Belén Pocón, por su amor y cariño.
- MIS SOBRINAS** Adriana Fabiola y Lourdes Alicia, por su cariño y motivación.
- MIS PADRINOS** Francisco y Marta Medina, por su apoyo moral y cariño brindados.
- MIS COMPADRES** Víctor y Lidia Monroy, por su cariño y apoyo moral en la realización del presente trabajo.
- MIS AMIGOS** Víctor Prado y familia, Abraham Juárez, José Can Lico, Juan Carlos Cabrera, Alfredo Arias, Sergio Zamora, Jorge Méndez, Edgar Anleu, Carlos Sican, Edson Xiloj, Raúl Leiva y demás amigos, por su valiosa amistad, consejos y ayuda en mis estudios universitarios.
- MI FAMILIA** En general por haber sido parte especial en cada etapa de mi vida y formación.

TESIS QUE DEDICO

A:

Mi patria Guatemala.

San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.

Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Mis padres.

Mis hermanas.

Mis hijos.

Mis sobrinas

Mis tíos y tías.

Mis primos y primas.

Mis Padrinos.

Mi familia en general.

Mis amigas y amigos en general.

AGRADECIMIENTOS

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento y reconocimiento a las siguientes personas, que de una u otra manera me ayudaron a la realización del presente trabajo.

A:

Ing. Agr. FREDY HERNÁNDEZ OLA

Por la supervisión y apoyo durante el proceso del ejercicio profesional supervisado.

Ing. Agr. MSc. MANUEL DE JESÚS MARTÍNEZ OVALLE

Por su valiosa asesoría en revisar y corregir este trabajo de investigación.

CORPORACIÓN SAN DIEGO – INGENIO TRINIDAD S.A.

A todo el personal administrativo y de campo de cada una de las zonas de producción jefes, administradores y mayordomos, pero en especial a:

Ing. Agr. Oscarrené Villagrán, Ing. Agr. Luis Roberto de León, Ing. Agr. Francisco Hernández, Ing. Agr. Stephanie Soto, Ing. Agr. Jorge Arteaga Bardales, Ing. Agr. Marco Antonio Roldán, Ing. Agr. Pablo Paz Fong, Sr. César Cerón, Srta. Amanda Calderón, Sr. Kenny Barreno, Sr. Aníbal García y Sr. Rafael Girón por el apoyo brindado durante el desarrollo del presente trabajo.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Por mi formación académica y profesional.

ÍNDICE GENERAL

| Contenido | Página |
|--|--------|
| ÍNDICE DE CUADROS | VI |
| ÍNDICE DE FIGURAS | VII |
| RESUMEN | IX |
| CAPÍTULO I | |
| DIAGNÓSTICO DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum spp.</i>), EN CORPORACIÓN SAN DIEGO – INGENIO TRINIDAD S.A., ESCUINTLA..... | 1 |
| 1.1 Presentación..... | 2 |
| 1.2 Marco referencial | 2 |
| 1.2.1 La Empresa..... | 2 |
| 1.2.2 Visión | 3 |
| 1.2.3 Misión..... | 3 |
| 1.2.4 Política de Calidad | 3 |
| 1.2.5 Objetivos de Calidad | 3 |
| 1.2.6 Valores Medulares | 3 |
| 1.2.7 Ubicación | 4 |
| 1.2.8 Organización empresarial de Corporación San Diego – Ingenio Trinidad S.A..... | 4 |
| 1.2.8.A Organigrama General | 4 |
| 1.2.8.B Organigrama Superintendencia Agrícola | 6 |
| 1.2.8.C Organigrama Jefatura Agrícola..... | 7 |
| 1.2.8.D Organigrama Jefatura de Producción Agrícola | 7 |
| 1.2.8.D Organigrama Jefatura de Ingeniería Agrícola | 9 |
| 1.2.8.E Actividades de jefatura de agronomía..... | 10 |
| 1.2.8.F Actividades de ingeniería agrícola | 11 |
| 1.2.9 Otros informes relacionados | 11 |
| 1.3 Objetivos..... | 12 |
| 1.3.1 Generales | 12 |
| 1.3.2 Específicos..... | 12 |
| 1.4 Metodología..... | 13 |

| Contenido | Página |
|---|--------|
| 1.4.1 Reconocimiento del personal y área de la zona | 13 |
| 1.4.2 Manejo Agronómico del cultivo | 13 |
| 1.4.3 Identificación de las principales limitantes | 13 |
| 1.5 Resultados..... | 14 |
| 1.5.1 Manejo agronómico del cultivo..... | 14 |
| 1.5.1.A Siembra..... | 14 |
| 1.5.1.B Control de malezas | 14 |
| 1.5.1.C Riego | 15 |
| 1.5.1.D Fertilización..... | 15 |
| 1.5.1.E Control de plagas | 15 |
| 1.5.1.F Aplicación de madurantes | 15 |
| 1.5.1.G Requema | 15 |
| 1.5.1.H Despeje de rondas..... | 16 |
| 1.5.1.I Corte o cosecha | 16 |
| 1.5.1.J Composición varietal | 16 |
| 1.5.2 Análisis de Fortaleza, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)..... | 17 |
| 1.6 Conclusiones | 18 |
| 1.7 Bibliografía..... | 19 |
| CAPÍTULO II | |
| RECONOCIMIENTO Y DETERMINACIÓN DE ESPECIES ARVENSES EN EL | |
| CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum</i> spp.) EN ESTRATO ALTITUDINAL | |
| LITORAL DE CORPORACIÓN SAN DIEGO – INGENIO TRINIDAD, ESCUINTLA, | |
| GUATEMALA, C.A. | |
| 20 | |
| 2.1 Presentación..... | 21 |
| 2.1.1 Definición del problema..... | 22 |
| 2.1.2 Justificación | 23 |
| 2.2 Marco teórico..... | 24 |
| 2.2.1 Marco conceptual..... | 24 |
| 2.2.1.A Descripción general de maleza..... | 24 |
| 2.2.1.B Concepto de maleza | 24 |

| Contenido | Página |
|---|--------|
| 2.2.1.C Malerbosidad | 25 |
| 2.2.1.D Maleza ideal..... | 25 |
| 2.2.1.E Clasificación de malezas..... | 26 |
| 2.2.1.F Morfología vegetal..... | 27 |
| 2.2.1.G Ecología de las malezas..... | 27 |
| 2.2.1.H Mecanismos de sucesión ecológica..... | 28 |
| 2.2.1.I La sucesión ecológica en un agroecosistema | 28 |
| 2.2.1.J Interferencia de malezas con el cultivo..... | 29 |
| 2.2.1.K Prácticas de producción que provocan cambios en las comunidades de malezas | 30 |
| 2.2.1.L Prácticas de control químico | 31 |
| 2.2.1.M Muestreo | 32 |
| 2.2.1.N Área mínima de una comunidad vegetal..... | 32 |
| 2.2.1.O Valor de importancia..... | 32 |
| 2.2.1.P Determinación de las especies | 33 |
| 2.2.1.Q Estimación del área mínima de muestreo..... | 33 |
| 2.2.1.R Estimación del número de unidades de muestreo | 35 |
| 2.2.2 Otras investigaciones afines | 36 |
| 2.2.3 Marco referencial | 39 |
| 2.2.3.A Ubicación geográfica de la zona cañera | 39 |
| 2.2.3.B Clima..... | 39 |
| 2.2.3.C Clasificación de los suelos de la región | 40 |
| 2.2.3.D Localización del área experimental..... | 40 |
| 2.2.3.E Vías de acceso | 42 |
| 2.2.3.F Suelos | 42 |
| 2.2.3.G Clima | 43 |
| 2.3 Objetivos..... | 45 |
| 2.3.1 Objetivo General | 45 |
| 2.3.2 Objetivos Específicos..... | 45 |
| 2.4 Metodología..... | 46 |

| Contenido | Página |
|---|--------|
| 2.4.1 Identificación florística de las especies | 46 |
| 2.4.2 Determinación de muestras | 46 |
| 2.4.3 Selección final del lote de muestreo..... | 47 |
| 2.4.4 Muestreo del lote..... | 47 |
| 2.4.5 Variables | 47 |
| 2.4.5.A Porcentaje de cobertura de especies vegetales | 47 |
| 2.4.5.B Valor de importancia | 48 |
| 2.5 Resultados y discusión | 49 |
| 2.5.1 Identificación florística de especies arvenses | 49 |
| 2.5.2 Valor de importancia | 51 |
| 2.6 Conclusiones | 58 |
| 2.7 Recomendaciones..... | 59 |
| 2.8 Bibliografía..... | 60 |
| 2.9 Apéndices..... | 62 |
| 2.9.1 Apéndice I | 62 |
| 2.9.2 Apéndice II | 64 |
| 2.9.3 Apéndice III | 74 |
| 2.9.4 Apéndice IV..... | 75 |
| CAPÍTULO III | |
| SERVICIOS REALIZADOS EN CORPORACIÓN SAN DIEGO – INGENIO | |
| TRINIDAD S.A..... | 76 |
| 3.1 Presentación..... | 77 |
| 3.2 Servicio: Apoyo en aplicaciones de madurantes en el cultivo de caña de azúcar en unidades productivas de Corporación San Diego – Ingenio Trinidad S.A. | 78 |
| 3.2.1 Objetivos | 78 |
| 3.2.2 Metodología | 78 |
| 3.2.3 Resultados | 79 |
| 3.2.4 Evaluación | 80 |
| 3.2.5 Conclusiones | 81 |

| Contenido | Página |
|---|--------|
| 3.2.6 Recomendaciones | 82 |
| 3.3 Servicio: Elaboración de procedimientos de campo | 83 |
| 3.3.1 Objetivos | 83 |
| 3.3.2 Metodología | 83 |
| 3.3.3 Resultados | 83 |
| 3.3.4 Evaluación | 84 |
| 3.3.5 Conclusiones | 85 |
| 3.4 Bibliografía..... | 86 |
| 3.5 Apéndices..... | 87 |
| 3.5.1 Procedimiento para el almacenamiento de productos | 87 |
| 3.5.2 Instrucciones previas antes de la aplicación | 90 |
| 3.5.3 Procedimiento para la mezcla de productos químicos | 94 |
| 3.5.4 Aplicación de productos químicos..... | 98 |
| 3.5.5 Calibración de equipos de aplicación manual | 100 |
| 3.5.6 Calibración de equipos de aspersión mecanizada..... | 101 |
| 3.5.7 Instructivo para el mantenimiento de bombas de mochila | 108 |
| 3.5.8 Mantenimiento de los equipos de aplicación..... | 112 |
| 3.5.9 Metodología para el control de la eficiencia de aplicaciones de herbicidas .. | 116 |
| 3.5.10 Procedimiento para la preparación del suelo | 119 |
| 3.5.11 Procedimiento cálculo de dureza del agua | 123 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | Página |
|--|--------|
| Cuadro 1. Resumen Análisis FODA | 17 |
| Cuadro 2. Principales malezas, según orden de importancia en la agroindustria azucarera de Guatemala. | 38 |
| Cuadro 3. Características climáticas en la zona cañera..... | 40 |
| Cuadro 4. Composición de plantas arvenses de la clase Magnoliopsida en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.) en estrato altitudinal litoral, El Naranjo, Masagua, Escuintla..... | 49 |
| Cuadro 5. Composición de plantas arvenses de la clase Liliopsida en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.) en estrato altitudinal litoral, El Naranjo, Masagua, Escuintla. | 51 |
| Cuadro 6. Valores de Importancia de las especies arvenses en estrato altitudinal litoral en Fincas de Corporación San Diego – Ingenio Trinidad, El Naranjo, Masagua, Escuintla..... | 52 |
| Cuadro 7. Estimaciones del Valor de Importancia en porcentaje de las plantas arvenses. | 62 |
| Cuadro 8. Escala de Infestación, para la estimación del porcentaje de cobertura. | 74 |
| Cuadro 9. Cumplimiento y logro de objetivos. | 81 |
| Cuadro 10. Cumplimiento y logro de objetivos | 84 |
| Cuadro 11A. Condiciones de la aplicación de plaguicidas en función de la velocidad del viento. | 92 |
| Cuadro 12A. Aguilones y número de boquillas..... | 102 |
| Cuadro 13A. Material de boquillas y su vida útil..... | 107 |
| Cuadro 14A. Nomenclatura de boquillas y descarga. | 107 |
| Cuadro 15A. Escala porcentual de clasificación de los niveles de control de malezas del 0 al 100..... | 118 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Página |
|--|--------|
| Figura 1. Ubicación de la empresa..... | 4 |
| Figura 2. Organigrama General..... | 5 |
| Figura 3. Organigrama Superintendencia Agrícola. | 6 |
| Figura 4. Organigrama Jefatura de Agronomía. | 7 |
| Figura 5. Organigrama Jefatura de Producción Agrícola. | 8 |
| Figura 6. Organigrama Jefatura de Ingeniería Agrícola. | 9 |
| Figura 7. Producción porcentual de caña de azúcar. | 30 |
| Figura 8. Modelo de muestreo..... | 34 |
| Figura 9. Mapa de ubicación del área de investigación..... | 41 |
| Figura 10. Tipo de Suelo del área de investigación..... | 43 |
| Figura 11. Estratificación de zona cañera, ubicación del área experimental. | 44 |
| Figura 12. Comportamiento de principales especies arvenses. | 54 |
| Figura 13. <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | 54 |
| Figura 14. <i>Kallstroemia maxima</i> | 55 |
| Figura 15. <i>Cyperus rotundus</i> | 55 |
| Figura 16. <i>Mollugo verticilata</i> | 55 |
| Figura 17. <i>Euphorbia hypericifolia</i> | 56 |
| Figura 18. <i>Momordica charantia</i> | 56 |
| Figura 19. <i>Croton lobatus</i> | 56 |
| Figura 20. <i>Portulaca oleraceae</i> | 57 |
| Figura 21. <i>Trianthema portulacastrum</i> | 57 |
| Figura 22. <i>Phyllanthus amarus</i> | 57 |
| Figura 23A. <i>Rottboellia cochinchinensis</i> , diferentes etapas de desarrollo..... | 64 |
| Figura 24A. <i>Kallstroemia maxima</i> , planta con flor. | 65 |
| Figura 25A. <i>Cyperus rotundus</i> , diferentes estados de desarrollo..... | 66 |
| Figura 26A. <i>Mollugo verticilata</i> , diferentes estados de desarrollo. | 67 |
| Figura 27A. <i>Euphorbia hypericifolia</i> , planta y flor. | 68 |
| Figura 28A. <i>Momordica charantia</i> , diferentes estados de desarrollo, flor y fruto..... | 69 |
| Figura 29A. <i>Croton lobatus</i> , diferentes estados de desarrollo y flor. | 70 |

| Figura | Página |
|--|--------|
| Figura 30A. <i>Portulaca oleraceae</i> , planta y flor..... | 71 |
| Figura 31A. <i>Triantema portulacastrum</i> , diferentes estados de desarrollo. | 72 |
| Figura 32A. <i>Phyllanthus amarus</i> , diferentes estados de desarrollo..... | 73 |
| Figura 33. Diagrama de flujo sobre metodología para aplicación de madurantes..... | 79 |
| Figura 34A. Posición correcta para la nivelación de brazos y boquillas del aguilón.... | 102 |
| Figura 35A. Precaución del maquinista..... | 103 |
| Figura 36A. Distanciamiento de recorrido para calibración del tractor. | 103 |
| Figura 37A. Presión de boquillas..... | 105 |
| Figura 38A. La boquilla y sus partes. | 106 |
| Figura 39A. Detalle de una bomba de aspersión de pistón interno. | 111 |
| Figura 40A. Subsolador..... | 120 |
| Figura 41A. Arado de discos. | 120 |
| Figura 42A. Rastra tipo rome. | 120 |
| Figura 43A. Rastra. | 121 |
| Figura 44A. Surcador. | 121 |
| Figura 45A. Jornalero en siembra de caña..... | 122 |
| Figura 46A. Aplicación de solución buffer a la muestra de agua..... | 124 |
| Figura 47A. Coloración de la muestra ya aplicado el indicador..... | 124 |
| Figura 48A. Titulación de muestra con corrector de dureza. | 124 |
| Figura 49A. Muestra neutralizada por la titulación. | 125 |

TRABAJO DE GRADUACIÓN

RECONOCIMIENTO Y DETERMINACIÓN DE ESPECIES ARVENSES EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.) EN ESTRATO ALTITUDINAL LITORAL, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN CORPORACIÓN SAN DIEGO – INGENIO TRINIDAD S.A., ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación consta de tres partes: el diagnóstico, la investigación y los servicios, mismas que se desarrollaron durante el período agosto de 2012 a mayo de 2013, en las instalaciones y áreas de cultivo de Corporación San Diego – Ingenio Trinidad S.A., ubicado en el departamento de Escuintla.

El diagnóstico consistió en determinar la situación actual del cultivo de la caña de azúcar y la problemática actual en las zonas de producción de Corporación San Diego. Para su realización se usó la técnica FODA. Se concluyó que las fases del manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) son: siembra, control de malezas, riego, fertilización, control de plagas, aplicación de madurantes y corte. Además, las principales limitantes en la producción de caña de azúcar son: la falta de conocimiento de las plantas arvenses en cada una de las zonas de producción y la falta de procedimientos estándares en las zonas productivas.

En relación al trabajo de investigación se desarrolló el reconocimiento y determinación de las principales plantas arvenses en estrato altitudinal litoral del cultivo de la caña de azúcar, esto debido a que en la actualidad solo se tiene un conocimiento general de estas, aunque no hay datos puntuales de las plantas arvenses que afectan el área de litoral. Para ello se realizaron muestreos en las fincas en la zona litoral: San Cayetano y El Naranjo San Diego, ambas ubicadas en el municipio de Masagua, Escuintla. Fueron identificadas 52 especies arvenses pertenecientes a 21 familias botánicas, las cuales están descritas, Así también, se determinó el comportamiento de las principales plantas arvenses con más alto porcentaje del valor de importancia, las cuales en orden descendente son: *Rottboellia cochinchinensis*, *Kallstroemia maxima*, *Cyperus*

rotundus, Mollugo verticilata, Euphorbia hypericifolia, Momordica charantia, Croton lobatus, Portulaca oleraceae, Trianthema portulacastrum, Phyllanthus amarus.

Los servicios realizados se llevaron a cabo en todas las zonas de producción que tiene Corporación San Diego – Ingenio Trinidad, en los departamentos de Escuintla y Santa Rosa, los cuales consistieron en el apoyo en las aplicaciones de madurantes en las unidades de producción que tiene a su cargo el departamento de agronomía.

Se logró establecer con este apoyo un diagrama de flujo, mismo que indica los pasos que se lleva a cabo durante el desarrollo de aplicación de madurante, los cuales se enumeran de la siguiente forma: Elaboración del programa para la temporada, el programa semanal, el cálculo de cantidad de madurante por aplicación, la aplicación del madurante en campo, el monitoreo, el lavado de equipo de aplicación, cuadro de producto en bodega, registro electrónico de aplicaciones diarias y semanales.

Otro de los servicios fue el de elaboración de procedimientos en campo. Esto se realizó con el objetivo de tener por escrito los procedimientos básicos que se realizan como actividades de mantenimiento al cultivo de la caña de azúcar en el proceso de producciones basadas en buenas prácticas agrícolas para poder mejorar la seguridad de los empleados. Los procedimientos redactados son: procedimiento para el almacenamiento de productos, instrucciones previas antes de la aplicación, procedimiento para la mezcla de productos químicos, aplicación de productos químicos, calibración de equipos de aplicación manual, calibración de equipos de aspersión mecanizada, instructivo para el mantenimiento de bombas de mochila, mantenimiento de los equipos de aplicación, metodología para el control de la eficiencia de las aplicaciones de herbicidas, procedimiento para la preparación del suelo y procedimiento cálculo de dureza del agua, los cuales son útiles en la planificación de las actividades de campo.

CAPÍTULO I
DIAGNÓSTICO DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.), EN
CORPORACIÓN SAN DIEGO – INGENIO TRINIDAD S.A., ESCUINTLA.

1.1 Presentación

En corporación San Diego – Ingenio Trinidad, con el fin de facilitar el manejo de su área cultivada con caña de azúcar *Saccharum* spp., se divide en cinco zonas productivas, con un área de 12, 718 hectáreas.

El propósito del presente trabajo fue conocer y generar información sobre las labores realizadas en el cultivo de caña de azúcar, identificar labores y conocer la problemática que se presenta en las distintas zonas productivas en que está conformada la empresa.

Existen trabajos de diagnósticos realizados en Corporación San Diego – Ingenio Trinidad elaborado en el año 2011, elaborado por Ing. Sthepanie Soto, lo cual permitió usarlo como referencia para elaborar este documento.

1.2 Marco referencial

1.2.1 La Empresa

El Ingenio se fundó en 1890 por una empresa Alemana, esta fue vendida después al señor Adrián Saravia, quien en 1943 la vendió a la familia Vila.

El señor Fraternal Vila, por herencia la pasó a Fraternal, Julio y Antonio Vila, luego en 1964, por participación de propiedades pasó a Fraternal Vila el 29 de Febrero, se constituyó en Sociedad Anónima el 12 de marzo de 1964; actualmente se conoce una modificación de la escritura social San Diego S.A., para adecuarse a leyes vigentes, habiéndose realizado este proceso el 2 de febrero de 1981 (1).

Al inicio el Ingenio San Diego tenía un trapiche cuya cuota asignada de azúcar era de 10,000 quintales anuales para comercio en el exterior, pero gracias a la ampliación de instalaciones, compra de un equipo mexicano, ampliación de los molinos a 45 pulgadas, aumentan del recurso humano en un aproximado de 1,500 empleados en el tiempo de reparación y más de 2,500 en tiempo de zafra, lo que ha permitido una producción de zafra de 120,000 quintales de azúcar (1).

El 29 de junio del 2005, el Ingenio San Diego obtuvo el certificado ISO 9001:2008 para el proceso de producción y comercialización de azúcar de caña, convirtiéndose en el

primer Ingenio de la República de Guatemala que contaba con esta certificación. Y desde esa fecha se ha logrado mantener esa certificación (1).

1.2.2 Visión

Ubicarse dentro de los tres ingenios más eficientes y de más bajos costos de la región centroamericana. (Departamento de recursos humanos, Inducción de ingreso Agosto 2012) (3).

1.2.3 Misión

Es un grupo empresarial guatemalteco, guiados por principios claros, que transformamos la caña de azúcar en productos energéticos que proporcionan bienestar. Con un equipo profesional, buscamos y desarrollamos oportunidades de crecimiento integral y alta rentabilidad. Generamos un mejor nivel de vida para todos los miembros de la organización y confirmamos nuestro compromiso por un mejor país (3).

1.2.4 Política de Calidad

Está comprometido a (3):

- Producir azúcar de alta calidad, aplicando y cumpliendo con estándares y regulaciones nacionales e internacionales.
- Alcanzar mayores niveles de productividad u eficacia, optimizando los recursos disponibles, a través de la mejora continua de nuestro sistema de gestión.

1.2.5 Objetivos de Calidad

- Aumentar el nivel de satisfacción de los clientes
- Mejorar las características de calidad de los productos.
- Alcanzar mayores niveles de productividad, optimizando los recursos disponibles.
- Mejorar el nivel de competencia del Recurso Humano.

1.2.6 Valores Medulares

- Integridad
- Unidad familiar y del equipo
- Disciplina y amor por el trabajo
- Responsabilidad social

1.2.7 Ubicación

La finca se encuentra localizada a 7.5 kilómetros de la cabecera municipal de Escuintla, en la carretera hacia Antigua Guatemala, cuenta con una altura sobre el nivel del mar de 400 m, con una extensión de 23 caballerías, 36 manzanas y 3,896 v². Habitan aproximadamente 846 personas (3).

