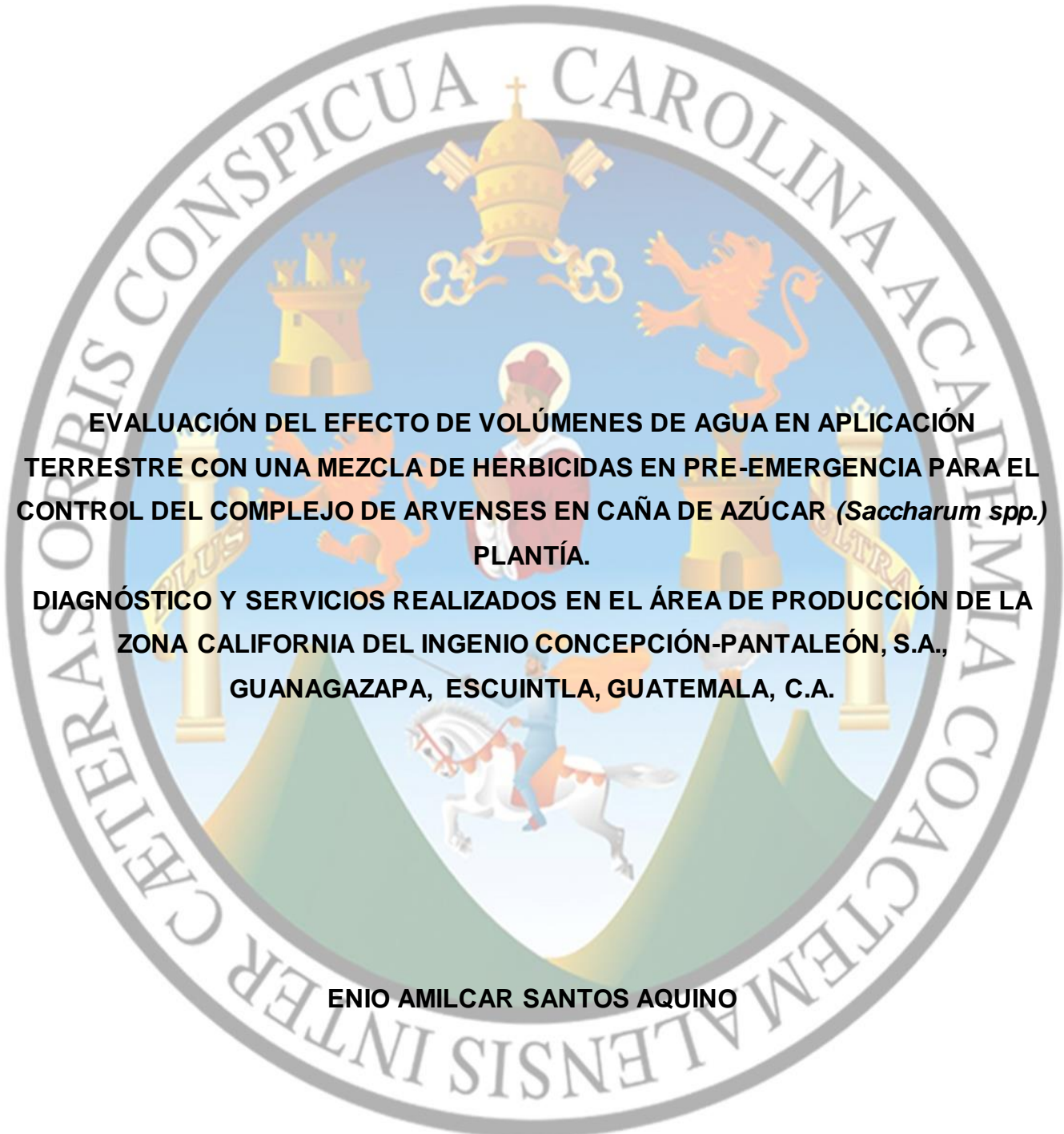


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**ÁREA INTEGRADA**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a blue background. At the top of the shield is a golden crown with a cross on top. Below the crown are two golden lions rampant. In the center of the shield is a figure of a saint, likely St. Charles, wearing a red and white robe and a red hat, riding a white horse. The shield is flanked by two golden columns. The entire shield is set against a light blue background. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CAETERAS ORBIS CONSPICUA" in a serif font.

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE VOLÚMENES DE AGUA EN APLICACIÓN TERRESTRE CON UNA MEZCLA DE HERBICIDAS EN PRE-EMERGENCIA PARA EL CONTROL DEL COMPLEJO DE ARVENSES EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) PLANTÍA.**

**DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA ZONA CALIFORNIA DEL INGENIO CONCEPCIÓN-PANTALEÓN, S.A., GUANAGAZAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

**ENIO AMILCAR SANTOS AQUINO**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE VOLÚMENES DE AGUA EN APLICACIÓN  
TERRESTRE CON UNA MEZCLA DE HERBICIDAS EN PRE-EMERGENCIA PARA EL  
CONTROL DEL COMPLEJO DE ARVENSES EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*)  
PLANTÍA.**

**DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA  
ZONA CALIFORNIA DEL INGENIO CONCEPCIÓN-PANTALEÓN, S.A.,  
GUANAGAZAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

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

**POR**

**ENIO AMILCAR SANTOS AQUINO**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019**



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

**RECTOR**

**ING. M. Sc. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>P. Agr. Marlon Estuardo González Álvarez</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>Br. Sergio Wladimir González Paz</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria</b>

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019**



Guatemala, noviembre de 2019

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación: **“Evaluación del efecto de volúmenes de agua en aplicación terrestre con una mezcla de herbicidas en pre-emergencia para el control del complejo de arvenses en caña de azúcar (*Saccharum spp.*) plantía, diagnóstico y servicios realizados en el área de producción de la zona California del Ingenio Concepción-Pantaleón, S.A., Guanagazapa, 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”**



**Enio Amilcar Santos Aquino**



## **ACTO QUE DEDICO**

### **A DIOS:**

Por ser el que ha estado a mi lado en cada uno de los momentos de mi carrera y de mi vida, el que me ha dado la fuerza, sabiduría e inteligencia y su misericordia me ha permitido alcanzar cada una de las metas propuestas. El único que me ha enseñado lo que es la bondad, amor, esperanza y humildad al lado de una gran familia como en la que me permitió nacer, por eso y muchas cosas más, siempre diré; todo se lo debo a Él.

### **A MI MADRE:**

Damaris Cecivel Aquino Meléndez, mi seño, mujer incomparable, la que me ha enseñado que nada tiene límites, la que me ha demostrado el verdadero significado de la palabra amor, experiencias innumerables a tu lado, eres parte fundamental en mi vida sin lugar a duda y por eso mismo eres parte de este logro tan importante en esta etapa de mi vida y espero seas parte de los muchos que están por venir, te amo Mami.

### **A MI PADRE:**

Enio Amilcar Santos Alfaro, Quirri, sos parte de las bases que fueron cimentadas para formarme el profesional y hombre tal cual soy ahora, hombre que me enseñó el significado de valentía, amor, sacrificio y humildad ante todo. Por eso y muchas cosas más te hago parte de este logro tan importante y no quiero que sea hasta acá, espero que estés presente en cada uno de los que están por venir, te amo Quirri.

### **A MI HERMANA:**

Damaris Josabet Santos Aquino, seca, desde una muy corta edad me enseñaste el coraje, valor y la tenacidad con la que enfrentas cada una de las situación en la vida, con tu ejemplo me enseñaste a no darme por vencido, gracias por cada uno de ellos. Por eso y todas las experiencias que hemos tenido juntos, te hago parte importante de este logro, te amo hermana.



**A MIS ABUELOS:** Eva Meléndez, Elías Aquino, Francisca Alfaro, Carlos Santos, gracias por estar presentes en diversas situaciones de mi vida personal como académica, apoyándome en lo material, moral y espiritual. Agradezco los valores que fueron inculcados a mis padres los cuales fueron parte fundamental para formarme, a pesar de las diversas situaciones y muchas veces la distancia, les digo que los llevo presente a donde quiera que vaya, siendo ustedes los principales autores y las raíces de lo que me he convertido.

**A MIS FAMILIARES:** A mi tía Fabiola su esposo Osmar, tía Vilma, tía Sucely, tío Carlos, gracias por su apoyo moral, espiritual y material en cada una de las etapas de mi carrera. Así mismo a cada uno de mis primos y primas que de una u otra manera aportaron un granito de arena para llegar a obtener este logro.



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A LA FAUSAC Y USAC**

Universidad que me abrió las puertas para poder dar mis primeros pasos para cumplir lo que en algún momento era solo un sueño, a mi alma Mater, mi casa de estudios, por albergarme toda mi etapa de formación académica, por permitirme adquirir conocimientos de cada uno de los y las que fueron mis catedráticos, por permitirme conocer a gente tan maravillosa en todo este tiempo, gente que ha mostrado una verdadera amistad, que ha estado presente tanto en buenos y malos momentos, experiencias únicas que en ningún otra lugar se podrán volver a vivir, tales que a muchas de esas amistades se puede considera como familia, gracias por tanto Facultad de Agronomía.

### **A MIS SUPERVISORES Y ASESORES**

Dr. Marco Vinicio Fernández por todo el apoyo brindado desde mi etapa de EPS, en ser guía en la formación de mi documento de investigación, por las correcciones y sugerencias realizadas.

Al Ing. Agr. Manuel Martínez gracias el apoyo que me brindo como asesor de investigación, por compartir sus conocimientos en sus área de especialidad incluso desde cuando era estudiante.

Inga. Agra. Angelita Montejo por tomarse ese tiempo para poder revisar, corregir y apoyarme en cada una de mis dudas durante mi etapa de formación profesional, desde que fue mi auxiliar de catedra hasta asesora de investigación.

### **A MIS AMIGOS**

Amigos gracias por tanto, gracias por cada momento y experiencias que me permitieron compartir con cada uno de ustedes, tanto en asuntos personales, académicos y porque no decirlo en momento de alegría.

A David Chali, Rafael García, Fredy Cruz, Luis Chacón, Leonel Navas, Hugo Escobar, Estiben Ajuchan, Luis Miranda, gracias por todo el apoyo brindado, porque siempre estuvieron para tenderme una mano, enseñándome así el valor de la amistad.

A Johnny Patal, José Ramírez, Kenneth Loarca, por el apoyo en el momento menos esperado, porque me dieron palabras de aliento en el momento justo.



Quiero agradecer a Milvian Batz, Brixia Martínez, Venuz López, Tairi Barrera, Fernanda Rosales, Yadira Miranda, por brindarme una amistad pura y sincera, por aguantarme todo este tiempo, espero esta amistad siga y no tenga fecha de caducidad.

A Edin Morales, Kevin López, Rómulo Camposeco, por esa amistad que se formó cuando aún éramos estudiantes, por el apoyo brindado y ese conocimiento que compartieron conmigo en el momento que más lo necesite.

Un agradecimiento especial a Lucia Contreras, por tantos años de amistad, por apoyarme en cada una de mis situaciones, por tantos momentos agradables que compartimos, por ser la persona que siempre estuvo para escucharme cuando más lo necesite.

## **PERSONAS QUE ME HAN APOYADO**

A la familia Leal Gaitán por todo el apoyo moral, material y espiritual desde el inicio de mi ejercicio profesional supervisado (EPS) hasta el día de hoy, por abrir las puertas de su hogar y brindar una amistad sincera.

Al pastor Edgar Gonzales (QEPD), Pastora Miria Méndez por todo el apoyo brindado durante mi formación como el profesional que ahora soy, gracias por estar siempre al cuidado y pendiente de mí, no importando el lugar y hora.

Al Ing. Agr. Mario Mayen, por su valiosa amistad, tiempo y asesoría técnica brindada en la investigación de campo realizada, como el apoyo con los recursos materiales.

## **A LA COORPORACION PANTALEÓN, S.A.**

Por abrirme las puertas para poder realizar mi ejercicio profesional supervisado (EPS) y poder así concluir una etapa más de mi carrera como Ingeniero Agrónomo.

Al Ing. Marco Tanchez, por el apoyo brindado en cada etapa que desarrolle de mi ejercicio profesional supervisado (EPS) en la zona California, la cual estaba bajo su cargo.

A la vez por permitirme conocer a gente con características especiales que se quedaron guardadas en mi corazón.

Agradezco especialmente Danilo Medinilla (el primo), Oswaldo Contreras (kisha), Byron Reyes (canche), Wilson López (colocho), Juan Carlos Martínez (el viejo), por ser personas que me demostraron una amistad tan pura y sincera, por apoyarme en cada una de las etapas de mi ejercicio profesional supervisado (EPS), por sus consejos y compartir de sus conocimientos los cuales fueron y siguen siendo de utilidad, pero lo más valioso de todo esto es la amistad que queda.





## ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
<b>RESÚMEN .....</b>	<b>VII</b>
<b>CAPÍTULO I, DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA ZONA CALIFORNIA DEL INGENIO CONCEPCÓN-PANTALEÓN, S.A., GUANAGAZAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A. ....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 PRESENTACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos .....	4
<b>1.3 METODOLOGÍA .....</b>	<b>5</b>
1.3.1 Conocer la estructura del departamento de producción a donde pertenece la zona California y sus funciones.....	5
1.3.2 Describir las actividades que se realizan en la zona California .....	5
1.3.3 Identificar los diferentes problemas de la zona California .....	5
1.3.4 Priorizar la problemática encontrada .....	5
<b>1.4 RESULTADOS.....</b>	<b>6</b>
1.4.1 Localización de la zona California.....	6
1.4.2 Que es la industria azucarera .....	7
1.4.3 Que es la Corporación Pantaleón.....	7
1.4.4 Organización del departamento de producción de zona California.....	10
1.4.5 Estructura organizacional del departamento de producción a donde pertenece zona California.....	12
1.4.6 Actividades que se realizan en zona California .....	15
1.4.7 Coordinación de maquinaria .....	17
1.4.8 Uso de los recursos ambientales .....	18
1.4.9 Análisis de resultados .....	18
<b>1.5 CONCLUSIONES.....</b>	<b>23</b>
<b>1.6 BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO II, EVALUACIÓN DEL EFECTO DE VOLÚMENES DE AGUA EN APLICACIÓN TERRESTRE CON UNA MEZCLA DE HERBICIDAS EN PRE-EMERGENCIA PARA EL CONTROL DEL COMPLEJO DE ARVENSES EN CAÑA DE AZÚCAR (<i>saccharum spp.</i>) PLANTÍA, EN FINCA CALIFORNIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1 PRESENTACIÓN.....</b>	<b>27</b>

<b>2.2</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>29</b>
2.2.1	Marco conceptual.....	29
2.2.2	Marco referencial .....	32
<b>2.3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>42</b>
2.3.1	Objetivo general.....	42
2.3.2	Objetivos específicos .....	42
<b>2.4</b>	<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>42</b>
<b>2.5</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>43</b>
2.5.1	Efecto en la aplicación pre-emergente de cinco volúmenes de agua.....	43
2.5.2	Parámetros para el control de porcentaje.....	44
2.5.3	Determinación de días control.....	44
2.5.4	Determinación de costos por día-control por tratamiento .....	44
2.5.5	Análisis comparativo de los costos entre el volumen convencional vs el mejor tratamiento obtenido.....	45
2.5.6	Factor de estudio .....	45
2.5.7	Diseño experimental.....	45
2.5.8	Unidad experimental .....	46
2.5.9	Croquis de campo.....	46
2.5.10	Unidad de muestreo .....	47
2.5.11	Descripción de los tratamientos.....	48
2.5.12	Unidad de muestreo .....	49
2.5.13	Manejo del experimento.....	49
<b>2.6</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>52</b>
2.6.1	Evaluación de los volúmenes de agua.....	52
2.6.2	Determinación de los días control para cada uno de los tratamientos .....	67
2.6.3	Determinación de costos por día-control para cada uno de los tratamientos.....	68
2.6.4	Análisis comparativo de los costos entre el volumen del testigo relativo vrs el volumen del mejor tratamiento obtenido.....	69
<b>2.7</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>2.8</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>2.9</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>75</b>
<b>2.10</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>77</b>

<b>CAPÍTULO III, INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN ZONA CALIFORNIA DEL INGENIO CONCEPCIÓN-PANTALEÓN, S.A., GUANAGAZAPA, ESCUINTA, GUATEMALA, C.A.</b> .....	<b>79</b>
<b>3.1 PRESENTACIÓN</b> .....	<b>81</b>
<b>3.2 ÁREA DE INFLUENCIA</b> .....	<b>82</b>
<b>3.3 OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>82</b>
<b>3.4 SERVICIOS PRESTADOS</b> .....	<b>83</b>
3.4.1 Manejo de maquinaria, equipo agrícola y automatización de control .....	83
3.4.2 Apertura de centro de acopio para equipo de protección personal (EPP) y destino de equipo en mal estado.....	89
<b>3.5 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>95</b>

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del casco principal de la zona California. ....	6
Figura 2. Caña de azúcar molida (millones de toneladas métricas). ....	10
Figura 3. Diagrama de jerarquía del departamento de producción. ....	10
Figura 4. Estructura organizacional del departamento de producción. ....	13
Figura 5. Mapa de la zona California. ....	14
Figura 6. Árbol de problemas de logística y coordinación de maquinaria. ....	19
Figura 7. Árbol de problemas del control y manejo de desechos sólidos y equipo de protección personal en estado de desecho. ....	19
Figura 8. Árbol de problemas de manejo de recurso agua y su utilización inadecuada. ....	20
Figura 9. Mapa de ubicación del casco de finca California. ....	32
Figura 10. Representación de los estratos altitudinales de la zona cañera de Guatemala. ....	33
Figura 11. Mapa de agrupación de órdenes de suelo de la zona cañera de la costa sur de Guatemala. ....	36
Figura 12. Medidas de altura y ancho de cobertura en la aplicación. ....	38
Figura 13. Bomba de mochila para aplicación. ....	41
Figura 14. Boquilla Teejet TQ. ....	41
Figura 15. Marco utilizado para medir porcentaje de cobertura. ....	43
Figura 16. Croquis de campo con tratamientos aleatorizados. ....	46
Figura 17. Croquis de parcela bruta y neta. ....	47
Figura 18. Diagrama de barras para el porcentaje de cobertura de arvenses a las dos semanas después de la aplicación. ....	53

**PÁGINA**

Figura 19. Diagrama de barras para el porcentaje de cobertura de arvenses de los tratamientos a las cuatro semanas después de la aplicación. ....	56
Figura 20. Diagrama de barras para el porcentaje de cobertura de los tratamientos a las cinco semanas después de la aplicación. ....	59
Figura 21. Diagrama de barras para el porcentaje de cobertura de cada uno de los tratamientos a las seis semanas después de la aplicación. ....	61
Figura 22. Diagrama de barras para el porcentaje de cobertura de arvenses a las seis y media semanas después de la aplicación. ....	64
Figura 23. Valores de las medias obtenidas de cada tratamiento en el tiempo. ....	65
Figura 24. Diagrama de barras del costo total por aplicación/turno, expresado en quetzales. ....	70
Figura 25. Diagrama de barras del costo total por hectárea aplicada. ....	71
Figura 26. Diagrama de barras del costo total por hectárea por día control. ....	72
Figura 27. Mapa de ubicación del casco principal de la finca California. ....	82
Figura 28. Parte frontal del centro de acopio. ....	91
Figura 29. Materiales con sus rótulos. ....	92
Figura 30. Toneles implementados para el depósito de desechos sólidos. ....	92
Figura 31. Rotulación al centro de acopio. ....	93
Figura 32. Proceso de recolección y selección de materiales y equipo de protección personal en condiciones de desecho. ....	94

**ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Escala de valor de comparación. ....	21
Cuadro 2. Matriz de análisis de pares. ....	21
Cuadro 3. Puntajes obtenidos para cada uno de los factores. ....	21
Cuadro 4. Características climáticas de cada estrato de la zona cañera. ....	34
Cuadro 5. Productos y dosis de cada una de las mezclas utilizadas por tratamiento. ....	37
Cuadro 6. Datos obtenidos del análisis estadístico de las pruebas de la práctica cosecho-aplico. ....	38
Cuadro 7. Parámetro de control de porcentaje utilizado en cada muestreo. ....	44
Cuadro 8. Tipos de boquilla y volúmenes de agua utilizados por cada uno de los tratamientos. ....	45
Cuadro 9. Identificación de cada tratamiento en el croquis en base al color asignado. ....	46
Cuadro 10. Descripción de los tratamientos, en base a su volumen de agua, boquilla y producto utilizado. ....	48

**PÁGINA**

Cuadro 11. Porcentaje de cobertura de arvenses a las dos semanas después de aplicado. ....	52
Cuadro 12. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura a las dos semanas después de la aplicación. ....	53
Cuadro 13. Porcentaje de cobertura de arvenses a las cuatro semanas después de aplicado. ....	54
Cuadro 14. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura a las cuatro semanas después de la aplicación. ....	55
Cuadro 15. Porcentaje de cobertura de arvenses a las cinco semanas después de aplicado. ....	57
Cuadro 16. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura a las cinco semanas después de aplicación. ....	58
Cuadro 17. Prueba de medias para el porcentaje de cobertura a las cinco semanas después de la aplicación. ....	58
Cuadro 18. Porcentaje de cobertura de arvenses a las seis semanas después de aplicado. ....	60
Cuadro 19. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura a las seis semanas después de la aplicación. ....	61
Cuadro 20. Porcentaje de cobertura de arvenses a las seis y media semanas después de aplicado. ....	62
Cuadro 21. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura de arvenses a las seis y media semana semanas después de la aplicación. ....	63
Cuadro 22. Prueba de medias para el porcentaje de cobertura de arvenses a las seis y media semanas después de la aplicación. ....	63
Cuadro 23. Descripción de porcentaje de cobertura y los días control de cada tratamiento. ....	67
Cuadro 24. Descripción de costos totales para el cálculo de costo de día control por cada tratamiento. ....	68
Cuadro 25. Descripción de costos entre el volumen del testigo relativo vrs el mejor tratamiento obtenido. ....	69
Cuadro 26A. Formato para la toma de datos en campo, por bloque. ....	77
Cuadro 27. Inventario de maquinaria e implementos agrícolas. ....	86
Cuadro 28. Control de registros de información de maquinaria y equipos agrícolas de zona California. ....	88
Cuadro 29. Formato para reporte de daños de maquinaria e implementos agrícolas. ....	88
Cuadro 30. Formato para el control de equipo de protección personal (EPP) y otros materiales de desecho. ....	93



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE VOLÚMENES DE AGUA EN APLICACIÓN TERRESTRE CON UNA MEZCLA DE HERBICIDAS EN PRE-EMERGENCIA PARA EL CONTROL DEL COMPLEJO DE ARVENSES EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) PLANTÍA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA ZONA CALIFORNIA DEL INGENIO CONCEPCIÓN-PANTALEÓN, S.A., GUANAGAZAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

**RESUMEN**

El presente trabajo de graduación se encuentra integrado por tres capítulos principales, los cuales son: Diagnóstico, Investigación y Servicios. Cada uno de ellos fue desarrollado durante el periodo que duro el ejercicio profesional supervisado de la Facultad de Agronomía (EPSA), el cual fue realizado en la en la zona California perteneciente al Ingenio Concepción-Pantaleón, S.A., dicha zona se encuentra ubicada en el municipio de Guanagazapa, Escuintla, en el kilómetro 89 carretera a Taxisco, a un costado de la cinta asfáltica.

La administración de la zona California corresponde al departamento de producción, donde su principal función es producir caña de azúcar de calidad, englobando así todas las labores requeridas para el buen manejo de cultivo, ya que estas deben de realizarse de acuerdo a protocolos establecidos según parámetros del mismo ingenio. Dando como resultado la integración y secuencia lógica de estas, una producción de caña de azúcar de calidad, es decir con todas las características deseables para obtener los rendimientos de azúcar por tonelada de caña proyectados.

