

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación de diferentes moléculas de herbicidas en el manejo de maleza de hoja ancha al momento de precierre del cultivo de caña de azúcar, Diagnóstico y Servicios ejecutados en Finca Pantaleón, Siquinalá Escuintla, Guatemala, C.A.

ALLAN ENRIQUE CARDONA MENESES

GUATEMALA, MARZO 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Evaluación de diferentes moléculas de herbicidas en el
manejo de maleza de hoja ancha al momento de
precierre del cultivo de caña de azúcar, Diagnóstico y
Servicios ejecutados en Finca Pantaleón, Siquinalá
Escuintla, Guatemala, C.A.**

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

POR

ALLAN ENRIQUE CARDONA MENESES

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, MARZO 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL I	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. Cesar Lineo García
VOCAL III	Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL IV	Pr. Agr. Josué Benjamín Boche López
VOCAL V	Br. Sergio Alexander Soto Estrada
SECRETARIO	Dr. Mynor Raúl Otzo Rosales

GUATEMALA, MARZO 2015

Guatemala, Marzo 2015.

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: **Evaluación de diferentes moléculas de herbicidas en el manejo de maleza de hoja ancha al momento de pre-cierre del cultivo de caña de azúcar en la Finca Pantaleón, Siquinalá Escuintla, 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”

ALLAN ENRIQUE CARDONA MENESES

ACTO QUE DEDICO:

A DIOS

Por darme la oportunidad de haber nacido y hacer de mí una persona de bien, por cuidarme y librarme de todo mal, porque nunca me abandono, por haberme dado una familia tan linda y unida, gracias Diosito por todo lo que me das.

A MI PADRE

Jorge Alfredo Cardona Orellana El mejor padre, inteligente, humilde, cariñoso, bondadoso, todo un ejemplo a seguir, gracias por todos los esfuerzos que hiciste para que yo pudiera salir adelante y ser un profesional, gracias por los principios y valores que inculcaste en mí, TE AMO papa.

A MI MADRE

Nidia Elizabeth Meneses De Cardona la mejor madre que DIOS me pudo haber dado, gracias por sus consejos, por esos sacrificios para poder sacarme adelante, por enseñarme que tenemos que ser humildes seamos lo que seamos, gracias por estar con migo en esos momentos difíciles, TE AMO mamita.

A MIS HERMANOS

Cesar Alfredo Y Jorge Alejandro Gracias por apoyarme en las buenas y en las malas, los mejores días los pase con ustedes son los mejores hermanos, gracias por todas las enseñanzas los regaños y los consejos, no los cambiaría por nadie.

A MIS SOBRINITOS

Joseph Y Alejandra Mis consentidos los quiero mucho aunque casi no nos vemos por la distancia pero siempre estás en mi corazón, los adoro.

Humberto Cardona (Papa Beto) Gracias por todos los consejos por compartir lindos momentos con nosotros y por la toda la enseñanza que me dio, que DIOS me lo cuide siempre y me lo de muchos años más LO QUIERO MUCHO

A MIS ABUELITOS

Transito Orellana. (Mama Tancho) (Q.E.P.D) Gracias el cariño que nos dio aunque DIOSITO se la llevo pronto nosotros nunca la olvidamos y la vamos a extrañar toda la vida en paz descanse abuelita linda LA QUIERO MUCHO.

Hilda Victoria Segura (Mama Chata) (Q.E.P.D.)

Aunque fue poco tiempo el que compartimos me siento dichoso por haberla tenido la extrañamos mucho abuelita, y gracias por dejarme el regalo más grande MI MADRE, la queremos mucho.

A MIS TÍOS Y TÍAS

Gracias a ustedes por apoyarme, que mi Diosito lindo me los proteja toda la vida. En especial a mi tía **Karina** y mi tía **Paty** por todo lo que han hecho por mí, desde el día que nací hasta el día de hoy.

A MIS PRIMOS Y PRIMAS

Gracias a DIOS tuve unos primos y primas unidos y alegres a cada uno de ustedes muchas gracias por esos momentos inolvidables DIOS los bendiga toda la vida.

A MIS AMIGOS AMIGAS Y COMPAÑEROS

Especialmente a mis amigos de la infancia y de mi querido pueblo Edy Pivaral, Irvin Marroquín, Obdulio Juárez (yuyo), Dimas Melgar, Marvin Montenegro, Eliot Mendoza, Bertha Melgar, Isabel Juárez, Juan Luis Labin, María José Labin, José Labin gracias por el apoyo

A mis amigos compañeros de la universidad José Molina (piña) Sergio García (chito) Eliseo Salazar, Fredy Franco, Marvin Pec, Miguel Barrera, Sara Ortiz, Michael Prety, y a todos los compañeros con los que conviví gracias y bendiciones.

A MI PROMOCIÓN 2006

Gracias por todos esos momentos alegres y por aquellos momentos inolvidables que vivimos nunca los olvidare.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A

DIOS,

A MIS PADRES,

A MIS HERMANOS,

MI BELLO PAÍS GUATEMALA,

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

PANTALEÓN-CONCEPCIÓN S.A.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

AGRADECIMIENTO

A

Dios

Por permitirme culminar mis estudios y cumplir una meta más en la vida gracias por protegerme día a día y noche a noche.

Familia

Por el sacrificio que hicieron por mí y gracias a ellos pude concluir y cumplir mis metas.

Pantaleón S.A.

Por darme la oportunidad de realizar mi ejercicio profesional supervisado en sus instalaciones y brindarme el apoyo en mis actividades realizadas.

Ing. Agr. José Acan

Por su apoyo incondicional, en todo momento, y brindar todos esos conocimientos.