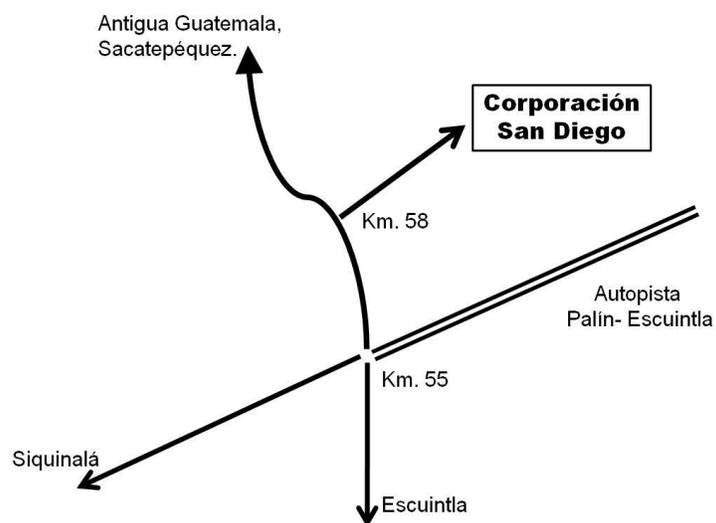


Figura 1. Ubicación de la empresa.

1.2.8 Organización empresarial de Corporación San Diego – Ingenio Trinidad S.A.

Está conformada de la siguiente manera:

1.2.8.A Organigrama General

- Junta Directiva
- Gerente General
 - Auditoría Interna
- Gerencia de servicios y Tecnología
- Gerencia de Recursos Humanos
- Gerencia Financiera
- Gerencia de Materiales y Suministros
 - Coordinador de comercialización de Energía Eléctrica
 - Coordinador de Gestión de Riesgos

- Gerencia Técnica
 - Coordinador de Sistema de Gestión
- Gerencia Industrial
- Superintendencia Agrícola
- Superintendencia de Talleres
- Asistente de Comercialización
 - Mensajero
 - Conserje

| | | | | |
|---|----------------------------------|---------|--------------|--|
|  | Nombre: | | Código: | |
| | Anexo Organigrama General | | A7.MS | |
| Fecha de Aprobación: | Fecha que Rige: | Página: | versión: | |
| 01/02/2012 | 02/02/2012 | 1 de 1 | 10 | |

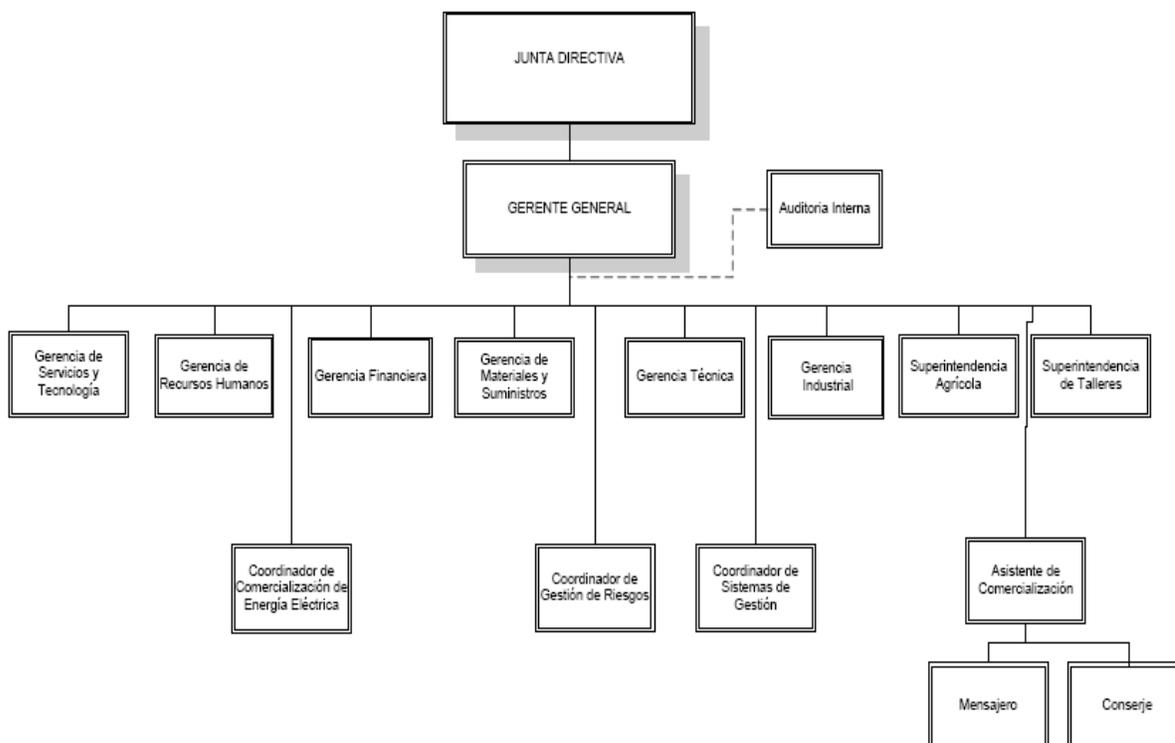


Figura 2. Organigrama General

Fuente: Departamento Recursos Humanos, Inducción de campo 2012.

1.2.8.B Organigrama Superintendencia Agrícola

Se conforma de la siguiente manera:

- Superintendencia agrícola
 - Asistente administrativo
- Jefe de Agronomía
- Jefe de Ingeniería Agrícola
- Jefe de Programación y Control
- Jefe de Producción Agrícola
- Jefe de Cosecha
- Jefe de Área Forestal

| | | |
|---|---------------------------------------|--------------------------|
|  | Nombre: Anexo Organigrama Agrícola | Código: A16.MS |
| Fecha de Aprobación: 07/02/2012 | Fecha que Rige: 08/12/2012 | Página: 1 de 8 |
| | | versión: 2 |

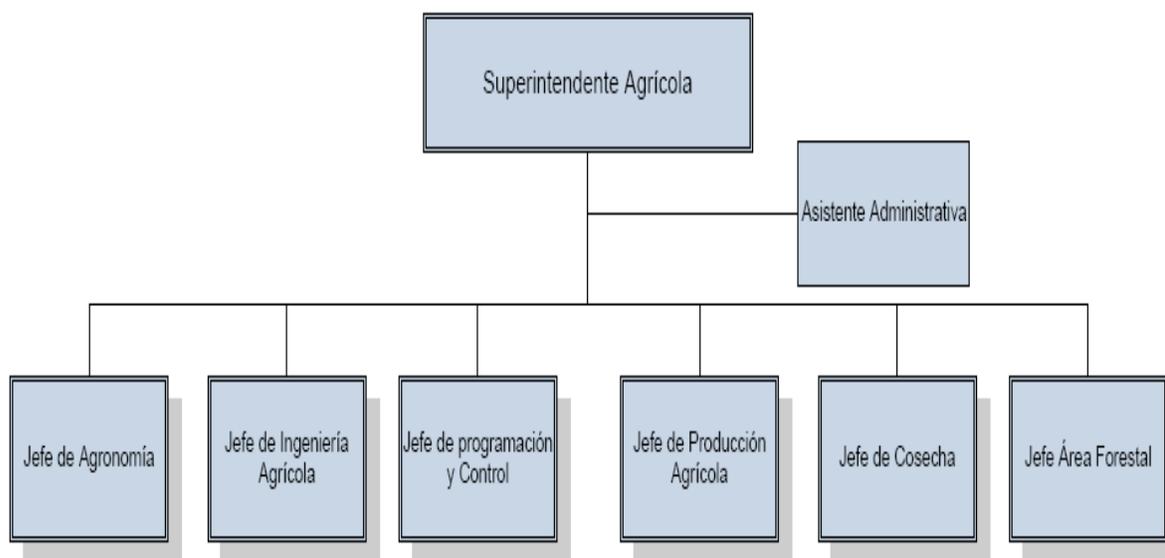


Figura 3. Organigrama Superintendencia Agrícola.

Fuente: Departamento Recursos Humanos, Inducción de campo 2012.

1.2.8.C Organigrama Jefatura Agrícola

Está conformada de la siguiente manera:

- Jefe de Agronomía: Ing. Oscarrené Villagrán
- Coordinador de Malezas y Madurantes: Ing. Francisco Hernández
- Coordinador de Investigación y Plagas: Cesar Cerón
- Coordinador planta de tratamiento de semilleros y suelo: Ing. Stephanie Soto.

| | | |
|---|--|--------------------------|
|  | Nombre: Anexo Organigrama Agrícola | Código: A16.MS |
| Fecha de Aprobación: 07/02/2012 | Fecha que Rige: 08/12/2012 | Página: 2 de 8 |
| | | versión: 2 |

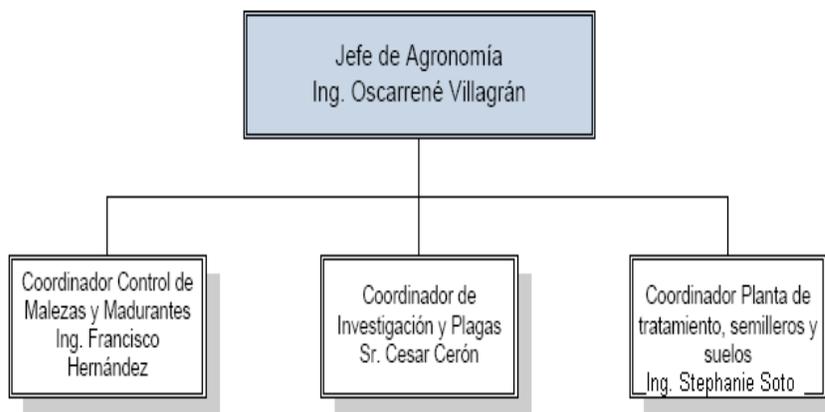


Figura 4. Organigrama Jefatura de Agronomía.

Fuente: Departamento Recursos Humanos, Inducción de campo 2012.

1.2.8.D Organigrama Jefatura de Producción Agrícola

Está conformada de la siguiente manera:

- Jefe de Producción Agrícola: Ing. Luis Roberto de León
- Jefe Zona 1: Ing. Ervin Girón
- Jefe Zona 2: Oscar Rolando Soto
- Jefe Zona 3: Ing. Enrique Solórzano

- Jefe Zona 4: Ing. Josué Fernando López
- Jefe Zona 5: Noé Santos
 - Administrador
 - Mayordomo de labores varias A
 - Mayordomo de labores varias B
 - Supervisor de Riegos
 - Caporal
 - Operadores de tractor, motobomba.
 - Peones de campo.

| | | |
|---|--|--------------------------|
|  | Nombre: Anexo Organigrama Agrícola | Código: A16.MS |
| Fecha de Aprobación: 07/02/2012 | Fecha que Rige: 08/12/2012 | Página: 5 de 8 |
| | | versión: 2 |

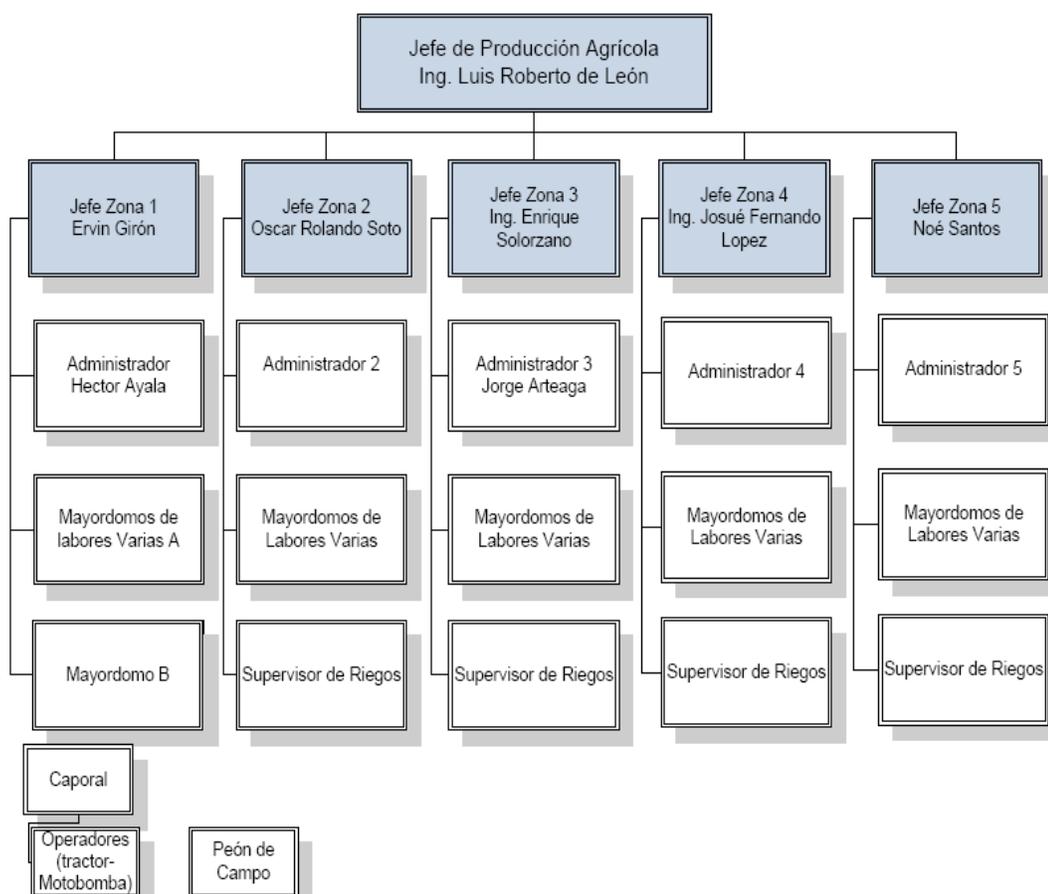


Figura 5. Organigrama Jefatura de Producción Agrícola.

Fuente: Departamento Recursos Humanos, Inducción de campo 2012.

1.2.8.D Organigrama Jefatura de Ingeniería Agrícola

Se conforma de la siguiente manera:

- Jefe de Ingeniería Agrícola
- Coordinador de Diseño
 - Cuadrillas de Topografía
 - Dibujante calculista
 - Asisten de GIS
- Coordinador de Riegos y Drenajes
 - Asistente de Riegos I y II
 - Mecánico Soldador
- Coordinador de Preparación y adecuación de tierras
 - Operadores de tractor para mecanización
- Coordinador de Fercultivo y Mecanización Agrícola
 - Operadores de Fercultivo y Mecanización
 - Ayudantes

| | | |
|---|---|-----------------------|
|  | Nombre: Anexo Organigrama Agrícola | Código: A16.MS |
| Fecha de Aprobación: 07/02/2012 | Fecha que Rige: 08/12/2012 | Página: 3 de 8 |
| | | versión: 2 |

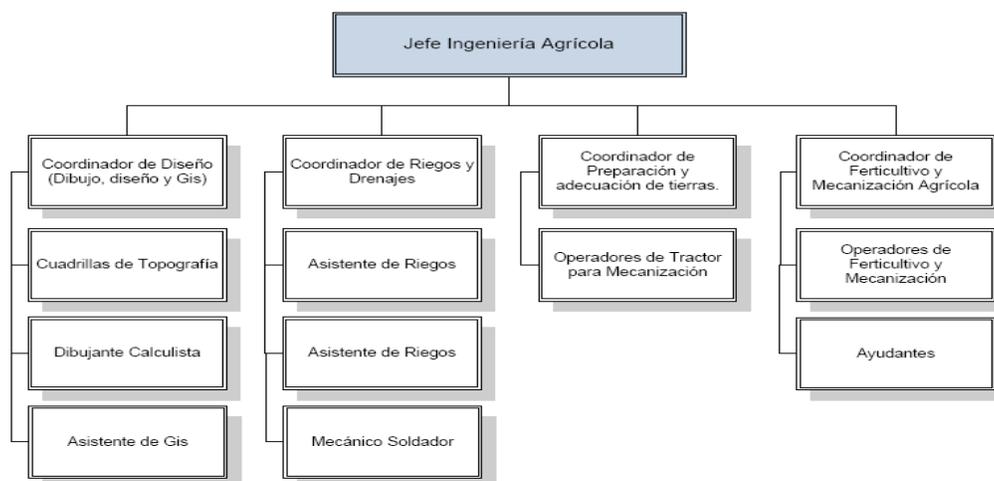


Figura 6. Organigrama Jefatura de Ingeniería Agrícola.

Fuente: Departamento Recursos Humanos, Inducción de campo 2012.

1.2.8.E Actividades de jefatura de agronomía

➤ Investigación, Plagas y Enfermedades

Se llevan a cabo pruebas con diferentes productos que puedan mejorar el desarrollo del cultivo haciéndolo más eficiente, para esto el departamento y el encargado de investigación Cesar Cerón, es el que se encarga de validar los protocolos que se siguen para poder llevar a cabo alguna prueba previamente sea autorizada por el jefe del departamento el Ing. Oscarrené Villagrán.

Se realizan procedimientos y técnicas para obtener nuevos conocimientos, explicaciones y comprensión científica de los problemas de los fenómenos vistos y planteados y por lo consiguiente la investigación lleva la solución de los mismos.

Se debe mencionar que el encargado de esta sección también vela por el control de plagas y enfermedades que afectan al cultivo, donde él es el encargado de la toma de decisiones para el control tanto de plagas y enfermedades, esto lo realiza con información que le es brindada por los jefes de zona.

➤ Coordinador de Malezas y Madurantes

Este departamento también está a cargo de la aplicación para el control de las malezas del cultivo en la corporación, así como, de coordinar las aplicaciones de madurantes en las diferentes zonas, esto se coordina con cada jefe de zona para que brinde al apoyo necesario para la ejecución de estas actividades, el encargado de esta sección de la jefatura de agronomía es el Ing. Francisco Hernández.

➤ Tratamiento de semilleros

Esta sección del departamento es importante pues acá es donde se programan las siembras de semilleros comerciales y semilleros semi comerciales, así como, el establecimiento de semilleros para las renovaciones que se hacen de los pantes, ya que estos se deben de renovar en un período no menor a 5 socas para evitar pérdidas.

A la semilla que se utiliza se le hace un tratamiento térmico previo a su siembra para evitar la contaminación por bacterias, esto garantiza la calidad de la semilla que se utiliza en cada uno de los pantes.

1.2.8.F Actividades de ingeniería agrícola

Se encarga del diseño y ejecución de los sistemas de riego y drenaje de acuerdo al plan de trabajo que se planifican, además son los encargados de realizar todas las actividades en cuanto a levantamiento de áreas de los pantes de las zonas, estos tienen el objetivo de brindar información precisa para que los otros departamentos como agronomía tenga la certeza en las aéreas para poder aplicar madurantes, fertilizaciones aéreas.

En este departamento se cuenta con el manejo de toda la maquinaria que posee la corporación, pues ellos coordinan el transporte, traslado y distribución de cada uno de los equipos de mecanización.

También están encargados de las fertilizaciones que se hacen en las zonas en conjunto con los jefes de zona y los mayordomos encargados de fertilización.

1.2.9 Otros informes relacionados

Hasta el momento no existen Diagnósticos publicados, pero existen un diagnósticos no publicado de Estudiante de Ejercicio Profesional Supervisado que realizó dicha práctica en el Ingenio en el período de febrero – noviembre de 2011, Stephanie Soto Velásquez.

1.3 Objetivos

1.3.1 Generales

- Caracterizar el manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) de Corporación San Diego – Ingenio Trinidad S.A.

1.3.2 Específicos

- Describir el manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.).
- Identificar las principales limitantes en la producción y manejo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.).

1.4 Metodología

Para realizar el diagnóstico se recopiló información de fuentes primarias y secundarias realizando los siguientes pasos:

1.4.1 Reconocimiento del personal y área de la zona

Para realizar el diagnóstico el primer paso fue conocer al personal que labora en los distintos departamentos, el puesto en el que se desempeña y sus atribuciones, posterior a ello se realizaron recorridos por las fincas que comprenden las cinco zonas de producción que tiene a su cargo Corporación San Diego – Ingenio Trinidad a fin de poder identificarlas y conocer al personal vinculado en cada una de las zonas.

1.4.2 Manejo Agronómico del cultivo

Se establecieron y describieron las fases principales del manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar, esto se fue desarrollando a lo largo de las visitas de campo con los encargados de cada una de las zonas de producción.

1.4.3 Identificación de las principales limitantes

Durante las entrevistas sobre la descripción del manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) por parte del personal, se les consultaba cuales creían o si existían en su juicio alguna dificultad en el proceso de producción.

La información recopilada se tabuló. Estructurándola de acuerdo a las labores agrícolas realizadas en todas las zonas. La información obtenida conjuntamente con el aporte del personal de cada zona permitió realizar un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) en el cultivo de caña de azúcar.

1.5 Resultados

1.5.1 Manejo agronómico del cultivo

El manejo agronómico del cultivo comprende tres fases: siembra, manejo y cosecha, cada una de estas es de suma importancia para obtener altos rendimientos productivos. En el cultivo es importante la producción por año y el tiempo de renovación, pues se renueva un cañal cuando disminuye su producción y este sea menor a 80 toneladas por hectárea, esto se da cuando un cañal sobre pasa el número de cortes o socas, se realiza esta cuando el cañal sobrepasa 5 socas.

1.5.1.A Siembra

Antes de realizar esta actividad se lleva a cabo la preparación de suelos que se hace con maquinaria utilizando para ello tractores con surqueadores a distancia de 1.50 metros.

La siembra incluye labores de corte de esquejes, transporte de los mismos, tratamiento de los esquejes para evitar contaminaciones con bacterias. Incluye también el transporte de los mismos, el estaquillado. Las variedades que se utilizan en las zonas de producción son CP-722086 y CP-731547.

1.5.1.B Control de malezas

Esto se hace de forma química, manual y mecanizada. El control químico se hace mediante el uso de mezclas de herbicidas, el tipo de mezcla y dosis es decisión del administrador de la zona.

Este control se efectúa en dos aplicaciones preemergentes y pos emergentes. La aplicación del pre emergente se hace a los 12 días después de sembrado o luego de la cosecha. Estas aplicaciones se hace utilizando tractor y aguilón, con boquillas XR 8002, con una dosis de 200 litros por hectárea. Los preemergentes se utilizan para el mantenimiento del cañal hasta que este cierre entre los 120 días aproximadamente. Se usa 2,4-D, glifosato, paraquat, pendimetalina entre otros.

En algunas zonas por tener riego por gravedad el control de las malezas se hace de forma manual, esta se realiza dependiendo de la cantidad de maleza que se encuentre en

el área, pero regularmente se lleva a cabo el arranque a entre los 40 a 45 días después de la siembra o cosecha, y el otro a los 80 a 100 días después de la siembra o cosecha.

Se hace control mecánico de malezas a los 45 días en lo que es llamado el botado de mesa.

1.5.1.C Riego

Este se hace a cabo en la época seca y se utiliza para ello aspersion o riego por gravedad, pero por la época en la que nos encontramos no se ha utilizado no se conoce a detalle esta tarea que se realiza.

1.5.1.D Fertilización

La fertilización se realiza de forma mecánica, se utiliza una ferticultivadora, la fertilización se efectúa de los 30 a 45 días después de la siembra.

1.5.1.E Control de plagas

Dentro de la zona se controlan plagas de ratas(*Sigmodon hispidus*), taltuzas (*Geomys hispidus*)y chiche salivosa (*Aeneolamia postica*). El control de las ratas (*Sigmodon hispidus*)y taltuzas(*Geomys hispidus*) se realiza por medio de trampas.

El control de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) se hace por medio de trampas de color verde y se colocan a cada 25 metros alrededor del lote de caña.

1.5.1.F Aplicación de madurantes

La aplicación de madurantes tiene el fin de adelantar la madurez fisiológica de la caña e inhibir la floración, generalmente se utiliza roundoup a bajas concentraciones. Estas aplicaciones se llevan a cabo por las mañanas lo más temprano posible.

1.5.1.G Requema

Se lleva a cabo entre los primeros 10 días después del corte de caña, y tiene como fin eliminar la basura de caña que ha quedado de la cosecha en los campos o pantes.

1.5.1.H Despeje de rondas

Consiste en empujar caña que se ha inclinado hacia las calles de los pantes que por viento o por otras razones ha caído. Se realiza para no perder caña que pueda ser destrozada por el paso de vehículos.

1.5.1.I Corte o cosecha

Esta puede ser manual o mecanizada, de forma manual se realiza con personal, que con el uso de machetes especiales llamados de tipo colombiana, para que el corte sea más fácil y los más bajo en el tallo de caña.

Para el corte mecanizado se realiza con cosechadoras que abarcan grandes extensiones de área cortando y picando la caña.