En el diagnóstico realizado se conoció el personal que conforman la zona California, su estructura jerárquica y las atribuciones que tiene cada uno de ellos dentro de la zona. También se identificaron problemáticas principales con el fin de darles solución durante el periodo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), las problemáticas identificadas fueron: la falta de logística, registro y coordinación para la utilización de maquinaria, control y manejo de desechos sólidos y equipo de protección personal en mal estado, mal manejo del recurso agua y la utilización inadecuada, todas estas fueron analizadas por medio de una matriz de análisis de pares.

La investigación realizada consistió en la evaluación de diferentes volúmenes de agua por medio de un tipo de boquilla específico para cada uno, en aplicación terrestre en donde no solamente se pretendió mejorar y demostrar la eficiencia de la aplicación a bajos volúmenes, sino que también reducir la contaminación al medio ambiente, velando a la vez por el cuidado del agua, que es un recurso escaso en la actualidad.

Por lo tanto de los cinco tratamientos aplicados se determinó que, el tratamiento uno (20 L/ha de agua), utilizando una mezcla de los productos; Fist 45.6 CS a una dosis de 3.5 L/ha, Zafrero 50 SC a una dosis de 2.5 L/ha, Elimina 60 a una dosis de 1 L/ha y Silkawet Extra a una dosis de 0.43 L/ha, aplicado con una boquilla TQ 15001, fue el mejor, manteniendo un control hasta las 6.5 semanas con una media de 7.75 % de cobertura de plantas arvenses, manteniéndose por debajo del 50 % de cobertura, que era el permitido según el parámetro utilizado, además utilizando este tratamiento se pudo ahorrar el 33 % del costo de una aplicación convencional.

Los servicios realizados en la zona California, se originaron en los resultados obtenidos del diagnóstico de la misma. Viéndose así la necesidad de solucionar la problemática con el ordenamiento y control de maquinaria e implementos agrícolas como el manejo y control de materiales y equipos de protección personal para desecho y reciclaje.

Otro servicio realizado fue la implementación de controles y registros los cuales han pasado a formar parte importante en las bases de datos de la zona California, siendo estos primordiales para obtener información en el cálculo de eficiencias, principalmente. Por tal motivo se creó un formato de control que permite llevar este tipo de información con mayor detalle.

Formando parte de este mismo proceso, el control de reporte de maquinaria dañada, permitiendo facilitar las gestiones para la reparación de las mismas. Esto permitía mejorar eficiencias y no retener las labores por falta de maquinaria. Para realizar el proceso de reporte y reparación fue necesario tener información de fácil acceso, con especificaciones y fundamentales de cada maquinaria e implementos, esto se logró mediante la creación de inventarios y la actualización constante de los mismos.

Con base a la ausencia de control de desechos sólidos y equipo de protección personal (EPP) en mal estado, se vio la necesidad de la creación de un centro de acopio para el control de equipo de protección personal (EPP) y destino de equipo en mal estado, siendo este el centro de recepción de estos materiales, como parte de la solución y mejora al problema, se crearon formatos de control de los materiales, así como una metodología para la recepción de los mismos, generando así un ordenamiento y cultura no solamente en las personas involucradas sino para todos los colaboradores de la zona California.







**CAPÍTULO I**  
**DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA ZONA CALIFORNIA DEL**  
**INGENIO CONCEPCIÓN-PANTALEÓN, S.A., GUANAGAZAPA, ESCUINTLA,**  
**GUATEMALA, C.A.**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019**



## 1.1 PRESENTACION

El presente diagnóstico fue realizado en la zona California perteneciente al Ingenio Concepción-Pantaleón, dicha zona se encuentra ubicada en el municipio de Guanagazapa, Escuintla, en el kilómetro 89 carretera a Taxisco, a un costado de la cinta asfáltica.

La administración de la zona California corresponde al departamento de producción en donde su principal función producir caña de azúcar de calidad, englobando así todas las labores requeridas para el buen manejo de cultivo, como las buenas practicas presentando el peso y grados de azúcar requeridos, principalmente.

El tener el conocimiento de la estructura jerárquica del departamento de producción es de vital importancia, ya que sabiendo esto se pueden realizar gestiones y hacer más eficientes los procesos al momento de saber a quién acudir, tomando en cuenta que cada uno es responsable de uno o varios procesos en específico.

Cada una de las labores para el manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar juegan un papel importante, ya que estas se tienen que realizar en el momento y de la forma exacta como están estipuladas según parámetros de certificación establecidos. Dando como resultado la integración y secuencia lógica de estas una producción de caña de azúcar de calidad, es decir con todas las características deseables para obtener los rendimientos de azúcar por tonelada de caña proyectados.

Como en toda empresa siempre existen problemas, se encuentran debilidades o problemáticas por resolver, siendo estas causantes de ineficiencia, falta de control e inclusive pérdidas. En el diagnóstico realizado identificaron 3 problemáticas, siendo estas: la falta de logística, registró y coordinación para la utilización de maquinaria, control y manejo de desechos sólidos y equipo de protección personal en mal estado, mal manejo del recurso agua y la utilización inadecuada, todas estas fueron analizadas por medio de una matriz de análisis de pares, con el fin de poder darle un orden de priorización a cada una de ellas.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo general**

Conocer la situación actual de la zona California e identificar las principales problemáticas con el fin de mejorar la situación de la zona.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Conocer la estructura del departamento de producción a donde pertenece la zona California y sus funciones.
2. Describir las actividades que se realizan en la zona California.
3. Identificar los diferentes problemas de la zona California.
4. Priorizar la problemática encontrada.

### **1.3 METODOLOGÍA**

Los pasos y metodologías que se llevaron a cabo para realizar el diagnóstico fueron las siguientes:

#### **1.3.1 Conocer la estructura del departamento de producción a donde pertenece la zona California y sus funciones**

Para conocer la estructura del departamento se siguieron los pasos siguientes:

- Se acudió al área administrativa del ingenio Concepción.
- Se proporcionó el orden jerárquico de cada puesto.
- Se describieron las funciones de cada puesto.

#### **1.3.2 Describir las actividades que se realizan en la zona California**

Para obtener esta información se acudió a cada una de las personas que se encuentran involucradas con las diferentes actividades, mediante la integración de cada una de ellas se logran los objetivos establecidos.

#### **1.3.3 Identificar los diferentes problemas de la zona California**

Para este análisis se realizaron árboles de problemas, permitiendo así identificar los problemas principales con sus causas y efectos, creando objetivos claros y prácticos.

#### **1.3.4 Priorizar la problemática encontrada**

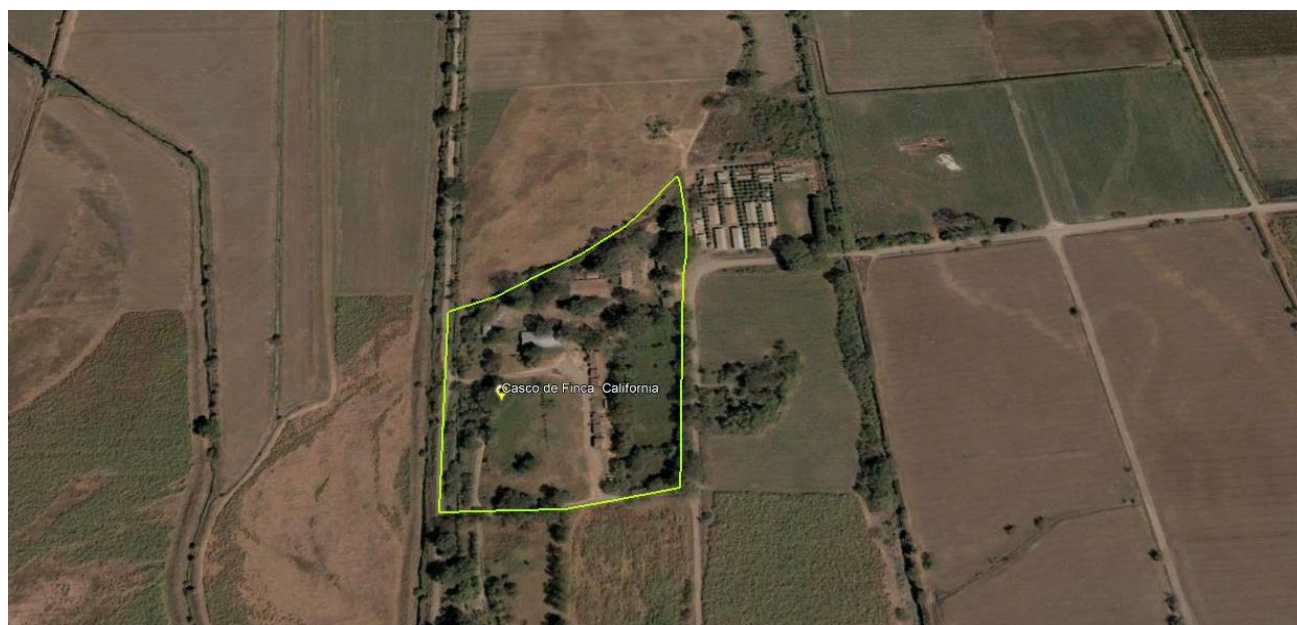
Para la priorización de la problemática encontrada se empleó una matriz de análisis de pares, comparando así los factores de interés identificados.

## 1.4 RESULTADOS

### 1.4.1 Localización de la zona California

La zona 11 California, pertenece al total de zonas que posee dicho ingenio, y está localizada en el municipio de Guanagazapa, del departamento de Escuintla. El acceso a la finca es por la carretera a la frontera al Salvador CA2 situada en el kilómetro 89 a un costado de la cinta asfáltica (Pantaleón, 2018).

La zona tiene como colindantes hacia el Sur, el municipio de Iztapa, al Este con el departamento de Santa Rosa, al Oeste con el municipio de Masagua y al Norte con el municipio de Escuintla. La zona cuenta con una extensión total de 5,023 ha, la figura del casco del a finca fue obtenida de Google Maps.



Fuente: elaborado con base a Google Maps, 2018.

Figura 1. Mapa del casco principal de la zona California.

### **1.4.2 Que es la industria azucarera**

Guatemala, es uno de los principales productores de azúcar a nivel mundial, siendo así una fuente generadora principal de divisas para el país. Actualmente se cuenta con 12 ingenios activos, estos a su vez juntamente con cinco organizaciones más contribuyen al desarrollo del país, ayudando a más de medio centenar de municipios los cuales conforman la región azucarera (ASAZGUA, 2018).

Los 12 ingenios generan alrededor de 350,000 empleos directos e indirectos en época de Zafra. De esa suma, 35,000 empleos corresponden a cortadores de caña (ASAZGUA, 2018).

### **1.4.3 Que es la Corporación Pantaleón**

Es una organización agroindustrial, dedicada al procesamiento responsable de caña de azúcar para la producción de azúcar, mieles, alcoholes y energía eléctrica (Pantaleón, 2018).

Dicha corporación cuenta con más de 165 años de operación, lo cual les ha permitido posicionarse como líderes en producción de azúcar en Centro América y entre los diez grupos azucareros más importantes de Latinoamérica (Pantaleón, 2018).

#### **A. Misión**

Promover el desarrollo transformando recursos responsablemente (Pantaleón, 2018).

#### **B. Visión**

Para el año 2030, ser una de las 10 organizaciones más importantes a nivel mundial dentro de la industria azucarera y productos relacionados (Pantaleón, 2018).

#### **C. Estructura de la Corporación Pantaleón**

La corporación Pantaleón, S.A., se encuentra conformada por diversas áreas o gerencias las cuales en su integración cumplen con los requerimientos y metas que tiene trazada la empresa, entre las cuales está:

- Gerencia agrícola.
  - Gerencia industrial.
  - Gerencia financiera.
  - Gerencia de informática.
  - Gerencia administrativa.
  - Gerencia de recursos humanos.
- (Pantaleón, 2018).

#### **D. Productos elaborados en Corporación Pantaleón**

Como producto principal se genera la azúcar, pero a partir de la caña de azúcar, se produce y se comercializa subproductos que complementan el desarrollo portafolio de la corporación (Pantaleón, 2018).

De las cuales se tiene:

##### **a. Azúcar**

Refino, Moreno, Blanco 150, Blanco 250, Blanco 300, Blanco Estándar, Crudo.

##### **b. Alcohol**

Alcohol Hidratado, Alcohol Neutro, Alcohol Anhidro.

##### **c. Mieles**

Miel de Alta Pureza, Melaza.

##### **d. Energía**

Energía Eléctrica, Renovable a Base de Biomasa.

## **e. Certificaciones**

La corporación Pantaleón cuenta con varias certificaciones las cuales les ha permitido alcanzar las metas y los estándares requeridos por el mercador tanto local como internacional, las certificaciones son:

- ISCC EU.
- ISO 9001.
- FSSC 22000.
- HACCP.
- Kosher.

(Pantaleón, 2018).

## **E. Mercados y comercialización de productos terminados**

### **a. América**

Antigua y Barbuda, Aruba, Bahamas, Barbados, Canadá, Chile, Colombia, Curacao, Dominica, Estados Unidos, Granada, Guyana, Haití, Jamaica, México, Montserrat, Perú, San Cristóbal y las Nieves, San Vicente y las Granadinas, Suriname Trinidad y Tobago, Venezuela (Pantaleón, 2018).

### **b. Europa**

Alemania, España, Holanda, Italia, Portugal, Reino Unido.

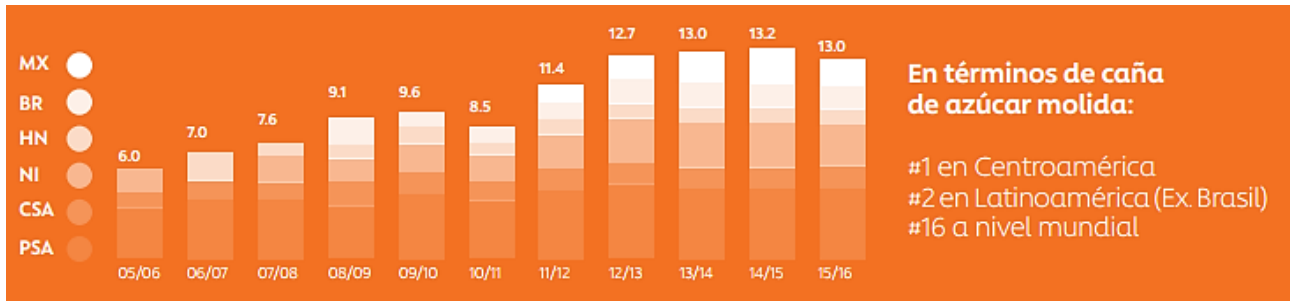
### **c. Asia**

Birmania, China, Israel, Líbano, Mongolia, Taiwán, Vietnam.

### **d. África**

Angola, Congo, Costa de Marfil, Ghana, Mali.

En la figura 2, se presenta un diagrama de barras en donde muestra un historial el rendimiento en producción de azúcar en un periodo de 10 años.



Fuente: Pantaleón, 2018.

Figura 2. Caña de azúcar molida (millones de toneladas métricas).

### 1.4.4 Organización del departamento de producción de zona 11, California

El departamento de producción de la zona California se encuentra constituido por varias subdivisiones, las cuales se presentan en la figura 3.

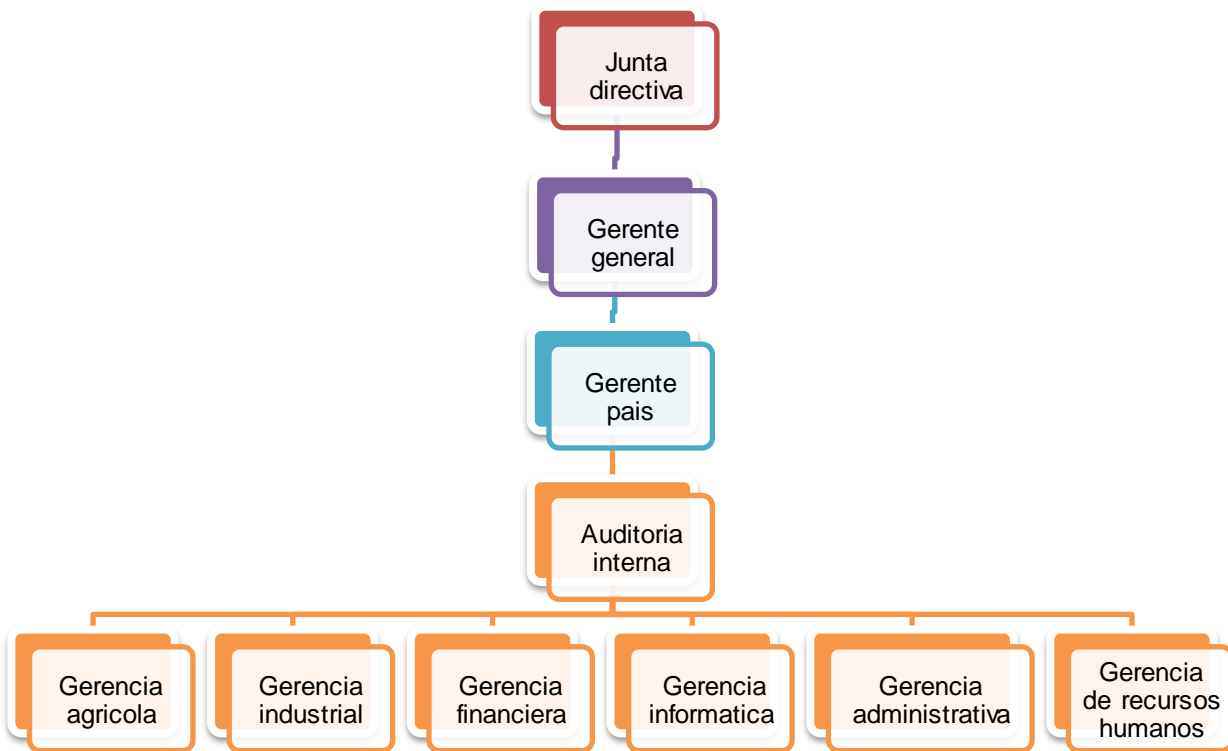


Figura 3. Diagrama de jerarquía del departamento de producción.

## **A. Operaciones o labores del departamento de producción**

El departamento de producción tiene como objetivo principal proporcionar la mejor producción en toneladas por hectárea como en grados Brix. Esto mediante la coordinación, planificación y aplicación de las mejores técnicas con un control en los costos, siendo así productivos y eficientes.

El rol de responsabilidades que juega cada uno de los integrantes de este equipo son:

### **a. Jefe de producción**

Es el responsable de planificar, dirigir, supervisar principalmente todas las actividades relacionadas al departamento, con el fin de producir eficientemente y con la calidad requerida.

### **b. Jefe de región**

Encargado del control de las zonas a su cargo, con el fin que las actividades estipuladas se estén llevando en base a las normas y reglamentos establecidos.

### **c. Jefe de zona**

Es la responsable del control y cuidado de cada una de las actividades que se realicen en la zona juntamente con los supervisores, cuidando también los costos y las eficiencias para cada operación.

### **d. Supervisor**

Persona que tiene como fin controlar a detalle cada una de las operaciones que se realicen en su finca o fincas a cargo, tomando en cuenta el control de su presupuesto, costo por operación, mediante las eficiencias establecidas.

#### **e. Encargados de cultivo**

Es la persona responsable de poner en marcha cada una de las operaciones planificadas en base al requerimiento del cultivo, y direccionar la distribución de cada persona o grupo hacia el lugar requerido.

#### **f. Encargado de riego**

Cumple con la función de cubrir la necesidad de aplicación de riego en base al programa establecido, como también la introducción de agua a la finca.

### **1.4.5 Estructura organizacional del departamento de producción a donde pertenece zona California**

La estructura de este departamento inicia en el Jefe de producción, Jefe de región, tiene a cargo al menos dos o más zonas de producción, el Jefe de zona, tiene a cargo tres supervisores, los supervisores tiene a su cargo un número determinado de fincas o inclusive una sola finca, esto depende del área que tenga cada una de ellas. Los encargados de cultivo se encargan de todas las labores culturales como mecánicas que se necesiten en el cultivo con el fin de obtener buenas prácticas y mantener los requerimientos establecidos y en la medida de lo posible mejorar la producción, de igual forma los encargados de riego cumplen la función de poner en operación cada uno de los equipos y la supervisión de los mismos, como también la coordinación del abastecimiento de agua para los equipos, en la figura 4, se muestra la estructura organizacional del departamento de producción.

