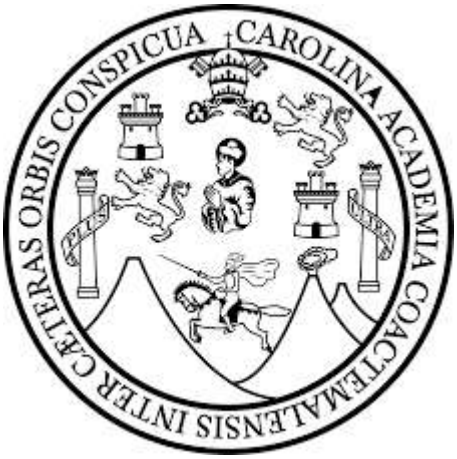
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO SUR OCCIDENTE

AGRONOMÍA TROPICAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN



Evaluación de volúmenes de agua en aplicación de herbicidas pre emergentes para control de malezas en (*Saccharum officinarum L.*) Finca Cristóbal, Ingenio La Unión S.A.

T.P.A. Francy Rocael Ramos López

Carnet 201040711

Asesor: Ing. Agr. Víctor Hugo Ordoñez Cifuentes

Febrero del 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE

AUTORIDADES

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Rector
Dr. Carlos Enrique Camey Rodas	Secretario General

CONSEJO DIRECTIVO DEL CUNSUROC

MSc. Mirna Nineth Hernández Palma	Directora Interina

REPRESENTANTES DOCENTES

MSc. José Norberto Thomas Villatoro	Secretario Interino

REPRESENTANTES GRADUADOS DEL CUNSUROC

Lic. Ángel Estuardo López Mejía	Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TS. Elisa Raquel Martínez González	Vocal
Br. Irrael Estuardo Arriaza Jerez	Vocal

AUTORIDADES DE COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

MSc. Carlos Antonio Barrera Arenales

Coordinador Carrera de Licenciatura en Administración de Empresas

Msc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Edin Anibal Ortiz Lara

Coordinador Carrera de Pedagogía

Msc. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

Dr. Marco Antonio del Cid Flores

Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

Msc. Jorge Rubén Sosof Vásquez

Coordinador Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Msc. Celso González Morales

Coordinador Carrera Licenciatura Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario

Licda. Tania María Cabrera Ovalle

CARRERA PLAN FIN DE SEMANA DEL CUNSUROC

Coordinador Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

MSc. Paola Marisol Rabanales

Coordinador Carrera de Pedagogía

Licda. Tania Elvira Marroquín Vásquez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Centro Universitario de Sur Occidente
CUNSUROC
Apartado Postal: 606
Mazatenango, Suchitepéquez

Mazatenango, febrero de 2016.

Honorable Consejo Directivo
Centro Universitario de Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos integrantes del Consejo Directivo:

De conformidad a las normas establecidas del Centro Universitario de Sur Occidente y de la carrera de Agronomía Tropical, someto a su consideración el presente trabajo de graduación titulado: **Evaluación de volúmenes de agua en aplicación de herbicidas pre emergentes para control de malezas en (*Saccharum officinarum L.*) Finca Cristóbal, Ingenio La Unión S.A.**

Requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de licenciado.

Sin nada más que agregar, me suscribo de ustedes.

Atentamente,

_____
Francy Rocael Ramos López
Carnet: 201040711

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Por guiarme y brindarme el privilegio de vivir superando cada obstáculo que se me ha presentado en el camino, dándome las fuerzas necesarias para alcanzar mis metas.

MIS PADRES: Bartolome Ramos y Edna Nidia López de Ramos por su apoyo incondicional, cariño y compresión que me han bridado, son la principal motivación de este triunfo.

Mi Abuela: Emilia Raimunda Mazariegos de López (Q.E.P.D.) por su amor y recuerdo viva en mí siempre y que desde el cielo bendiga este triunfo.

MIS HERMANAS: Josseline Mishell Ramos López y Marilen Somara Ramos De León por su cariño y haber compartido todos los momentos importantes en mi vida.

MIS TIOS. Especialmente a Juan Uz y Sandra Lizet González de Uz por su cariño y apoyo incondicional.

Agradecimientos

A:

- **Dios:** Por darme la vida y sabiduría por poder culminar esta nueva etapa de mi vida.

- **Mi asesor**: Ing. Agr. Víctor Hugo Ordoñez Cifuentes, por el asesoramiento brindado para la planificación, ejecución y elaboración del Ejercicio Profesional Supervisado.

- **Claustro de docentes de la carrera de Agronomía Tropical de la Universidad San Carlos de Guatemala:** por su asesoramiento en mi formación como profesional, en especial al Ing. Agr. Francisco Espinoza.

- **Ingenio La Unión:** Por darme la oportunidad y el espacio para realizar el EPS y permitirme crecer profesionalmente.

- **Equipo de trabajo Ingenio La Unión:** Especialmente a los Ingenieros:
    - Jorge Sandoval por su confianza y el apoyo bridado en la elaboración del Ejercicio Profesional Supervisado y así permitir mi desenvolvimiento en la agroindustria azucarera.
    - Víctor Azañon, Cristian García, Cesar Martínez, Santiago Marroquín, Guillermo González por sus aportes para enriquecer el documento y el apoyo brindado durante la realización de mí EPS.
    - Al personal del Banco de semilla por el apoyo en la realización diferentes actividades durante la realización de mí EPS.

- **Ing. Agr. Wilfrido Alcántara:** por su confianza, amistad y apoyo brindado en el comienzo de mí carrera profesional.

Índice

I. INTRODUCCIÓN 1
II. MARCO TEÓRICO 3
1. Marco Conceptual 3
1.1. Equipos de aplicación 4
1.2. Calibración de los equipos de aplicación 6
1.3. Ajuste de presión y gasto de boquillas 7
1.4. Velocidad del tractor 7
1.5. Cálculo del caudal requerido de la boquilla 7
1.6. Factores que afectan la distribución 8
1.7. Deriva 9
1.8. Causas y control de la deriva 9
1.9. Coberturas mínimas pretendidas 11
1.10. Efectos de la presión y el caudal de la boquilla sobre el tamaño de las gotas 12
1.11. Clasificación de herbicidas 13
2. Marco Referencial 16
2.1. Generalidades de las malezas 16
2.2. Herbicidas utilizados 20
2.3. Boquilla Turbo FloodJet (TF 2.0) 21
2.4. Variedad de caña de azúcar utilizada en la investigación 22
2.5. Métodos de evaluación de porcentaje de control de malezas 22
III..OBJETIVOS 30
1. Objetivo general 30
2. Objetivos específicos 30
IV..HIPÓTESIS 31
V. MATERIALES Y MÉTODOS 32
1. Material experimental 32
2. Análisis estadístico 32
2.1. Diseño experimental 32
2.2. Modelo estadístico 33
2.3. Unidad experimental 33

2.4. Tratamientos y aleatorización 34
2.5. Croquis del experimento 34
2.6. Variables de respuesta 35
2.7. Análisis de información 36
2.8. Manejo del experimento 36
VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. 39
VII. CONCLUSIONES 50
VIII. RECOMENDACIONES 51
IX. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 52
X. ANEXO 54

Índice de Figuras

Figura. **Pág.**

1. Tamaño de gota en relación a presión de aplicación..... 12
2. Modelo de parcela..... 33
3. Parcelas Aleatorizadas..... 35
4. Identificación de parcela. 37
5. Calibración de aguilón 38
6. Tratamientos a los 18 días después de aplicación 41
7. Días de control de malezas del ensayo evaluación volúmenes preemergentes..... 47
8. Porcentaje de control y costos de aplicación/hectárea (mano de obra) 49
9A. Localización del ensayo evaluación de volúmenes en Finca Cristóbal .. 56
10A. Tratamiento 200 l/ha a los 35 días después de aplicación..... 57
11A. Tratamiento 175 l/ha a los 35 días después de aplicación..... 57
12A. Tratamiento 150 l/ha a los 35 días después de aplicación..... 58
13A. Tratamiento 125 l/ha a los 35 días después de aplicación..... 58
14A. Tratamiento 100 l/ha a los 35 días después de aplicación..... 59

Índice de Cuadros

Cuadro. **Pag.**

1. Gotas en caída libre: Vida útil según condiciones ambientales. 10
2. Cobertura según el tipo de aplicación 11
3. Sistema de evaluación visual Asociación 23
4. Escala visual utilizada en el Ingenio. 24
5. Tratamientos 34
6. Tratamiento y presiones de descarga. 39
7. Primera lectura de porcentaje de control de malezas 40
8. Primera lectura 18 días después de aplicación (ANDEVA) 42
9. Características morfológicas jaibilla (Momordica charantia)..... 44
10. Segunda lectura de porcentaje de control de malezas..... 45
11. Segunda lectura a los 35 días después de aplicación (ANDEVA)..... 46
12. Análisis de costo y beneficio de calidad de control 48

13A. Costos de aplicación según el tratamiento a utilizar 54

14A. Propuesta de ahorro de control de malezas 2015 55

15A. Análisis químico y físico de suelo de finca Cristóbal, Ingenio La Unión ... 55

16A. Capacidad de descarga de boquilla Turbo FloodJet 60

Resumen

Ingenio La Unión se encuentra certificado por ISO 9001:2008(SGS) por lo cual una de las políticas es producir y comercializar azúcar y energía eléctrica a través de la mejora continua de procesos; siendo una empresa sostenible en el aspecto económico, social y ambiental. Por lo que se busca mejorar la eficiencia de labores, trabajando más hectáreas a un menor costo.

Ingenio La Unión Cuenta con 20,000 hectáreas las cuales 39% del área, la aplicación de herbicida es de forma mecanizada; el costo anual aproximado para la aplicación de herbicidas en forma mecanizada es de Q 768,413 y el costo de la aplicación en forma manual es de Q 3,892,144. Actualmente se desea aumentar el porcentaje de aplicación de herbicida de forma mecanizada a un 48%.

Para las aplicaciones de herbicida en forma mecanizada se utiliza 200 l/ha lo que implica un alto consumo de agua, obteniendo una eficiencia de aplicación de 15 hectáreas por tractorista al día.

Esta investigación consistió en comparar diferentes volúmenes de aplicación para disminuir el consumo de agua, con el objetivo de aumentar la eficiencia de aplicación del tractorista. Los tratamientos evaluados fueron: 200 l/ha (testigo), 175 l/ha, 150 l/ha, 125 l/ha, 100 l/ha, los tratamientos fueron aplicados con las boquillas que se utilizan comercialmente en el ingenio T.F. 2.0 con dosis de 1.14 l/ha 2-4 D y 2 kg/ha Trifloxisulfuron (1.85%) + ametrina (73.15%), mezcla comercial utilizada para Caminadora (Rottboellia cochinchinensis) y hojas anchas. Para el tratamiento de 100 l/ha se utilizó una velocidad mayor a la utilizada frecuentemente de 3.96 Km/h a 5.84 km/h, en un ensayo con diseño bloques al azar, situado en finca Cristóbal lote 7.10, en un suelo con características franco arcilloso, con una dimensión de 2.05 hectáreas, en el mes de febrero de 2015, las variables a evaluar fueron: porcentaje control, días y costo de control por cada uno de los tratamientos evaluados.

No se observó diferencia significativa sobre el porcentaje de control a los 35 días de la aplicación. La maleza que predominó en cada uno de los tratamientos evaluados fue (*Momordica charantia*)*,* en los últimos años se ha observado un difícil control de dos especies de malezas presentes en toda la zona cañera: (*Momordica charantia* y *Croton lobatus)*, y que hasta el momento se desconoce si poseen algún tipo de tolerancia a ciertos herbicidas utilizados en Guatemala (Espinoza, CENGICAÑA, 2015).

El volumen de aplicación que presentó un buen control de malezas y a la vez los costos de aplicación más bajos, fue el tratamiento 125 l/ha ya que posee el mismo porcentaje y días de control que el tratamiento testigo; según los costos de aplicación la eficiencia aumentaría a 24 hectáreas por tractorista al día, con un ahorro del 33% con respecto al testigo comercial en mano de obra.

T.P.A. Francy Rocael Ramos López
Correo Rocael281989@hotmail.com
Asesor: Ing. Agr. Víctor Hugo Ordoñez Cifuentes

Abstract

Ingenio La Union is certified by ISO 9001: 2008 (SGS) at which a policy is to produce and market sugar and electric energy through continuous process improvement; being a sustainable company in the economic, social and environmental aspects. As it is to improve the efficiency of work, working more hectares at a lower cost.

Ingenio La Union has 20,000 hectares of which 39% are applied mechanized; the estimated annual cost for the application of herbicides by machine is Q 768.413, and the cost of the application is manually Q 3,892,144. Now it wants to increase the percentage of herbicide application mechanized to 48%.

For herbicide applications by machine it used 200 l / ha which implies a high consumption of water, obtaining an application efficiency of 15 hectares per tractor per day.
This research was to compare different application volumes to reduce water consumption, with the aim of increasing the efficiency of implementation of the tractor. The treatments were: 200 l / ha (control), 175 l / ha, 150 l / ha, 125 l / ha, 100 l / ha, treatments were applied with nozzles that are commercially used in the mill TF 2.0 with doses of 1.14 l / ha 2-4 D and 2 kg / ha trifloxysulfuron (1.85%) + ametryn (73.15%), commercial mixture used to Treadmill (Rottboellia cochinchinensis) and broad leaves. To treat 100 l / ha greater speed was used the frequently used of 3.96 km / h to 5.84 km / h, in a trial design randomized block located in Cristobal estate Lot 7.10, in soil with clay loam features with a dimension of 2.05 hectares, in February 2015, the variables evaluated were: percentage control days and cost control for each of the treatments evaluated.

No significant difference over the control rate at 35 days after application is observed. Weeds that prevailed in each of the treatments was evaluated jaibilla (*Momordica charantia*), in recent years there has been a difficult control of two weed species present throughout the sugarcane area (*Momordica charantia and Croton lobatus*), and so far it is unknown if they have some kind of tolerance to certain herbicides used in Guatemala (Espinoza, CENGICAÑA, 2015).

The application volume showed good weed control and also lower costs application, the treatment was 125 l / ha as it has the same percentage days control and treatment control; as the costs of implementing the efficiency increase to 24 hectares per tractor per day, with a saving of 33% compared to commercial control labor.

T.P.A. Francy Rocael Ramos López
Correo Rocael281989@hotmail.com
Asesor: Ing. Agr. Víctor Hugo Ordoñez Cifuente

I. INTRODUCCIÓN

Ingenio La Unión actualmente tiene una área de cultivo bajo administración de 20,000 ha, sabiendo que una de los factores vitales en la producción es el componente malezas, ya que estas compiten por: agua, nutrientes, espacio y luz ocasionando gran daño en los primeros tres meses de edad del cultivo reduciendo su crecimiento, es por ello la importancia de un buen control de malezas en las primeras etapas de crecimiento, una de las principales malezas en el cultivo de caña de azúcar es la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis)* y hojas anchas como:(*Momordica charantia)* entre otras, para el control de malezas el ingenio cuenta con presupuesto para el control de malezas de Q4,660,557.00.

