

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem in the background. It features a central figure, likely a saint or historical figure, surrounded by various symbols including a crown, a lion, and architectural elements. The Latin text "UNIVERSITAS SAN CAROLINIENSIS" is visible around the perimeter of the seal.

TRABAJO DE GRADUACIÓN
EFECTO DEL SAFLUFENACIL COMPARADO CON 2,4-D EN LAS PRINCIPALES
MEZCLAS DE HERBICIDAS UTILIZADAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS Y COMO
ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE HOJA ANCHA; DIAGNÓSTICO Y
SERVICIOS EN LA CORPORACION - PANTALEON S.A.
GUATEMALA, C. A.

PABLO ALFREDO MONTEPEQUE SIERRA

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EFFECTO DEL SAFLUFENACIL COMPARADO CON 2,4-D EN LAS PRINCIPALES
MEZCLAS DE HERBICIDAS UTILIZADAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS Y COMO
ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE HOJA ANCHA; DIAGNÓSTICO Y
SERVICIOS EN LA CORPORACION - PANTALEON S.A, GUATEMALA, C. A.**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SANCARLSO DE GUATEMALA.

POR

PABLO ALFREDO MONTEPEQUE SIERRA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR MAGNÍFICO

DR. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr. Ariel Abderramán Ortíz López
VOCAL II	Ing. Agr. Msc. Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. Msc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	Br. Ana Isabel Fión Ruiz
VOCAL V	Br. Luis Roberto Orellana López
SECRETARIO	Ing. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2012

Guatemala, septiembre del 2012

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado: EFECTO DEL SAFLUFENACIL COMPARADO CON 2,4-D EN LAS PRINCIPALES MEZCLAS DE HERBICIDAS UTILIZADAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS Y COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE HOJA ANCHA; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA CORPORACION PANTALEON S.A, GUATEMALA, C.A. como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistema de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Pablo Alfredo Montepeque Sierra

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por darme la vida y hacer de mí una persona de bien, porque jamás me abandonas y siempre me orientaste en las mejores decisiones, por ponerme todos aquellos obstáculos que me hacen más fuerte. Gracias Diosito por todo lo que me das, por tener una familia tan linda y un montón de amigos.

A MI PADRE

Romeo Montepeque Roldán Padre inteligente, humilde, perseverante, bondadoso y entre otras muchas virtudes que tienes, me ha enseñado a ser una mejor persona, a seguir todas estas virtudes que Dios te brindo. Eres todo un ejemplo a seguir, gracias por todos aquellos sacrificios que haces para que tenga lo mejor del mundo pero es suficiente teniendo un papá como tú, TE AMO. "**La posibilidad de realizar un sueño es lo que hace que la vida sea más interesante**"

A MI MADRE

Telma Eugenia Sierra de Montepeque de igual manera eres un ejemplo a seguir y con diversas virtudes. Gracias por tus consejos que siempre me han servido para seguir adelante en mi vida y por tus palabras de aliento y siempre apoyarme TE AMO.

A MIS HERMANOS

Romeo Antonio, Marissa Eugenia Hermanos que les puedo decir con ustedes he vivido los momentos más difíciles y más alegres, gracias siempre por el apoyo que me han brindado en todo momentos. Ya saben que para adelante, que tenemos mucho camino que recorrer todavía y tienen mi apoyo siempre LOS AMO.

A MI SOBRINA

Marinés hemos convivido muy poco, pero el futuro nos tiene preparado muchas cosas lindas, Te Adoro<3

A MIS ABUELITOS

Alfredo Sierra. (Papito) Gracias por todo lo vivido, las experiencias, todos tus conocimientos en la Agricultura. Que Diosito te bendiga y te proteja hoy siempre.

Thelma Villegas de Sierra. (Mamita) Gracias por todo tu cariño y comprensión en todo momento que Diosito derrame muchas bendiciones en ti.

Pablo Inés Montepeque. Gracias por compartir todas tus experiencias de la vida. Que Dios te bendiga.

María Roldan de Montepeque. (Mama Mery) (Q.E.P.D.)

Gracias por todas aquellas experiencias compartidas aunque Diosito te llamo nos dio la dicha de compartir cosaslinda.

A MIS TIOS Y TIAS

A todos ustedes gracias por su apoyo, que Diosito me los proteja toda la vida. Especialmente a ti **Tía Yoli** por todo aquel apoyo que me brindas en cada segundo de mi vida que Diosito te bendiga y te proteja, **Tío Antulio** gracias por todo lo compartido y tu apoyo que Dios te bendiga.

**A MIS PRIMOS Y
PRIMAS**

Gracias a cada uno por todo lo compartido y el apoyo incondicional que me han brindado se les quiere mucho y que Dios los bendiga

A MI CUÑADO

Gustavo Díaz Por el apoyo incondicional que me brindo en cada momento especial y por los consejos que siempre fueron oportunos.

**A MIS AMIGOS Y
COMPAÑEROS**

En especial a José Alejandro Estrada (chino), Tracy Vela, Claudia Gordillo, Walter Herrera, Christopher Ardón (Mico) e Giovanni portillo (Mcpa), por todo el apoyo, ayuda incondicional que me brindaron en lograr esta meta.

Sostenes leal, David Pineda, Larissa Cabrera, Stephanie Soto, Juan Folgar, Alan Folgar, Karla López, Cristina Son, Luis Centes, Jimmy Pérez, Joaquín Pivaral, Alejandro Tellez, Roberto Zeissig, Cristian Nicolau, Mario Lau, Elder Lau, Rodrigo Morales, Luis López, Manuel López, Otto Gramajo, Gerardo Nochez, Rodrigo Padilla, Gabriel Padilla.

A MIS AMIGAS

Vilma Valenzuela, Gaby Recinos, María José Guerra, Alejandra Sierra, Mónica Catalán, Alejandra Gramajo, Victoria Balcarcel, Lilia Arévalo, Karla Catalán, Paola Recinos, Paola Toc, Cristi González, Mariela García, Maggy García, Karla Muños, Paola Mejilla, Gaby Espinoza, Patricia Aguirre, Lourdes Barillas, a todas gracias por compartir tantas cosas bonitas las quiero mucho.

**A MI PROMOCION
2006**

Gracias por todos aquellos momentos inolvidables que vivimos desde el inicio de nuestra carrera y todos aquellos malos también. Gracias por dejarme ser parte de sus vidas.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A

DIOS,

A MIS PADRES,

MI BELLA GUATEMALA,

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

PANTALEON S.A.

A MIS AMIGOS

AGRADECIMIENTO

A

- Dios*** Por darme la oportunidad de concluir una meta más en mi vida y siempre orientarme en el buen camino.
- Familia*** Por todos aquellos esfuerzos, sacrificios y apoyo que me han brindado en mi ciclo de formación profesional.
- Pantaleón S.A.*** Por darme la oportunidad de realizar mi ejercicio profesional supervisado en tan distinguida Corporación.
- Ing. Agr. Msc. Sergio Velázquez*** Por su asesoría, apoyo en todo momento.
- Ing. Agr. Msc. Manuel Martínez*** Por su apoyo, asesoría profesional en la formación de la investigación.
- Ing. Agr. Álvaro Gustavo Hernández*** Por su asesoría profesional, apoyo en la formación de presente trabajó.
- Ing. Agr. Marco Vinicio Fernández*** Por la supervisión profesional y la orientación en todo momento del presente trabajó.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE FIGURAS	vi
ÍNDICE CUADROS	vii
RESUMEN	ix
CAPÍTULO I.	1
DIAGNÓSTICO REALIZADO EN LOS EQUIPOS DE APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA CORPORACIÓN PANTALEÓN, SIQUINALA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3 MARCO REFERENCIAL	5
1.3.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA	5
1.3.2 SITUACIÓN ECOLÓGICA	5
1.4 OBJETIVOS.....	6
1.4.1 GENERAL.....	6
1.4.2 ESPECÍFICOS.....	6
1.5 METODOLOGÍA	7
1.5.1 FASE DE GABINETE	7
1.5.2 FASE DE CAMPO	7
1.5.3 FASE DE GABINETE FINAL	8
1.6 RESULTADOS.....	8
1.6.1 TANQUE NODRIZA.....	8
1.6.2 APLICACIÓN MECANIZADA (AGUILONES Y SERIE COLUMBIA).....	10
1.6.3 APLICACIÓN MANUAL (BOMBA DE ESPALDA).....	12
1.7 CONCLUSIONES	16
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	17
CAPÍTULO II.	18
2.1. PRESENTACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO.....	21

PÁGINA

2.2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	21
2.2.2. Generalidades sobre la Vegetación Espontánea (malezas)	21
2.2.2.1. Malezas	21
2.2.2.2. Diseminación de las Malezas en el cultivo de Caña de Azúcar.....	22
2.2.2.3. Daños Ocasionados por las Malezas	22
2.2.2.4. Malezas en Caña de Azúcar.....	23
2.2.2.5. Período Crítico de Interferencia de Malezas en Caña de Azúcar	24
2.2.2.6. Asociación de las Malezas con la Caña de Azúcar	25
2.2.2.7. Estrategias Utilizadas para el Manejo de Malezas	25
2.2.2.8. Control de Malezas.....	26
A. Método Manual.....	26
B. Método Mecánico	27
C. Método Químico	27
2.2.3. MARCO REFERENCIAL	28
2.2.3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	28
A. Ecología.....	28
B. Condiciones Climáticas	28
C. Suelos.....	29
2.2.3.2. Principales Malezas.....	30
A. <i>Drymaria cordata</i> (L.).....	30
B. <i>Tripogandra purpurascens</i>	31
C. <i>Mollugo verticillata</i> L.	32
D. <i>Phyllanthus niruri</i> L.	33
E. <i>Trianthema portulacastrum</i> L.	34
2.2.3.3. Principales Mezclas usada a Nivel Comercial en la Industria Azucarera.....	35
A. 2,4-D 72 SL (Ingrediente .Activo: 2,4-D).....	35
B. HEAT 70 WG (I.A. Saflufenacil).....	35
C. KARMEX WG: (I.A. Diuron)	36
D. IGRAN 50 SC: (I.A. Terbutrina)	36
E. VELPAR: (I.A. Hexazinona).....	37

	PÁGINA
F. GESAPAX (I.A. Ametrina)	37
G. PROWL H2O (I.A. Pendimetalina).....	37
H. HARNESS(I. A. Acetoclor).....	37
2.2.3.4. Características de la variedad CP72-2086	40
A. Características morfológicas.....	40
a. Aspecto de planta	40
b. Entrenudo	40
c. Nudo	40
d. Vaina.....	41
e. Lamina foliar	41
f. Aurícula y lígula	41
B. Características agronómicas de la variedad	41
2.3. OBJETIVOS	42
2.3.1. GENERAL	42
2.3.2. ESPECÍFICOS.....	42
2.4. METODOLOGÍA.....	43
2.4.1. Diseño Experimental.....	43
2.4.2. Tratamientos Evaluados.....	43
2.4.2.1. Unidad Experimental	43
A. Pre muestreo.....	44
2.4.2.2. Manejo del Experimento	44
A. Modo de Aplicación.....	44
B. Lecturas de los Efectos de las Mezclas Aplicadas	44
A. Daños al Cultivo por Fitotoxicidad	44
B. Variables Respuestas de la Eficacia del Control de Malezas	45
a. Eficacia	45
b. Cobertura Total de Malezas	46
c. Cobertura por Especie de Maleza	46
d. Días Control.....	46
e. Calibración.....	46

	PÁGINA
f. Aplicación de los tratamientos	47
g. Monitoreo de la Maleza	47
2.4.2.3. Manejo del Suelo	48
A. Preparación del terreno	48
a. Volteo	48
b. Surqueo	48
c. Selección de la variedad a sembrar.....	48
d. Siembra	48
e. Tapado de semilla	48
2.5. RESULTADOS	49
2.5.1. Evaluación a los 7 días después de la aplicación.....	49
2.5.2. Evaluación a los 15 días después de la aplicación.....	52
2.5.3. Evaluación a los 30 días después de la aplicación.....	54
2.5.4. Evaluación a los 45 días después de la aplicación.....	56
2.5.5. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS	59
2.5.6. Fitotoxicidad en el Cultivo de Caña de Azúcar	61
2.6. CONCLUSIONES	63
2.7. RECOMENDACIONES.....	64
2.8. BIBLIOGRAFÍA.....	65
CAPÍTULO III	68
INFORME DE SERVICIOS PRESTADOS EN LA CORPORACIÓN PANTALEÓN, SIQUINALA, ESCUINTLA	68
3.1. PRESENTACIÓN.....	69
3.2. ÁREA DE INFLUENCIA.....	70
3.3. OBJETIVO GENERAL	70
3.4. SERVICIOS PRESTADOS	70
3.4.1. ÍNDICE DE MUESTREO DE DESARROLLO (IDD) A LOS 5 MESES DE EDAD EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	70
3.4.1.1.DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	70
3.4.1.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	71

	PÁGINA
3.4.1.3.METODOLOGÍA.....	71
3.4.1.4.RESULTADOS	72
3.4.2.ACCIONES PARA LA CORRECCIÓN DEL IDD (ÍNDICE DE DESARROLLO) EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR	75
3.4.2.1.DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	75
3.4.2.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS	76
3.4.2.3.METODOLOGÍA.....	76
3.4.2.4.RESULTADOS	76
3.4.3.ANÁLISIS DEL EFECTO DE ETEPHON COMO UN INHIBIDOR DE LA FLORACIÓN EN LA CAÑA DE AZÚCAR USANDO TRES DOSIS DE DOS PRODUCTOS COMERCIALES (ETHERL Y PREP).....	88
3.4.3.1DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	88
3.4.3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	88
3.4.3.3.METODOLOGÍA.....	89
A. Diseño Experimental.....	89
B. Ubicación	89
C. Determinación de los tratamientos.....	89
D. Variables de respuesta	90
E. Manejo del Experimento	90
F. Proceso de aplicación.....	91
G. Proceso de Toma de muestras	93
H. Anotación de datos	96
I. Recepción de datos	96
J. Ordenamiento y Tabulación de datos	96
3.4.3.4.RESULTADOS	96
3.4.3.5.Conclusión.....	100
3.4.3.6.Recomendación	101
3.4.3.7.BIBLIOGRAFÍA	102

ÍNDICE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Rendimiento en tonelada por hectárea de caña en las fincas Bálsamo y Churubusco.	72
Figura 2. Peso del tallo de caña en fincas Bálsamo y Churubusco.....	73
Figura 3. Altura de caña de azúcar en fincas: Bálsamo y Churubusco	74
Figura 4. Longitud en metros de tallos de caña de azúcar en finca El Bálsamo.	77
Figura 5. Variación del diámetro en centímetros del tallo de la caña de azúcar en finca El Bálsamo.....	78
Figura 6. Peso del tallo de caña a los 8, 9 y 10 meses en finca El Bálsamo.....	79
Figura 7. Tallos por metro lineal obtenidos en el IDD en finca El Bálsamo a los 8, 9 y 10 meses de edad del cultivo.	80
Figura 8. Tallos por metro lineal obtenidos en el IDD en finca Churubusco a los 8, 9 y 10 meses de edad del cultivo.	81
Figura 9. Variación del diámetro en centímetros del tallo de la caña de azúcar en finca Churubusco.	82
Figura 10. Peso del tallo de caña a los 8, 9 y 10 meses en finca Churubusco.	83
Figura 11. Tallos por metro lineal obtenidos en el IDD en finca Churubusco a los 8, 9 y 10 meses de edad del cultivo.	84
Figura 12. Croquis de campo de la finca El Bálsamo.....	86
Figura 13. Croquis de campo de la finca: Churubusco.	87
Figura 14. Comportamiento de floración a los 90 días después de la aplicación.	97
Figura 15. Comportamiento de floración a los 100 días después de la aplicación.....	98
Figura 16. Comportamiento de floración a los 110 días después de la aplicación.....	99
Figura 17. Comportamiento de floración a los 120 días después de la aplicación.....	100
Figura 18. Resultado de la floración a los 90, 100, 110 y 120 días después de la aplicación.	101

ÍNDICE CUADROS

CUADRO No.	PÁGINA
Cuadro 1. Número de tanques nodrizas asignados a la región centro de la Corporación Pantaleón S.A.....	9
Cuadro 2. Número de tanques nodrizas asignados a la región este de la Corporación Pantaleón S.A.....	9
Cuadro 3. Número de tanques nodrizas asignados a la región oeste de la Corporación Pantaleón S.A.....	9
Cuadro 4. Distribución del equipo de aplicación mecanizado a la región Centro de la Corporación Pantaleón S.A.	11
Cuadro 5. Distribución del equipo de aplicación mecanizado a la región Este de la Corporación Pantaleón S.A.	11
Cuadro 6. Distribución del equipo de aplicación mecanizado a la región Oeste de la Corporación Pantaleón S.A.	11
Cuadro 7. Distribución del equipo de aplicación manual a la región Central de la Corporación Pantaleón S.A., año 2011.	12
Cuadro 8. Distribución del equipo de aplicación manual a la región Este de la Corporación Pantaleón S.A., año 2011.	13
Cuadro 9. Distribución del equipo de aplicación manual a la región Oeste de la Corporación Pantaleón S.A., año 2011.	13
Cuadro 10. Estado actual del equipo de aplicación manual para el año 2011, Corporación Pantaleón S.A.	14
Cuadro 11. Estado actual del equipo de aplicación manual para el año 2011, región Centro, Corporación Pantaleón S.A.	14
Cuadro 12. Estado actual del equipo de aplicación manual para el año 2011, región Este, Corporación Pantaleón S.A.	14
Cuadro 13. Estado actual del equipo de aplicación manual para el año 2011, región Oeste, Corporación Pantaleón S.A.....	15
Cuadro 14. Problemas de accesorios presentes en la inspección a equipos manuales de aplicación para el año 2011, Corporación Pantaleón S.A.	15
Cuadro 15 Características del producto Saflufenacil.....	38
Cuadro 16. Ingredientes activos, formulación y dosis de los productos evaluados.....	39
Cuadro 17 Principales Mezclas usadas a nivel comercial en caña de azúcar.	39
Cuadro 18 Mezclas de los herbicidas evaluadas en presente ensayo.	43
Cuadro 19. Escala de puntuación propuesta por la EWRS para evaluar fitotoxicidad.	45
Cuadro 20. Porcentaje de eficacia de control para las malezas evaluadas	46
Cuadro 21. Nomenclatura de malezas.	49
Cuadro 22 Desempeño de los productos químico con bases Amina y Saflufenacil en el control de malezas en hoja ancha a los 7 días después de la Aplicación.	50

PÁGINA

Cuadro 23 Desempeño de los productos químico con bases Amina y Saflufenacil en el control de malezas en hoja ancha a los 15 días después de la Aplicación.	52
Cuadro 24 Desempeño de los productos químico con bases Amina y Saflufenacil en el control de malezas en hoja ancha a los 30 días después de la Aplicación.	54
Cuadro 25 Desempeño de los productos químico con bases Amina y Saflufenacil en el control de malezas en hoja ancha a los 45 días después de la Aplicación.	56
Cuadro 26 Porcentaje de cada especie de malezas presente en cada tratamiento a los 7,15, 30 y 45 días después de la aplicación.	58
Cuadro 27 Análisis de varianza control de malezas de hoja ancha a los 30 dda.	59
Cuadro 28 Prueba de medias de porcentaje de control de malezas en los tratamientos utilizando.	60
Cuadro 29. Evaluación de la fitotoxicidad a los 30 días después de la aplicación.	62
Cuadro 30 Enmiendas para la corrección en el desarrollo de la caña de azúcar a los 5 meses de edad.	75
Cuadro 31. Análisis de varianza de altura diámetro y peso de la caña de azúcar en Fnca Bálsamo y finca Churubusco.	84
Cuadro 32. Tratamientos evaluados en este ensayo.	89

EFFECTO DEL SAFLUFENACIL COMPARADO CON 2,4-D EN LAS PRINCIPALES MEZCLAS DE HERBICIDAS UTILIZADAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS Y COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE HOJA ANCHA; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA CORPORACION PANTALEON S.A, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

Pantaleón es una organización agroindustrial dedicada al cultivo y procesamiento de caña de azúcar para la producción de azúcar, mieles, alcoholes y energía eléctrica. Su propósito es promover el desarrollo, transformando los recursos responsablemente.

En base a lo anterior, durante el período de agosto de 2010 a mayo de 2011 (10 meses) se desarrollo el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en esta empresa, en donde se elaboró un diagnóstico cuya finalidad fue definir el estado actual de los equipos utilizados para la aplicación de herbicidas (mecanizada y bombas manuales) en tres regiones (centro, oeste y este). Se inspeccionaron un total de 17 equipos de aplicación mecanizada (aguilones), dando como resultado un funcionamiento óptimo general. También se inspeccionaron un total de 283 bombas manuales, en las cuales se observaron desperfectos en 8 y 5 en reparación (taller) al momento de esta inspección; los accesorios que presenta el daño más recurrente fueron la pistola de lanza y el porta boquillas.

En lo que respecta a la investigación, se realizó una comparación del efecto de los herbicidas Saflufenacil y el 2,4-D en las siguientes mezclas: hexazinona/diuron, terbutrina/ame-trina, ametrina/diuron, prowl H₂O/ame-trina y harness/ame-trina; utilizadas para el control de malezas de hoja ancha en el cultivo de la caña de azúcar, dentro de la propiedad (Finca San Bonifacio) de la Corporación Pantaleón S.A.

Se utilizó el modelo estadístico bloques al azar con once (11) tratamientos y cuatro (4) repeticiones, en donde cada unidad experimental fue de 120 m² (total 8,256 m²).

Entre las variables que se evaluaron está el porcentaje de control por maleza, el cual, se realizó utilizando el método cualitativo de la “evaluación visual”, Durante toda la evaluación

se presentaron cinco malezas predominantes, siendo estas; *Drymaria cordata*, *Tripograndia disgrega*, *Mollugo verticillata*, *Phyllanthus niruri* y *Trianthema portulacastrum*. Existe evidencia estadística que indica que los tratamientos en base a 2,4-D comparados con los tratamientos en base a saflufenacil muestran diferencia significativa en el control de malezas de hoja ancha, como lo indica p- valor = 0.0001 con un 95% de confianza.

Al haber obtenido diferencias significativas en el control mostrado por los tratamientos, se procedió a realizar una prueba de comparación de medias por el criterio de Duncan, para determinar qué tratamientos son similares y así poderlos agrupar e identificar su comportamiento.

De los productos evaluados al menos uno (tratamiento 1) cuyo ingrediente activo base es el saflufenacil no posee diferencia estadística significativa con los que están en base a 2,4-D (grupo A en prueba de Duncan) por lo que podemos concluir que saflufenacil con una dosis de 0.035 kg, es una alternativa para el control de malezas de hoja ancha en caña de azúcar.

Para los 11 tratamientos evaluados dos presentaron síntomas de fitotoxicidad ambos presentan un porcentaje de 1-3.5 % de modificación del color de la hoja, el cual indica que es un síntoma muy ligero según cuadro de European Weeds Research Society. Los tratamientos que causaron síntomas de fitotoxicidad fueron: Heat 70 WG (0.075 kg/ha) + Acetocloro 90 EC (2.0 l/ ha) + Ametrina 50 SC (1.8 l/ ha) y 2,4-D 72 SL (1.5 l/ ha) + Acetocloro 90 EC (2.0 l/ ha) + Ametrina 50 SC (1.8 l/ ha).

En la actualidad el uso de 2,4-D está siendo restringido y en el futuro será prohibido por aspectos ambientales, por lo que se recomienda el tratamiento 1 (Heat 70 WG (0.035 kg/ha) + Hexazinona 75 WG (0.45 kg/ha) + Diuron 80 WG (1.22 kg/ha) como una alternativa para el control de maleza de hoja ancha en el cultivo de caña de azúcar.

También como parte del Ejercicio Profesional Supervisado, la Corporación Pantaleón S.A., asigno los siguientes servicios para ser realizados:

- Índice de muestreo de desarrollo a los cinco meses de edad de la caña de azúcar mediante la determinación de características fenológicas vegetales (altura, diámetro de tallo y peso).
- Acciones para la corrección del IDD (Índice De Desarrollo) en el cultivo de caña de azúcar, con los resultados del servicio anterior se procedió a aplicar seis acciones correctivas que van desde la resiembra hasta la aplicación de más nutrientes.
- Análisis del efecto Ethephon como inhibidor de la floración en la caña de azúcar, se realizaron siete tratamientos con distintas dosificaciones para validar la dosis propuesta por la casa comercial (1.5 l/ha); dando como resultado una reducción de floración en un 88.8%, mientras que en las dosificaciones propuestas en el servicio existe un tratamiento (3) que ofrece mejor rendimiento con un 92.7% de efectividad en la inhibición de la floración. Lo anterior hace que se mejoren los costos de inversión de producto por hectárea (1 l/ha).

CAPÍTULO I

***DIAGNÓSTICO REALIZADO EN LOS EQUIPOS DE APLICACIÓN DE
HERBICIDAS EN LA CORPORACIÓN PANTALEÓN, SIQUINALA,
ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.***

1.1 PRESENTACIÓN

La Corporación Pantaleón posee una extensión de 58,000 ha, las cuales para su administración están conformadas por tres regiones: Este, Central y Oeste; divididas de esta manera para poder tener un mayor control de las actividades agrícolas. Cada una de las regiones está desglosada por zonas de producción y éstas desarrollan diversas prácticas agrícolas tal como la fertilización, control de plagas, control de malezas, entre otras.

De las prácticas agrícolas, el control de malezas es realizado mediante la aplicación de herbicidas de dos formas: mecanizada con aguilones y bombas manuales de presión constante. Esto conlleva a que este equipo y maquinaria este en perfectas condiciones de funcionamiento por lo que fue necesario realizar su diagnóstico. Para ello se realizó una reunión con los jefes de región y jefes de zona, para poder establecer un formato de lista de chequeo y así identificar las problemáticas recurrentes de los accesorios o equipos con el objeto de ser analizados.

En términos generales este equipo se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento, ya que de 17 equipos mecanizados (aguilones), todos estuvieron en buen estado. Mientras que los equipos manuales (bombas) de 283 que fueron inspeccionados ocho mostraron desperfectos, siendo el daño más recurrente en la pistola de lanza y porta boquillas. También se encontraron 5 equipos en taller por reparaciones varias y mantenimiento preventivo.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El 2,4-D es usado en la mayoría de mezclas de herbicidas para el control de malezas en caña de azúcar, sin embargo su uso está siendo restringido y aun se prevé que se restringirá en los próximos años a causa de emisiones de normas de seguridad alimentaria, por lo que es importante encontrar alternativas de otros productos que cumplan con la eficacia del mencionado agroquímico.

Para los productores de caña de azúcar del país la inversión en el control de malezas representa entre el 35-40% de los costos del cultivo, por lo que es importante disponer de otro producto que cumpla con las regulaciones ambientales y que mantenga su eficiencia en el control de malezas dicotiledóneas.