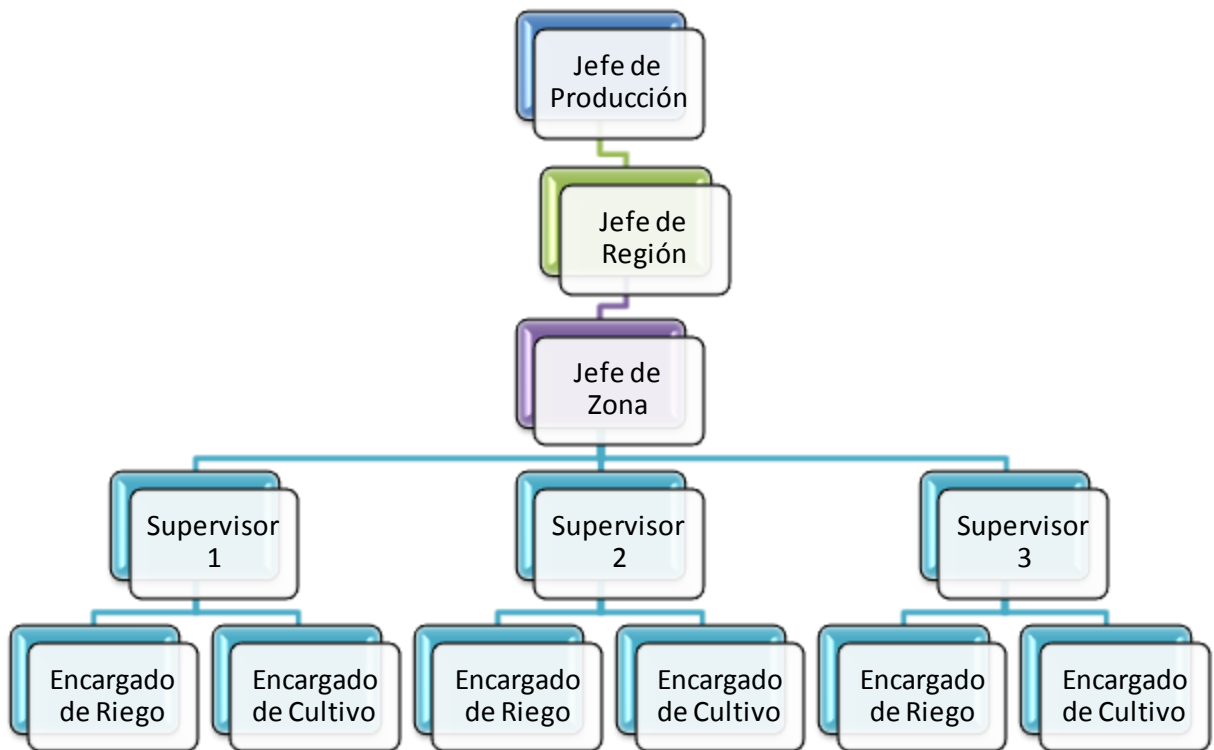
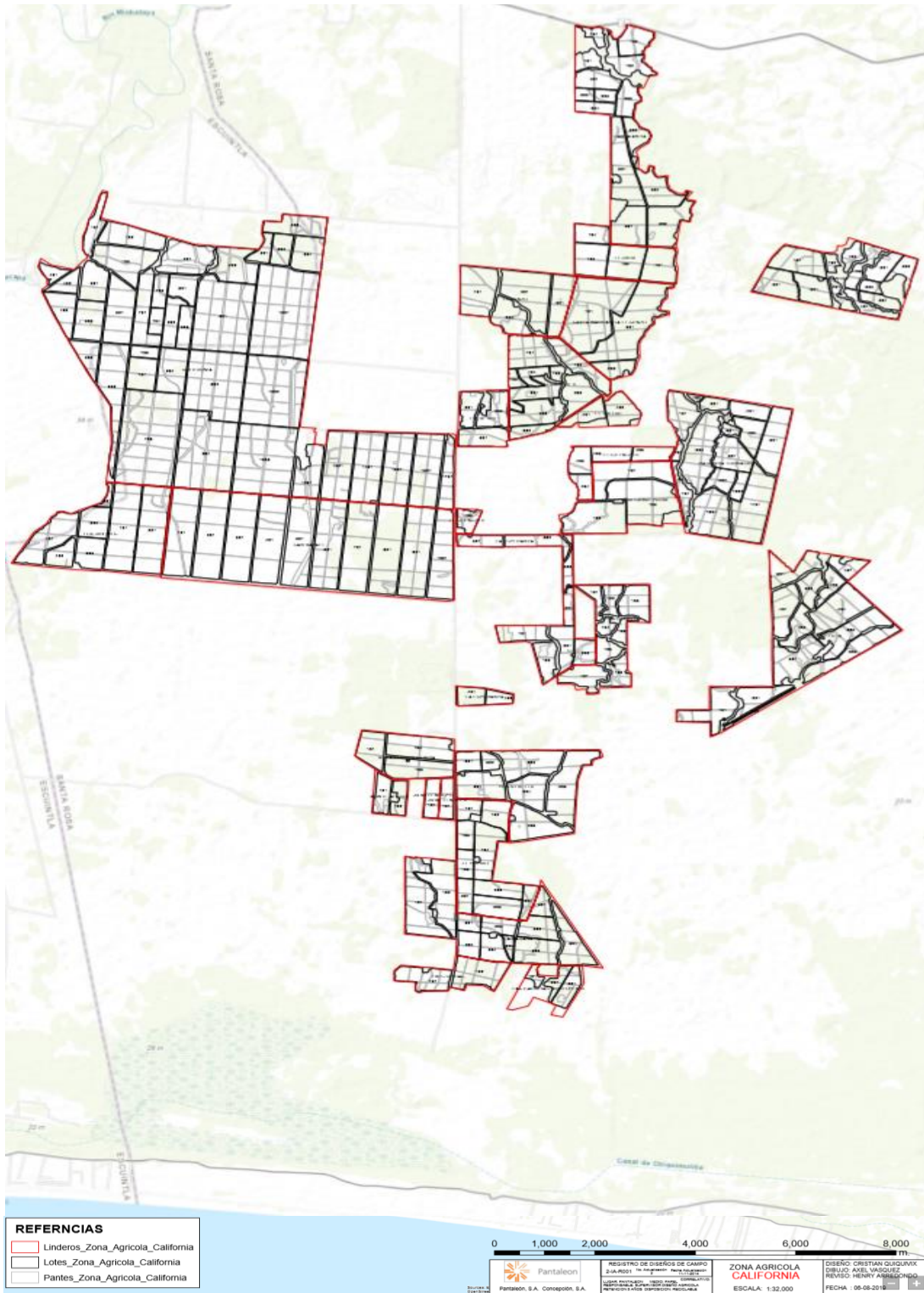


Figura 4. Estructura organizacional del departamento de producción.



Fuente: Pantaleón, 2018.

Figura 5. Mapa de la zona California.

En la figura 5, se muestra el mapa de la zona California.

### **1.4.6 Actividades que se realizan en zona California**

A continuación se presentan las actividades y labores que se llevan a cabo en zona California, estando enlistan en el orden que se realizan en el cultivo, las labores son:

#### **A. Preparación de suelos**

La preparación de suelo está a cargo del departamento del mismo nombre. Quienes son los encargados de elaborar un programa para la preparación del área a renovar del cultivo. Actividad que inicia con:

##### **a. Subsolado**

Esta labor se realiza con la finalidad de romper las capas duras y profundas del suelo dando así mejores condiciones al cultivo para su desarrollo.

##### **b. Arado**

El arado permite abrir pequeños surcos en el suelo, fragmentándolo así en pequeños terrones.

##### **c. Pulido**

En esta labor como su mismo nombre lo indica, permite pulir o fragmentar el suelo en pequeñas partículas, creando condiciones iniciales óptimas para el cultivo y que posteriormente permite realizar la labor del surqueo de una manera eficiente.

#### **B. Siembra**

La siembra se encuentra a cargo del departamento del mismo nombre. Este departamento es el encargado de realizar tanto las actividades de surqueo, siembra y tapado de la semilla. Cuando la siembra es mecanizada se deja un tapado de 6 cm a 10 cm de profundidad. Cuando se realiza siembra de tipo manual, la finca es la encarda del surqueo y el personal que siembra se encarga al igual del tapado de la semilla. Los surcos están distanciados a 1.75 m.

### **C. Riego**

El riego es una de las actividades de mayor importancia en el cultivo de caña ya que el requerimiento esta entre los 1,500 mm a 2,000 mm de agua por temporada, en algunos de los casos tiene una mayor influencia el estado fisiológico de la planta y el tipo de suelo en que esté establecido el cultivo.

En el caso de la finca se aplican láminas de 8 mm y 16 mm por riego, tomando en consideración las condiciones climáticas.

### **D. Escarificado**

Operación que tiene como propósito, romper las capas superficiales del suelo, permitiendo así una mayor infiltración del agua para mayor aprovechamiento de la planta.

### **E. Aplicación de Herbicidas**

La aplicación de herbicidas engloba no solamente los productos pre-emergentes sino que también los post-emergentes. En cada aplicación, se utilizan diversos productos la cual conforman una mezcla. Esto con el fin de poder controlar no solo plantas arvenses de hojas larga sino que también plantas arvenses de hojas ancha, según el complejo de grupos de plantas arvenses que se tenga en diferentes áreas.

### **F. Fertilización**

El método de aplicación que utilizan en el ingenio es de tipo líquida, ya que se considera que es más eficiente y se aprovecha de mejor manera por planta. Por lo tanto como una secuencia de actividades coordinadas es importante que posterior a la fertilización se aplique riego y el producto sea profundizado por medio del agua de riego.

### **G. Control de plagas**

Para el control de plagas hay personas que se encargan de monitoreo constante a cada uno de los lotes a un determinado número de días después de la cosecha, para evitar un brote de cualquier tipo de plagas, toda actividad de este tipo se lleva a cabo mediante instrucciones que se encuentran establecidas en el ingenio. Si al momento de realizar cada uno de los monitoreos se encuentra una incidencia significativa con base a los

umbrales establecidos, se procede a dar la información a la persona encargada para que posteriormente esta coordine la aplicación de productos o técnicas para el control de la plaga.

## **H. Cosecha**

La cosecha se encuentra a cargo del departamento del mismo nombre, siendo este con total independencia al departamento de producción. Para realizar la cosecha de caña de azúcar se tiene un programa en base a la edad del cultivo y los días después de aplicado el madurante.

### **1.4.7 Coordinación de Maquinaria**

Cuando se habla de maquinaria se engloba tanto los tractores no importando la potencia, como de los implementos utilizados para cada operación.

En la zona hay tractores de diferente potencia (125 HP, 150 HP y 210 HP). Ha existido un mal manejo y descoordinación del manejo de estos recursos, lo cual repercute en los aspectos financieros tomando en cuenta el costo por hora/tractor. Por lo que debe de coordinar el uso de cada tractor a la operación correspondiente, de acuerdo a la potencia requerida para cada operación, optimizando y utilizando el recurso en las labores que así lo ameriten.

La ausencia de control y registros de maquinaria ha provocado una falta de trazabilidad en la información. Siendo esta información importante para la toma de decisiones que se amerite tanto en la zona de producción como en el ingenio.

Entre las principales operaciones que necesitan tractor para poder llevarlas a cabo están:

- Traslado de moto bomba para riego.
- Aporque.
- Cultivar (se le denomina así a la operación para el botado de mesa a los cuarenta y cinco días aproximadamente después de una renovación).
- Escarificado.
- Fertilización.
- Movimiento de semilla.
- Limpia de bateas.
- Aplicación de herbicidas.
- Desbasurado.

#### **1.4.8 Uso de los recursos ambientales**

El uso de los recursos naturales ha tomado vital importancia dentro de la empresa. En donde el mal uso de ellos afecta no solo económicamente sino que también se ve afectado el ambiente ya que muchos de ellos son no renovables.

Se tiene como prioridad el agua ya que este recurso es el que más se necesita, porque interviene en todas las operaciones que se realizan. La aplicación de algunos fertilizantes y agroquímicos tienen una completa dependencia del agua, ya que sin ella no pueden ser aplicados.

En el uso del agua en las diversas labores que lo ameritan se ven involucrados los costos de transporte desde el casco principal al punto de aplicación, personal y maquinaria, ya que el agua de otras fuentes no presentan las características adecuadas para su uso en estas labores.

#### **1.4.9 Análisis de resultados**

Mediante el análisis de la información se encontraron diferentes aspectos a mejorar, detectando 3 problemas claves que son:

- Falta de logística y registro de utilización y coordinación de maquinaria.
- Control y manejo de materiales sólidos y equipo de protección personal en estado de desecho.
- Manejo inadecuado del recurso agua.



Figura 6. Árbol de problemas de logística y coordinación de maquinaria.

Como se aprecia en la figura 6, se ve desarrollado el árbol de problemas en el tema de logística, registro y coordinación de maquinaria, siendo sus principales causas la falta de compromiso, falta de programación, falta de comunicación y registros, repercutiendo estas en los costos de operación, aprovechamiento inapropiado de los recursos y por lo tanto el incumplimiento de las metas establecidas.



Figura 7. Árbol de problemas del control y manejo de desechos sólidos y equipo de protección personal en estado de desecho.

En la figura 7, se muestra el árbol de problemas del control y manejo de desechos sólidos y equipo de protección personal. Como se aprecia las causas principales son: falta de actualización en el tema de desechos, falta de indicadores para el alcance de objetivos, falta de apoyo en controles y recepción de información, falta de capacitación al personal, muy simples pero los efectos tienden a ser mayores y repercutir en diversas áreas, los principales efectos son la usencia de base de datos de controles de desechos sólidos y equipos de protección, falta de cultura del cuidado del medio ambiente, falta de control en el manejo de desechos sólidos.



Figura 8. Árbol de problemas de manejo de recurso agua y su utilización inadecuada.

En la figura 8, se presenta el árbol de problemas para el manejo de recurso agua y la utilización inadecuada, como vemos en este caso los efectos tienden a tener un mayor impacto, tanto financiero, social y a su vez ambiental. Sus principales causas eran la falta de compromiso por parte del personal, falta de capacitación, falta de supervisión, pero principalmente un plan de mejora para erradicar todos estos malos hábitos de cultura.

Para el análisis y priorización de cada una de las problemáticas se empleó una matriz de análisis de pares, la cual se presente en el cuadro 1.

Cuadro 1. Escala de valor de comparación.

Descripción	Valor
No hay preferencia entre aspectos comparados.	0
Cierta preferencia hacia uno de los aspectos comparados.	1
Total preferencia hacia uno de los aspectos comparados.	2

En el cuadro 2, se presenta la matriz utilizada para priorizar los problemas encontrados, asignándole un valor de acuerdo a la escala de valores del cuadro 1.

Cuadro 2. Matriz de análisis de pares.

	Falta de logística, registro y coordinación para la utilización de maquinaria (A)	Control y manejo de desechos sólidos y equipo de protección personal en mal estado (B)	Mal manejo del recurso agua y su utilización inadecuada ( C )
Falta de logística, registro y coordinación para la utilización de maquinaria (A)		1 A	2C
Control y manejo de desechos sólidos y equipo de protección personal en estado de desecho (B)			1B
Mal manejo del recurso agua y su utilización inadecuada ( C )			

Cuadro 3. Puntajes obtenidos para cada uno de los factores.

Opción	Punteo	Porcentaje (%)
A	1	25
B	1	25
C	2	50
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>100</b>

En el cuadro 3, se muestran los puntajes obtenidos de los aspectos evaluados, el mayor puntaje lo obtuvo la problemática del mal manejo del recurso agua y la utilización inadecuada (C), siendo este de 50 %, la metodología empleada de matriz de análisis de pares, garantiza que se compararon todos los factores de interés solucionar.

## 1.5 CONCLUSIONES

1. Mediante el diagnóstico se conoció la estructura y cada una de las actividades, funciones y responsabilidades que tiene cada miembro del departamento de producción de la zona California, siendo esto de vital ayuda para procesos posteriores que se presentaron en el transcurso del diagnóstico como el desarrollo de cada actividad y proyecto durante el proceso del ejercicio profesional supervisado (EPS).
2. En las actividades de mayor importancia realizadas en la zona California se encuentra la preparación de suelos, siembra, el control de arvenses por medio de aplicación de herbicidas, escarificado, fertilización líquida y granulada, control de plagas y enfermedades, riego. Dichas labores en una integración y coordinación permiten obtener producciones de caña de azúcar de calidad según los parámetros establecidos por el ingenio.
3. Los aspectos de problemática encontrados en el diagnóstico fueron 3, siendo estos: falta de logística, registro y coordinación para la utilización de maquinaria, control y manejo de desechos sólidos y equipo de protección personal en estado de desecho, mal manejo del recurso agua y la utilización inadecuada. Cabe mencionar que con base a estos problemas se definió el tema de investigación, quedando los otros dos como servicios a desarrollarse en el periodo del ejercicio profesional supervisado (EPS).
4. El problema con mayor prioridad es el de: mal manejo del recurso agua y su utilización inadecuada, definiendo este como tema de investigación.

## 1.6 BIBLIOGRAFÍA

1. ASAZGUA (Asociación de Azucareros de Guatemala). 2018. Economía Azucarera. (en línea). Consultado el 10 de feb. 2018. Disponible en <http://www.azucar.com.gt/>
2. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Guatemala). 2018. Ingenios de Guatemala. (en línea). Consultado el 10 de feb. 2018. Disponible en <http://www.cengicana.org/><https://www.pantaleon.com/>
3. Ingenio Pantaleón, Guatemala. 2018. Manejo integrado de malezas. Guatemala, Ingenio Pantaleón, Departamento de Aplicaciones.
4. Satélites del Mundo. 2019. Ubicación finca California, Guanagazapa, Escuintla, Guatemala (en línea). Consultado 30 mayo 2019. Disponible en [https://satellites.pro/Mapa\\_del\\_Mundo#14.037868,-90.636531,17](https://satellites.pro/Mapa_del_Mundo#14.037868,-90.636531,17)



**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019**



## 2.1 PRESENTACION

El cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp*) se cataloga como el cultivo de mayor importancia económica a nivel nacional, no solo por su gran extensión abarcando la franja de la costa sur, sino por la producción de azúcar y por la cantidad de empleo que genera año con año (Melgar, 2014).

Para lograr la producción que cada ingenio como meta se propone por cada temporada de zafra, se debe de tener un manejo y control integrado de todas las variables que influyen en la producción, entre ellas, el control de arvenses.

Las arvenses, son plantas que han generado problemas para su control en el cultivo de caña de azúcar, considerando que al menos un 20 % del presupuesto anual por hectárea es para el control de las mismas (Pantaleón, 2018).

El control de arvenses ha repercutido en el factor económico y ambiental principalmente, por los altos costos en productos químicos y por el uso excesivo de los recursos naturales principalmente el agua, ya que es el solvente o vía para poder realizar todo tipo de aplicaciones tanto aéreas como terrestres (Red Agrícola, 2018).

En base a esto se pretende determinar si existe un menor volumen de agua y equipo de aplicación con la misma eficiencia de la dosis utilizada actualmente por el ingenio. Al momento de reducir el volumen de agua de aplicación por hectárea, también se estará reduciendo el costo por hectárea aplicada.

Por tal razón se evaluaron diferentes volúmenes de agua por medio de un tipo de boquilla específico para cada uno, en aplicación terrestre en donde no solamente se pretendió mejorar y demostrar la eficiencia de la aplicación a bajos volúmenes, sino que también reducir la contaminación al medio ambiente, velando a la vez por el cuidado del agua, que es un recurso escaso en la actualidad.

Con esta investigación se dio respuesta a la pregunta si existía un menor volumen de agua y equipo de aplicación con una misma eficiencia. Por lo tanto se determinó que, el tratamiento 1 (20 L/ha de agua), utilizando una mezcla de los productos; Fist 45.6 CS a una dosis de 3.5 L/ha, Zafrero 50 SC a una dosis de 2.5 L/ha, Elimina 60 a una dosis de 1 L/ha y Silkawet Extra a una dosis de 0.43 L/ha, aplicado con una boquilla TQ 15001, fue el mejor, manteniendo un control hasta las 6.5 semanas con una media de 7.75 % de cobertura de arvenses, manteniéndose por debajo del 50 % de cobertura, que era el permitido según el parámetro utilizado.

A pesar que el tratamiento 5 (200 L/ha de agua, testigo relativo) utilizando los mismo productos y las mismas dosis, pero con variación en su volumen de agua y utilizando una boquilla TQ 15008 se obtuvo un porcentaje de 5.5 % de cobertura de arvenses al no encontrar diferencia significativa, la decisión fue tomada en base al tratamiento que menor costo representó, ya que con el tratamiento 1 (20 L/ha de agua) se pudo ahorrar el 33 % del costo de aplicación convencional.

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Marco conceptual**

#### **A. Arvenses**

Arvenses, son especies vegetales que se desarrollan en un lugar no deseado por el hombre refiriéndose específicamente al cultivo de interés económico. Hablando en términos agronómicos, son aquellas plantas que interfieren en el desarrollo normal del cultivo debido a que compiten fundamentalmente por luz, agua y nutrientes, incidiendo de forma adversa en el rendimiento por unidad de área (Leonardo, 1998).

La competencia del cultivo con las plantas arvenses se ve reflejado en follaje, coloración, y en la etapa más importante, floración y fructificación. Una de las características principales de dicha flora espontánea es la germinación escalonada que presentan, por lo que es común encontrar diferentes estados fenológicos de una misma especie en un período determinado, lo cual hace difícil su manejo y facilita la dispersión y adaptabilidad de dichas especies (Leonardo, 1998).

Para evitar los efectos nocivos de las plantas arvenses, es necesario tener un control oportuno y eficiente de las mismas, actualmente, la aplicación de herbicidas es el método más común de controlar las arvenses en las plantaciones de caña de azúcar (Leonardo, 1998).

#### **B. Herbicida**

Denominado así principalmente a las sustancias que se caracterizan por la eliminación de toda aquella planta que no se desean dentro de algún cultivo en particular, principalmente son utilizados por la industria agrícola para evitar el crecimiento de la misma. En donde además es capaz de alterar la fisiología de las plantas durante un periodo suficientemente largo como para impedir su desarrollo normal o causar su muerte (Coronado C, 2004).

#### **C. Herbicida pre-emergente**

Pre-emergencia se refiere a las aplicaciones que se realizan antes de que la planta a controlar germine. Por lo tanto un herbicida puede ser aplicado pre emergente al cultivo para poder darle selectividad al herbicida (Coronado C, 2004).

## **D. Modo de acción y mecanismo de acción**

A pesar de que son términos muy parecidos, estos presentan diferentes significados. Utilizados principalmente para indicar las respuestas bioquímicas y fisiológicas que los herbicidas provocan a las plantas (Villegas, T. T. 1994).

Considerando así al “modo de acción” como “la suma total de las respuestas anatómicas, fisiológicas y bioquímicas que constituyen la acción fitotóxica de un químico, así como la localización física y degradación molecular del herbicida en la planta” (Villegas, T. T. 1994).

En tal caso el “mecanismo de acción” se refiere específicamente al “proceso fisiológico donde actúa el herbicida para causar muerte en las plantas” (CIAT, 1982).

### **a. Modos de acción**

#### **i. Inhibidores de la síntesis de aminoácidos**

Todos los herbicidas dentro de este modo de acción actúan sobre enzimas específicas para prevenir la producción de aminoácidos. Los aminoácidos son las unidades a partir de las cuales se forman las proteínas para el crecimiento y desarrollo de la planta (Passel, 2018).

#### **ii. Inhibidores del crecimiento de las plántulas**

A los reguladores del crecimiento a menudo se les llama auxinas, debido a que esta clase de herbicidas imita la acción de las auxinas naturales de la planta, causando un crecimiento rápido y descontrolado. Se cree que el sitio de acción son los receptores de las hormonas dentro de la célula (Passel, 2018).

#### **iii. Inhibidores de la fotosíntesis**

Los herbicidas dentro de este modo de acción, como lo implica su nombre, inhiben uno de varios sitios de enlace en el proceso de la fotosíntesis. Sin la fotosíntesis, la planta no puede elaborar su alimento. Además, durante la inhibición de la fotosíntesis se acumulan varios compuestos secundarios destructivos y, por lo tanto, la causa puntual de la muerte de la planta es más que la falta de fotoasimilados (hambre). Puesto que los herbicidas

dentro de este modo de acción inhiben la fotosíntesis, los herbicidas inician su actividad hasta que las plantas emergen y se exponen a la luz (Passel, 2018).

#### **iv. Inhibidores de la síntesis de lípidos**

Los inhibidores de la síntesis de lípidos típicamente inhiben la síntesis de lípidos de las plantas. Si no se producen lípidos dentro de la planta entonces no continúa la producción de membranas celulares, por lo que se detiene el nuevo crecimiento (Passel, 2018).

#### **v. Rompen membranas celulares**

Los herbicidas dentro del modo de acción de ruptura de las membranas celulares reaccionan dentro de la planta para formar compuestos como superóxidos y radicales hidroxilo, los cuales luego destruyen las membranas celulares. Estos herbicidas por lo general no se transportan por lo que sólo afectan áreas de las plantas con las que entran en contacto, si bien luego de penetrar a las células de esas áreas (Passel, 2018).

#### **vi. Inhibidores de pigmentos**

El modo de acción de la inhibición de pigmentos trabaja previniendo la producción de compuestos que protegen a la planta de la destrucción de la clorofila. En vez de ser verdes, los tejidos se tornan blancos. Los herbicidas dentro de este modo de acción generalmente se usan como pre-emergentes; sin embargo, unos cuantos también tienen actividad post-emergente (Passel, 2018).

### **E. Eficacia**

Es considerada como el porcentaje de plantas controladas en base al tiempo de vida media del herbicida (Martínez, 2018).

### **F. Días control**

Los días control son medidos en base al porcentaje de cobertura por metro cuadrado obtenido en cada evento de muestreo, en donde los días control se pierden cuando el porcentaje de maleza sea mayor al 50 % por unida de área (Martínez, 2018).

## G. Técnica cosecho-aplica

Esta técnica se base en la aplicación de un herbicida pre-emergente al momento que la caña de azúcar es cosechada, esto mediante un sistema de aplicación instalado por el ingenio Pantaleón a las maquinas cosechadoras (Pantaleón, 2018).

### 2.2.2 Marco referencial

#### A. Localización de la finca California

En la figura 9, se presenta la finca California perteneciente a la zona 11 del total de zonas que posee el ingenio Pantaleón, está localizada en el municipio de Guanagazapa, del departamento de Escuintla, la cual se puede apreciar en la imagen obtenida en Google Maps. (Pantaleón, 2018).



Fuente: elaborado a base de Google Maps, 2018.

Figura 9. Mapa de ubicación del casco de finca California.