La aplicación de herbicidas en Ingenio La Unión se realiza en forma mecanizada y forma manual, solo el 39% del área bajo administración del Ingenio es aplicada en forma mecanizada, el restante 61% del área es aplicada en forma manual, con un costo tres veces más alto que en forma mecanizada, es por ello que se desea incrementar el área de aplicación mecanizada de 39% a un 48%.

Actualmente ingenio La Unión para aplicaciones de herbicidas en forma mecanizada utiliza 200 l/ha lo que implica un alto consumo de agua y una eficiencia de aplicación de 15 hectáreas por tractorista al día lo que implica un costo en mano de obra de Q20.98/ha, debido a la certificación que cuenta el ingenio ISO 9001:2008(SGS), obliga a ser más eficiente en el uso de recursos. Por lo que se busca mejorar la eficiencia de labores, trabajando más hectáreas a un menor costo. Una de estas labores es el control de malezas.

Por lo cual esta investigación pretendió disminuir el consumo de agua y aumentar la eficiencia de aplicación de 15 hectáreas a más de 20 hectáreas/día, por lo que se comparó diferentes volúmenes de aplicaciones (200 l/ha (testigo), 175 l/ha, 150 l/ha, 125 l/ha, 100 l/ha), los tratamientos fueron aplicados con las boquillas que se utilizan comercialmente en el ingenio T.F. 2.0 con dosis de 1.14 l/ha 2-4 D y 2 kg/ha

Trifloxisulfuron (1.85%) + ametrina (73.15%), mezcla comercial utilizada para Caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) y hojas anchas. Para el tratamiento de 100 l/ha se utilizó una velocidad mayor a la utilizada frecuentemente de 3.96 Km/h a 5.84 km/h, en un ensayo con diseño bloques al azar, situado en finca Cristóbal lote 7.10, en un suelo con características franco arcilloso, con una dimensión de 2.05 hectáreas, en el mes de febrero de 2015, las variables a evaluar fueron: porcentaje, días y costo de control por cada uno de los tratamientos evaluados.

El volumen de aplicación que presentó un buen control de malezas y a la vez los costos de aplicación más bajos, fue el tratamiento 125 l/ha ya que posee el mismo porcentaje y días de control (35 días) que el tratamiento testigo; según los costos de aplicación la eficiencia aumentaría a 24 hectáreas por tractorista al día con un ahorro del 33% con respecto al testigo comercial en mano de obra.

II. MARCO TEÓRICO

1. Marco Conceptual

El descubrimiento de los compuestos órgano-sintéticos DDT, MCPA y 2,4-D en los años 40 del siglo XX, revolucionó la lucha contra las plagas y dio inicio el desarrollo de los equipos de aplicación de plaguicidas. Actualmente se dispone en el mercado de equipos de aplicación que varían desde aparatos tan sencillos como la “polvera de mano” y la “bomba de flit”, hasta sofisticados equipos computarizados que hacen uso de inteligencia artificial para detectar la presencia de las plagas y efectuar tratamientos muy precisos y eficientes. (Soria, 2015)

Antes de efectuar la aplicación debemos cerciorarnos de los siguientes aspectos:

a. Que el producto plaguicida seleccionado sea eficaz para controlar el problema que se tenga, que no cause daños a otros seres vivos y que no afecte el ambiente.
b. Hacer uso del equipo adecuado y que éste esté bien calibrado, con el fin de colocar el producto en el lugar más propicio, a la dosis y cobertura suficiente para proporcionar buen control. Aplicaciones defectuosas dan como resultado controles deficientes y necesidad de nuevas aplicaciones, daños fitotóxicos al cultivo por exceso en la dosis, pérdidas económicas por requerirse más producto, mayor número de horas máquina y horas hombre, y pérdidas en la producción.
c. Hacer las aplicaciones en las horas más convenientes, cuando se pueda tener mayor depósito del plaguicida sobre el objetivo; o bien, cuando debido a las características químicas del plaguicida se tenga mayor acción del mismo.
d. Realizar la aplicación en la época o momento oportuno; es decir, no haciendo aplicaciones innecesarias a destiempo que sean poco eficientes, sino sólo aquellas que técnicamente sean justificadas, y desde luego, tomando en cuenta la relación beneficio-costo de la aplicación del plaguicida y el posible deterioro del medio por contaminación. (Soria, 2015)

1.1. Equipos de aplicación

Mediante aspersión, se aplican la mayoría de los plaguicidas y sobretodo los herbicidas; consiste en colocar el plaguicida sobre el objetivo en forma líquida, fraccionando la mezcla de aspersión en pequeñas gotas. El objetivo, es colocar el producto plaguicida en forma líquida, a la dosis adecuada, en el lugar propicio para tenga la acción biológica que de él se espera. Para ello, es necesario disponer de medios de formación y transporte de las gotas (equipos de aplicación). Cada equipo presenta diferente eficiencia ante cada situación de cultivo, plaga, plaguicida, condición del medio y manejo del equipo. Los equipos se clasifican de acuerdo al mecanismo de formación de gotas que empleen, siendo estos:

a. **Medios hidráulicos.** El líquido es bombeado (impulsado) a presión hasta las boquillas, saliendo en forma de láminas, ligamentos o gotas individuales que al impactarse en el aire se disgregan en un espectro de gotas mayor. El transporte de la gota es influenciado por la velocidad de salida de la boquilla y la gravedad. Las gotas se pueden dirigir más o menos con precisión hacia el objetivo. La mayoría de los herbicidas se aplican por este medio.
b. **Atomización.** Utiliza una fuerte corriente de aire producida por un ventilador (u otro medio) para fraccionar el líquido en pequeñas gotas y transportarlo hasta el objetivo deseado. El espectro de gotas que se forma depende de la velocidad del aire y del fraccionamiento previo realizado por boquillas. La desventaja es que las gotas no se pueden dirigir con precisión al objetivo, pero tienen la ventaja de una buena penetración al interior del follaje cubriendo el haz y el envés. Se aplican insecticidas y fungicidas en cultivos de follaje denso.
c. **Fuerza centrífuga.** El líquido es expedido por fuerza centrífuga de discos giratorios con “dientes”, “cerdas” o “espinas” del que sale en forma de “ligamentos” que al disgregarse en el aire producen un espectro de gotas más o menos uniforme. El tamaño de las gotas es inversamente proporcional a la velocidad de giro del disco. El transporte de las gotas

es por gravedad y viento. Son usados con poca frecuencia principalmente con productos sistémicos o en espacios cerrados. Dado que la gran mayoría de las aplicaciones de herbicidas se realizan mediante aspersión con boquillas hidráulicas, en este escrito se dará énfasis a dicha técnica. Los principales equipos de aplicación (aspersión) de herbicidas que se tiene en el mercado y que son los siguientes:

- **Aspersores de mochila manual**. Es el equipo más utilizado por la mayoría de los agricultores con pequeñas superficies de cultivo (1 a 10 hectáreas). Constan de un tanque de plástico o metal con capacidad de 10 a 15 l, una bomba de pistón o de diafragma, manguera con llave de paso y lanza con boquilla. Generalmente presentan una sola boquilla, pero se les pueden adaptar aguilones de dos a cuatro boquillas para lograr anchos de banda de hasta de 3 metros.
- **Aspersores de mochila motorizada.** Funcionan bajo el mismo principio que los aspersores manuales, sólo que en este caso, la palanca manual ha sido sustituida por un motor de gasolina para mover la bomba. Con este tipo de equipo es posible tratar áreas más grandes, así como franjas más anchas en cada pasada, ya que se pueden operar aguilones de hasta 10 boquillas.
- **Aspersores montadas al tractor**. Los componentes básicos de este tipo de equipo son: tanque para la mezcla de aspersión, bomba, sistema de agitación, regulador de presión, manómetro, llave de paso, mangueras de conducción, aguilón y boquillas. Los tanques deben tener una capacidad acorde al uso que se les va a dar y tractor donde se van a montar, ser fáciles de llenar y limpiar por dentro y resistir la corrosión; los más empleados son de plástico y fibra de vidrio.

  Las bombas pueden ser de diafragma, pistones, rodillos o centrífugas; las dos primeras aunque son las más caras, tienen más

versatilidad de usos, ya que alcanzan altas presiones e impulsan considerable flujo de aspersión; las de rodillos y centrífuga bombean suficiente caudal de líquido, sin embargo, no alcanzan altas presiones. Es indispensable que los componentes se encuentren en buen estado para un adecuado funcionamiento y calibración del equipo.

El aguilón debe ser lo suficientemente estable para que no oscile vertical u horizontalmente; su altura deber ser ajustable de 50 cm. hasta 1.5 m sobre el nivel del suelo; además, es necesario que disponga de un sistema de brazos articulados, para plegarlos durante el transporte. Las boquillas constituyen el elemento clave de la aspersor, su elección determinará cuanto líquido será aplicado, la uniformidad de la aplicación y el grado de deriva que pueda ocurrir; las boquillas de abanico son las que deben emplearse para aplicar herbicidas, operan en un rango de presiones de 25 a 50 libras por pulgada cuadrada (PSI) que equivale a 1.75 a 3.5 kg./cm2; en el mercado existen varios tipos con diferentes espectros de aspersión y variedad de gastos, por lo cual es recomendable consultar los catálogos respectivos. (Soria, 2015)

1.2. Calibración de los equipos de aplicación

El objetivo de la calibración es colocar la cantidad necesaria de un ingrediente activo en lugar y espacio indicado, para que actuara correctamente.

En la aplicación de herbicidas pre emergentes, se busca formar una película uniforme sobre el terreno a manera de sello, siendo en este caso muy importante, el adecuado traslape entre las boquillas cuando se usa un aguilón, o bien entre una pasada y otra. El traslape incorrecto da como resultado franjas con insuficiente cantidad de plaguicida o bien una sobredosificación del mismo, que en el caso de herbicidas se traducen en fallas en el control o bien fitotoxicidad al cultivo por exceso de producto. (Soria, 2015)

1.3. Ajuste de presión y gasto de boquillas

Se pone a funcionar la bomba y se asperja con todo el aguilón a la presión deseada, por ejemplo para herbicidas lo recomendable es de 40 libras por pulgada cuadrada, con un mínimo de 25 y un máximo de 50. Se revisa la aspersión de cada una de las boquillas, las boquillas tapadas se destapan y limpian los filtros, las boquillas dañadas se cambian. Con el auxilio de un cronómetro, un recipiente y una probeta, se mide el gasto de cada una de las boquillas. Luego se calcula la media de todas, si alguna presenta una variación de un 10% respecto de la media; deberá revisarse: puede estar tapada, dañada o ser de diferente gasto. En los dos últimos casos deberá cambiarse. (Soria, 2015)

1.4. Velocidad del tractor

El saber la verdadera velocidad de su pulverizador es parte esencial de una pulverización precisa. Las indicaciones del velocímetro y algunos dispositivos electrónicos de medición a veces no son exactas debido al patinaje de las ruedas. Verifique el tiempo requerido para recorrer una franja de 30 o 60 metros (100 o 200 pies) en su campo. Los postes de cercas pueden servir de marcadores permanentes. El poste de partida debe estar lo suficientemente lejos para permitir que su tractor/pulverizador alcance la velocidad de pulverización deseada. Mantenga esa velocidad a medida que viaja entre los marcadores de “partida” y “llegada”. Se obtendrá la medición más exacta con el depósito de pulverización lleno hasta la mitad. (Teejet, 2015)

1.5. Cálculo del caudal requerido de la boquilla

Determine el caudal en l/min de la boquilla

$$Gasto\ por\ boquilla\ \left(\frac{lt}{\min}\right) = \frac{gasto\left(\frac{l}{ha}\right) * Vel\left(\frac{km}{h}\right) * ancho\ ente\ boquilla(Cm)}{60{,}000}$$

Se calibra colocando recipientes en cada una de las boquillas y se coloca a funcionar a la presión que requiera la boquilla según la Cuadro del fabricante, se toma un minuto de tiempo y se revisa el volumen de las boquillas la variación aceptada es de un 10%. (Teejet, 2015)

1.6. Factores que afectan la distribución

Existen varios factores que contribuyen a la calidad de la distribución de una barra pulverizadora o el porcentaje de C.V. resultante. Durante una medición estática, los factores siguientes pueden tener un efecto significativo sobre la distribución.

a) Boquillas
   - Tipo
   - Presión
   - Distancia
   - Ángulo de pulverización
   - Ángulo de excentricidad
   - Calidad del perfil de pulverización
   - Caudal
   - Traslape

b) Altura de la barra.

c) Boquillas desgastadas.

d) Pérdidas de presión.

e) Filtros obstruidos.

f) Boquillas obstruidas.

g) Factores de tubería que influyen en la turbulencia del líquido en la boquilla. Además, en el campo durante la aplicación o durante una prueba de distribución dinámica, la calidad de la distribución puede ser afectada por:

h) Estabilidad de la barra pulverizadora
   - Movimiento vertical (cabeceo)
   - Movimiento horizontal (guiñada)

i) Condiciones ambientales

j) Velocidad del viento

k) Dirección del viento

l) Pérdidas de presión (tubería del pulverizado) (Teejet, 2015)

1.7. Deriva

Cuando se aplican los productos agroquímicos, la deriva es un término empleado para aquellas gotas que contienen los ingredientes activos que no se depositan en el objetivo. Las gotas más propensas a la deriva son, por lo general, las gotas pequeñas, inferiores a 200 micras de diámetro y son fácilmente desviadas del objetivo por el viento u otras condiciones climáticas.

La deriva puede causar el depósito de productos agroquímicos en zonas no deseadas con graves consecuencias, tales como:

La mayoría de las boquillas agrícolas pueden clasificarse como productoras de gotas finas, medianas, gruesas o muy gruesas.

Generalmente, se elige una boquilla de gotas gruesas o muy gruesas para reducir al mínimo la deriva de la pulverización, mientras se requiere una boquilla de gotas finas para obtener máxima cobertura de la superficie. (Teejet, 2015)

1.8. Causas y control de la deriva

a. Tamaño de gota

Cuando una solución líquida se pulveriza a presión, se atomiza en gotas de tamaños diversos: Cuanto más pequeño el tamaño de la boquilla y mayor la presión de pulverización, más pequeñas las gotas y por ende mayor la proporción de las gotas con tendencia a derivarse. (Teejet, 2015)

b. Alturas

A medida que la distancia entre la boquilla y el objetivo aumenta, mayor es el impacto que la velocidad del viento puede tener en la deriva. La influencia del viento puede aumentar la proporción de gotas más pequeñas.

La altura óptima de pulverización para las puntas de pulverización de 80° es 75 cm, y 50 cm para las de 110°. (Teejet, 2015)

c. Velocidad de trabajo

El aumento de las velocidades de trabajo puede hacer que el producto pulverizado se desvíe hacia las corrientes de viento ascendentes y los vórtices detrás del pulverizador, lo cual atrapa las gotas finas y puede contribuir a la deriva.