Las distintas mezclas que se han evaluado para el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar han representado años de investigación y adopción, es por esto que el 2,4-D es utilizado en un 90% en mezclas o bien sólo, por lo que el problema puede solucionarse al usar estas mismas mezclas cambiando únicamente el componente con ingrediente activo amina. El efecto que ocasiona este producto es el desplazamiento de los vapores los cuales puede causar contaminación del aire, así mismo la producción de 2,4-D puede dar como resultado la emisión al aire de diclorofenol, ácido cloro acético y amoníaco. (Martínez, 2008)

Los residuos de 2,4-D se disipan rápidamente en aguas en movimiento, pero los residuos pueden detectarse hasta seis meses más tarde en aguas tranquilas. La vida media del 2,4-D en el agua varía entre 10 a 50 días. Los ésteres de 2,4-D se degradan con mayor rapidez en condiciones básicas y pueden persistir por más tiempo en aguas pobres en nutrientes. La mayoría de las formulaciones de 2,4-D tienen el potencial de filtrarse hacia la columna del suelo y de alejarse del lugar de la aplicación a través del flujo de las aguas superficiales o sub-superficiales. (Bejarano, 2007)

El herbicida es absorbido a través de las hojas, tallos y raíces, su descomposición en las plantas se produce por diversas vías biológicas y químicas. Los residuos del 2,4-D en las plantas permanecen intactos en el follaje hasta que se pierden en forma de desperdicios y se degradan en los suelos. Se ha observado que las frutas de los árboles tratados retienen residuos de 2,4-D hasta por siete semanas. (Martínes & Pineda, 2000)

El rango de control químico de malezas en el cultivo de caña de azúcar es de 40 a 60 días, este periodo de efectividad de los herbicidas depende de los componentes de la mezcla a usar; al disponer de un sustituto del 2,4-D con características similares que permitirá tener una eficiencia en días control y que no tenga efectos negativos para el ambiente.

El uso de nuevos productos en las mezclas de herbicidas, pueden en algún momento afectar el desarrollo del cultivo por la toxicidad que puede originarse cuando los productos no han sido evaluados previamente o bien sobre dosis del producto, por lo que es necesario conocer la respuesta fitotóxica en las plantas, para no afectar la productividad.

1.3 MARCO REFERENCIAL

1.3.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

La agroindustria azucarera Pantaleón se encuentra ubicada en el kilómetro 86.5 de la carretera al Pacífico, en el municipio de Siquinalá, Escuintla. Las oficinas se localizan en la misma finca. Ubicándose a 14° 19" Latitud Norte y 90° 59" Longitud Oeste, a una elevación de 420 metros sobre el nivel del mar. En cuanto a extensión territorial, cuenta aproximadamente con 58,000 has ubicado dentro de las administraciones que le corresponde la Corporación Pantaleón Concepción. Delimitados en cuatro estratos altitudinales.

Estrato alto mayor de 251 msnm

Estrato medio de 91 a 250 msnm

Estrato bajo de 91 a 40 msnm

Estrato litoral menor de 40 msnm

1.3.2 SITUACIÓN ECOLÓGICA

La finca Pantaleón está comprendida dentro de dos zonas ecológicas bien definidas:

La Zona Tropical Húmeda caracterizada por una precipitación que varía entre 2,000 mm y 4,000 mm y con una biotemperatura < 25°C. La Zona Tropical Per húmeda caracterizada por una precipitación pluvial superior a los 4,000 mm y una biotemperatura < 25°C. El clima es referido a los siguientes aspectos: cálido con temperatura promedio de 24.8 °C y su precipitación pluvial de 4,000 mm/año distribuidos de mayo a octubre siendo junio y septiembre los meses más lluviosos.

La humedad relativa es del 70.30% y la evaporación a la intemperie de 4.16 mm/día.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERAL

Definir el estado actual del equipo agrícola utilizado en aplicaciones de herbicidas en las 3 regiones de la Corporación Pantaleón localizada en la costa sur de Guatemala.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- 1.3.2.1. Realizar un diagnóstico del equipo agrícola utilizado en aplicación de herbicidas para cada una de las 3 regiones.
- 1.3.2.2. Establecer las problemática más frecuentes en los equipos agrícolas utilizados en la aplicación de herbicidas paracada una de las 3 regiones.

1.5 METODOLOGÍA

1.5.1 FASE DE GABINETE

- 1.4.1.1. Se delimitó el área de las 3 regiones que constituyen la producción de la agroindustria Pantaleón y para esto se utilizó el Sistemas de Información Geográficas (SIG).
- 1.4.1.2. Se realizó una revisión de literatura o fuentes secundarias de información (equipo utilizado en la aplicación de herbicidas y manuales de uso).
- 1.4.1.3. Se realizó una lista de chequeo de campo para verificar los equipos de aplicación de herbicidas.
- 1.4.1.4. Se visitó cada región (Centro, Este y Oeste) que constituyen a la agroindustria Pantaleón para determinar el estado de los equipos.

1.5.2 FASE DE CAMPO

Las visitas a cada región se realizaron en el siguiente orden: Región Central, Región Este y Región Oeste, los pasos que se efectuaron fueron:

- 1.4.2.1. En el casco de la finca fue visitada el área en donde se encuentran los equipos y se estableció una reunión con el encargado del equipo.
- 1.4.2.2. Se hizo un inventario del equipo utilizado en la aplicación de herbicidas en funcionamiento y los que están almacenados. Los equipos poseen una OT (orden de trabajo) la cual es una identificación para los equipos de la agroindustria Pantaleón.
- 1.4.2.3. Luego se formó el inventario respectivo, se ejecutó la lista de chequeo y verificación. Esta lista contempló la identificación de desperfectos más frecuentes del equipo.

1.5.3 FASE DE GABINETE FINAL.

La información colectada en campo se procesó por región (Central, Oeste y Este), de la siguiente manera:

1.5.3.1 Clasificación, análisis y tabulación de la información primaria.

1.5.3.2 Elaboración de informe de diagnóstico.

1.6 RESULTADOS

1.6.1 TANQUE NODRIZA

El tanque nodriza es el contenedor más adecuado y económico para transportar agua, para realizar las mezclas de herbicida, del centro de distribución al lugar de aplicación de herbicidas. Es de fácil adaptación al tractor, camión o remolque ya que posee características que lo hacen ideal para el transporte de agua en el momento de realizar alguna aplicación de herbicidas, es de fácil instalación, limpieza manual, mayor duración y no fácilmente se corroe, entre otras cosas.

El tanque nodriza es un equipo esencial en la agroindustria azucarera Pantaleón, en las actividades de aplicaciones de herbicidas, están diseñados para el transporte de sustancias; cuenta con un sistema de rompeolas y mantiene la estabilidad del vehículo al momento de transportar cualquier líquido o sustancia, actualmente se cuenta con capacidades desde 1,000 hasta 5,000 litros.

Algunos beneficios del tanque Nodriza: almacenan agua, pigmentos, pulpas, licores y más de 300 sustancias químicas como ácidos, cloruros y fosfatos, pero el uso que se le da en las diferentes regiones; es el transporte de agua para las aplicaciones de herbicidas. Algunas otras características que se pueden mencionar es que la descarga puede ser total o controlada, no se oxida, ni corroe, no requieren de mantenimiento, fáciles de reparar entre otras cosas.

Cuadro 1. Número de tanques nodrizas asignados a la región centro de la Corporación Pantaleón S.A.

Región	Finca	Área (ha)	Tanques Nodrizas
Centro	Pantaleón	2,030.22	1
	Bonampak	466.13	2
	La Florida	360.37	2
	Limonos	635.30	3
	Bálsamo	1,448.92	1
	Playa Grande	925.87	3
	San Bonifacio	2,180.39	2
Total			14

Cuadro2. Número de tanques nodrizas asignados a la región este de la Corporación Pantaleón S.A.

Región	Finca	Área (ha)	Tanques Nodrizas
Este	California	1,322.26	3
Total			3

Cuadro3. Número de tanques nodrizas asignados a la región oeste de la Corporación Pantaleón S.A.

Región	Finca	Área (ha)	Tanques Nodrizas
Oeste	Baúl	205.74	4
	Mojarras	494.79	2
	Puyumate	345.30	2
Total			8

1.6.2 APLICACIÓN MECANIZADA (AGUILONES Y SERIE COLUMBIA)

Se debe de interpretar como aguilonos a las unidades que portan un equipo de aspersión con boquillas, la estructura debe de ser fuertes y de altura graduable para obtener la cobertura deseada, adaptándolos a los cultivos y a las malezas; sin embargo, con frecuencia la altura es dada por el hidráulico del tractor. Es importante que el aguilon esté paralelo a la superficie del suelo, para lograr una aspersión uniforme, además debe graduarse con la altura adecuada puesto que si es demasiada la aspersión será más susceptible a ir por laderiva a causa del viento.

El aguilon esta seccionado en tres partes una central y dos laterales, las secciones laterales se pueden doblar cuando no está en operación o bien si se presentan obstáculos en la aplicación. Los equipos de aspersión para ambos tipos colocados sobre el tractor o arrastrados por el mismo. Los componentes para ambos tipos son los mismos: tanque, sistema de agitación, conductos o mangueras, bomba, manómetro, regulador de presión, lave de paso, aguilon, boquillas y filtros.

Posición del aguilon y sus boquillas

Todas las boquillas deben estar a la misma distancia una de otra, con ángulo de aspersión y estar con la misma dirección respecto al aguilon, aproximadamente con un ángulo de 10° respecto de éste. No deben de existir fugas de agua, ni chocar entre sí la aspersión de las boquillas, tampoco deben impactarse las gotas con las piezas del mismo equipo. El aguilon debe quedar horizontal a la superficie del terreno, para ello las boquillas deberán de estar a la misma altura sobre el suelo. A continuación se presenta un inventario de los equipos (Aguilon y Serie Columbia) en sus respectivas fincas.

Cuadro4. Distribución del equipo de aplicación mecanizado a la región Centro de la Corporación Pantaleón S.A.

Finca	Equipo	No
Bálsamo	Aguilón	1
Pantaleón	Aguilón	1
La Florida	Aguilón	1
Limonos	Aguilón	1
	Columbia	1
Playa Grande	Aguilón	1
	Columbia	2
San Bonifacio	Aguilón	1
	Columbia	1
Total		10

Cuadro5. Distribución del equipo de aplicación mecanizado a la región Este de la Corporación Pantaleón S.A.

Finca	Equipo	No
California	Aguilón	3
Total		3

Cuadro6. Distribución del equipo de aplicación mecanizado a la región Oeste de la Corporación Pantaleón S.A.

Finca	Equipo	No
Baúl	Aguilón	2
Puyumate	Aguilón	1
	Columbia	1
Total		4

1.6.3 APLICACIÓN MANUAL (BOMBA DE ESPALDA)

Esta es una de las aplicaciones más utilizadas desde finales del siglo pasado. Siendo la más común la bomba manual de espalda. Este pulverizador¹ está compuesto por un tanque diseñado para que se mantenga en forma vertical sobre el suelo y que al ser cargado por el aplicados se acomode a su espalda. Consta de las siguientes partes: tapa de tanque, filtro del tanque, tanque, cámara de presión, pistón o diafragma, lanza, chasis, palanca, correas, filtro, llaves de paso, boquilla y agitador.

Existen equipos en que la cámara de presión es interna y otros con la cámara externa, por lo general los que tienen la cámara de presión interna traen agitador.

Debido a que estos equipos por lo general vienen con boquilla ajustable, se recomienda cambiarlas por boquillas de disco y nebulizador si se utilizan en la aplicación de fungicidas e insecticidas, o por una boquilla de abanico si se empleara en la aplicación de herbicidas; la numeración de las boquillas nebulizadores a usar, depende de la incidencia de la plaga, de la cobertura deseada, del volumen de caldo a aplicar por hectárea y del modo de acción del plaguicida y sobre el tamaño de las gotas que deseamos.

Cuadro7. Distribución del equipo de aplicación manual a la región Central de la Corporación Pantaleón S.A., año 2011.

Finca	Equipo de Aplicación	No	Área (ha)	Fecha de adquisición del Equipo
Bálsamo	Bomba de espalda	14	1,448.92	4/09/2000
Pantaleón	Bomba de espalda	16	2,030.22	4/09/2000
Bonampak	Bomba de espalda	18	466.13	4/09/2000
La Florida	Bomba de espalda	31	360.37	4/09/2000

¹ Son todos aquellos equipos en que un líquido es sometido a una presión dentro de una cámara, con la finalidad de ser aplicado en pequeñas gotas.

Finca	Equipo de Aplicación	No	Área (ha)	Fecha de adquisición del Equipo
Limonos	Bomba de espalda	17	235.30	4/09/2000
	Bomba de espalda	17	400.00	4/09/2000
Playa Grande	Bomba de espalda	18	575.87	4/09/2000
	Bomba de espalda	18	450.00	4/09/2000
Total		149	5,966.81	

Cuadro8. Distribución del equipo de aplicación manual a la región Este de la Corporación Pantaleón S.A., año 2011.

Finca	Equipo de Aplicación	No	Área (ha)	Fecha de adquisición del Equipo
California	Bomba de espalda	16	450.00	4/09/2000
	Bomba de espalda	16	472.26	4/09/2000
	Bomba de espalda	13	400.00	4/09/2000
Total		45	1,322.26	

Cuadro9. Distribución del equipo de aplicación manual a la región Oeste de la Corporación Pantaleón S.A., año 2011.

Finca	Equipo de Aplicación	No	Área (ha)	Fecha de adquisición del Equipo
Baúl	Bomba de espalda	13	68.30	4/09/2000
	Bomba de espalda	15	69.00	4/09/2000
	Bomba de espalda	15	68.44	4/09/2000
Mojarras	Bomba de espalda	15	494.79	4/09/2000
Puyumate	Bomba de espalda	31	345.30	4/09/2000
Total		89	1,045.83	

Cuadro10. Estado actual del equipo de aplicación manual para el año 2011, Corporación Pantaleón S.A.

Estado del Equipo	Porcentaje (%)	No
En buen estado	95	270
mal funcionamiento	3	8
Taller	2	5
Total	100	283

Cuadro11. Estado actual del equipo de aplicación manual para el año 2011, región Centro, Corporación Pantaleón S.A.

Región	Finca	Estado del Equipo			
		Bueno	Malo	Reparación	Total
Centro	Bonampak	17	1		18
	Bálsamo	13	1		14
	Pantaleón	16			16
	La Florida	31			31
	Limonos	30	2	2	34
	Playa Grande	36			36
Total		143	4	2	149

Cuadro12. Estado actual del equipo de aplicación manual para el año 2011, región Este, Corporación Pantaleón S.A.

Región	Finca	Estado del Equipo			
		Bueno	Malo	Reparación	Total
Este	California	41	1	3	45
Total		41	1	3	45

Cuadro13. Estado actual del equipo de aplicación manual para el año 2011, región Oeste, Corporación Pantaleón S.A.

<i>Región</i>	<i>Finca</i>	<i>Estado del Equipo</i>			
		<i>Bueno</i>	<i>Malo</i>	<i>Reparación</i>	<i>Total</i>
Oeste	Baúl	43			43
	Mojarras	15			15
	Puyumate	28	3		31
Total		86	3	0	89

Cuadro14. Problemas de accesorios presentes en la inspección a equipos manuales de aplicación para el año 2011, Corporación Pantaleón S.A.

<i>Accesorios Dañados</i>	<i>No. Accesorios</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Pistola de lanza	4	16.7
Porta boquillas	4	16.7
Manguera de lanza	3	12.5
Resorte de válvula de llenado	3	12.5
Bases de la bomba	3	12.5
Soldadura de base	2	8.3
Fitin de acople	2	8.3
Manómetro	1	4.2
Fuga en la llave	1	4.2
Grieta en el depósito	1	4.2
Total	24	100.0

1.7 CONCLUSIONES

- 1.6.1. Se determinó que los equipos aplicación de herbicida en forma mecanizado (aguilones) utilizados en las 3 regiones de la agroindustria Pantaleón localizada en la costa sur de Guatemala se encuentran en óptimas condiciones para dar inicio al siguiente ciclo de cultivo zafra 2011-2012.
- 1.6.2. La cantidad de equipos disponibles para el control de malezas en forma mecanizado es de 17 aguilones.
- 1.6.3. Se determinó que de las 283 bombas de aspersion de fumigación que dispone la empresa para las 3 regiones de producción, 13 se encuentran en mal estado (8 en las zonas de producción y 5 en el taller) esto significa que se tiene un 95% de disponibilidad del equipo
- 1.6.4. De los equipos evaluados para el control de malezas en forma química se determino que las bombas de aspersion son las que presentan con más frecuencia problemas en la operación.
- 1.6.5. En las bombas de mochila los accesorios que presentan mayores desperfectos son la pistola de lanza y el porta boquillas, con un 16.7 % cada uno, a nivel de las tres regiones.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Armando. 2000. Manual de equipos agrícola utilizado en aplicación de herbicidas aspersión o Manual de bombas de fumigar (en línea). Costa Rica, Farmagro. 35 p. Consultado 20 ago 2011. Disponible en <http://www.farmagro.co.cr/maquinaria/agroboss/ManualFA900.pdf>
2. Plagasydesinfeccion.com. 2011. Equipos para fumigación y técnicas efectivas (en línea). s.l. Consultado 20 ago 2012. Disponible en <http://www.plagasydesinfeccion.com/equipos-aplicadores-fumigacion/maquinas-de-fumigacion.html>
3. Swissmex.com. 2010. Aspersora gaviota con hidráulico independiente 15 mts. 905.347 modelo(s): 905.347 (en línea). México. Consultado 15 mar 2011. Disponible en [http://www.swissmex.com/SwissMexCMS/Productos-\(1\)/Productos-Nacionales/Maquinaria-Para-Tractor/Aspersoras-de-Aguilones/Motorizadas.aspx](http://www.swissmex.com/SwissMexCMS/Productos-(1)/Productos-Nacionales/Maquinaria-Para-Tractor/Aspersoras-de-Aguilones/Motorizadas.aspx)
4. Swissmex.com. 2011. Aspersoras eléctricas y de combustión (en línea). US. Consultado 20 ago 2011. Disponible en <http://www.arisa.com.mx/swissmex.html>
5. TeeJet.com. 2011. Productos para aspersión (en línea). US. Consultado 20 ago 2011. Disponible en <http://www.teejet.com/spanish/home/products/spray-products.aspx>

CAPÍTULO II.

***EFECTO DEL SAFLUFENACIL COMPARADO CON 2,4-D EN LAS
PRINCIPALES MEZCLAS DE HERBICIDAS UTILIZADAS PARA EL
CONTROL DE MALEZAS Y COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE
HOJA ANCHA***

2.1. PRESENTACIÓN

En los programas de control químico de malezas en caña de azúcar, normalmente las mezclas de herbicidas incluyen el 2,4-dinitrofenilhidrazina, por lo que se justificó realizar la presente investigación con el interés de contar con una alternativa de uso de herbicidas similares o con mejor acción al 2,4-D, además de encontrar otro producto de menor residualidad y así evitar problemas de certificación. En relación a lo anterior indicado se realizó el ensayo en Finca San Bonifacio en noviembre de 2010, donde se evaluó la eficiencia en el control de malezas de hoja ancha de los productos 2,4-D y Saflufenacil para lo cual se utilizó el diseño de bloques al azar con 11 tratamientos, 4 repeticiones. Para evitar el efecto de deriva de estos productos se dejaron 2 surcos, los cuales constan de 3 m en dirección Norte-Sur y 2 m en dirección Este-Oeste. Cada unidad experimental fue de 120 m², el área total de experimento fue de 8,256 m².

El herbicida 2,4-D ha sido de amplio uso para el control de malezas dicotiledóneas por presentar alta selectividad en el cultivo de caña de azúcar, pero su uso es restringido por la volatilidad mostrada en las formulaciones. Los daños a cultivos susceptibles por productos hormonales. Se ha documentado y claramente demostrado con el correr de los años que estos productos han sido utilizados eficientemente para el control de malezas en áreas pequeñas como en extensivas, donde se cultivan plantas monocotiledóneas tales como maíz, sorgo, caña de azúcar y pastizales.

En el cultivo de caña de azúcar donde el 2,4-D es el principal componente para aplicarse en mezcla o solo, para el control de malezas dicotiledóneas especialmente bejucos (*Ipomoea spp.*), toda clase de Verdolagas y Flores Amarillas, existe la problemática de aplicar estos productos en lotes cercanos a parcelamientos o áreas donde se siembran cultivos dicotiledóneos altamente susceptibles a el 2,4-D como tomate, papaya, ajonjolí y otros por el daño que puede causar a los estos cultivos. (Martínez, 2008)

Por ello, es importante contar con productos alternativos que permita hacer controles eficientes de malezas dicotiledóneas (*Ipomoea spp.*, *Melampodium divaricatum*, *Trianthema portulacastrum*, entre otras), cuando se encuentren compitiendo con cultivos monocotiledóneos y aun cuando se encuentren en cultivos dicotiledóneos como café, banano, cítricos y otros, que permitan hacer aplicaciones dirigidas a las malezas, pero que la volatilización del ingrediente activo sea nula.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.2.2. Generalidades sobre la Vegetación Espontánea (malezas)

2.2.2.1. Malezas

Martínez& Pineda, 2000: 18, consideran que una maleza puede ser definida desde diferentes puntos de vista. El criterio agronómico define la maleza como una planta no deseable, que crece compitiendo con el cultivo. De acuerdo con la ecología, el concepto de maleza no existe y la botánica define a las malezas como plantas a las que no se les ha encontrado utilidad alguna para el hombre. Puede decirse que las malezas corresponden a las especies vegetales que aparecen entre los surcos del cultivo como vegetación espontánea. La vegetación espontánea o malezas, son especies vegetales que se desarrollan en un lugar no deseado por el hombre. Desde el punto de vista agronómico, son aquellas plantas que interfieren en el desarrollo normal del cultivo debido a que compiten fundamentalmente por luz, agua y nutrientes, incidiendo de forma adversa en el rendimiento por unidad de área. Dicha competencia se pone de manifiesto cuando el crecimiento del cultivo resulta afectado, si se compara con una condición en la que el cultivo no tiene competencia. Una de las características principales de éstas especies es la germinación escalonada, por lo que es común encontrar diferentes estados fenológicos de una misma especie al mismo tiempo, lo cual dificulta su manejo y facilita la dispersión y adaptabilidad de las mismas.

La palabra maleza se deriva del latín "malitia" que se traduce como "maldad". (Bárcia, 1902) En el primer Diccionario general etimológico de la Lengua Española la define así: "Maleza, femenino anticuado de maldad. La abundancia de hierbas malas que perjudican a los sembrados".

Según Rincón (1962), define la maleza en forma general como "plantas nocivas, desagradables a la vista y a la vez inútiles"; igualmente, en el sentido agronómico como "todas aquellas plantas que compiten con los cultivos y reducen tanto los rendimientos como la calidad de la cosecha, obstaculizando además la recolección de la misma. Indica que maleza es una planta que crece donde no se desea o fuera del lugar.

2.2.2.2. Diseminación de las Malezas en el cultivo de Caña de Azúcar.

La distribución de las malezas alrededor del mundo ha sido asociada directamente con la exploración y colonización del hombre. Así, cuando él se muda de un sitio a otro, lleva consigo plantas alimenticias, medicinales, ornamentales, semillas, animales, etc., e involuntariamente, semillas de las malezas comunes en la región de donde procede. (11)

Las malezas son distribuidas o llevadas de un lado a otro por ignorancia o descuido, mediante semilla sexual de especies anuales y perennes, partes asexuales (bulbos, cormos, raíces, rizomas, estolones, tubérculos, etc.), que son los principales medios de propagación de las malezas perennes. Igualmente, el traslado de animales y maquinarias constituye otro de los medios de diseminación. Finalmente, algunos factores ambientales como el agua, la fauna silvestre y el viento también contribuyen a la diseminación, aun cuando son más limitados (11)

2.2.2.3. Daños Ocasionados por las Malezas

En los Estados Unidos las mayores pérdidas anuales de los cultivos, en rendimiento y calidad, son debidas a las malezas, que el costo para controlarlas es superior al del combate de insectos, Fito- patógenos y nematodos. (Subiroón, 1995) Además afirmo que las pérdidas de rendimiento, debido a la competencia de las malezas, son muy altas en el trópico (50% o más), mientras que en la zona templada promedian un 20%.

Las malezas, además de privar a la caña de azúcar: de agua, luz y nutrimentos, pueden causar otros problemas. Citado por (Subiroón, 1995) dice que "ciertas plantas trepadoras, como el bejuquillo (*Ipomoea* sp.), dificultan la recolección de la cosecha.

Además existen plantas urticantes que causan molestias a los obreros durante la cosecha, o bien, muchas de ellas pueden ser criaderos de insectos que atacan al cultivo". Además de los efectos de interferencia de las malezas sobre el cultivo, se han encontrado varias especies de que constituyen reservorios y alimento de patógenos e insectos, que luego son plagas.

2.2.2.4. Malezas en Caña de Azúcar

Según Estrada, citado por (Martínez, 2002) confirma que el daño producido por las malezas alcanza su máxima importancia durante las primeras etapas de crecimiento de la caña de azúcar, por lo que se deduce la importancia tan grande que puede tener la fecha de tratamiento en el control de las mismas. El cultivo de la caña de azúcar inicia su desarrollo con mucha lentitud y si durante los primeros estadios, aproximadamente en los primeros 90 días de crecimiento no se eliminan las malezas, se registrará una disminución en la producción de tallos y descenso hasta un 60% en la producción final. (15)

Las necesidades de agua de muchas malas hierbas son muy altas. Transpiran enormes cantidades de agua para la producción de una libra de materia seca. Las malas hierbas son por lo general de crecimiento vigoroso y sus necesidades de nutrientes son a menudo mayores que las plantitas jóvenes de caña. (15)

Las malas hierbas son hospederos de enfermedades e insectos que atacan a las plantas de caña. Muchas especies de malas hierbas hospedan hongos y enfermedades bacterianas haciendo estos enemigos más difíciles de controlar. (15)

2.2.2.5. Período Crítico de Interferencia de Malezas en Caña de Azúcar

La duración del periodo crítico de competencia de las malezas, está relacionada con la variedad, de acuerdo a que sean precoces o tardías, el cultivo sea un retoño o siembra (soca o plantía) (15).