La finca tiene como colindantes hacia el Sur, el municipio de Iztapa, al Este el departamento de Santa Rosa, al Oeste el municipio de Masagua y al Norte el municipio de Escuintla. La finca cuenta con una extensión total de 1,500 ha (Pantaleón, 2018).

## B. Estratos altitudinales de la zona cañera

La zona cañera de Guatemala se ha dividido en cuatro estratos, esta clasificación se ha realizado con base a su posición altitudinal expresada en metros sobre el nivel del mar (m s.n.m).

Tomando en cuenta que la posición altitudinal en la zona cañera de Guatemala está asociada a variaciones climáticas, debido a que la fisiografía 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 % cerca de la cadena montañosa (Melgar, 2014).

En la figura 10, se presentan los estratos altitudinales presentes en la zona cañera.



Fuente: elaborado con base a estratos altitudinales de la zona cañera, 2014.

Figura 10. Representación de los estratos altitudinales de la zona cañera de Guatemala.

En el cuadro 4, se presentan las características climáticas principales de cada estrato de la zona cañera de Guatemala.

Cuadro 4. Características climáticas de cada estrato de la zona cañera.

Estrato	Altitud (m s.n.m)	PP (mm/año)	T° (°C)			Radiación solar (MJ/m <sup>2</sup> /día)	Velocidad media del viento (km/h)
			Mínima	Media	Máxima		
<b>Alto</b>	> 300	4100	20.2	26.2	32.2	17.7	5.2
<b>Medio</b>	100-300	3700	20.5	26.7	32.2	17.3	6.8
<b>Bajo</b>	40-100	1900	21.2	27.3	33.8	18.4	6.2
<b>Litoral</b>	< 40	1500	21	27.5	33.4	18	8.7

Fuente: CENGICANA, 2014.

La zona cañera se encuentra dividida en cuatro estratos, siendo estos los siguientes.

#### a. Estrato alto

Dicho estrato está considerado como tal, a las áreas que sean mayores a 300 m s.n.m, en donde se encuentra predominado por el orden de suelos Andisol. Cabe mencionar que en este estrato las precipitaciones anuales siempre son mayores a los 4,000 mm y su temperatura media es de 26 °C, este estrato además está caracterizado por ser el que menor área de cultivo presenta (Melgar, 2014).

#### b. Estrato medio

Este estrato se encuentra catalogado por estar en las alturas de 100 m s.n.m a 300 m s.n.m, la precipitación anual se encuentra en 3,700 mm en las partes más altas y 2,000 mm en las partes más bajas, tomando en cuenta una temperatura media anual de 26 °C (Melgar, 2014).

#### c. Estrato bajo

Considerada así porque se encuentra a alturas menores a los 100 m s.n.m, en donde se caracteriza por una dominancia de los suelos Molisoles, aunque siempre hay alguna presencia mínima de los órdenes Andisol y Entisol. La precipitación promedio anual se encuentra marcada por las alturas de metros sobre el nivel del mar, en áreas mayores de 50 m s.n.m se encuentran en un rango de 1,500 mm a 1,900 mm, mientras que en áreas menores de 50 m s.n.m las precipitaciones son menores a los 1,500 mm. La temperatura media anual en este estrato es 27 °C (Melgar, 2014).

#### **d. Estrato litoral**

Es considerado estrato litoral a las áreas que se encuentran a alturas menores de 40 m s.n.m, caracterizado por presentar una dominancia de suelos Molisoles, con temperaturas medias anuales de 27 °C y precipitaciones menores a los 1,500 mm anualmente (Melgar, 2014).

#### **C. Suelos predominantes**

Según estudio elaborado por Sánchez, 1994. Existen 6 órdenes, 26 subgrupos y 37 familias de suelos.

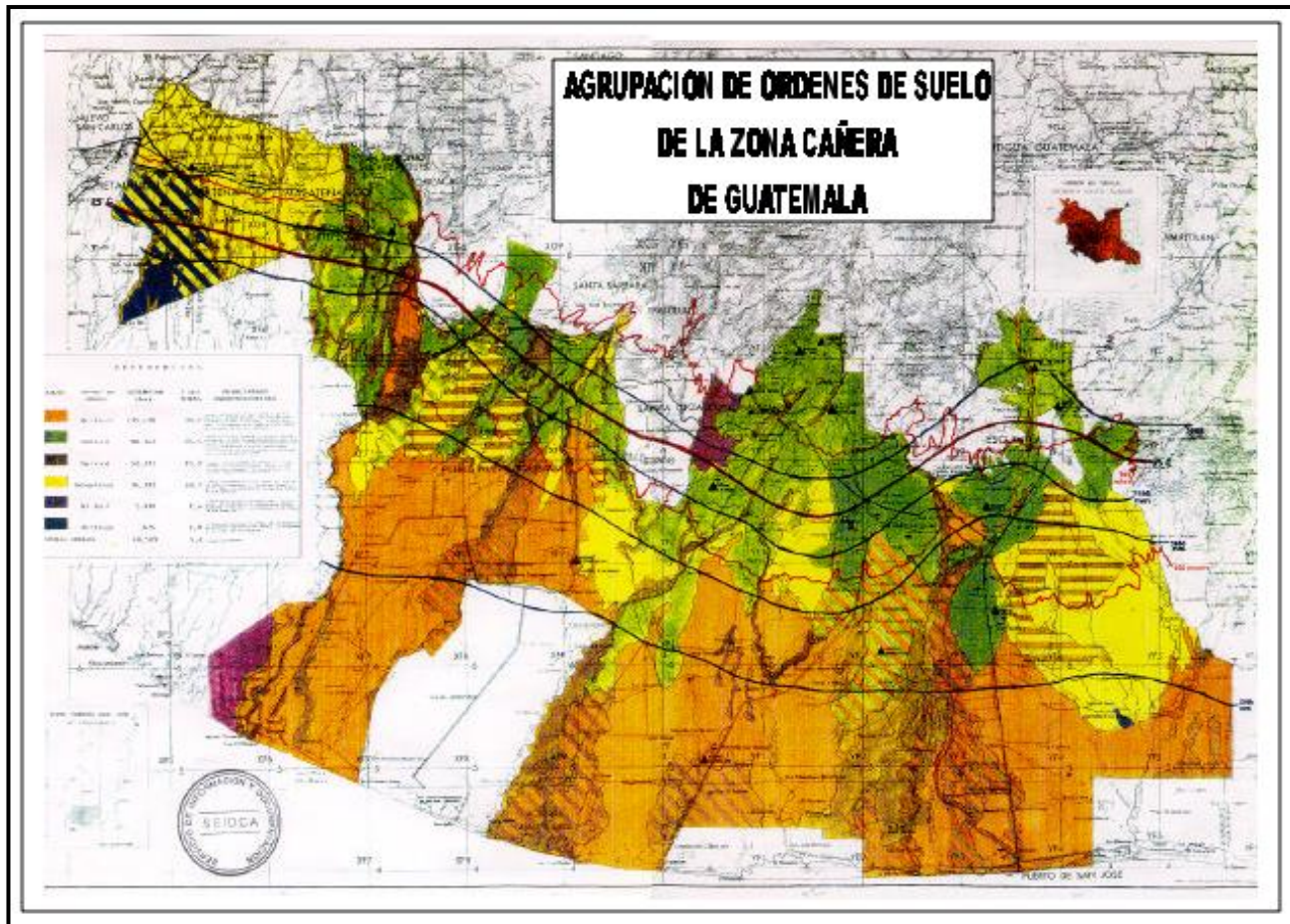
- Molisoles.
- Andisoles.
- Entisoles.
- Inceptisoles.
- Alfisoles.
- Vertisoles.

El suelo que domina en la zona es de orden Molisol.

#### **a. Molisoles**

Son suelos que ocupan el 40 % de la zona cañera, suelos presentes cerca de la planicie costera con relieves planos a ligeramente planos. Suelos generalmente oscuros, ricos en materia orgánica con una saturación de bases mayor al 50 %, predominan principalmente las texturas franco arenoso, franco y franco arcillo arenosas. El pH varia de ligeramente ácido a ligeramente básico (Sánchez, 1994).

Según CENGICAÑA, 2014. En la mayoría, son suelos de texturas francas y franco arenosas, con subsuelo frecuentemente arenoso. En la figura 11 se presentan con mayor detalle de los órdenes de suelo en la zona cañera.



Fuente: elaborado con base a agrupación de órdenes de suelo de la zona cañera de Guatemala, 1994.

Figura 11. Mapa de agrupación de órdenes de suelo de la zona cañera de la costa sur de Guatemala.

#### **D. Investigaciones relacionadas al tema**

##### **a. Efecto del volumen y el pH del agua en el control de *Ixophorus unisetus* (J. Presl.) Schltzl con glifosato**

En prueba realizadas en el campo experimental Cotaxtla-INIFAP, en aplicación de glifosato a diferentes bajos volúmenes de agua los cuales fueron; 133 L/ha, 217 L/ha, 294 L/ha y 370 L/ha de agua (Revista Mexicana de ciencias agrícolas, 2015).

Se obtuvieron resultados en donde el mejor de los cuatros tratamiento fue de 133 L/ha asemejándose al tratamiento de 217 L/ha, respecto al tercer tratamiento de 294 L/ha se asemeja al último, siendo este el de 294 L/ha ya que fue el que menor control represento

de todos los tratamientos. La mayor eficiencia del glifosato cuando se aplica en volúmenes bajos se debe a que se incrementa la concentración del herbicida en la solución asperjada (Revista Mexicana de ciencias agrícolas, 2015).

**b. Efecto de la practica cosecho-aplico en el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar a bajo volumen**

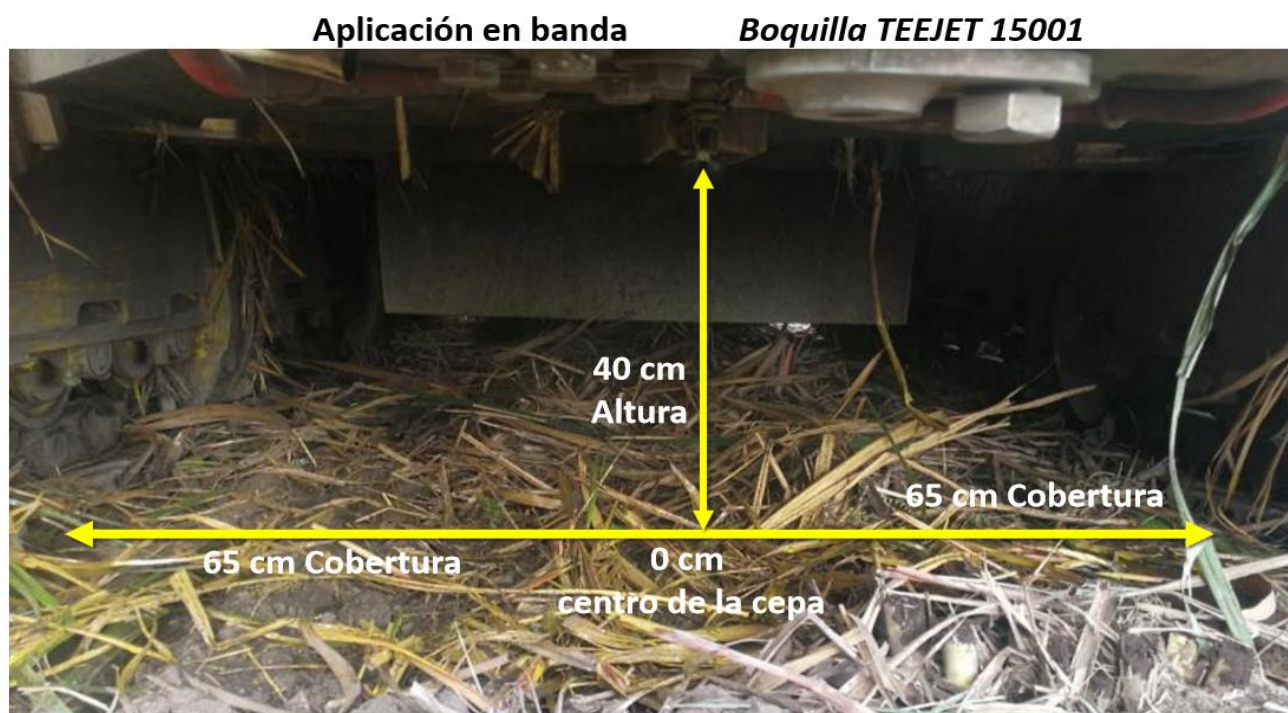
En el cuadro 5, se muestra la descripción de los productos que se utilizaron en las pruebas de aplicación de una mezcla para el control de maleza, como pre emergente. Esto al momento de realizar en corte de caña, los productos y dosis son los siguientes (Pantaleón, 2018).

Cuadro 5. Productos y dosis de cada una de las mezclas utilizadas por tratamiento.

Tratamiento	Descripción del tratamiento
<b>T1</b>	Mayoral 35 SL 0.4 L/ha + Dinamic 70 WG 1.3 kg/ha
<b>T2</b>	Merlin 75 WG 0.2 L/ha + Dinamic 70 WG 1.3 kg/ha

Fuente: Pantaleón, 2018.

En cada uno de los tratamientos aplicados se utilizaron 25 L/ha. En la figura 12, se presentan las medidas de altura y ancho de cobertura utilizada en la aplicación.



Fuente: Pantaleón, 2018.

Figura 12. Medidas de altura y ancho de cobertura en la aplicación.

En el cuadro 6, se presentan datos obtenidos mediante el análisis de las pruebas de la práctica cosecho-aplico.

Cuadro 6. Datos obtenidos del análisis estadístico de las pruebas de la práctica cosecho-aplico.

Variable	Descripción	Media	Error estándar de la media	Desv. Est.
% control	Mayoral 0.4 L/ha	99.00	0.00	0.00
	Merlin 0.2 L/ha	99.00	0.00	0.00

Fuente: Pantaleón, 2018.

En el cuadro 6, se presentan los datos obtenidos del análisis estadístico realizado en la práctica cosecho-aplico, mediante la utilización de dos tipos de agroquímicos, siendo estos Mayoral a 0.4 L/ha y Merlin a 0.2 L/ha. Presentando ambos una media de 99.00 %, un error estándar de la media y desviación estándar de 0.00% para ambos casos.

## **E. Productos utilizados en la investigación**

### **a. Elimina® 60 (I. A. 2,4-D)**

Es un herbicida sistémico post-emergente, hormonal, para el control de plantas arvenses malezas de hoja ancha. Es rápidamente absorbido por el follaje, tallo y raíces (Agrocentro, 2018).

#### **i. Modo de acción**

Elimina® 60 SL se le incluye dentro de los herbicidas hormonales. Transportado de arriba hacia abajo (por el simplasto), llegando de esta forma a todo los órganos de consumo y almacenamiento. Se moviliza por xilema y floema (Agrocentro, 2018).

#### **ii. Mecanismo de acción**

Interfiere en la síntesis de los ácidos nucleicos. Afectando la regulación del ADN durante la formación de ARN interrumpiendo el mensaje hacia las proteínas (Agrocentro, 2018).

### **b. Fist 45.6 CS (I.A Pendimentalina)**

Es un herbicida selectivo con acción pre-emergente que afecta a las plantas arvenses luego de la germinación, siendo absorbido por las raíces y tallos. Pertenece al grupo de las dinitroanilinas cuyo mecanismo de acción es la inhibición de la división celular, impidiendo que se complete el proceso mitótico. La muerte de las plantas arvenses ocurre poco tiempo después de germinación cuando esta entra en contacto con el herbicida, lo mismo sucede al meristemo de la raíz al entrar en contacto con el producto. El proceso de interrupción del crecimiento es irreversible (Agrocentro, 2018).

### **c. Zafrero® 50 SC (I.A, Ametria)**

Es un herbicida del grupo de las triazinas, se usa para controlar selectivamente plantas arvenses gramíneas y de hoja ancha, principalmente en la caña de azúcar, en aplicaciones tanto pre-emergentes como post-emergentes (Agrocentro, 2018).

### **i. Mecanismo y modo de acción**

Se absorbe por el sistema radicular de las plantas arvenses transportándose vía xilema hasta las hojas. Actúa interfiriendo la acción fotosintética, provocando la muerte posterior de las plantas sensibles. La caña de azúcar es usualmente tolerable a la Ametrina, aunque existen hoy en día, algunas variedades que pueden mostrar cierta fitotoxicidad, la cual es momentánea, desapareciendo los síntomas pocos días después (Agrocentro, 2018).

### **d. Silka Wet Extra**

Es un tipo de coadyuvante que contiene 172 g de ingrediente activo por litro de producto comercial.

### **F. Variedad de caña CG02-163**

A continuación se presentan las características principales de la variedad de caña CG02-163.

- CG – CENGICAÑA.
- 2 años de selección.
- 163 números de correlativo de selección.
- Progenitores CP65-357 y CP72-2086.

La variedad CG02-163 destaca por ser de maduración intermedia-tardía, con adaptabilidad a suelos franco arenosos y de buen rebrote después de haber sido cosechada mecánicamente, además de presentar características de mayor resistencia a plagas y enfermedades (CENGICAÑA, 2006).

### **G. Bomba de mochila Jacto de aplicación para utilizar en el ensayo**

La bomba de mochila Jacto es de material de polietileno con capacidad de 20 L, bomba de pistón duplo, bocal de 140 mm de diámetro. El equipo presentar calibrador de caudales, una válvula de presión constante, con una lanza de metal con un filtro especial la empuñadura, trabajando con presiones desde 1 kg/cm<sup>2</sup> a 6 kg/cm<sup>2</sup>, la cual se muestra en la figura 13 (Jacto, 2018).



Fuente: Jacto, 2018.

Figura 13. Bomba de mochila para aplicación.

#### H. Descripción de la boquilla Teejet TQ

Boquilla serie 150 grados, de acero inoxidable y latón. Es recomendable para aplicaciones dirigidas, característica por tener doble salida de chorro plano la cual se presenta en la figura 14 (Jacto, 2018).



Fuente: Wylie, 2018.

Figura 14. Boquilla Teejet TQ.

## **2.3 OBJETIVOS**

### **2.3.1 Objetivo general**

Evaluar volúmenes de agua con una mezcla de herbicidas a una misma dosis en pre-emergencia para el control del complejo de arvenses con el fin de reducir el volumen de agua por aplicación en el cultivo de caña de azúcar.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

1. Evaluar el efecto pre-emergente de cinco volúmenes de agua con una misma mezcla de herbicidas.
2. Determinar los días control de cada uno de los tratamientos.
3. Determinar los costos por día-control de cada tratamiento.
4. Realizar un análisis comparativo de los costos entre el volumen convencional vrs el volumen del mejor tratamiento obtenido.

## **2.4 HIPÓTESIS**

Los diferentes equipos para la aplicación de diferentes volúmenes de agua a utilizar influirán directamente en el control del complejo de arvenses y los costos de aplicación.

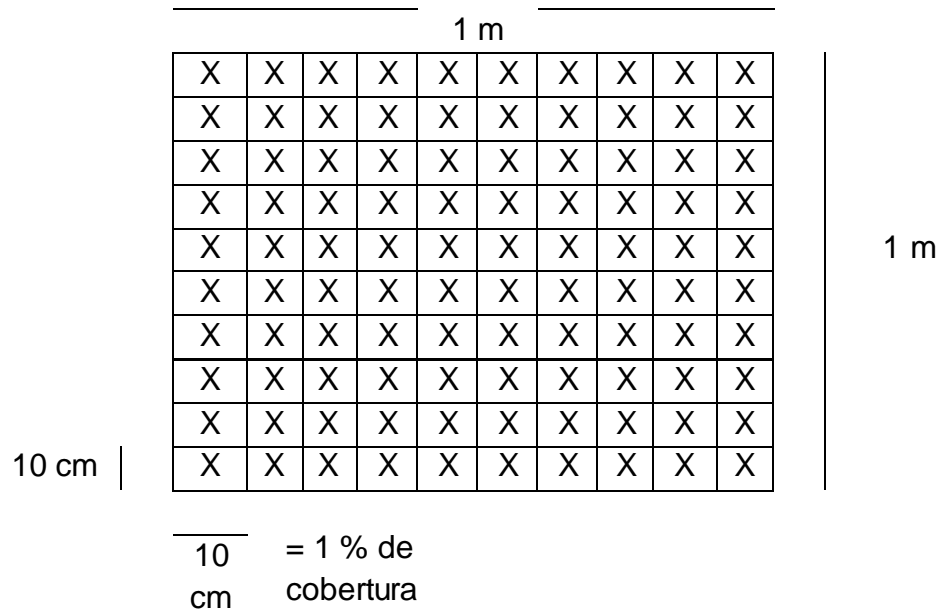
## 2.5 METODOLOGÍA

### 2.5.1 Efecto en la aplicación pre-emergente de cinco volúmenes de agua

Para poder evaluar el efecto de cada uno de los tratamientos aplicados se realizaron una serie de pasos, los cuales se describen a continuación.

#### A. Porcentaje de cobertura inicial

En el figura 15, se presenta el marco utilizado en la investigación para realizar el pre-muestreo para poder obtener el porcentaje de cobertura.



Fuentes: elaboración propia, 2018.

Figura 15. Marco utilizado para medir porcentaje de cobertura.

La cobertura hace referencia a la cantidad relativa de terreno cubierto por la vegetación, expresado en porcentaje. Información que fue obtenida por medio del método del cuadrado, el porcentaje de cobertura se muestreo en las semanas 2, 4, 5, 6 y 6.5 después de la aplicación.

El marco utilizado se dividió en una cuadrícula separados cada 10 cm entre sí, representando cada cuadro un 1 % de cobertura. En donde el mismo número de cuadros ocupados por las arvenses fue de igual forma el porcentaje de cobertura por metro cuadrado.

### 2.5.2 Parámetros para el control de porcentaje

En cada evento de muestreo se evaluaron los tratamientos en base a su porcentaje de cobertura, en donde fue utilizado un parámetro, el cual posee cinco escalas de calificación, la cual se presenta en el cuadro 7.

Cuadro 7. Parámetro de control de porcentaje utilizado en cada muestreo.

Parámetros de control en porcentaje	
0 % a 5 %	Excelente
6 % a 20 %	Muy bueno
21 % a 35 %	Bueno
36 % a 50 %	Bajo
51 % en adelante	Deficiente

Fuente: Martínez M, 2019.

### 2.5.3 Determinación de días control

Los días control fueron determinados con base a los datos obtenidos del porcentaje de cobertura de arvenses en cada muestreo, en donde al sobre pasar el 50 % de cobertura por metro cuadrado, se consideró que dicho tratamiento había alcanzado el máximo de días control de arvenses.

### 2.5.4 Determinación de costos por día-control por tratamiento

Para determinar el costo de día-control para cada tratamiento, se tomaron los costos en los que se incurrió, tanto fijos como variables y dividirlos en los días que controló la

aplicación. Como se ha mencionado en el párrafo anterior, los días control utilizados fueron los días que se llevaron las arvenses para sobre pasar el 50 % de cobertura por metro cuadrado o bien hasta que se realizó otra labor, en este caso la labor de cultivo por parte de la finca, ya que al presentar un porcentaje mayor del 50 % el tratamiento aplicado se consideró deficiente.

### 2.5.5 Análisis comparativo de los costos entre el volumen convencional vs el mejor tratamiento obtenido

Se tomaron los costos de la aplicación con un volumen convencional (testigo relativo) por hectárea y los costos del mejor tratamiento aplicado, con el fin que estos fueran comparados y obtener a detalle la diferencia sobre el beneficio obtenido.

### 2.5.6 Factor de estudio

Diferentes equipos de aplicación (boquillas) para diferentes volúmenes de agua en la aplicación de herbicida en pre-emergencia presentes en el cuadro 8.

Cuadro 8. Tipos de boquilla y volúmenes de agua utilizados por cada uno de los tratamientos.