1.5.1.J Composición varietal

Las cinco zonas en las que está dividida Corporación San Diego – Ingenio Trinidad S.A., cuenta con las siguientes variedades, de las cuales las predominantes son CP-722086 y la CP CP-731547, como se muestran a continuación:

1. CP-722086
2. CP-731547
3. CP-881165
4. CP-881165-M
5. CP-881508
6. PR-752002
7. PGM-89968
8. CG-9797
9. CG-9810
10. Q-107

1.5.2 Análisis de Fortaleza, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)

Con el análisis FODA (Cuadro 1) realizado con base a la información proporcionada por miembros del departamento, encargados de zonas, mayordomos, se puede observar que la problemática es la falta de conocimiento de plantas arvenses en la zonas productivas y la operación de manejo del cultivo, que no posee una guía estandarizada en todas las fincas.

Cuadro 1. Resumen Análisis FODA

| Fortalezas | Oportunidades |
|--|--|
| <p>En cada una de las zonas de producción se cuenta con personal calificado, para desempeñar las actividades.</p> <p>El personal de cada una de las zonas de producción se mantiene bien motivado para realizar sus actividades asignadas.</p> <p>Se cuenta con áreas de experimentación en las diferentes zonas de la corporación.</p> <p>Se capacita al personal constantemente.</p> <p>Poseen registros de todas sus actividades que realizan.</p> | <p>Las empresas comerciales para dar a conocer sus productos agroquímicos, realizan ensayos en todas las zonas y el departamento es el que está a cargo de llevar el manejo.</p> <p>Realizan investigación en todas las zonas del ingenio.</p> |
| Debilidades | Amenazas |
| <p>El departamento de agronomía está a cargo de los equipos de aplicaciones, pero no todos funcionan y algunos que están en taller se demoran en la reparación de los equipos.</p> <p>La falta d espacio físico para ubicarse de mejor manera el personal, en algunas zonas es muy deficiente.</p> <p>Falta de conocimiento de plantas arvenses dificulta el manejo de estas en las zonas de producción.</p> <p>Hace falta estandarizar procedimientos, pues no todas las zonas siguen con los mismos criterios.</p> | <p>Oferta de nuevos empleos para el personal lo que pueda provocar que emigren.</p> <p>Falta de mejora salarial, podría influir en la deserción de algunos empleados, que son jornaleros.</p> |

1.6 Conclusiones

- Las fases del manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) son: siembra, control de malezas, riego, fertilización, control de plagas, aplicación de madurantes y corte.

- Las principales limitantes en la producción de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) son: la falta de conocimiento de las plantas arvenses en cada una de las zonas de producción y la falta de procedimientos estándares en las zonas productivas.

1.7 Bibliografía

1. Castillo López, JA. 2007. Diseño e implementación del manual de gestión de calidad y ambiente de trabajo bajo la norma ISO 9001:2000 en el área de fábrica del Ingenio San Diego, Escuintla. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, USAC. 199 p.
2. Corporación San Diego, Gerencia, GT. 2012a. Aspectos fundamentales del sistema de gestión empresarial (panfleto impreso con fines de divulgación). Escuintla, Guatemala. 4 p.
3. _____. 2012b. Reglamento interno de seguridad industrial (panfleto impreso con fines de divulgación). Escuintla, Guatemala. 12 p.
4. Fernández Sánchez, M; Shkiliova, CL; Martínez J. 2011. Metodología para el diagnóstico, análisis y toma de decisiones sobre el futuro desarrollo de los talleres de mantenimiento y reparación de las empresas agropecuarias (en línea). La Habana, Cuba. Consultado 1 oct 2012. Disponible en <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5396/Trabajo%2020Manuel%20Fdez.pdf>
5. Melgar, M; Meneses, A; Orozco, H; Pérez, O; Espinoza, R. 2012. El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICANA). 512 p.

CAPÍTULO II

RECONOCIMIENTO Y DETERMINACIÓN DE ESPECIES ARVENSES EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.) EN ESTRATO ALTITUDINAL LITORAL DE CORPORACIÓN SAN DIEGO – INGENIO TRINIDAD, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

RECOGNITION AND IDENTIFICATION OF WEED SPECIES IN THE CROP OF SUGAR CANE (*Saccharum* spp.) IN ALTITUDINAL STRATUM SAN DIEGO COAST LINE CORPORATION - WIT TRINIDAD, ESCUINTLA, GUATEMALA, C. A.

2.1 Presentación

El control de las plantas arvenses es uno de los problemas más importantes dentro del paquete tecnológico que se debe implementar en cualquier cultivo esto debido a los factores que afectan y que pueden hacer reducir la producción. De tal forma que es importante el conocer las diferentes plantas arvenses, su distribución y así poder generar de manera técnica métodos de control específicos para estas.

En el cultivo de la caña de azúcar se han realizado investigaciones al respecto obteniendo resultados que han generado a nivel de zona cañera una perspectiva de su distribución no obstante no se cuenta con toda la información en zona altitudinal de litoral.

Por su presencia en el área donde crecen de forma espontánea y que su manejo se hace de forma tradicional a través de la utilización de herbicidas, ha sido necesario realizar un estudio taxonómico de la composición florística de la región y además se determinó el comportamiento de estas a través del valor de importancia en el área.

Este estudio se realizó en dos fincas de Corporación San Diego – Ingenio Trinidad, ubicada en Municipio de Masagua, departamento de Escuintla, consistió en realizar muestreos con un total de 297 puntos en las dos fincas, se determinó un total de 52 especies arvenses pertenecientes a 21 familias botánicas, y así también se determinó las principales especies arvenses con más alto porcentaje del valor de importancia las cuales son: *Rottboellia cochinchinensis*, *Kallstroemia maxima*, *Cyperus rotundus*, *Mollugo verticillata*, *Euphorbia hypericifolia*, *Momordica charantia*, *Croton lobatus*, *Portulaca oleraceae*, *Trianthema portulacastrum* y *Phyllanthus amarus*.

2.1.1 Definición del problema

El desarrollo de plantas arvenses es uno de los múltiples problemas que presenta el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.), esto debido a que estas plantas compiten con el cultivo por nutrientes, agua, luz y espacio, a esto se suma que estos son hospederos de plagas que puedan afectar al cultivo.

La población que pueden presentar las plantas arvenses que crecen dentro del cultivo de caña causan una disminución del rendimiento de la cosecha, pues la caña inicia su crecimiento con lentitud y si durante los 30 días primeros después de la siembra o corte no se controla las plantas arvenses la caña resiente su desarrollo, en cambio si los campos se mantienen limpios el propio cultivo tiene la capacidad de limitar el desarrollo de las plantas arvenses, principalmente por medio del sombramiento (10).

La causa de la mayoría de estos problemas, es que no se cuenta con la información sobre su distribución florística, así como el valor de importancia que la misma ocupa dentro de la zona en este caso del estrato altitudinal litoral, por lo que resulta en problemas de manejo inadecuado de las plantas arvenses, o el simple hecho de controlar una parte de esta población (8).

2.1.2 Justificación

En el cultivo de la caña de azúcar el período de interferencia de las plantas arvenses se da en los primeros 120 días después del corte o de la siembra, por ello, se aplican herbicidas preemergentes y posemrgentes como base para el control de estas; así mismo, se combinan con controles mecánicos que ayudan en alguna manera al control de las mismas.

Estas plantas causan una serie de complicaciones en el manejo del cultivo, las que se resumen en pérdidas de producción y gastos excesivos en su control (7).

En la actualidad se tiene un conocimiento general, aunque no hay datos puntuales de las malezas que afectan el área Litoral (<40 msnm) cultivadas con caña de azúcar (7), por lo que se hace necesario el conocer sobre la distribución y su valor de importancia para contribuir en fundamentar los criterios técnicos para el control y manejo en las unidades productivas de Corporación San Diego – Ingenio Trinidad S.A. Escuintla, Guatemala, C.A.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Marco conceptual

2.2.1.A Descripción general de maleza

Las prácticas de control de malezas, son parte indispensable dentro de las actividades agrícolas en cualquier cultivo. Esta es quizá tan antigua como la agricultura misma, en términos económicos, es una de las actividades más caras dentro del proceso de producción (7,9).

En la actualidad se dice que conocer e identificar al enemigo es parte de los principios para poder manejar de forma eficiente las diferentes malezas que invaden los cultivos, lo cual confirma la necesidad básica de conocer sobre taxonomía y morfología vegetal, así como los principios básicos de la botánica, ecología y fisiología vegetal. Todos los conocimientos adquiridos sobre las malezas a través de la aplicación del conocimiento y la investigación (5).

2.2.1.B Concepto de maleza

Las malezas son plantas que están asociadas a las actividades diarias del hombre, las encontramos en campos de cultivo, canales de riego, lagos, áreas verdes, áreas industriales, jardines, etc.

La maleza es una planta que originada bajo un ambiente natural y en respuesta a ambientes establecidos y naturales, ha revolucionado y continuara haciéndolo, como un socio que interfiere en nuestros cultivos y actividades (5,9).

Las malezas son plantas autóctonas que se han adaptado en el transcurso de miles de años al hábitat.

Son muy perjudiciales pues compiten con los cultivos a los cuales aventaja, por tener rápido crecimiento, debido a lo cual la competencia inicia en la raíz y continua luego en la parte aérea, su área foliar es mayor, lo que les permite realizar mayor fotosíntesis y con ello tienen mayor aprovechamiento de nutrientes, agua, luz y espacio; poseen profusa producción de semillas, las que tienen alta longevidad y latencia, son resistentes a factores ambientales adversos, sirven como hospederos de plagas y enfermedades obstaculizan la cosecha y disminuyen la calidad de producto (8).

2.2.1.C Malerbosidad

Es un estado o condición de un campo, jardín, potrero, etc., en el cual 3a abundancia de malezas. Desde el punto de vista biológico existe una definición de maleza, o lo que es una maleza ideal y en ecológico, cuando una planta se convierte en maleza o motivo de control, pues ha alcanzado niveles perjudiciales para el cultivo por lo tanto deben eliminarse (7).

2.2.1.D Maleza ideal

Las malezas poseen varias características que les permiten ser exitosas como tales y les da ventajas respecto a las plantas cultivadas (5).

- Germinación, se da solo cuando las condiciones de suelo y ambiente le son favorables, mientras tanto se mantienen en estado de latencia.
- Su producción de semillas es profusa, además estas poseen un largo período de longevidad y pueden volverse latentes si las condiciones son desfavorables para la germinación.
- Muestra un rápido desarrollo vegetativo, relativamente corto para la producción de flores y semillas.
- Mantienen una continua y alta producción de semillas bajo condiciones favorables, la polinización cruzada puede ser realizada por insectos no especializados o por el viento.
- Poseen adaptaciones especiales para poder dispersarse a largas y cortas distancias, además muchas pueden reproducirse sexual y asexualmente por medio de estructuras especializadas como rizomas, estolones, bulbos y raíces.

Se han realizado estudios para determinar el período crítico de interferencia de las malezas y el cultivo. Para el cultivo de caña de azúcar se ha determinado que este período

crítico de interferencia de las malezas se encuentra entre los 30 a 70 días después de la siembra en plantillas y de 45 a 70 días en caña soca (7).

2.2.1.E Clasificación de malezas

La clasificación de las malezas se hace con el propósito de agruparlas por características o comportamientos similares y así poder implementar un plan de manejo adecuado en un campo de cultivo infestado (9).

A. Clasificación basada en el ciclo de vida

➤ Anuales

Una planta anual es aquella que completa su ciclo de vida en un año o en pocos meses. Ejemplo: la plumilla (*Leptochloa filiformis* L.), la flor amarilla (*Melampodium divericatum* L.) (5).

➤ Bianuales

Son plantas que viven más de un año, pero menos de dos. En el primer año la planta solo crece vegetativamente. En el año siguiente florece. En climas tropicales son pocas las especies de malezas que pertenecen a este grupo, debido a que las condiciones son óptimas para que los ciclos se completen en menor tiempo (5,7).

➤ Perennes

Las especies perennes viven por más de dos años y casi indefinidamente. La mayoría se reproduce por semillas (forma sexual) y muchas veces por medio de estructuras vegetativas especializadas como rizomas, bulbos, cormos, estolones y otras formas de propagación. Algo característico es la producción de rebrotes año con año de la macolla o del sistema radicular. Ejemplo: jaragúa (*Hyparrbenia ruffa*), coyolillo (*Cyperus rotundus*), pata de gallina (*Eleusine indica*) (5,7).

2.2.1.F Morfología vegetal

Las características morfológicas de la planta son determinantes en la identificación de las malezas, se pueden clasificar en dos grandes grupos, malezas de hoja ancha y malezas de hoja angosta.

Las malezas de hoja ancha pertenecen a la clase Magnoliopsida (dicotiledóneas) y las malezas de hoja angosta pertenecen a la clase Liliopsida (monocotiledóneas) (5,7).

2.2.1.G Ecología de las malezas

El desarrollo del ecosistema o lo que se conoce como sucesión ecológica puede definirse en términos de los tres parámetros siguientes:

1. Es un proceso ordenado de desarrollo de la comunidad que comprende cambios en la estructura de la especie y en los procesos de aquella, con el tiempo; es razonablemente orientado y, por consiguiente predecible.
2. Resulta de las modificaciones del medio físico por la comunidad. La sucesión está controlada por la comunidad, pese a que el medio físico condicione el tipo y la velocidad del cambio y ponga a menudo límites a la posibilidad del desarrollo.
3. Culmina en un ecosistema estabilizado en el que se mantiene, por unidad de corriente de energía disponible, un grado máximo de biomasa y de función simbiótica entre organismos.

En un ecosistema agrícola las malezas y el cultivo son organismos activos que luchan por su supervivencia. Dependiendo de la naturaleza del ecosistema agrícola y del manejo, se va seleccionando un determinado tipo de población, en este caso particular, de malezas (5,7).

En un ecosistema agrícola perenne (huertos, frutales, pastura) son más comunes las malezas perennes. En ecosistemas agrícolas anuales son más comunes las malezas anuales (5).

2.2.1.H Mecanismos de sucesión ecológica

Una comunidad biológica puede desaparecer por fenómenos naturales. Cuando estos fenómenos ocurren, los nichos ecológicos son destruidos y como consecuencia, los organismos presentes desaparecen. A la vez, la modificación del ambiente crea nuevos nichos ecológicos para que otros organismos los ocupen.

Los pioneros, son organismos que tienen la capacidad de llegar primero al área alterada. Las probabilidades de que una maleza llegue a un área son mayores que un árbol de ceiba. La maleza produce semillas con características que le permiten moverse fácilmente en el espacio, ayudadas por el viento, agua (2).

2.2.1.I La sucesión ecológica en un agroecosistema

Se ha comprobado que la comunidad de malezas no es estática, cambia a través del tiempo, y por más prácticas de control que se implementen, siempre habrá malezas. La modificación del agro-ecosistema por medio de las prácticas de cultivo, es lo que ocasionan el cambio. El reemplazo de una maleza por otra es el resultado de la acción misma de la comunidad de malezas (5).

Al modificarse el agro-ecosistema se eliminan los nichos existentes y al mismo tiempo se crean otros nichos ecológicos. Sin duda habrá malezas que se adapten al nuevo ambiente y otras desaparecen (2,5).

Hay que aceptar que las mismas prácticas que el hombre implementa, son las responsables de tener que lidiar con un determinado tipo de comunidad de malezas. Es necesario entonces conocer mejor el comportamiento de las malezas en nuestro agro-ecosistema para poder mejorar las malezas razonablemente (5).

2.2.1.J Interferencia de malezas con el cultivo

El término interferencia se refiere a la sumatoria de presiones que sufre un determinado cultivo como resultado de la presencia de malezas en el ambiente común, incluyendo los conceptos de competencia y alelopatía. Las malezas tienen la capacidad de competir por recursos limitantes del medio.

El grado de interferencia depende entre otros factores de la duración del período de competencia y de la época de ocurrencia, modificados por factores edáficos y climáticos y por factores de manejo. Aunque es importante mencionar que el propio cultivo tiene la capacidad de limitar el desarrollo de las malezas, principalmente por medio del sombramiento (7).

Según Meirelles (2009), citado por Melgar (2012), existen tres tipos de períodos críticos de interferencia de malezas:

- a) Período anterior a la interferencia (PAI),
- b) Período total anterior a la interferencia (PTPI) y
- c) Período crítico de prevención a interferencia (PCPI).

El periodo anterior a la interferencia (PAI) se refiere al período desde la brotación de la caña de azúcar con malezas, pero sin interferencia negativa en la producción final de tallos.

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

El período crítico de prevención a interferencia (PCPI), es cuando efectivamente los métodos de control deben actuar para minimizar las pérdidas de producción (7). Figura 7.

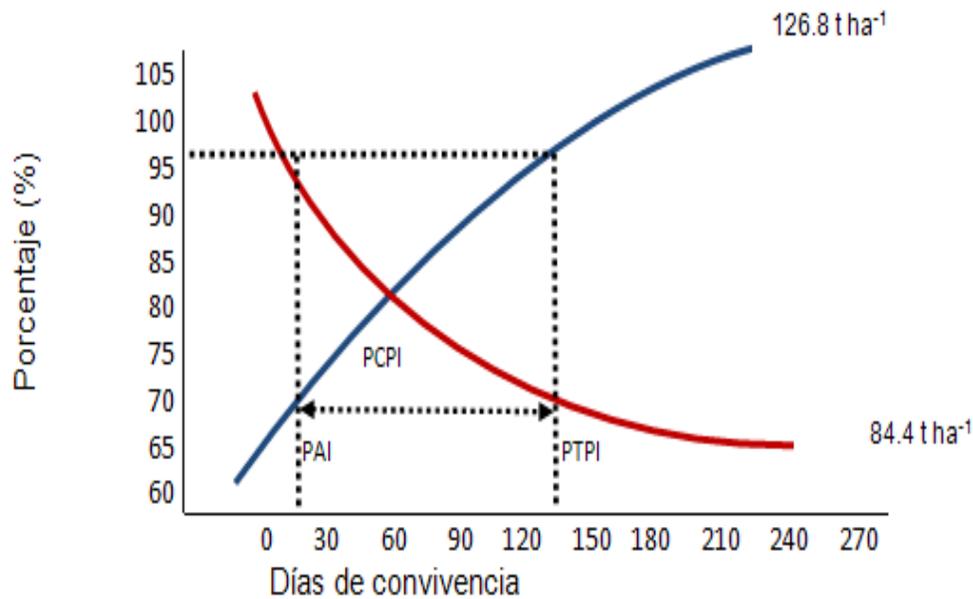


Figura 7. Producción porcentual de caña de azúcar.

2.2.1.K Prácticas de producción que provocan cambios en las comunidades de malezas

A. Prácticas culturales

1. Variedad del cultivo, en caña de azúcar las variedades tienen sus propias formas de crecimiento, algunas son muy amacolladoras, otras son de crecimiento rápido, etc. El efecto de la comunidad de malezas por la forma de crecimiento ha sido demostrado en otros cultivos, la razón se debe a la cantidad de sombra que ocasionan. El coyolillo es relativamente sensible al efecto de sombra (5).

2. Rotación de cultivos, la rotación de cultivos de la misma familia favorecen el desarrollo de ciertas malezas. En las gramíneas por ejemplo, la rotación de maíz, con sorgo favorecen la incidencia de caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*). El mismo monocultivo extensivo favorecen el desarrollo de ciertas malezas, en caña por ejemplo, la caminadora encontró su nicho ecológico en Guatemala (4).

3. Condiciones de suelo, las malezas tienen capacidad diferente para desarrollarse sobre ciertas condiciones de suelo. El pasto de agua (*Ixophorus unisetus*) se desarrolla mejor en suelos húmedos (5).

4. Prácticas de labranza, la forma de preparar un terreno para la siembra de un cultivo afecta directamente el ambiente y como consecuencia, la composición de la comunidad (5).

5. Labranza convencional, la preparación del suelo afecta la distribución de las semillas de malezas, la humedad y temperatura del suelo. Lo anterior puede marcar diferencias en la germinación y establecimiento de determinadas especies de malezas.

La continua preparación del suelo favorece el desarrollo de malezas anuales, sin embargo existen malezas perennes con gran capacidad y habilidad competitiva, estas especies poseen propágulos que la misma maquinaria disemina. Ejemplos de estas son el coyolillo (*Cyperus rotundus*), la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) y el zacate Johnson (*Sorghum halapense*) (5).

6. Labranza mínima o de conservación, al reducir la preparación del suelo, las malezas perennes poseen más ventajas que las malezas anuales. La habilidad de las malezas perennes en estas condiciones es superior a las anuales (5).

2.2.1.L Prácticas de control químico

1. Cambios de la comunidad de malezas, el control sucesivo de los herbicidas promueve cambios substanciales a corto plazo en la comunidad de malezas; las malezas dominantes (5).

2. Resistencia, el uso continuo de un herbicida sobre una comunidad de malezas, crea una presión de selección que puede dar resultado la evolución de malezas resistentes. La familia de *Euphorbia*, ha desarrollado cierta resistencia al 2,4-D (5).

2.2.1.M Muestreo

En ocasiones en que no es posible o conveniente realizar un censo (analizar a todos los elementos de una población), se selecciona una muestra, entendiendo por tal una parte representativa de la población.

El muestreo es por lo tanto una herramienta de la investigación científica, cuya función básica es determinar que parte de una población debe examinarse, con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población. La muestra debe lograr una representación adecuada de la población, en la que se reproduzca de la mejor manera los rasgos esenciales de dicha población que son importantes para la investigación. Para que una muestra sea representativa, y por lo tanto útil, debe de reflejar las similitudes y diferencias encontradas en la población, es decir ejemplificar las características de ésta (2).

2.2.1.N Área mínima de una comunidad vegetal

Este se relaciona con la homogeneidad florística y espacial. Toda comunidad vegetal tiene una superficie por debajo de la cual no puede expresarse como tal, por lo tanto, para obtener una unidad muestral representativa de una comunidad, es necesario conocer un área mínima de expresión (6,9).

2.2.1.O Valor de importancia

El valor de importancia de las malezas es un dato auxiliar que nos permite dirigir el manejo con más precisión, pues conocemos cual especie es la que se presenta con mayor incidencia.

Para el cultivo de la caña de azúcar el enfoque de manejo debe estar orientado de acuerdo a la fase del cultivo, no tendremos la misma presión en caña soca, que en cañas plantillas. Tampoco esperamos las mismas densidades en siembras nuevas que en renovaciones (5).

El valor de importancia se puede definir como:

- Un parámetro que revela la importancia ecológica relativa de determinada especie de maleza en cada ambiente.
- Es un valor que indica el grado de interferencia de la maleza- cultivo y maleza- maleza.

- Puede definirse también como la sumatoria de los valores relativos de la densidad, cobertura y frecuencia de las malezas en determinado ambiente.

2.2.1.P Determinación de las especies

La determinación de la especie, se hace por medio de manuales prácticos, que incluyan descriptores de las malezas más comunes de la zona, o en caso especial, recurrir a herbarios que puedan existir, utilizando la clave botánica (5).

2.2.1.Q Estimación del área mínima de muestreo

El más utilizado para esta práctica es el Método de Relevé, el procedimiento a seguir es el que a continuación se detalla:

a. El área mínima puede ser determinada por cada pante, lote o finca. Para cada situación es necesario realizar la operación varias veces, con el objetivo de encontrar un tamaño que sea representativo, de tal manera que incluya un elevado porcentaje de la diversidad florística presente en la finca, si este fuera el caso (5).

b. La primera unidad de muestreo debe estimar un área de 0.25 m^2 , es necesario hacer un recuento del número de especies presentes y repetir la misma unidad muestral a la par. Si el número de especies se incrementa en la repetición de la primera unidad muestral, se duplica el área y se vuelve a contar el número, si aparecen nuevas malezas se sigue duplicando la unidad muestral junto al lado, si en esta repetición se vuelven a encontrar nuevas malezas se vuelve a duplicar el área.

Este proceso de duplicar el área se debe seguir hasta que no aparezcan nuevas especies de malezas (5).