Aplique los productos químicos de acuerdo a las buenas prácticas profesionales a velocidades máximas de trabajo de 6 a 8 km/h (Teejet, 2015)

d. Velocidad del viento

Entre los factores meteorológicos que afectan la deriva, el que tiene mayor impacto es la velocidad del viento. El aumento de la velocidad del viento aumenta la deriva. Todos saben que en casi todas partes del mundo la velocidad del viento varía durante el día. Por lo tanto, es importante efectuar los trabajos de pulverización durante las horas del día relativamente calmas. Generalmente, temprano por la mañana y al atardecer son las horas más tranquilas (Teejet, 2015)

Desde el mismo momento en que las gotas son producidas y liberadas al medio ambiente, comienza a producirse un proceso de evaporación gradual de agua desde la superficie de las mismas. Esto implica que su tamaño se va reduciendo paulatinamente. Este proceso puede ser total o parcial. Las gotas pueden desaparecer en el aire por evaporación o, disminuir en su tamaño. Claramente, las condiciones ambientales tienen una fuerte influencia en este proceso, dado que a mayor temperatura y a menor humedad relativa el proceso se aceleran el cuadro siguiente se muestra cómo gotas de diferente tamaño son influenciadas por la temperatura y la humedad relativa en lo que se refiere a su tiempo de vida (hasta evaporación) y en cuanto a la distancia recorrida desde su salida, en caída libre vertical, en ausencia de viento y con velocidad inicial igual a cero. Se trata, en todos los casos de estimaciones matemáticas. (Cid, 2015)

Cuadro 1. Gotas en caída libre: Vida útil según condiciones ambientales.

	50µ		100µ		200µ	
Temperatura (ºC)	30	20	30	20	30	20
Humedad Relativa (%)	50	80	50	80	50	80
Tiempo de vida (seg.)	3.5	125	15	15	56	200
Dustacia recorrida	0.003	0.13	1.8	6.7	21	81.7

Fuentes: Cid (2015)

Puede apreciarse que, para las gotas más chicas, tanto el tiempo de vida como la distancia recorrida son sumamente cortas. Ello implica que, a condiciones de campo, durante una pulverización, esas gotas no llegarán a destino. No son, por lo tanto, gotas aptas para aplicaciones agrícolas. También debe ser considerado

el viento ya que las gotas, a igual tamaño, serán trasladadas a mayor distancia en la medida que la velocidad del viento aumente. Pero, además, las gotas más pequeñas, también serán trasladadas a mayor distancia que las gotas mayores para igual velocidad del viento (proceso de deriva) (Cid, 2015)

1.9. Coberturas mínimas pretendidas

Por cobertura debe entenderse que es la cantidad de agroquímico depositado en el blanco. Las necesidades de coberturas son variables en función del tipo de producto a aplicar, si es sistémico o actúa por contacto, y por las características del objetivo (tamaño, forma exposición, capacidad de retención, etc.). Independientemente de ello, la cobertura lograda en el blanco siempre debe ser homogénea, es decir de distribución pareja. Si bien lo correcto sería cuantificar la cobertura como la cantidad de principio activo por unidad de superficie del blanco, en la práctica, dada la dificultad del criterio anterior, está dada por la cantidad de gotas (o impactos) por centímetro cuadrado. Aun cuando estos impactos puedan ser de muy diversos tamaños. (Cid, 2015)

Cuadro 2. Cobertura según el tipo de aplicación

Tipo de Aplicación	Gotas/cm
Insecticida	20/30
Herbicidas de preemergencia	20/30
Herbicidas de postemergecia	30/40
Herbicidas de contacto	30/40
Fungicidas	50/70

Fuente: Cid (2015)

Para asegurar la persistencia del asperjado, se utilizan aditivos genéricamente llamados surfactantes, los tensioactivos y los aceites. Los primeros mejoran la adherencia, los últimos reducen la evaporación e incrementan la absorción de los plaguicidas. Estos aditivos deben utilizarse bajo recomendación específica de producto, dosis y condición ambiental. (Leiva, 2015)

Para evaluaciones objetivas de la calidad de aplicación, se utilizan tarjetas sensibles de 7 cm. de largo por 2 cm de ancho distribuidas en número variable, entre 8 y 10, en distintos lugares del lote y lejos de las cabeceras. Existen tarjetas sensibles al agua, y color amarillo, que se tiñen de azul; y otras de color gris,

utilizadas para aspersiones con disolventes oleosos, que se tiñen de negro al depositarse la aspersión. (Leiva, 2015)

Los recuentos de impactos sobre tarjetas sensibles se realizan con lupa de mano de 15 aumentos (cuenta hilos) promediando el número de gotas en 5 a 7 lugares dentro de la tarjeta siguiendo una disposición en forma de "V" o "W". Si el número de impactos fuere bajo, se usará una superficie de observación de 1 cm^2; por el contrario, con alto número de impactos conviene contar 1/4 o 1/2 cm^2 y multiplicar el valor obtenido por 4 o por 2 para referirlo a 1 cm^2. (Leiva, 2015)

La tarjeta sensible es una evaluación accesible y simple que resume la calidad de una aplicación por el simple hecho que, si un producto no llega convenientemente es de esperar que los controles sean deficientes o nulos. Con el uso de una calculadora científica se promediarán los valores de los recuentos dentro de la tarjeta. Luego se calcula el promedio general de todas las tarjetas y la variabilidad del mismo, como el cociente del desvío estándar sobre la media multiplicado por 100 ($CV\% = \frac{s}{x} * 100$). (Leiva, 2015)

1.10. Efectos de la presión y el caudal de la boquilla sobre el tamaño de las gotas

Cuanto mayor es esta diferencia menor será el tamaño de las gotas producidas. Siendo la presión del medio ambiente un valor muy estable en comparación con las presiones que se pueden generar en el circuito hidráulico, podemos afirmar que cuanto mayor sea la presión de trabajo, menores serán las gotas producidas.

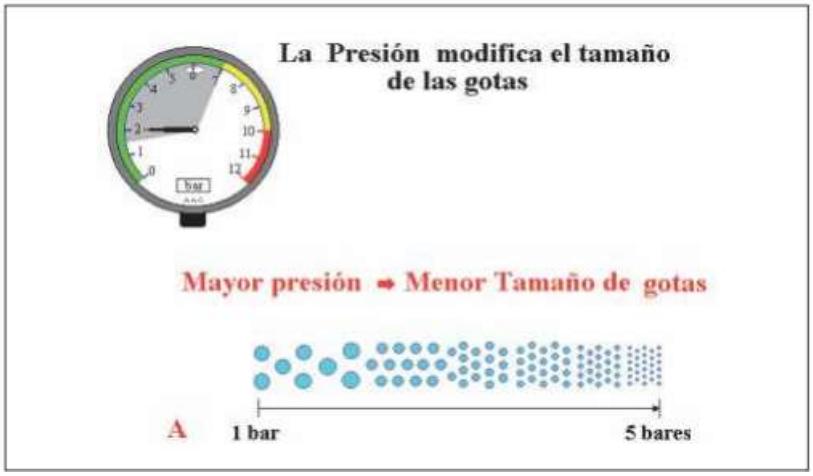


Figura 1. Tamaño de gota en relación a presión de aplicación
Fuente: Cid (2015)

1.11. Clasificación de herbicidas

Los herbicidas pueden ser clasificados de acuerdo a su época de aplicación, selectividad, familia química y modo de acción.

- **Época de aplicación**

De acuerdo a su época de aplicación los herbicidas pueden clasificarse en forma general como preemergentes (PRE) y postemergentes (POST).

- **Preemergentes:** Requieren de un riego o precipitación para situarse en los primeros 5 cm de profundidad del suelo, donde germina la mayoría de las semillas de maleza. Este tipo de herbicidas elimina a las malas hierbas en germinación o recién emergidas, lo que evita la competencia temprana con el cultivo. Este tipo de herbicidas presentan una gran interacción con algunas características del suelo como son: textura, pH y materia orgánica que pueden afectar la cantidad de herbicida disponible en el suelo para controlar la maleza. Por lo general la dosis de este tipo de herbicidas se ajusta según el tipo de suelo y materia orgánica, requiriendo una mayor dosis en suelos arcillosos y con alto contenido de materia orgánica. (Rosales & Esqueda, 2015)
- **Post emergencia:** Se aplican después de la emergencia del cultivo y la maleza. En la mayoría de los casos, la aplicación de herbicidas POST debe realizarse sobre malezas en sus primeros estados de desarrollo cuando son más susceptibles a los herbicidas y su competencia con el cultivo es mínima. Los herbicidas POST pueden ser más económicos para el productor al utilizarse sólo donde se presenta la maleza.La actividad de los herbicidas POST depende de factores como su grupo químico, especies de malezas presentes y condiciones de clima como velocidad del viento, temperatura del aire, humedad relativa y presencia de lluvia. (Rosales & Esqueda, 2015)
- **Selectividad:** De acuerdo a su selectividad los herbicidas pueden ser clasificados como: Selectivos, herbicidas que a ciertas dosis, formas y

épocas de aplicación eliminan a algunas plantas sin dañar significativamente a otras. No selectivos: aquellos herbicidas que ejercen su toxicidad sobre toda clase de vegetación y deben utilizarse en terrenos sin cultivo o bien evitando el contacto con las plantas cultivadas (Rosales & Esqueda, 2015).

- **Familia química:** La clasificación de los herbicidas en familias químicas se basa en la composición de los diferentes compuestos usados como herbicidas. Los herbicidas dentro de una familia química tienen propiedades químicas similares y generalmente tienen el mismo modo de acción. Algunos ejemplos de las principales familias químicas de herbicidas son: las triazinas, las dinitroanilinas, los fenoxiacéticos, las cloroacetamidas, las ciclohexanodionas, las sulfonilureas y los bipiridilos (Rosales & Esqueda, 2015).
- **Modo acción:**El modo de acción es la secuencia de eventos que ocurren desde la absorción del herbicida hasta la muerte de la planta.Los herbicidas con el mismo modo de acción tienen el mismo comportamiento de absorción y transporte y producen síntomas similares en las plantas tratadas.

Factores a tomar en cuenta para una aplicación de herbicidas

- **Dureza**: Cuando hablamos de dureza del agua, hablamos de una alta concentración de carbonatos en el agua (mayor a 120 mg CaCO3/l), el agua posee la capacidad, de separar los iones de los compuestos suspendidos en ella (ionización). Esto provoca que el producto disminuya su eficacia en el control de la maleza.

  Una manera efectiva de contrarrestar los problemas de dureza de agua al aplicar glifosato, es la utilización de sulfato de amonio, aplicando 1 a 3 kg por 100 L de agua. (Espinoza & Morales, CENGICAÑA, 2015)
- **Relación suelo-planta-herbicida:** Debemos de tomar en cuenta la cantidad de materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo. Cuando aplicamos productos en su mayoría no ionizados, este puede ser inmovilizado por la materia orgánica del suelo,

y no ser absorbido por la raíz de la maleza. Por el contrario cuando tenemos un producto ionizado tenemos que los aniones están disponibles en gran presencia, para la planta, por esto cuando aplicamos un producto que es inmovilizado por la interacción entre el pH del suelo, el herbicida y CIC del suelo, se debe de aumentar la dosis. (Espinoza & Morales, CENGICAÑA, 2015)

- **Orden de mezcla de herbicidas.**

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

  Es importante que tengamos en cuenta el orden adecuado, para la incorporación del herbicida en el tanque, bajo el criterio de agregar al inicio los productos de menor solubilidad y de último los de mayor solubilidad. Cuando es necesario corregir problemas de dureza de agua, se debe de aplicar al inicio el corrector de dureza y luego los herbicidas. También se debe de considerar que por último agregamos los acidificantes, adherentes y surfactantes. Cuando un cuadyuvante, es también un corrector de pH o dureza, se agrega al inicio de la mezcla.

2. Marco Referencial

El área en estudio se encuentra ubicada en Finca Cristóbal la cual cuenta con un área de 1,059.71 hectáreas cultivadas con caña de azúcar dividida en 8 secciones. La finca colinda al norte con Finca Santa Elene Mapán y Finca Limones, al este finca el Jabalí, al oeste finca Tesalia y al sur finca Carrizal.

El ensayo se ubicó en la sección 7 en el lote 7.10 finca Cristóbal ver figura 9 el cual pertenece al grupo de similar manejo agronómico Arcillas Tipo Laredo, las características del suelo es: franco arcilloso, con ph 5.6 y 3.3 % materia orgánica (CENGICAÑA, 2003), suelo profundo, pendiente de 1-3%, suelos de baja producción, el primer horizonte de 0-40 cm posee arcilla pesada; de 40-120 cm posee arcilla más arena. (Ingenio La Unión, 2009)

2.1. Generalidades de las malezas

El período crítico de interferencia de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar *(Saccharum officinarum L.)* abarca desde la emergencia hasta los 3 meses de edad, periodo en el cual el cultivo se ve afectado en su desarrollo por la competencia de agua, luz y nutrientes (Santizo, 2015), además puede existir liberación de sustancias a través de sus raíces y sus hojas que pueden resultar tóxicas a los cultivos, crea un ambiente favorable para la proliferación de otras plagas (FAO, 2015). Las malezas que se encuentran presentes en el área de estudio son las siguientes.

- **Caminadora *(Rottboellia cochinchinensis)***

  Hábito y forma de vida: Pasto herbáceo, anual y cespitosa.

  Tamaño: De 0.5 a 2 m, a veces 3 m de altura.

  Tallo: Cilíndrico, entrenudos y sin pelos, sólido (no hueco como la mayoría de los pastos), ramificando en los nudos superiores, 0.5-1.0 cm en diámetro.

  Hojas: Vainas cubiertas por pelos largos y rígidos que causan hinchazón en personas; lígula (pequeño apéndice por arriba de la vaina de la hoja) cerca de 1 mm, consiste de una lámina ciliada; láminas de 25 a 40 cm de largo

por 10 a 20 mm de ancho, planas, con pelos, y con un nervio medio blanco ancho algo asimétrico, con un ápice acuminado. (Vibrans, Malezas de México, 2015)

Inflorescencia: Terminales y axilares, racimos de 5 a 15 cm de largo por 1 a 3 mm de ancho, terminado en una colita de inflorescencias reducidas, con las espiguillas hundidas en el raquis grueso, rompiendo en forma transversal, la porción terminal con espiguillas (espiga pequeña) reducidas a rudimentarias; entrenudos del raquis (eje principal) de 6 a 8.5 mm de largo.