El período crítico de interferencia de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) 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 con una diversidad de malezas que, provienen de muchas especies de hoja ancha que tienen raíces superficiales de 5 a 10 cm de profundidad y gramíneas que poseen raíces que se desarrollan a una mayor profundidad, alcanzando hasta los 20 cm, estas últimas son capaces de cubrir en un 60% el área del cultivo, y de no controlarse a tiempo se producirían grandes pérdidas en el rendimiento y producción final de azúcar. (24)

Las malezas son plantas indeseables principalmente porque reducen la calidad y cantidad de la producción agrícola. Aproximadamente 10% de todas las especies de plantas son malezas, lo que equivale a un total de 30,000 especies de malezas. De esta cantidad 1,800 causan serias pérdidas económicas en la producción de cultivos, y 250 especies plagan los cultivos en el mundo entero. (24)

Considerando el aspecto económico, una maleza es una planta, cuya presencia resulta en la reducción de la rentabilidad del sistema agrícola. Cualquier planta no cultivable que aparece en las áreas cultivables, son usualmente consideradas como malezas en los sistemas agrícolas altamente desarrollados, como lo es la producción de caña de azúcar en gran escala. (8)

El retoño el desarrollo es más rápido, mientras que en siembra se estimula la germinación de un alto número de malezas, las que emergen antes de que germine o rebrote la caña de azúcar, se puede decir que hasta que la caña haya alcanzado una altura de 90 cm y

desarrollado una copa de 8 a 10 hojas hay competencia de malezas, ya que de allí en adelante, la sombra que da y su rápido desarrollo posterior impiden que en los meses subsiguientes progresen las malezas. (15)

Las plantas de caña inician su crecimiento con lentitud y si durante los primeros 30 días no se exterminan las malezas dentro de los surcos, se resisten quebrantos severos en el cultivo. (9)

2.2.2.6. Asociación de las Malezas con la Caña de Azúcar

Las malezas son influidas por el suelo y el clima. El ambiente donde se cultiva la caña de azúcar controla la distribución de las especies de malezas, su importancia y vigor en la competencia con la caña. El predominio de diferentes especies de malezas se determina con frecuencia por las prácticas agrícolas usadas en el cultivo de la caña en las diferentes áreas productoras (10)

Muchos factores contribuyen a favorecer una asociación de caña de azúcar con ciertas malezas. El cultivo continuado de caña de azúcar y las diferentes prácticas de barbecho y de cultivo favorecen la asociación con los zacates. Los largos periodos en que el suelo no se perturba hacen posible que estas especies se establezcan. (10)

2.2.2.7. Estrategias Utilizadas para el Manejo de Malezas

Se entiende por estrategia como todas aquellas medidas de prevención y control que forman parte de un programa de manejo de malezas en un agro-ecosistema de un área definida. Se entiende prevención, todas las tácticas tomadas para prevenir la introducción, establecimiento y dispersión de las malezas. El control, sin embargo, trata de manejar las malezas que ya están presentes y que son problema en un agro-ecosistema. Las tácticas son las medidas que se ejecutan para lograr las metas planteadas en una estrategia. Una estrategia de prevención comprende varias prácticas y tácticas en el manejo del cultivo, dentro de las que se puede mencionar las tácticas culturales, tácticas legales, tácticas

químicas, mientras que la estrategia de control puede incluir una diversidad de tácticas entre las que destacan las tácticas fito-genéticas, tácticas culturales, tácticas mecánicas, tácticas químicas. (10)

2.2.2.8. Control de Malezas

La caña de azúcar (*Saccharum spp*) es normalmente de un crecimiento inicial lento y por esa razón necesita todas las ventajas que se le puedan dar para competir contra las malezas que poseen un desarrollo más rápido y vigoroso. El período crítico de la caña de azúcar abarca desde la emergencia hasta los 5 meses de edad, donde el cultivo se ve afectado en su desarrollo por la competencia de agua y nutrientes con una diversidad de malezas que, provienen de muchas especies de hoja ancha que tienen raíces superficiales (5 - 10 cm) y gramíneas que poseen raíces más profundas (hasta 20 cm), estas últimas son capaces de descubrir en un 60% el área del plantío de caña, y de no controlarse a tiempo se producirían grandes pérdidas en el rendimiento y producción final de azúcar. El control de las malezas se puede realizar de las siguientes formas: manual, mecánico y químico. (11)

El método más utilizado en la zona cañera del país es el método químico, la gran mayoría de veces alternando con el método mecánico. En algunas áreas, se aplican los métodos químico, mecánico y manual, dependiendo de la zona y de los recursos disponibles. La combinación ideal en la agroindustria azucarera es aquella que, representando el menor costo, controla eficientemente las malezas. Esa combinación varía de acuerdo a la zona, tamaño de la explotación y disponibilidad de recursos. (11)

A. Método Manual

Utilizado en zonas marginales del cultivo, en explotaciones muy pequeñas, de difícil mecanización por la topografía del terreno, y donde participa mayormente la mano de obra familiar. En la zona cañera del país es utilizado en explotaciones medianas, y cuando la aplicación de productos químicos no ha sido eficaz. (12)

B. Método Mecánico

Se basa en el efecto que sobre las malezas ejercen los implementos acoplados al tractor. Una buena preparación de tierras permite a la plantilla emerger con muy pocas malezas, que con un método efectivo de control, puede llevar el cultivo al "cierre", es decir, cubrir la superficie con el follaje y controlar las malezas por sombrío. Pases sucesivos de cultivadores o labores de aporque, ayudan también a controlar las malezas en las calles dentro del tablón. Alrededor de los tabloneros se pueden controlar las malezas con pases de rastra hasta entradas de lluvias, y luego a comienzo de la temporada seca. Dentro del tablón y para las socas, un buen control mecánico consiste en actuar rápidamente, después de la cosecha, en desaporcar las hileras de las cepas, abriendo a su vez el surco para el riego y posteriormente los sucesivos aporques. (12)

El método mecánico de control de malezas es usado por agroindustrias que poseen una dotación adecuada de maquinaria, y con clima y topografía favorables. (12)

C. Método Químico

La gran mayoría de los productos químicos requieren que las malezas estén comenzando su germinación o estén en las etapas iniciales de crecimiento, y que haya suficiente humedad en el suelo, para actuar eficientemente. El producto o productos químicos a utilizar deberán ser seleccionados en función de la predominancia de tipos de maleza, bien sea gramíneas, ciperáceas o de hoja ancha (dicotiledóneas). Una vez estudiado el caso (revisión de la finca, determinación del tipo de maleza predominante, cultivos vecinos, tipo de suelo y otros detalles), entonces se puede proceder a adquirir el producto o productos que más le convenga y aplicarlos según las recomendaciones del fabricante o distribuidor, con el suelo húmedo y día soleado. (12)

Para caña de azúcar hay dos épocas de aplicación: Pre-emergente, cuando las malezas aún no han emergido, hasta cuando comienzan a notarse ciertos manchones verdes en el campo, como resultado de la emergencia de las malezas y aparición de una a dos hojas

en ellas. Post-emergente, cuando las malezas alcanzan cuatro a cinco hojas y prácticamente su germinación es generalizada en todo el campo.

El establecimiento de estas etapas de las malezas es importante para determinar el producto y dosis a aplicar. Cuando en cualquier circunstancia, el crecimiento de las malezas va más allá de lo señalado en post-emergencia, el control se hace más dificultoso, y posiblemente la ventaja de su bajo costo se minimiza, pues deben utilizarse mezclas con otros productos que encarecen la labor. De allí la importancia de seguir las recomendaciones señaladas. (12)

2.2.3. MARCO REFERENCIAL

2.2.3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

A. Ecología

De acuerdo a la zonificación ecológica la finca San Bonifacio, se encuentra dentro de dos zonas bien definidas.

- Zona tropical húmeda.
- Zona tropical per-húmeda.

La primera caracterizada por una precipitación que va de 2000 a 4000 mm anuales, con una temperatura mayor a los 24°C y la segunda con una precipitación arriba de los 4000 mm anuales y temperatura de 24°C. (1)

B. Condiciones Climáticas

Según los registros de los años 2000 a 2010 de la estación meteorológica tipo "B" (Mangalito, finca Pantaleón) las condiciones climáticas promedio son:

- Precipitación pluvial promedio anual 3710mm
- Evaporación media anual a la intemperie 2173mm

- Horas luz promedio anual 2859
- Temperatura máxima media anual 31°C
- Temperatura mínima media anual 20°C
- Temperatura media anual 26°C

C. Suelos

Según (CENGICAÑA, 2010), en el estudio semidetallado de suelos cañeros del sur de Guatemala, la finca San Bonifacio presenta suelos de tipo Mollisol seco cuyas características son las siguientes:

Los Molisoles secos son básicamente suelos pardos que se han desarrollado a partir de sedimentos minerales en climas semiárido, aunque también se presentan en regímenes cálidos con una cobertura vegetal integrada fundamentalmente por gramíneas. La incorporación sistemática de los residuos vegetales y su mezcla con la parte mineral ha generado en el transcurso del tiempo un proceso de oscurecimiento del suelo por la incorporación de materia orgánica, que refleja más profundamente en la parte superficial, la que se denomina epipedón mólico. Otras propiedades que caracterizan a los Molisoles son: la estructura granular, fuerte que facilita el movimiento del agua y aire; la dominancia del catión calcio en el complejo de intercambio catiónico, que favorece la fluctuación de los coloides; la dominancia de arcillas, moderada a alta capacidad de intercambio y la elevada saturación con bases.

Los Molisoles son utilizados por el hombre, en un alto porcentaje, para la producción de alimentos. Estos suelos han sido parcialmente lixiviados y la saturación con bases permanece alta. Los afectan tanto la falta de humedad suficiente, que resulta crítica en las regiones secas ocupadas por estos suelos, como las inundaciones periódicas que son un peligro en algunas tierras bajas.

2.2.3.2. Principales Malezas

A. *Drymaria cordata* (L.)

- **Sinónimos:** *Holosteum cordatum* L.
- **Nombre comunes usados en español:** Golondrina (Venezuela), cinquito (Costa Rica), pipili (Hawaii).
- **Nombres comunes en inglés:** West Indian chickweed, whitesnow.
- **Categorías taxonómicas superiores:** Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta; Superdivisión: Spermatophyta; División: Magnoliophyta; Clase: Magnoliopsida; Subclase: Caryophyllidae; Orden: Caryophyllales.
- **Identificación y descripción:** Herbácea, hojas en forma circular o de riñón, sin pelillos (a veces con escasos pelillos); inflorescencias con pedúnculos y pedicelos parcialmente cubiertos de abundantes y diminutas glándulas blancas; pétalos más cortos que los sépalos y sin aurículas; semillas con tubérculos.
- **Descripción técnica:** Tallo: Tendido sobre el suelo, con los entrenudos generalmente más largos que las hojas, a veces con pelillos glandulares. Hojas: Opuestas, generalmente casi circulares, de hasta 2.5 cm de largo y hasta 3 cm de ancho, el ápice redondeado y terminado en una diminuta punta, la base redondeada, truncada o acorazonada, a veces cubiertas de pelillos. Los pecíolos de hasta 4 mm de largo (o ausentes), a veces con algunas glándulas. En la base de cada hoja se encuentra un par de diminutas hojillas (llamadas estípulas) con el margen superior dividido en delgados segmentos (parecidos a pelos). Inflorescencia: En las puntas de los tallos y a veces también en las axilas de las hojas, más o menos ramificadas, con pocas flores formando grupitos más o menos densos. Pedúnculos y pedicelos parcialmente cubiertos de abundantes y diminutas glándulas blancas. Las brácteas de hasta 2 mm de largo, con los márgenes secos. Flores: El cáliz de 5 sépalos ovados o lanceolado-ovados, de hasta 4 mm de largo, con los márgenes secos, sin pelillos, raramente cortamente glandulares; la corola de 5 pétalos blancos, muy cortos, profundamente

divididos en 2 lóbulos, con la base muy angosta y sin aurículas; estambres 5 o menos; ovario súpero, estilo delgado y dividido hacia el ápice en 3 ramas. Frutos y semillas: El fruto es seco, una cápsula ovoide, de hasta 3.5 mm de largo (ligeramente más corto que el cáliz), que se abre en la madurez por 3 valvas. Semillas enroscadas, de color café, cubiertas de tubérculos lisos y redondeados. Raíz: Enraizando en los nudos.(23)

B. Tripogandra purpurascens

- ***Sinónimos:*** Tradescantia purpurascens Schauer.
- ***Categorías taxonómicas superiores:*** Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares); Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas); División: Magnoliophyta (plantas con flor); Clase: Liliopsida (monocotiledóneas); Subclase: Commelinidae; Orden: Commelinales.
- ***Descripción técnica:*** Hábito y forma de vida: Planta erecta o ascendente y radicante en la base. Tamaño: De hasta 70 cm de alto. Tallo: Único o profusamente ramificado, provisto de una línea longitudinal de pelos, por lo demás sin pelos o con escasos pelos glandulosos. Hojas: Alternas, con vaina laxa, cilíndrica, de alrededor de 1 cm de largo por 0.8 cm de ancho, ciliada en su margen apical y con una línea lateral de pelos, láminas estrechamente ovadas, hasta de 8 cm de largo por 2.5 (3.5) cm de ancho, con tendencia a doblarse sobre sí mismas, ápice agudo, base redondeada, de margen ciliado. Flores: Dispuestas densamente sobre pedicelos de 3 a 7 mm de largo, piloso-glandulosos al igual que las brácteas basales que las acompañan; sépalos ovados, de unos 4 o 5 mm de largo, con frecuencia piloso-glandulosas; pétalos obovados, de color rosa a morado pálido, de 5 a 6 (8) mm de largo; estambres del verticilo externo cortos (de \pm 1.8 mm de largo) con un mechón de pelos en la parte media y la prolongación del filamento entre las tecas angosta, los estambres del verticilo interno largos (\pm 5 mm), sin pelos, sigmoides, con la prolongación del filamento entre las tecas amplia; pedúnculos de 1 a 7 (14) cm de largo, provistos de pelos glandulosos

al igual que las brácteas basales que acompañan a las flores. Frutos y semillas: El fruto es una cápsula subglobosa, de unos 3.5 mm de largo; semillas más o menos triangulares, grises, de alrededor de 1.5 mm de largo, hilo puntiforme, con una depresión circular en la cara dorsal, de color café o café grisáceo Plántulas: Coleóptilo tubular de 1.5 a 4 mm de largo, hialino blanquecino; hojas alternas, la primera con vaina de 3 a 7 mm de largo, con pelos, lámina oblanceolada, de 7 a 13 mm de largo y 3 a 5 mm de ancho, ápice y borde enteros, haz sin pelos y envés con pelos; segunda hoja sésil, aovada a lanceolada, de 8 a 14 mm de largo y 3 a 5 mm de ancho, ápice agudo, borde entero, haz sin pelos y envés con pelos. Raíz: Con raíces brotando de los nudos inferiores. (7)

C. *Mollugo verticillata* L.

- **Nombre comunes usados en español** : Anisillo, culantrillo, espuelita, hierba de empacho, hierba de la arena
- **Nombres comunes en inglés**: Green carpetweed.
- **Categorías taxonómicas superiores**: Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares); Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas); División: Magnoliophyta (plantas con flor); Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas); Subclase: Caryophyllidae; Orden: Caryophyllales.
- **Descripción**: Tamaño: De aproximadamente 40 cm de ancho. Tallo: Ramificado, dividiéndose en 2 ramas cada vez, varios surgiendo de manera radiada desde la raíz. Hojas: En grupos de 3 a 8 hojas, a veces de diferentes tamaños, naciendo alrededor del tallo en el mismo nudo; las basales espatuladas, las caulinares lineares, oblanceolada o espatuladas; limbo de 0.7 a 3 cm de largo por 0.5 a 10 mm de ancho, ápice obtuso a agudo, base cuneada. Inflorescencia: En forma de cima muy corta aparentando un fascículo de 2 a 5 flores, con brácteas en su base lineares, oblongas, ovadas u obovadas, ápice agudo a acuminado, pedicelos de hasta 1.5 cm de largo,

glabros a ligeramente glandulares. Flores: El cáliz de 5 sépalos obovados, elípticos u oblongos, desiguales, de (1.5) 1.8 a 2.6 (3) mm de largo por 0.6 a 1.2 (1.4) mm de ancho, ápice agudo a rara vez obtuso, margen blanquecino; los pétalos 5, de color verde pálido o blanco; estambres 3 o 4; estilos de 3 a 5. Frutos y semillas: El cáliz generalmente rodeando el fruto que es una cápsula ovoide de aproximadamente 3 mm de largo por 1.5 a 2 (2.5) mm de ancho, dehiscente por medio de 3 valvas, eje central persistente, de color café claro en la madurez, de paredes delgadas que se abren. Semillas numerosas, arqueado-acanaladas, de color pardo, de 0.5 a 0.6 mm de largo, con 3 a 7 surcos prominentes o casi lisos, por lo regular punteadas en las caras laterales en la zona cercana al hilo. Raíz: Axonomorfa.(23)

D. Phyllanthus niruri L.

- ***Nombres comunes en inglés:*** Gale of the wind.
- ***Categorías taxonómicas superiores:*** Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares); Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas); División: Magnoliophyta (plantas con flor); Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas); Subclase: Rosidae; Orden: Euphorbiales.
- ***Descripción:*** Tamaño: De hasta 50 cm de alto. Tallo: Los tallos principales con hojas reducidas a escamas espiralmente arregladas, y sobre este tallo se encuentran numerosas ramillas caedizas que son las que llevan las hojas bien desarrolladas y las inflorescencias. Hojas: Alternas, ovadas u oblongas, de hasta 1.7 cm de largo, con la base asimétrica, las venas evidentes en la cara posterior, el pecíolo corto con un par de diminutas hojillas triangulares (llamadas estípulas) en la base. Inflorescencia: Una flor femenina pedicelada junto con unas pocas flores masculinas pediceladas y claramente más pequeñas, se agrupan en la axila de cada hoja. Flores: Las flores verdosas, de 5 sépalos; las masculinas con 3 estambres. Frutos y semillas: El fruto es una cápsula de aproximadamente 3 mm de diámetro; semillas verrugosas.(7)

E. Trianthema portulacastrum L.

- Sinónimos: *Trianthema monogynum* L.
- Nombre comunes usados en español: Verdolaga blanca, verdolaga bronca, Verdolaga de caballo
- Nombres comunes en inglés: Horse purslane, desert horsepurslane.
- Categorías taxonómicas superiores: Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares); Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas); División: Magnoliophyta (plantas con flor); Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas); Subclase: Caryophyllidae; Orden: Caryophyllales.
- Descripción: Es una planta generalmente rastrera, algo suculenta, con hojas opuestas, pero desiguales, anchas y emarginadas, con flores blancas a rosadas de aproximadamente 1 cm. Tamaño: De hasta 1 m de largo. Tallo: Cilíndricos, a veces rojizos. Hojas: Pecíolos de 3-20 mm; sus bases son anchas y membranosas; también hay estípulas membranosas. Láminas obovadas, suborbiculares o elípticas, de 1-4 cm de largo por 1-3 cm de ancho, opuestas, carnosas, ápice redondeado y apiculado o emarginado, base por lo general aguda. Inflorescencia: Flores individuales, sésiles en las axilas de las hojas. Flores: Parcialmente envueltas por la base ensanchada y membranosa del pecíolo; tépalos lanceolados, de 4-5 mm de largo, morados o rojizo-morados por dentro, con un apéndice exterior cerca del ápice. Ovario con 1 o 2 estilos y lóculos; estambres generalmente 5-10. Frutos y semillas: Fruto: cápsula algo curva de 4-5 mm de largo con apertura circuncísil (abriendo en círculo) con pocas semillas; semillas de contorno en forma de corazón, raras veces triangular u ovado deprimido, en forma de espiral, de (1.3)1.8 (2.3) mm de largo y (1.1) 1.6 (2.1) mm de ancho; comprimidas, de color café o café grisáceo a negro brillante, tuberculadas.(23)

2.2.3.3. Principales Mezclas usada a Nivel Comercial en la Industria Azucarera

A. 2,4-D 72 SL (Ingrediente Activo: 2,4-D)

Primer herbicida “fenoxi” introducido, es disponible en formulaciones de sal amida, éster y granulado. Las dosis requeridas para controlar plántulas de malezas de hoja ancha son selectivas, pero el cultivo debe tener al menos cuatro hojas para evitar la fototoxicidad del herbicida. Los problemas de deriva de vapores son mayores con los esteres, que deben ser sustituidos por sales amina o sódica cuando estén presentes especies susceptibles no objeto del tratamiento. Herbicida selectivo sistémico hormonal. Para aplicación pre-emergente o pos-emergente. El 2,4-D pertenece al grupo de los herbicidas hormonales, así llamados porque afectan la fisiología de las plantas en la misma forma que las auxinas naturales (ácido indolacético), pero de manera exagerada y sin control. Es eficaz para controlar malezas herbáceas de hoja ancha en activo crecimiento. 2,4-D de acuerdo con la época y dosis recomendadas, es selectivo a cultivos de especies gramíneas. En caña de azúcar y pastos, por su condición de cultivos perennes, no hay mayores. (24)

Modo de acción

Es un herbicida post-emergente y pre-emergente selectivo para el control de las malezas de hoja ancha, es de acción sistémica que se absorbe por el follaje y raíces. Es traslocado en la planta por el floema y el xilema, acumulándose en las regiones meristemáticas de los rebrotes y raíces.

B. HEAT 70 WG (I.A. Saflufenacil)

Modo de acción

Heat 70 WG, es un potente inhibidor de la oxidasa de protoporfirinogéno (PPO) una enzima necesaria para la biosíntesis de la clorofila en las plantas. Inmediatamente después de la inhibición de la PPO, los niveles de protoporfirinogéno se incrementan en el citosol y son convertidos a proporfirina. Como resultado de la exposición a la luz, las moléculas de Protoporfirina del Citosol interactúan con el oxígeno para formar oxígeno molecular, el cual inicia la per-oxidación de Lípidos (rompimiento de las cadenas de lípidos), conduciendo a la desintegración de la membrana celular, necrosis del tejido y

ultimadamente la muerte de la planta. Heat, es absorbido rápidamente por las raíces, tallos y hojas. Heat, es predominantementetraslocado vía Xilema, con relativo poco movimiento por el floema. La selectividad, es conferida mediante la ubicación física y más rápido metabolismo del ingrediente del Heat, en las especies de cultivos tolerantes. (3)

C. KARMEX WG: (I.A. Diuron)

Es un herbicida residual para el control de diversas malezas gramíneas y de hoja ancha, en los cultivos de algodón, caña de azúcar, citrus y vid. Puede ser aplicado en cualquier época del año en pre-emergencia de malezas y de cultivos, o en aplicaciones dirigidas en algunos cultivos establecidos.

Modo de acción

KARMEX® WG penetra a través de las raíces, por lo cual requiere de humedad para actuar. El efecto sobre malezas emergidas dependerá de la dosis y de las condiciones ambientales al aplicar. Los efectos de KARMEX® WG son a menudo lentos en hacerse notar, y pueden no ser evidentes hasta que el herbicida haya sido llevado a la zona de las raíces por la humedad. El grado de control y duración del efecto variarán con la cantidad de producto aplicado, textura del suelo, lluvias y otras condiciones. Suelos pesados y de alto contenido de materia orgánica requieren mayor cantidad de producto que los livianos y pobres en materia orgánica, para lograr un efecto equivalente (6)

D. IGRAN 50 SC: (I.A. Terbutrina)

Modo de Acción

Herbicida de translocación acrópetal en el xilema, se acumula en los meristemos apicales. Actúa interfiriendo la función clorofílica impidiendo la absorción de Co₂ y la reacción de Hill, especialmente durante la fase de germinación y en estado de plántula. Su actividad residual es de 3-10 semanas, dependiendo de la dosis de aplicación, tipo de suelo y clima. Herbicida selectivo, bien absorbido por vía radicular y foliar sobre malas hierbas mono y dicotiledóneas anuales en pre y post-emergencia de las mismas. (22)

E. VELPAR: (I.A. Hexazinona)

Modo de acción

Cuando se aplican al suelo son absorbidos por el sistema radical y rápidamente transportados hacia las hojas, vía apoplasto (xilema). Cuando se aplican al follaje se comportan como herbicidas de contacto, al no poder movilizarse vía simplasto (floema), puede darse un significativo movimiento vía apoplasto funcionando como herbicida de contacto. (7)

F. GESAPAX (I.A. Ametrina)

Modo de acción

Cuando se aplican al suelo son absorbidos por el sistema radical y rápidamente transportados hacia las hojas, vía apoplasto (xilema). Cuando se aplican al follaje se comportan como herbicidas de contacto, al no poder movilizarse vía simplasto (floema), puede darse un significativo movimiento vía apoplasto funcionando como herbicida de contacto. (7)

G. PROWL H2O (I.A. Pendimetalina)

Modo de Acción.

Un herbicida de contacto aplicado al suelo, es absorbido por la raíz de la semilla en germinación y en plántula antes de presentar hojas verdaderas. Este es de poca movilidad tanto en el suelo como en la planta, los brotes mueren rápidamente después de la germinación o a continuación de la emergencia. (13)

H. HARNESS(I. A. Acetoclor)

Modo de acción

Este herbicida se aplica al suelo controlando gramíneas anuales en germinación es absorbido rápidamente por el epicotíleo y el hipocotíleo, la actividad en la zona meristemáticas se detiene y en las gramíneas, generalmente se inhibe la emergencia de la hoja apartar de la vaina foliar. (13)

Cuadro 15 Características del producto Saflufenacil.

Nombre común BSI (aprobado provisionalmente por ISO)	Saflufenacil
Código de desarrollo de la compañía	BAS 800 01 H
Número CAS:	372137-35-4
Nombre Químico:	N'-[2-chloro-4-fluoro-5-(3-methyl-2,6-dioxo-4-(trifluoromethyl)-3,6-dihydro-1(2H)-pyrimidinyl)benzoyl]-N-isopropyl-N-methylsulfamide
Formula Empírica:	C ₁₇ H ₁₇ F ₄ N ₄ O ₅ S
Peso Molecular:	500.9
Aspecto:	Polvo blanco
Olor:	Inodoro
Punto de fusión:	189.9°C
Densidad relativa:	1.6 g/cm ³
Coefficiente de reparto octanol / agua	LOG P _{o/w} = 2.6
Presión de vapor:	2.0 x 10 ⁻¹⁴ Pa at 25°C
Solubilidad:	
Agua:	pH 5: 0.003 g/100 mL; pH 7: 0.21 g/100 mL
Acetona:	27.5 g/100 mL
Acetonitrilo:	19.4 g/100 mL
Metanol:	2.98 g/100 mL

Fuente: BadischeAnilinund Soda Fabrik (BASF)

Cuadro 16. Ingredientes activos, formulación y dosis de los productos evaluados.

Producto Comercial	Ingrediente Activo	Formulación	Dosis/ha	lt/ha *
2,4-D	Amina	SL	1.5lt	180
Heat	Saflufenacil	WG	0.035kilos	180
Karmex	Diuron	WG	1.22kilos	180
Velpar	Hexazinona	WG	0.45kilos	180
Igran	Terbutrina	SL	1.5lt	180
Gesapax	Ametrina	SL	2.0lt	180
Harness	Acetoclor	SL	2.0lt	180
Prowl	Pendimetalina	SL	2.0lt	180

*volumen de agua utilizado en aplicaciones.

(Montepeque, 2010)

Referencias: SL = Liquido Soluble Agua

WG = Gránulos Dispersables en Agua

Cuadro 17 Principales Mezclas usadas a nivel comercial en caña de azúcar.

No Mezcla	Producto	Dosis	Ingrediente Activo
1	Prowl	3 lt	Pendimentalina
	Igran	3 lt	Terbutrina
	2,4-D	1.5 lt	Amina
	Adherente	0.5 lt	
2	Igran	3 lt	Terbutrina
	Gesapax	3.5 lt	Ametrina
	2,4-D	1.5 lt	Amina
	Adherente	0.5 lt	
3	Velpar	0.5 kg	Hexazinona
	Karmex	3.5 lt	Diuron

No Mezcla	Producto	Dosis	Ingrediente Activo
	2,4-D	1.5 lt	Amina
	Adherente	0.5 lt	
4	Prowl	3. lt	Pendimentalina
	Harness	3.5 lt	Acetoclor
	2,4-D	1.5 lt	Amina
	Adherente	0.5 lt	
5	Gesapax	3. lt	Ametrina
	2,4-D	1.5 lt	Amina
	Adherente	0.5 lt	
6	Sempra	0.1 kg	Halosulfuron Metil
	2,4-D	1.0 lt	Amina
	Adherente	0.5 lt	

Fuente: Montepeque Roldan, 2010

2.2.3.4. Características de la variedad CP72-2086

A. Características morfológicas.

a. Aspecto de planta

Habito de crecimiento de tallos semirrecto.