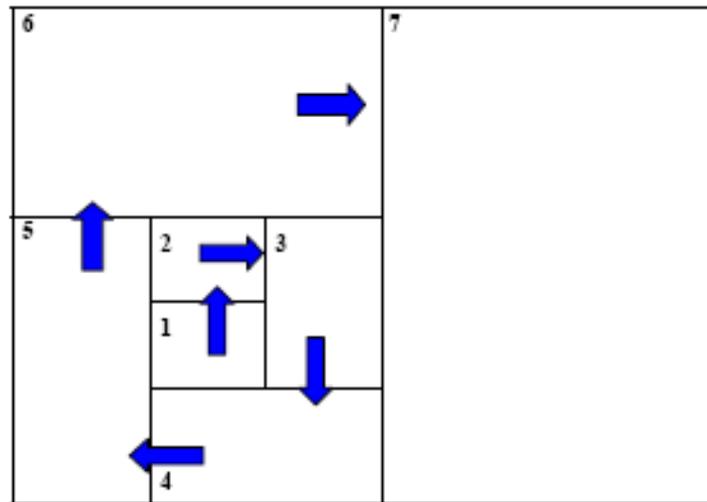


Figura 8. Modelo de muestreo.

Modelo de muestreo Relevé para la determinación del área mínima de muestreo (De acuerdo a la metodología para el estudio de la vegetación) (5).

c. Es necesario elaborar una boleta que incluya los datos necesarios para la evaluación (5).

d. Con los datos que se obtienen es necesario elaborar una gráfica, en donde el eje X corresponda al tamaño de la unidad de muestreo (m^2) y el eje Y, el número acumulado de especies.

El punto de inflexión deberá encontrarse trazando una línea (a) recta, que una el origen con el último punto ploteado, luego se deberá trazar otra línea recta (b) que sea paralela a la línea (a), pero que toque la curva y ésta será el punto de inflexión.

Cuando la curva alcance la superficie a la cual se logra el punto de inflexión, se deberá trazar una línea recta paralela al eje Y, el punto exacto que toque esta línea recta al eje x será el área mínima de muestreo (5).

2.2.1.R Estimación del número de unidades de muestreo

Para determinar el número de unidades de muestreo, es necesario realizar un pre-muestreo, utilizando el área mínima previamente establecida. Es necesario establecer un número de referencia del pre-muestreo, el cual, puede ubicarse entre 20 y 30 para cada lote o finca (1,2).

En cada muestreo es necesario realizar un conteo de las malezas presentes, llevándose para ello una boleta de registro. Para determinar el número de muestras, el método más utilizado es el de Varianza de subconjuntos:

$$S^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(X - x)^2}{n - 1}$$

Dónde:

S^2 = Varianza

Σ = Sumatoria

X= Valor de n

x= Número de muestreos

La varianza se va determinando conforme se realicen los muestreos, se determina el número mínimo de muestreos cuando la varianza se estabiliza o cuando se tiene una tendencia a ello (5).

- **Frecuencia**

Se refiere al número de veces en que aparece (mi) una especie, en relación con el número de unidades muestreadas en total (M), este dato es expresado en porcentaje (1).

$$F = (mi / M) * 100$$

- **Valor de Importancia**

Para determinar el valor por especie en cada lote, zona o finca, se procede de la manera siguiente: Utilizando formulas, se puede calcular para cada especie de malezas la densidad real, frecuencia real y fitomasa real (5).

$$D. \text{ Real} = (D1 + D2 + \dots + Dn) / \text{No. de unidades muestreadas}$$

$$FI \text{ Real} = (FI1 + FI2 + \dots + FI_n) / \text{No. de unidades muestreadas}$$

$$F \text{ Real} = (F1 + F2 + \dots + F_n) / \text{No. de unidades muestreadas}$$

Obtenidos los valores reales es necesario encontrar los valores relativos de la densidad, Fitomasa y la frecuencia.

$$\text{Densidad Relativa} = (\text{Densidad Real} / \Sigma \text{Densidades Reales}) * 100$$

$$\text{Frecuencia Relativa} = (\text{Frecuencia Real} / \Sigma \text{Frecuencias Reales}) * 100$$

$$\text{Fitomasa Relativa} = (\text{Fitomasa Real} / \Sigma \text{Fitomasa Reales}) * 100$$

Encontrados los valores anteriores llegamos a determinar el valor de importancia de cada maleza en un agroecosistema en especial, para un lote, finca o zona altitudinal en general (1).

$$V.I. = \text{Densidad Relativa} + \text{Fitomasa Relativa} + \text{Frecuencia Relativa}$$

Dónde:

V.I.= Valor de Importancia

2.2.2 Otras investigaciones afines

1. Galdámez Koo (1993), realizó un estudio taxonómico de las malezas en el municipio de Siquinalá, Escuintla, en fincas del Ingenio Pantaleón, con el objetivo de determinar botánicamente las especies de malezas, determinar su valor de importancia, obteniendo los siguientes resultados, se determinó 65 especies correspondientes a 24 familias, además se realizó la descripción botánica de 35 especies encontradas en el área, obteniendo como especies importantes: *Rottboelia conchinchinensis* L., *Panicum fasciculatum* L., *Euphorbia hypericifolia* L., *Ipomea tilliacea* L., y *Cyperus rotundus* L.

2. Morataya Barrera (1997), realizó un estudio cualitativo de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar en el municipio de villa canales, en finca Santa Teresa, con el objeto de determinar las especies de malezas, su diversidad, la presencia en los distintos estados de crecimiento, determinar el valor de importancia, clasificar de acuerdo a su hábito, obteniendo los resultados de las especies que presentan altos valores de importancia en los diferentes estratos fueron *Leptochloa filiformis* L., *Galinsoga urticaefolia* L., *Cynodon dactylon* P., *Richardia scabra* L., *Melampodium divaricatum* DC.

3. Peña Lee (1998), realizó identificación y cuantificación de las principales malezas que interfieren con el cultivo de la caña de azúcar en unidades experimentales de la empresa finca El Tesoro S.A., en Siquinalá, Escuintla, con el objetivo de determinar y cuantificar los principales géneros y especies de malezas que interfieren con el cultivo de la caña de azúcar y su valor de importancia.

Los resultados en estrato alto la maleza más importante es *Melampodium divaricatum*, para el estrato medio la maleza más importante es *Rottboellia cochinchinensis*, y en estrato bajo las malezas con mayor presencia fueron *Euphorbia hypericifolia*, *Rottboellia conchinchinensis*, *Portulaca oleracea*, *Croton lobatus* y *Phyllodendron* spp.

4. Brolo Feltrín (2004), realizó un historial de la distribución de las malezas en el cultivo de caña de azúcar en la costa sur de Guatemala, con el objeto de describir de forma cronológica la distribución de las principales malezas, elaborando para ello un inventario y su distribución, donde concluyo que se encuentran 65 familias de especies de maleza, comprendidas en 24 familias de las clases Magnoliopsida y Liliopsida.

Para la zona baja y media la maleza con mayor valor de importancia lo constituye *Rottboellia cochinchinensis*, para la zona alta las malezas más importantes son *Richardia scabra*, *Ipomoea* sp., *Phyllodendron* sp., *Dioscorea* sp.

5. Las principales malezas en la zona cañera de Guatemala determinadas por Melgar, Meneses, Orozco y Espinoza (2012), se indican en el cuadro 1 (7).

Cuadro 2. Principales malezas, según orden de importancia en la agroindustria azucarera de Guatemala.

| No. | Maleza | Nombre técnico |
|-----|--|------------------------------------|
| | Ciperáceas | |
| 1 | Coyolillo, coquito | <i>Cyperus rotundus</i> |
| | Gramíneas | |
| 2 | Caminadora | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> |
| 3 | Plumilla o pajilla | <i>Leptocloa filiformis</i> |
| 4 | Pasto Johnson, johnson, sorgo, sorgo forrajero | <i>Sorghum halapense</i> |
| 5 | Zacatón, guinea, zacate, jamaica | <i>Panicum maximum</i> |
| 6 | Bermuda | <i>Cynodon dactylon</i> |
| | Hojas Anchas | |
| 7 | Bejuco peludo | <i>Merremia quinquefolia</i> |
| 8 | Campanilla, lavaplato, quiebracajetes | <i>Ipomoea nil</i> |
| 9 | Campanilla, quimamul, bejuco | <i>Ipomoea triloba</i> |
| 10 | Jaibilla, melón amargo | <i>Momordica charantia</i> |
| 11 | Papayita, manita crotón | <i>Croton lobatus</i> |
| 12 | Falsa verdolaga | <i>Trianthema portulacastrum</i> |
| 13 | Verdolaga, portulaca | <i>Portulaca oleraceae</i> |
| 14 | Verdolaga de playa | <i>Kallstroemia maxima</i> |

Fuente: CENGICAÑA (Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar) (1,7).

2.2.3 Marco referencial

2.2.3.A Ubicación geográfica de la zona cañera

La zona cañera de la costa sur de Guatemala se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas $91^{\circ} 50'00''$ – $90^{\circ}10'00''$ longitud oeste y $14^{\circ}33'00''$ – $13^{\circ}50'00''$ latitud norte. Geopolíticamente está localizada en los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa (7).

La zona cañera se encuentra en las cuencas de los ríos, Ocosito, Samalá, Sis-Icán, Nahualate, Madre Vieja, Coyolate, Acomé, Achiguate, María Linda, Paso Hondo, Los Esclavos y la Paz; las cuales se originan en la parte alta de la zona y desembocan en el océano Pacífico (7).

2.2.3.B Clima

La zona cañera de Guatemala se ha dividido en cuatro estratos, con base en su posición altitudinal expresada en metros sobre el nivel del mar (msnm).

La posición altitudinal en la zona cañera de Guatemala está asociada a variaciones climáticas y de suelo, debido a que fisiográficamente de la región corresponde a un paisaje natural de planicie de pie de monte y forma un plano inclinado, que se inicia con pendientes de 7 a 25 por ciento cerca de la cadena montañosa, con relieve ondulado o de lomerío y va descendiendo suavemente hacia la costa del Pacífico con relieve plano. El estrato alto está localizado en la zona superior a los 300 msnm; el estrato medio entre 100 y 300 msnm; el estrato bajo entre 40 y 100 msnm, y el estrato litoral se localiza entre 0 y 40 msnm (7).

La ubicación de los cuatro estratos en la zona cañera y las características climáticas por estrato se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 3. Características climáticas en la zona cañera.

| Estrato | Altitud (msnm) | Precipitación (mm/año) | Temperatura (°C) | | | Radiación solar (MJ/m ² /día) | Velocidad media del viento (Km/h) |
|----------------|----------------|------------------------|------------------|-------------|-------------|--|-----------------------------------|
| | | | Min | Media | Max | | |
| Alto | > 300 | 4100 | 20.2 | 26.2 | 32.2 | 17.7 | 5.2 |
| Medio | 100 – 300 | 3700 | 20.5 | 26.7 | 32.2 | 17.3 | 6.8 |
| Bajo | 40 – 100 | 1900 | 21.2 | 27.3 | 33.8 | 18.4 | 6.2 |
| Litoral | < 40 | 1500 | 21.0 | 27.5 | 33.4 | 18.0 | 8.7 |

Fuente: CENGICAÑA (Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar) (7).

2.2.3.C Clasificación de los suelos de la región

En 1993 y 1994 se realizó el levantamiento de suelos de la zona cañera a nivel de semidetalle (1:50,000), se utilizó el sistema *Soil taxonomi* hasta nivel de familia (12).

En la región existen seis órdenes de suelos, nueve subórdenes, 13 grandes grupos, 25 subgrupos y 37 familias. En orden de importancia por el área que ocupan los órdenes de suelos son: Mollisoles, Andisoles, Entisoles, Inceptisoles, Alfisoles y Vertisoles (7).

2.2.3.D Localización del área experimental

A. Ubicación geográfica y política

El área donde se llevó a cabo la investigación se encuentra en aldea El Naranjo, Masagua, Escuintla, en fincas propiedad de Corporación San Diego – Ingenio Trinidad figura 9.

El municipio de Masagua, se encuentra situado en la parte central del departamento de Escuintla, en la Región V o región central. Se localiza en la latitud 14°12'34" y en la longitud 90°51'34".

Cuenta con una extensión territorial de 448 km² y se encuentra a una altura de 100 m., por lo que generalmente su clima es cálido.

Se encuentra a una distancia de 15 kilómetros de la cabecera departamental de Escuintla. Sus colindancias son:

Al norte: con el departamento de Escuintla

Al sur: con el municipio de puerto San José

Al este: con los municipio de Guanagazapa é Iztapa

Al oeste: con el municipio de la Democracia

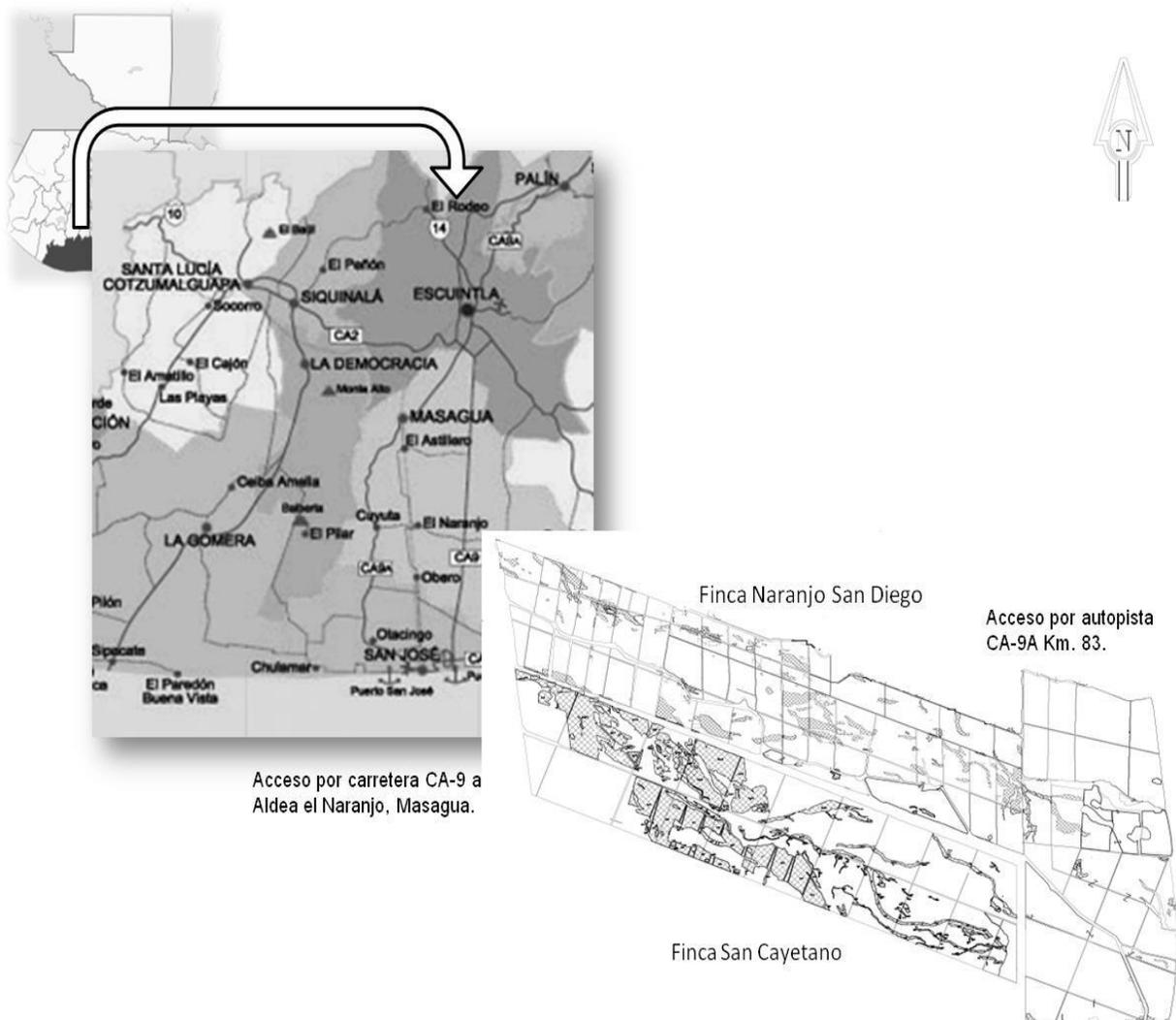


Figura 9. Mapa de ubicación del área de investigación.

2.2.3.E Vías de acceso

Masagua es atravesado por la carretera departamental de Escuintla y por la autopista que va de Escuintla al Puerto Quetzal. Así mismo cuenta con caminos vecinales, veredas y roderas que lo comunican con otros municipios y poblados rurales.

Otra vía de comunicación con que cuenta Masagua es la vía férrea, por medio de la cual se encuentran las estaciones del ferrocarril: Cádiz, La Máquina, Las Mercedes, Masagua, Naranjo, San Juan Mixtan, Obero, Santa Luisa y Santa María.

2.2.3.F Suelos

Es del orden de los Molisoles, son suelos minerales con estado de desarrollo: incipiente, joven o maduro. Con un horizonte superficial (epipedón mollico) de color oscuro, rico en humus bien estructurado, suave en seco y un subsuelo de acumulación de arcilla iluvial (un horizonte argílico, o un horizonte cambico cargado de arcilla); de poco profundos a muy profundos, fertilidad de baja a alta; desarrollados de depósitos aluviales y lacustres sedimentados de origen volcánico, rocas básicas, ácidas, metamórficas, sedimentarias y piro clásticas (12).

El drenaje interno de estos suelos es bien drenado, el nivel freático se encuentra bastante superficial durante la estación lluviosa en algunas áreas. Las características de estos suelos son: texturas del suelo y subsuelo franco arenoso, con colores que varían de pardo grisáceo a pardo rojizo, gris y pardo oscuro; son poco profundos a muy profundos, en algunas áreas se encuentran una o varias capas de talpetate de diferentes colores y grados de cementación, a diferentes profundidades, otros poseen piedras en la superficie y gravas en el perfil (12).

El contenido de materia orgánica es de muy bajo a alto, el pH es de fuertemente ácido y fuertemente alcalino, la CIC es de bajo a alto y el porcentaje de saturación de bases de bajo a alto (12).

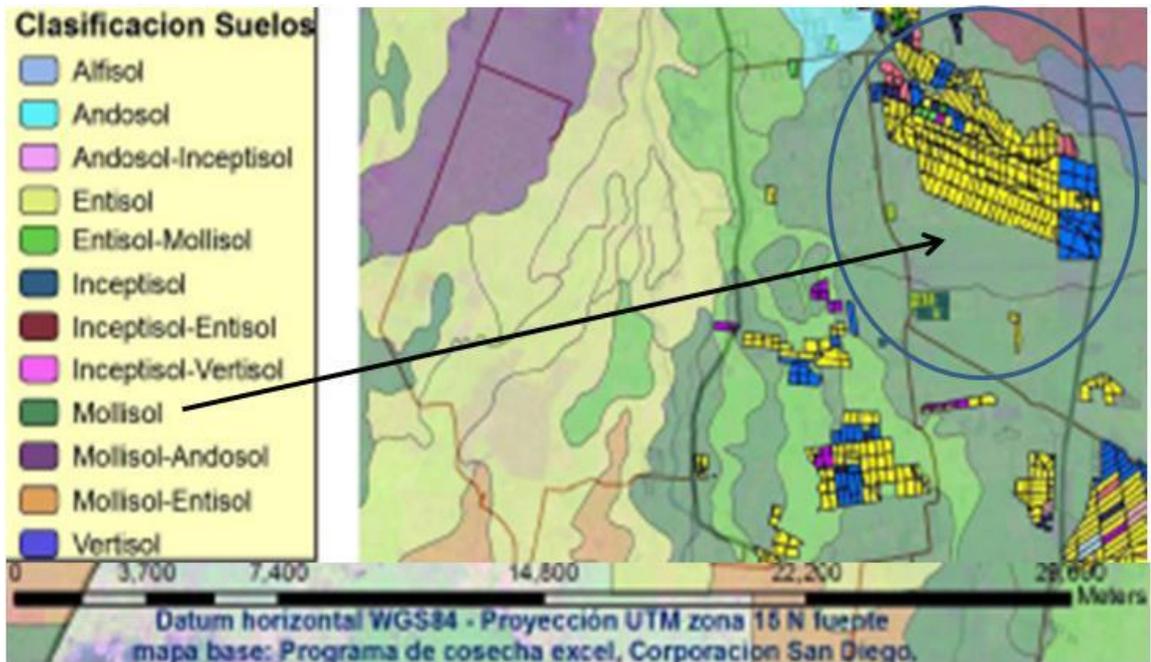


Figura 10. Tipo de Suelo del área de investigación

Fuente: Departamento de Ingeniería Agrícola, Inducción de campo 2012.

2.2.3.G Clima

Está caracterizado por dos estaciones: severamente seca y muy húmeda, de casi igual duración. La época de sequía se extiende desde noviembre hasta abril, pudiendo ser completamente seca, hay suficiente lluvia entre los meses de junio a octubre. Para las cosechas comunes en el área. La mínima es de 21^oC, una máxima de 33.4 ^oC y una media de 27.5 ^oC (7).

El estrato altitudinal es litoral se localiza entre 0 y 40 msnm; el área experimental se encuentra en este estrato en la ubicación de litoral centro este (7).

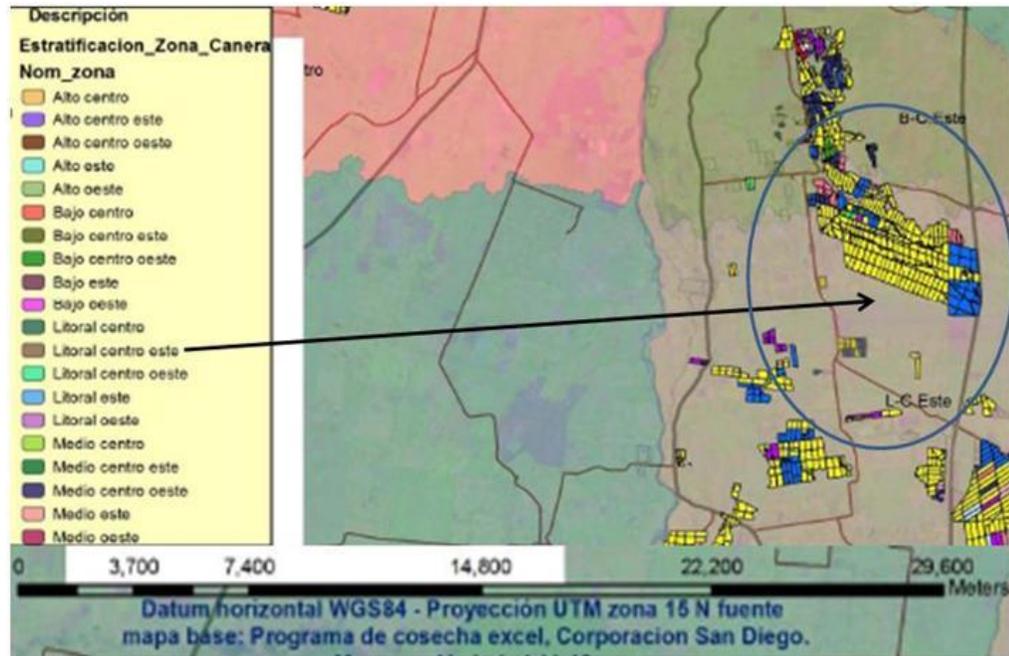


Figura 11. Estratificación de zona cañera, ubicación del área experimental.

Fuente: Departamento de Ingeniería Agrícola, Inducción de campo 2012.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

- Conocer las plantas arvenses que afectan el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.), en estrato altitudinal litoral, en Corporación San Diego – Ingenio Trinidad, Aldea El Naranjo, Masagua, Escuintla.

2.3.2 Objetivos Específicos

- a. Identificar las principales malezas que se encuentran en estrato altitudinal litoral de Corporación San Diego - Ingenio Trinidad.
- b. Definir botánicamente las especies de plantas arvenses que afectan el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.), dentro del área de estudio.
- c. Determinar por medio del valor de importancia las especies dominantes dentro del área de estudio.

2.4 Metodología

2.4.1 Identificación florística de las especies

Para poder lograr conocer las diferentes especies de plantas arvenses en estrato altitudinal litoral en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) del área estudiada, se realizó una colecta dirigida que consistió en recorrer el área y se colectó las diferentes especies de plantas arvenses, estas se herborizaron para poder determinarlas en el herbario de la Facultad de Agronomía, así también algunas fueron llevadas al Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA), donde también se lograron identificar.