Prueba	Tipo de boquilla utilizada	Dosis de agua aplicada (L/ha)
1	TQ 15001	20
2	TQ 15002	50
3	TQ 15003	75
4	TQ 15004	100
5	TQ 15008	200 testigo relativo

Fuente: elaboración propia, 2018.

### 2.5.7 Diseño experimental

El arreglo experimental fue un diseño de bloques al azar, en donde fueron un total de cinco tratamientos con cuatro repeticiones.

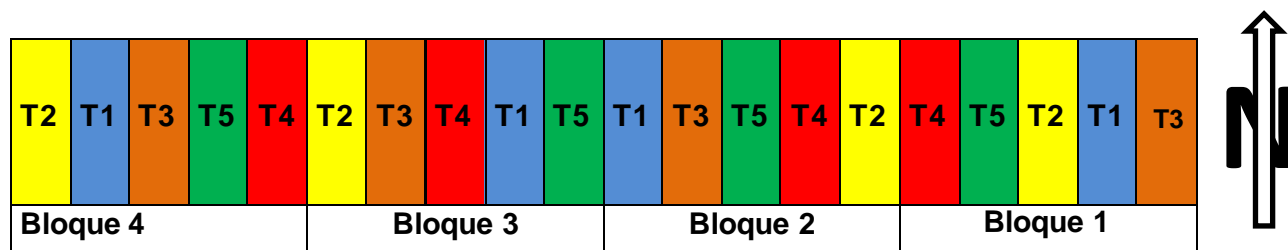
### 2.5.8 Unidad experimental

Cada unidad experimental consto de cinco surcos por 10 m de longitud, separados a 1.75 m entre surco. Teniendo un área de 87.5 m<sup>2</sup> cada unidad experimental.

El área total por bloque fue de 437.5 m<sup>2</sup> y siendo un total de área en los cuatro bloques del ensayo de 1750 m<sup>2</sup>. Tomando como área neta 3 surcos de 8 m de longitud, esto para evitar los efectos de borde.

### 2.5.9 Croquis de campo

En la figura 16, se presenta el croquis aleatorizado.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 16. Croquis de campo con tratamientos aleatorizados.

Cada uno de los tratamientos y su repetición estuvo constituido por cinco surcos de 10 m de longitud.

En el cuadro 9, se presentan los tratamientos con el color asignado.

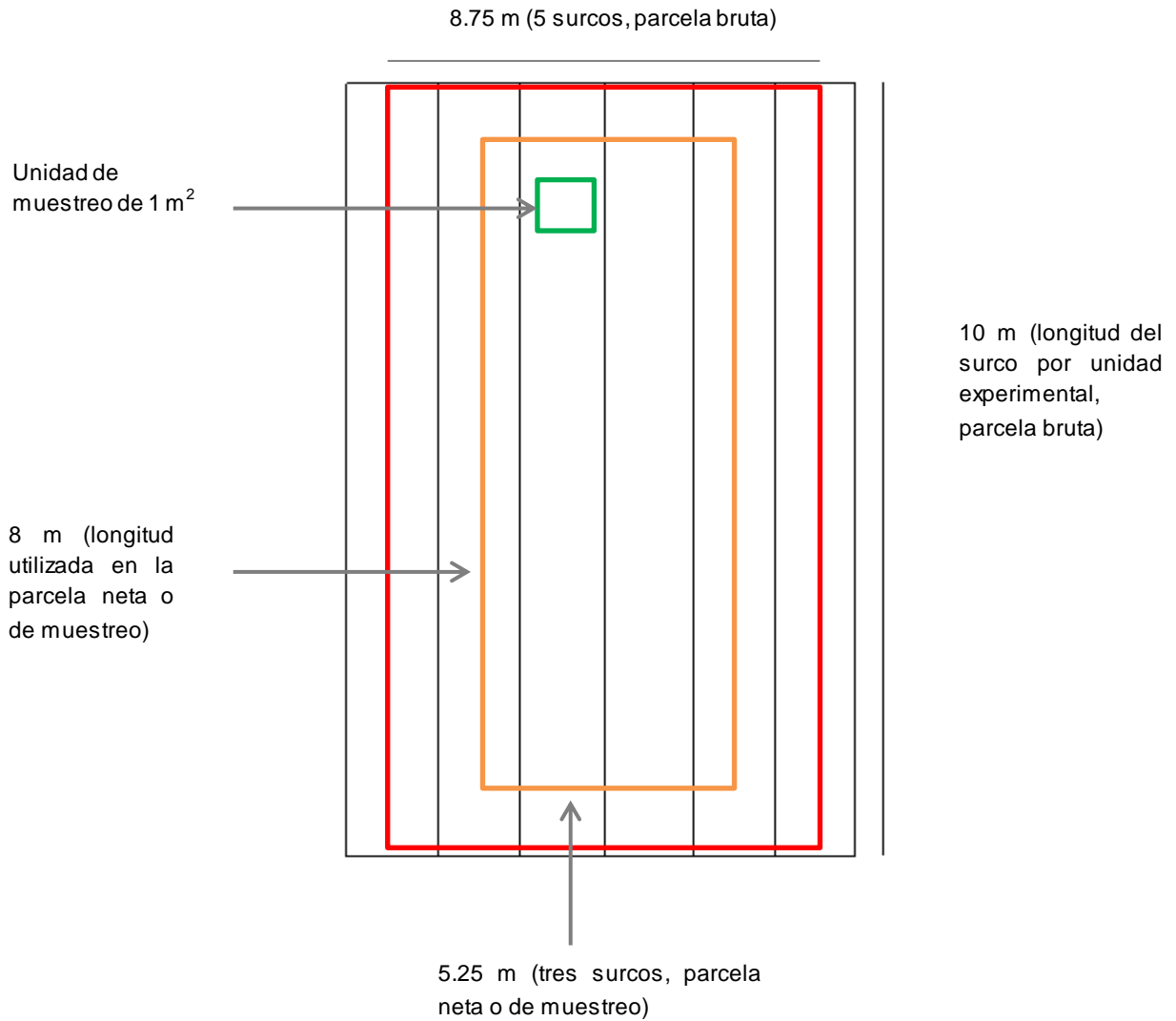
Cuadro 9. Identificación de cada tratamiento en el croquis en base al color asignado.

T1= 20 L /ha	
T2= 50 L /ha	
T3= 75 L /ha	
T4= 100 L /ha	
T5= 200 L /ha	

Fuente: elaboración propia, 2018.

### 2.5.10 Unidad de muestreo

Cada unidad de muestreo estuvo constituida por  $1 \text{ m}^2$ , en donde los datos fueron tomados mediante la colocación de un marco cuadrado de  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ . Tomando como dato el porcentaje de cobertura del área neta establecida, presente en figura 17.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 17. Croquis de parcela bruta y neta.

### 2.5.11 Descripción de los tratamientos

En el cuadro 10, con información recabada en Agrocentro, se presenta la descripción de los tratamientos aplicados en la investigación.

Cuadro 10. Descripción de los tratamientos, en base a su volumen de agua, boquilla y producto utilizado.

Tratamientos					
Tratamiento	L/ha de agua	Boquilla	N. comercial	Molécula	Dosis producto L/ha
<b>1</b>	20	TQ 15001	Fist 45.6 cs	Pendimentalina	3.5
			Zafrero 50 sc	Ametrina	2.5
			Elimina 60	2,4-D	1
			Silkawet Extra	Silkawet	0.43
<b>2</b>	50	TQ 15002	Fist 45.6 cs	Pendimentalina	3.5
			Zafrero 50 sc	Ametrina	2.5
			Elimina 60	2,4-D	1
			Silkawet Extra	Silkawet extra	0.43
<b>3</b>	75	TQ 15003	Fist 45.6 cs	Pendimentalina	3.5
			Zafrero 50 sc	Ametrina	2.5
			Elimina 60	2,4-D	1
			Silkawet Extra	Silkawet extra	0.43
<b>4</b>	100	TQ 15004	Fist 45.6 cs	Pendimentalina	3.5
			Zafrero 50 sc	Ametrina	2.5
			Elimina 60	2,4-D	1
			Silkawet Extra	Silkawet extra	0.43
<b>5 Testigo relativo</b>	200	TQ 15008	Fist 45.6 cs	Pendimentalina	3.5
			Zafrero 50 sc	Ametrina	2.5
			Elimina 60	2,4-D	1
			Silkawet Extra	Silkawet extra	0.43

Fuente: elaboración propia, 2018.

### **2.5.12 Unidad de muestreo**

La unidad de muestreo fue un área de 1 m<sup>2</sup>, el cual es la misma área que abarcar el marco juntamente con la cuadrícula antes mencionada, ver figura 15.

Cabe mencionar que para llevar un registro de los datos de muestreo se utilizó un formato por bloque muestreado, en cual se encuentra en el cuadro 26A.

### **2.5.13 Manejo del experimento**

El manejo agronómico aplicado al experimento fue el mismo que se dio al resto del cultivo en toda la finca. Ya que al exponer el experimento a las condiciones y actividades que se realizan en la finca, los resultados de dicho experimento estuvieran apegados a condiciones normales dadas al cultivo en la finca.

#### **A. Delimitación de parcelas**

Las parcelas fueron delimitadas en las medidas establecidas, identificando el inicio y final de cada una con estacas rotuladas e identificadas con nylon del color que se asignó para cada tratamiento, como se observa en la figura 16.

#### **B. Selección de productos**

Los productos utilizados fueron los que se aplicaban al momento en la finca para el control del complejo de arvenses, ya que estos pasaron por un proceso de pruebas, las cuales fueron aprobadas por el mismo ingenio Pantaleón, bajo los criterios establecidos.

#### **C. Formulación de la dosis**

Las dosis utilizadas fueron las establecidas y recomendadas por la casa comercial a la que pertenece cada producto, así como el consentimiento de los administradores de la finca.

#### **D. Equipo de aplicación**

El equipo de aplicación, como se mencionó anteriormente se utilizaron bombas de mochila Jacto con capacidad de 20 L en su tanque, dicho equipo puede observarse en la figura 13.

### **E. Calibración de bomba de mochila como equipo de aplicación con el método medición de volumen (independiente del tiempo)**

Para llevar a cabo la calibración del equipo de aplicación (bomba de mochila) se realizó una serie de pasos a seguir para garantizar una aplicación de calidad.

- Se debió de llenar una bomba con 2 L de agua.
- Se colocaron dos estacas, separadas a 25 m una de la otra.
- El aplicador debió ser instruido para mantener una altura de la espada tal, que el ancho de aplicación fuera de 1 m.
- El aplicador descargo el equipo caminando entre las dos estacas, hasta haber ido y regresado dos veces, cubriendo de esta manera un área equivalente a cien metros cuadrados.
- Con un vaso medidor, se determinó cuánta agua quedó en la bomba de mochila ( $V_f$ ), y por diferencia se pudo saber cuál fue la descarga en  $100 \text{ m}^2$  durante la calibración (Wolford, 2014b).

$$\frac{vol}{ha} = (V_o - V_f) * 100$$

- vol= Volumen
- ha= Hectárea
- $V_o$ = Velocidad inicial
- $V_f$ = Velocidad final

### **F. Condiciones de aplicación**

Para realizar la aplicación de todos los tratamientos se tomaron en cuenta factores climáticos como velocidad de viento con un rango de velocidad de 5 km/h a 7 km/h, humedad en el suelo ideal a capacidad de campo, sin presencia de lluvia. Esto para evitar malas aplicaciones y que esto alterara los resultados esperados en la investigación.

Se verifico que el equipo de aplicación estuviera en las óptimas condiciones como; libre de fugas, accesorios en correcto estado, principalmente.

#### **G. Aplicación de los tratamientos**

Ya que la aplicación fue en caña plantía esta se realizó a 8 días después de haber sembrado, generalmente se realiza después del segundo riego que se aplica a los 12 días, pero, ya que en ese momento era época de lluvia se realizó en los días mencionados.

#### **H. Paso de cultivadora de 45 días a 50 días después de la aplicación**

Como política de la empresa se tiene estipulado que en renovaciones (plantía), se realiza la labor de cultivo en un rango de 45 días a 50 días después de aplicado, esta fue la razón por la cual la última lectura se realizó a los 46 días después de la aplicación.

## 2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.6.1 Evaluación de los volúmenes de agua

#### A. Evaluación de eficiencia de control a las 2 semanas después de la aplicación

Para conocer la eficiencia de control de arvenses en cada uno de los tratamientos, con relación a los diferentes volúmenes de agua, se realizaron muestreos para observar el control efectivo en cada uno de ellos, los cuales se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Porcentaje de cobertura de arvenses a las dos semanas después de aplicado.

Tratamientos			Porcentaje de control de arvenses								Promedio	Parámetro de control	
L/ha de agua	Ingrediente activo	Dosis comercial (L)	2 semanas después de la aplicación										
T1	20	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43	Bloque 1	0.0	Bloque 2	0.0	Bloque 3	8.0	Bloque 4	0.0	2.0	Excelente
T2	50	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		2.0		0.0		1.0		0.0	0.75	Excelente
T3	75	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		0.0		0.0		0.0		0.0	0.0	Excelente
T4	100	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		0.0		0.0		0.0		0.0	0.0	Excelente
T5	200	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		0.0		0.0		0.0		0.0	0.0	Excelente

En el cuadro 11, se observa que el muestreo realizado a las 2 semanas después de la aplicación, la presencia de arvenses fue prácticamente nula, ya que la presencia de arvenses es menor al 5 % de cobertura, según el primer rango de parámetro de control, por lo cual se considera un control excelente.

A continuación, en el cuadro 12, se presenta el análisis de varianza del porcentaje de cobertura a las 2 semanas después de la aplicación.

Cuadro 12. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura a las dos semanas después de la aplicación.

Muestreo	Variable	N	r <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> aj	cv
1	Cobertura	20	0.37	0	331.12
F.v.	sc	Gl	cm	f	P-valor
Modelo.	23.15	7	3.31	1	0.4778
BLO	10.95	3	3.65	1.1	0.3868
TRAT	12.2	4	3.05	0.92	0.484
Error	39.8	12	3.32		
Total	62.95	19			

En el cuadro 12, se muestra el análisis de varianza del control de cada uno de los tratamientos, estos fueron analizados en base al porcentaje de cobertura obtenido a las 2 semanas después de la aplicación, ya que el p-valor del tratamiento es de 0.484, siendo este mayor al 0.05 de significancia por lo que no existe diferencia significativa.

En la figura 18, se presenta un diagrama de barras para el porcentaje de cobertura de arvenses presentes en el muestreo a las dos semanas.

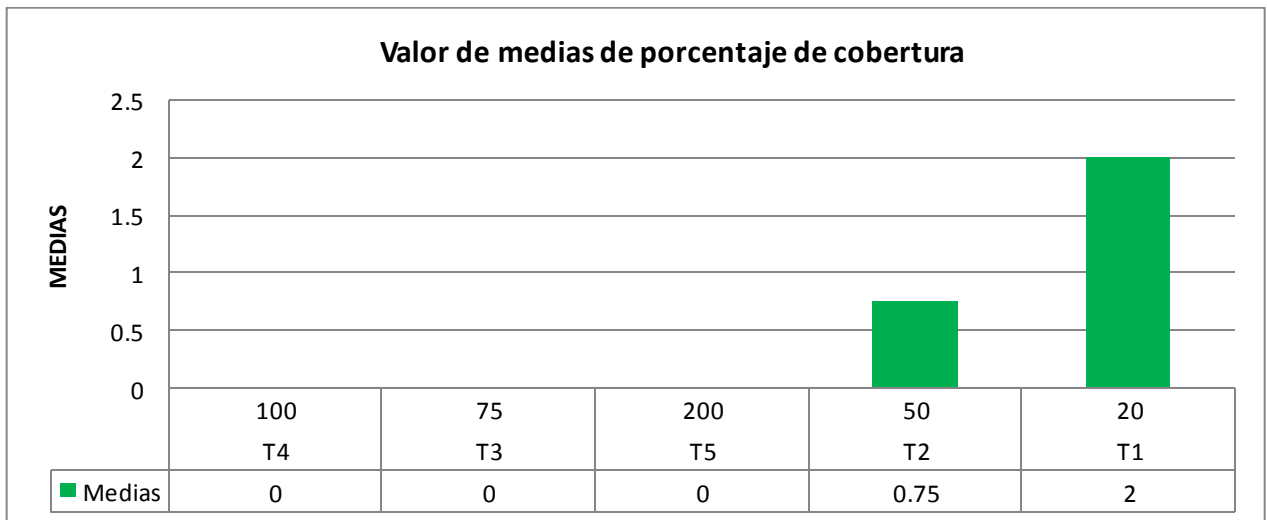


Figura 18. Diagrama de barras para el porcentaje de cobertura de arvenses a las dos semanas después de la aplicación.

Como se puede apreciar en la figura 18, solamente el tratamiento 2 y el tratamiento 1 presentan presencia de arvenses, esto indica que fueron los que menor control tuvieron a las 2 semanas después de la aplicación. Las arvenses presentes en estos tratamientos se manifestaron en pequeños focos, por tanto pudo deberse a una mayor concentración de semillas en esas áreas.

#### B. Evaluación de eficiencia de control a las 4 semanas después de la aplicación

En el cuadro 13, se presentan los datos obtenidos en el muestreo realizado a las 4 semanas después de la aplicación.

Cuadro 13. Porcentaje de cobertura de arvenses a las cuatro semanas después de aplicado.

Tratamientos			Porcentaje de control de arvenses				Promedio	Parámetro de control				
L/ha de agua	Ingrediente activo	Dosis comercial (L)	4 semanas después de la aplicación									
T1	20	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra 3.5 + 2.5 + 1 + 0.43	Bloque 1	1.3	Bloque 2	2.0	Bloque 3	0.7	Bloque 4	0.7	1.2	Excelente
T2	50	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra 3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		1.3		2.0		0.0		0.0	0.8	Excelente
T3	75	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra 3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		0.0		0.0		0.0		0.0	0.0	Excelente
T4	100	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra 3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		2.0		2.0		0.7		1.0	1.4	Excelente
T5	200	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra 3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		0.0		3.0		0.3		0.0	0.8	Excelente

En el cuadro 13, se muestra la eficacia de cada una de las mezclas en base al porcentaje de cobertura obtenido mediante los muestreos realizados en cada unidad experimental, siendo estos, el control a las cuatro semanas. Todos los tratamientos se mantienen por

debajo del 5 % de control considerando en este tiempo a todas las mezclas como excelentes. No obstante el tratamiento de T1 y T4 tuvieron un promedio de 1.2 y 1.4 respectivamente, colocándolos como los tratamientos más altos en este muestreo, no obstante según la escala propuesta se sigue considerando como un control excelente.

A continuación se presenta en el cuadro 14, el análisis de varianza realizado para el muestreo a las 4 semanas después de la aplicación.

Cuadro 14. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura a las cuatro semanas después de la aplicación.

<b>Muestreo</b>	<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> aj</b>	<b>cv</b>
2	Cobertura	20	0.71	0.55	73.72
<b>F.V.</b>	<b>sc</b>	<b>Gl</b>	<b>cm</b>	<b>f</b>	<b>P-valor</b>
<b>Modelo.</b>	11.78	7	1.68	4.28	0.0135
<b>BLO</b>	7.14	3	2.38	6.06	0.0094
<b>TRAT</b>	4.64	4	1.16	2.95	0.0651
<b>Error</b>	4.71	12	0.39		
<b>Total</b>	16.49	19			

En el cuadro 14, se presenta el análisis de varianza del control de cada uno de los tratamientos en base al porcentaje de cobertura obtenido en el muestreo. Como se ve expresado en los datos estadísticos p-valor del tratamiento es de 0.0651, siendo mayor al 0.05 de significancia, por lo que no existió diferencia significativa.

En la figura 19, se presenta el diagrama del valor de medias de porcentaje de cobertura en el muestreo a las 4 semanas después de la aplicación.

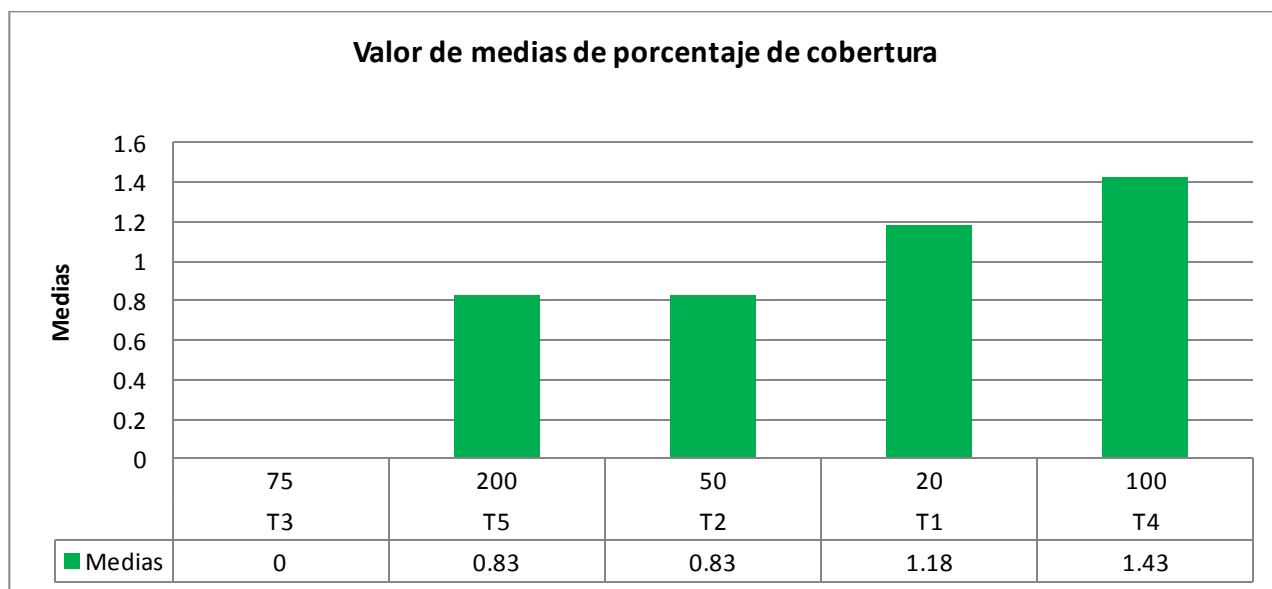


Figura 19. Diagrama de barras para el porcentaje de cobertura de arvenses de los tratamientos a las cuatro semanas después de la aplicación.

En la figura 19, se observa el tratamiento 3 como el mejor a las cuatro semanas, el cual equivale al 75 L/ha de agua (0 % de cobertura), en el caso del tratamiento 4 (100 L/ha de agua) que es el más deficiente con 1.43 % de cobertura. En el caso del tratamiento 5 y 2 (200 L/ha de agua y 20 L/ha de agua) tienen un mismo comportamiento con 0.83 % de cobertura, el tratamiento 1 se asemeja más al comportamiento del tratamiento 4 con 1.18 % de cobertura.

### C. Evaluación de eficiencia de control a las 5 semanas después de la aplicación

En el cuadro 15, se presentan los datos obtenidos en el muestreo realizado a las 4 semanas después de la aplicación.

Cuadro 15. Porcentaje de cobertura de arvenses a las cinco semanas después de aplicado.