Flores: Espiguillas (espiga pequeña) viene en pareja, una sésil y la otra pedicelada; no tienen aristas. Espiguillas sésiles de 3.7 a 5 mm de largo por cerca de 1.5 mm de ancho con dos florecillas o flósculos; flósculo inferior de cerca de 3.5 mm de largo; flósculo superior de cerca de 3 mm de largo; anteras cerca de 1.5 mm de largo. Espiguillas pediceladas de 3 a 4 mm de largo. Pedicelo fusionado con parte el eje principal (raquis). (Vibrans, Malezas de México, 2015)

- **Jaibilla *(Momordica charantia)***

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

Tallo: Muy largo, cubierto con pelillos.

Hojas: Alternas, delgadas, con 5 a 7 lóbulos, éstos con el ápice obtuso o agudo, con el margen a veces aserrado, a veces con pelos largos.

Inflorescencia: Las flores masculinas solitarias o agrupadas sobre un pedúnculo que hacia la mitad o en la base presenta brácteas ovadas y cordadas en la base; las flores femeninas solitarias.

Flores: Sépalos 5 poco evidentes; corola con un tubo muy corto y un limbo muy amplio partido en 5 segmentos, de color amarillo; en las flores masculinas 3 estambres; las flores femeninas con ovario ínfero, estigmas 3.

Frutos y semillas: Fruto ovoide, con la superficie cubierta por verrugas o tubérculos, de color amarillo-oro, abriendo de manera explosiva. Las semillas elípticas, planas. (Vibrans, Malezas de México, 2015)

Propagación, dispersión y germinación

Las semillas son dispersadas por aves y mamíferos. Además tiene rizomas que pueden servir para la propagación vegetativa.

Control cultural: La especie se propaga por semillas, así que es importantes evitar la producción de semillas maduras. Control químico: Se puede controlar con 2,4 D amina y -ester. (Vibrans, Malezas de México, 2015)

Propagación, dispersión y germinación

Se propaga y dispersa por sus frutos; puede producir 2,000-16,000 frutos por planta. Tiene un tiempo de dormancia de 5-6 meses y las semillas se mantienen viables hasta 4 años en el suelo, pero la mayoría germina bajo condiciones favorables, así que el combate mecánico o químico temprano puede ser exitoso. Puede germinar en profundidades de hasta de 15 cm, pero generalmente solo de 7-8 cm. La temperatura óptima para la germinación es 25ºC. (Vibrans, Malezas de México, 2015)

La dispersión puede llevarse a cabo por maquinaria, semillas contaminadas, animales y agua. Se reporta que contiene químicos alelopáticos.

Crece rápidamente; puede producir semillas 6-7 semanas después de la emergencia. (Vibrans, Malezas de México, 2015)

El desarrollo precoz de la caminadora es superior al de la caña de azúcar por lo cual la maleza puede competir ventajosamente por agua, luz, nutrimentos y espacio. Se ha encontrado que las pérdidas causadas por la competencia de estas malezas en la caña de azúcar fluctúan entre un 35 y un 60% para caña planta y un 30 a un 40% para caña soca o retoño, presentando los valores más altos en aquellas áreas de cultivo donde la ¨caminadora¨ se encuentra en un mayor grado de infestación. (Portuguez, Porras, & Barrantes, 2015)

Control

En los últimos años se ha observado un difícil control de dos especies de malezas presentes en toda la zona cañera: (*Momordica charantia)* y (*Croton lobatus)*, y que hasta el momento se desconoce si poseen algún tipo de tolerancia a ciertos herbicidas utilizados en Guatemala (Espinoza, CENGICAÑA, 2015)

En una población de malezas, la aplicación de un tratamiento herbicida es un evento catastrófico que, normalmente debería causar más de un 90% de mortalidad. Es posible imaginar un escenario donde ocurran variantes dentro de la población que logren sobrevivir a dicha aplicación. Si está presión de selección se mantiene en el tiempo, es de esperar entonces que la frecuencia de dichos individuos aumente, dificultando entonces el control de la maleza (Vega, 2015)

La resistencia es entonces la capacidad inherente y heredable de algunos biotipos, dentro de una determinada población, de sobrevivir y reproducirse después de haber sido expuestos a una determinada dosis de un herbicida que normalmente sería letal para los individuos de una población normal de la misma especie.

Por otro lado, puede ocurrir que todos los individuos sean capaces de sobrevivir a la aplicación del herbicida. Es en estos casos que se dice que la especie es tolerante. Se entiende entonces por tolerancia a la habilidad inherente de una especie de sobrevivir y reproducirse después de ser expuesta a un tratamiento herbicida. (Vega, 2015)

Un estudio que se centró en cómo Kochia (Una maleza que está invadiendo áreas de cultivos en el oeste de Kansas y en las Grandes planicies) ha evolucionado para crear resistencia al tan usado herbicida glifosato, más comúnmente conocido como la mata malezas Roundup. Los investigadores encontraron que Kochia ha evolucionado para hacer copias múltiples de un código de genes que ataca al glifosato. Estas copias permiten a las plantas sobrevivir a aplicaciones de glifosato a escala agrícola (Jugulam, 2015) , este puede ser el caso de la Jaibilla *(Momordica charantia).*

2.2. Herbicidas utilizados

Krismat: (Trifloxisulfuron (1.85%) +ametrina (73.15%))

Mecanismo de acción

Afectan la síntesis de proteínas, aminoácidos de cadena ramificada (isoleucina, leucina y valina) y cambian la conformación de los mismos, al inducir su precipitación o inhibiendo la acción enzimática de la aceto lactato sintetasa (ALS). Esta acción desencadena una distribución total del metabolismo al interrumpir la síntesis proteica e interfiere con la síntesis de ADN y el crecimiento celular. Las especies sensibles rápidamente detienen el crecimiento, dado que trabajan en las zonas meristemáticas. (Espinoza & Morales, CENGICAÑA, 2015)

Modo de acción

Este entra a la planta vía foliar, principalmente en las hojas jóvenes, donde existe mayor actividad. Es traslocado a las zonas de división celular en las regiones meristemáticas de la planta, vía apoplasto y simplasto. Este producto es de alta movilidad en la planta. (Espinoza & Morales, CENGICAÑA, 2015)

Aspectos técnicos

Son herbicidas aplicados en postemergencia de la maleza. Krismat se recomienda en dosis de 160 a 180 g/ha.

Estos se pueden aplicar en postemergencia de la maleza y la caña.

Son altamente móviles en la planta. Trifloxisulfuron (1.85%) +ametrina (73.15%).Krismat controla en preemergencia y post: *Amaranthus spp. Digitaria sanguinalis, Euphorbia spp., Rottboellia cochinchinensis*. (Espinoza & Morales, CENGICAÑA, 2015)

Elimina: (2,4-D)

Modo de acción.

El transporte ocurre vía simplasto con los asimilados de la fuente de producción a los órganos en consumo o almacenamiento. Generalmente exhiben un corto efecto residual. (Espinoza & Morales, CENGICAÑA, 2015)

Mecanismo de acción

Estos herbicidas interfieren en la síntesis de ácidos nucleídos, controlando la síntesis proteica en diferentes etapas, afectando la regulación de ADN durante la formación de ARN, efecto que puede ser alcanzado por la depresión de un gene o activación de ARN polimerasa, o simplemente afectar el mensaje del ARN a las proteínas. En general, se pierde el control del crecimiento por atrofia o malformación de los haces vasculares. Las gramíneas son tolerantes porque no tienen cambium, además los nudos y entrenudos dificultan la llegada del herbicida al sitio de acción. (Espinoza & Morales, CENGICAÑA, 2015)

Aspectos técnicos

Postemergente a la maleza. Se recomiendan dosis de 0.8 a 1.3 l de i.a/ha.

Es preferible la aplicación dirigida a la maleza y cuando la planta se encuentra en un estado joven y en mayor actividad fisiológica.

El pH del agua, para realizar la mezcla se debe de encontrar por debajo de 7 al agregar el producto. Especies que controla: (*Amaranthus viridis), (Bidens pilosa*), (Commelina diffusa), (Croton lobatus), (*Cyperus flavus), (Cyperus rotundus), (Euphorbia hirta), (Ipomoea triloba), (Kallstroemia máxima*). (Espinoza & Morales, CENGICAÑA, 2015)

2.3. Boquilla Turbo FloodJet (TF 2.0)

La boquilla Turbo FloodJet posee las siguientes características:

- Excelente distribución para una cobertura uniforme a lo largo de la barra.
- El diseño de la boquilla incorpora un preorificio para producir gotas más grandes para una deriva reducida.

- Orificio redondo grande para reducir las obstrucciones.
- Acero inoxidable o polímero con banda de codificación de colores VisiFlo® para una fácil identificación del tamaño
- Capacidad de descarga de 137 l/ha a 237 l/ha a una velocidad de 4 km/ha (cuadro 16A)

2.4. Variedad de caña de azúcar utilizada en la investigación

Variedad CG99-087 posee una producción promedio de 20 TAH (toneladas de azúcar por hectárea) en la zona media sus progenitores son la Mex57-29 y CP88-1508. Se recomienda la siembra en la zona media, muestra valores de azúcar iguales o superiores a la variedad CP72-2086 al momento de cosecha en los meses de noviembre a abril (Orozco, Queme, Ovalle, & Longo, 2015)

2.5. Métodos de evaluación de porcentaje de control de malezas

Métodos Cualitativos

Estos métodos, también llamados de “evaluación visual”, se han empleado ampliamente para evaluar el desempeño de herbicidas en campo, debido a su practicidad, no obstante que presentan algunas limitaciones. Son métodos rápidos y relativamente económicos, pero requieren de una amplia experiencia de los evaluadores. Son prácticos y muy útiles cuando el tamaño de los experimentos es grande o cuando existen varios ensayos en diferentes localidades. (Domínguez, 2015)

Este método ha sido utilizado en gran escala ya que su practicidad supera a sus limitaciones y principalmente porque los métodos cualitativos ofrecen datos más aplicables que los métodos cuantitativos debido a que la cobertura de malezas está más relacionada con su capacidad de interferir con el cultivo que la densidad considerada aisladamente. (Santizo, 2015)

Escala lineal con intervalos constantes.

Una escala muy ampliamente usada, es la escala porcentual de 0 a 100, en donde los intervalos entre clases aumentan en progresión aritmética. Un inconveniente de los datos porcentuales es que no se pueden someter a análisis estadístico, a

menos que se realice una transformación angular (arco seno), con lo que la varianza se puede estabilizar. En todo caso, los porcentajes de control basados en el porcentaje de cobertura, serían más directos y más fáciles de interpretar.

Cuadro 3. Sistema de evaluación visual Asociación latinoamericana malezas.

Denominación	Índice
Excelente control	100
Muy buen control	90-99.9
Buen control	80-89.9
Suficiente Control	70-79.9
Regular Control	60-69.9
Regular control bajo	50-59.9
Bajo Control	40-49.9
Muy Bajo control	30-39.9
Ningún control	0-29

Fuente: ALAM (1974)

La adopción de una escala visual universal nunca sucederá. Por lo tanto cada investigador deberá elegir el sistema que mejor sirva a sus propósitos. Un control aceptable depende del cultivo y maleza involucrada.

En ingenio La Unión las investigaciones sobre el control de malezas, son realizadas por el departamento de investigación, el método que se utiliza para evaluar cada uno de los tratamientos de un ensayo, es el método cualitativo, esto se debe a la facilidad, rapidez y economía ya que no se requiere demasiado personal para la evaluación de ensayos, para esta evaluación visual solo es necesario el coordinador de investigación y los representantes de casas comerciales de los herbicidas evaluados, a continuación se observa la escala utilizada en diferentes ensayos utilizados en el ingenio.

Cuadro 4. Escala visual utilizada en el Ingenio.

Denominación	Índice	Fotografía
Excelente control	100	
Muy buen control	90-99.9	

Buen control	80-89.9	
Suficiente Control	70-79.9	
Regular Control	60-69.9	

Regular control bajo	50-59.9	
Bajo Control	40-49.9	

Muy Bajo control	30-39.9	
Ningún control	0-29	

Fuente: Autor (2015)

Evaluación Cuantitativa

La medición cuantitativa brinda datos que no están influidos por la subjetividad del investigador, sin embargo debe tenerse en cuenta que la evaluación cuantitativa consume tiempo y dinero. (Burrill, Cardenas, & Locatelli, 2015)

El conteo de malezas no refleja diferencia practica entre el daño producido por unas pocas malezas de gran tamaño o muchas malezas pequeñas.

Este método sin embargo, tiene sus limitaciones, pues, por una parte, se pueden tener dos sitios con igual densidad, pero en uno de ellos las plantas tienen mayor tamaño que en el otro, lo que implica que las consecuencias biológicas sobre un cultivo o el efecto de un herbicida sobre las malezas, no son comparables. (Domínguez, 2015)

Por otra parte, en la determinación de la densidad, se puede enfrentar el problema de que las malezas normalmente no se distribuyen uniformemente, por lo que un muestreo simple se puede encontrar una gran variabilidad, lo que sin duda afectará los análisis estadísticos (Domínguez, 2015).

Conteo de malezas

La densidad de malezas, es decir, el número de individuos de cada especie por unidad de superficie, es un método utilizado por instituciones de investigación para precisar la presión de malezas y el grado de control que se alcanza con un tratamiento químico o de otra índole. La densidad se determina utilizando cuadrantes de dimensiones variables. (Domínguez, 2015)

El tamaño del cuadrante y el número de conteos a realizar dentro de cada parcela dependen del tamaño de la parcela. (Burrill, Cardenas, & Locatelli, 2015)

Peso de malezas

En este método son cortadas las malezas a ras del suelo, se separan y se pesan inmediatamente o se secan para registrar la biomasa o peso seco. Es recomendable siempre obtener el peso fresco de una submuestra, si el proceso de secado se tardará por cuestiones prácticas. Las plantas que permanecen un tiempo prolongado expuestas

al ambiente, antes de llevarse a la secadora, pueden perder cantidades significativas de biomasa por la respiración.

Este método de evaluación evidentemente es destructivo, pues elimina a las malezas en las áreas de muestreo. Por esta razón, el muestreo se debe realizar en áreas de la parcela destinadas para ello y en donde su remoción no afecte el desarrollo y crecimiento del cultivo que se va a cosechar. (Domínguez, 2015)

III. OBJETIVOS

1. Objetivo general

- Evaluar diferentes volúmenes de agua en aplicación mecanizada de herbicidas pre emergentes en (Saccharum officinarum L.) en Finca Cristóbal, Ingenio La Unión S.A., Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla.

2. Objetivos específicos

- Determinar si los volúmenes de agua en evaluación, en las aplicaciones de herbicidas pre emergentes en forma mecanizada presenta diferentes porcentajes de control de malezas.
- Determinar si los volúmenes de agua en evaluación, en las aplicaciones de herbicidas pre emergentes en forma mecanizada presenta diferente número de días de control de malezas.
- Realizar un análisis beneficio/costo de los tratamientos evaluados.

IV. HIPÓTESIS

Ho_1. Todos los volúmenes de agua en evaluación (200, 175, 150, 125 y 100 l/ha), en la aplicación de herbicidas pre emergentes en el cultivo de caña de azúcar, poseen el mismo efecto sobre la variable porcentaje de control.