Los nombres comunes se lograron obtener gracias al apoyo de trabajadores de las fincas, y otros fueron encontrados en revisiones bibliográficas. Todas las identificaciones se hicieron por medio del manual de la Flora de Guatemala (13).

2.4.2 Determinación de muestras

En relación al área mínima de muestreo que se obtuvo en el presente estudio se utilizó el método propuesto por Matteuci y Colman (1982), estimando los resultados en un rango de 1.5 metros cuadrados como mínimo y 5 metros cuadrados como máximo, se estimó los 5 metros cuadrados para el área mínima de muestreo.

En el área de estudio se tomó en cuenta un total de 1,503.34 Ha y las cuadrículas a escala abarcan un total de 225 * 225 metros lineales lo que hacen un total de 5.06 hectáreas de área.

Se realizó la presente división para obtener el total de muestras que se deben tomar en el área de interés para el estudio:

| | |
|--------------------|--|
| Área Total | $\frac{1503.34 \text{ Hectáreas}}{5.06} = 297.10 = \mathbf{297 \text{ muestreos}}$ |
| Área de cuadrícula | 5.06 Hectáreas |

2.4.3 Selección final del lote de muestreo

Se ubicó las fincas a muestrear Naranjo San Diego y San Cayetano, se hizo la programación en función de la fecha de corte del lote. Para esto se utilizó la base de datos generada por el ingenio con la finalidad de realizar el cronograma de muestreo (3).

2.4.4 Muestreo del lote

Los muestreos se realizaran a lo largo de la zafra 2012-2013. El muestreo se realizó entre los 40 a 45 días después del corte, se determinó que puntos de muestreo no estuvieran bajo la influencia de herbicidas, por lo que se tomaron en cuenta las labores a realizadas en el lote a muestrear.

Los muestreos fueron dirigidos, según tamaño de cada lote haciendo 1 muestra por cada 5.06 Ha y siguiendo la forma zig – zag o W para las lecturas, siguiendo los maestros de lotes, por ello es que hablamos de muestreo dirigido.

En cada punto de muestreo debe colocarse un marco de 1m x 1m el cual sirvió de referencia, de este marco se tomó la información y se llevó un registro. Apéndice IV.

2.4.5 Variables

2.4.5.A Porcentaje de cobertura de especies vegetales

En base a la boleta de muestreo en cada punto se utilizó un marco y se dividido en cuatro cuadrantes, donde se colectó la información de porcentaje de cobertura de cada especie encontrada dentro del marco. La estimación del porcentaje de cobertura se hizo de forma visual, donde cada cuadrante del marco corresponde a un 25%. Apéndice III.

También en esta boleta se anotó el nombre científico de la especie así como su nombre común, el punto de muestreo donde se encontró, la fecha de muestreo y la fecha de la última aplicación de herbicida, el nombre de la finca y el número de lote.

2.4.5.B Valor de importancia

En base a la boleta generada se contó con datos sobre la porcentaje de cobertura, frecuencia, estos son un parámetro que revelan la importancia ecológica en el grado de interferencia de maleza-cultivo.

Frecuencia

$$F = (m_i / M) * 100$$

Donde

m_i = Número de veces que aparece una especie

M = Número total de unidades muestreadas

Valor de importancia

$$CR: (\%1 + \%2 + \dots + \%n) / \text{No. de unidades muestreadas}$$

$$F \text{ Real} = (F_1 + F_2 + \dots + F_n) / \text{No. de unidades muestreadas}$$

Dónde:

CR = Cobertura relativa

F Real = Frecuencia real

Obtenidos los valores reales es necesario encontrar los valores relativos de porcentaje de cobertura y la frecuencia.

$$\text{Frecuencia Relativa} = (\text{Frecuencia Real} / \Sigma \text{Frecuencias Reales}) * 100$$

$$\mathbf{V.I. = Cobertura Relativa + Frecuencia Relativa}$$

Dónde:

V.I. = Valor de Importancia

2.5 Resultados y discusión

De acuerdo con el presente estudio se determinó que el área donde se realizó este trabajo propiedad de Corporación San Diego – Ingenio Trinidad S.A., en aldea el Naranjo, Masagua, Escuintla, en el cultivo de caña de azúcar se encontraron plantas arvenses según las estimaciones un total de 52 especies que pertenecen a 21 familias botánicas.

En estrato altitudinal litoral las familias Asteraceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae y Euphorbiaceae, son las que poseen mayor diversidad de especies. En el cuadro 3 se resume las familias de la clase Magnoliopsida con la descripción de nombre científico y nombre común que presentan las especies arvenses encontradas.

2.5.1 Identificación florística de especies arvenses

Cuadro 4. Composición de plantas arvenses de la clase Magnoliopsida en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en estrato altitudinal litoral, El Naranjo, Masagua, Escuintla.

| Clasificación de especies arvenses | | |
|---|----------------------------------|-----------------------------|
| Clase Magnoliopsida | | |
| Familia | Nombre científico | Nombre común |
| Aizoaceae | <i>Trianthema portulacastrum</i> | Falsa verdolaga |
| Amaranthaceae | <i>Amaranthus spinosus</i> | Bledo, güisquelete |
| | <i>Amaranthus viridis</i> | Bledo, amaranto |
| Araceae | <i>Xanthosoma</i> spp. | Malanguia, Hierba de cantil |
| Asteraceae | <i>Baltimora recta</i> | Flor amarilla |
| | <i>Melampodium divericatum</i> | Flor amarilla, botoncillo |
| | <i>Bidens pilosa</i> | Mozote, aceitilla |
| Boraginaceae | <i>Heliotropium indicum</i> | Cola de alacrán |
| Capparaceae | <i>Cleome ciliata</i> | No tiene |
| | <i>Cleome viscosa</i> | No tiene |
| Commelinaceae | <i>Commelina difusa</i> | Hierba de pollo |
| Convolvulaceae | <i>Merreria quinquefolia</i> | Bejuco peludo |

| | | |
|----------------|--------------------------------|-----------------------|
| | <i>Ipomoea nil</i> | Bejuco, campanilla |
| | <i>Ipomoea triloba</i> | Bejuco, campanilla |
| Cucurbitaceae | <i>Cucurbita lundelliana</i> | Ayote de caballo |
| | <i>Melothria pendula</i> | Pepino de ratón |
| | <i>Momordica charantia</i> | Jaibilla |
| Dioscoreaceae | <i>Dioscorea carionis</i> | Alambrillo |
| Euphorbiaceae | <i>Euphorbia heterophylla</i> | Pascuilla, golondrina |
| | <i>Euphorbia hirta</i> | Golondrina, lechosa |
| | <i>Euphorbia hypericifolia</i> | Golondrina, lechosa |
| | <i>Euphorbia prostrata</i> | Golondrina |
| | <i>Croton lobatus</i> | Papayita |
| | <i>Caperonia palustris</i> | No tiene |
| Fabaceae | <i>Arachis pintoi</i> | Mani forajero |
| | <i>Mimosa pudica</i> | No tiene |
| Malvaceae | <i>Sida rhombifolia</i> | Escobillo |
| Molluginaceae | <i>Mollugo verticilata</i> | Mollugo, culantrillo |
| Nyctaginaceae | <i>Boerhavia erecta</i> | Pata de paloma |
| Rubiaceae | <i>Borreria ocymoides</i> | Hipecaucana |
| | <i>Richardia scabra</i> | Botoncillo |
| Portulacaceae | <i>Portulaca oleraceae</i> | Verdolaga, portulaca |
| Zygophyllaceae | <i>Kallstroemia maxima</i> | Verdolaga de playa |

En estrato altitudinal litoral las familias Cyperaceae y Poaceae, de la clase Liliopsida, son las que poseen mayor diversidad con mayor número de especie de plantas arvenses encontradas y que se describen de forma detallada en el cuadro 4 con su nombre científico y nombre común con que se presentan.

Cuadro 5. Composición de plantas arvenses de la clase Liliopsida en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en estrato altitudinal litoral, El Naranjo, Masagua, Escuintla.

| Clasificación de especies arvenses | | |
|---|------------------------------------|----------------------|
| Clase Liliopsida | | |
| Familia | Nombre científico | Nombre común |
| Cyperaceae | <i>Cyperus odoratus</i> | Coyolillo |
| | <i>Cyperus rotundus</i> | Coyolillo |
| | <i>Cyperus flavus</i> | Coyolillo |
| Phyllanthaceae | <i>Phyllanthus amarus</i> | No tiene |
| Poaceae | <i>Cenchrus echinatus</i> | Mozote, pega pega |
| | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | Caminadora |
| | <i>Digitaria sanguinalis</i> | Salea, arrocillo |
| | <i>Echinochloa colonum</i> | Liendre de puerco |
| | <i>Eleusine indica</i> | Pata de gallina |
| | <i>Ixophorus unisetus</i> | Zacate de agua |
| | <i>Leptochloa filiformis</i> | Plumilla |
| | <i>Panicum fasciculatum</i> | Pajilla |
| | <i>Panicum maximum</i> | Zacatón |
| | <i>Panicum trichoides</i> | Pelo de conejo |
| | <i>Paspalum virgatum</i> | Cortadora, navajueta |
| | <i>Cynodon dactylon</i> | Bermuda |
| | <i>Brachiaria mutica</i> | Pará |
| | <i>Digitaria decumbens</i> | No tiene |
| <i>Sorghum halapense</i> | Pasto Johnson | |

2.5.2 Valor de importancia

Esta es una variable cuantitativa que se evalúa con un 200%, y en base a este valor las especies presentaron los resultados de valor de importancia (V.I.) que se presenta en el cuadro 5, donde se ven las 10 especies que obtuvieron los más altos resultados, luego se puede observar la gráfica donde se observan estas especies predominantes con sus niveles más altos.

Cuadro 6. Valores de Importancia de las especies arvenses en estrato altitudinal litoral en Fincas de Corporación San Diego – Ingenio Trinidad, El Naranjo, Masagua, Escuintla.

| No. | Especies arvenses | Valor de Importancia |
|------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | 29.50 |
| 2 | <i>Kallstroemia maxima</i> | 23.71 |
| 3 | <i>Cyperus rotundus</i> | 17.94 |
| 4 | <i>Mollugo verticilata</i> | 9.88 |
| 5 | <i>Euphorbia hypericifolia</i> | 9.44 |
| 6 | <i>Momordica charantia</i> | 8.84 |
| 7 | <i>Croton lobatus</i> | 8.82 |
| 8 | <i>Portulaca oleraceae</i> | 8.65 |
| 9 | <i>Trianthema portulacastrum</i> | 8.39 |
| 10 | <i>Phyllanthus amarus</i> | 6.24 |
| 11 | <i>Euphorbia heterophylla</i> | 5.52 |
| 12 | <i>Leptochloa filiformis</i> | 4.98 |
| 13 | <i>Euphorbia hirta</i> | 4.94 |
| 14 | <i>Euphorbia prostrata</i> | 4.67 |
| 15 | <i>Cynodon dactylon</i> | 4.33 |
| 16 | <i>Amaranthus viridis</i> | 3.60 |
| 17 | <i>Melothria pendula</i> | 3.55 |
| 18 | <i>Merreria quinquefolia</i> | 3.54 |
| 19 | <i>Ipomoea triloba</i> | 3.09 |
| 20 | <i>Cyperus odoratus</i> | 2.87 |
| 21 | <i>Malanguilla</i> | 2.82 |
| 22 | <i>Heliotropium indicum</i> | 2.81 |
| 23 | <i>Ipomoea nil</i> | 2.77 |
| 24 | <i>Cleome viscosa</i> | 2.50 |
| 25 | <i>Amaranthus spinosus</i> | 2.46 |
| 26 | <i>Caperonia palustris</i> | 2.28 |
| 27 | <i>Panicum maximun</i> | 2.15 |
| 28 | <i>Ixophorus unisetus</i> | 1.54 |
| 29 | <i>Cucurbita lundelliana</i> | 1.33 |
| 30 | <i>Cyperus flavus</i> | 1.12 |
| 31 | <i>Sida rhombifolia</i> | 1.01 |
| 32 | <i>Dioscorea carionis</i> | 0.97 |
| 33 | <i>Echinochloa colonum</i> | 0.89 |
| 34 | <i>Boerhavia erecta</i> | 0.85 |
| 35 | <i>Baltimora recta</i> | 0.50 |
| 36 | <i>Cleome ciliata</i> | 0.36 |

| | | |
|----|--------------------------------|------|
| 37 | <i>Commelina difusa</i> | 0.28 |
| 38 | <i>Arachis pintoii</i> | 0.22 |
| 39 | <i>Borreria ocymoides</i> | 0.18 |
| 40 | <i>Cenchrus echinatus</i> | 0.17 |
| 41 | <i>Digitaria decumbens</i> | 0.15 |
| 42 | <i>Digitaria sanguinalis</i> | 0.13 |
| 43 | <i>Bidens pilosa</i> | 0.00 |
| 44 | <i>Brachiaria mutica</i> | 0.00 |
| 45 | <i>Eleusine indica</i> | 0.00 |
| 46 | <i>Melampodium divericatum</i> | 0.00 |
| 47 | <i>Mimosa pudica</i> | 0.00 |
| 48 | <i>Panicum fasciculatum</i> | 0.00 |
| 49 | <i>Panicum trichoides</i> | 0.00 |
| 50 | <i>Paspalum virgatum</i> | 0.00 |
| 51 | <i>Richardia scabra</i> | 0.00 |
| 52 | <i>Sorghum halapense</i> | 0.00 |

Los índices de las especies más importantes de plantas arvenses encontradas en el área de estudio se muestran en el cuadro 5, se presentan de forma descendente estos valores para poder ubicar de mejor forma a las más abundantes en el área de estudio, de las cuales las 10 más importantes según su valor de importancia de mayor a menor son: *Rottboellia cochinchinensis* con valor de 29.50%, seguido de *Kallstroemia maxima* con 23.71%, *Cyperus rotundus* con 17.94, *Mollugo verticillata* con 9.88%, *Euphorbia hypericifolia* con 9.44%, *Momordica charantia* con 8.84%, *Croton lobatus* con 8.82%, *Portulaca oleraceae* con 8.65%, *Trianthema portulacastrum* con 8.39% y *Phyllanthus amarus* con 6.24%, de tal manera que estas son las predominantes en el estrato litoral con suelo molisol.

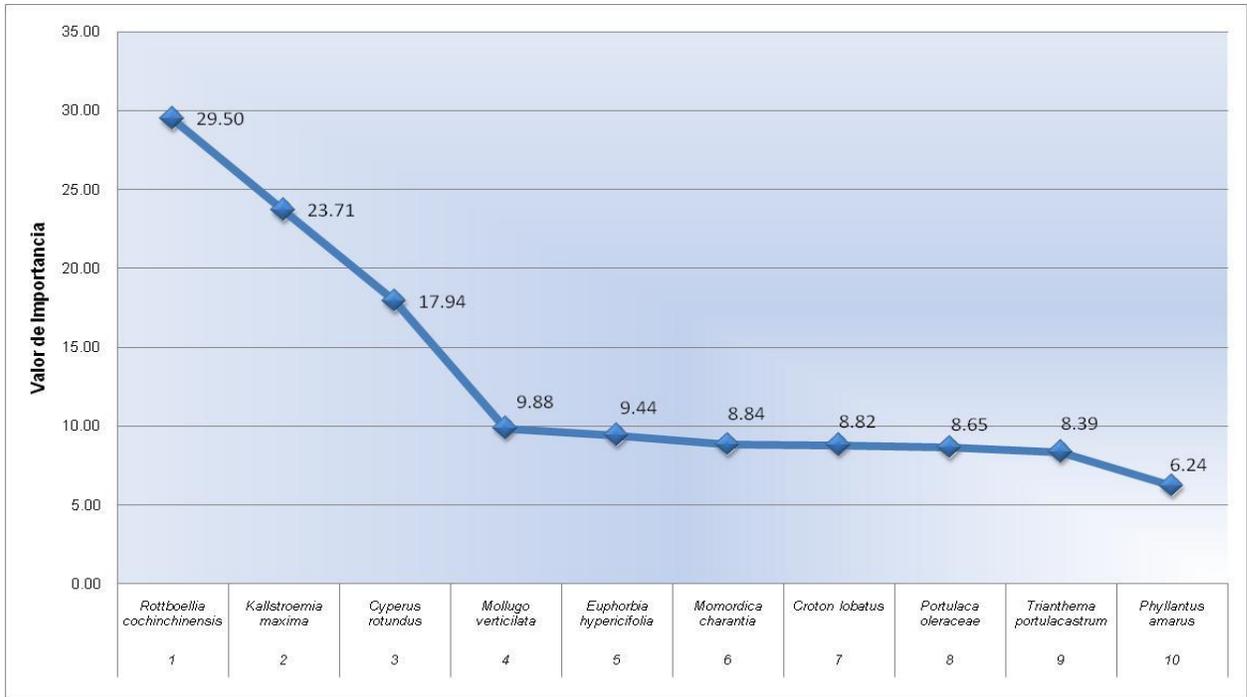


Figura 12. Comportamiento de principales especies arvenses.

En la figura 12, se puede observar de manera gráfica el comportamiento de las especies arvenses con mayor valor de importancia en el área de estudio, esto significa que son las 10 especies más predominantes en el área.

A continuación se presentan las especies más importantes ordenadas por su valor de importancia y una fotografía que ayuda a identificarlas de mejor manera.



Figura 13. *Rottboellia cochinchinensis*



Figura 14. *Kallstroemia maxima*



Figura 15. *Cyperus rotundus*



Figura 16. *Mollugo verticillata*



Figura 17. *Euphorbia hypericifolia*



Figura 18. *Momordica charantia*



Figura 19. *Croton lobatus*



Figura 20. *Portulaca oleraceae*



Figura 21. *Trianthema portulacastrum*



Figura 22. *Phyllanthus amarus*

2.6 Conclusiones

1. Se logró determinar 52 especies de plantas arvenses las que pertenecen a 21 familias botánicas las cuales forman la diversidad en la zona de aldea El Naranjo, Masagua, Escuintla.
2. Las especies con mayor porcentaje de valor de importancia son *Rottboellia cochinchinensis* con valor de 29.50%, seguido de *Kallstroemia maxima* 23.71%, *Cyperus rotundus* 17.94%, *Mollugo verticilata* 9.88%, *Euphorbia hypericifolia* 9.44%, *Momordica charantia* 8.84%, *Croton lobatus* 8.82%, *Portulaca oleraceae* 8.65%, *Trianthema portulacastrum* 8.39% y *Phyllanthus amarus* con 6.24%.
3. En estrato altitudinal litoral con suelo molisol, las especies arvenses con mayor presencia son *Rottboellia cochinchinensis*, *Kallstroemia maxima*, *Cyperus rotundus*, *Mollugo verticilata*, *Euphorbia hypericifolia*, *Momordica charantia*, *Croton lobatus*, *Portulaca oleraceae*, *Trianthema portulacastrum* y *Phyllanthus amarus*.

2.7 Recomendaciones

1. Realizar otras investigaciones en estrato altitudinal litoral con diferente tipo de suelo utilizando el valor de importancia para poder determinar especies arvenses.
2. Se recomienda darle continuidad a la presente investigación, usando estos resultados para mejorar las aplicaciones de herbicidas para lograr un mejor control en la zona de producción en el Naranjo, Masagua, Escuintla.

2.8 Bibliografía

1. Brolo Feltrin, GA. 2004. Historial de la distribución de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la Costa Sur de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.
2. Casal, J; Mateu, E. 2003. Tipos de muestreo (en línea). Barcelona, España, Universitat Autònoma de Barcelona. Consultado 14 set 2012. Disponible en: <http://minnie.uab.es/~veteri/21216/TiposMuestreo1.pdf>
3. Espinoza Veliz, JG. 2008. Servicios prestados al área de manejo de malezas, madurantes e inhibidores de floración del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, (CENGICAÑA). Guatemala, Ingenio San Diego. 12 p.
4. Galdámez Koo, BR. 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. 104 p.
5. Martínez Ovalle, M; López Pineda, RA. 2000. Manual de laboratorio para el curso control de malezas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 42 p.
6. Mateucci, S; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, Estados Unidos, Secretaria General de la Organización de Estados Americanos. 112 p.
7. Melgar, M; Meneses, A; Orozco, H; Pérez, O; Espinoza, R. 2012. El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA). 512 p.
8. Morataya Barrera, MI. 1997. Estudios cualitativo de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en el municipio de Villa Canales, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 91 p.
9. Paz Chávez, MV. 1989. Determinación del período crítico de interferencia de malezas en el cultivo de la caña de azúcar, en plantía en el municipio de Siquinalá, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 50 p.
10. Peña Lee, LK. 1998. Identificación y cuantificación de las principales malezas que interfieren con el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en las unidades productivas de la empresa Finca El Tesoro S.A., Siquinalá, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 20 p.

11. Rincones, C. 1989. Distribución de las malezas en cañaverales de los Valles de Aragua. *Revista Caña de Azúcar* 7(2).
12. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto JH. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
13. Standley, P; Steyermark, J. 1946. *Flora of Guatemala*. Chicago, US, Chicago Natural History Museum, Fieldiana Botany. v.24.

| | | | | | | | |
|----|------------------------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 37 | <i>Melothria pendula</i> | 10.77 | 0.88 | 0.11 | 0.85 | 2.70 | 3.55 |
| 38 | <i>Merreria quinquefolia</i> | 8.08 | 1.56 | 0.08 | 1.51 | 2.03 | 3.54 |
| 39 | <i>Mimosa pudica</i> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 40 | <i>Mollugo verticilata</i> | 23.57 | 4.10 | 0.24 | 3.96 | 5.92 | 9.88 |
| 41 | <i>Momordica charantia</i> | 16.50 | 4.87 | 0.16 | 4.70 | 4.14 | 8.84 |
| 42 | <i>Panicum fasciculatum</i> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 43 | <i>Panicum maximun</i> | 3.37 | 1.35 | 0.03 | 1.31 | 0.85 | 2.15 |
| 44 | <i>Panicum trichoides</i> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 45 | <i>Paspalum virgatum</i> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 46 | <i>Phyllantus amarus</i> | 18.18 | 1.74 | 0.18 | 1.68 | 4.56 | 6.24 |
| 47 | <i>Portulaca oleraceae</i> | 18.18 | 4.24 | 0.18 | 4.09 | 4.56 | 8.65 |
| 48 | <i>Richardia scabra</i> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 49 | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | 47.47 | 18.22 | 0.47 | 17.58 | 11.92 | 29.50 |
| 50 | <i>Sida rhombifolia</i> | 1.68 | 0.61 | 0.02 | 0.58 | 0.42 | 1.01 |
| 51 | <i>Sorghum halapense</i> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 52 | <i>Trianthema portulacastrum</i> | 22.90 | 2.74 | 0.23 | 2.65 | 5.75 | 8.39 |

*A= Frecuencia
Cobertura

*B= Real
Frecuencia

*C= Real

*D= Cobertura Relativa

*E= Frecuencia Relativa

*F= Valor de Importancia

2.9.2 Apéndice II

Descripción de las principales plantas arvenses en estrato altitudinal litoral en El Naranjo, Masagua, Escuintla (3).

1. *Rottboellia cochinchinensis*

Nombre común: Caminadora

Familia: Poaceae

Apariencia: herbácea, anual.

Raíz: fibrosa, adventicias en los nudos próximos a la base.

Tallo: cilíndrico, sólidos, erectos, ramificados.

Hoja: linear, pubescente, con bordes aserrados, de color verde suave.

Vaina: abierta, hirsuta, con lígula corta.

Flores: se asocian en una espiga cilíndrica, compacta, terminal o axilar. Espiguillas sésiles, con dos flores.

Fruto: cariopsis.

Forma de reproducción: por semilla.

Ambiente: no es exigente con el tipo de suelos, se desarrolla con poca o alta humedad.



Figura 23A. *Rottboellia cochinchinensis*, diferentes etapas de desarrollo.

2. *Kallstroemia maxima*

Nombre común: verdolaga de playa.

Familia: Zygophyllaceae

Apariencia: herbácea, anual.

Raíz: pivotante y ramificada.

Tallo: postrado, ramificado formando matas densas, cortamente piloso.

Hojas: opuestas, compuestas por 3 a 4 pares de folíolos, de formas oblongas u ovales, con pelos esparcidos.

Flores: axilares, pedunculadas, sépalos son de forma lanceolada, pétalos ovalados, color amarillo.

Fruto: cápsula puntiaguda.