Tratamientos			Porcentaje de control de arvenses								Promedio	Parámetro de control	
L/ha de agua	Ingrediente activo	Dosis comercial (L)	5 semanas después de la aplicación										
T1	20	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43	Bloque 1	0.3	Bloque 2	4.7	Bloque 3	1.7	Bloque 4	0.0	1.7	Excelente
T2	50	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		6.7		5.7		6.0		4.3	6	Muy Bueno
T3	75	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		8.3		4.7		1.0		3.7	4.4	Excelente
T4	100	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		1.0		1.7		5.0		1.7	2.3	Excelente
T5	200	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		0.7		0.0		0.3		0.7	0.4	Excelente

Como se puede observar el tratamiento 2 (50 L/ha de agua) inicia a tener una pérdida del control de arvenses, sobrepasando el 5 % de cobertura, con una media de 6 %. Mientras que el tratamiento 3 (75 L/ha de agua), presentó una media de 4.4 %, (menor al 5%) el control de arvenses aun es considerado excelente. Ya que en los muestreos anteriores las medias de cobertura no han sobrepasado el 5 %, siendo únicamente el tratamiento 2 (50 L/ha de agua) el que inicia a perder el control, colocándolo en una escala de “Muy bueno” según el parámetro utilizado.

En el cuadro 16, se presenta el análisis de varianza realizado para el muestreo a las 5 semanas después de la aplicación.

Cuadro 16. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura a las cinco semanas después de aplicación.

Muestreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> aj	Cv
3	Cobertura	20	0.61	0.39	69.13
F.v.	Sc	Gl	Cm	F	P-valor
Modelo.	77.54	7	11.08	2.74	0.0603
BLO	5.72	3	1.91	0.47	0.7081
TRAT	71.82	4	17.95	4.44	0.0197
Error	48.56	12	4.05		
Total	126.1	19			

Como se ve expresado en los datos estadísticos p-valor es de 0.0197, siendo menor al 0.05, lo que indica que existe diferencia significativa.

En análisis post-ANDEVA para el muestreo realizado a las 5 semanas después de la aplicación se presenta en el cuadro 17.

Cuadro 17. Prueba de medias para el porcentaje de cobertura a las cinco semanas después de la aplicación.

Tratamientos		Medias	N	E.e.	Análisis post-ANDEVA	
T5	200	0.43	4	1.01	A	
T1	20	1.68	4	1.01	A	B
T4	100	2.35	4	1.01	A	B
T3	75	4.43	4	1.01	A	B
T2	50	5.68	4	1.01		B

Según el análisis de pruebas de medias el mejor control lo obtuvo el tratamiento 5 (testigo relativo), esto debido a que fue el tratamiento con la menor media de cobertura de 0.43 %. No obstante el tratamiento 1, tratamiento 4 y tratamiento 3 se encuentran en el grupo de la

literal A, lo que indica que son estadísticamente iguales por lo que indistintamente podrían utilizarse. Cabe mencionar que este resultado fue a las 4 semanas después de aplicado.

En la figura 20, el diagrama de barras representan los porcentajes de cobertura de arvenses presentes en el muestreo a las cinco semanas después de aplicado.

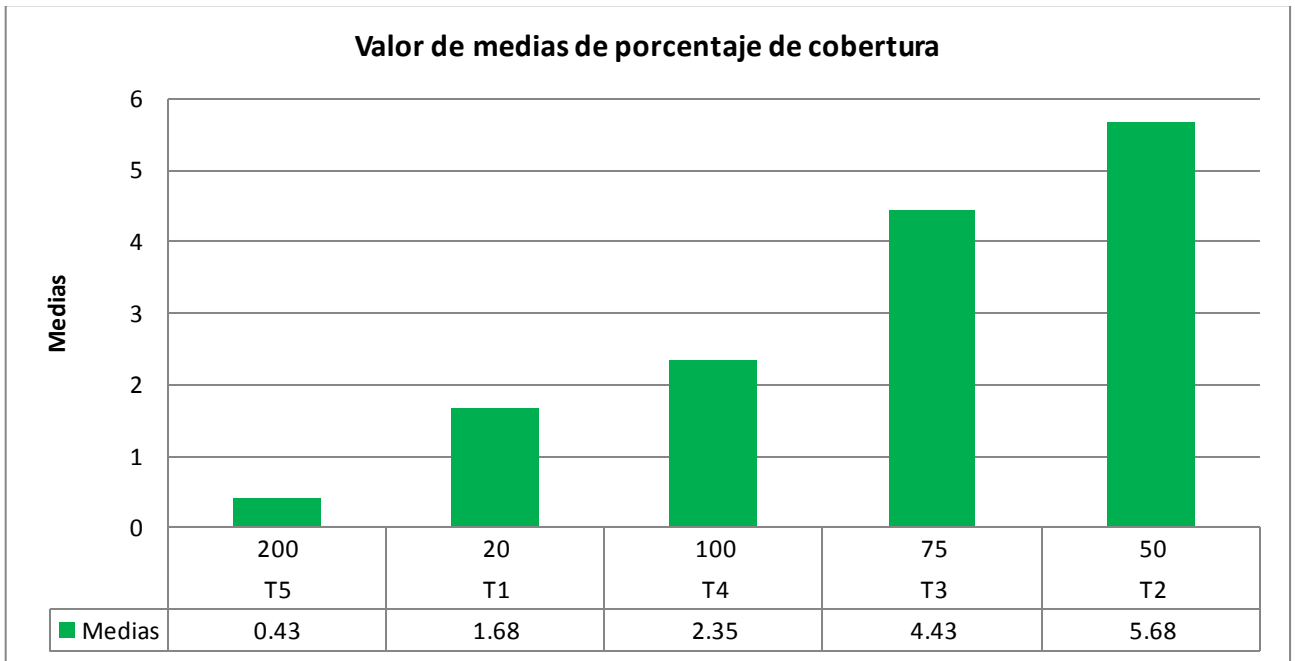


Figura 20. Diagrama de barras para el porcentaje de cobertura de los tratamientos a las cinco semanas después de la aplicación.

Para el caso de la figura 20, se presentan las medias obtenidas, a diferencia del segundo muestreo el tratamiento 5 (200 L/ha de agua) sube a la primera posición con 0.43 %/m<sup>2</sup> de cobertura, bajando así mismo a la última posición el tratamiento 2 (50 L/ha de agua).

#### D. Evaluación de eficiencia de control a las 6 semanas después de la aplicación

En el cuadro 18, se presentan los datos de porcentaje de cobertura de arvenses a las 6 semanas después de aplicado.

Cuadro 18. Porcentaje de cobertura de arvenses a las seis semanas después de aplicado.

Tratamientos			Porcentaje de control de arvenses				Promedio	Parámetro de control				
L/ha de agua	Ingrediente activo	Dosis comercial (L)	6 semanas después de la aplicación									
T1	20	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra 3.5 + 2.5 + 1 + 0.43	Bloque 1	4.7	Bloque 2	11.7	Bloque 3	3.0	Bloque 4	4.7	6.0	Muy bueno
T2	50	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra 3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		17.0		15.7		3.7		9.0	11.3	Muy bueno
T3	75	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra 3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		28.0		39.0		2.3		4.0	18.3	Muy bueno
T4	100	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra 3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		1.7		6.3		9.0		5.7	6.0	Muy bueno
T5	200	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra 3.5 + 2.5 + 1 + 0.43		2.3		2.0		4.0		2.3	2.7	Excelente

En este muestreo se observó que algunos de los tratamientos ya habían perdido el control, manteniéndose el tratamiento 5 (200 L/ha de agua) con medias menores al 5 % de área ocupada por arvenses, estando el tratamiento 1, tratamiento 2 y el tratamiento 4 (20 L/ha de agua, 50 L/ha de agua y 100 L/ha de agua respectivamente), en un intermedio no superando el 20 %, el tratamiento con menor control, fue el tratamiento 3 (75 L/ha de agua), teniendo una media de 18.3 % de área ocupada por arvenses, dicho rango aún se encuentra entre la escala de “muy bueno”.

En el cuadro 19, se presenta el análisis de varianza del muestreo de porcentaje de cobertura realizado a las 6 semanas después de la aplicación.

Cuadro 19. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura a las seis semanas después de la aplicación.

Muestreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> aj	Cv
4	Cobertura	20	0.55	0.29	92.82
F.V.	Sc	Gl	cm	f	P-valor
Modelo.	981.16	7	140.17	2.1	0.1239
BLO	371.09	3	123.7	1.85	0.1915
TRAT	610.07	4	152.52	2.28	0.1204
Error	801.47	12	66.79		
Total	1782.63	19			

Según los datos estadísticos obtenidos con un p-valor de 0.1204 siendo este mayor a 0.05 del valor de significancia, se determina que no existe diferencia significativa en ninguno de los tratamientos.

En la figura 21, se presenta un diagrama de barras para el porcentaje de cobertura de arvenses de cada tratamiento a las seis semanas después de la aplicación.

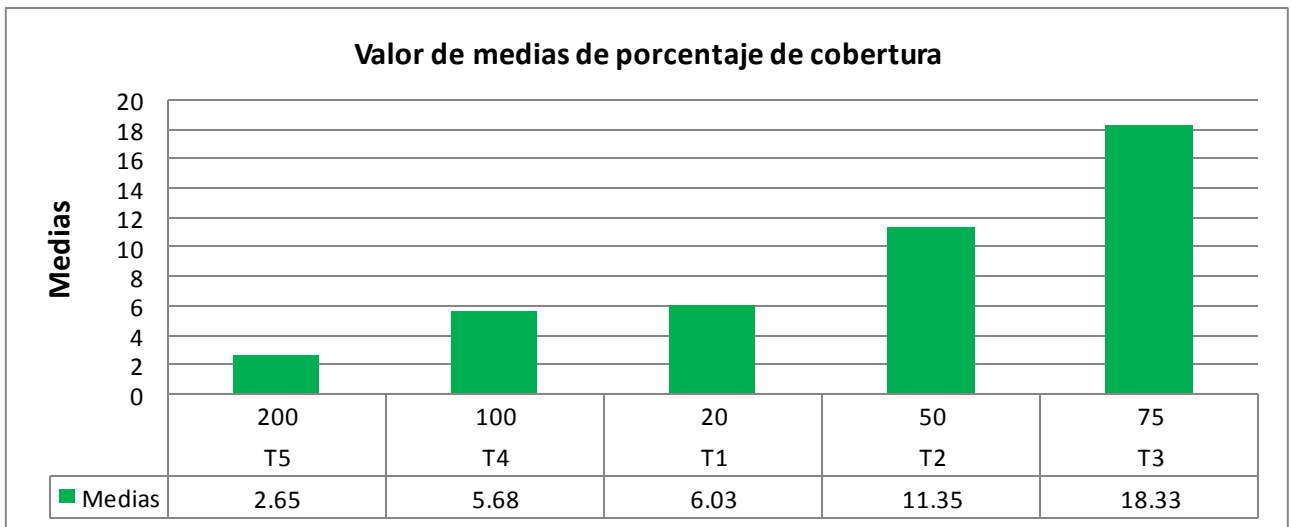


Figura 21. Diagrama de barras para el porcentaje de cobertura de cada uno de los tratamientos a las 6 semanas después de la aplicación.

En la figura 21, se aprecia que el tratamiento 5 (200 L/ha de agua) sigue presentando el mismo comportamiento, posicionándolo como el tratamiento con el mejor control. Estando en el otro extremo, es decir el que menor control lo tuvo a el tratamiento 3 (75 L/ha de agua), dejando en un rango intermedio a los tratamientos 4, 1 y 2 (100 L/ha de agua, 20 L/ha de agua y 50 L/ha de agua respectivamente).

### E. Evaluación de eficiencia de control a las 6.5 semanas después de la aplicación

El cuadro 20, presenta los últimos datos de los muestreos realizados para obtener el porcentaje de cobertura, tomados a las 6.5 semanas después de la aplicación.

Cuadro 20. Porcentaje de cobertura de arvenses a las seis y media semanas después de aplicado.

Tratamientos				Porcentaje de control de arvenses				Promedio	Parámetro de control
L/ha de agua	Ingrediente activo	Dosis comercial (L)	6.5 semanas después de la aplicación						
T1	20	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	7.8	Muy bueno
T2	50	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43					25.3	Bueno
T3	75	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43	13.0	16.0	5.0	12.0	11.5	Muy bueno
T4	100	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43	13.0	12.0	24.0	16.0	16.3	Muy bueno
T5	200	Pendimentalina + Ametrina + 2,4-D + Silkawet extra	3.5 + 2.5 + 1 + 0.43	4.0	6.0	8.0	4.0	6.0	Muy bueno

En este cuadro los datos obtenidos son similares al de las 6 semanas, ya que el mayor dato obtenido en el valor de medias es de 25.3 % de cobertura en el tratamiento 2 (50 L/ha de agua), colocando al tratamiento en un escalada de “Bueno”, según el parámetro utilizado, si bien es cierto que paso de una escala de “Muy bueno” a “Bueno”, esto no quiere decir que se haya perdido el control, ya que sigue estando en el rango establecido según el parámetro de control.

El cuadro 21, presenta el análisis de varianza realizado con los datos de porcentaje de arvenses, realizado a las 6.5 semanas después de la aplicación.

Cuadro 21. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura de arvenses a las seis y media semana semanas después de la aplicación.

Muestreo	Variable	N	r <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> aj	cv
5	Cobertura	20	0.73	0.58	42.43
F.V.	sc	Gl	cm	f	P-valor
Modelo.	1044.45	7	149.21	4.72	0.0094
BLO	58.95	3	19.65	0.62	0.6144
TRAT	985.5	4	246.38	7.79	0.0025
Error	379.3	12	31.61		
Total	1423.75	19			

Para el análisis de varianza presentado en el cuadro 21, siendo a las 6.5 semanas y último a la vez, se obtuvo un p-valor de 0.0025 que con el 0.05 de significancia se determina que si existe diferencia significativa.

El cuadro 22, presenta el análisis post-ANDEVA del porcentaje de cobertura de arvenses a las 6.5 semanas después de la aplicación.

Cuadro 22. Prueba de medias para el porcentaje de cobertura de arvenses a las seis y media semanas después de la aplicación.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Análisis post-ANDEVA	
T5	200	5.5	4	2.81	A
T1	20	7.75	4	2.81	A
T3	75	11.5	4	2.81	A
T4	100	16.25	4	2.81	A
T2	50	25.25	4	2.81	B

Como se observa, estadísticamente los tratamientos 1, 3, 4, 5 son iguales estadísticamente, lo que indica que indistintamente pueden usarse estas mezclas con resultados similares. En el caso del tratamiento 4, que se encuentra en dos grupos de literales, estadísticamente se dice que puede ser bueno como el grupo A o malo como el grupo B. Con el caso del tratamiento 2, que apareceré solamente en el grupo B, se considera como el tratamiento con los resultados más deficiente, en otras palabras un mal tratamiento para el control de arvenses y descartable para su implementación en la finca.

Por lo tanto determinando que, los resultados para los tratamientos 1, 3, 4 y 5 son estadísticamente iguales, la decisión se toma en base al tratamiento con menores costos.

En la figura 22, se presenta un diagrama de barras con los porcentajes de cobertura de arvenses a las 6.5 semanas después de la aplicación.

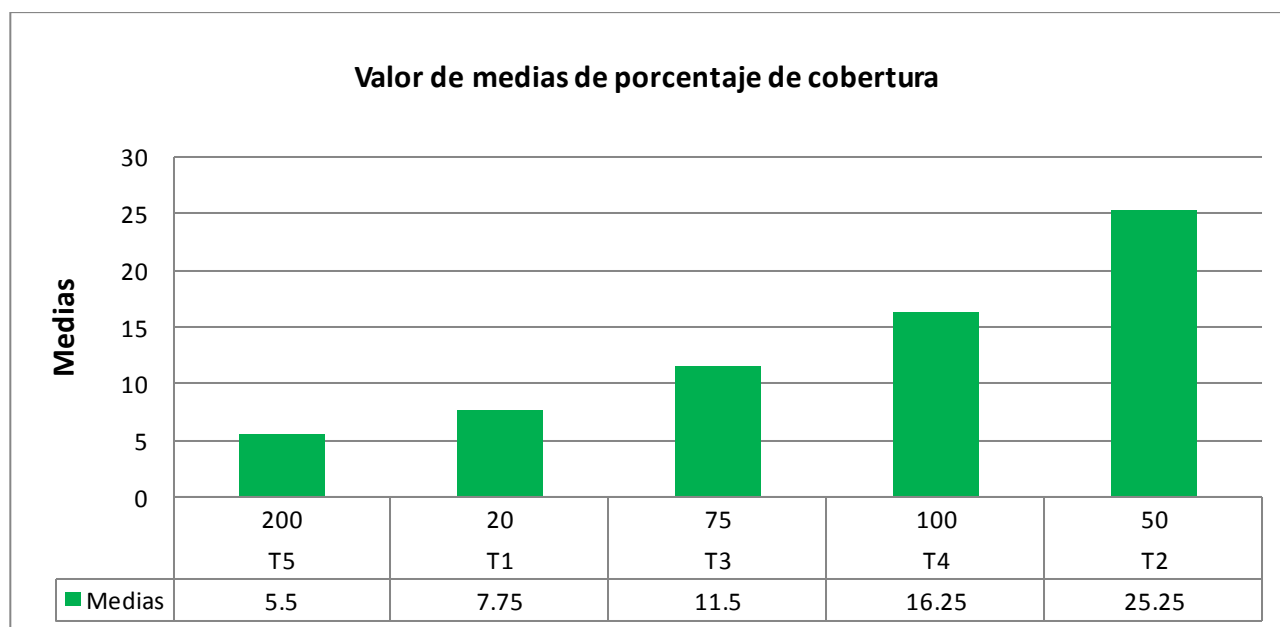


Figura 22. Diagrama de barras para el porcentaje de cobertura de arvenses a las seis y media semanas después de la aplicación.

En la figura 22, se ven expresados en forma de grafica de barras, los datos obtenidos en el análisis estadístico, graficando así las medias obtenidas. Como se describe en el enunciado de la figura 21, el tratamiento 5 (200 L/ha de agua) es el que menor porcentaje promedio de cobertura presenta, obteniendo en ese momento 2.65 % promedio de cobertura, para el caso del tratamiento 2 (50 L/ha de agua) presentó un 11.35 % promedio de cobertura.

En el caso del muestreo a las 6.5 semanas el tratamiento 5 (200 L/ha de agua) alcanzó un máximo de 5.5 % de cobertura, posicionándose como el mejor tratamiento. Como fue de esperarlo por el comportamiento que venía presentando el tratamiento 2 (50 L/ha de agua) quedo como el tratamiento más bajo con una media de 25.25 %.

En la figura 23, se presenta por medio de un diagrama de barras los valores de las medias obtenidas durante cada evento de muestreo para cada uno de los tratamientos.

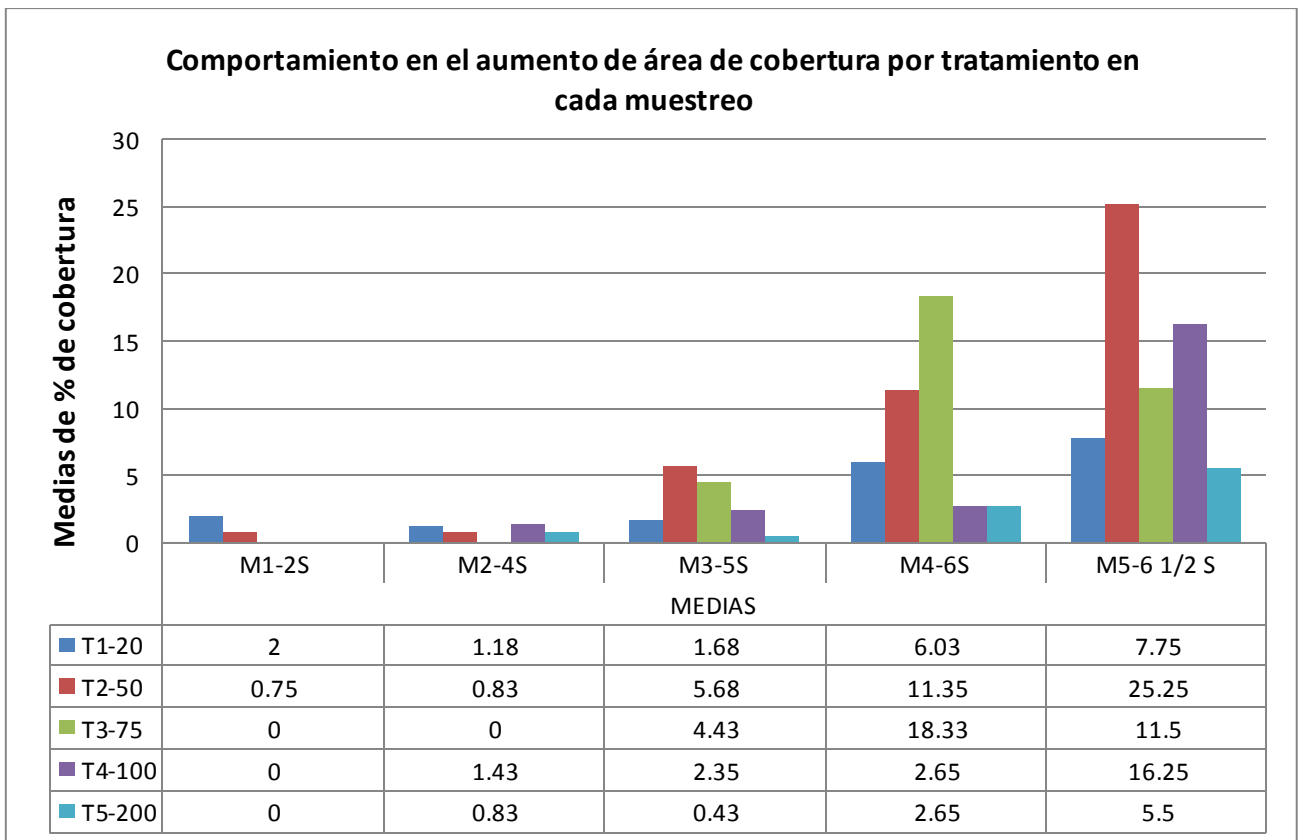


Figura 23. Valores de las medias obtenidas de cada tratamiento en el tiempo.

Puede observarse que en el muestreo 1 (M1) solamente el tratamiento 1 y 2 existió presencia de arvenses, siendo los datos obtenidos de 2 % y 0.75 % de área de cobertura respectivamente, dando el resto de tratamientos con un 0 % cobertura, y un control del 100 %.

Para el caso del muestreo 2 (M2) el tratamiento 3 (75 L/ha de agua) continúa con un 0 % de cobertura, (control 100 %). Caso contrario con los tratamientos 1, 2, 4 y 5 que no solamente existe presencia de arvenses, sino hay un aumento de ellas por unidad de área, en un rango desde 0.83 % a 1.43 % de área de cobertura.

En el muestreo 3 (M3), existe una presencia elevada de arvenses de los tratamientos 2 y 3, este último no había presentado ningún tipo de arvenses hasta las 5 semanas después de aplicado, teniendo una cobertura de 5.68 % y 4.43 % respectivamente. En el caso del tratamiento 4 presenta un pequeño aumento de 0.92 %, manteniéndose como el tercer mejor tratamiento.

Puede verse que en el caso del tratamiento 2, sufrió un aumento en la presencia de arvenses obteniendo un porcentaje de cobertura del 2.35 %, pero no superó al tratamiento 5 (200 L/ha de agua, testigo relativo) con 0.43 % de cobertura, tomando una posición de mejor tratamiento, ya que actualmente es el volumen de agua en aplicación de herbicidas que se utiliza en la finca.

En el muestreo 4 (M4) pudo observarse que existió un incremento en los tratamientos 3, 2 y 1 con 18.33 %, 11.35 % y 6.03 % de la cobertura, respectivamente. Si bien es cierto que en el caso del tratamiento 5 (200 L/ha de agua) existió un aumento, este, no sobre paso el tratamiento 4 (100 L/ha de agua), quedando ambos con 2.65 % de cobertura.