Poco deshoje natural

Cantidad de follaje intermedio

b. Entrenudo

Color verde amarillento con manchas negras

Forma de crecimiento cilíndrico

Ligeramente curvado al costado de la yema

c. Nudo

Forma de crecimiento conoidal

Yema redonda con alas, de base angosta

Anillo de crecimiento protuberante

d. Vaina

Desprendimiento intermedio

Color rosado y quebradizo por el centro

Presencia de afate intermedio

e. Lamina foliar

Borde aserrado

f. Aurícula y lígula

Aurícula forma transicional ascendente

Lígula generalmente deltoides con rombo

B. Características agronómicas de la variedad

Es una variedad muy floreadora (hasta 95%) de fácil corte y desbajado regular, se adapta a todo tipo de suelo, resistente al carbón, altamente resistente a la roya, incidencia alta a Mosaico, raya roja y amarillamiento foliar. Es de maduración temprana, por lo que se recomienda su siembra y cosecha para los meses de noviembre a febrero, debido al alto porcentaje de floración que tiene a la formación de tejido corchoso, empezando por el tercio superior hacia abajo .

Esta variedad en cuanto a rendimiento, según pruebas realizadas en plantía, primer soca y segunda soca, para las zafra del 2007/08, respectivamente; en variedades promisorias de caña de azúcar, utilizando como testigo dicha variedad, indica que tiene un buen tonelaje de caña por hectárea y un alto rendimiento de libras de azúcar por tonelada de caña (105-160 ton) con promedio 105 toneladas de caña por hectárea, con un rendimiento de 250 libras de toneladas. Se ha obtenido resultados promedio de 137 ton/caña/ha, con rendimiento industrial de 22.7 ton/azúcar/ha para el estrato medio, y 142 ton/caña/ha y 23.7 ton/azúcar/ha para el estrato bajo.

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. GENERAL

Evaluar alternativas de productos químicos (Saflufenacil), para el control de malezas de hoja ancha con el fin de sustituir el producto con base al ingrediente activo 2,4-D, en el cultivo de caña de azúcar.

2.3.2. ESPECÍFICOS

- 2.3.1.** Evaluar la eficiencia del herbicida Saflufenacil, para el control de malezas dicotiledóneas en cultivos de caña de azúcar.
- 2.3.2.** Determinar la presencia de síntomas de fitotoxicidad, al cultivo, causada por Saflufenacil.
- 2.3.3.** Cuantificar los días control de malezas de hojas anchas.

2.4. METODOLOGÍA

2.4.1. Diseño Experimental

Los 11 tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental de Bloques al Azar con 4 repeticiones, lo cual hace un total de 44 unidades experimentales.

2.4.2. Tratamientos Evaluados.

Cuadro 18 Mezclas de los herbicidas evaluadas en presente ensayo.

No Mezcla	Herbicida	Herbicida	Herbicida
1	Heat 0.035 kilos	0.45 kilos Hexazinona	+ 1.22 kilos Diuron
2	2,4-D 1.5 litros	0.45 kilos Hexazinona	+ 1.22 kilos Diuron
3	Heat 0.035 kilos	1.5 litros de Terbutrina	2.0 litros Ametrina
4	2,4-D 1.5 litros	1.5 litros de Terbutrina	2.0 litros Ametrina
5	Heat 0.035 kilos	2.0 litros Ametrina	1.22 kilos Diuron
6	2,4-D 1.5 litros	2.0 litros Ametrina	1.22 kilos Diuron
7	Heat 0.035 kilos	2.0 litros Prowl H20	2.0 litros Ametrina
8	2,4-D 1.5 litros	2.0 litros Prowl H20	2.0 litros Ametrina
9	Heat 0.075 kilos	2.0 litros Harness	1.80 litros Ametrina
10	2,4-D 1.5 litros	2.0 litros Harness	1.80 litros Ametrina
11	Testigo Absoluto		

2.4.2.1. Unidad Experimental

El tamaño de la unidad experimental fue de seis metros de ancho por veinte de largo con un área neta por unidad experimental de 120 m², para evitar el efecto de borde se dejaron 2 surcos en dirección Norte-Sur y 2 m en dirección Este-Oeste.

A. Pre muestreo.

Previo a la aplicación se realizó un muestreo con el objeto de cuantificar e identificar las malezas presentes. La aplicación se realizó a los 20 días después de la siembra, tomando en cuenta que la variedad CP 72-2086 ya había germinado.

2.4.2.2. Manejo del Experimento

A. Modo de Aplicación.

La aplicación de los tratamientos fue manual, utilizando una bomba de presión constante, previamente calibrada para lograr una descarga de 180 lt/ha.

B. Lecturas de los Efectos de las Mezclas Aplicadas

Las lecturas de malezas se efectuó de acuerdo a la siguiente programación:

- 7 días después de la aplicación.
- 15 días después de la aplicación.
- 30 días después de la aplicación.
- 45 días después de la aplicación.

A. Daños al Cultivo por Fitotoxicidad

La tolerancia de las plantas de caña de azúcar al herbicida se evaluó en referencia al tratamiento testigo (Parcelas no tratadas con herbicidas) utilizando la escala de puntuación European Weeds Research Society (E.W.R.S). En cada parcela se realizó una observación sobre los síntomas ocasionados a los brotes de caña de azúcar, identificando modificaciones de color, clorosis del brote, deformación foliar y elementos que pueden repercutir en forma negativa en el rendimiento de las plantas.

Cuadro 19. Escala de puntuación propuesta por la EWRS para evaluar fitotoxicidad.

Valor (categoría)	Efecto sobre el cultivo	Escala Porcentual % de fitotoxicidad al cultivo
1	Sin efecto	0.0-1.0
2	Síntomas muy ligeros	1.0-3.5
3	Síntomas ligeros	3.5-7.0
4	Síntoma que no se refleja en el rendimiento	7.0-12.5
Límite de aceptabilidad		
5	Daño medio	12.5-20.0
6	Daños elevados	20.0-30.0
7	Daños muy elevados	30.0-50.0
8	Daños severos	50.0-99.0
9	Muerte completa	99.0-100.0

Fuente: European Weeds Research Society

B. Variables Respuestas de la Eficacia del Control de Malezas

a. Eficacia

Porcentaje de eficacia del control de malezas de hojas anchas, gramíneas (por especie de maleza), dato proveniente del número de malezas por m², se tomó de referencia el testigo sin aplicación. Para tal efecto, se utilizó la siguiente fórmula para el análisis de la información:

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

Cuadro 20. Porcentaje de eficacia de control para las malezas evaluadas

% control	Categoría
< 50	Deficiente
50 a 69	Bajo
70 a 84	Bueno
85 a 94	Muy Bueno
≥95	Excelente

Fuente: European Weeds Research Society

b. Cobertura Total de Malezas

Esta variable se refiere a la cobertura del total de malezas en 1 m² en cada unidad experimental (en porcentaje) antes de la aplicación de cada tratamiento. La recopilación de la información de esta variable, se hizo mediante la observación. Determinando el valor de importancia de cada especie de maleza.

c. Cobertura por Especie de Maleza

Se determinó en base al porcentaje de un área de 1m², dentro de la unidad experimental, que es ocupado por cada especie de maleza en particular con este valor se determinó cuál fue el control de cada tratamiento sobre cada especie de maleza presente en el experimento.

d. Días Control

Se determinó cuantificando el número de días que le lleva a cada unidad experimental alcanzar el 50 % de cobertura total de malezas comparado con el que tiene el testigo absoluto –enmalezado- al momento de la lectura respectiva.

e. Calibración

Previo a la aplicación, el equipo fue revisado para detectar algún defecto que pudiera afectar la descarga de la boquilla, en donde se seleccionó personal con características

similares en edad y estatura. La calibración se realizó con 2 personas, utilizando 2 bombas manuales de 16 lt, ya que la aplicación se llevó a cabo con una persona por tratamiento.

Utilizando el método en base a volumen para calibrar el equipo de aplicación, la cual se hizo de la siguiente manera:

- Se llenó cada bomba de mochila con 10 lt de agua.
- Se aplicó en las parcelas de cada tratamiento según el número de mochilas disponibles (2 mochilas – 2 trabajadores – 2 tratamientos).
- Se corrigió la altura de la lanza, si ésta estaba por debajo o encima de 70 cm (altura de la rodilla).
- Al terminar la aplicación se midió el sobrante del equipo, es decir se vació mochila y mangueras. El volumen aplicado (VA) está dado por la siguiente fórmula: $VA = VI - VF$, donde VI es el volumen inicial (los 10 lt de la mochila) y VF el volumen final (lo que sobró)
- Se promediaron los valores de VA. Se calculó el +10% y el –10% de VA para comparar a cada trabajador. El objetivo fue saber el volumen de agua para cada tratamiento.

f. Aplicación de los tratamientos

Los diferentes herbicidas se aplicaron en post-emergente a la caña de azúcar, a los 12 días después de la siembra, cabe mencionar que en dicha área ya habían malezas germinadas por lo que dichos herbicidas fueron acompañados de un producto post-emergente temprano el cual fue Ametrina a una dosis de 2 l/ha.

g. Monitoreo de la Maleza

Luego de haber efectuado la aplicación de los herbicidas se procedió a elaborar los muestreos de malezas a los 7, 15, 30, 45 días.

2.4.2.3. Manejo del Suelo

A. Preparación del terreno

A continuación se describen las actividades que se realizaron en el manejo del experimento.

a. Volteo

Para esta actividad se utilizó un romeplov de 32 discos, con un diámetro de 32", profundizando 12". Pulido; se realizó 2 días después del volteo para lo cual se utilizó una rastra pulidora de 64 discos de 24" a una velocidad de 8-10 km/hora.

b. Surqueo

Esta actividad se realizó inmediatamente después del pulido con un tractor, utilizando un surcador de 3 cuerpos y tolvas para aplicación de insecticidas. El distanciamiento entresurco fue de 1.50 m. La dirección de los surcos fue establecida y trazados en el campo por el personal del departamento de ingeniería agrícola.

c. Selección de la variedad a sembrar

Para seleccionar la variedad a sembrar se basó en el directorio varietal de la industria azucarera. La variedad establecida fue CP 72-2086. (CENGICAÑA, 2010)

d. Siembra

Se colocó un paquete de semilla de 30 esquejes de la variedad CP 72-2086 en 10 m lineales de distancia de siembra en cadena simple.

e. Tapado de semilla

Esta actividad se realizó mecánicamente, con la ayuda de un tractor e implemento tapando la semilla con una capa de suelo bien mullido.

2.5. RESULTADOS

En base al protocolo de la investigación el ensayo se realizó en un área con alta infestación de malezas, idónea para evaluar la eficacia y las diferencias de control que existen entre las mezclas de herbicidas evaluados en los periodos de 7, 15, 30 y 45 días después de la aplicación, por lo cual a continuación se presentan los resultados de los muestreos. Para poder analizar la información de manera ordenada se designó una nomenclatura a las malezas y así poder identificarlas con la abreviatura de los nombres científicos (ver cuadro 21).

Cuadro 21. Nomenclatura de malezas.

DRY	<i>Drymaria cordata</i>
TDI	<i>Tripograndia disgrega</i>
MOL	<i>Mollugo verticillata</i>
PHY	<i>Phyllanthus niruri</i>
TPO	<i>Trianthema portulacastrum</i>

2.5.1. Evaluación a los 7 días después de la aplicación.

En el cuadro 22, se observan los resultados de la evaluación a los 7 días después de la aplicación de los productos químicos, el complejo de malezas de hoja ancha estuvo prácticamente controlado en todos los tratamientos, sin embargo la mezcla que presenta un mejor control es el tratamiento 4 (**1.5 litros de 2,4-D 72 SL + 1.5 litros de Terbutrina 50 SC + 2 litros de Ametrina 80WG**) con un 100% de control en las malezas; *Drymaria cordata*, *Mollugo verticillata*, *Phyllanthus niruri* y *Trianthema portulacastrum*, un 99% en *Tripograndia disgrega*. Cabe resaltar que de las cinco especies, tres de ellas son catalogadas como malezas del orden Caryophyllales. Previo a la aplicación se realizó un inventario de malezas para lo cual se seleccionaron las 5 malezas de mayor cobertura en el ensayo y de estas existe una maleza: *Tripograndia disgrega*, la cual presenta resistencia a los tratamientos evaluados.

Esto se puede observar en el cuadro 22. Dicha maleza es considerada de las más difíciles de manejar en el cultivo de caña de azúcar (Espinoza & Joel, 2009), a pesar de esta circunstancia en particular, la aplicación de herbicidas con Saflufenacil posee de acuerdo a la escala de eficiencia de control de malezas, observándose que se obtuvo un promedio de control de malezas de 99 % del complejo general de malezas de hoja ancha, a los 7 días después de la aplicación.

Cuadro 22 Desempeño de los productos químicos con bases Amina y Saflufenacil en el control de malezas en hoja ancha a los 7 días después de la Aplicación.

Tratamiento	Dosis com/ha* ha	Porcentaje de control de malezas						
		7 días después de la aplicación						
Heat 70 WG + Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG	0.035 kilos + 0.45 kilos + 1.22 kilos	100	55	100	100	100	100	
2-4 D 72 SL + Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG	1.5 litros + 0.45 kilos + 1.22 kilos	100	88	100	100	93		
Heat 70 WG + Terbutrina 50 SC + Ametrina 80 WG	0.035 kilos + 1.5 litros + 2.0 litros	100	78	100	100	100		
2-4 D 72 SL + Terbutrina 50 SC + Ametrina 80 WG	1.5 litros + 1.5 litros + 2.0 litros	100	99	100	100	100		
Heat 70 WG + Ametrina 80 WG + Diuron 80 WG	0.035 kilos + 2.0 litros + 1.22 kilos	100	54	100	100	100		
2-4 D 72 SL + Ametrina 80 WG + Diuron 80 WG	1.5 litros + 2.0 litros + 1.22 kilos	100	92	100	100	100		
Heat 70 WG + Pendimetalina 45 SC + Ametrina 80 WG	0.035 kilos + 2.0 litros + 2.0 litros	100	51	100	100	100		
2-4 D 72 SL + Pendimetalina 45 SC + Ametrina 80 WG	1.5 litros + 2.0 litros + 2.0 litros	94	56	93	100	100		
Heat 70 WG + Acetoclor 90 EC + Ametrina 80 WG	0.075 kilos + 2.0 litros + 1.80 litros	100	82	67	100	100		
2-4 D 72 SL + Acetoclor 90 EC + Ametrina 80 WG	1.5 litros + 2.0 litros + 1.80 litros	99	63	100	100	100		
Testibo Absoluto		0	0	0	0	0	0	

* Dosis comercial por ha

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

Referencias: Parámetros de control de malezas

Para el control específico de *Tripograndadisgrega* se observó que de los cinco tratamientos donde se incluyó el 2,4 D 72 SL con las mismas concentraciones, todos presentaron controles similares los cuales son considerados de la siguiente manera: el tratamiento 4 es catalogado con un control excelente, los tratamientos 2 y 6 son considerados en la categoría muy bueno y en la categoría bajo los tratamiento 8 y 10. El bajo control de estas últimas mezclas puede deberse a que la mezcla con pendimentalina 45 SC y Acetoclor 90 EC produce una reacción antagonista con el 2,4 D, a pesar de que tienen diferente rango de control de plantas.

En las mezclas en donde se incluyó el uso de Heat 70 WG en sustitución de 2,4-D los resultados fueron de la siguiente manera: el 82% de control presentó el tratamiento 9 con Acetoclor como variante del tratamiento 3, 5 y 7 los cuales presentaron 78%, 54% y 51% de control respectivamente. Contrariamente al 2,4-D, la mezcla con Heat 70 WG y Acetoclor 90 EC resultó en una potenciación del producto, para el control de *Tripograndadisgrega* no siendo así para la maleza *Phyllanthus niruri* donde se observó que la única mezcla catalogada en el rango de bajo control fue el *tratamiento 1* que incluye al producto Heat.

2.5.2. Evaluación a los 15 días después de la aplicación.

En el Cuadro 23, se observa el porcentaje de control de malezas 15 días después de la aplicación en los 11 Tratamientos.

Cuadro 23 Desempeño de los productos químico con bases Amina y Saflufenacil en el control de malezas en hoja ancha a los 15 días después de la Aplicación.

Tratamiento	Dosis com/ha*	Porcentaje de control de malezas									
		15 días después de la aplicación									
Heat 70 WG + Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG	0.035 kilos +0.45 kilos + 1.22 kilos	<i>Drymaria cordata</i>	100	<i>Tripoganda disgrega</i>	86	<i>Mollugo verticillata</i>	100	<i>Phyllanthus niruri</i>	100	<i>Trianthema portulacastrum</i>	100
2-4 D 72 SL + Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG	1.5 litros + 0.45 kilos + 1.22 kilos		100		98		100		100		100
Heat 70 WG + Terbutrina 50 SC + Ametrina 80 WG	0.035 kilos + 1.5 litros + 2.0 litros		100		78		100		100		100
2-4 D 72 SL + Terbutrina 50 SC + Ametrina 80 WG	1.5 litros + 1.5 litros + 2.0 litros		100		99		100		100		100
Heat 70 WG + Ametrina 80 WG + Diuron 80 WG	0.035 kilos + 2.0 litros + 1.22 kilos		97		53		100		100		100
2-4 D 72 SL + Ametrina 80 WG + Diuron 80 WG	1.5 litros + 2.0 litros + 1.22 kilos		100		89		100		100		100
Heat 70 WG + Pendimentalina 45 SC + Ametrina 80 WG	0.035 kilos + 2.0 litros + 2.0 litros		98		54		100		100		100
2-4 D 72 SL + Pendimentalina 45 SC + Ametrina 80 WG	1.5 litros + 2.0 litros + 2.0 litros		100		47		100		100		100
Heat 70 WG + Acetoclor 90 EC + Ametrina 80 WG	0.075 kilos + 2.0 litros + 1.80 litros		100		79		100		100		100
2-4 D 72 SL + Acetoclor 90 EC + Ametrina 80 WG	1.5 litros + 2.0 litros + 1.80 litros		100		89		100		100		100
Testigo Absoluto			0		0		0		0		0

* Dosis comercial por ha

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

Referencias: Parámetros de control de malezas

A los 15 días después de la aplicación, el tratamiento 4 (**1.5 litros de 2,4-D 72 SL + 1.5 litros de Terbutrina 50 SC + 2 litros de Ametrina 80WG**) presenta un excelente control, ocurriendo la misma situación que en la evaluación a los siete días, controlando con un 100% las malezas; *Drymaria cordata*, *Mollugo verticillata*, *Phyllanthus niruri* y *Trianthema portulacastrum* y un 99% en *Tripograndia disgrega*. Asimismo, el tratamiento 2 (**1.5 litros de 2,4-D 72 SL + 0.45 kilos de Hexazinona 75 WG + 1.22 de Diuron 80WG**) representa la segunda opción con un 100% de control en las malezas, *Drymaria cordata*, *Mollugo verticillata*, *Phyllanthus niruri* y *Trianthema portulacastrum* y un 98% en *Tripograndia disgrega*, como lo demuestran los resultados en el cuadro 23.

Además, se sigue observando que la maleza que presenta mayor resistencia a los tratamientos es la *Tripograndia disgrega*. Sin embargo, se observa que los tratamientos logran un control de malezas excelente, mostrando un porcentaje de control para la mezcla dos, incrementándose hasta un 99% de control en el tratamiento 4, ello conferido por la característica sistémica del producto 2,4 D SL. Por otro lado, se observa que para *Drymaria cordata* los tratamientos 5 y 7 que contiene Heat 70 WG, enfocado al control de hoja ancha, empieza a declinar observándose así la reacción de contacto que este producto tiene.

En el caso de la maleza *Tripograndia disgrega*, la mayoría de las mezclas de productos usados aumentaron o mantuvieron su control respecto a la observación a los siete días, siendo las que redujeron su porcentaje de control los tratamientos 5, 6, 7, 8, 9. Según los resultados, el tratamiento 8 declinó su control, comparado con el que mostraba a los siete días bajando de 56% a 47%, a los quince días después de aplicado el producto. Por otro lado, se observa que el tratamiento 1 contrasta en su comportamiento de control, yendo de un 31% hasta alcanzar un 86% de control, a los quince días después de aplicado.

2.5.3. Evaluación a los 30 días después de la aplicación.

A continuación se presenta el porcentaje de control de malezas a los 30 días después de la aplicación en los 11 Tratamientos (Cuadro 24).

Cuadro 24 Desempeño de los productos químico con bases Amina y Saflufenacil en el control de malezas en hoja ancha a los 30 días después de la Aplicación.

Tratamiento	Dosis com/ha*	Porcentaje de control de malezas							
		30 días después de la aplicación							
Heat 70 WG + Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG	0.035 kilos +0.45 kilos +1.22 kilos	100	48	100	100	100	100	100	100
2-4 D 72 SL + Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG	1.5 litros +0.45 kilos +1.22 kilos	100	84	100	100	100	100	100	100
Heat 70 WG + Terbutrina 50 SC + Ametrina 80 WG	0.035 kilos +1.5 litros +2.0 litros	100	0	100	100	100	100	100	100
2-4 D 72 SL + Terbutrina 50 SC + Ametrina 80 WG	1.5 litros +1.5 litros +2.0 litros	100	94	100	100	100	100	100	100
Heat 70 WG + Ametrina 80 WG + Diuron 80 WG	0.035 kilos + 2.0 litros +1.22 kilos	100	32	100	100	100	100	100	100
2-4 D 72 SL + Ametrina 80 WG + Diuron 80 WG	1.5 litros + 2.0 litros +1.22 kilos	99	71	100	100	100	100	100	100
Heat 70 WG + Pendimetalina 45 SC + Ametrina 80 WG	0.035 kilos +2.0 litros +2.0 litros	99	7	100	100	100	100	100	100
2-4 D 72 SL + Pendimetalina 45 SC + Ametrina 80 WG	1.5 litros +2.0 litros +2.0 litros	100	0	100	100	100	100	100	100
Heat 70 WG + Acetoclor 90 EC + Ametrina 80 WG	0.075 kilos +2.0 litros +1.80 litros	100	2	100	100	100	100	100	100
2-4 D 72 SL + Acetoclor 90 EC + Ametrina 80 WG	1.5 litros +2.0 litros +1.80 litros	87	46	100	100	100	100	100	100
Testigo Absoluto		0	0	0	0	0	0	0	0

*Dosis comercial por ha

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

Referencias: Parámetros de control de malezas

En base a las lecturas de parámetros y análisis de las mismas se determinó que a los 30 días después de la aplicación, el tratamiento con mayor porcentaje de control fue el 4 (**1.5 litros de 2,4-D 72 SL + 1.5 litros de Terbutrina 50 SC + 2 litros de Ametrina 80WG**) con un 100% de control en las malezas, *Drymaria cordata*, *Mollugo verticillata*, *Phyllanthus niruri* y *Trianthema portulacastrum* y un 94% en *Tripograndia disgrega*. Asimismo, la segunda opción es el tratamiento 2(**1.5 litros de 2,4-D 72 SL + 0.45 kilos de Hexazinona 75 WG + 1.22 de Diuron 80WG**) con un 100% de control en las malezas *Drymaria cordata*, *Mollugo verticillata*, *Phyllanthus niruri* y *Trianthema portulacastrum* y un 84% en *Tripograndia disgrega*.

En el cuadro 24 se observa que el comportamiento de los tratamientos para cuatro de las cinco malezas evaluadas tiene un control catalogado como excelente, siendo la única excepción de estas el tratamiento 10, para el caso de *Drymaria Cordata*, la cual tuvo una reducción de 13% en su control, pasando de excelente control a control muy bueno. Además para el control de *Tripograndia disgrega* todos los tratamientos perdieron su efecto residual, ya que todas estas empezaron a perder porcentajes de control, incluso los tratamientos 3 y 8 llegaron a 0% de control. Siendo siempre los tratamientos 4 y 2 los que ejercen mayor control pero con disminución de su porcentaje cada una.

Los tres tratamientos en los que se obtuvo el valor más alto de control son 4, 2 y 6, ya que tienen los valores más altos de control entre las diez mezclas usadas, con un 94%, 84% y 71% respectivamente. Cabe resaltar que los 3 tratamientos contienen 2,4 D, comparando con Heat, ya que el valor más alto para las mezclas de este producto es 48%, correspondiente al tratamiento 1.

2.5.4. Evaluación a los 45 días después de la aplicación.

En el Cuadro 25 se observa el porcentaje de control de malezas 15 días después de la aplicación en los 11 Tratamientos.

Cuadro 25. Desempeño de los productos químico con bases Amina y Saflufenacil en el control de malezas en hoja ancha a los 45 días después de la Aplicación.

Tratamiento	Dosis com/ha*	Porcentaje de control de malezas 45 días después de la aplicación							
		<i>Drymaria cordata</i>	<i>Tripograndia disgrega</i>	<i>Mollugo verticillata</i>	<i>Phyllanthus niruri</i>	<i>Trianthema portulacastrum</i>			
Heat 70 WG + Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG	0.035 kilos + 0.45 kilos + 1.22 kilos	100	35	100	100	100			
2-4 D 72 SL + Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG	1.5 litros + 0.45 kilos + 1.22 kilos	100	46	0	100	100			
Heat 70 WG + Terbutrina 50 SC + Ametrina 80 WG	0.035 kilos + 1.5 litros + 2.0 litros	100	0	100	100	100			
2-4 D 72 SL + Terbutrina 50 SC + Ametrina 80 WG	1.5 litros + 1.5 litros + 2.0 litros	100	63	50	100	100			
Heat 70 WG + Ametrina 80 WG + Diuron 80 WG	0.035 kilos + 2.0 litros + 1.22 kilos	93	0	83	100	100			
2-4 D 72 SL + Ametrina 80 WG + Diuron 80 WG	1.5 litros + 2.0 litros + 1.22 kilos	100	52	100	100	100			
Heat 70 WG + Pendimetalina 45 SC + Ametrina 80 WG	0.035 kilos + 2.0 litros + 2.0 litros	100	9	100	100	100			
2-4 D 72 SL + Pendimetalina 45 SC + Ametrina 80 WG	1.5 litros + 2.0 litros + 2.0 litros	86	65	100	100	100			
Heat 70 WG + Acetoclor 90 EC + Ametrina 80 WG	0.075 kilos + 2.0 litros + 1.80 litros	100	12	100	100	100			
2-4 D 72 SL + Acetoclor 90 EC + Ametrina 80 WG	1.5 litros + 2.0 litros + 1.80 litros	59	0	100	100	100			
Testigo Absoluto		0	0	0	0	0			

* Dosis comercial por ha

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

Referencias: Parámetros de control de malezas

En el último muestreo realizado podemos observar que según los parámetros de control de malezas es clasificado como: muy bueno (85 a 94%) ver cuadro 20. De acuerdo a los resultados mostrados en el comportamiento de los tratamientos evaluados, todas las mezclas proporcionaron un periodo de control de malezas de hoja ancha superior a 45 días después de la aplicación. Las mezclas que presentaron un mejor control fueron: El tratamiento 4 (**1.5 litros de 2,4-D 72 SL + 0.45 kilos de Hexazinona 75 WG + 1.22 de Diuron 80WG**) el tratamiento 8 **2,4-D 72 SL + Pendimetalina 45 SC + Ametrina 80WG** con un 100% de control en las malezas; *Drymaria cordata*, *Phyllanthus niruri*, y *Trianthema portulacastrum*, con un 50% para *Mollugo verticillata*, y por último controlando a *Tripograndia disgrega*, con un valor de 63%, correspondiendo el segundo valor más alto de control al tratamiento 6 (**1.5 litros de 2,4-D 72 SL + 2 litros de Ametrina 80WG + 1.22 kilos de Diuron 80WG**) con un 100% de control en las malezas; *Drymaria cordata*, *Mollugo verticillata*, *Phyllanthus niruri* y *Trianthema portulacastrum* y un 52% en *Tripograndia disgrega*.