Forma de reproducción: sexual.

Ambiente: propia de lugares secos y calurosos, de suelos rocosos y arenosos.



Figura 24A. *Kallstroemia maxima*, planta con flor.

3. *Cyperus rotundus*

Nombre común: coyolillo.

Familia: Cyperaceae

Apariencia: herbácea, perenne.

Raíz: fibrosa, desarrollada de tallos subterráneos, con rizomas estoloníferos, produce tubérculos ovales.

Tallo: culmo reducido a disco. El pseudotallo es delgado, erecto, triangular, glabro, sin nudos, color verde.

Hojas: basales, lineares, verde brillante, glabras, ásperas, sin lígula. La planta tiene entre 4 y 9 hojas con filotáxia alterna.

Vaina: cerrada, transparente.

Flores: color púrpura o café, se agrupan en una umbela terminal. Posee tres brácteas, más cortas o iguales a la longitud de la inflorescencia.

Fruto: es una nuez o aquenio, triangular, de color pardo o amarillento

Forma de reproducción: por rizomas y tubérculos especialmente.

Ambiente: es propia de suelos húmedos, sometidos a laboreo intenso, con suficiente luz.



Figura 25A. *Cyperus rotundus*, diferentes estados de desarrollo.

4. *Mollugo verticilata*

Nombre común: molugo

Familia: Aizoaceae

Apariencia: herbácea, anual.

Raíz: pivotante, con ramificaciones secundarias.

Tallo: dicotómicamente ramificado, lampiño, postrado.

Hojas: verticiladas, de 4 a 6 en cada nudo, lineares y ovaladas, ápice redondeado, base oblonga, márgenes enteros.

Flores: verticiladas, con 3-6 flores en las axilas de las hojas, de color blanco, sépalos oblongos o elípticos, con 3-4 estambres.

Fruto: cápsula de forma ovalada o elipsoidal.

Forma de reproducción: por semillas.

Ambiente: se desarrolla bien en suelos arenosos y con baja luminosidad.



Figura 26A. *Mollugo verticilata*, diferentes estados de desarrollo.

5. *Euphorbia hypericifolia*

Nombre común: lechosa.

Familia: Euphorbiaceae

Apariencia: herbácea, anual.

Raíz: pivotante.

Tallo: ascendente, delgado, cilíndrico, ramificado, posee látex, es de color rojizo a morado.

Hojas: simples, opuestas, estipuladas, casi sésiles, elípticas, glabras, con bordes aserrados.

Flores: se agrupan en un ciatio, axilar, densos. Las flores son de color blancas o rojizas.

Fruto: cápsula tricoca.

Forma de reproducción: por semilla.

Ambiente: se adapta a cualquier tipo de suelo, prefiere los poco húmedos, de textura arenosa y pedregosa.



Figura 27A. *Euphorbia hypericifolia*, planta y flor.

6. *Momordica charantia*

Nombre común: jaibilla.

Plantas anuales, trepadoras o rastreras, delgadas a robustas;

Tallo: apostillados, casi glabros a crepo-pubescentes o vellosos; monoicas.

Hojas: de contorno ampliamente ovado a circular, 1-15 cm de largo y 2-16 cm de ancho, cordadas, membranosas, crespopubescentes o híspidas a casi glabras, profundamente 3-7-palmatilobadas, los lobos graciosamente recurvados, el central más grande, ampliamente obovado a elíptico o lanceolado, situado-lobulado o situado, denticulado, apiculado; pecíolos 0.4-8.5 cm de largo, casi glabros a vellosos; zarcillos no ramificados. Flores solitarias y axilares; flores estaminadas en pedúnculos 0.6-4.5 cm de largo, apicalmente bracteados, bráctea sésil, redondeada, 1-16 mm de largo y 1-22 mm de ancho, apiculada, cordada, verde, distante de la flor, pedicelos excediendo el pedúnculo, 2.2-9.2 cm de largo, hipanto campanulado-obcónico, 2-5.5 mm de largo, sépalos 5, ovados, 2.5-6 mm de largo, cortamente acuminados, pétalos 5, libres, obovado-oblongos, 7-20 mm de largo, amarillos, estambres 3, anteras cohesionadas, tecas 3-plegadas; flores postiladas en pedicelos de 0.5-7.5 cm de largo, pedicelos frecuentemente con una bráctea pequeña en su mitad inferior, hipanto muy corto, sépalos lanceolados, 1.5-5 mm de largo, pétalos 6-13 mm de largo, ovario elipsoide, rostrado, tuberculazo, 6-12 mm de largo, placentas 3, óvulos numerosos, horizontales, estigmas 3. Fruto elipsoide, 2-12.5 cm de largo y 1-4 cm de ancho, rostrado, tuberculazo, carnosos, péndulo, anaranjado, dehiscente en 3 valvas cuando maduro, pedúnculo 1-12 cm de largo; semillas oblongas, 8-14 mm de largo, 4.2-8.2 mm de ancho y 2-5 mm de grueso, cuando frescas envueltas en una pulpa rojo brillante, cafés, sus caras labradas.



Figura 28A. *Momordica charantia*, diferentes estados de desarrollo, flor y fruto.

7. *Croton lobatus*

Nombre común: papayita.

Familia: Euphorbiaceae

Apariencia: herbácea, anual.

Raíz: pivotante, ramificada.

Tallo: erecto, robusto, ramificado, cilíndrico, de color verde claro, vellos.

Hojas: simples, digitadas, trilobadas o pentalobuladas, los segmentos son lanceolados, con bordes aserrados.

Flores: se agrupan en racimos indeterminados, terminales o axilares.

Fruto: cápsula con 3 lóbulos.

Forma de reproducción: por semilla.

Ambiente: es propia de zonas secas, semiáridas, soporta condiciones de sombra.



Figura 29A. *Croton lobatus*, diferentes estados de desarrollo y flor.

8. *Portulaca oleraceae*

Nombre común: verdolaga, portulaca.

Familia: Portulacaceae

Apariencia: herbácea, anual.

Raíz: pivotante, ramificada.

Tallo: postrado, suculento, ramificado, de color verde rojizo, glabro.

Hojas: suculentas, con el borde redondo a veces marginado, alterno y casi opuesto al final de la rama, glabro y brillante.

Flores: terminales, sésiles, con cinco pétalos amarillos, agrupadas.

Fruto: pixidio.

Forma de reproducción: por semilla.

Ambiente: se desarrolla en suelos húmedos, con mucha materia orgánica y sometida a laboreo mecánico intenso.



Figura 30A. *Portulaca oleraceae*, planta y flor.

9. *Trianthema portulacastrum*

Nombre común: falsa verdolaga.

Familia: Aizoaceae

Apariencia: herbácea, anual.

Raíz: pivotante, ramificada.

Tallo: redondo, suculento, postrado, rojo o púrpura.

Hojas: opuestas, ovaladas o redondeadas, pecíolos aplanados, verde pálido, con márgenes caférojizos, suculentos.

Flores: rosadas, sésiles, axilares, hundidas dentro de la base envainadora del pecíolo, el número es de tres.

Forma de reproducción: por semilla.

Ambiente: es común en suelos fértiles, compite bien en suelos salinos, tolera la poca luminosidad.



Figura 31A. *Trianthema portulacastrum*, diferentes estados de desarrollo.

10. *Phyllanthus amarus*

Nombre común: no tiene

Familia: Phyllanthaceae

Habito: Es un pequeño arbusto que crece a una altura de 3 -6 dm, silvestre, anual.

Tallo: erguido.

Hojas: Sus hojas son de 7 - 12 cm de largo, alternas, sésiles oblongas.

Flores: pequeñas de color blanquecino - verdoso, solitarias, auxiliares, pediceladas, apétalas monóicas.

Fruto: Sus frutos de 2 - 3 mm de diámetro, pequeños en una cápsula comprimida y globosa; raíz larga y poco ramificada; las semillas triangulares y verrugosas.

En el género *Phyllanthus*, las hojas del tallo principal están reducidas y las de las ramas laterales se disponen opuestas en un plano como si fueran folíolos de una hoja compuesta. Sin embargo, no dejan de ser hojas, y de sus axilas pueden salir flores, ramas o inflorescencias dependiendo de la especie en particular.



Figura 32A. *Phyllanthus amarus*, diferentes estados de desarrollo.

2.9.3 Apéndice III

Estimación del porcentaje de cobertura

En base al marco de 1m x 1m, este se dividió en cuatro cuadrantes, donde cada cuadrante corresponde a un 25%, se debe estimar (forma visual), cuántos son cubiertos por el total de la maleza dentro del marco, esto corresponderá a un porcentaje y a un nivel de infestación en base al siguiente cuadro (Espinoza 2008):

Cuadro 8. Escala de Infestación, para la estimación del porcentaje de cobertura.

| Nivel de infestación | Valor de la escala | % de Cobertura |
|------------------------|--------------------|----------------|
| Infestación leve | 0 | 0 – 25 |
| Infestación moderada | 1 | 26 – 50 |
| Infestación severa | 2 | 51 – 75 |
| Infestación muy severa | 3 | 76 – 100 |

2.9.4 Apéndice IV

Boleta de campo para muestreo

BOLETA DE CAMPO PARA MUESTREO DE PLANTAS ARVENSES

Finca: _____ Fecha de muestreo: _____

Lote: _____ Área: _____

Fecha última aplicación: _____ Mezcla: _____

| No. | Maleza | | % cobertura | | | | |
|-----|-------------------|--------------|-------------|---------|---------|---------|---------|
| | Nombre científico | Nombre común | Punto 1 | Punto 2 | Punto 3 | Punto 4 | Punto 5 |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |

CAPÍTULO III
SERVICIOS REALIZADOS EN CORPORACIÓN SAN DIEGO – INGENIO TRINIDAD
S.A.

3.1 Presentación

En los meses de agosto de 2012 a mayo de 2013, se llevaron a cabo los servicios asignados por el departamento de agronomía de Corporación San Diego – Ingenio Trinidad, los cuales consistían en:

- Apoyo en las aplicaciones de madurantes en caña de azúcar en unidades productivas de la empresa, esto se hizo en las cinco zonas en las que se encuentra dividida las zonas de producción, la aplicación se hace con el fin de inducir a la madurez al cultivo, el apoyo consistía en toma de datos en pista y monitoreos en las áreas de aplicación para verificar el buen desarrollo de la actividad. En esta actividad se generó un diagrama de flujo con los pasos importantes para poder realizarlo.
- Elaboración de manuales de campo, en este servicio se redactaron once procedimientos los cuales son necesarios para unificar criterios al momento de realizar las actividades de mantenimiento del cultivo en cada una de las zonas, pues estos criterios no se tenían homogenizados.

3.2 Servicio: Apoyo en aplicaciones de madurantes en el cultivo de caña de azúcar en unidades productivas de Corporación San Diego – Ingenio Trinidad S.A.

3.2.1 Objetivos

- A. Elaborar un diagrama de flujo sobre el proceso de la aplicación de madurantes.
- B. Establecer a partir del diagrama de flujo mejoras en el proceso de las aplicaciones de madurantes.

3.2.2 Metodología

- Se realizó una fase de gabinete para conocer criterios a tomar en base a la aplicación de los madurantes y el tipo de madurante a utilizar.
- Se definió por parte del departamento de agronomía en conjunto con el departamento de producción un programa de aplicaciones para las zonas y lotes a los cuales se les aplico madurante durante la temporada.
- Ya teniendo definido el programa se realizó el apoyo en pista tomando datos (número de vuelos, cantidad de madurante, área aplicada y tipo de nave con que se aplicó), así también se apoyó en el monitoreo en campo para verificar la calidad de la aplicación para esto se utilizó equipo especial donde se colocaron tarjetas hidrosensibles, las cuales se les realizó lecturas y así verificar la cantidad de gotas dispersas en 1 cm^2 .
- Se realizaron visitas a las aplicaciones de los madurantes en las distas zonas donde se aplicaron alrededor de 6,000 Hectáreas en la época de aplicación, para conocer su ejecución en campo.
- Se realizó un diagrama de flujo en base a los criterios tomados en campo.
- Se realizó un análisis y se concluyeron con algunas recomendaciones.

3.2.3 Resultados

Dentro de los resultados se tiene el siguiente diagrama de flujo el cual se elaboró en base a su ejecución en campo. Ver figura siguiente.

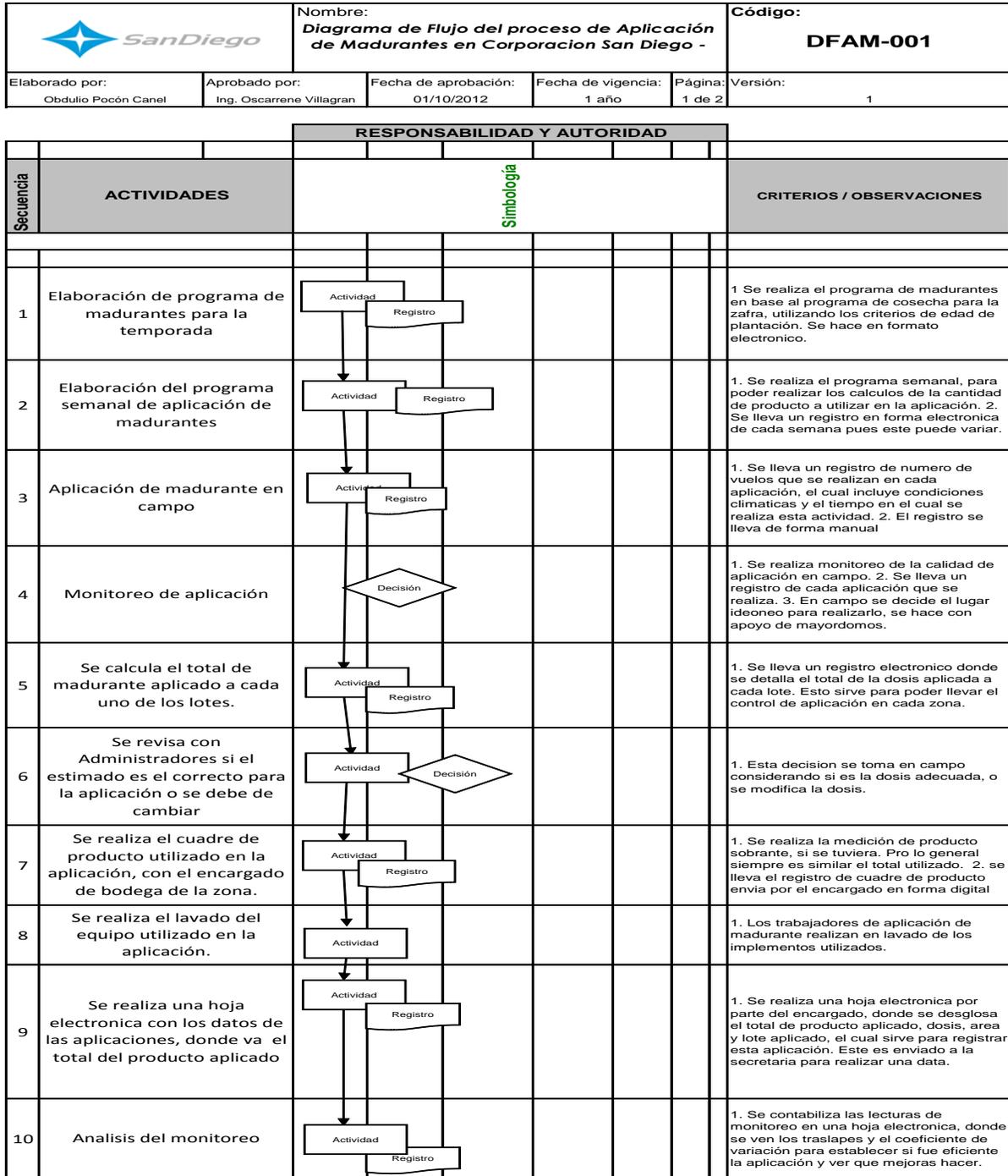


Figura 33. Diagrama de flujo sobre metodología para aplicación de madurantes.

En este flujo grama se puede observar cada uno de los pasos que se llevan a cabo en unos de los procesos para lograr los rendimientos necesarios para la producción de caña de azúcar, esto ayuda a comprender de mejor manera los pasos y lo importante la toma de decisiones en cada uno de los pasos que se llevan a cabo en campo, los cuales podemos enumerar de la siguiente forma:

1. Elaboración del programa de madurantes para la temporada.
2. Elaboración del programa semanal.
3. Calculo de cantidad de madurante por aplicación.
4. Aplicación del madurante en campo.
5. Realización de monitoreo
6. Lavado del equipo de aplicación
7. Cuadre de producto en bodega
8. Registro electrónico de aplicaciones diarias y semanales.

Estos pasos son sencillos pero son los más esenciales para la realización de este proceso, que beneficia la producción de azúcar en el cultivo.

3.2.4 Evaluación

A continuación se presenta un cuadro donde se describe el cumplimiento de cada uno de los objetivos, estos fueron satisfactorios y ayudan a mejorar el proceso en la aplicación de madurantes al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.).

Cuadro 9. Cumplimiento y logro de objetivos.

| Objetivo | Cumplimiento | Logro |
|--|---|--|
| Realizar un diagrama de flujo sobre el proceso de la aplicación de madurantes | Se logró identificar los pasos fundamentales del proceso de aplicación de madurantes, durante el período de aplicación de Septiembre 2012 a Marzo 2013. | Se participó en el total de aplicaciones, de madurantes en las zonas de producción de Corporación San Diego - Ingenio Trinidad S.A. |
| Establecer a partir del diagrama de flujo mejoras en el proceso de las aplicaciones de madurantes. | Se elaboró un diagrama de flujo de este procedimiento y se detalló lo más importante. | <p>Se determinaron los pasos donde se registra cada una de las actividades</p> <p>Se fue parte de cada uno de los procesos descritos en el diagrama de flujo</p> <p>Se determinó que para mejorar el proceso se debe dar continuidad a los monitoreos en campo de las aplicaciones, puesto ayuda a mejorar el proceso y así evitar aplicar sobre dosificado o sub dosificado el madurante.</p> |

3.2.5 Conclusiones

- Es de suma importancia este proceso por lo que se debe de conocer y así poder entender su aplicación.
- Cada uno de los procesos puede tener riesgos para los aplicadores por lo que se debe tomar en cuenta las recomendaciones.
- Se debe de dar continuidad a los resultados obtenidos de los monitoreos en campo estos dan una información detallada de cada aplicación.
- Verificar siempre las condiciones climáticas pues no se debe de aplicar si existe inmersión o vientos fuertes.
- Se tiene bien capacitado al personal encargado de realizar dicha labor.
- Se cuenta con equipo de protección personal para los empleados.

3.2.6 Recomendaciones

- Durante la aplicación no comer, beber agua o fumar pues puede causar algún tipo de intoxicación del personal.
- Lavarse las manos antes de comer.
- No permitir que algún empleado trabaje si presenta síntomas de alguna enfermedad.
- No permitir que los empleados trabajen bajo efectos de licor pues pueden provocar algún accidente.
- Usar equipo de protección personal (orejeras, guantes, mascarilla, lentes, botas de hule y overol).
- No permitir que un empleado este en pista o monitoreo si su equipo de protección se encuentra en mal estado.
- El Supervisor de Campo debe dirigir y supervisar las labores del personal auxiliar de campo, y debe estar lo suficientemente capacitado en el manejo y aplicación de agroquímicos.

3.3 Servicio: Elaboración de procedimientos de campo

3.3.1 Objetivos

- A.** Identificar las actividades generales en la producción de caña de azúcar que por su importancia deben de estandarizarse en las zonas de producción.
- B.** Redactar los procedimientos ha estandarizarse con lineamientos en buenas prácticas agrícolas.

3.3.2 Metodología

- Se realizaron visitas a campo para conocer todas las actividades agrícolas que lleva el proceso de producción de la caña de azúcar.
- Se identificaron los procesos y la importancia de los mismos.
- Teniendo los diferentes procesos, se documentó cada uno de estos enfocado en las buenas prácticas agrícolas en campo.

3.3.3 Resultados

Procedimientos elaborados en base a formato establecido por el Ingenio:

- Procedimiento para el almacenamiento de productos.
- Instrucciones previas antes de la aplicación.
- Procedimiento para la mezcla de productos químicos.
- Aplicación de productos químicos.
- Calibración de equipos de aplicación manual.
- Calibración de equipos de aspersion mecanizada.
- Instructivo para el mantenimiento de bombas de mochila.
- Mantenimiento de los equipos de aplicación.
- Metodología para el control de la eficiencia de las aplicaciones de herbicidas.
- Procedimiento para la preparación del suelo.
- Procedimiento cálculo de dureza del agua.

3.3.4 Evaluación

A continuación se presenta el siguiente cuadro donde se describe el cumplimiento de los objetivos y los logros alcanzados para este servicio.

Cuadro 10. Cumplimiento y logro de objetivos

| Objetivo | Cumplimiento | Logro |
|--|---|---|
| <p>Identificar las actividades generales en la producción de caña de azúcar que por su importancia deben de estandarizarse en las zonas de producción.</p> | <p>Los principales procesos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento para el almacenamiento de productos. • Instrucciones previas antes de la aplicación. • Procedimiento para la mezcla de productos químicos. • Aplicación de productos químicos. | <p>Se redactaron cada uno de los procedimientos, los cuales fueron enfocados en buenas prácticas agrícolas, esto para poder mejorar la seguridad de los empleados al momento de realizar alguna de estas actividades.</p> |
| <p>Redactar los procedimientos ha estandarizarse con lineamientos en buenas prácticas agrícolas.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Calibración de equipos de aplicación manual. • Calibración de equipos de aspersión mecanizada. • Instructivo para el mantenimiento de bombas de mochila. • Mantenimiento de los equipos de aplicación. • Metodología para el control de la eficiencia de las aplicaciones de herbicidas. • Procedimiento para la preparación del suelo. • Procedimiento cálculo de dureza del agua. | <p>Se estandarizo cada uno de estos procesos en las cinco zonas de producción, para lo cual se entregó una copia de estos a cada encargado de zona para su aplicación en cada finca.</p> |

3.3.5 Conclusiones

Cada uno de estos procedimientos son los más importantes, por lo que se documentaron para poder tener una guía de aplicación en campo y que pueda ser de fácil comprensión y aplicación de cada uno de ellos.

3.4 Bibliografía

1. Castillo López, JA. 2007. Diseño e implementación del manual de gestión de calidad y ambiente de trabajo bajo la norma ISO 9001:2000 en el área de fábrica del Ingenio San Diego, Escuintla. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, USAC. 199 p.
2. Corporación San Diego, Gerencia, GT. 2012a. Aspectos fundamentales del sistema de gestión empresarial (panfleto impreso con fines de divulgación). Escuintla, Guatemala. 4 p.
3. _____. 2012b. Reglamento interno de seguridad industrial (panfleto impreso con fines de divulgación). Escuintla, Guatemala. 12 p.
4. Melgar, M; Meneses, A; Orozco, H; Pérez, O; Espinoza, R. 2012. El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA). 512 p.

3.5 Apéndices

3.5.1 Procedimiento para el almacenamiento de productos

1. Propósito y alcance

Mejorar el almacenamiento de los productos químicos en cada una de las bodegas de las fincas a cargo de las zonas.

2. Responsabilidad y autoridad

| Puesto de trabajo | Responsabilidades | Autoridades |
|-------------------|--|---|
| Bodeguero | Verificar las condiciones adecuadas de almacenaje de productos químicos. | Mayordomos, Administradores y Jefes de Zona |

3. Contenido

1. Características de la bodega

3.1.1. Ubicación

- Deberá tener buen acceso para facilitar las entregas de productos y el traslado de los mismos al campo.
- Deberá estar alejada de estanques, fuentes de agua, pozos, y de áreas susceptibles de ser inundadas.
- Alejada de edificios de habitación de personas, alimento de animales, animales domésticos, fertilizantes, gasolina y otros materiales combustibles.

3.1.2. Funcionalidad

- Fácil acceso para los fumigadores.
- Adecuada iluminación para poder leer las etiquetas.
- Amplitud para la ubicación de estanterías, para el almacenamiento de los productos.
- Estanterías de buen tamaño construidas de material no absorbente.
- Estanterías con identificación de cada tipo de producto.