Como muestreo final, realizado a las 6.5 semanas después de la aplicación se obtuvieron los siguientes datos. Quedando como quinto lugar el tratamiento 2 (50 L/ha de agua) con una media de 25.25 % de cobertura. Para el cuarto lugar está el tratamiento 4 (100 L/ha de agua) con 16.25 % de cobertura, quedando así mismo el tratamiento 3 (75 L/ha de agua) como tercer mejor tratamiento con una media de cobertura de 11.5 %. Para el caso del tratamiento 1 y el tratamiento 5 (20 L/ha de agua y 200 L/ha de agua, respectivamente), obtuvieron los mejores resultados, quedando el tratamiento 1 con una media de 7.75 % y el tratamiento 5 con una media de 5.5 % de cobertura por metro cuadrado.

En el caso del tratamiento 5 (200 L/ha de agua, testigo relativo), se obtuvieron los porcentajes de cobertura de arvenses más bajos, tanto al final como en cada muestreo realizado a las 2, 4, 5, 6 semanas, el tratamiento 1 en el primer muestreo presentó una media mayor que los demás tratamientos, pero el comportamiento en el control de las

arvenses en el transcurso de la prueba se mantuvo con poco crecimiento quedando al final de la prueba como segundo mejor tratamiento.

Por lo tanto los dos tratamientos con mejores resultados en el control de arvenses fueron el tratamiento 1 y 5 con 20 L/ha de agua y 200 L/ha de agua, respectivamente.

### 2.6.2 Determinación de los días control para cada uno de los tratamientos

En el cuadro 23, se presentan los porcentajes de cobertura alcanzados hasta el último muestreo para cada tratamiento, como los días control de los mismos.

Cuadro 23. Descripción de porcentaje de cobertura y los días control de cada tratamiento.

Tratamiento	Descripción tratamiento (L/ha)	Medias de (%) de cobertura de maleza alcanzada	Días controlados
T1	20	7.25	46
T2	50	25.25	46
T3	75	11.5	46
T4	100	16.25	46
T5	200	5.5	46

Por lo tanto en el cuadro 23, se observa que en el porcentaje de cobertura obtenido en cada uno de los tratamientos ninguno sobrepaso el 50 % por metro cuadrado, ya que es el máximo permitido según la escala utilizada para que el tratamiento se considere como deficiente.

Cabe mencionar que se tomaron 46 días después de aplicado como los días control de cada mezcla, debido a que a esa cantidad de días se cultivó (paso de cultivadora para botar mesa y calzar la caña), labor establecida por políticas de la empresa que en caña plantía se realice de 45 días a 50 días después de la aplicación pre-emergente. Por lo tanto, cualquier mezcla que supere esa cantidad de días, es considerada adecuada.

### 2.6.3 Determinación de costos por día-control para cada uno de los tratamientos

En el cuadro 24, se presenta las descripción de los costó totales incurridos para poder obtener el costo por día control.

Cuadro 24. Descripción de costos totales para el cálculo de costo de día control por cada tratamiento

Tratamientos		Descripción de costos				CTA (Q.)	CT /ha (Q.)	Costo/ día control (Q.)
		CTM / Tur (Q.)	CTC / Tur (Q.)	CTP / Tur (Q.)	CTI / Tur (Q.)			
T1	20 L/ha a 100 ha/tur	1705.80	661.00	841.50	11527.50	14074.80	140.75	<b>3.06</b>
T1	20 L/ha a 60 ha/turno	1705.80	396.60	577.10	6916.50	9199.40	153.32	<b>3.33</b>
T2	50 L/ha a 40 ha/tur	1705.80	264.40	444.90	4611.00	6761.70	169.04	<b>3.67</b>
T3	75 L/ha a 26.6 ha/tur	1705.80	175.83	356.33	3066.32	5128.44	192.80	<b>4.19</b>
T4	100 L/ha a 20 ha/tur	1705.80	132.20	312.70	2305.50	4324.00	216.20	<b>4.70</b>
T5	200 L/ha a 20 ha/tur TR	1885.80	182.96	453.71	2305.50	4645.01	232.25	<b>5.05</b>

- Referencias:

CTM = Costo total maquinaria

CTP = Costo total personal

CTC = Costo total comisión

CTA = Costo total aplicación

CT = Costo total

Como se observa en el cuadro 24, en el tratamiento 1 con 20 L/ha de agua se realizaron dos cálculos, tanto para 100 ha como para 60 ha por turno, ya que en aplicaciones mayores a 60 ha se utiliza la autopropulsora de aplicación o bien más conocida como Sprayer, por ser una máquina especializada para esta labor con mayor eficiencia. Por tal razón no se realizan áreas mayores a 60 ha con aguilón, además que el tiempo perdido por operación sería elevado, aumentando así las horas máquina y por lo tanto el costo.

En el cuadro 24, se describen cada uno de los costos totales de cada mezcla aplicada obteniendo así un costo total por turno o aplicación, datos que posteriormente fueron tomados para obtener el costo por día control para cada tratamiento.

Como se ha mencionado con anterioridad ninguno de los tratamientos sobrepaso el 50 % de cobertura a los 46 días que se realizó la labor de cultivo o pasado de rastra para botar

mesa, por lo tanto los días control para todos los tratamientos se fijaron en 46 días después de la aplicación.

#### 2.6.4 Análisis comparativo de los costos entre el volumen del testigo relativo vrs el volumen del mejor tratamiento obtenido

En el cuadro 25, se presenta una comparativa entre el costo del mejor tratamiento aplicado vs el testigo relativo.

Cuadro 25. Descripción de costos entre el volumen del testigo relativo vrs el mejor tratamiento obtenido.

Tratamientos	Descripción de Costos				Costo total aplicación (Q.)	Costo total /ha (Q.)	Costo/día control (Q.)	(% ) ahorro mejor tratamiento vs convencional
	CTM / T (Q.)	CTC / T (Q.)	CTP / T (Q.)	CT / T (Q.)				
T1= 20 L/ha a 100 ha/tur	1705.80	661.00	841.50	11527.50	14074.80	140.75	3.06	39.40
T1= 20 L/ha a 60 ha/tur	1705.80	396.60	577.10	6916.50	9199.40	153.32	3.33	33.98
T5= 200 L/ha a 20 ha/tur TR	1885.80	182.96	453.71	2305.50	4645.01	232.25	5.05	0.00

• Referencias:

- T = Tuno
- CT = Costo total
- CTP = Costo total por persona
- CTM = Costo total por maquinaria
- CTC = Costo total por comisión

En el cuadro 25, en la columna de porcentaje de ahorro, se puede observar que al comparar el tratamiento 1, para 100 ha y el de 60 ha por turno, existe un ahorro de 39.40 % y 33.98 %, siendo estos equivalentes a Q. 1.99 y Q. 1.72, respectivamente, sobre los costos por día control por hectárea. Todos estos costos fueron obtenidos de la comparación del costo por día control por hectárea del tratamiento relativo, ya que este fue de Q. 5.05.

En la figura 24, se presenta el diagrama de barras con el costo total de aplicación/turno del mejor tratamiento aplicado vs el tratamiento convencional.

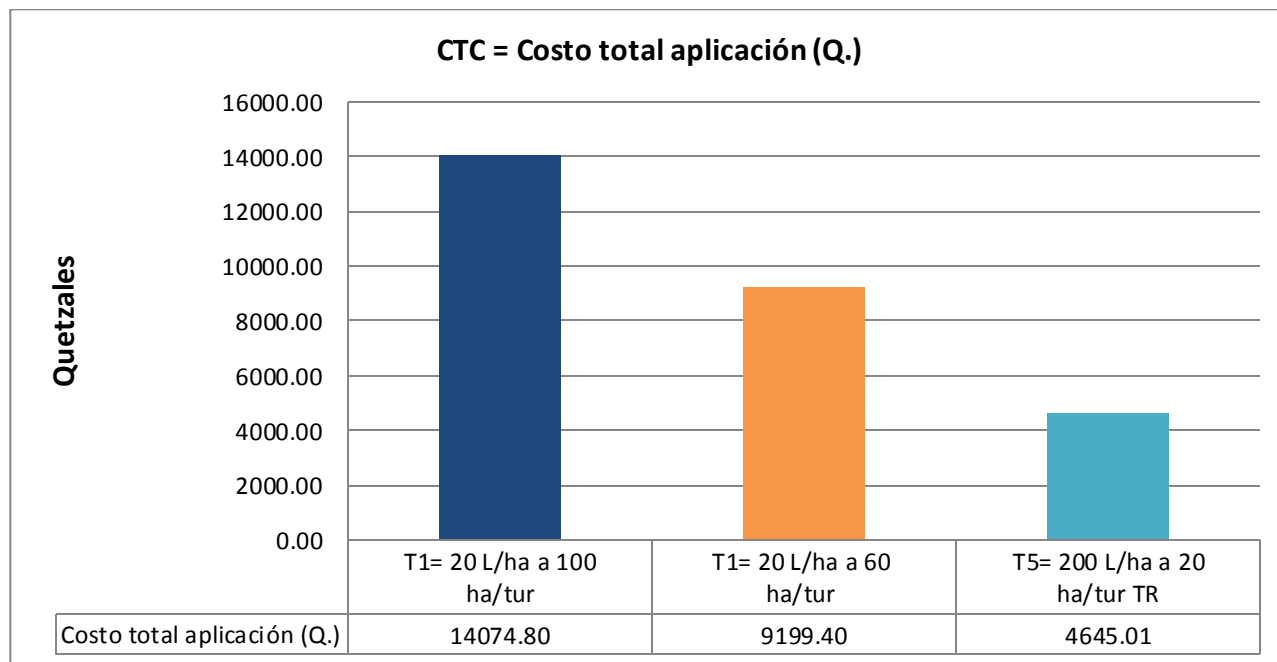


Figura 24. Diagrama de barras del costo total por aplicación/turno, expresado en quetzales.

Como se aprecia en la figura 24, el costo total de la aplicación en el tratamiento 1, es mayor, ya que la cantidad de hectáreas a aplicar por turno aumenta y por lo tanto el costo total de insumos se eleva en comparación al tratamiento 5. Pero al momento de obtener el costo por hectárea del tratamiento 1 es 39 % más bajo que el tratamiento 5, el cual se puede observar en el cuadro 24.

En la figura 25, se presenta un diagrama de barras con el costo total por hectárea aplicada, siendo estos valores del mejor tratamiento obtenido vs el tratamiento convencional.

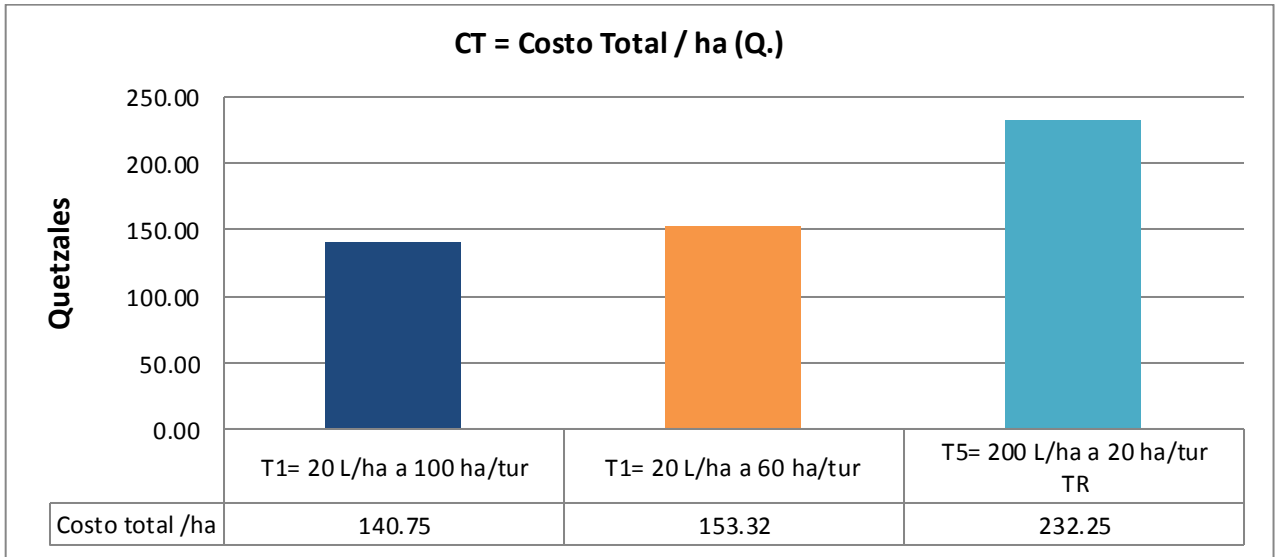


Figura 25. Diagrama de barras del costo total por hectárea aplicada.

Como se observa en la figura 25, en el tratamiento 1, los costos totales por hectárea se redujeron en 39.40 % para el escenario de 100 ha/turno, siendo estos equivalentes a Q. 91.50 y 33.98 % para el escenario de 60 ha/turno, siendo estos equivalentes a Q. 78.93 en comparación con el tratamiento 5 que su costo total fue de Q. 232.25. Estos datos se poder observar en el cuadro 24.

En la figura 26, se presenta un diagrama de barras con el costo/día control del mejor tratamiento obtenido vrs el tratamiento relativo.

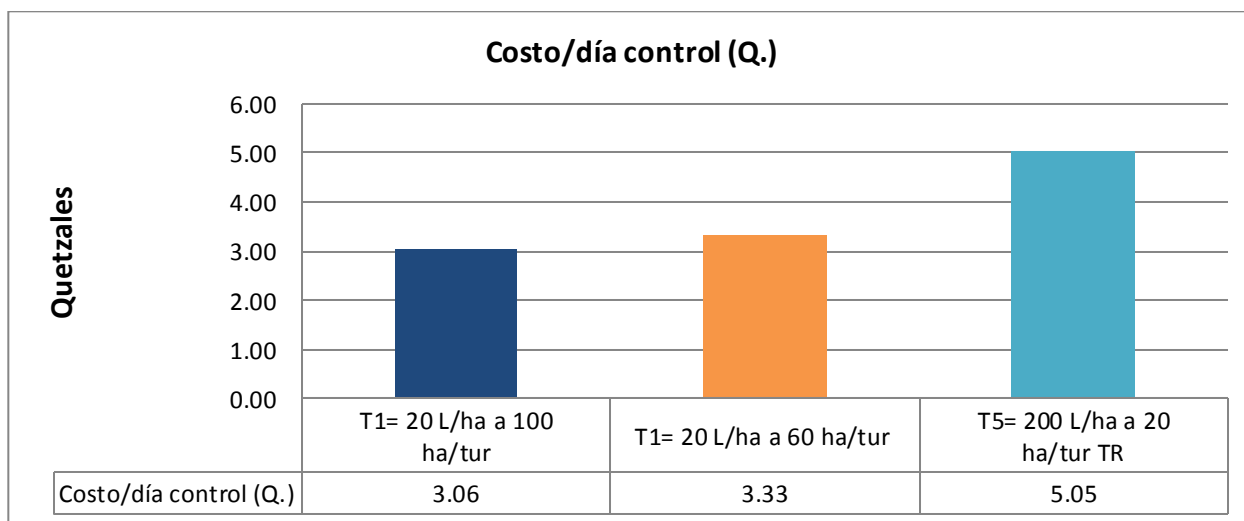


Figura 26. Diagrama de barras del costo total por hectárea por día control.

El tratamiento 1 (20 L/ha de agua) fue el que mejor resultados y costos más bajos presentó aparte del tratamiento 5, siendo este el costo por día control de Q. 3.33 para el tratamiento 1 con un escenario de 60 ha/turno y Q. 3.06 el costo por día control para el tratamiento 1 con un escenario de 100 ha/turno.

## 2.7 CONCLUSIONES

1. En función del efecto en pre-emergencia en la aplicación al complejo de arvenses, ninguno de los tratamientos aplicados presentó más del 50 % de cobertura de arvenses a los 46 días, los cuales fueron tomados como días control, ya que es el momento que se realizó la primera labor de cultivo para la finca. El menor porcentaje de arvenses lo obtuvieron el tratamiento 5 (200 L/ha de agua, testigo relativo) con una media de 5.5 % de cobertura y el tratamiento 1 (25 L/ha de agua) con una media de 7.25 % de cobertura, y el mayor porcentaje de arvenses fue de 25.25 % logrado en el tratamiento 2 (50 L/ha de agua). Debido a que los porcentajes de cobertura del tratamiento 1 y el tratamiento 5 fueron los más bajos, la decisión fue tomada en base a los costos, quedando como mejor el tratamiento 1 con una reducción de costos del 39.40 % siendo este equivalente a Q. 1.99 en costo por día control, en comparación al testigo relativo que fue de Q. 5.05 del costo total por día control.

2. Para obtener los días control se tomó el parámetro de un máximo de 50 % de arvenses por metro cuadrado, ya que al sobrepasar este porcentaje, se pierde el control. Por lo tanto, ya que ninguno sobrepasó dicho porcentaje (50 %) se tomaron como días control para todos los tratamientos 46 días después de aplicado, por haberse realizado en este momento la labor de cultivo, dando por finalizado el ensayo en campo.

3. Obtenidos los costos totales de aplicación por cada tratamiento se procedió a calcular los costos por día control, quedando en el siguiente orden: tratamiento 1 (20 L/ha de agua) con un escenario de 100 ha por turno con Q. 3.06 y el mismo tratamiento 1 con un escenario de 60 ha por turno con Q. 3.33 por día control. Tratamiento 2 (50 L/ha de agua) con Q. 3.67, Tratamiento 3 (75 L/ha de agua) con Q. 4.19. Tratamiento 4 (100 L/ha de agua) con Q. 4.70. Tratamiento 5 (200 L/ha de agua, testigo relativo) con Q. 5.05.

4. Realizado el análisis comparativo entre el mejor tratamiento obtenido vrs el tratamiento del testigo relativo se tomó la decisión de definir la aplicación del tratamiento 1 (20 L/ha de agua). Como se mencionó en la sección de resultados para el tratamiento 1 existen dos escenarios, por lo tanto se tomó la decisión de definir la aplicación del tratamiento 1 con el escenario de 60 ha/turno, ya que aun reduciendo la cantidad de hectáreas a aplicar este sigue siendo el tratamiento mejor después del tratamiento 5 (200 L/ha de agua) con la ventaja que optimiza los recursos y por lo tanto sus costos se reducen ahorrando hasta un 33.98 % equivalente a Q. 1.75 del costo por día control, con respecto al costo de la aplicación utilizada por el ingenio Pantaleón que es de Q. 5.05 por día control.

## **2.8 RECOMENDACIONES**

1. Con base a los resultados obtenidos en la aplicación pre-emergente con diferentes volúmenes de agua, se recomienda probar aplicaciones con diferentes dosis de herbicida utilizando los mismos productos, con el fin de poder reducir costos y optimizar los insumos.
2. Utilizar bombas de presión constante cuando existan aplicaciones manuales para garantizar aplicaciones de calidad, evitando así dejar focos de arvenses o áreas sin aplicar.
3. En base a los resultados que se tienen en el manejo de volúmenes de agua, se recomienda realizar pruebas semicomerciales para el mejoramiento del manejo de malezas en general.

## 2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Agrocentro, Guatemala. 2018. Insumos agrícolas (en línea). Guatemala. Consultado 5 mayo 2018. Disponible en <http://agrocentro.com/categoria-producto/herbidas/>
2. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Guatemala). 2016. Manual para la identificación y manejo de las principales malezas en caña de azúcar en Guatemala. Guatemala. (PDF)
3. CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia). 1982. Los herbicidas modo de actuar y síntomas de toxicidad. Colombia.
4. Corado, C. 2004. Evaluación de nueve herbicidas para el control de maleza en preemergencia durante los primeros meses de crecimiento de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Tesis Ing. Agr. Escuintla, Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala.
5. Esqueda Esquivel, VA; Tosquy Valle, OH. 2014. Efecto del volumen y el pH del agua en el control de *Ixophorus unisetus* (J. Presl.) Schlttdl. con glifosato. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 6(1):197-109. Consultado 15 ago. 2018. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342015000100009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000100009)
6. Ingenio Pantaleón, Guatemala. 2018. Manejo integrado de malezas. Guatemala, Ingenio Pantaleón, Departamento de Aplicaciones.
7. Jacto, Guatemala. 2018. Equipos de aplicación (en línea). Guatemala. Consultado 25 ago. 2018. Disponible en <https://www.jacto.com/centralamerica/products>
8. Martínez, M. 2018. Eficiencia y días control de un herbicida (entrevista). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.
9. \_\_\_\_\_. 2019. Parámetro de medida para el control de plantas arvenses (entrevista). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.
10. Melgar Morales, MA. 2014. El cultivo de caña de azúcar en Guatemala. Guatemala: CENGICAÑA .
11. Noriega, C. 2010. Calibración de equipos; Teejet, 290. Guatemala, DuWest.
12. Passel, P. 2018. Malezas; definición, control, manejo, herbicidas, etc. Argentina, Universidad Nacional del Litoral. Consultado 10 jun. 2018. Disponible en <http://passel.unl.edu/pages/informationmodule.php?idinformationmodule=1130447067&topicorder=5&maxto=5>

13. Red Agrícola, Chile. 2018. Un menor volumen de aplicación permite bajar las dosis de fitosanitarios (en línea). Chile. Consultado 2 set. 2018. Disponible en <http://www.redagricola.com/cl/menor-volumen-aplicacion-permite-bajar-las-dosis-fitosanitarios/>
14. Sánchez, A. 1994. Estudio semidetallado de los suelos de la zona cañera de Guatemala. Escuintla, Guatemala, CENGICAÑA.
15. Satélites del Mundo. 2019. Ubicación finca California, Guanagazapa, Escuintla, Guatemala (en línea). Consultado 30 mayo 2019. Disponible en [https://satellites.pro/Mapa\\_del\\_Mundo#14.037868,-90.636531,17](https://satellites.pro/Mapa_del_Mundo#14.037868,-90.636531,17)
16. Universidad Santo Tomas, Colombia. 2015. Arvenses (en línea). Colombia. Consultado 18 mar. 2019. Disponible en [http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/eXe%20Sanidad%20Vegetal%20Momento%202/sanidad\\_vegetal.html](http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/eXe%20Sanidad%20Vegetal%20Momento%202/sanidad_vegetal.html)
17. Villegas, TT. 1994. Evaluacion de herbicidas para el control de maleza de hoja angosta. Sugar Journal 24(2):10-15.
18. Wylie, USA. 2018. Boquillas de difusión (en línea). Estados Unidos. Consultado 26 ago. 2018. Disponible en <https://www.wyliesprayers.com/v/nozzle-types/>

## 2.10 ANEXOS

Cuadro 26A. Formato para la toma de datos en campo, por bloque.

Bloque	Un. Exp.	Sub Muestra	M1	P M1	M2	P M2	M3	P M3	M4	P M4	M5	P M5
	UE1	S1										
	UE1	S2										
	UE1	S3										
	UE2	S1										
	UE2	S2										
	UE2	S3										
	UE3	S1										
	UE3	S2										
	UE3	S3										
	UE4	S1										
	UE4	S2										
	UE4	S3										
	UE5	S1										
	UE5	S2										
	UE5	S3										

Fuente: elaboración propia, 2018.





**CAPÍTULO III**  
**INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN ZONA CALIFORNIA DEL INGENIO**  
**CONCEPCIÓN-PANTALEÓN, S.A., GUANAGAZAPA, ESCUINTA, GUATEMALA, C.A.**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019**



### 3.1 PRESENTACIÓN

El presente documento da a conocer los servicios realizados en zona California, perteneciente a Ingenio Concepción, los cuales se basaron en los resultados obtenidos en el diagnóstico de la misma. Viéndose así la necesidad de solucionar la problemática con el ordenamiento y control de maquinaria e implementos agrícolas como el manejo y control de materiales y equipos de protección personal, para desecho y reciclaje.