De acuerdo al cuadro 25, el tratamiento que presentó el mejor control a los 45 días, para el caso de las mezclas que utilizan Heat, es el 1 (0.035 Kilos de Heat 70 WG + 0.45 kilos de Hexazinona 75 WG + 1.22 Kilos de Diuron 80 WG), pero este tratamiento a nivel general se encuentra en el puesto número 4, con menor porcentaje de control comparado con los tratamientos 4, 6 y 8, los cuales poseen como base de mezcla 2,4-D.

El cuadro 26. Describe cada uno de los tratamientos y sus dosis así como el efecto que causaron en el control de las diferentes malezas de hoja ancha en función del tiempo comparando cada tratamiento con un testigo absoluto. Aquí se puede observar que el tratamiento que muestra mejor efecto sobre malezas de hoja ancha es el tratamiento 4 (**1.5 litros de 2,4-D 72 SL + 1.5 litros de Terbutrina 50 SC + 2 litros de Ametrina 50 SC**). La razón por la que este tratamiento resulta más efectivo es debido a que dos de sus ingredientes activos son sistémicos afectando a las malezas de hoja ancha.

Cuadro 26 Porcentaje de cada especie de malezas presente en cada tratamiento a los 7,15, 30 y 45 días después de la aplicación.

Tratamiento	Dosis com/ha	DRY	TDI	MOL	PHY	TPO	DRY	TDI	MOL	PHY	TPO	DRY	TDI	MOL	PHY	TPO	DRY	TDI	MOL	
		7dda	7dda	7dda	7dda	7dda	15dda	15dda	15dda	15dda	15dda	30dda	30dda	30dda	30dda	30dda	30dda	45dda	45dda	45dda
1	Heat 70 WG + Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG	0.035 kilos + 0.45 kilos + 1.22 kilos	100	55	100	100	100	86	100	100	100	100	100	48	100	100	100	100	35	100
2	2-4 D 72 SL + Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG	1.5 litros + 0.45 kilos + 1.22 kilos	100	88	100	100	93	100	98	100	100	100	100	84	100	100	100	100	46	0
3	Heat 70 WG + Terbutrina 50 SC + Ametrina 50 SC	0.035 kilos + 1.5 litros + 2.0 litros	100	78	100	100	100	78	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	100	
4	2-4 D 72 SL + Terbutrina 50 SC + Ametrina 50 SC	1.5 litros + 1.5 litros + 2.0 litros	100	99	100	100	100	99	100	100	100	100	94	100	100	100	100	63	50	
5	Heat 70 WG + Ametrina 50 SC + Diuron 80 WG	0.035 kilos + 2.0 litros + 1.22 kilos	100	54	100	100	100	97	53	100	100	100	32	100	100	100	93	0	83	
6	2-4 D 72 SL + Ametrina 50 SC + Diuron 80 WG	1.5 litros + 2.0 litros + 1.22 kilos	100	92	100	100	100	89	100	100	100	99	71	100	100	100	100	52	100	
7	Heat 70 WG + Pendimetalina 45 SC + Ametrina 50 SC	0.035 kilos + 2.0 litros + 2.0 litros	100	51	100	100	100	98	54	100	100	99	7	100	100	100	100	9	100	
8	2-4 D 72 SL + Pendimetalina 45 SC + Ametrina 50 SC	1.5 litros + 2.0 litros + 2.0 litros	94	56	93	100	100	47	100	100	100	100	0	100	100	100	86	65	100	
9	Heat 70 WG + Acetocloro 90 EC + Ametrina 50 SC	0.075 kilos + 2.0 litros + 1.80 litros	100	82	67	100	100	79	100	100	100	100	2	100	100	100	100	12	100	
10	2-4 D 72 SL + Acetocloro 90 EC + Ametrina 50 SC	1.5 litros + 2.0 litros + 1.80 litros	99	63	100	100	100	89	100	100	100	87	46	100	100	100	59	0	100	
11	Testigo Absoluto		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Referencias: dda: Días después de Aplicado

Dosis com/ha: dosis comercial por ha

DRY	<i>Drymaria cordata</i>
TDI	<i>Tripograndia disgrega</i>
MOL	<i>Mollugo verticillata</i>
PHY	<i>Phyllanthus niruri</i>
TPO	<i>Trianthema portulacastrum</i>

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

Referencias: Nomenclatura de malezas.

Referencias: Parámetros de control de malezas.

2.5.5. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

En el Cuadro 27, se observa el Análisis de Varianza en el control de malezas a los 30 días después de la aplicación en los 11 tratamientos. La lectura efectuada a los 30 días después de la aplicación, se considera como el periodo óptimo para determinar el control de malezas que puede ofrecer cada tratamiento, debido a que en este periodo se encuentra un balance entre el efecto de los productos evaluados y la presencia de malezas que germinan. Para la evaluación de los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza, con el propósito de poder determinar estadísticamente las diferencias entre el control de malezas de hoja ancha en post-emergencia media a tardía, brindadas por cada tratamiento.

Cuadro 27 Análisis de varianza control de malezas de hoja ancha a los 30 dda.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F. calc.	Significancia
Bloques	0.58	3	0.19	3.17	0.039
Tratamientos	5.58	10	0.56	9.53	<0.0001
Error	1.76	30	0.06		
Total	7.91	43			

Referencias:

C.V. = 24.42

Como se puede observar en el cuadro 27, existe evidencia estadística que indica que los tratamientos en base a 2,4-D comparados con los tratamientos en base a Saflufenacil muestran diferencia significativa en el control de malezas de hoja ancha, como lo indica p-valor = 0.0001 con un 95% de confianza.

Al haber obtenido diferencias significativas en el control mostrado por los tratamientos, se procedió a realizar una prueba de comparación de medias por el criterio de Duncan, para determinar que tratamientos son similares y así poderlos agrupar e identificar su comportamiento.

Cuadro 28 Prueba de medias de porcentaje de control de malezas en los tratamientos utilizando.

TRATAMIENTOS		Dosis Com/ha	GRUPO DUNCAN	
4	2-4 D 72 SL + Terbutrina 50 SC + Ametrina 50 SC	1.5 lt + 1.5 litros + 2.0 litros	A	
1	Heat 70 WG + Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG	0.035 kilos + 0.45 kilos + 1.22 kilos	A	B
6	2-4 D 72 SL + Ametrina 50 SC + Diuron 80 WG	1.5 litros + 2.0 litros + 1.22 kilos	A	B
2	2-4 D 72 SL + Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG	1.5 litros + 0.45 kilos + 1.22 kilos	A	B
8	2-4 D 72 SL + Pendimentalina 45 SC + Ametrina 50 SC	1.5 litros + 2.0 litros + 2.0 litros		B
5	Heat 70 WG + Ametrina 50 SC + Diuron 80 WG	0.035 kilos + 2.0 litros + 1.22 kilos		B
10	2-4 D 72 SL + Acetoclor 90 EC + Ametrina 50 SC	1.5 litros + 2.0 litros + 1.80 litros		B
7	Heat 70 WG + Pendimentalina 45 SC + Ametrina 50 SC	0.035 kilos + 2.0 litros + 2.0 litros		B
3	Heat 70 WG + Terbutrina 50 SC + Ametrina 50 SC	0.035 kilos + 1.5 litros + 2.0 litros		B
9	Heat 70 WG + Acetoclor 90 EC + Ametrina 50 SC	0.075 kilos + 2.0 litros + 1.80 litros		B
11	Testigo Absoluto			C

Referencias: Letras distintas indican diferencias significativas

En el cuadro 28, se puede observar que existen tres grupos (A, B y C) según la prueba de Duncan, entre los tratamientos evaluados para el control de malezas de hoja ancha en donde encontramos los tratamientos 4, 1, 6 y 2 que pertenecen al grupo A, los cuales logran un mayor efecto sobre el control de malezas de hoja ancha en el cultivo de caña de azúcar. Este grupo está conformado por 4 tratamientos y se observa que solo uno tiene base de Saflufenacil (tratamiento 1) y los restantes 3 tienen como base 2,4-D.

El grupo B está integrado por los tratamientos 8, 5, 10, 7, 3, 9. Para este grupo de 6 tratamientos se define que tienen un comportamiento similar, para lo cual se resalta que uno de los tratamientos tiene una dosis más alta (tratamiento 9 contiene el doble producto que el tratamiento 1 que está en el grupo A y que el tratamiento 3, 5, 7 que está en el grupo B) y aun así su comportamiento está en un mismo grupo, lo que indica que la dosis duplicada no tiene ningún beneficio. Con el fin de evaluar la eficiencia del herbicida Heat como alternativa al 2,4-D se duplicó la dosis del mismo.

El grupo C está conformado por el testigo absoluto, tratamiento que se incluyó para ser comparado con los demás tratamientos y así poder identificar cuáles son las diferencias que existen.

Debido a que se busca una alternativa para el uso de 2,4-D se determinó que el tratamiento 1 es la mejor alternativa para el control de malezas de hoja ancha, en el cultivo de caña de azúcar, y el cual tiene como base al ingrediente Saflufenacil con una dosificación de 0.035 kilos.

2.5.6. Fitotoxicidad en el Cultivo de Caña de Azúcar

Como puede observarse en el Cuadro 29, a excepción de dos mezclas: **Heat 70 WG + Acetocloro 90 EC (2.0 lt/ha) + Ametrina 50 SC (1.8 lt/ha)** y **2,4-D 72 SL + Acetocloro 90 EC (2.0 lt/ha) + Ametrina 50 SC (1.8 lt/ha)**. Ambos tratamientos presentan de 1-3.5 % el cual indica un síntoma muy ligero de toxicidad según la escala European Weeds Research Society sobre el cultivo de caña de Azúcar, el resto de tratamientos evaluados no presentan efectos de fitotoxicidad. En las condiciones del ensayo tanto el producto con ingrediente activo Aminas o Saflufenacil, no presenta síntomas indicativos de toxicidad en el cultivo de caña de azúcar, con estos resultados podemos determinar que no presenta efectos, ni daños en la planta.

Cuadro 29. Evaluación de la fitotoxicidad a los 30 días después de la aplicación.

Tratamientos		Dosis comercial/Hectarea	Fitotoxicidad en el cultivo	
			Porcentaje	Efecto sobre el cultivo
1	Heat 70 WG + Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG	0.035 kilos + 0.45 kilos + 1.22 kilos	0.0-1.0	Sin efecto
2	2-4 D 72 SL + Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG	1.5 litros + 0.45 kilos + 1.22 kilos	0.0-1.0	Sin efecto
3	Heat 70 WG + Terbutrina 50 SC + Ametrina 50 SC	0.035 kilos + 1.5 litros + 2.0 litros	0.0-1.0	Sin efecto
4	2-4 D 72 SL + Terbutrina 50 SC + Ametrina 50 SC	1.5 litros + 1.5 litros + 2.0 litros	0.0-1.0	Sin efecto
5	Heat 70 WG + Ametrina 50 SC + Diuron 80 WG	0.035 kilos + 2.0 litros + 1.22 kilos	0.0-1.0	Sin efecto
6	2-4 D 72 SL + Ametrina 50 SC + Diuron 80 WG	1.5 litros + 2.0 litros + 1.22 kilos	0.0-1.0	Sin efecto
7	Heat 70 WG + Pendimetalina 45 SC + Ametrina 50 SC	0.035 kilos + 2.0 litros + 2.0 litros	0.0-1.1	Sin efecto
8	2-4 D 72 SL + Pendimetalina 45 SC + Ametrina 50 SC	1.5 litros + 2.0 litros + 2.0 litros	0.0-1.2	Sin efecto
9	Heat 70 WG + Acetoclor 90 EC + Ametrina 50 SC	0.075 kilos + 2.0 litros + 1.80 litros	1.0-3.5	Síntomas muy ligeros
10	2-4 D 72 SL + Acetoclor 90 EC + Ametrina 50 SC	1.5 litros + 2.0 litros + 1.80 litros	1.0-3.5	Síntomas muy ligeros

2.6. CONCLUSIONES

- 2.6.1.** De los productos evaluados al menos un (tratamiento 1) cuyo ingrediente activo base es el Saflufenacil no posee diferencia estadística significativa con los que están en base a 2,4-D (grupo A en prueba de Duncan) por lo que podemos concluir que Saflufenacil con una dosis de 0.035 kilo, es una alternativa para el control de malezas de hoja ancha en caña de azúcar.
- 2.6.2.** De los 11tratamientos evaluados 2 presentaron síntomasfitotóxicos ambos presentan un porcentaje de 1-3.5 % de modificación del color de la hoja, el cual indica que es un síntoma muy ligero según cuadro de European Weeds Research Society. Los tratamientos que causaron síntomas fitotóxicos fueron: ***Heat 70 WG (0.075 Kg/ha) + Acetocloro 90 EC (2.0 Litros/ ha) + Ametrina 50 SC (1.8 Litros / ha)*** y ***2,4-D 72 SL (1.5 Litros / ha) + Acetocloro 90 EC (2.0 Litros / ha) + Ametrina 50 SC (1.8 Litros / ha)***.

2.7. RECOMENDACIONES

Con el fin de obtener un manejo seguro y selectivo de la vegetación espontánea perteneciente a la sub-clase Magnoliopsida (malezas de hoja ancha) y basado en los resultados obtenidos en la evaluación, se hacen las siguientes recomendaciones:

- 2.7.1. Continuar con estudios similares, evaluando la eficiencia, selectividad y volatilidad del herbicida con ingrediente activo Saflufenacil en el cultivo de caña de azúcar.
- 2.7.2. En la actualidad el uso de 2,4-D está siendo restringido y en el futuro será prohibido por aspectos ambientales, teniendo estas restricciones se recomienda el tratamiento 1 (**Heat 70 WG (0.035 Kg/ha) + Hexazinona 75 WG (0.45 Kg/ha) + Diuron 80 WG (1.22 Kg/ha)**) como una alternativa para el control de maleza de hoja ancha en el cultivo de caña de azúcar.

2.8. BIBLIOGRAFÍA

1. AZASGUA (Asociación de Azucareros de Guatemala, GT). 2010. Informe anual 2009-2010. Azasgua 2010:5-10.
2. Bárcia, R. 1902. Primer diccionario etimológico de la lengua española. Barcelona, España, Libertaria Prodhufi. 506 p.
3. BASF, GT. 2010. Información técnica de agroquímicos. Guatemala. 113 p.
4. Bejarano González, F. 2007. El 2,4-D razones para su prohibición mundial. México, Cooperativa Tlatolli. p. 32-35.
5. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación en Caña de Azúcar, GT). 2010. Variedades en expansión y promisorias de caña de azúcar para la agroindustria azucarera guatemalteca. Guatemala. 20 p.
6. DUPONT, GT. 2007. Información técnica de agroquímicos. Guatemala. p. 20-30.
7. Espinoza, G; Joel, M. 2009. Catálogo de herbicidas. Guatemala, Cengicaña. p. 8-18.
8. FAO, IT. 1998. Período crítico de interferencia de las malezas en caña de azúcar (en línea). Roma, Italia. Consultado 15 mar 2011. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s00.htm#contents>
9. Flores, S. 1976. Manual de caña de azúcar. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación. 120 p.
10. Humbert, P. 1974. El cultivo de caña de azúcar. México, Continental. 119 p.
11. Klingma, G. 1966. Weed control as a science. New York, US, JohnnWilwey. 45p.
12. Lencse, R; Griffin, J. 1991. Itchgrass (*Rottboelliacochinchinensis*) interference in sugarcane (*Saccharum* spp.). Louisiana, US, WeedTechnology. p. 205-211.

13. Leonardo, A. 1998. Manual para la identificación y manejo de las principales malezas en caña de azúcar. Guatemala, Cengicaña. p. 101-128.
14. Martínez, J. 1983. Época crítica de competencia de malezas de caña de azúcar. Guatemala, ATAGUA. p. 2-19.
15. Martínez, L. 2002. Evaluación de doce mezclas de herbicidas en caña de azúcar plantía, en finca cañaverales, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Escuintla, Guatemala, USAC, CUNSUR. 85 p.
16. Martínez, M. 2008. Evaluación del herbicida Baton (2,4-D) para mostrar su eficiencia, selectividad y no volatilidad en el control de malezas de hoja ancha en diversos cultivos de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 80 p.
17. Martínez, O; Pineda, L. 2000. Manual de prácticas de laboratorio para el curso de ecología y control de malezas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 40.p
18. Merkle, R. 2007. Bayer cropscience. Guatemala, Bayer. 66 p.
19. Montepeque, R. 2010. Descripción de mezclas de herbicidas usadas a nivel comercial (entrevista). Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón, Departamento de Agronomía.
20. Rincón, D. 1962. Control químico de malezas. Carcas, Venezuela, Servicio Shell para el Agricultor. 95 p.
21. Subiroón Ruiz, F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. San José, Costa Rica, Euned. 60 p.
22. SYNGENTA, GT. 2003. Información técnica de agroquímicos. Guatemala. 65 p.
23. Vibrans, H. 2011. Malezas de México (en línea). México, CONABIO. Consultado 20 nov 2011. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/caryophyllaceae/drymaria-cordata/fichas/ficha.htm>

24. Ware, G; David, W. 2004. Introducción a los insecticidas. E.E.U.U, University of Minnessota. p. 10-18. (Textos Mundiales de MIP).

25. WeedSciencia Society of America, US. 1983. Herbicidehandbook. Illinois, US. 515 p.

CAPÍTULO III

***INFORME DE SERVICIOS PRESTADOS EN LA CORPORACIÓN
PANTALEÓN, SIQUINALA, ESCUINTLA***

3.1. PRESENTACIÓN

En la estructura del área agrícola de Pantaleón existe el proceso de producción de caña, el cual es responsable de obtener la mayor productividad en las fincas bajo su administración, para ello hace uso de diferentes prácticas agrícolas, dentro ellas podemos mencionar la aplicación de nutrientes específicos y en tiempo adecuado ya que estas fortalecen los cañaverales para obtener un rendimiento positivo. La decisión de efectuar esta práctica se determina conociendo el índice de desarrollo (IDD) el cual se mide a los 5 meses de edad. Otra de las prácticas con fines de mejorar la producción de caña por unidad de área es la utilización de inhibidores para reducir la emergencia de la flor en variedades que presentan un alto porcentaje de desarrollo floral. Por lo anteriormente se determinó la necesidad de realizar los siguientes servicios: ***“Índice de Muestreo de desarrollo a los 5 meses de edad”***, ***“Acciones para la corrección del IDD en el cultivo de caña de azúcar”*** y ***“Análisis de efecto de Ethephon como inhibidor de la floración en la caña de azúcar”***, con la idea de conocer el impacto que contribuye cada una de esas prácticas en la producción de caña.

El estudio del muestreo de índice de desarrollo y acciones correctivas se determinó a través de los ensayos en las fincas El Bálsamo y Churubusco de la región central de Pantaleón, el trabajo de inhibidores de floración fue realizado en finca Limones, Pantaleón.

3.2. ÁREA DE INFLUENCIA

El área estuvo enmarcada en la zona central de la Corporación Pantaleón-Concepción, la cual se encuentra en el Km 86.5 carretera al Pacifico Siquinalá, Escuintla, Guatemala. Se encuentra a 14° 19" Latitud Norte y 90° 59" Longitud Oeste, a una elevación de 420 metros sobre el nivel del mar. En cuanto a extensión territorial, cuenta aproximadamente con más de 58,000 hectáreas ubicadas dentro de las administraciones que le corresponde a la corporación Pantaleón Concepción. Delimitados en cuatro estratos altitudinales:

- Estrato alto
- Estrato medio
- Estrato bajo
- Estrato litoral

3.3. OBJETIVO GENERAL

Apoyar a la Corporación Pantaleón-Concepción en el establecimiento, coordinación y análisis de ensayos de campo.

3.4. SERVICIOS PRESTADOS

3.4.1. ÍNDICE DE MUESTREO DE DESARROLLO (IDD) A LOS 5 MESES DE EDAD EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR

3.4.1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La fertilización aérea a los 6 meses de edad en el cultivo de caña de azúcar, es una medida correctiva a causa de una bajo desarrollo del cultivo, por circunstancias ajenas a su manejo, tales como, exceso de lluvias, daño por plagas, como base de un sistema de medición, el IDD (Índice de Desarrollo), es un indicador del estado de desarrollo de la planta determinado a la edad de 5 meses de edad del cultivo.

Esta práctica toma en consideración variables tales como: número de tallos por metro lineal, diámetro del tallo, longitud del tallo y peso de la caña. Los tallos a medir son aquellos que van a llegar a ser productivos los cuales tienen que ser representativos en la muestra tomada.

3.4.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el índice de desarrollo a los 5 meses de edad del cultivo de caña de azúcar.

3.4.1.3. METODOLOGÍA

- A. Se realiza un monitoreo en dos fincas El Bálsamo (30.22 ha) y El Churubusco (15.47 ha).
- B. Cada finca fue muestreada seleccionando 20 puntos al azar, en cada punto fueron medidos 30 m lineales.
- C. Se inicia la sistematización del muestreo por punto, a cada 5m (6 en total).
- D. En cada punto se escoge una macolla y se seleccionan dos tallos representativos (primario y secundario), utilizando para ello:
 - a. Peso de la caña, mediante el corte de la base de cogollo al quiebre del mismo (se debió de hacerle fuerza hacia abajo para separar la parte tierna de la parte sazón).
 - b. La altura de la caña de azúcar, a la primera lígula visible.
 - c. El diámetro en la parte media del tallo.

3.4.1.4. RESULTADOS

A. Rendimiento

En la Figura 1 se puede observar los resultados estimados de rendimiento, el cual se considera 48.85 y 49.87 ton/ha de las fincas Bálamo y Churubusco respectivamente, según los parámetros definidos para esas fincas, a los 5 meses tienen que estar entre los valores 55-60 TCH. Por lo que según este análisis es necesario realizar enmiendas de corrección en estas fincas ya que a la edad de 5 meses el parámetro de medición de toneladas de caña por hectárea se encuentra por debajo de los valores indicados (Cuadro 30).

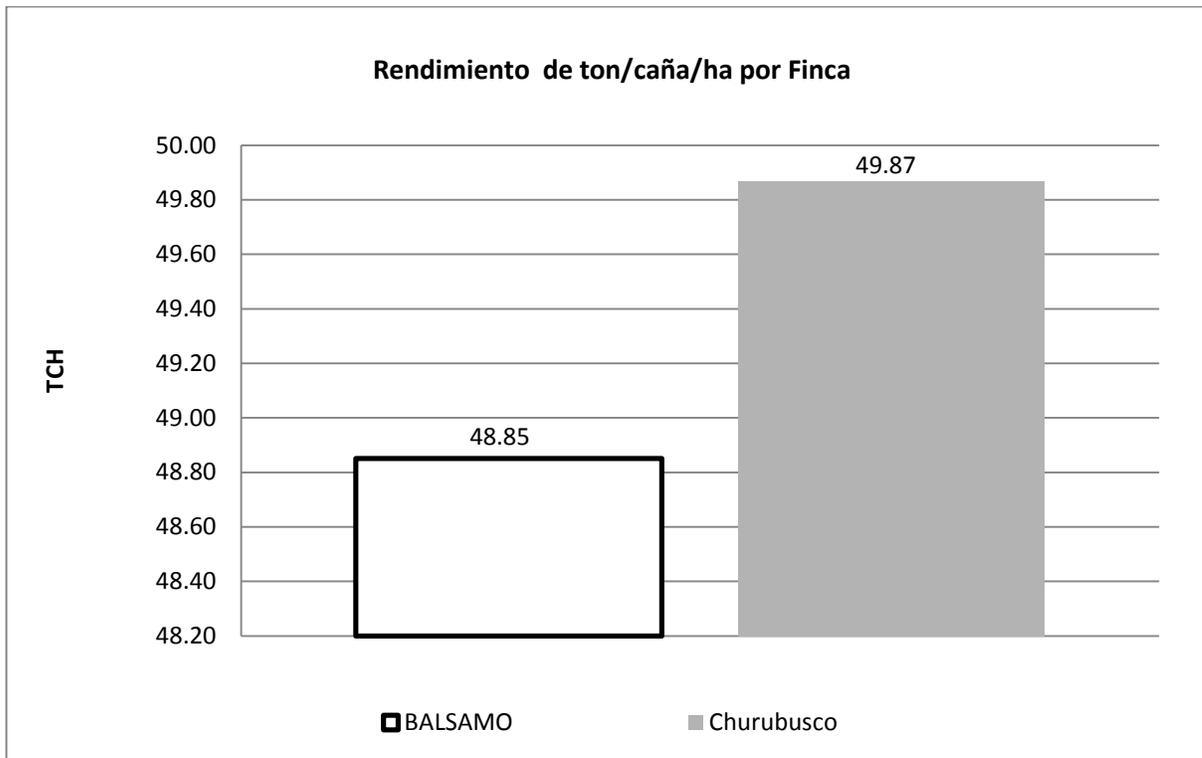


Figura 1. Rendimiento en tonelada por hectárea de caña en las fincas Bálamo y Churubusco.

B. Peso de la caña de azúcar

La Figura 2 muestra los valores obtenidos de peso de caña a los 5 meses de edad del cultivo, en base al análisis y de acuerdo a los parámetros estimados de peso para la Finca El Bálsamo 1.0kg y Finca Churubusco 1.42 kg respectivamente. Los valores de peso en los tallos debe estar por encima del 90% (Finca El Bálsamo >0.92 Kg y Finca Churubusco >1.36 kg), de no ser así se deberá proceder a realizar las enmiendas necesarias.