Ha_1. Al menos uno de los volúmenes de agua en evaluación (200, 175, 150, 125 y 100 l/ha), en la aplicación de herbicidas pre emergentes en el cultivo de caña de azúcar, tendrán un efecto diferente sobre la variable porcentaje de control.

Ho_2. Todos los volúmenes de agua en evaluación (200, 175, 150, 125 y 100 l/ha), en la aplicación de herbicidas pre emergentes en el cultivo de caña de azúcar, poseen el mismo efecto sobre la variable días de control.

Ha_2. Al menos uno de los volúmenes de agua en evaluación (200, 175, 150, 125 y 100 l/ha), en la aplicación de herbicidas pre emergentes en el cultivo de caña de azúcar, tendrán un efecto diferente sobre la variable días de control.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Material experimental

Recursos físicos

- Tractor 125Hp (John Deere) con aguilón para aplicación de herbicida.
- Agua: 600 litros.
- 2.05 hectáreas cultivadas con caña de azúcar Variedad CG99-087.
- 4.1 Lt. 2-4D y 7.2 kg de Trifloxisulfuron (1.85%) +ametrina (73.15%). (Mezcla comercial utilizada para Caminadora *(Rottboellia cochinchinensis)* y hojas anchas).
- 720 cc w30 (adherente).
- 7 boquillas T.F. 2.0 (Utilizadas Comercialmente Ingenio La Unión S.A).

Recursos humanos

- Tractorista aplicador
- Ayudante de aplicador
- Administrador
- Coordinador de investigación de aplicación de herbicida
- Practicante de EPS

2. Análisis estadístico

2.1. Diseño experimental

Diseño Bloques completamente al azar.

2.2. Modelo estadístico

$$Yij = \mu + \tau i + \beta j + \varepsilon ij$$

Donde

$Yij = unidad\ experimental$

$\mu = efecto\ de\ la\ media$

$\tau i = efecto\ del\ Volumen\ de\ aplicación$

$\beta j = efecto\ del\ \beta j\ esimo\ bloque$

$\varepsilon ij = error\ experimental$

2.3. Unidad experimental

Parcela bruta costa de 6 surcos con un distanciamiento entre surco de 1.4m*163m de largo del surco con un área de 1,369.2 m^2

Parcela neta es de 4 surcos de 1.4 m de ancho * 163 m de largo la cual costa de tres mesas con un área de 684.6m^2

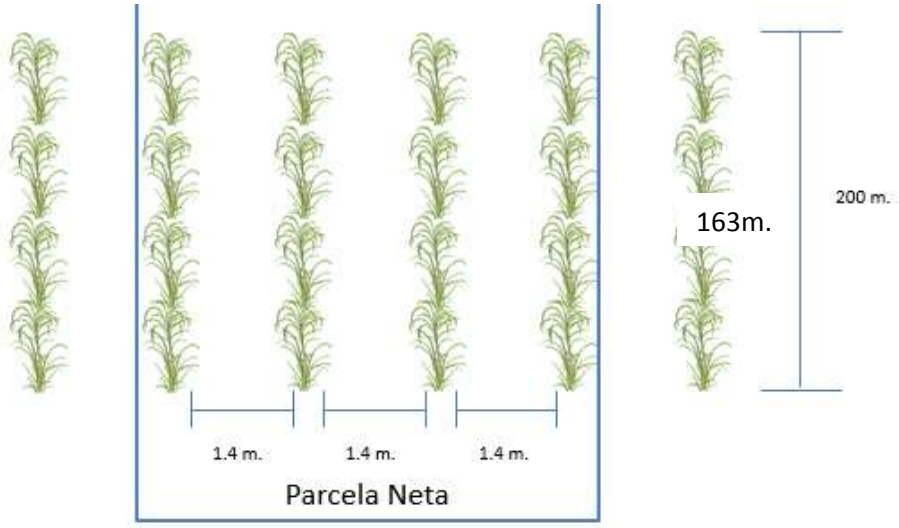


Figura 2. Modelo de parcela

Fuente: Martínez (2015)

2.4. Tratamientos y aleatorización

Cuadro 5. Tratamientos

Tratamiento.	Descripción
1	**(200 l/ha)de agua** Testigo comercial
2	**175 l/ha de agua**
3	**150 l/ha de agua**
4	**125 l/ha de agua**
5	**100 l/ha de agua**

Fuente: Martínez (2015)

Los tratamientos fueron aplicados con las boquillas que se utilizan comercialmente en el ingenio T.F. 2.0 con dosis de 1.14 l/ha 2-4 D y 2 kg/ha Trifloxisulfuron (1.85%) + ametrina (73.15%), mezcla comercial utilizada para Caminadora *(Rottboellia cochinchinensis)* y hojas anchas. Para el tratamiento 5 se utilizó una velocidad mayor a la utilizada frecuentemente de 3.96 Km/h a 5.84 km/h para poder descargar 100 l/ha.

2.5. Croquis del experimento

En el experimento fue establecido en el lote 7.10 Finca Cristóbal, se evaluaron cinco tratamientos distribuidos aleatoriamente en tres repeticiones. El ensayo contó con un área total de 2.05 hectárea.

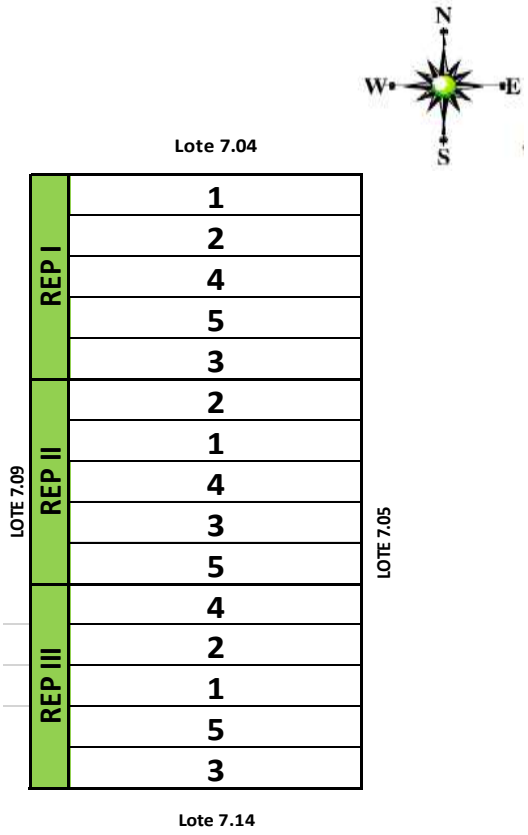


Figura 3. Parcelas Aleatorizadas
Fuente: Martínez (2015)

2.6. Variables de respuesta

- Porcentaje de control de malezas se determinó por medio de una escala visual utilizada en Ingenio La Unión (cuadro 4), debido a la facilidad y menor costo de la evolución, este método involucro a un experto en evaluación de control de malezas. Ing. Agr. Msc. Cesar Martínez.

  Se realizó un recorrido en todo el ensayo, observado la presencia de malezas en cada repetición. Esta variable se evaluó a los 18 y 35 días después de la aplicación del herbicida preemergente, con el coordinador de investigación encargado del área de herbicidas y estudiante de EPS.
- Días de control de la aplicación.
  - Debido a que se utilizó la escala ALAM para determinar la cobertura de maleza y en esta escala se considera regular control es de 60% pudiendo variar este valor a criterio del investigador (Tasistro Souto, A. 2000). El número de días control en cada tratamiento se

determinó cuando la parcela evaluada presento un regular control bajo (59-50%).

- Costo de aplicación bajo diferentes volúmenes de agua
  - El costo de aplicación por tratamiento se realizó tomando en cuenta el jornal del tractorista, ayudante, incentivo por hectárea trabajada y eficiencia, utilizado un análisis beneficio control por el costo variable de este.

2.7. Análisis de información

Los datos de porcentaje de control se trasformaron utilizando Arcoseno, en el programa Microsoft Excel, el objetivo es normalizar los datos, y evitar sesgos en la información, utilizando la siguiente ecuación:

$$= Grados\left(aseno\left(\frac{X}{100}\right)^{0.5}\right)$$

Los datos obtenidos fueron analizados por medio de INFOSTAT, realizando una prueba de ANDENVA al 5% de significancia.

2.8. Manejo del experimento

a. Preparación del lugar del experimento

Se seleccionó el lote 7.10 de finca Cristóbal el cual poseía historial de malezas como caminadora (*Rottboellia cochinchinensis)* y *(Momordica charantia)*.

Los lotes deberían de encontrarse a una húmedos adecuada para la aplicación de herbicidas por lo cual se recomendó regar un día antes.

Las aplicaciones de los distintos volúmenes de mezcla se realizaron con aguilón, siguiendo la metodología de calibración de equipos de herbicida, utilizando la siguiente ecuación

$$gasto\,\frac{lt}{ha} = \frac{gasto\ boquilla\left(\frac{lt}{\min}\right) * 60000}{V\left(\frac{km}{h}\right) * distacia\ entre\ boquilla(cm)}$$

Se admitió una variación de ±10% en cada boquilla.

b. Montaje del experimento.

El montaje del experimento se realizó el 21/02/2015 con la ayuda del croquis del experimento, se identificaron las parcelas con el número que representa los tratamientos; estos fueron colocados en una bolsa para evitar problemas de deterioro del papel por humedad.

Figura 4. Identificación de parcela.
Fuente: Fotografía del autor (2015)

Se procedió a la calibración del tractor; se midieron 50 metros lineales para su recorrido, se tomó el tiempo del recorrido para calcular la velocidad la cual fue de 3.96 km/h, se procedió a dejar abiertas solo 7 boquillas centrales y a colocar un recipiente en cada boquilla para determinar el volumen de descarga en un minuto.

Figura 5. Calibración de aguilón
Fuente: Fotografía del autor (2015)

En cada boquilla se permitió una variación ±10%, las que se encontraron fuera de este rango fueron cambiadas, el volumen fue trasformado de mililitros a litros, en un minuto para ingresar los datos en una ecuación que permitió identificar la descarga en l/ha.

VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Al realizar las calibraciones se logró estimar diferentes presiones de descarga.

Cuadro 6. Tratamiento y presiones de descarga.

Tratamiento	Descripción	Observaciones
1	**(200 l/ha) de agua** Testigo comercial	29 PSI Velocidad del tractor 3.96 Km/h
2	**175 l/ha de agua**	27 PSI Velocidad del tractor 3.96 Km/h
3	**150 l/ha de agua**	20 PSI Velocidad del tractor 3.96 Km/h
4	**125 l/ha de agua**	10 PSI Velocidad del tractor 3.96 Km/h
5	**100 l/ha de agua**	15 PSI Velocidad del tractor 5.84 Km/h

Fuente: Autor (2015)

Los tratamientos se realizaron con la boquilla utilizada en el ingenio T.F. 2.0 con dosis de 1.14 l/ha 2-4 D y 2 kg/ha Trifloxisulfuron (1.85%) + ametrina (73.15%). Para el tratamiento 5 se utilizó una velocidad mayor a la utilizada; frecuentemente de 3.96Km/h y se calibro 5.84 km/h para poder descargar 100 l/ha, la velocidad recomendada de acuerdo a las prácticas agrícolas es de 6 a 8 km/h (Teejet, 2015), sin embargo se observó dificultad en la aplicación del preemergente, debido a la irregularidad del terreno que presentan la mayoría de lotes después de la preparación de suelos y siembra de caña de azúcar.

Para una debida aplicación de herbicida pre emergente se debe de poseer una humedad adecuada en el suelo, favoreciendo a los enlaces de las moléculas del herbicida con la

fase solida del mismo, dispersado el producto, alcanzado semillas y raíces de malezas, por lo que el experimento se estableció con tres repeticiones en condiciones adecuadas y homogéneas de humedad.

Reporte de primera lectura a los 18 días después de aplicación de diferentes volúmenes

Se utilizó un método cualitativo de la “evaluación visual”, debido a que este método ha sido utilizado en gran escala porque su practicidad supera a sus limitaciones y principalmente porque los métodos cualitativos ofrecen datos más aplicables que los métodos cuantitativos debido a que la cobertura de malezas está más relacionada con su capacidad de interferir con el cultivo que la densidad considerada aisladamente. (Santizo, 2015)

Utilizando la escala ALAM Cuadro 4, se estimó el porcentaje de control de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) y jaibilla (*Momordica charantia.*) en cada tratamiento, realizando dos lecturas por cada tratamiento evaluado, la primera lectura se tomó en los primeros 80 metros de la parcela experimental y la segunda lectura 80 metros restantes de la parcela experimental, con el fin de poseer un dato confiable sobre la presencia de malezas en toda la parcela. El resultado observado a los 18 días después de la aplicación de los tratamientos se aprecia en el cuadro 7.

Cuadro 7. Primera lectura de porcentaje de control de malezas

	LECTURA	1	Día	11/03/2015								
	DDAT	18										
	Tratamiento	Lectura		R1	lectura		R2	lectura		R3	Promedio	Escala ALAM
No.	l/ha	1	2		1	2		1	2			
1	200	95	95	95	100	100	100	80	80	80	91.7	Muy buen control
2	175	95	95	95	100	95	97.5	60	60	60	84.2	Buen Control
3	150	95	95	95	85	85	85	60	60	60	80.0	Buen Control
4	125	95	95	95	85	85	85	75	65	70	83.3	Buen Control
5	100	95	95	95	40	70	55	40	40	40	63.3	Regular Control
	DDT:	Días después de la aplicación del tratamiento										
	ALAM:	Asociación Latinoamericana de Malezas										
	R:	Repetición										

Fuente: Autor (2015)

Según la escala de medición utilizada, se observa un muy buen control en el tratamiento uno que corresponde a la aplicación de 200 l/ha, y un buen control en los tratamientos de 175, 150 y 125 litros por hectárea y un regular control en el tratamiento de 100 l/ha.

Se observa que el porcentaje de control de maleza disminuye de la repetición dos a la repetición tres, esto se debe a que la repetición tres presento mayor presión de malezas. Las malezas generalmente crecen concentrada en algunos lugares o en manchones dentro de una área (Burrill, Cardenas, & Locatelli, 2015). Es por ello la importancia de realizar parcelas experimentales que cubran el total de longitud del área en el que se realizara el ensayo.

En las siguientes figuras se observa el comportamiento de malezas, a los 18 días después de la aplicación de herbicidas de forma mecanizada a diferentes volúmenes de descarga.

Figura 6. Tratamientos a los 18 días después de aplicación
Fuente: Fotografía del autor (2015)

En la figura anterior se observa que la maleza que predomina es la jaibilla (*Momordica charantia*), esto se debe a que es una maleza de difícil control.

Los porcentajes obtenidos en la primera lectura a los 18 días después de la aplicación de tratamiento, fueron convertidos por medio arcoseno y analizado por medio de Analisis de Varianza (ANDEVA).