- Que tenga amplitud a lo largo, ancho y alto, con espacio adecuado para un buen almacenaje.
- Presencia de arena, escoba y sacabasuras para casos de derrames accidentales.
- Suficientemente ventilada.
- Seca y protegida de la lluvia.
- Los envases y recipientes de productos no deberán estar expuestos a la luz solar.

2. Manejo adecuado de la bodega

Utilice el siguiente listado para llevar un control de su bodega y las prácticas de almacenaje:

- Se debe tener un inventario de los insumos químicos que se almacenan.
- Determinar que todos los productos sean aprobados para ser utilizados en el cultivo de caña de azúcar.
- Verificar que todos los insumos cuenten con su etiqueta original; esta debe ser legible no debe estar borrosa, desgastada o rota.
- La bodega debe tener equipo específico para la atención de derrames: arena, escoba y pala.
- La bodega, en sus paredes debe contar con procedimientos permanentes indicando las medidas a seguir en caso de accidentes e intoxicación.
- Los productos almacenados deben estar identificados por lote según fechas de ingreso para utilizarlos en este mismo orden.
- Se debe contar con equipo para la medición adecuada de los productos químicos (balanzas, probetas, etc.).

La bodega debe ser:

- Capaz de mantener y conservar dentro derrames y fugas de productos químicos.
- Que pueda colocarse candados y estar con llave.
- Ubique un cartel que indique advertencia de **PELIGRO**.
- Preferentemente construida con materiales resistentes al fuego.

- Equipos de protección para los usuarios de la bodega y deben estar a mano.
- Gabinetes y estanterías resistentes y seguras, de material no absorbente.
- Los productos almacenados no deben estar bloqueando las puertas o drenajes de la bodega.
- Productos con agentes oxidantes como el Clorato de sodio están en una sección separada y alejada de los inflamables.

3. Información

Ponga a la vista la información sobre procedimientos en caso de emergencias, derrames y desecho de envases vacíos.

- Entrene y capacite al personal (debe conservar las listas de asistencia y los temas tratados).
- Ponga los números de emergencia en la pared.
- Debe inspeccionarse con frecuencia, manteniendo bitácoras de inspección.

4. Equipo mínimo de protección

- Guantes de nitrilo.
- Overol/traje impermeable
- Anteojos protectores
- Mascarillas con filtros adecuados y almacenados adecuadamente.
- Botas de hule

3.5.2 Instrucciones previas antes de la aplicación

1. Propósito y alcance

Establecer las condiciones adecuadas para poder realizar las actividades de aplicaciones de productos químicos en áreas a tratar.

2. Responsabilidad y autoridad

| Puesto de trabajo | Responsabilidades | Autoridades |
|------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Mayordomos y Caporales | Verificar su cumplimiento | Administradores, Jefes de Zona |

3. Definiciones

Nube de aspersion: esta nube que produce un equipo de aplicación tiene características particulares que van a incidir tanto en el efecto biológico del producto aplicado –control- como en otros efectos colaterales que pueden ser indeseables.

Deriva: se entiende la distancia horizontal a la cual son transportadas las gotas de una aspersion a partir del punto de aplicación. La deriva depende de la altura de la que cae la gota, la velocidad del viento y de la velocidad de caída de la gota, la cual, a su vez, es función del diámetro.

4. Contenido

La deriva es causada por el efecto adverso del viento en la eficiencia de la aplicación de los herbicidas, el cual puede conducir a varios problemas durante la fumigación. No solo conduce a un pobre control por baja dosis, sino también puede contaminar el agua y el medio ambiente.

Siga las siguientes recomendaciones abajo descritas y minimice los riesgos y problemas causados por la deriva, de esta manera protegerá su cultivo, el de sus vecinos y el medio ambiente. En el caso de aplicaciones de herbicidas post-

emergentes, las hojas de las malezas más grandes o las del propio cultivo pueden actuar como sombrilla impidiendo que las malezas más pequeñas sean alcanzadas.

Las gotas grandes son más pesadas y tienden a seguir una trayectoria rectilínea, en cambio las gotas pequeñas tienen trayectorias sinuosas ya que, por su poco peso, son más afectadas por la turbulencia del aire y esto les da mayor capacidad de penetración en la masa foliar.

1. Instrucciones previas a la aplicación

- No realice fumigaciones en caso de que la velocidad y dirección del viento pueda provocarle deriva hacia áreas sensibles al químico que está aplicando.
- Las condiciones ideales para una fumigación son con una leve brisa de fuerza 2 (ver Cuadro 11A) con una velocidad del viento de 3.2 – 6.5 Km/h, soplando en contra de áreas sensibles. Esto podría ser como una brisa fuerte suficiente como para sentirse en el rostro y para mover las hojas.
- Revise la etiqueta de cada producto para conocer las recomendaciones para ajustar su equipo y programar el trabajo.
- Revise y siga las recomendaciones de la etiqueta con relación a zonas que no pueden fumigarse.
- Se debe considerar dejar 2 metros de franja sin fumigar próxima a zonas sensibles, como ríos, acequias y áreas de conservación de vida silvestre.
- Asegúrese que el equipo de fumigación se encuentre en buen estado y correctamente calibrado para poder realizar el trabajo.
- En el campo, revise la velocidad y dirección del viento, y de ser necesario, corrija sus planes de trabajo.

- Evitar las horas más calientes del día para hacer las aplicaciones (hay mayor evaporación, preferir las primeras horas de la mañana o las últimas de la tarde.
- No destapar boquillas obstruidas soplándolas con la boca.

Cuadro 11A. Condiciones de la aplicación de plaguicidas en función de la velocidad del viento.

| Velocidad aproximada del viento | Descripción | Signos Visibles | Fumigación |
|--|--------------------|--|---|
| Menor de 2 km/h | Calma | La cortina de la fumigación se mueve en forma vertical | Fumigue solamente con gota mediana o gruesa |
| 2 – 3.2 km/h | Aire ligero | La cortina de la fumigación se mueve ligeramente en dirección del viento | Condiciones aceptables de fumigación |
| 3.2 – 6.5 km/h | Brisa liviana | Las hojas se mueven ligeramente. El viento se siente en la cara | Condiciones ideales de fumigación |
| 6.5 – 9.6 km/h | Brisa moderada | Las hojas se mantienen en constante movimiento | Se incrementa el riesgo de deriva. Tome precauciones especiales |
| 9.6 – 14.5 km/h | Brisa fuerte | Movimiento de ramas pequeñas. El polvo y el papel suelto se levantan con facilidad | No se recomienda fumigar |

2. Instrucciones al momento de realizar la aplicación

- Observe los cambios de velocidad y dirección del viento; de ser necesario cambie su programa de fumigación para evitar problemas de deriva que afecten las áreas que no son el objetivo de fumigación. De ser necesario, detenga la fumigación hasta que existan condiciones apropiadas para continuar.
- Manténgase alerta; asegúrese que la fumigación no afecte los cuerpos de agua y las áreas aledañas que no son objeto de aplicación.

- Mantenga una velocidad y presión constante, particularmente si el equipo de fumigación cuenta con un regulador automático de volumen. Pequeños incrementos en la velocidad pueden resultar en grandes incrementos en la presión.
- Aproveche las técnicas más recientes que ayudan a reducir la deriva.
- Escoja el equipo de fumigación más apropiado para su caso y si es posible, utilice equipos de bajo volumen, baja deriva, con boquillas de varios ángulos, etc.

3.5.3 Procedimiento para la mezcla de productos químicos

1. Propósito y alcance

- Establecer el orden de mezclas de productos químicos
- Recomendaciones generales para evitar problemas en las mezclas de productos.

2. Documentos relacionados

| Código | Nombre del documento |
|--------|---|
| | Procedimiento cálculo de dureza del agua. |

3. Responsabilidad y autoridad

| Puesto de trabajo | Responsabilidades | Autoridades |
|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Mayordomos de aplicaciones, Caporales | Revisar siempre el orden de mezcla | Jefes de Zona, Administradores |

4. Definiciones

- Polvos Humectables (WP/PH).
- Gránulos Dispersables en agua (WG/GDA).
- Gránulos Solubles en agua (SG/GS).
- Suspensiones Acuosa y Suspensiones Concentradas (FW/SC).
- Concentrados emulsionables en agua (EC/CE) y Suspo –emulsiones (SE).
- Líquidos solubles en agua, soluciones Acuosa, Soluciones Concentradas (SL) y
- Microencapsulados- Concentrados solubles en Agua (SC/CS).

4.1. Contenido

- **Orden para realizar mezclas de productos químicos**

1. Polvos humectables, Gránulos dispersables y /o gránulos solubles en agua.
2. Suspensiones acuosas y/o Suspensiones concentradas.
3. Líquidos solubles en agua, soluciones acuosas, soluciones concentradas, polvos solubles y/o micro encapsulados- concentrados solubles en agua.
4. Concentrados emulsionables y/o suspo-emulsiones.
5. Coadyuvante, surfactantes y/o aditivos especiales para la aplicación.

- **Mezcla de Polvos humectables, Gránulos Dispersables en agua y Gránulos solubles en agua:**

1. Para aplicar estos productos primero, se realiza una pre mezcla con cierta cantidad de agua antes de que se agregue al tanque de mezcla definitivo y así se asegura una distribución homogénea de la mezcla.
2. Se recomienda una agitación continua durante la aplicación, tanto en los equipos de aspersión (bombas de mochila, bombas de presión, aguilonos, etc.) así como en los tanques de mezclado para que no se sedimenten las sustancias activas, ya que forman una suspensión al mezclar con el agua.
3. Se debe de inspeccionar los tanques para eliminar corrosión o presencia de otros contaminantes.

- **Mezcla de Suspensiones Acuosas y Suspensiones Concentradas:**

1. Para aplicar estos productos no se requiere pre mezcla ya que pueden vaciarse directamente en los tanques de mezcla definitivos, pero es necesario asegurarse que estos tanques estén limpios antes de llenarlos con agua.
2. Al mezclar estos deben dispersarse en toda el agua del tanque sin que haya asentamiento, ya que son suspensiones estables, pero es necesario agitar el

envase del producto antes de abrirlo y luego vaciarlo directamente en el tanque del equipo o el tanque de mezcla y en caso de no usar productos del envase, inmediatamente debe cerrarlo.

- **Mezcla de Concentrados Emulsionables en agua y Suspo –emulsionables:**
 1. Para poder aplicarlos la dilución se hace directamente en el tanque asegurándose que no contenga residuos de otros productos.
 2. La mezcla es de tipo lechosa, característica de las emulsiones al combinarse con el agua.
 3. Debe de agitarse constantemente.

- **Mezcla de Líquidos Solubles en agua, Soluciones Acuosa, Soluciones Concentradas y Microencapsulados – Concentrados Solubles en agua:**
 1. Se debe de hacer una dilución directamente en el tanque, asegurándose previamente de que no contenga residuos de otros productos, ya que son formulaciones totalmente solubles en agua.
 2. No se formara una mezcla lechosa a menos que se agreguen otros productos que sean emulsionables.

- **Recomendaciones para evitar problemas en las mezclas**
 1. Asegurarse que el equipo de aplicación este limpio y en buenas condiciones.
 2. Siga las indicaciones de la etiqueta al preparar la mezcla o de una persona responsable y utilizar la dosis recomendada.
 3. Evalué la dureza del agua (Ver procedimiento cálculo de dureza del agua).
 4. Proporciones una adecuada agitación en el tanque, evitando preparar grandes volúmenes de caldo o mezcla.

5. Antes de la aplicación evalúe en pequeña escala, mezclas que le sean nueva o desconocidas, realizando la mezcla en un frasco para observar su compatibilidad o si reacciona, ya sea formando espuma, agrupándose y asentándose algunos sólidos de la mezcla. Si existe este problema no realizar este tipo de mezcla de preferencia.
6. Los polvos humectables y las suspensiones concentradas deben siempre ser agregados al agua y dejar que se dispersen hasta su homogenización antes de agregar formulaciones líquidas.
7. Evite la contaminación de concentrados emulsionables con agua y su almacenaje a temperaturas extremas, ya que se puede degradar el compuesto.
8. Consulte tablas de compatibilidad y revise la etiqueta de los productos para ver las restricciones con otros plaguicidas.

- **Precauciones Generales**

1. Cuando un concentrado emulsionable o aceite agrícola es mezclado con un polvo humectable en agua, es importante usar toda la mezcla preparada, antes de volver a preparar otra nueva mezcla.
2. Cualquier residuo del concentrado emulsionable o aceite agrícola, puede cubrir las partículas de polvo humectable no permitiendo una adecuada dispersión. Para evitar esto mantenga una agitación continua y enjuague el tanque antes de cada carga.
3. Aunque se recomienda y sea compatible la mezcla de diferentes productos como polvos humectables, polvos solubles, concentrados emulsionables y suspo-emulsiones, no se debe dejar por mucho tiempo la mezcla preparada antes de aplicarla, debido a que esta puede separarse y volverse inestable, además de que algunos pueden degradarse o dañarse si se deja mucho tiempo su uso.
4. Se recomienda realizar la cantidad de mezcla que se vaya a utilizar en el momento de la aplicación o asperjarlo lo más pronto posible.

3.5.4 Aplicación de productos químicos

1. Propósito y alcance

Conocer los pasos para realizar una buena aplicación de productos químicos, evitando la contaminación para los trabajadores de campo.

2. Documentos relacionados

| Código | Nombre del documento |
|--------|---|
| | Instructivo de mantenimiento de Bombas de Mochila |
| | Calibración de equipos de aplicación manual |

3. Responsabilidad y autoridad

| Puesto de trabajo | Responsabilidades | Autoridades |
|-------------------|--|--|
| Caporales | Verificar que se cumpla con el procedimiento en campo. | Jefes de Zona, Administradores y Mayordomos. |

4. Contenido

Antes de realizar una aplicación de productos químicos tomar en cuenta lo siguiente:

- 4.1. Revisar el equipo de aplicación que este en buenas condiciones. (Bomba de mochila, aguilón, tractor, tanque de mezcla, motor de tanque, boquillas, mangueras, etc.)
- 4.2. Realizar la calibración de equipo cada 15 días.
- 4.3. Recibir las instrucciones por parte del encargado de aplicaciones de los productos químicos que se deben de aplicar y el método de aplicación.
- 4.4. Recibir los productos químicos que se van a aplicar.
- 4.5. Entrega del equipo de protección para los aplicadores.

- 4.6. Transporte del producto químico de la bodega hacia el lugar de aplicación, se deberá de transportar en recipientes exclusivos para el transporte y la pre mezcla de producto.
- 4.7. Colocarse el equipo de protección. (Guantes, mascarilla, mascarilla)
- 4.8. Realizar la pre mezcla del producto a aplicar, llenar de agua 1/3 del recipiente de pre mezcla, aplicar el producto químico a las dosis establecida y echarlo en el tanque y llenar de agua el resto que queda en tanque de mezcla.
- 4.9. Realizar la aplicación química en el campo.
- 4.10. Al finalizar el proceso de aplicación química, seguir el procedimiento de lavado de bombas.
- 4.11. Lavar el equipo de protección.
- 4.12. Guardar todo el equipo utilizado en este proceso.
- 4.13. Bañarse.
- 4.14. Entregar datos para llenar los registros de aplicaciones químicas.

3.5.5 Calibración de equipos de aplicación manual

1. Propósito y alcance

- Mantener los equipos de aplicaciones manuales en buen funcionamiento y con un mantenimiento adecuado para el trabajo.

2. Responsabilidad y autoridad

| Puesto de trabajo | Responsabilidades | Autoridades |
|---------------------------|---|---|
| Caporales de Aplicaciones | Verificar el buen estado y funcionamiento de estos equipos. | Jefes de Zona, Administradores, Mayordomos. |

3. Contenido

- Llenar el depósito de líquido de la bomba con agua, hasta la marca de 5 litros.
- Ajustar la bomba en la espalda regulando las correas.
- Accionar la palanca unas 8 a 10 veces para dar la presión adecuada.
- Regular la boquilla hasta conseguir una pulverización adecuada.
- Medir con un recipiente graduado la descarga del agua, la cual debe ser de 0.6 a 0.9 litros por minuto.
- Si la descarga no está en los límites normales, se debe revisar si el émbolo y empaques están trabajando adecuadamente. También se debe limpiar el filtro y la boquilla para descartar presencia de residuos que estén tapando la salida del agua.
- Si se observa que la boquilla tiene alguna alteración en su diámetro o no tiene la descarga adecuada, se debe cambiar por otra boquilla de igual número.
- Si la descarga continúa anormal, se deberá revisar la bomba para su reparación, en caso se encuentren algunas piezas en mal estado.

3.5.6 Calibración de equipos de aspersión mecanizada

1. Propósito y alcance

El presente manual aplica únicamente para la calibración de equipos de aspersión mecanizado.

2. Definiciones

1. Calibración: es simplemente el procedimiento de comparación entre lo que indica un instrumento y lo que "debiera indicar" de acuerdo a un **patrón** de referencia con valor conocido.

3. Contenido

Antes de iniciar la calibración de los equipos de aplicación tomar en cuenta lo siguiente:

- Materiales y Equipo:

1. Probeta
2. Cronometro
3. Estacas
4. Cinta métrica
5. Machete
6. Cubetas
7. Equipo de aplicación: tractor, aguilón, boquillas, mangueras.

- Revisión del equipo:

Se debe revisar que el equipo se encuentre completo, en buen estado y bien montado sobre el tractor; debe disponer de las siguientes partes: depósito con tapa y filtro de llenado, manguera de succión, filtro, bomba, manguera para alta presión, válvulas de pasos, regulador de presión, manómetro, mangueras de distribución, aguilón, cuerpos de boquillas y boquillas.

Poner suficiente agua en el depósito, al menos la requerida para operar con todas las boquillas durante unos 10 minutos. Estacionar el equipo en el terreno donde se va a efectuar la aplicación y revisar su funcionamiento.

La bomba del equipo debe estar bien instalada y trabajar adecuadamente, sin excesiva vibración ni ruidos anormales.

Cuadro 12A. Aguilones y número de boquillas.

| Aguilón de 400 | Aguilón de 800 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 21 Boquillas | 29 Boquillas |
| 50 cm entre boquilla y boquilla | 50 cm entre boquilla y boquilla |

- Posición:

Todas las boquillas deben de estar a la misma distancia una de otra (50cm) en el aguilón, ser del mismo gasto y ángulo de aspersión; y estar con la misma dirección respecto al aguilón, aproximadamente con un ángulo de 10° respecto de éste. No deben de existir fugas de agua, el aguilón debe quedar horizontal a la superficie del terreno, para ello las boquillas deberán de estar a la misma altura sobre el suelo.

Primero se nivela la sección central del aguilón ajustando los brazos del enganche, y enseguida se mide la altura en la parte central. Posteriormente se mide la altura en los extremos del aguilón, y su altura se ajusta por medio de los tirantes, en caso de ser aguilón no hidráulico, de ser hidráulico esto se hace con los mandos que posee.

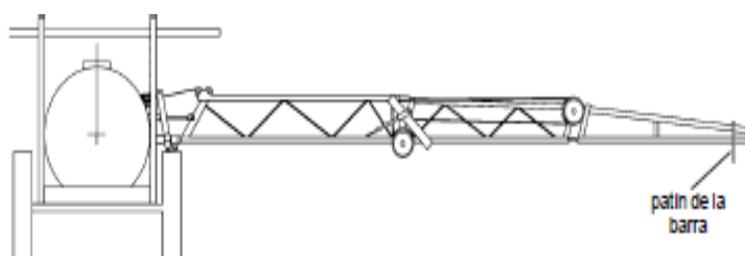


Figura 34A. Posición correcta para la nivelación de brazos y boquillas del aguilón.

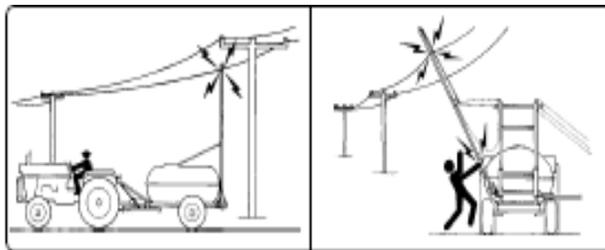


Figura 35A. Precaución del maquinista.

La abertura y el cierre de las barras se deben de realizar en lugares lejos de árboles y de redes eléctricas.

Tras verificar todos los puntos anteriores se inicia la calibración del Aguilón:

- Se marcan 50 metros, ubicando una estaca en cada extremo.
- El tanque del aguilón debe de abastecerse con agua la mitad del tanque.
- Colocar el equipo por lo menos 5 metros antes de la primera marca.
- Al estar en funcionamiento el aguilón a una presión recomendada de 40 PSI.
- Se elige la marcha del tractor para poder realizar el trabajo.
- Iniciar el funcionamiento del aguilón y acelere el motor hasta llegar a 1700 RPM (1b conejo).
- Cuando el tractor pase por la primera estaca, accionar el cronometro.
- Cuando el tractor pase por la segunda estaca, pare el cronometro.
- Anote el tiempo que hace en recorrer los 50 metros.

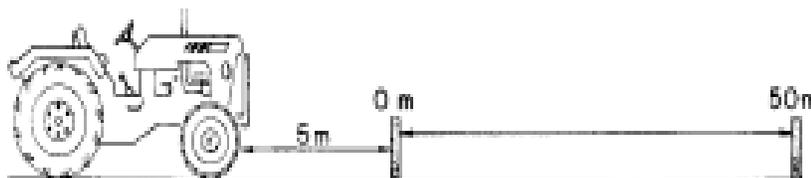


Figura 36A. Distanciamiento de recorrido para calibración del tractor.

- Realice estos tres últimos pasos unas 4 veces y saque un promedio.

- Se calcula la velocidad con la siguiente formula:

$$\text{Km /h} = \frac{\text{Distancia}}{\text{Tiempo en seg.}} * 3.6$$

Distancia= 50 metros

Tiempo= Promedio de las 4 vueltas.

Ej.

Vuelta 1 = 32 seg. Vuelta 2 = 26 seg.

Vuelta 3 = 36 seg. Vuelta 4 = 30 seg.

$$\text{Prom} = 31 \rightarrow \text{Km /h} = \frac{50 \text{ m}}{31 \text{ seg}} * 3.6 = \mathbf{5.81 \text{ km/h}}$$

Existe otra fórmula para calcular la velocidad, pero únicamente se usa con la distancia de 50 metros, la cual es de la siguiente manera:

$$\text{Km /h} = \frac{180}{\text{Tiempo en seg.}}$$

Ejemplo

$$\text{Km /h} = \frac{180}{31 \text{ seg}} = \mathbf{5.8 \text{ km/h}}$$

- Con el tractor parado, en la aceleración utilizada para recorrer los 50 metros, abra la palanca central y todas las palancas de los segmentos de las barras y regule la presión de acuerdo con lo recomendado para las diferentes boquillas.
- Junte el volumen de la boquilla durante 1 minuto (en una cubeta o bolsas plásticas de 5 libras) y efectué la lectura en probeta.
- Repita esta operación en todas las boquillas para obtener la descarga de cada una de las boquillas.

OBSERVACIONES:

- Si el volumen obtenido es inferior al deseado, aumente la presión, disminuya la velocidad (manteniendo las 540 RPM en el PTO) o cambie las boquillas, por otras de mayor caudal.
- Si el volumen obtenido es superior al deseado, disminuya la presión, aumente la velocidad (mantenga 540 RPM en el PTO) o cambie las boquillas por otras de menor caudal.
- Para calcular el tipo de boquilla y la descarga en litros por minuto por Hectárea, se hace utilizando la formula siguiente:

$$\frac{Lt}{Boquilla} /min = \frac{\frac{Km}{h} * Vol. agua que desea aplicar por Ha * Distancia entre boquillas(cms)}{60,000}$$

Ejemplo.

Velocidad= 5.81

Vol. Agua = 200 Litros/Ha.

$$\frac{Lt}{Boquilla} /min = \frac{\frac{5.81km}{h} * \frac{200Lt}{Ha} * 50 cms}{60,000} = 0.97 Lt/boq/min$$

- TIPOS DE BOQUILLAS

Cono solido: para herbicidas, tipo flood jet, arrojan mayor descarga.

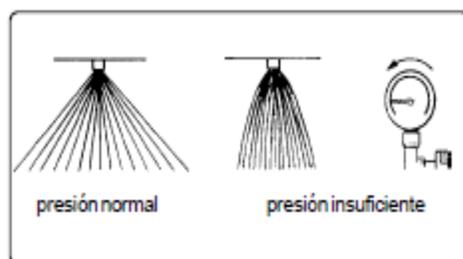


Figura 37A. Presión de boquillas.