En la zona California, la automatización de las labores por medio de la maquinaria agrícola juega un rol importante. Por lo tanto la implementación de controles y registros han pasado a formar parte importante en las bases de datos, siendo estos primordiales para obtener información en el cálculo de eficiencias por labor, por finca, horas máquina, horas total trabajadas por semanas, principalmente. Por tal motivo se creó un formato de control que permite llevar este tipo de información a detalle, información que después de la implementación de estos controles se presenta semanalmente al jefe de la zona.

Formando parte importante del proceso, el control de reporte de maquinaria dañada, permitiendo así realizar las gestiones necesarias y más eficientes para la reparación de las mismas. Esto permite mejorar eficiencias y no pausar las labores por falta de maquinaria disponible. Para realizar el proceso de reporte y reparación fue necesario tener información de fácil acceso, con especificaciones y fundamental de cada maquinaria e implementos, esto se logró mediante la creación de inventarios y la actualización constante de los mismos.

Con base a la ausencia de control de materiales sólidos y equipo de protección personal (EPP), se vio la necesidad de la creación de un centro de acopio, siendo este el centro de recepción de estos materiales principalmente, creando un control y una nueva cultura, la cual no solamente es parte fundamental para la empresa si no que ayuda al cuidado del medio ambiente.

Como parte de la solución y mejora al problema, un servicio consistió en la creación de formatos de control de los materiales, así como una metodología para la recepción de los mismos, generando así un ordenamiento y cultura no solamente en las personas involucradas sino para todos los colaboradores de la zona California.

### 3.2 ÁREA DE INFLUENCIA

El área influenciada del ejercicio profesional supervisado (EPS) fue la zona California del ingenio Concepción, esta se encuentra localizada en el municipio de Guanagazapa, del departamento de Escuintla, en donde el acceso a la finca se encuentra situada en el kilómetro 89 carretera a Taxisco, a un costado de la cinta asfáltica.



Fuente: elaborado a base de Google Maps, 2018.

Figura 27. Mapa de ubicación del casco principal de la finca California.

### 3.3 OBJETIVO GENERAL

Apoyar e implementar en la zona California, del ingenio Concepción los servicios que contribuyan a una mejora continua de prácticas para el manejo de la caña de azúcar.

### **3.4 SERVICIOS PRESTADOS**

#### **3.4.1 Manejo de maquinaria, equipo agrícola y automatización de control**

##### **A. Definición del problema**

En la zona California, el control, coordinación y manejo de la maquinaria se ha convertido en un punto muy importante, ya que actualmente los procesos se vuelven más automatizados. El costo de operación de cada hora de maquinaria trabajada repercute en el presupuesto si no son manejadas, coordinadas y supervisadas en cada uno de las labores. Por lo tanto es necesario llevar un control digital, en donde posteriormente los datos obtenidos nos puedan servir como indicadores en la medida necesaria.

##### **B. Objetivos específicos**

1. Crear inventario de maquinaria y equipos agrícolas en la zona, clasificándolos principalmente por categoría y tipo de operación.
2. Implementar el control de registros en una base de datos, para el manejo de información de la maquinaria y equipos agrícolas de la zona.
3. Implementar un control para el reporte de daños de maquinaria e implementos agrícolas.

##### **C. Metodología**

###### **a. Inventario de maquinaria y equipos agrícolas en la zona por categoría y tipo de operación**

1. Con la ayuda del personal de la finca se realizó un recorrido en todo el casco y otras áreas de la zona en donde se encontraba maquinaria e implementos.
2. Se tomó la OT (código con el cual está identificado cada equipo).
3. Se buscó cada equipo con base a la OT y se tomó la información requerida para crear el inventario, posterior a esto se usaron rótulos de metal para identificarlos con a la categoría.

4. Con la información recabada se creó el formato para ingresar los datos de cada uno de los equipos.

**b. Control de registros en una base de datos, para el manejo de información de la maquinaria y equipos agrícolas de la zona**

1. El operador debe de llenar su boleta al finalizar un turno o al finalizar de utilizar algún tipo maquinaria agrícola (tractor).
2. Acude al encargado de cultivo, para verificar que los datos colocados en boleta sean los correctos para reportar.
3. El operador debe de acudir con el digitador de la zona y entregarle boleta sin ningún tipo de errores.
4. El digitador ingresa los datos de la boleta al archivo en formato de Excel ®, para su respectivo control.
5. Estas bases de datos son enviadas al jefe de zona dos veces a la semana para verificar eficiencias por labor y el control de cada maquinaria.

**c. Control para el reporte de daños de maquinaria e implementos**

1. El operador reporta el daño presente en la máquina al encargado.
2. El encargado de maquinaria crea un reporte a recepción dando especificaciones como: daño presente, ya sea grave o leve, ubicación del equipo, responsable.
3. Por medio de una computadora se ingresa la información de todos los equipos dañados en el día a un formato con especificaciones de los daños, en donde posterior a ello se manda por correo electrónico a las personas responsables de la reparación de equipo, no solo con el fin de agilizar la reparación sino también tener una constancia del trabajo realizado. Si fuese necesario se utiliza una cámara fotográfica y se adjuntan fotografías del accesorio o parte dañada del equipo.

## **D. Evaluación**

### **a. Inventario de maquinaria y equipos agrícolas en la zona**

Entre los logros principales en la solución a esta problemática están:

- Se logró crear un inventario de la maquinaria e implementos agrícolas existentes en la zona.
- Por medio de este inventario se logró tener información específica de cada maquinaria e implementos agrícolas.
- Se logró el aseguramiento de la existencia de la maquinaria.

### **b. Control de registros en una base de datos, para el manejo de información de la maquinaria y equipos agrícolas de la zona**

Entre los logros principales en la solución a esta problemática están:

- Se creó un formato con la información necesaria, que mediante una base de datos esta información queda archivada como un historial y respaldo ante cualquier circunstancia en la que se le requiera, esta información era presentada semanalmente a los jefes de la zona.
- Actualmente este formato de control se utiliza en la zona de producción.
- Se logró la disponibilidad de información en estado digital, la cual anterior a la creación de estos controles no existía forma de acceder a ella.

### **c. Control para el reporte de daños de maquinaria**

Entre los logros principales en la solución a esta problemática están:

- Creación de un formato para el reporte de daños de maquinaria e implementos agrícolas.
- Se logró tener la situación actual del estado de la maquinaria.

- Se logró agilizar los procesos para recibir asistencia por parte de taller para realizar las reparaciones de maquina e implementos dañados.
- Se logró tener un historial de información de daños de maquinaria, gracias al formato creado y la información tabulada en el mismo, quedando está a disposición del Jefe de Zona y Supervisores.
- El formato es utilizado actualmente en la zona California para el reporte y control de maquinaria e implementos agrícolas.

## E. Constancias

### a. Inventario de maquinaria y equipos agrícolas en la zona

Cuadro 27. Inventario de maquinaria e implementos agrícolas.

 <b>Pantaleon</b>		FORMATO PARA INVENTARIO DE MAQUINARIA E IMPLEMENTOS AGRICOLAS			
COORPORACION PANTALEON, S.A.					
OT (CODIGO)	CATEGORIA	DESCRIPCION CATEGORIA	OPERACION	DEDICADO	COMPARTIDO
MAQUINARIA AGRICOLA					
10010400	AR10	TRACTOR	LABORES VARIAS	NO	
10010185	AR10	TRACTOR HI-CROP	LABORES VARIAS	NO	
10010189	AR10	TRACTOR HI-CROP	LABORES VARIAS	NO	
10010373	AR10	TRACTOR	LABORES VARIAS	NO	
10010395	AR10	TRACTOR	LABORES VARIAS	NO	
10010396	AR10	TRACTOR	LABORES VARIAS	NO	
10010397	AR10	TRACTOR	LABORES VARIAS	NO	
10010451	AR10	TRACTOR	LABORES VARIAS	NO	
10010489	AR10	TRACTOR	LABORES VARIAS	NO	
10010503	AR25	TRACTOR	FERTILIZACION LIQUIDA	NO	
10010533	AR10	SPRAYER	APLICACIÓN DE HERBICIDAS, FOLIARES	NO	
10050016	AR10	CAMION NODRIZA	APLICACIÓN DE HERBICIDAS	NO	
10050989	GP16	CAMION CONTRAINCENDIOS	CONTRAINCENDIOS	NO	
10051014	GP16	CAMION CONTRAINCENDIOS	CONTRAINCENDIOS	NO	
10051018	GP16	CAMION PIPA (SPRAYER)	ABASTECIMIENTO DE AGUA, TRANSPORTE DE PRODUCTO A SPRAYER	NO	
11050005	NP22	CAMION NODRIZA	APLICACIÓN DE HERBICIDAS	NO	

1013 0003	NP01	AGUILON COLUMBIA 2000 LTS	APLICACIÓN DE HERBICIDA	NO	
1013 0343	NP01	AGUILON COLUMBIA 2000 LTS	APLICACIÓN DE HERBICIDA	NO	
1013 0344	NP01	AGUILON CONDOR	APLICACIÓN DE HERBICIDA	NO	
10130408	NP01	AGUILON CONDOR CON GPS	APLICACIÓN DE HERBICIDA	NO	
1007 0322	GP11	CARRETA 2 RUEDAS	LABORES VARIAS	NO	
1007 0324	GP11	CARRETA 2 RUEDAS	LABORES VARIAS	NO	
1007 0326	GP11	CARRETA 2 RUEDAS	LABORES VARIAS	NO	
1007 0320	GP11	CARRETA 4 RUEDAS	LABORES VARIAS	NO	
1013 0132	NP09	CHAPEADORA 2 SECCIONES	CHAPEO DE AREAS IMPRODUCTIVAS	NO	
1013 0170	NP08	CUCHILLA PARA HACER BATEAS	LIMPIA DE BATEAS	NO	
1013 0259	NP08	CUCHILLA PARA HACER BATEAS	LIMPIA DE BATEAS	NO	
1013 0115	NP07	CULTIVADORA 2 MESAS	CULTIVO	NO	
1113 0010	NP07	CULTIVADORA 2 MESAS	CULTIVO	NO	
1013 0289	NP24	DESBASURA MECA 2X1	DESBASURADO MECANICO	NO	
1113 0049	NP24	DESBASURA MECA 2X1	DESBASURADO MECANICO	NO	
1013 0024	NP02	ESCARIFICADOR	ESCARIFICADO	NO	
1113 0006	NP02	ESCARIFICADOR	ESCARIFICADO	NO	
1013 0052	NP04	FERTILIZADORA GRANULADA	FERTILIZACION GRANULADA	NO	
1013 0052	NP04	FERTILIZADORA GRANULADA	FERTILIZACION GRANULADA	NO	
1107 0109	GP11	GANZO PARA ACARREO SEMILLA 1000 PAQUE.	ACARREO DE SEMILLA	NO	
1107 0111	GP11	GANZO PARA ACARREO SEMILLA 1000 PAQUE.	ACARREO DE SEMILLA	NO	
1108 0187	GP11	GANZO PARA ACARREO SEMILLA 1000 PAQUE.	ACARREO DE SEMILLA	NO	
1108 0189	GP11	GANZO PARA ACARREO SEMILLA 1000 PAQUE.	ACARREO DE SEMILLA	NO	
1108 0195	GP11	GANZO PARA ACARREO SEMILLA 1000 PAQUE.	ACARREO DE SEMILLA	NO	
1108 1087	GP11	GANZO PARA ACARREO SEMILLA 1000 PAQUE.	ACARREO DE SEMILLA	NO	
1113 0060	NP15	MONTONI	DRENAJE	NO	
1007 0327	GP01	PLATAFORMA	ACARREO DE SEMILLA	NO	
1013 0039	NP03	RASTRA SANITARIA 3 SURCOS	CONTROL DE CHINCHE	NO	
1007 0514	NP22	TANQUE AGUA ( TIPO NODRIZA )	TRANSPORTE PRODUCTOS VARIOS	NO	
1113 0028	NP22	TANQUE AGUA	TRANSPORTE PRODUCTOS VARIOS	NO	
1113 0034	NP22	TANQUE AGUA ( TIPO NODRIZA )	APLICACIÓN DE HERBICIDA	NO	
1107 0055	GP16	TANQUE CONTRA INCENDIOS	TRANSPORTE DE AGUA	NO	
1113 0039	NP22	TANQUE DE AGUA	TRANSPORTE PRODUCTOS VARIOS	NO	
1007 0451	GS16	TANQUE DE AGUA POTABLE	TRANSPORTE DE AGUA POTABLE	NO	
1013 0263	GS16	TANQUE DE AGUA POTABLE	TRANSPORTE DE AGUA POTABLE	NO	
1013 0265	GS16	TANQUE DE AGUA POTABLE	TRANSPORTE DE AGUA POTABLE	NO	
1107 0061	GS16	TANQUE DE AGUA POTABLE	TRANSPORTE DE AGUA POTABLE	NO	
1013 0102	NP20	TAPADORA DE SEMILLA MECANICA	TAPADO DE SEMILLA	NO	
1113 0042	NP02	VACIADOR 1 PUNTA	DRENAJE	NO	
1113 0056	NP02	VACIADOR 1 PUNTA	DRENAJE	NO	
1113 0057	NP02	VACIADOR 1 PUNTA	DRENAJE	NO	



### **3.4.2 Apertura de centro de acopio para equipo de protección personal (EPP) y destino de equipo en mal estado**

#### **A. Definición del problema**

En busca de una solución a la problemática al descontrol de desechos sólidos y equipo de protección personal (EPP) en estado o punto de desecho, se vio la necesidad de la gestión para la apertura de un centro de acopio. Siendo este con el fin de ser un punto en donde se centralizará todo tipo de material que fuera clasificado como de desecho y pudiera ser reciclado y por lo tanto utilizado para diversos fines.

#### **B. Objetivos Específicos**

1. Aperturar centro de acopio en zona California.
2. Crear un formato para el control de recepción de material y equipo de protección en mal estado.
3. Implementar una metodología de recolección y selección de cada uno de los materiales y equipos de protección personal que estén en mal estado.

#### **C. Metodología**

##### **a. Aperturar centro de acopio en zona California.**

1. Elegir el lugar que se utilizaría como centro de acopio.
2. Inspeccionar el lugar para verificar si necesitaba realizarle mejoras necesarias (remodelación).
3. Se realizaron mejoras en donde se utilizó cal y bomba de mochila para pintar, malla para circular el lugar, rótulos para identificar el lugar y los materiales, alambre para reforzar algunas estructuras y puertas para restringir el paso a personal no autorizado.

**b. Formato para el control de recepción de material y equipo de protección personal en mal estado**

1. Se realizó una reunión con encargados y supervisores para tener un consenso de la información básica para la creación del formato para recepción y control de desechos.
2. Selección de persona encargada de acopio.
3. Elaboración de formato en forma digital.
4. Implementación en acopio.

**c. Metodología de recolección y selección de cada uno de los materiales y equipos de protección personal**

1. Se realizó una reunión con supervisores y encargados de la zona.
2. Se determinaron los pasos primordiales, los cuales conformaron la metodología de recolección de cada uno de los materiales y equipos de protección.

**D. Evaluación**

**a. Aperturar centro de acopio en zona California**

1. Se logró la apertura del centro de acopio en zona California.
2. Se logró tener un centro de recepción y control de los desechos sólidos y equipo de protección personal generados en la zona.

**b. Creación de un formato para el control de recepción de material y equipo de protección personal utilizados en la zona que estén en estado de desecho**

1. Se estructuró el formato para el control en el acopio de equipo de protección personal en mal estado.
2. Se logró que el formato fuera implementado desde el momento de la apertura del centro de acopio.

3. Se logró por medio del formato y control, tener un historial de los desechos sólidos manejados en la zona.

**c. Proceso de recolección y selección de cada uno de los materiales y equipos de protección personal utilizados en la zona que estén en mal estado.**

1. Se logró establecer la metodología para el proceso de recolección y selección de materiales y equipos de protección personal en mal estado.

2. La metodología creada se logró implementar desde el momento de la apertura del centro de acopio.

**E. Constancias**

**a. Aperturar centro de acopio en zona California**



Figura 28. Parte frontal del centro de acopio.



Figura 29. Materiales con sus rótulos.




Figura 30. Toneles implementados para el depósito de desechos sólidos.



Figura 31. Rotulación al centro de acopio

**b. Creación de un formato para el control de recepción de material y equipo de protección personal utilizados en la zona que estén en estado de desecho**

Cuadro 30. Formato para el control de equipo de protección personal (EPP) y otros materiales de desecho.

 <b>Pantaleon</b>					CENTRO DE ACOPIO ZONA CALIFONIA			
PANTALEON S.A. CONCEPCION S.A.								
FECHA	DESCRIPCION	AGROQUIMICOS			EPP		PLASTICOS, METALES, ORGANICOS	
		KG	CAPACIDAD DE VOLUMEN	CANTIDAD	KG	CANTIDAD	KG	CANTIDAD

NOMBRE QUIEN ENTREGA \_\_\_\_\_  
 FIRMA \_\_\_\_\_

NOMBRE QUIEN RECIBE \_\_\_\_\_  
 FIRMA \_\_\_\_\_

**c. Proceso de recolección y selección de cada uno de los materiales y equipos de protección personal utilizados en la zona que estén en mal estado.**

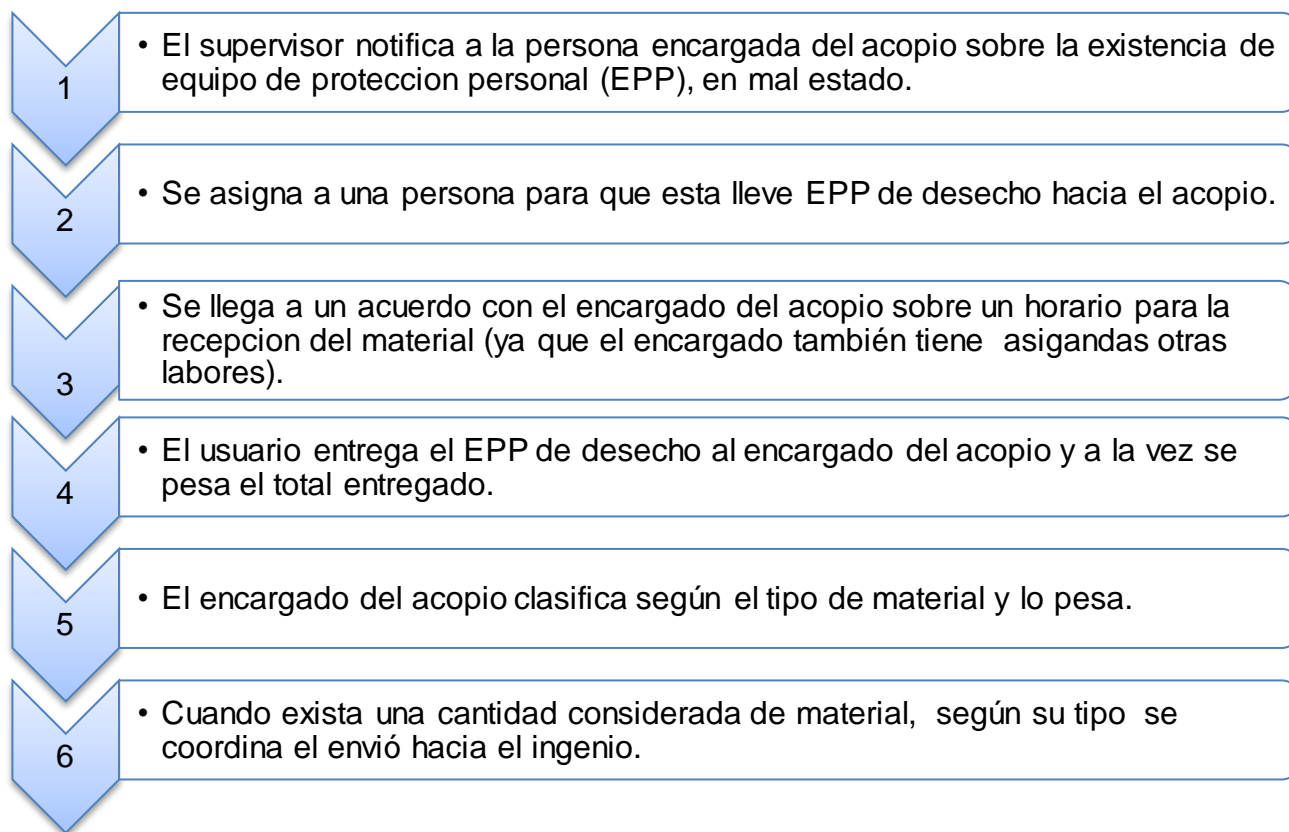


Figura 32. Proceso de recolección y selección de materiales y equipo de protección personal en condiciones de desecho.

### 3.5 BIBLIOGRAFIA

1. Satélites del Mundo. 2019. Ubicación finca California, Guanagazapa, Escuintla, Guatemala (en línea). Consultado 30 mayo 2019. Disponible en [https://satellites.pro/Mapa\\_del\\_Mundo#14.037868,-90.636531,17](https://satellites.pro/Mapa_del_Mundo#14.037868,-90.636531,17)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS  
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 70/2019

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:

"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE VOLÚMENES DE AGUA EN APLICACIÓN TERRESTRE CON UNA MEZCLA DE HERBICIDAS EN PREEMERGENCIA PARA EL CONTROL DEL COMPLEJO DE ARVENSES EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) PLANTÍA, EN FINCA CALIFORNIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE:

ENIO AMÍLCAR SANTOS AQUINO


CARNE:

201210530

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Inga. Agra. Angelita Montejo  
Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle  
Dr. Marco Vinicio Fernández Montoya

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

  
Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle  
ASESOR ESPECIFICO

  
Dr. Marco Vinicio Fernández Montoya  
DOCENTE- ASESOR EPS

  
Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes  
DIRECTOR DEL IIA

INSTITUTO  
DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS  
DIRECCION

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

WNR/nm  
c.c. Archivo

Ref. SAIEPSA-075.2019

Guatemala, 29 de octubre de 2019

**TRABAJO DE GRADUACIÓN:** EVALUACIÓN DEL EFECTO DE VOLÚMENES DE AGUA EN APLICACIÓN TERRESTRE CON UNA MEZCLA DE HERBICIDAS EN PRE-EMERGENCIA PARA EL CONTROL DEL COMPLEJO DE ARVENSES EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) plantía, Diagnóstico y Servicios realizados en el área de producción de la zona California del Ingenio Concepción-Pantaleón, S.A., Guanagazapa, Escuintla, Guatemala, C.A.

**ESTUDIANTE:** ENIO AMILCAR SANTOS AQUINO

**No. CARNÉ** 201210530


Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:


“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE VOLÚMENES DE AGUA EN APLICACIÓN TERRESTRE CON UNA MEZCLA DE HERBICIDAS EN PRE-EMERGENCIA PARA EL CONTROL DEL COMPLEJO DE ARVENSES EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) PLANTÍA, EN FINCA CALIFORNIA, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.”.

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Angelita Montejo  
Ing. Agr. Manuel Martínez Ovalle  
Dr. Marco Vinicio Fernández Montoya

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

“Id y Enseñad a Todos”

  
Dr. Marco Vinicio Fernández Montoya  
Docente – Asesor de EPS y Coordinador Área Integrada – EPS



No.70-2019

Trabajo de Graduación:

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE VOLÚMENES DE AGUA EN APLICACIÓN TERRESTRE CON UNA MEZCLA DE HERBICIDAS EN PRE-EMERGENCIA PARA EL CONTROL DEL COMPLEJO DE ARVENSES EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) PLANTÍA. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA ZONA CALIFORNIA DEL INGENIO CONCEPCIÓN-PANTALÉON, S.A., GUANAGAZAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.”

Estudiante:

Enio Amílcar Santos Aquino

Carné:

201210530

“IMPRÍMASE”



Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes  
DECANO