Cuadro 8. Primera lectura 18 días después de aplicación (ANDEVA)

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Porcentaje	15	0,79	0,62	14,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2648,88	6	441,48	4,87	0,0220
Tratamiento	822,26	4	205,56	2,27	0,1506
Bloque	1826,63	2	913,31	10,08	0,0065
Error	724,87	8	90,61		
Total	3373,75	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=26,85066

Error: 90,6083 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
200	74,62	3	5,50	A
175	65,74	3	5,50	A
125	63,63	3	5,50	A
150	63,18	3	5,50	A
100	51,44	3	5,50	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Fuente: Autor (2015)

Según la ANDEVA para el control de malezas a los 18 días después de la aplicación no se observó diferencia significativa al 5% en los tratamientos evaluados, este poseía un coeficiente de variación de 14.94%.

El tipo de maleza que predomina en cada una de las repeticiones realizada es (*Momordica charantia).* En los últimos años se ha observado un difícil control de dos especies de malezas presentes en toda la zona cañera: (*Momordica charantia)* y (*Croton lobatus)*, y que hasta el momento se desconoce si poseen algún tipo de tolerancia a ciertos herbicidas utilizados en Guatemala (Espinoza, CENGICAÑA, 2015), es por ello que predomina este material en las parcelas de estudio (figura 10,11,12,13,14), con un alto porcentaje de exposición en las parcelas del tratamiento de 100 l/ha (figura 14).

En una población de malezas, la aplicación de un tratamiento herbicida es un evento catastrófico que normalmente debería causar más de un 90% de mortalidad, este 10% posee resistencia a este herbicida, la resistencia es la capacidad inherente y heredable de algunos seres dentro de una determinada población, de sobrevivir y reproducirse después de haber sido expuestos a una determinada dosis de un herbicida que normalmente sería letal para los individuos de una población normal de la misma especie, los individuos que sobreviven son atípicos, normalmente están en baja frecuencia, y surgen luego de que una mutación les confiere esa capacidad de sobrevivir. Es importante aclarar también que el origen de esa mutación no está ligado al herbicida y dado que se trata de un fenómeno natural, los genes responsables de la resistencia pueden estar presentes en una especie de maleza antes que el herbicida haya sido introducido al mercado (Vega, 2015). Esta propiedad de ciertas malezas de soportar dosis que normalmente son letales, les confiere a esos individuos una ventaja sobre los otros individuos (no resistentes). Es así que luego de la aplicación del herbicida, los individuos resistentes se ven favorecidos al crecer libres de competencia. En el caso de malezas, la resistencia se presenta inicialmente como manchones y con la aplicación repetida del mismo herbicida aumentarán su tamaño, dominando finalmente toda el área, este puede ser el caso de la jaibilla (*Momordica charantia)* la cual ha presentado una resistencia al herbicida 2-4D.

A continuación se describen las características morfológicas de la jaibilla (*Momordica charantia).*

Cuadro 9. Características morfológicas jaibilla (*Momordica charantia*).

	Tallo: Muy largo, cubierto con pelillos. Hojas: Alternas, delgadas, con 5 a 7 lóbulos, éstos con el ápice obtuso o agudo, con el margen a veces aserrado, a veces con pelos largos.. Flores: Sépalos 5 poco evidentes; corola con un tubo muy corto y un limbo muy amplio partido en 5 segmentos, de color amarillo; en las flores masculinas 3 estambres; las flores femeninas con ovario ínfero, estigmas 3
	Frutos y semillas: Fruto ovoide, con la superficie cubierta por verrugas o tubérculos, de color amarillo-oro, abriendo de manera explosiva. Las semillas elípticas, planas de color rojo. Las semillas son dispersadas por aves y mamíferos. Además tiene rizomas que pueden servir para la propagación vegetativa

	Este tipo de planta es de difícil control se desconoce si presenta algún tipo de tolerancia a ciertos herbicidas utilizados en Guatemala. Este tipo de maleza se desarrolla en cultivos de caña de azúcar, aun cuando estos posean más de 4 meses de edad.

Fuente: Autor (2015)

Cuadro 10. Segunda lectura de porcentaje de control de malezas

	Lectura	2	Fecha	28/03/2015								
	DDT	35 días										
	Tratamiento	Lectura		R1	lectura		R2	lectura		R3	Promedio	Escala ALAM
No.		1	2		1	2		1	2			
1	200	90	90	90	85	90	87.5	40	40	40	72.50	Suficiente Control
2	175	97	97	97	70	80	75	70	60	65	79.00	Suficiente Control
3	150	97	85	91	82	75	78.5	25	25	25	64.83	Regular control
4	125	97	90	93.5	80	80	80	60	60	60	77.83	Suficiente Control
5	100	95	90	92.5	50	50	50	20	20	20	54.17	Regular control a bajo
	DDT:	Días después de la aplicación del tratamiento										
	ALAM:	Asociación Latinoamericana de Malezas										
	R:	Repetición										

Fuente: Autor (2015)

En el cuadro No. 10 se observa que según la escala ALAM el control es el mismo para los tratamientos 1, 2, 4 que se refieren a la descarga de 200, 175, 125, litros por hectárea los porcentajes de control son diferentes en cada una de las repeticiones debido a que la presión de malezas es muy variada, la repetición con mayor porcentaje de presión de malezas en la repetición tres y una baja presión de malezas en la repetición uno, en las tres repeticiones es notable un menor control de malezas en el tratamiento cinco que corresponde a 100 l/ha, como se observa en la figura 14.

Cuadro 11. Segunda lectura a los 35 días después de aplicación (ANDEVA)

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Porcentaje	15	0,89	0,81	12,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3538,11	6	589,69	10,67	0,0019
Tratamiento	515,85	4	128,96	2,33	0,1430
Bloque	3022,26	2	1511,13	27,35	0,0003
Error	441,98	8	55,25		
Total	3980,09	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=20,96647

Error: 55,2470 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
175	64,58	3	4,29	A
125	63,14	3	4,29	A
200	60,03	3	4,29	A
150	54,97	3	4,29	A
100	48,56	3	4,29	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Fuente: Autor (2015)

En el cuadro 11 se observa que estadísticamente no se presenta diferencia significativa en los tratamientos evaluados; el coeficiente de variación es de 12.76 % lo cual es aceptable para investigaciones agrícolas.

Días de control

Se consideró que el efecto de control ha finalizado cuando según en la escala ALAM se tenga un regular control bajo (59-50%).

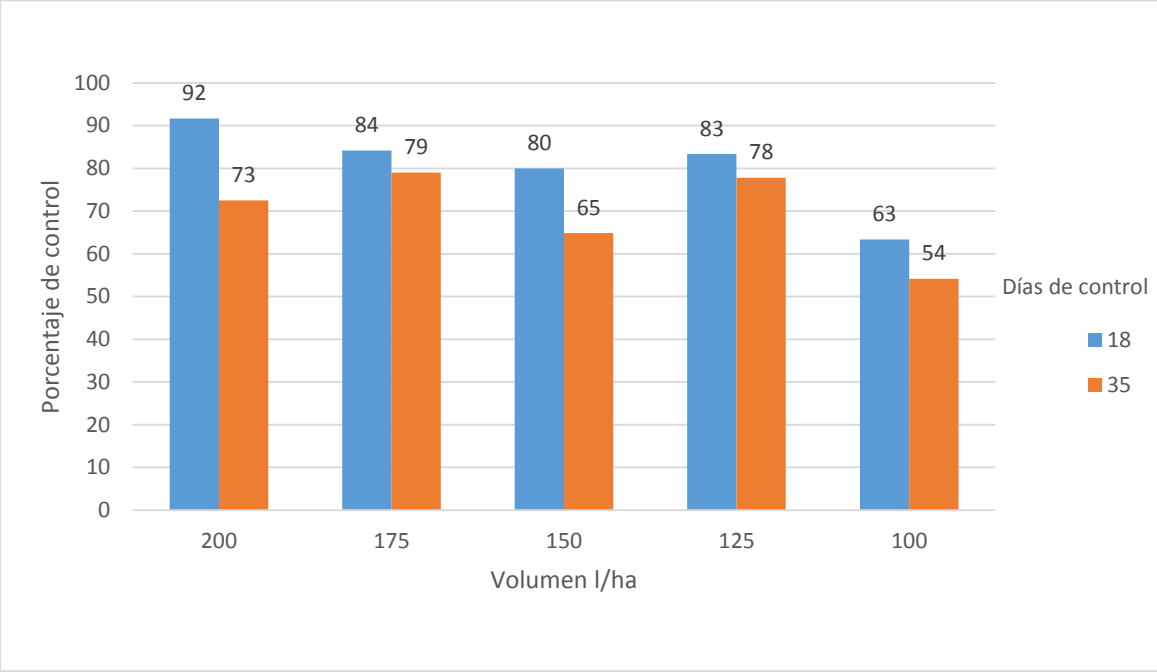


Figura 7. Días de control de malezas del ensayo evaluación volúmenes preemergentes. Fuente: Autor (2015)

Como se observa en la figura anterior el menor porcentaje de control, se registró en el tratamiento cinco (100 l/ha), con un 63% de control a los 18 días después de la aplicación del tratamiento, lo que indica que los días de control para este tratamiento se encuentra a los 18 días, ya que este tratamiento en la segunda evaluación que se realizó poseía un control regular bajo con un 54%, lo cual no es aceptable para dicha investigación.

El porcentaje de control para los tratamientos 200, 175, 150, 125 l/ha a los 35 días es aceptable debido a que posee un control superior al 65%.

Por lo que se realizó un análisis sobre el costo de cada variable y el beneficio en control de calidad que este obtendría. El costo variable solo fue tomado en cuenta el costo de mano de obra, el costo de combustible no fue tomado en cuenta debido a que los precios de combustible se encuentra estándar en el costo de maquinaria y este puede variar

debido a que para aplicaciones de herbicidas se utilizan tractores de trabajos varios los cuales pueden variar en su caballaje de fuerza y marcas.

Cuadro 12. Análisis de costo y beneficio de calidad de control de maleza.

No.	Tratamiento	Costo Variable	Beneficio control de maleza	Dominancia
5	100 l/ha	11.89	54.17	No Dominado
4	125 l/ha	14.16	77.83	No Dominado
3	150 l/ha	16.44	64.83	Dominado
2	175l/ha	18.71	79	No Dominado
1	200 l/ha	20.98	72.5	Dominado

Fuente: Autor (2015)

Los tratamientos son aceptables (no dominados) cuando al incrementar el costo variable este incrementa el beneficio, al comparar el tratamiento 100 l/ha con 125 l/ha se incrementa su costo pero se incrementa también el beneficio de control, si se compara el tratamiento de 125 l/ha con 150 l/ha solo se incrementa su costo pero no su beneficio por lo cual no es aceptable, comparando el tratamiento de 125 l/ha con el de 175 l/ha este incrementa el costo pero de la misma manera se incrementa su beneficio.

Los tratamientos no dominados son 100, 125, 175 l/ha, el tratamiento más económico y con el mismo control que el tratamiento testigo (200l/ha) es el tratamiento cuatro con un volumen de aplicación de 125 l/ha, la eficiencia aumentaría a 24 hectáreas, realizando una tendencia de ahorro del 33% del costo en mano de obra con respecto al testigo comercial y un ahorro con respecto al tiempo del 38%.

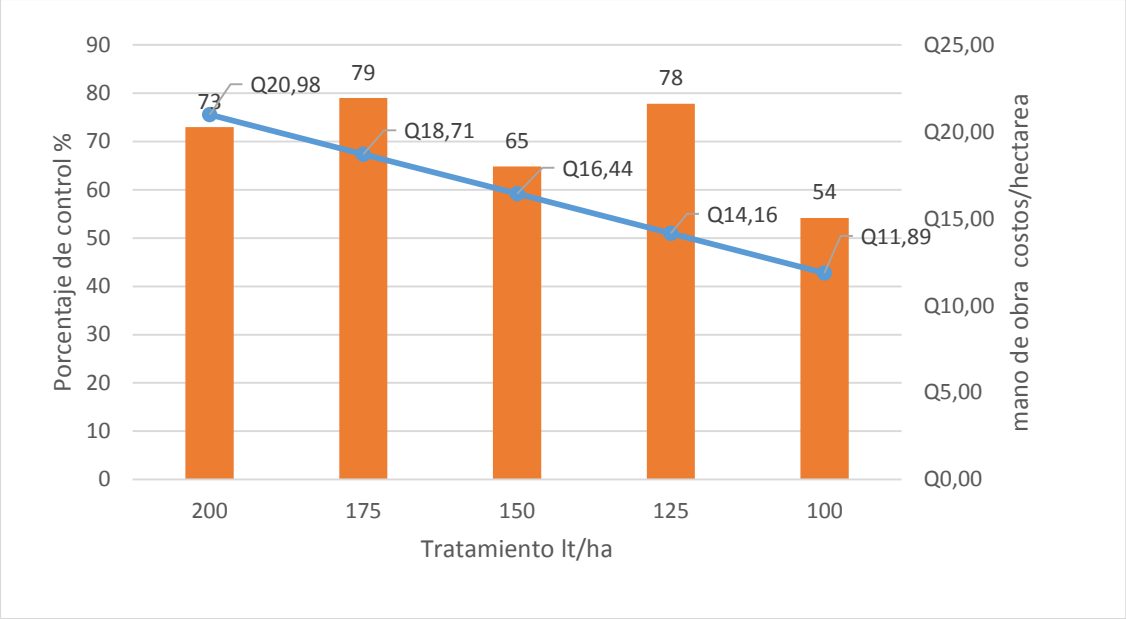


Figura 8. Porcentaje de control y costos de aplicación/hectárea (mano de obra)
Fuente: Autor (2015)

El costo en mano de obra de la aplicación en forma mecanizada a un volumen de 125 l/ha es de Q14.16/ha, más el costo de maquinaria (costo fijo) de Q 24.59/ha lo que implica un costo total por hectárea de Q 38.75, el costo hectárea a una eficiencia de aplicación de 15 hectáreas es de Q 45.57/ha por lo cual existirá un ahorro de Q 6.82/ ha al aumentar la eficiencia de aplicación a 24 hectárea aplicando un volumen de 125l/ha.

VII. CONCLUSIONES

1. Estadísticamente todos los volúmenes de agua evaluados en la aplicación mecanizada de herbicidas pre emergente en el cultivo de caña de azúcar, posee el mismo efecto sobre las variables porcentaje de control de malezas comparado con el tratamiento testigo de 200 litros por hectárea.

2. Los volúmenes de aplicación de 200, 175, 150 y 125 l/ha posee 35 días de control y el tratamiento de 100 l/ha no es aceptable su control a los 18 días después de aplicación del herbicida preemergente.