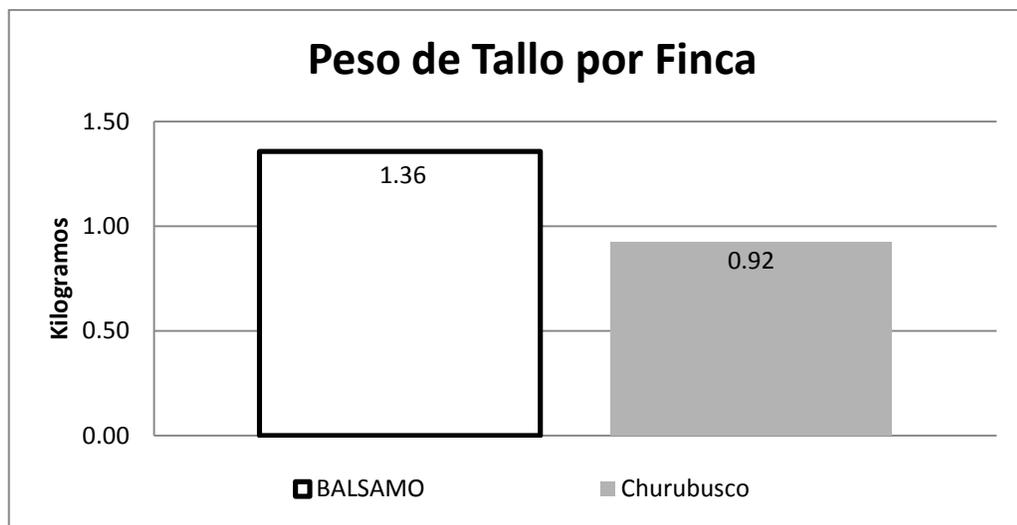


Figura 2 *Peso del tallo de caña en fincas Bálsamo y Churubusco*

C. Altura de la caña de azúcar

En la Figura 3 indica la altura de caña en los muestreos realizados a los 5 meses en las ambas fincas (Bálsamo y Churubusco), según el análisis únicamente en la finca Churubusco es necesario realizar la corrección de enmienda ya que el valor de la altura de la caña en esta finca a los 5 meses, esta por debajo del parámetro establecido, el valor debería de estar dentro de un rango de altura entre 1.60-1.65 m.

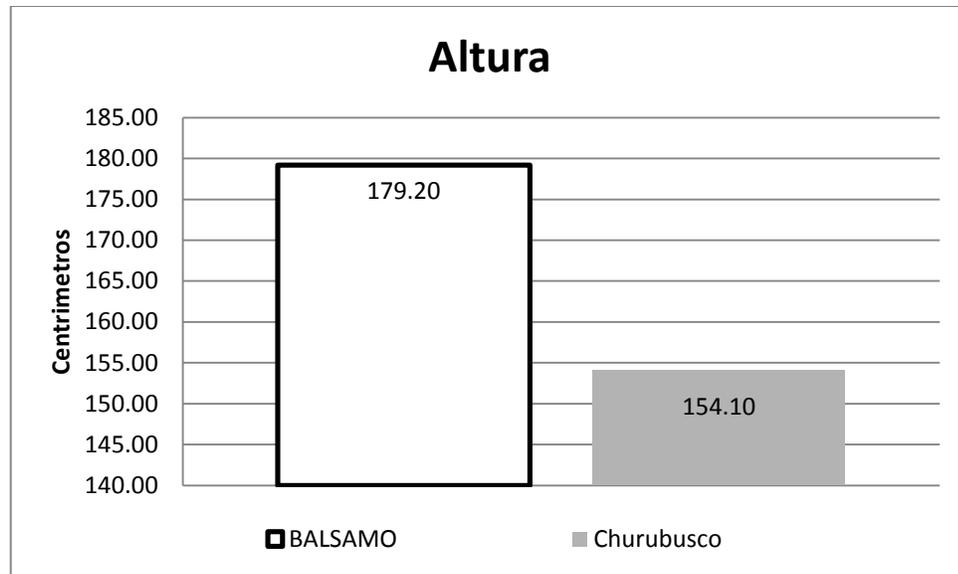


Figura 3. Altura de caña de azúcar en fincas: Bálamo y Churubusco

Basándose en el índice de muestreo de desarrollo para la finca el Bálamo podemos observar que las toneladas de caña de azúcar, tallos/ ha, peso/ tallo y altura de tallos. Estos datos fueron utilizados para determinar la enmienda adecuada utilizando para ello el Cuadro 30, donde podemos observar que los resultados del muestreo de IDD a los 5 meses: Para la finca El Bálamo se enmarcan dentro de los parámetros de la enmienda número 5, la cual está compuesta de: 40kg/ha de N + 20kg/ha de K₂O. Para la finca Churubusco se utilizó la misma metodología y se determinó que la enmienda para esta finca es la numero 6 la cual está compuesta de: 40kg/ha de N + sulfato de amonio 180 kg/ha. + Gómez reforzada (25% más de nitrógeno o 15 kilogramos de Urea)

Cuadro 30 Enmiendas para la corrección en el desarrollo de la caña de azúcar a los 5 meses de edad.

Opciones	Población	TCH 5 meses	Peso Tallo	Altura Tallo	Observación
1	< 80 %				Lotes que se deben renovar, resiembra próxima. Temporada. En la presente zafra no hacer nada adicional
2	> 90 %	> 90 %			No hacer nada adicional
3		> 90 %	> 100 %	> 100 %	Formula Dr. Gómez
4		> 90 %	> 100 %	< 100 %	Formula Dr. Gómez reforzada con 25 % adicional de fert. Nitrogenados (reforzada)
5		> 90 %	< 100 %	> 100 %	Aplicación adicional 40 kg/ ha de N + 20 kg/ ha de K ₂ O ó Sulfato de amonio 180 kg/ ha
6		> 90 %	< 100 %	< 100 %	Aplicación adicional 40 kg/ ha de N + 20 kg/ ha de K ₂ O ó Sulfato de amonio 180 kg/ ha + Gómez reforzada

3.4.2. ACCIONES PARA LA CORRECCIÓN DEL IDD (ÍNDICE DE DESARROLLO) EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR

3.4.2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años se han encontrado lotes de bajo rendimiento de caña de azúcar, a causa en parte de las condiciones climáticas adversas (fluctuaciones bien marcadas de temperaturas, aumento en la radiación solar por hora, precipitaciones pluviales intensas con mayor duración, inundaciones, entre otros). Con base a lo anterior, el presente ensayo determinó que la productividad de la caña de azúcar esta directamente influenciada por las condiciones climáticas imperantes en los últimos años en sitio. Por lo que se evaluó y a la vez se propusieron nuevas técnicas, que buscan favorecer el rendimiento por hectárea para este cultivo.

3.4.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar el comportamiento en los lotes donde se hizo el estudio.
- Conocer la respuesta de las enmiendas de nutriente aplicadas.

3.4.2.3. METODOLOGÍA

- A. De las enmiendas propuestas del servicio anterior (Cuadro 30), se procede a identificar y seleccionar lotes (se utilizaron los datos del muestreo de IDD el cual nos indico la condición en que se encuentra el lote muestreado).
- B. Posteriormente se observo el área y se realizo los trazos de las parcelas del ensayo.
- C. Se procede a realizar la aplicación del fertilizante de la siguiente manera: granulado mediante el uso de avioneta con una descarga de ancho de faja de 24 m lineales; líquido se realiza con helicóptero con una cortina de aspersión que tiene un ancho de faja de 16 m lineales.
- D. Por último, se colectaron los datos de cosecha tomando en cuenta el número de chorras (conformados por 5 surcos de caña).En cada uno de los tratamientos se peso con la finalidad de cuantificar el rendimiento.

3.4.2.4. RESULTADOS

A. El Bálsamo

a. Longitud de Tallo

En la Figura 4 se observa la longitud de caña de azúcar en finca el Bálsamo, la medición se realizó en metros, además se muestra el comportamiento a los 8, 9 y 10 meses de edad. Como puede observarse a los 10 meses de edad en la respuesta de los

tratamientos, el aplicado tuvo un incremento de 0.07 m pero el testigo no mostro incremento en la longitud del tallo. Por lo que opción 5 (40 kg/ha de N + 20 kg/ha de K₂O) indica que existe un aumento en la longitud del cañal al realizar la aplicación.

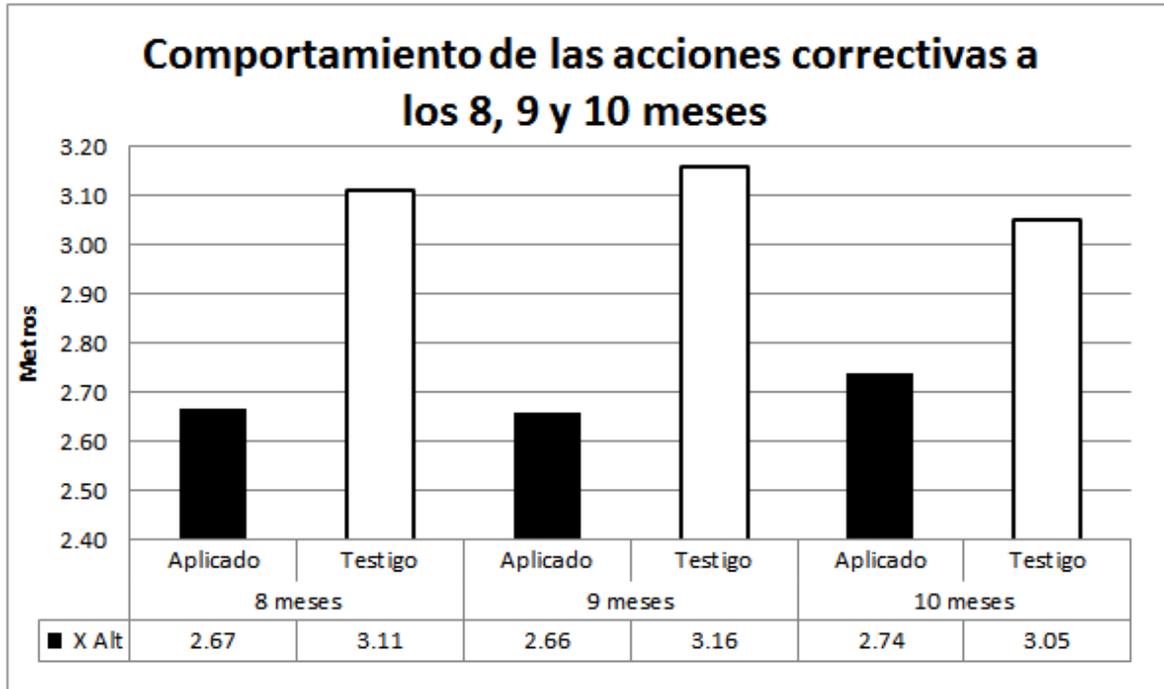


Figura 4 Longitud en metros de tallos de caña de azúcar en finca El Bálsamo.

b. Diámetro de Tallo

En la Figura 5, se observa el diámetro en centímetros de los tallos de caña de azúcar de finca el Bálsamo, según el análisis de los datos se observa que a los 8 meses de edad el testigo es superior al aplicado en 0.19 centímetros, sin embargo las lecturas a los 10 meses de edad los resultados son diferentes ya que el tratamiento aplicado fue superior en 0.07 en centímetros respecto al testigo. La reducción del diámetro de los tallos del tratamiento testigo obedece al beneficio obtenido por la aplicación de la fertilización.

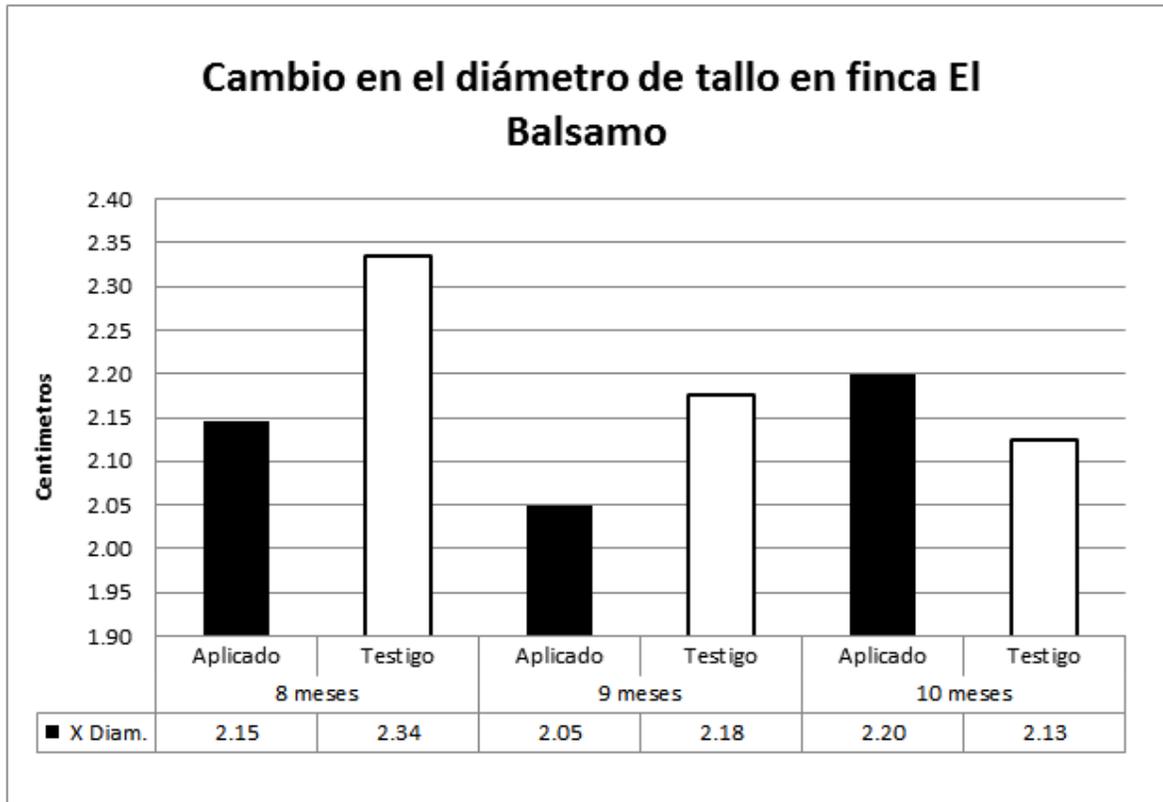


Figura 5 Variación del diámetro en centímetros del tallo de la caña de azúcar en finca El Balsamo

c. Peso de la caña de azúcar

En la Figura 6, se observa el peso en kg de los tallos de caña de azúcar de finca el Balsamo, según el análisis de los datos se observa que inicialmente el testigo es superior al aplicado en 0.07 kg, sin embargo las lecturas a los 10 meses de edad los resultados son diferentes ya que el tratamiento aplicado fue superior en 0.12 kg de peso respecto al testigo. La reducción del peso de los tallos del tratamiento testigo obedece a la deshidratación o secado de los tallos por la falta de nutrientes, ya que esta condición se observa normalmente en el área de caña comercial, por lo que se concluye que corrección de la fertilización aplicada con la opción 5, contribuyo al aumento de peso en los tallos de las parcelas aplicadas.

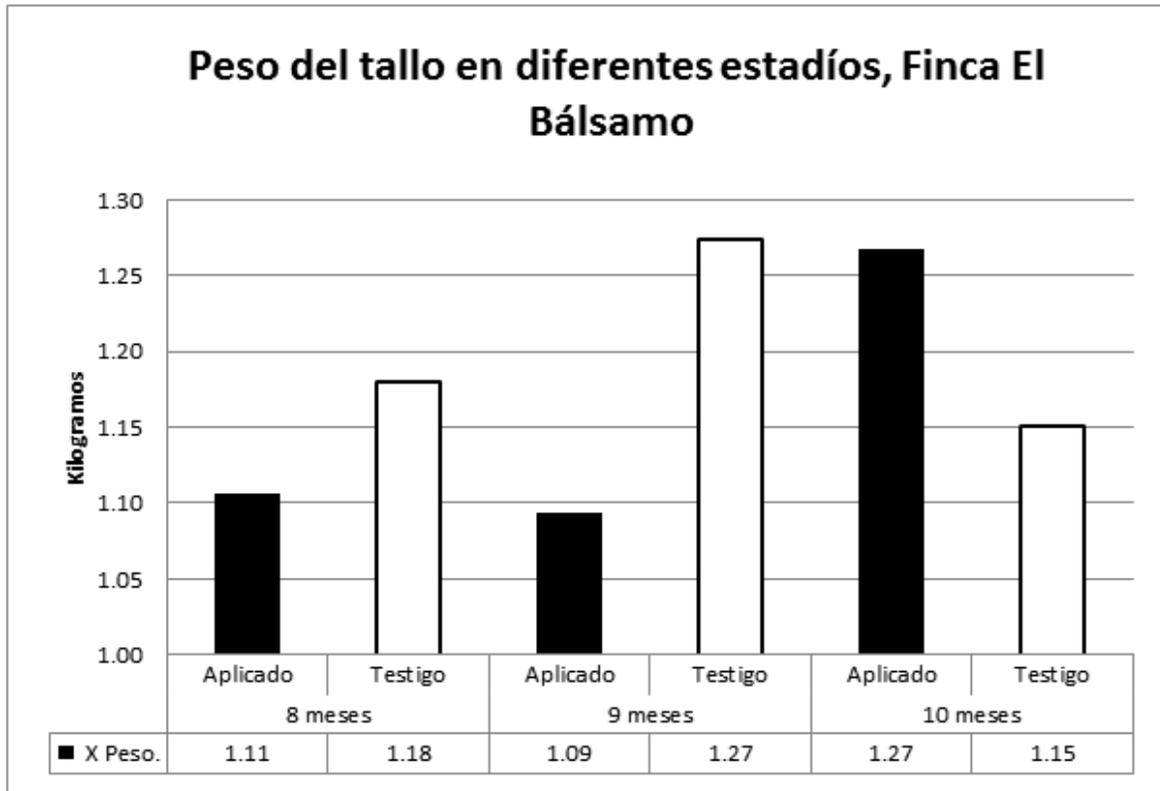


Figura 6. Peso del tallo de caña a los 8, 9 y 10 meses en finca El Bálamo

d. Población

La Figura 7, muestra la población de tallos por metro lineal en finca el Bálamo a los 8, 9 y 10 meses de edad y de acuerdo a los datos, el tratamiento aplicado presentó un mejor desarrollo el cual fue 17% más que el testigo ya que el testigo tuvo una variación de 9.9-10.5 tallos/m lo que significó un incremento del 5% y el aplicado fue de 8.3-10.7 tallos/m tallos lo que significó un incremento del 22%, en tal sentido el tratamiento aplicado fue superior al testigo.

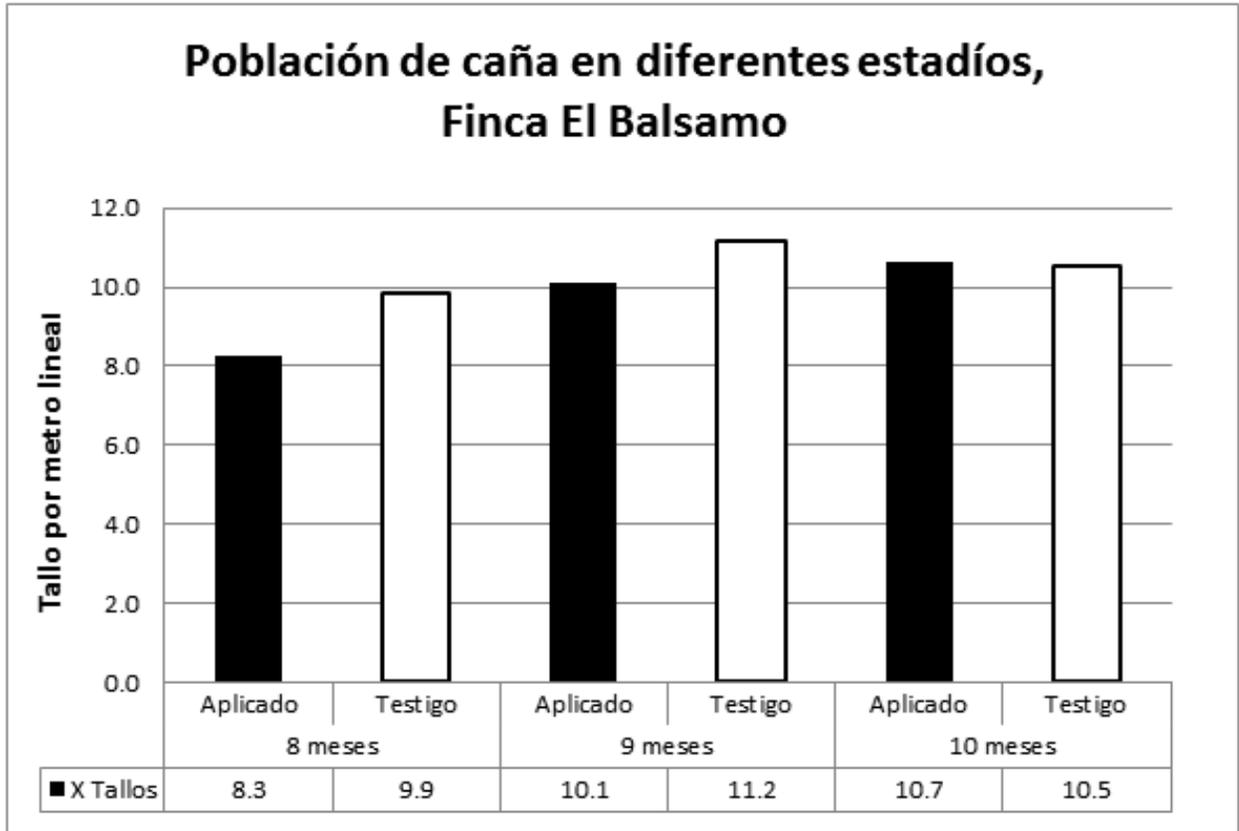


Figura 7. Tallos por metro lineal obtenidos en el IDD en finca El Bálsamo a los 8, 9 y 10 meses de edad del cultivo.

B. Churubusco

a. Longitud de Tallo

En la Figura 8, se observa la población de tallos por metro lineal a los 8, 9 y 10 meses de edad en finca Churubusco, de acuerdo a dichos datos no se muestra una tendencia definida respecto a la respuesta del producto aplicado, por lo que se considera que a raíz de la presencia de altas lluvias al final del invierno que coincide con las edades de 9 a 10 meses de edad del ensayo existió un efecto negativo para la formación de brotes por lo que no se logró evidenciar adecuadamente los beneficios del tratamiento.

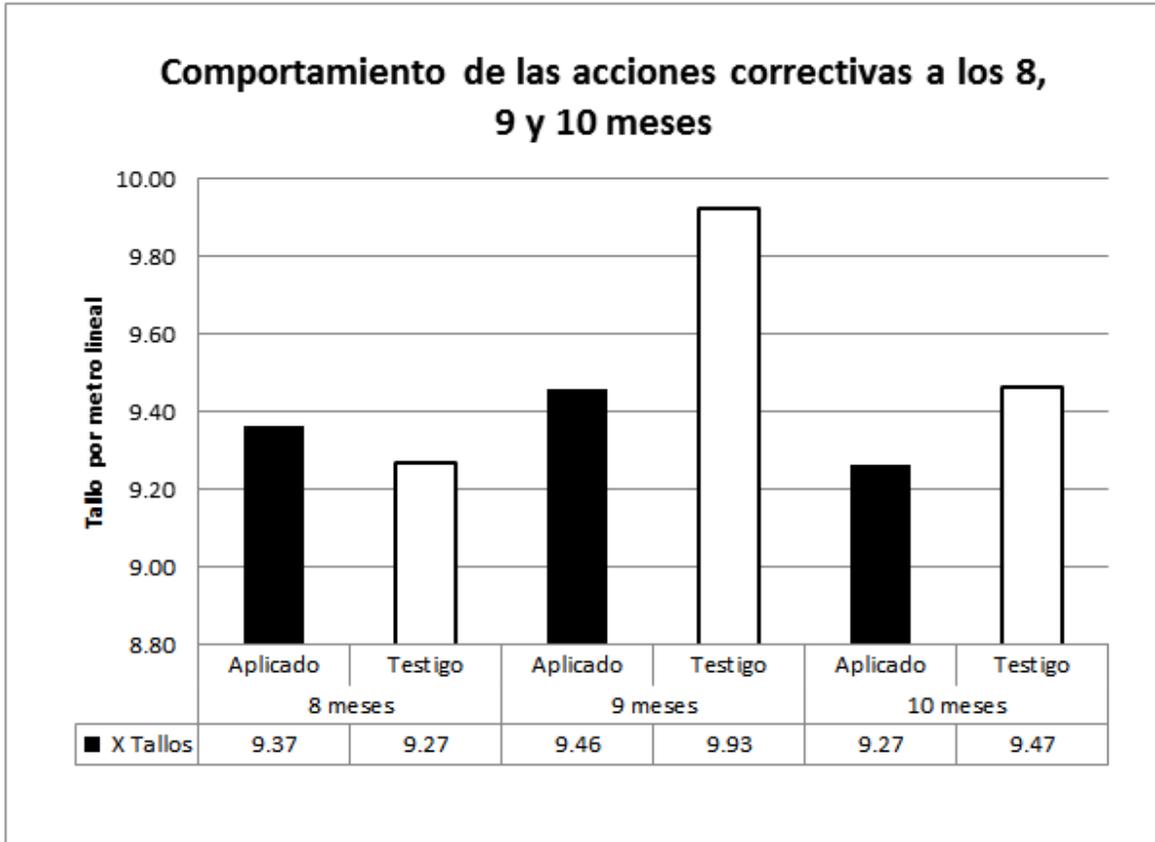


Figura 8. Tallos por metro lineal obtenidos en el IDD en finca Churubusco a los 8, 9 y 10 meses de edad del cultivo.

b. Diámetro de Tallo

En la Figura 9, se observa el diámetro en centímetros de los tallos de caña de azúcar de finca Churubusco, según el análisis de los datos se observa que a los 8 meses de edad el aplicado inicio con un promedio de 2.73 cm. y el testigo con un 2.69 cm y a los 9 meses el área aplicada incrementa 0.06 cm y el testigo incrementa 0.05 cm. Seguidamente se analizó a los 10 meses donde se obtuvo valores negativos en los dos tratamientos por lo que se asume que la variación del desarrollo del cultivo estuvo influenciado por las condiciones adversas de las lluvias que se dieron en esa época.