Abanico: para aplicar herbicidas.

TK → Flood jet (inundación)

XP → Tee jet (rango amplio)

LP → Tee jet (baja presión)

TJ → Doble salida (abanico de aplicación ancha)

TJ → Twin jet (gemelas de dos ángulos)

Medio Abanico → para aplicar en calles y taludes.

TJE → (aplicación uniforme), no necesitan traslape, distribución uniforme, aplicaciones entre surcos, descarga entre 0.1 a 1.5

Boquillas más comunes:

XR 8002

XR 8003

XR 8004

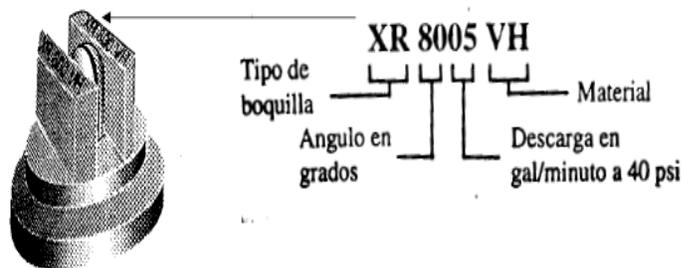


Figura 38A. La boquilla y sus partes.

Dónde:

XR= gota fina

80= ángulo de cortina de boquilla (80°)

0.2= Descarga en Gal/min.

- VIDA ÚTIL DE LAS BOQUILLAS

Las boquillas dependiendo del material del que estén fabricados es importante tomar en cuenta:

Cuadro 13A. Material de boquillas y su vida útil

| Material | Horas útil |
|------------------|-------------------|
| Bronce | 50 |
| Acero inoxidable | 300 - 500 |
| Cerámica | 500 - 1000 |

- DESCARGA DE BOQUILLAS DE ABANICO SEGÚN COLOR

Son las que comúnmente se usan para aplicar herbicidas.

Cuadro 14A. Nomenclatura de boquillas y descarga.

| Color | Nomenclatura | Descarga en galones/min | Descarga en lts/min |
|--------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Amarillo | 02 | 0.2 | 0.7 |
| Azul | 03 | 0.3 | 1.13 |
| Rojo | 04 | 0.4 | 1.51 |
| Café | 05 | 0.5 | 1.89 |
| Gris | 06 | 0.6 | 2.27 |
| Blanco | 08 | 0.8 | 3 |

3.5.7 Instructivo para el mantenimiento de bombas de mochila

1. Objetivo y alcance

1.1. Conocer los componentes y las funciones específicas de los equipos de aspersión manual, pues son los más usados, por la fácil adquisición de repuestos.

2. Documentos relacionados

| Código | Nombre del documento |
|--------|---|
| | Mantenimiento de los equipos de aplicación |
| | Calibración de equipos de aplicación manual |

3. Responsabilidad y autoridad

| Puesto de trabajo | Responsabilidades | Autoridades |
|-------------------------|--|--|
| Caporales de Fumigación | Verificar el buen funcionamiento de los equipos de aplicación. | Mayordomos, Administradores, Jefes de Zona |

4. Definiciones

4.1. **Tapa o tapadera:** este sirve para sellar el tanque y no permitir el derrame cuando se está operando. La mayoría tiene un agujero, que le sirve como respiradero.

4.2. **Filtro:** en la entrada del tanque, debe colocarse un filtro, que sirve para evitar el paso de impurezas (basura, etc.) al tanque. Es necesario que siempre éste colocado cuando se están agregando los componentes de la mezcla.

4.3. **Tanque:** es el depósito de la mezcla por aplicar. Está construido de diversos materiales, pero en la actualidad están utilizando plástico de alta densidad, resistente al manejo y al efecto de la irradiación solar. El volumen es de 16 litros.

4.4. **Bomba y el depósito compresor:** estas son las que generarán la presión final de descarga, la cual, en estos equipos manuales puede ser de 20 a 60 PSI. Estas pueden ser de pistón y de diafragma. La de pistón es más resistente que las otras.

El depósito compresor mantiene la presión del líquido al estar funcionando la bomba y puede tener una válvula de presión variable incorporada, la cual producirá la presión.

4.5. **Varilla de bombeo:** generalmente se encuentra a un costado (derecho o izquierdo), según la habilidad manual del operador.

4.6. **Manguera:** permite conectar la salida de la bomba hacia la válvula de pulverización y la lanza.

4.7. **Válvula de pulverización y la lanza:** la válvula de pulverización normalmente contiene un filtro, el cual debe inspeccionarse regularmente al igual que los empaques del sistema.

4.8. **La lanza:** se utiliza para dirigir la mezcla al sitio de aspersion y dependiendo de la posición del objetivo así será la longitud de la misma, aunque cada equipo trae la lanza con una longitud similar. A esta se le pueden adaptar otras salidas para lograr un ancho de cobertura mayor.

4.9. **Boquillas:** se encuentran en la parte terminal de la lanza y puede ser de dos tipos: abanico y de cono (fijos o variables). El tipo de boquilla está condicionada por el tipo de producto a aplicar.

4.10. **Correas:** estas pueden ser de plástico o de cuero con algodón, se deben colocar para que la persona que va a aplicar se sienta confortable.

5. Contenido

5.1. Mantenimiento

| Actividad | Observaciones |
|--|--|
| Revisar cada uno de los implementos del aspersor tapa, filtros, tanque, depósito, compresor, varilla, mangueras, válvula, lanza, boquillas, empaques, correas. | Si se encuentra alguna en mal estado limpiarla o reemplazarla. |

| | |
|--|---|
| Calibrar el equipo si se hace algún reemplazo de boquilla, filtros, empaques y mangueras | Para verificar que no contenga fugas y que este en los rangos adecuados. |
| Lavar el equipo luego de cada aplicación en campo, esto con el objeto de mantenerlo limpio para que se mantenga en buen estado y no genere taponamientos de algún producto en el aspersor. | Al no limpiar puede generar precipitaciones de algún compuesto o ingrediente activo, no compatible. |

5.2. Aplicación

| En reparación | En zafra |
|--|---|
| Calibrar el equipo | Limpieza y calibración dependiendo el uso se recomienda cada mes hacerlo. |
| Reemplazar con repuestos nuevos los arruinados y verificar su funcionamiento adecuado. | Verificar el buen estado de los equipos y hacer revisiones periódicas se su funcionamiento. |

Detalles de una bomba de aspersión de pistón interno.



- | | |
|--|---|
| 1.- Manilla resistente de fácil montaje. | 14.- Manguera con tuercas, sin abrazaderas. |
| 2.- Amplio filtro en la empuñadura de la lanza con sistema de cierre y muelle incorporado. | 15.- Racord de sifón en ángulo recto integrado en la cámara. |
| 3.- Fijador de manilla de paso. | 16.- Fijador de palanca, lanza y brazo; para facilitar el transporte y el almacenamiento. (sólo Mod. Super Agro 16) |
| 4.- Amplia boca de llenado. Tapa con válvula antigoteo. | 17.- Palanca de accionamiento con mango ergonómico. |
| 5.- Filtro de llenado con indicador de contenido. | 18.- Tuerca guía con arandela de cierre y lubricación. |
| 6.- Agitador mecánico con dispositivo para montar la válvula de cierre. | 19.- Asa de transporte. |
| 7.- Indicador exterior de nivel en litros y galones USA. | 20.- Correas dirigidas, resistentes, no corrosivas y ajustables. |
| 8.- Lanza de latón cromado. (sólo Mod. Super Agro 16) | 21.- Cámara de presión exotérmica y mono pieza, de alta resistencia y gran capacidad. |
| 9.- Depósito con forma ergonómica y separador de espalda. Resistente y ligero. Lleva un refuerzo en el interior uniendo sus paredes. | 22.- Retén original de caucho. |
| 10.- Racord para acoplamiento de accesorios indicados en este catálogo. | 23.- Modelo reversible (ver hoja de instrucciones) |
| 11.- Puntos de sujeción del cinturón (accesorio) | 24.- Bujes inox. en válvula y cámara. |
| 12.- Boquilla cónica regulable. | 25.- Base completa antichock y anticorrosiva. |
| 13.- Boquilla sustitutiva de herbicidas, tipo alabico. (sólo Mod. Super Agro 16) | |

Figura 39A. Detalle de una bomba de aspersión de pistón interno.

3.5.8 Mantenimiento de los equipos de aplicación

1. Propósito y alcance

- Conocer el procedimiento adecuado para el mantenimiento de los equipos de aplicaciones químicas y los cuidados que debe tener el personal que los opera.

2. Responsabilidad y autoridad

| Puesto de trabajo | Responsabilidades | Autoridades |
|-------------------------|-----------------------------------|--|
| Tractoristas, Caporales | Mantener el equipo en buen estado | Jefes de zona, Administradores y Mayordomos. |

3. Contenido

3.1 Limpieza del equipo de fumigación

- Una buena limpieza de los equipos de fumigar es esencial.
- Esto evita riesgos de contaminación y asegura que el equipo esté listo para el próximo trabajo.
- El lavado y mantenimiento también ayuda a evitar taponamiento de boquillas.
- Toda actividad de limpieza y/o calibración del equipo de aplicación debe anotarse.

3.2 Revisión y acondicionamiento del equipo previo a la aplicación de plaguicidas

- Revise que el equipo de fumigación esté limpio
- Asegúrese que el equipo ha sido calibrado.
- Revise la etiqueta del producto por cualquier consejo o recomendación de limpieza que esta pudiera tener.
- Mezcle suficiente producto para el área a fumigar, pero que no sea demasiado.
- Identifique dónde y cuándo podrá limpiar el equipo.
- Elija en el área de cultivo un lugar conveniente donde se pueda fumigar el agua de lavado.
- Asegúrese de no exceder la máxima dosis recomendada por esta aplicación del agua de lavado.

3.3 Instrucciones al terminar la fumigación

- Asegúrese que el tanque del equipo de fumigación está totalmente vacío
- Limpie el equipo al final de cada día o jornada de trabajo. Si está aplicando por varios días el mismo producto, no será necesaria una limpieza completa.
- Use agua limpia para lavar los equipos de fumigación de forma minuciosa, siguiendo el procedimiento que adelante se detalla.
- Asegúrese que el equipo quede totalmente desaguado cuando finalice.
- No olvide limpiar el equipo por afuera con agua limpia.

3.4 Procedimiento para lavar equipos de fumigación

Los manuales de los equipos de fumigación y las etiquetas de los productos deben ser cuidadosamente leídos y revisados para conocer detalles sobre los procedimientos de limpieza y lavado de los mismos. Esto puede ser necesario para el caso de algunos equipos, o agroquímicos específicos.

1. Todo el equipo se debe lavar en el área de mezclas o cama biológica. Si se carece de esta área, el mejor lugar para lavar equipos de aspersión o fumigación es en un área no fumigada, al final del área o campo que está siendo tratado o fumigado. Si se realiza en otra parte asegúrese de que el lavado no corra a lugares como ríos, lagunas, pozos, o cualquier fuente de agua que pudiera contaminarse.
2. Los excedentes de producto que queden en el equipo deberán ser diluidos en al menos 10 partes de agua limpia y luego espárzalos en alguna parte del campo que fue fumigada, y que no se haya aplicado la máxima dosis recomendada por la etiqueta.
3. Aplique agua limpia dentro del tanque de la bomba, incluyendo la parte de arriba del tanque y la tapadera. Si el equipo cuenta con un tanque para enjuague de boquillas, siga las instrucciones del fabricante. Recircule el agua de enjuague dentro de la bomba, de manera que pase por todo el sistema por un tiempo mínimo de dos minutos.

4. Saque el agua de la bomba fumigándola en forma normal. Si está lavando el equipo en el campo, fumigue el agua en un área como se describió anteriormente.
5. Seguidamente quite los filtros y lávelos cuidadosamente en agua limpia con un cepillo suave. Luego colóquelos de nuevo.

3.5 Procedimiento para limpieza del tanque

Si el equipo cuenta con tanque para enjuague de boquillas:

1. Agregue agua limpia al tanque de la bomba hasta llegar a un cuarto del volumen del mismo (25%).
2. Agregue algún agente limpiador recomendado para descontaminar equipo de aspersión utilizando el porcentaje o dosis de dilución correcta de acuerdo al volumen del tanque.
3. En este momento ya no necesita agregar más agua.
4. Utilice el tanque de enjuague de boquillas y recircule el agua por espacio de dos minutos. Luego fumigue el contenido.
5. Lave la bomba por fuera con agua limpia. Se recomienda utilizar una manguera con agua a presión y un cepillo de cerdas suave.
6. Quite las boquillas y los filtros de las boquillas. Limpie estas partes con un cepillo suave. Coloque los filtros y las boquillas de nuevo.
7. Desagüe completamente el tanque de la bomba, y elimine todo resto de agua.

Si el equipo no cuenta con tanque para enjuague de boquillas:

1. Agregue agua limpia al tanque de la bomba hasta llegar a un cuarto del volumen del mismo (25%).

2. Agregue algún agente limpiador recomendado para descontaminar equipo de aspersión utilizando el porcentaje o dosis de dilución correcta de acuerdo al volumen del tanque.
3. Llene el tanque hasta el borde superior, recircule el agua por dos minutos y saque el contenido fumigándolo, como se describió en el punto 2.
4. Remueva la tapadera del tanque y repita el procedimiento pero sin utilizar el agente limpiador.
5. Lave la bomba por fuera con agua limpia. Se recomienda utilizar una manguera con agua a presión y un cepillo de cerdas suave.
6. Quite las boquillas y los filtros de las boquillas. Limpie estas partes con un cepillo suave. Coloque los filtros y las boquillas de nuevo.
7. Desagüe completamente el tanque de la bomba, y elimine todo resto de agua.

Nota: Algunos herbicidas deben ser desactivados con agentes basados en amonio, esto puede requerir dejar en reposo por un período corto (para esto deberá revisar la etiqueta) Nunca mezcle agentes limpiadores que contengan cloro y amonio.

3.5.9 Metodología para el control de la eficiencia de aplicaciones de herbicidas

La evaluación de herbicidas se puede realizar a través de métodos cualitativos o visuales, pero también a través de métodos cuantitativos. Ambos métodos tienen ventajas y desventajas, dependiendo de los objetivos del experimento. En la evaluación de la efectividad biológica de herbicidas, por lo general los métodos cualitativos ofrecen información confiable y suficiente para garantizar que los productos se desempeñen adecuadamente bajo condiciones de campo.

Los métodos cuantitativos son útiles para evaluar experimentos en donde se pretende demostrar que el control químico de malezas tiene algún efecto positivo en salvaguardar el rendimiento de los cultivos o en verificar los efectos tóxicos de los herbicidas sobre cultivos sensibles.

Los métodos cualitativos son, con la experiencia del evaluador, rápidos de aplicar, en tanto que los cuantitativos son costosos en tiempo y dinero.

En todo caso, métodos cualitativos y cuantitativos pueden complementarse para explicar los efectos de los herbicidas sobre malezas y cultivos, por lo que con frecuencia, técnicas de ambos métodos pueden ser empleadas en un mismo experimento de evaluación de herbicidas.

Para ello seguir los siguientes pasos:

1. Elaborar un protocolo para verificación de herbicidas.
2. Seleccionar el lugar o lugares donde se realizara el ensayo.
3. Establecer los ensayos
4. Ubicar cada una de las parcelas y las dosis a evaluar.
5. Evaluación de los herbicidas

5.1. Método de Evaluación

5.1.1. Método cualitativo

Son también llamados de evaluación visual, se han empleado ampliamente para evaluar el desempeño de herbicidas en campo, debido a su practicidad. Son

prácticos y muy útiles cuando el tamaño de los experimentos es grande o cuando existen varios ensayos. Estos métodos evalúan variables como el porcentaje de control y el grado de toxicidad de los herbicidas sobre el cultivo. Para ello se emplean escalas diversas.

ESCALAS APLICABLES

- Determinación de los porcentajes de cobertura total y por especie de malezas
En la estimación de la cobertura por especie de maleza en el testigo, se debe de estimar la cobertura de las malezas en porcentaje, de cada especie en el total del testigo, esto también se hace en el tratamiento.
- Calculando el porcentaje de control por especie de maleza
Ahora bien conocer los porcentajes de cobertura total de malezas por especie en el testigo y cada uno de los tratamientos, nos permite calcular el porcentaje de control de malezas en las parcelas con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Control} = \frac{\% \text{ Cobertura en testigo} - \% \text{ Cobertura en tratamiento}}{\% \text{ Cobertura de testigo}} \times 100$$

La suma de los porcentajes de control de las especies de maleza sobresalientes dará el porcentaje total de control mostrado por un herbicida en una parcela en particular.

6. Tabulación de datos

Escala lineal con intervalos constantes

Una escala muy ampliamente usada, es la escala porcentual de 0 a 100, en donde los intervalos entre clases aumentan en progresión aritmética, como se muestra en el cuadro 15A.

Cuadro 15A. Escala porcentual de clasificación de los niveles de control de malezas del 0 al 100.

| Puntaje | Descripción de las categorías principales | Descripción detallada |
|----------------|--|-------------------------------------|
| 0 | Sin efecto alguno | Sin control |
| 10 | Efectos ligeros | Control muy pobre |
| 20 | | Control pobre |
| 30 | | Control pobre a deficiente |
| 40 | Efectos moderados | Control deficiente |
| 50 | | Control deficiente a moderado |
| 60 | | Control moderado |
| 70 | Efectos severos | Control por debajo de satisfactorio |
| 80 | | Control satisfactorio a bueno |
| 90 | | Control muy bueno a excelente |
| 100 | Efecto completo | Control total |

7. Interpretación de resultados.

El porcentaje de control mínimo aceptable está en función de la cobertura máxima aceptable o permisible en una condición de producción específica. Por ejemplo, si la cobertura máxima aceptable fuese de 10%, entonces los porcentajes de control aceptables estarían por encima del 80%, en tanto que, si el porcentaje de cobertura máxima aceptable fuese de 20%, entonces el porcentaje de control aceptable sería menos del 80%.

8. Análisis de la información

9. Redacción de informe final

3.5.10 Procedimiento para la preparación del suelo

1. Propósito y alcance

- Conocer los pasos a seguir para la preparación del suelo en áreas para siembras nuevas o resiembras.

2. Contenido

La caña de azúcar es una planta perenne y su vida económica se prolonga durante varios ciclos ya que permite cinco cortes (socas) o más, beneficio que se obtiene con una buena preparación del terreno.

La secuencia de las labores para la preparación y adecuación de tierras se describe a continuación:

2.1. Levantamiento Topográfico

El plano topográfico debe incluir las vías internas de la finca, la localización de los cercos, el casco de la finca y la posición de la fuente de abastecimiento de agua, así también los bosques.

2.2. Limpieza

Consiste en eliminar los desechos de los cultivos diferentes a la caña o en la destrucción de las cepas viejas, en caso de renovación.

2.3. Nivelación

Se debe efectuar en época seca, siguiendo la conformación natural del terreno y con un desnivel de 2 por mil, el cual permite un control eficaz del agua superficial, tanto para fines de desagüe como de riego. Se emplean para esto tractores y niveladoras.

2.4. Subsulado

El objetivo principal es romper y fragmentar las capas de tierra impermeables que se van formando en las tierras cultivadas, especialmente con este cultivo por el tamaño y peso de la maquinaria de cosecha, para mejorar el drenaje interno y la aireación del suelo. Se recomienda hacerla a una profundidad de 50 a 60 cm y una separación entre cortes de 1.50 metros.



Figura 40A. Subsolador.

2.5. Arado

Esta labor persigue romper y voltear la capa arable del terreno, a una profundidad de 25 cm en suelos poco profundos y de 35-40 cm en suelos profundos, se debe efectuar en época seca, con arados de disco o vertedera o también con rastras pesadas tipo Rome.



Figura 41A. Arado de discos.



Figura 42A. Rastra tipo rome.

2.6. Rastra

Se utiliza para cortar, desterronar y voltear el suelo, hasta mullirlo, así como para destruir e incorporar los residuos de cosecha. Se aconseja una o dos pasadas de rastra, utilizando varios discos deben impedirse el afinamiento excesivo del suelo, especialmente en lugares con mucho viento pues provoca erosión.



Figura 43A. Rastra.

2.7. Surcado

Los surcos si las condiciones y la topografía del terreno lo permiten, deben ser trazados con gradientes de 1 a 2 % en líneas rectas o en contorno. Los surcadores trabajan a una profundidad aproximada de 25 – 30 cm y la tierra que desplaza hacia los lados forma un camellón que van entre los surcos.

La semilla se coloca en el fondo del surco y a una distancia de 1.50 m entre surcos, dependiendo de la topografía del terreno.

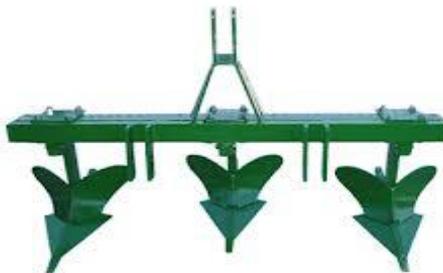


Figura 44A. Surcador.



Figura 45A. Jornalero en siembra de caña.

3.5.11 Procedimiento cálculo de dureza del agua

1. Propósito y alcance

- Comprobar la dureza del agua cada vez que se realice una aplicación ya sea de herbicidas, madurantes, etc., que garantice una buena aplicación.

2. Responsabilidad y autoridad

| Puesto de trabajo | Responsabilidades | Autoridades |
|-------------------|---|---------------------------------|
| Mayordomos | Realizar este análisis y llevar un registro | Jefes de Zona y Administradores |

3. Definiciones

3.1. La dureza del Agua: es una medida de la concentración de Ca y Mg, expresada en términos de concentración de Carbonato de Calcio (CaCO_3).

3.2. Ca = Calcio; Mg= Magnesio

4. Contenido

La dureza del Agua es una medida de la concentración de Ca y Mg presentes en solución y es expresada en términos de concentración de Carbonato de Calcio (CaCO_3), por lo que antes de realizar una aplicación de productos químicos (herbicidas, madurantes, etc.) tomar en cuenta lo siguiente:

- Se debe de tomar un litro del agua que se desea conocer la dureza.
- El agua se debe de coleccionar en un recipiente completamente limpio, libre de contaminantes, materia orgánica o cualquier material. Por facilidad se recomienda tomar la muestra en recipiente plástico, pero igualmente se puede utilizar un recipiente de vidrio.
- Lavar el recipiente en él se pondrá la muestra con la misma agua que se va a muestrear, tirar esa agua y volver a llenar el recipiente.
- Luego de llenar el recipiente, se toman 5 ml (cc) en un recipiente de plástico, el cual se lava de la misma forma que el anterior.

- e) A los 5 ml de agua agregarle 5 gotas de solución buffer, agitar bien, luego aplicar 1 gota de indicador, agitar bien; luego utilizando una jeringa de 1ml se llena con solución, luego esta se va titulando en los 5 ml de agua hasta que este cambie de una tonalidad violeta a coloración azul, al llegar a esta coloración se llega a calcular la dureza del agua.



Figura 46A. Aplicación de solución buffer a la muestra de agua.



Figura 47A. Coloración de la muestra ya aplicado el indicador.



Figura 48A. Titulación de muestra con corrector de dureza.



Figura 49A. Muestra neutralizada por la titulación.

- Luego se calcula la dureza del agua:
 $cc \cdot 300 = ppm \rightarrow$ da la dureza del agua.
- Seguido se aplica según la dureza se calcula lo siguiente:
 $ppm / 220 =$ gramos de corrector de dureza (pentamins)
Estos son gramos por cada litro de agua para la mezcla, se debe de aplicar esta cantidad a la solución al agua para la mezcla de producto químico.
- Se recomienda realizar este análisis cada vez que se lleve agua de diferentes fuentes para realizar las aplicaciones en general pues si no se le baja la dureza al agua se reduce la efectividad de los plaguicidas debido a que el Ca reacciona con moléculas de ingrediente activo del material disuelto cambiando su forma y disminuyendo su efectividad.
- Es recomendable también hacerlo cuatro veces al año, al inicio y final del verano, así como al inicio y final.