3. El tratamiento más económico, con el mismo porcentaje de control de malezas y días de control que el tratamiento testigo (200 l/ha), es el tratamiento de 125 l/ha, con un tendencia de ahorro en costos de aplicación del 33% en costo de mano de obra comparado con el testigo.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aplicar con las boquillas TF 2.0 un volumen de agua de 125 l/ha en aplicaciones mecanizadas de herbicidas pre emergentes en caña azúcar, a una velocidad de 3.96 Km/h y presión de trabajo de 10 PSI.

2. Si se desea mejorar la presión de descarga y reducir más el volumen de agua, se deben de evaluar otro tipo de boquillas con menor descarga como la boquilla TK 1.5. la cual posee una capacidad de descarga de 102 a 177 l/ha.

3. Se recomienda no aumentar la velocidad de aplicación de herbicida en forma mecanizada a la que usualmente utiliza la empresa (3.96 km/h).

4. Se observó deficiencia en el control de jaibilla (*Momordica charantia),* en los cinco tratamientos por lo cual se recomienda el estudio de otras moléculas para el control de dicha maleza.

IX. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. CENGICAÑA. (2003). *Análisis químico y físico suelo 2003.* Escuintla. GT.:

2. Cid, R. *Manual para agroaplicadores*. Recuperado el 15 de mayo de 2015 de http://inta.gob. ar /documentos/manual-para- agroaplicado res-uso responsable- y- eficiente- defitosanitarios / at _ multi_downlo ad/file/INTA Manual %20aplicadores.

3. Domínguez, José. *Metodología para la evaluación de herbicidas en campo*. Recuperado 10 de junio 2015 dehttp://senasica.gob.mx/ includes/asp/ download.asp?IdDocumento=19766

4. Espinoza, G. *Manejo y Control de malezas*. Recuperado el 20 de junio de 2015 de http:// www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR36356.pdf

5. Espinoza, G., & Morales, J. *Catálogo de herbicidas Zafra 08-09.* Recuperado el 2 de mayo de 2015 de http://www.cengicana.org/descargas/CatalogoHerbi cidasZafra08-09.pdf

6. FAO. *Recomendación para manejo de malezas*. Recuperado el 25 de mayo de 2015 de ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0884s/a0884s00.pdf

7. González, L. (2015). *Análisis e impacto económico de plagas y malezas que provocan daño en el cultivo de caña de azúcar (Saccharum officinarum),en el Ingenio La Unión, Santa Lucia Cotzumalguapa*, Escuintla. (Trabajo de Graduación de Agronomía.) USAC. Facultad de Agronomía. Guatemala, GT.:

8. González, G. (2015). *Propuesta de ahorro de control de malezas*. Escuintla, Guatemala, GT.:

9. Leiva, I. A. (2015). *Calidad de aplicación de plaguicidas.* CDRom Interactivo Bayer.

10. Martínez, C. (2015). *Protocolo para la evaluación del volumen de mezcla en la aplicación de herbicidas pre y post-emergentes*. Guatemala, GT.:

11. Orozco, H., Queme, J. L., Ovalle, W., & Longo, F. R. *Catálogo de variedades.* Recuperado el 20 de septiembre de 2015 de https://cgbiblioteca.files. wordpress.com/2010/03/ version-ejecutiva.pdf

12. *Paquete tecnológico del cultivo de caña de azúcar*. (2009) Guatemala, GT.: Ingenio La Unión.

13. Portuguez, R., Porras, J., & Barrantes, J. *Control químico preemergente de Rottboellia cochinchinensis en condiciones de campo e invernadero.* Recuperado el 20 de *junio de 2015 de http:// www.laica. co.cr/biblioteca/servlet/DownloadServlet?c=443&s...*

14. Rosales, E., & Esqueda, V. *Clasificación y uso de los Herbicidas por su modo de* acción. Recuperado el 20 de julio de 2015 de http:// www.senasica.gob. mx/includes/asp/download.asp?IdDocumento.

15. Santizo, J. *Evaluación de opciones químicas para el control de caminadora* (*Rottboelliacochinchinensis)*. (Trabajo de Graduación de Agronomía.) USAC. Facultad de Agronomía. Guatemala, GT.:

16. Soria, F. U.*Equipos de aplicación y su calibración.* Recuperado el 25 de febrero de 2015 de www.senasica.gob.mx/includes/asp/download. asp?IdDocumento

17. Tasistro Souto, A. 2000. *Métodos para evaluar efectividad en el control de malezas.* Revista Mexicana de la Ciencia de la Maleza no. 2000:25 35

18. Teejet Thechnologies.*Catálogo de boquillas 51-ES.* Recuperado el 15 de mayo de 2015 de http://www.teejet.com/spanish/home/tech-supp ort/nozzle-technical information. aspx

19. Vega, M. d. *Resistencia de malezas*.Recuperado el 25 de mayo de 2015 de http://www.aapresid.org.ar/rem/wpcontent/uploads/sites/3/2013 /02/REMSD12005.pdf

20. Vibrans, H. *Malezas de México(Momordica Charatia)*. Recuperado el 20 de febrero de 2015 de http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexi co/cucurbitaceae/momordica-charantia/fichas/ficha.htm

21. Vibrans, H. *Malezas de México (Rottboellia-cochinchinensis)*. Recuperado el 15 de febrero de 2015 de http://www.conabio.gob.mx/malezasde mexico/poaceae/rottboellia-cochinchinensis/fichas/ficha.htm

X. ANEXO

Cuadro 13A. Costos de aplicación según el tratamiento a utilizar

	Eficiencia	Precio/hectárea	costo/jornal	Bonificación	Total	precio/ha						
Tractor	15	1.544	Q138.16	Q23.16	Q161.32	10.755						
Ayudante	15	1.243	Q134.81	Q18.65	Q153.45	10.230						
Total			Q272.97			20.98				Mano de obra	Maquinaria	
Tratamiento	lt/ha	ha	Jornales totales	Jornal de aplicación	Aplicación	Incentivo	Total	Ahorro	Porcentaje de ahorro	Precio/ha	Precio/ha	Total
1	200	15	1001.7	Q272.97	Q273,438.62	Q41,877.46	Q315,316.08	Q0.00	0	Q20.98	Q24.59	Q45.57
2	175	17	876.5	Q272.97	Q239,258.79	Q41,877.46	Q281,136.25	Q34,179.83	11	Q18.71	Q24.59	Q43.30
3	150	20	751.3	Q272.97	Q205,078.96	Q41,877.46	Q246,956.43	Q68,359.65	22	Q16.44	Q24.59	Q41.02
4	125	24	626.1	Q272.97	Q170,899.14	Q41,877.46	Q212,776.60	Q102,539.48	33	Q14.16	Q24.59	Q38.75
5	100	30	500.9	Q272.97	Q136,719.31	Q41,877.46	Q178,596.77	Q136,719.31	43	Q11.89	Q24.59	Q36.47

Fuente: Méndez, Costos de aplicación (2015)

Cuadro 14A. Propuesta de ahorro de control de malezas 2015

	Zona 1			Zona 2			Zona 3			Zona 4			Promedio de dos Zafras		
Equipo	%	Has	Costo de aplicación	%	Has	Costo de aplicación	%	Has	Costo de aplicación	%	Has	Costo de aplicación	%	Has	Costo de aplicación
Aguilon	24%	2,654	135,739	46%	4,545	232,411	53%	4,445	227,315	37%	3,382	172,947	39%	15,026	768,413
Mochila	76%	8,311	1,389,376	54%	5,290	884,326	47%	3,878	648,337	63%	5,803	970,106	61%	23,283	3,892,144
Total	**100%**	**10,965**	**1,525,115**	**100%**	**9,835**	**1,116,737**	**100%**	**8,323**	**875,652**	**100%**	**9,185**	**1,143,053**	**100%**	**38,308**	**4,660,557**
	Propuesta Zona 1			Zona 2			Proúesta Zona 3			Zona 4			Propuesta de Ahorro		
Equipo	%	Has	Costo de aplicación	%	Has	Costo de aplicación	%	Has	Costo de aplicación	%	Has	Costo de aplicación	%	Has	Costo de aplicación
Aguilon	30%	3,290	168,231	60%	5,901	301,764	65%	5,410	276,674	43%	3,950	201,979	48%	18,550	948,649
Mochila	70%	7,676	1,283,162	40%	3,934	657,619	35%	2,913	486,990	57%	5,235	875,206	52%	19,758	3,302,977
Total	**100%**	**10,965**	**1,451,394**	**100%**	**9,835**	**959,384**	**100%**	**8,323**	**763,664**	**100%**	**9,185**	**1,077,185**	**100%**	**38,308**	**4,251,626**
Ahorro (Q)	**73,721**			**157,354**			**111,988**			**65,869**			**408,931**		

Fuente: González, G. (2015)

Cuadro 15A. Análisis químico y físico de suelo del sector 7 finca Cristóbal, Ingenio La Unión

FECHA	Finca	Lote	pH H2O	M.O. %	Ca	Mg	K	Na	P	Cu	Zn	Fe	Mn
					Meq/100g				(ppm)				
20/02/2003	Cristobal II	7-01,7-02, 7-03	5.60	3.30	8.11	2.90	1.98	0.32	1.88	1.90	3.20	11.60	36.45
No. Lab	**Arcilla (%)**	**Limo (%)**	**Arena (%)**	**TEXTURA**									
708	31.18	41.24	27.59	**Franco Arcilloso**									

Fuente: CENGICAÑA (2003)

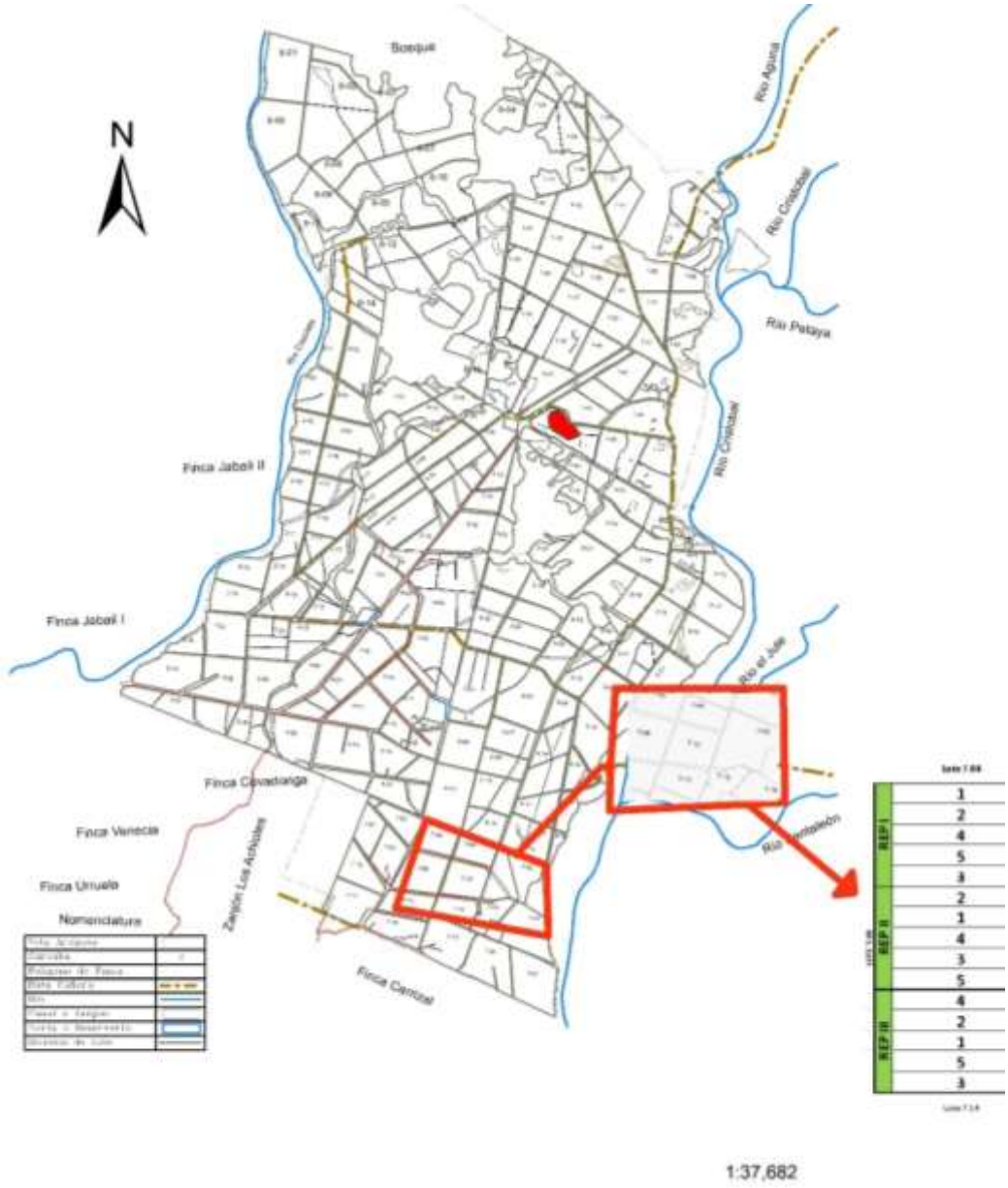


Figura 9A. Localización del ensayo evaluación de volúmenes en Finca Cristóbal, Ingenio La Unión.
Fuente: Autor (2015)

Figura 10A. Tratamiento 200 l/ha a los 35 días después de aplicación.
Fuente: Fotografía del autor (2015)

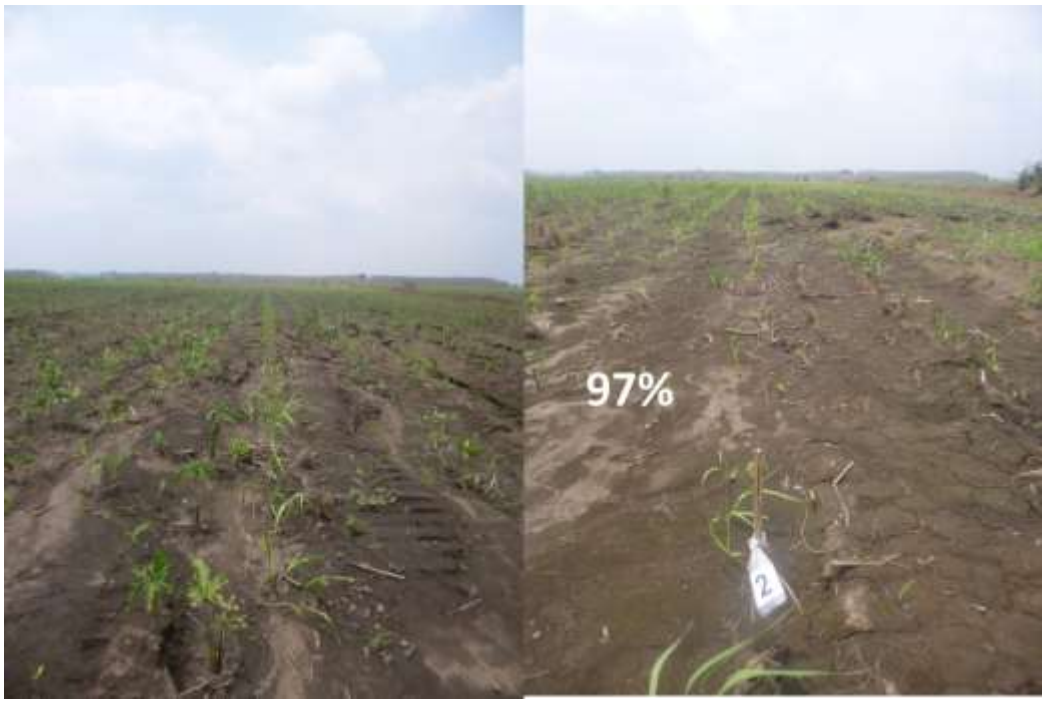


Figura 11A.Tratamiento 175 l/ha a los 35 días después de aplicación.
Fuente: Fotografía del autor (2015)