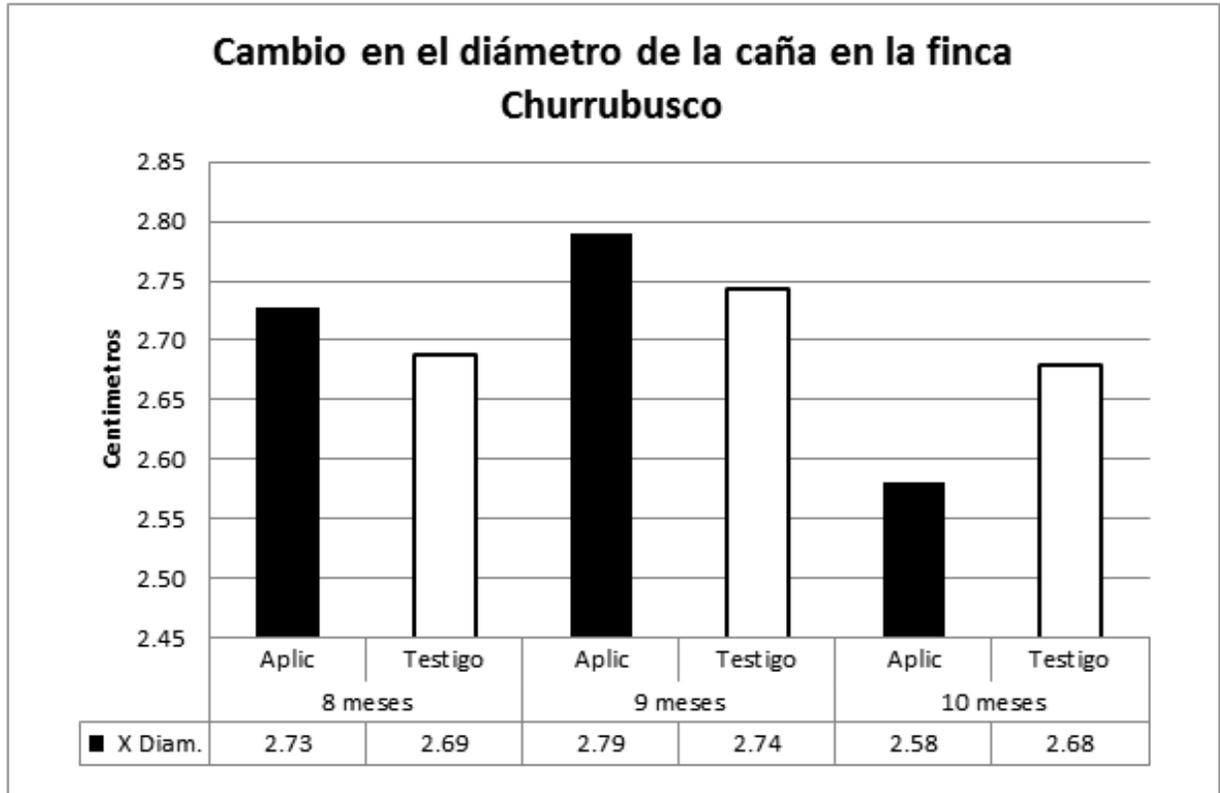


Figura 9. Variación del diámetro en centímetros del tallo de la caña de azúcar en finca Churubusco.

c. Peso de la caña de azúcar

En la Figura 10, se observa el peso en kg de los tallos de caña de azúcar de finca Churubusco, además se muestra el comportamiento a los 8, 9 y 10 meses de edad, como puede observarse a los 10 meses de edad la respuesta de los tratamientos, el aplicado no tuvo incremento de peso en los tallos, únicamente se observa un incremento en el testigo de 0.05 kg en el peso de los tallos. La variabilidad de los datos del ensayo obedece al estrés que estuvo sometida esa área por las condiciones adversas de lluvia que se dieron en esta finca (>4,000 mm/año).

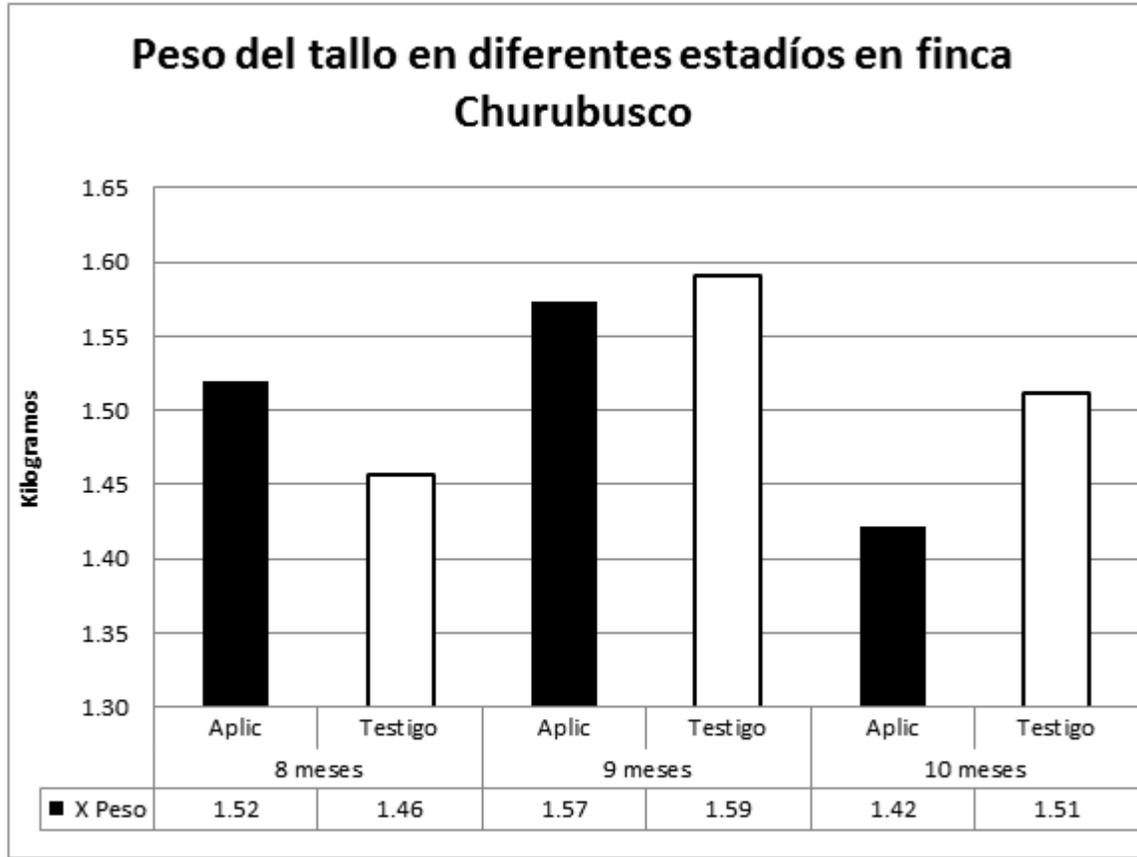


Figura 10. Peso del tallo de caña a los 8, 9 y 10 meses en finca Churubusco.

d. Población

En la Figura 11, se observa la longitud del tallo de caña de azúcar en finca Churubusco la medición se realizó en metros, en esta gráfica se muestra el comportamiento a los 8, 9 y 10 meses de edad en donde el testigo inició con promedio de 2.87 m. y el área aplicada con 2.88 m. respecto al comportamiento a los 9 meses el testigo aumentó un 0.06 m. y el área aplicada aumentó 0.01 m. a los 10 meses de edad tanto en el aplicado como en el testigo sus valores fueron negativos respecto a la lectura de los 9 meses, este resultado evidencia una vez más que el desarrollo de la caña fue afectado por la intensidad de lluvias que ocurrieron en la época de invierno.

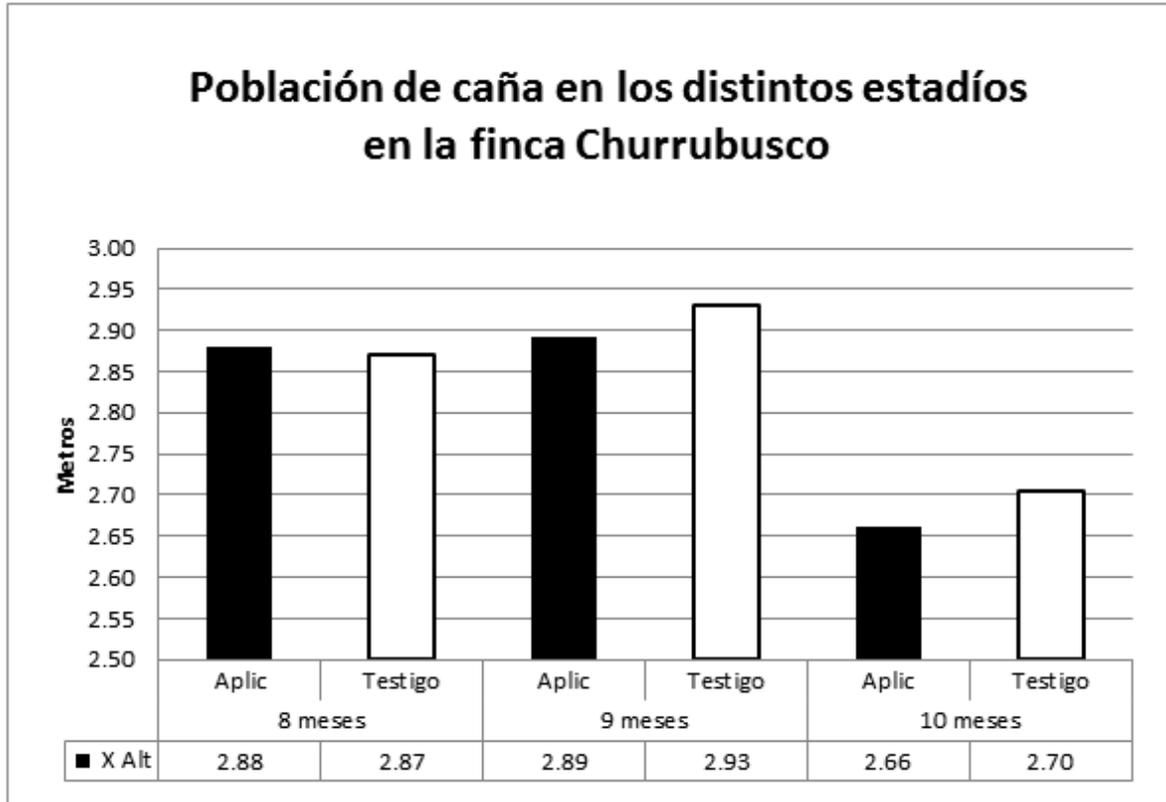


Figura 11. Tallos por metro lineal obtenidos en el IDD en finca Churubusco a los 8, 9 y 10 meses de edad del cultivo.

Cuadro 31. Análisis de varianza de altura diámetro y peso de la caña de azúcar en finca Bálsamo y finca Churubusco.

Variable	Finca Bálsamo						Finca Churubusco					
	Cuadro de Análisis de Varianza						Cuadro de Análisis de Varianza					
Promedio Altura (m)	<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
	Modelo	0.09	1	0.09	1.36	0.2582	Modelo	0.02	1	0.02	0.30	0.5856
	Trat.	0.09	1	0.09	1.36	0.2582	Trat.	0.02	1	0.02	0.30	0.5856
	Error	1.13	18	0.06			Error	1.51	30	0.05		
	Total	1.21	19				Total	1.53	31			

Variable	Finca Bálsamo	Finca Churubusco
	Cuadro de Análisis de Varianza	Cuadro de Análisis de Varianza
Promedio Diámetro (cm)	<u>F.V. SC gl CM F p-valor</u>	<u>F.V. SC gl CM F p-valor</u>
	Modelo 0.01 1 0.01 0.49 0.4950	Modelo 0.06 1 0.06 1.93 0.1754
	Trat. 0.01 1 0.01 0.49 0.4950	Trat. 0.06 1 0.06 1.93 0.1754
	Error 0.31 18 0.02	Error 0.95 30 0.03
	<u>Total 0.32 19</u>	<u>Total 1.02 31</u>
Promedio Peso (Kg)	<u>F.V. SC gl CM F p-valor</u>	<u>F.V. SC gl CM F p-valor</u>
	Modelo 0.01 1 0.01 0.49 0.4913	Modelo 0.04 1 0.04 0.86 0.3602
	Trat. 0.01 1 0.01 0.49 0.4913	Trat. 0.04 1 0.04 0.86 0.3602
	Error 0.44 18 0.02	Error 1.56 30 0.05
	<u>Total 0.45 19</u>	<u>Total 1.61 31</u>

Según el análisis de varianza del Cuadro 31, la variable altura, diámetro y peso, no presentan diferencia significativa en la aplicación de enmiendas, en Finca Bálsamo y Finca Churubusco. Por lo tanto la aplicación de enmiendas, cuando el cultivo de caña presenta una edad mayor a 8 meses después de la siembra/corte, no presentará un aumento significativo en la altura, diámetro y peso de la caña, por lo tanto tampoco en la producción de caña de azúcar.

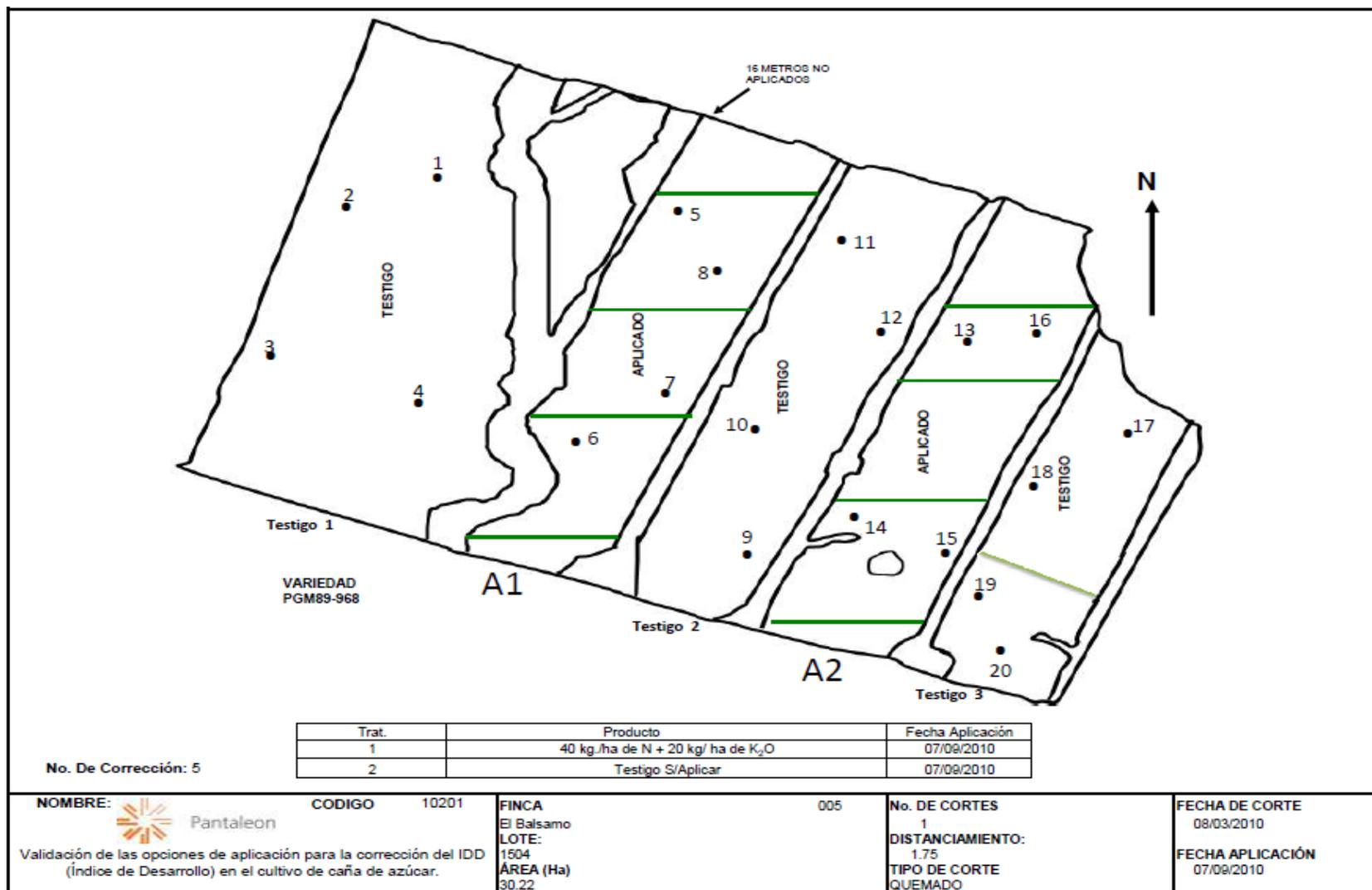


Figura 12. Croquis de campo de la finca El Balsamo.

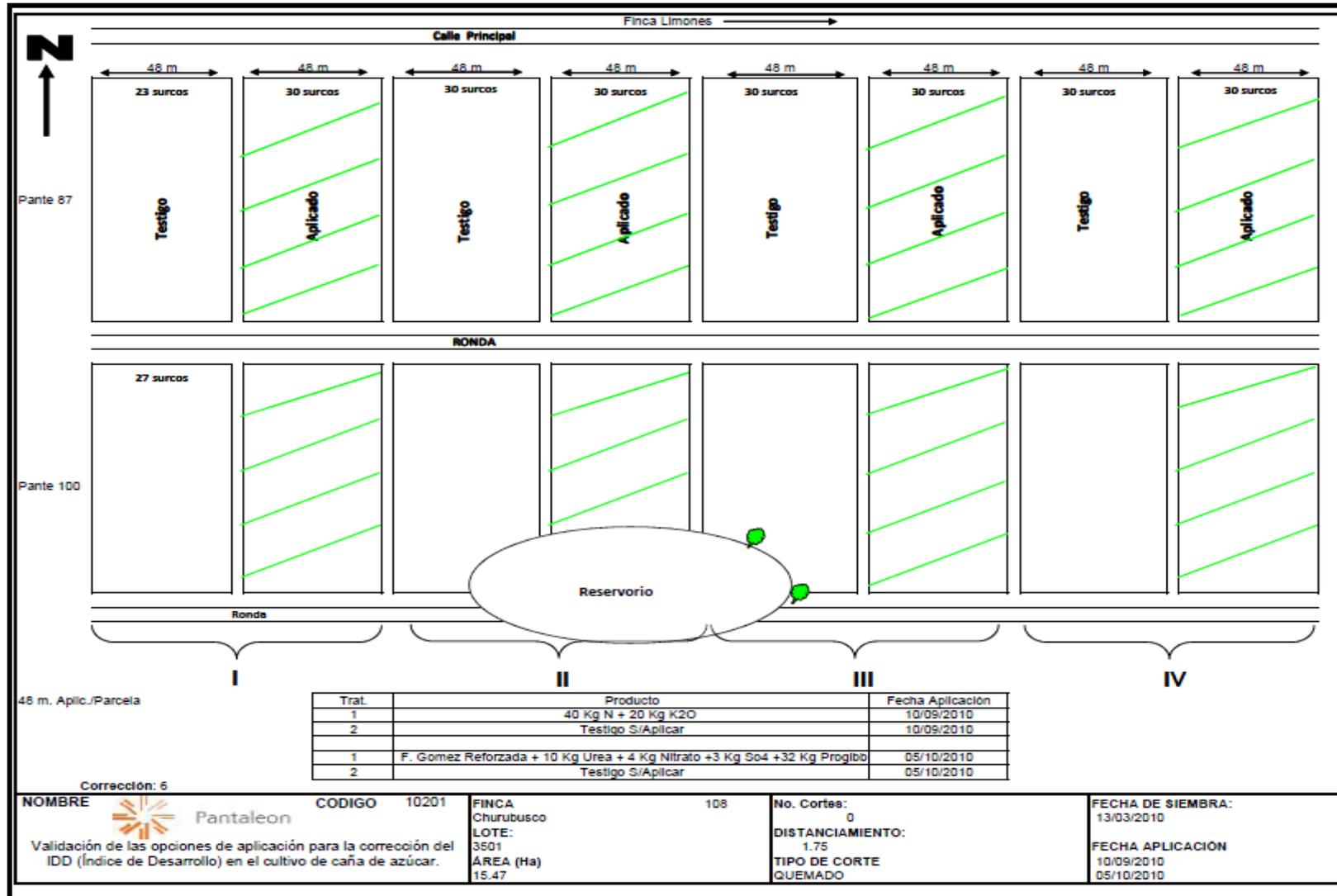


Figura 13. Croquis de campo de la finca: Churubusco.

3.4.3. ANÁLISIS DEL EFECTO DE ETEPHON COMO UN INHIBIDOR DE LA FLORACIÓN EN LA CAÑA DE AZÚCAR USANDO TRES DOSIS DE DOS PRODUCTOS COMERCIALES (ETHERL Y PREP)

3.4.3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La floración en caña de azúcar es un proceso natural que ocurre dependiendo del genotipo de cada variedad de caña. El desarrollo de la floración da como resultado la pérdida de energía por dicho proceso, lo cual influye negativamente en la producción de caña y azúcar. Algunos factores claves que intervienen en la floración se encuentran el fotoperiodo, factor primario en conducir la floración, siendo este moderado por la interacción entre las plantas con la humedad, la nutrición y temperatura así como también la altitud puede fomentar más la floración. Debido a lo anterior se hace necesaria la utilización de productos para inhibir la flor en variedades de caña de alta floración. Dicha práctica puede contribuir a obtener un incremento de toneladas de caña por hectárea ya que a través del uso de estos productos inhibe los meristemas de la inducción flor.

Existe variabilidad en las respuestas de los inhibidores que actualmente se usan ya que algunos de ellos no causan un control de la floración al 100%, además la respuesta del incremento en toneladas a causa de la reducción de flor no es en forma constante. Por lo que se hace necesario conocer alternativas de productos como el Prep 72.

3.4.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de Etherl 48 SL y Prep. 72 SL en la inhibición de la Floración, Caña de azúcar.
- Determinar el porcentaje de floración por el efecto de Etherl 48 SL y Prep. 72 SL

3.4.3.3. METODOLOGÍA

A. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental “*bloques al azar*”, con 2 repeticiones y 7 unidades.

B. Ubicación

El área de investigación fue establecida en la finca Limones - Pantaleón en los lotes 2401, 2402 y 3401, 3402 con parcelas semi-comerciales.

- El tamaño de las parcelas del ensayo es de un pante el cual se dividió en dos partes y aplicando en cada uno de ellos dos tratamientos, el ancho aproximado de cada pante fue de 250 m por 350 m de longitud con un área total de 8.55 ha/Unidad Experimental. El área total del ensayo es de 59.85 ha.
- Cada parcela experimental estuvo constituida de un promedio de 11 surcos 16.5 m. de largo.
- Se seleccionaron lotes homogéneos con la variedad CP88-1165, caña primera soca floreadora. La ubicación de los surcos va de Norte a Sur.

C. Determinación de los tratamientos

Los tratamientos usados para la investigación fueron propuestos por el departamento de investigación según el interés del ingenio, siendo estos los siguientes:

Cuadro 32. Tratamientos evaluados en este ensayo.

Tratamiento	Producto	Dosis/ha (l) PC
1	Ethrel	1,5
2	Ethrel	1,25
3	Ethrel	1
4	Prep	1.5 eq
5	Prep	1.25 eq
6	Prep	1 eq
7	Testigo (absoluto)	0.0

PC: Producto Comercial **Eq:** Dosis equivalentes a Ethrel

El presente ensayo es confirmar la recomendación de la casa comercial que consiste en utilizar la dosis del tratamiento 1; Por lo que para el tratamiento 2; se le hizo una reducción del 16% de la dosis recomendada y el tratamiento 3; se le hizo una reducción del 32% de la dosis del T1, para ambos productos. Con la idea de ver si reduciendo la dosis original se obtiene el mismo efecto de la dosis recomendada por la casa comercial y por ende un ahorro económico que representaría a grandes escalas impactos sobre el uso de los productos.

D. Variables de respuesta

Floración (%) En cada unidad experimental se realizó un conteo de tallos observando la inducción de flor, esta evaluación se realizó en los surcos centrales de la parcela o chorra previamente identificada allí se midieron 10 m lineales, aproximadamente a 50 m de la cabecera del cultivo hacia adentro del cañal, en ambos lados del pante, se contó el número de tallos molederos (población) flor y sin flor, de donde se obtuvo el porcentaje de floración. Las lecturas de presencia de flor se realizaron a los 90 y 120 días después de la aplicación y antes de la cosecha.

Corcho Antes de la cosecha se determinó la calidad del tallo, en cada unidad experimental, tomando diez tallos florecidos y no florecidos previamente identificados, determinando el grado de acorchamiento y contando el número de entrenudos, determinando así el porcentaje de la variable.

Toneladas de caña por hectárea (TCH) Se determinó al momento de la cosecha cortando la parcela neta de cada uno de los tratamientos (5.63 ha/ unidad experimental)

E. Manejo del Experimento

Por ser áreas comerciales donde se estableció el ensayo y con fines de darle un buen manejo al área experimental se realizaron las siguientes actividades con la finalidad de tenerlas en condiciones perfectas por lo que se describen las actividades realizadas:

Eliminación de Cepa en cada una de las mesas de los surcos (área de terreno que existe entre un surco y otro) quedan restos de cosechas anteriores brotando las yemas y creciendo juntamente con la demás caña dificultando el paso de las personas entre los

surcos, para la cual se eliminaron las cepas que existían en toda el área experimental a través del trabajo del personal de campo.

Control de Malezas se coordinó con el departamento de “Aplicación de Productos” del ingenio Pantaleón – Concepción, el control químico de malezas que existía dentro de los surcos del área experimental. Esto fue realizado de los 15 a 20 días después de la siembra.

Chapeo de Rondas se eliminó la maleza que existía en el contorno de las áreas experimentales de los distintos ensayos en cada finca, con la finalidad de evitar hospederos de plagas o enfermedades.

Resiembra: dentro de los surcos sembrados existían espacios libres donde la caña no brotó, realizando un excavado en los espacios para luego resembrar con la misma variedad usada, esto con la finalidad de tener homogénea la población que exige el paquete tecnológico usado comercialmente y para que no influya en la toma de datos realizados en los muestreos. Esta actividad fue realizada 25 a 30 después de siembra.
(dds)

Aplicación Aérea se coordinó con el departamento de aplicaciones aéreas la fecha, la hora, los lotes así como el tipo de helicóptero y aplicador para la actividad. Para la cual se realizó una sola aplicación usando un helicóptero Bell Jet Ranger III, con un volumen de mezcla de 30.5 l/ha volando a una altura de 4 a 6 metros sobre el cañaveral, usando un tipo de boquilla DG8005 con un ángulo de ataque de 135°, especialmente usado para aplicaciones áreas a nivel comercial. Es importante mencionar que la calibración del helicóptero según la dosis de los productos a aplicar fue realizada un día antes de la aplicación por parte del departamento de aplicaciones aéreas.

F. Proceso de aplicación

Un día antes de la aplicación se realizó un estaquillado o marcaje a cada 32 metros a lo ancho de cada uno de los pantes colocando como referencia una cinta de nylon sujeta a la caña, esto debido a que el ancho de cobertura de las boquillas del helicóptero o cortina de aspersión es de 16 metros en cada lado para indicar el primer rayón de aplicación. Como promedio se establecieron 5 marcajes para que el helicóptero realice 6 rayones (ancho de la banda de aplicación) por pante.

Para la realización de la aplicación se tuvo en consideración los siguientes aspectos:

Hora de aplicación Factor importante en las aplicaciones aéreas ya que de acuerdo a la hora puede variar la humedad relativa que existe dentro del área aplicar, el rango óptimo de humedad relativa para garantiza una buena aplicación es de 60-70 % esto se llega a obtener en horas del día únicamente por la mañana y por la tarde. Para esta actividad se realizó la aplicación del inhibidor a las 7:30 am.

Viento los vientos predominantes del área van en dirección de norte a sur, misma a la que están sembrados los surcos de caña del área experimental. Considerando la velocidad de las ráfagas de aire medido con la ayuda de un anemómetro, lo ideal no debe ser mayor a 5 km/hr esto con la finalidad de evitar que el producto sea direccionado por el viento en área donde no sean deseado aplicar. El dato medido con el anemómetro durante la aplicación fue de 4.7 km/h.

Luego de tener en consideración estos factores, se procedió a realizar la actividad de la siguiente forma:

- Primero se realizó un vuelo para el conocimiento de los pantes a aplicar con la ayuda de GPS (Posición Global Sistema) y mapas cartográficos del área experimental a aplicar.
- Los productos y los insumos fueron llevados a áreas cercanas a la pista o helipuerto donde se realizó la mezcla del inhibidor dentro de recipientes de agua ya calculados según la dosis de los tratamientos y la calibración del helicóptero.
- Luego se coordinó el banderilleado con el personal de campo instruyéndoles sobre la manera que se realizaría la actividad, siendo esta la siguiente:
 - Colocando una persona a inicio y una al final del primer pante dejando los 11 surcos de borda que se habían establecido en ambos lados, Para garantizar la ubicación del piloto del helicóptero en las parcelas del ensayo se colocaron personas haciendo uso de banderas (varas construida de tarro y nylon), esto permitió fácilmente orientar al piloto de la aeronave indicando el inicio del primer rayón en el pante de la repetición 1, y otras 2 personas se colocaron de la misma forma en el pante de igual tratamiento pero en la segunda repetición.