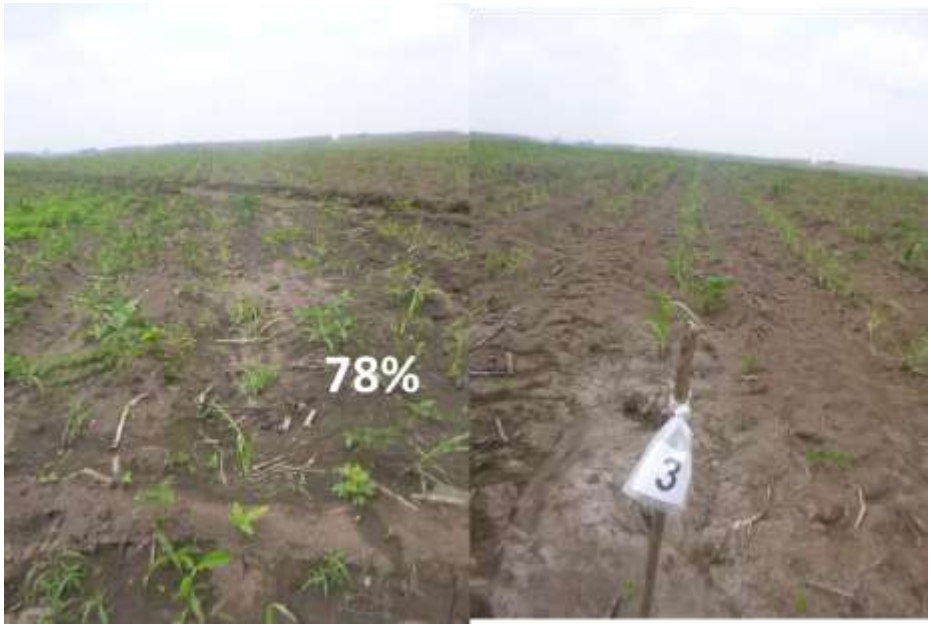


Figura 12A. Tratamiento 150 l/ha a los 35 días después de aplicación.
Fuente: Fotografía del autor (2015)

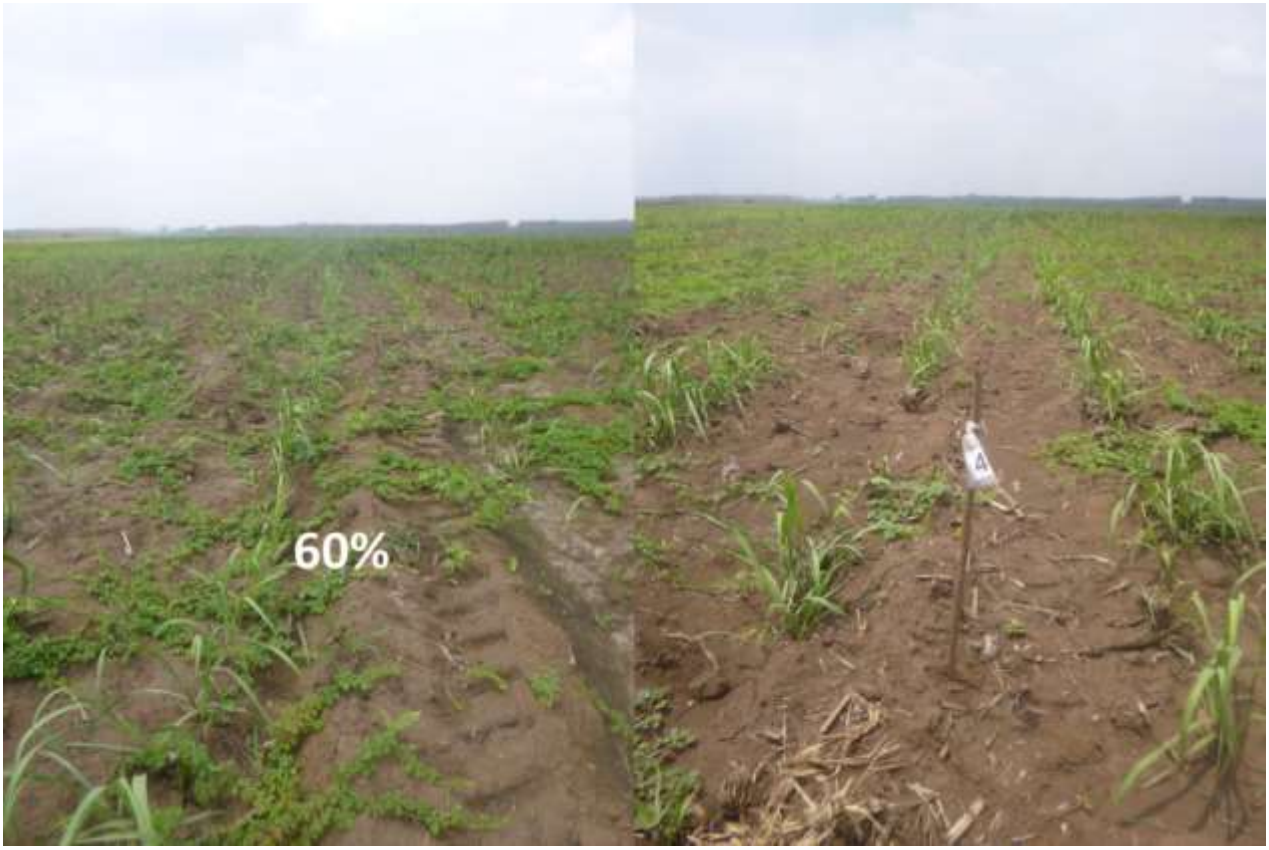


Figura 13A. Tratamiento 125 l/ha a los 35 días después de aplicación.
Fuente: Fotografía del autor (2015)

Figura 14A. Tratamiento 100 l/ha a los 35 días después de aplicación.
Fuente: Fotografía del autor (2015)

Cuadro 16A. Capacidad de descarga de boquilla Turbo FloodJet

	bar	TAMAÑO DE GOTA	CAPACIDAD DE UNA BOQUILLA EN l/min	l/ha 75 cm								l/ha 100 cm							
				4 km/h	6 km/h	8 km/h	10 km/h	12 km/h	16 km/h	20 km/h	25 km/h	4 km/h	6 km/h	8 km/h	10 km/h	12 km/h	16 km/h	20 km/h	25 km/h
TF-†2 (50)	1,0	UC	0,91	182	121	91,0	72,8	60,7	45,5	36,4	29,1	137	91,0	68,3	54,6	45,5	34,1	27,3	21,8
	1,5	XC	1,11	222	148	111	88,8	74,0	55,5	44,4	35,5	167	111	83,3	66,6	55,5	41,6	33,3	26,6
	2,0	XC	1,29	258	172	129	103	86,0	64,5	51,6	41,3	194	129	96,8	77,4	64,5	48,4	38,7	31,0
	2,5	XC	1,44	288	192	144	115	96,0	72,0	57,6	46,1	216	144	108	86,4	72,0	54,0	43,2	34,6
	3,0	VC	1,58	316	211	158	126	105	79,0	63,2	50,6	237	158	119	94,8	79,0	59,3	47,4	37,9
TF-†2.5 (50)	1,0	UC	1,14	228	152	114	91,2	76,0	57,0	45,6	36,5	171	114	85,5	68,4	57,0	42,8	34,2	27,4
	1,5	UC	1,40	280	187	140	112	93,3	70,0	56,0	44,8	210	140	105	84,0	70,0	52,5	42,0	33,6
	2,0	XC	1,61	322	215	161	129	107	80,5	64,4	51,5	242	161	121	96,6	80,5	60,4	48,3	38,6
	2,5	XC	1,80	360	240	180	144	120	90,0	72,0	57,6	270	180	135	108	90,0	67,5	54,0	43,2
	3,0	XC	1,97	394	263	197	158	131	98,5	78,8	63,0	296	197	148	118	98,5	73,9	59,1	47,3
TF-†3 (50)	1,0	UC	1,37	274	183	137	110	91,3	68,5	54,8	43,8	206	137	103	82,2	68,5	51,4	41,1	32,9
	1,5	UC	1,68	336	224	168	134	112	84,0	67,2	53,8	252	168	126	101	84,0	63,0	50,4	40,3
	2,0	XC	1,94	388	259	194	155	129	97,0	77,6	62,1	291	194	146	116	97,0	72,8	58,2	46,6
	2,5	XC	2,17	434	289	217	174	145	109	86,8	69,4	326	217	163	130	109	81,4	65,1	52,1
	3,0	XC	2,37	474	316	237	190	158	119	94,8	75,8	356	237	178	142	119	88,9	71,1	56,9
TF-†4 (50)	1,0	UC	1,82	364	243	182	146	121	91,0	72,8	58,2	273	182	137	109	91,0	68,3	54,6	43,7
	1,5	UC	2,23	446	297	223	178	149	112	89,2	71,4	335	223	167	134	112	83,6	66,9	53,5
	2,0	UC	2,57	514	343	257	206	171	129	103	82,2	386	257	193	154	129	96,4	77,1	61,7
	2,5	XC	2,88	576	384	288	230	192	144	115	92,2	432	288	216	173	144	108	86,4	69,1
	3,0	XC	3,15	630	420	315	252	210	158	126	101	473	315	236	189	158	118	94,5	75,6
TF-†5 (50)	1,0	UC	2,28	456	304	228	182	152	114	91,2	73,0	342	228	171	137	114	85,5	68,4	54,7
	1,5	UC	2,79	558	372	279	223	186	140	112	89,3	419	279	209	167	140	105	83,7	67,0
	2,0	UC	3,22	644	429	322	258	215	161	129	103	483	322	242	193	161	121	96,6	77,3
	2,5	XC	3,60	720	480	360	288	240	180	144	115	540	360	270	216	180	135	108	86,4
	3,0	XC	3,95	790	527	395	316	263	198	158	126	593	395	296	237	198	148	119	94,8
TF-†7.5 (50)	1,0	UC	3,42	684	456	342	274	228	171	137	109	513	342	257	205	171	128	103	82,1
	1,5	UC	4,19	838	559	419	335	279	210	168	134	629	419	314	251	210	157	126	101
	2,0	UC	4,84	968	645	484	387	323	242	194	155	726	484	363	290	242	182	145	116
	2,5	XC	5,41	1082	721	541	433	361	271	216	173	812	541	406	325	271	203	162	130
	3,0	XC	5,92	1184	789	592	474	395	296	237	189	888	592	444	355	296	222	178	142
TF-†10 (50)	1,0	UC	4,56	912	608	456	365	304	228	182	146	684	456	342	274	228	171	137	109
	1,5	UC	5,58	1116	744	558	446	372	279	223	179	837	558	419	335	279	209	167	134
	2,0	UC	6,45	1290	860	645	516	430	323	258	206	968	645	484	387	323	242	194	155
	2,5	XC	7,21	1442	961	721	577	481	361	288	231	1082	721	541	433	361	270	216	173
	3,0	XC	7,90	1580	1053	790	632	527	395	316	253	1185	790	593	474	395	296	237	190

Fuente: Teejet Thechnologies (2015)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Centro Universitario de Sur Occidente
CUNSUROC
Apartado Postal: 606
Mazatenango, Suchitepéquez

Mazatenango, 20 enero de 2016.

MSc. Jorge Rubén Sosof Vásquez
Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical
Centro Universitario de Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable MSc. Jorge Rubén Sosof Vásquez

Por medio de la presente hacemos de su conocimiento que cumpliendo con el nombramiento que nos fuera asignado, hemos procedido a supervisar y asesorar el trabajo de graduación del estudiante: Francy Rocael Ramos López, carnet: 201040711, el cual lleva por título: **Evaluación de volúmenes de agua en aplicación de herbicidas pre emergentes para control de malezas en (*Saccharum officinarum L.*) Finca Cristóbal, Ingenio La Unión S.A**

Luego del asesoramiento, supervisión y revisión del informe escrito, consideramos que el mismo llena los requisitos para continuar con los trámites correspondientes que rigen este centro universitario y firmamos la presente, dando fe de lo antes mencionado.

Sin nada más que agregar, nos suscribimos de su persona.

Atentamente;

Ing. Agr. Víctor Hugo Ordoñez Cifuentes
Supervisor, Revisor
Carrera de Agronomía Tropical

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Centro Universitario de Sur Occidente
CUNSUROC
Apartado Postal: 606
Mazatenango, Suchitepéquez

Mazatenango, 04 febrero de 2016

MSc. Mirna Nineth Hernández Palma
Secretaria Interna Centro Universitario de Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable, MSc. Mirna Nineth Hernández Palma:

Por medio de la presente, le informo que el estudiante: Francy Rocael Ramos López, carnet 201040711, de la carrera de Agronomía Tropical, ha concluido su trabajo de graduación titulado:**Evaluación de volúmenes de agua en aplicación de herbicidas pre emergentes para control de malezas en (*Saccharum officinarum L.*) Finca Cristóbal, Ingenio La Unión S.A.**El cual fue supervisado y revisado por ellng. Agr. Víctor Hugo Ordoñez Cifuentes, catedrático de la carrera de Agronomía Tropical.

Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante: Francy Rocael Ramos López, ha cumplido con el normativo del trabajo de graduación, razón por la cual someto a su consideración el documento para que continué con el trámite correspondiente.

Sin nada más que agregar, me suscribo de usted.

Atentamente;

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Sur Occidente
AGRONOMÍA

MSc. Jorge Rubén Sosof Vásquez
Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

CUNSUROC/USAC-I-02-2016

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE, Mazatenango, Suchitepéquez, 26 de febrero de dos mil dieciséis.----------

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: **"Evaluación de volúmenes de agua en aplicación de herbicidas pre emergentes para control de malezas en (*Saccharum officinarum* L.) Finca Cristóbal, Ingenio La Unión S.A.",** del estudiante: **Francy Rocael Ramos López**, carné **201040711** de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR-OCCIDENTE
DIRECCION
U.S.A.C. Mazatenango

MSC. MIRNA NINETH HERNÁNDEZ PALMA
DIRECTORA A.I.