- Luego del primer rayón ambas personas tenían que trasladarse a la otra marca o sea a 16 metros para ir guiando al helicóptero y a lo ancho que fueron marcados un día antes para indicar el inicio del segundo rayón. Así hasta concluir con el primer tratamiento aplicado en las dos repeticiones.
- Los dos grupos de personas se ubicaron rápidamente en las marcas definidas previamente para los distintos tratamientos, hasta concluir con todos los tratamientos. Las dosis de aplicación según los tratamientos fueron distribuidas de acuerdo a los vuelos enviados desde la pista o helipuerto.
- Cuando ya estuvieron ubicadas las personas con las respectivas banderas para guiar el helicóptero, se le dio aviso al piloto de la aeronave que estaba todo listo para iniciar la aplicación, guiándose según el banderilleado. El Helicóptero realizó 6 rayones por tratamiento para cubrir todo el pante, abarcando un tiempo promedio de 45 minutos totales para aplicar todo.
- La aplicación se realizó a los 6 meses de edad del cañal, edad donde el estado de floración está en un punto donde no hay emergencia del meristemo que da origen a la floración, siendo esta la ideal y recomendada para aplicar inhibidores.
- Muestreos: Realizados con el apoyo del personal de campo del departamento de investigación en coordinación con el practicante y auxiliares encargados del mismo. Ejecutando 3 muestreos comprendidos a los 90, 100 y 110 días después de realizar la aplicación. Describiendo a continuación el proceso de la actividad.

G. Proceso de Toma de muestras

Para realizar el muestreo se tomó consideración los siguientes aspectos:

Edad de la caña se consideró la edad debido a que el primer muestreo fue hecho a los 90 días después de aplicado como se indicó en el protocolo de la investigación.

Condiciones de la investigación la investigación fue establecida en un lote comercial y se ubicaron las parcelas en forma al azar para garantizar que los datos del muestreo sean representativos y que no tenga interferencia para reducir el error en la toma de datos por factores no deseados.

Personal De Muestreo Se aseguro que el personal estuviera capacitado para realizar la actividad para lo cual se asigno personal de investigación que normalmente es el responsable de toma de lecturas. Y además personal suficiente para concluir la actividad en una misma fecha.

Luego de haber tomado en cuenta lo anterior, se procedió a realizar el muestreo usando la siguiente metodología.

- Un día antes de la actividad se obtuvo los distintos cuadros de muestreos, planos cartográficos de la finca y croquis de campo de la investigación ofrecidos por el encargado del departamento de investigación para la ubicación así como la adquisición de los diferentes materiales y equipo a usar.
- En el día del muestreo se coordinó con el personal de campo la forma de trabajo para una buena organización así como un trabajo en equipo. Realizando dos grupos de trabajo. Cada grupo con un anotador, otro marcando la estación y dos para el conteo de población y conteo de plantas con flor.
- Ubicándose un grupo en el lote 3401, 3402 y otro grupo en el lote 2401,2402 ambos grupos dentro de las parcelas experimentales con el apoyo del mapa cartográfico, usando como referencia el Norte.
- Ya ubicada las personas en sus respectivos puntos, se procedió a hacer el recorrido a lo largo del primer surco en la parte externa de la parcela, contando los 11 surcos de borda y posterior a estos 35 surcos más para ubicar la primera estación, amarrando una cinta de nylon color azul a la primera caña para usarla como referencia de la ubicación de la estación. Estos 35 surcos representan 1/3 del número de surcos totales de la parcela.
- Establecida la primera estación de muestreo a 40 pasos (35 m.) hacia adentro desde la cinta colocada, se realizó de la siguiente forma:
 - a. Con el apoyo de una cinta de 10 metros de largo, se tensó para marcar el inicio y el final de la estación por medio del amarre de cintas de nylon hacia las cañas en ambos lados.
 - b. Para el dato de población se procedió a contar a lo largo de los 10 metros todos los tallos vivos que contienen al menos un entrenudo marcado, una

altura mayor de 1 metro y sin algún tipo de daño por enfermedades o plagas (tallos molederos), los tallos sanos con altura menor de un metro son considerados aun como brotes. El dato total obtenido se anotó en los cuadros de registros.

- c. Luego se realizó el conteo del número de tallos con flor a lo largo de los 10 metro. Se tomó el criterio de la decisión, en base a las tres etapas de la floración:

Candela Estado inicial de la floración donde el meristemo apical de la planta tiende a realizar un quiebre perpendicular para dar paso a la inflorescencia, en esta etapa la planta deja de crecer.

Pelillo Estado medio considerado como floración inmadura, las últimas hojas aun envuelven a la inflorescencia la cual es visible al ojo.

Flor estado maduro, la inflorescencia ha emergido completamente y su raquis principal ha presentado una elongación así como la posible emergencia y liberación de semilla.

- d. Culminando así el muestro de una estación.

- La segunda estación de muestreo fue realizada 35 surcos después de la primera, marcando de igual manera que la anterior, la entrada del surco con nylon e introduciéndose 40 pasos desde la orilla.
- Las dos estaciones de muestreos anteriormente dichas, fueron montadas en la parte superior (Norte) de la parcela.
- Luego se realizó 3 estaciones más pero en la parte inferior (Sur) de la parcela usando la misma metodología de muestreo cambiando únicamente la separación entre estación dejando entre ambas 25 surcos (estos 25 representa 1/4 del total del surcos que existen dentro del pante). Se establecieron 5 estaciones de muestreo por parcela.
- Culminando de esta manera el muestro de floración en un tratamiento.
- Muestreo de los 6 tratamientos más, estos se realizaron siguiendo la metodología descrita en los anteriores incisos, esto se realizó a todas las parcelas que existen dentro de la repetición y se procedió a realizarlas demás (70 estaciones de muestreo). Esta actividad se le dió seguimiento por parte de la coordinación del

practicante realizando los demás muestreos a la edad de 90, 100 y 110 días después de la aplicación.

H. Anotación de datos

Durante el proceso de muestreo se fueron anotando cada uno de los datos medibles en las boletas de muestreo considerando el tratamiento, surco, repetición, finca, edad de muestreo, fecha de muestreo y muestreador. Todo esto con la finalidad de un orden y control de los datos.

I. Recepción de datos

Luego de la toma de lectura cada responsable de grupo de muestreo entrego los datos al supervisor de investigación coordinado por el estudiante de práctica para que las boletas de muestreo con los datos fueran entregados al área de informática del departamento. Para su tabulación.

J. Ordenamiento y Tabulación de datos

Consistió en la introducción de cada dato obtenido en campo, hacia la computadora por parte del encargado de informática junto con la coordinación del alumno practicante para luego realizar comparación e interpretaciones de los resultados.

3.4.3.4. RESULTADOS

Se realizaron un total de 210 muestreos, mismos que fueron establecidos a inicio de la investigación abarcando un 100 % de la actividad a nivel de ingenio.

Resultados de los muestreos

A continuación se presenta el comportamiento del porcentaje de floración según los muestreos realizados a los 90, 100, 110 y 120 días después de la aplicación, los cuales pueden observarse en las figuras 16 a la 20.

Análisis del muestreo a los 90 días después de aplicado

En caña la inducción floral inicia en la época donde el fotoperiodo (Horas luz) es de 9 – 10 horas por día, obteniendo esto en la zona baja del país a inicios del mes de octubre.

En la Figura 14 se muestran los resultados del porcentaje de floración de cada tratamiento, en la cual podemos observar que los tratamientos 3 (1.0 l/ha) del producto Ethrel y el tratamiento 4 (1.5 eq) del producto Prep 72 presenta 0.74 y 1.25 % de floración respectivamente, y el testigo un 8.66% esto implica que el tratamiento 3, logro reducir hasta un 7.92 % y el 4 un 7.41 % respecto al testigo.

Considerando que la presente lectura se realizó cuando inicia a emerger la flor en las cañas, por lo que es posible que ha esta fecha no se tiene toda la expresión de los tratamientos evaluados.

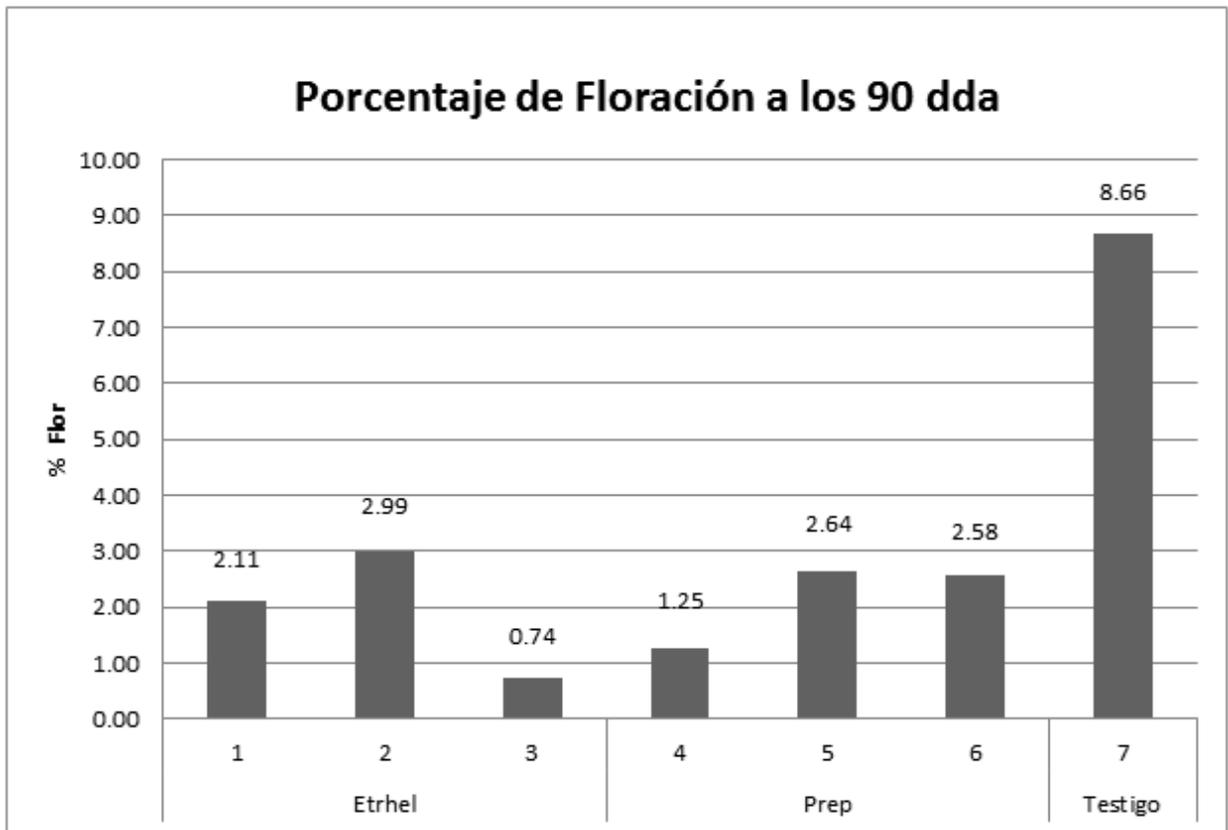


Figura 14. Comportamiento de floración a los 90 días después de la aplicación.

Análisis del muestreo a los 100 días después de aplicado Análisis

En la figura 15, se puede observar que han aumentado los porcentajes de floración en pequeñas cantidades pero no se ha llegado a estabilizar debido a que el tratamiento 7 (testigo absoluto) contiene un porcentaje bajo de floración, para cuando este haya obtenido si no un 100 % al menos un 90%, podemos decir que ya se ha estabilizado el efecto de los tratamientos, sin embargo la tendencia del efecto de inhibición de cada tratamiento sobre los pantes sigue igual que el visto a los 90 días.

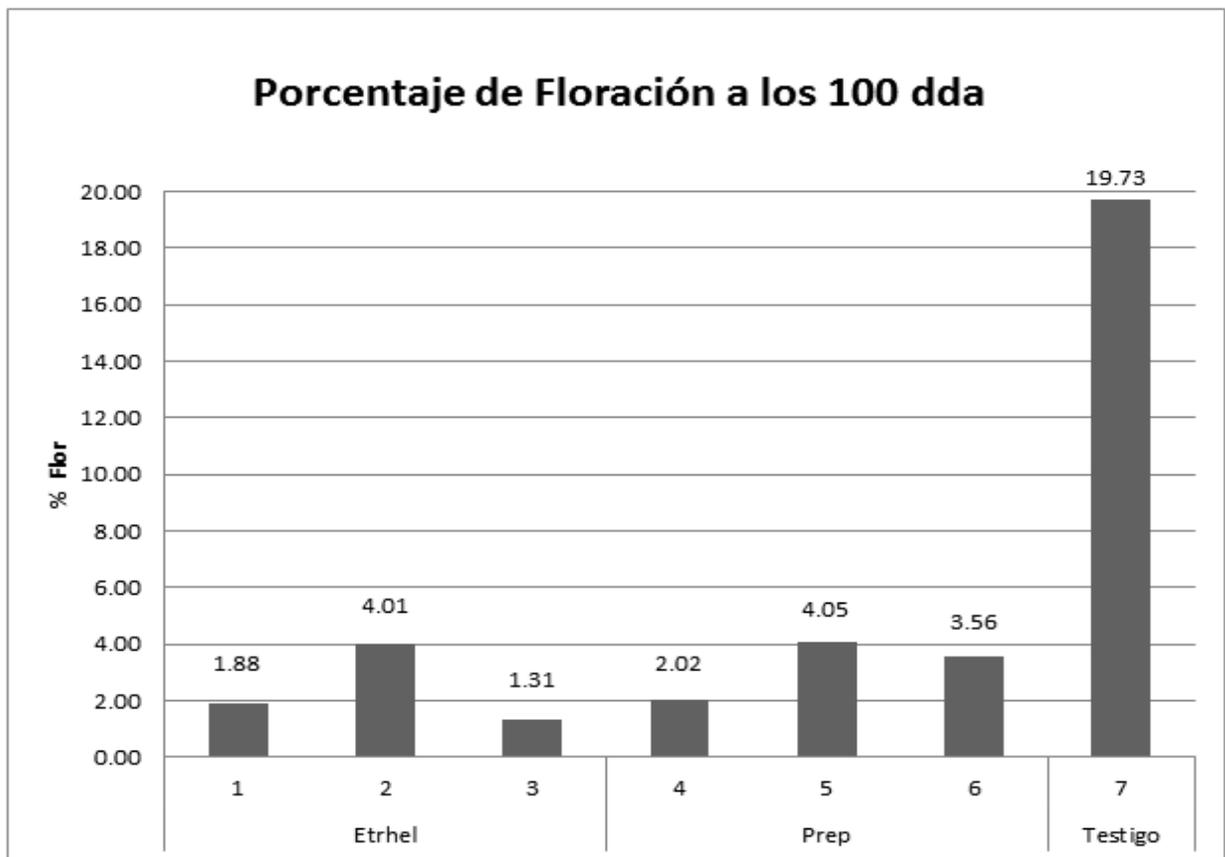


Figura 15. Comportamiento de floración a los 100 días después de la aplicación.

Análisis del muestreo a los 110 días después de aplicado

En la Figura 16, se puede observar que aumento en pequeñas cantidades el porcentaje de la floración en ambos tratamientos exceptuando los tratamientos 1, 3 y 4 ya son los que presentan menor porcentaje de floración, así como la inhibición de la inflorescencia de la caña que presentó flor anteriormente en su respectiva parcela.

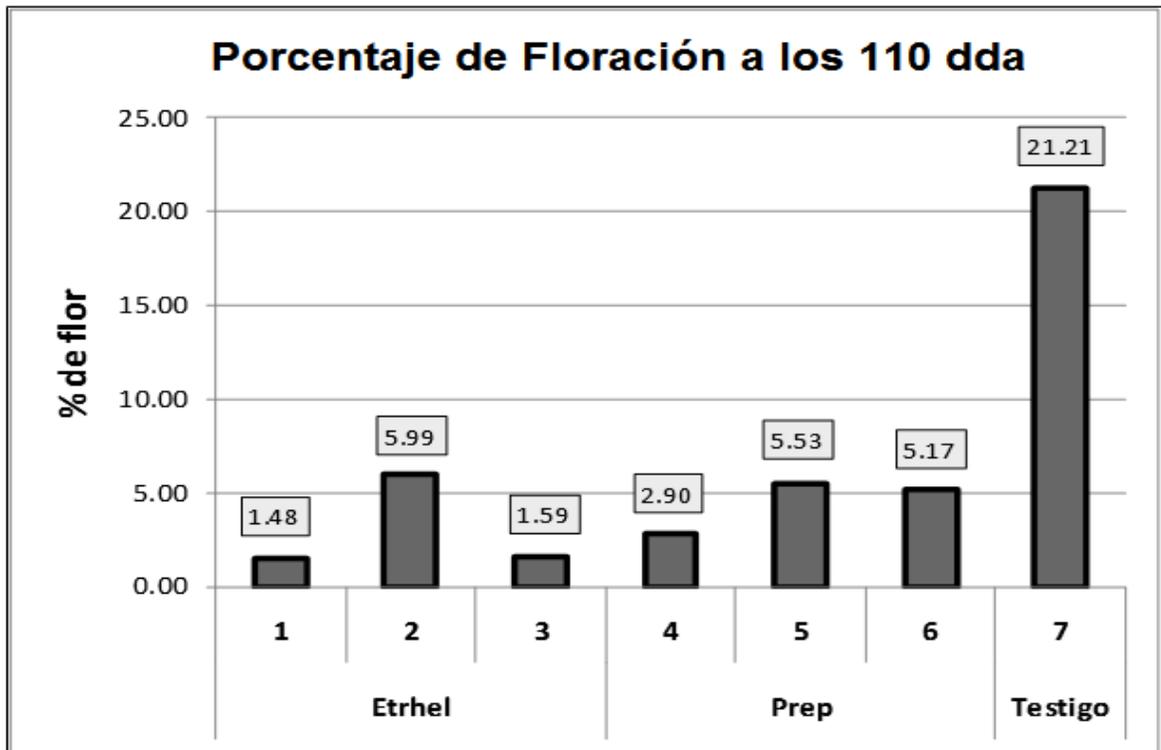


Figura 16. Comportamiento de floración a los 110 días después de la aplicación

Análisis del muestreo a los 120 días después de aplicado

En la Figura 17 se muestran los resultados del porcentaje de floración de cada tratamiento, en la cual podemos observar que los tratamientos del producto Etrhel tratamiento 1 (1.5 l/ha) y el tratamiento 3 (1.0 l/ha) presenta 2.50 y 1.63 % de floración respectivamente, y el testigo un 22.44% esto implica que el tratamiento 1 logro reducir hasta un 19.94 % y el 3 un 20.81 % respecto al testigo.

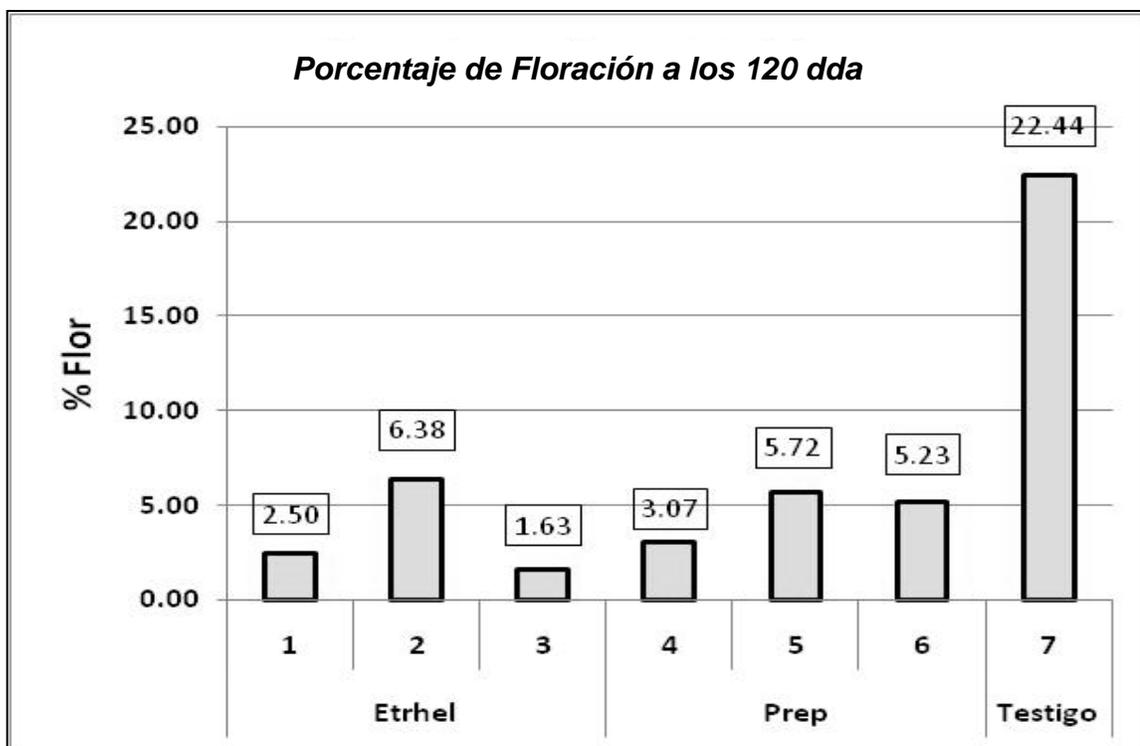


Figura 17. Comportamiento de floración a los 120 días después de la aplicación.

3.4.3.5. Conclusión

En la Figura 18 se observa la secuencia de los muestreos de floración realizados a los 90,100, 110 y 120 días después de aplicado los tratamientos, se concluye que el producto que mejor causo la reducción de flor, fue el de Ethrel con la dosis de 1 litro por ha, ya que este logro reducir un 92.74 % la floración respecto al testigo, como puede observarse en la grafica 16 que el tratamiento 1 presentó al final del ensayo un porcentaje de floración de 1.63, mientras que para el testigo el porcentaje de floración fue de 22.44

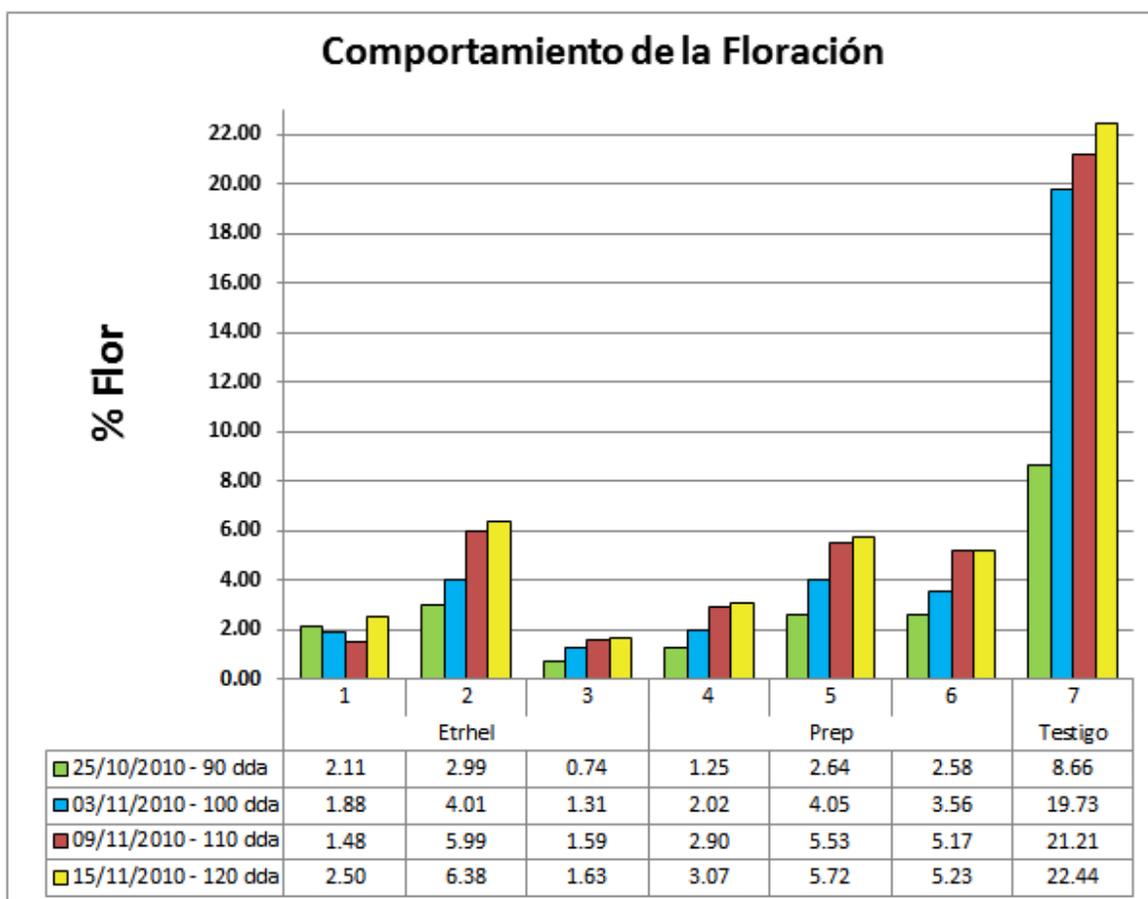


Figura 18. Resultado de la floración a los 90, 100, 110 y 120 días después de la aplicación.

3.4.3.6. Recomendación

- En base a los resultados se recomienda se valide esta información a nivel comercial en donde pueda incluirse una área mayor, inclusive incluyendo otras variedades de caña con alta floración.
- Evaluar el momento óptimo de aplicación en base al desarrollo de la floración, por medio de un análisis foliar de meristemo.

3.4.3.7. BIBLIOGRAFÍA

1. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco para la Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2008. Informe de resultados zafra 2007: memoria zafra 2006-2007. Guatemala. 232 p.
2. Ingenio Pantaleón, GT. 2011. Informe de diagnóstico del Departamento de Investigación, evaluación y ensayos, zafra 2007-2010. Guatemala. 24 p.
3. Leal, S. 2010. Evaluación del número de yemas por metro lineal. *Inl* semana científica corporativa (2010, GT); XI semana científica y gira de campo (2010. GT). Informe. Guatemala. 17 p.
4. Montepeque, R. 2000. Lineamientos de aplicaciones aéreas de inhibidores, madurantes y químicos. Siquinalá, Escuintla, Ingenio Pantaleón / Concepción. 34 p.
5. Salazar Ochoa, A. 2000. Informe de actividades agrícolas de caña de azúcar, CENGICAÑA. San Marcos, Guatemala, Escuela de Formación Agrícola. 14 p.
6. Wikimedia Foundation, US. 1998. Establecimiento de estaciones a muestrear. US. Consultado 20 ago 2011. Disponible en <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/resource/view.php?id=55121>