Ing. Agr. Rolando Duarte.

Por su apoyo y su amistad en todo momento para la realización de los servicios y la investigación de este documento.

Ing. Agr. Msc. Manuel Martínez

Por su asesoría y apoyo profesional para la realización de este documento.

Ing. Agr. Juan Herrera

Por su asesoría y apoyo profesional para la realización de este documento.

Dr. Marco Vinicio Fernández

Por la supervisión profesional y la orientación en todo momento del presente trabajó.

	Página.
Contenido	
Resumen ejecutivo.....	1
CAPÍTULO I	3
1.1 Presentación.....	4
1.2 Objetivos.....	6
1.2.1 General.....	6
1.2.2 Específicos.....	6
1.3 Metodología.....	7
1.3.1 Fase de gabinete.....	7
1.3.2 Fase de campo.....	7
1.3.3 Fase de gabinete final.....	7
1.4 Resultados y discusión.....	8
1.5 Marco referencial.....	8
1.5.1 Ubicación de la empresa.....	8
1.5.2 Situación ecológica.....	9
1.5.3 Clima.....	10
1.5.4 Suelos.....	10
1.5.5 Vías de acceso.....	11
1.5.6 Proceso de investigación agrícola.....	12
1.5.7 Proceso de semilleros.....	14
1.5.8 Proceso de laboratorio.....	17
1.5.9 Proceso de fertilización líquida.....	18
1.5.10 Cuadro 2 análisis FODA departamento de Agronomía.....	20
1.6 Organigrama corporación Pantaleón.....	22
1.7 Conclusiones.....	23
1.8 Bibliografía.....	24
2 Capítulo II.....	25
2.1 Presentación.....	26
2.2 Definición del problema.....	28

	Página.
2.3 Marco teórico	30
2.3.1 Marco conceptual.....	30
2.3.2 Marco referencial	39
2.3.1 Principales malezas	40
2.3.2 Herbicidas utilizados	46
2.4 Objetivos.....	51
2.4.1 General	51
2.4.2 Específico	51
2.5 Hipótesis	52
2.6 Metodología	52
2.7 Tratamientos.....	52
2.8 Diseño experimental	53
2.8.1 Variables de respuesta	53
2.9 Resultados y Discusión.....	55
2.9.1 Densidad de Maleza por metro cuadrado antes de la aplicación.....	55
2.9.2 Evaluación a los 15 días Después de la Aplicación.	56
2.9.3 Evaluación a los 30 días después de la aplicación	57
2.9.4 Evaluación a los 45 días Después de la Aplicación.	58
2.9.5 2.11.6 Evaluación a los 45 y 60 DDA.....	61
2.9.6 Fitotoxicidad en el Cultivo de Caña de Azúcar	62
2.9.7 Porcentaje de Control de Maleza.....	62
2.9.8 Evaluación a los 45 y 60 días Después de la Aplicación.	64
2.10 Conclusiones	66
2.11 Recomendaciones	67
2.12 Bibliografía.....	68
3 CAPÍTULO III.....	71
3.1 Presentación.....	72
3.2 Área de influencia.	74
3.3 Objetivo general.....	74
3.4 Servicios prestados.....	74
3.4.1 Objetivos específicos.....	75

3.4.2 Marco Teórico:	76
Materiales de encalado:	77
Oxido de calcio.....	77
Hidróxido de calcio	78
Cal agrícola o calcita	78
Dolomita	78
Oxido de magnesio	79
Magnesita.....	79
Arcillas calcáreas	79
Escorias industriales	79
Calidad de los materiales de encalado.....	79
Pureza química	79
Tamaño de partícula	80
Poder relativo de neutralización total	81
Reacciones de cal en el suelo.....	81
3.5 Marco referencial	82
3.5.1 Condiciones Climáticas.....	82
3.6 Metodología	83
3.7 Tratamientos	83
3.8 Procedimiento	83
3.8.1 Condiciones de los sitios a evaluar.....	83
3.8.2 Diseño del estudio	84
3.9 Tratamientos	84
3.10 Diseño experimental	84
3.11 Variables de estudio	84
3.12 Análisis de la información	85
3.13 Resultados.....	85
3.14 Conclusiones	91
3.15 Recomendaciones	92
3.16 Bibliografía.....	93
3.18 Definición del problema	94

	Página.
3.19 Objetivos.....	95
3.19.1 General.....	95
3.19.2 Específico.....	95
3.20 Marco Teórico.....	96
3.20.1 Fertilización y nutrición.....	96
3.20.2 Translocación de los azúcares.....	96
3.21 Metodología.....	97
3.21.1 Manejo del experimento.....	97
3.22 Tratamientos.....	97
3.22.1 Diseño experimental.....	97
3.22.2 Variables a medir.....	97
3.22.3 Contenido de P en tejido foliar.....	97
3.22.4 Población y crecimiento.....	98
3.22.5 Clorofila.....	98
3.22.6 kilogramos azúcar por tonelada de caña.....	98
3.22.7 Análisis de la información.....	98
3.23 Resultados.....	99
3.24 Conclusión.....	102
3.25 Bibliografía.....	103

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1 Inventario proceso de investigación agrícola.....	13
Cuadro 2 análisis FODA departamento de agronomía ingenio Pantaleón.....	20
Cuadro 3 Tratamientos para la evaluación de las diferentes moléculas para control de maleza de hoja ancha.....	52
Cuadro 4 Tabla de fitotoxicidad en el cultivo de caña de azúcar.....	54
Cuadro 5 Análisis de varianza densidad de malezas por metro cuadrado... ..	60
Cuadro 6 prueba de madias (Duncan 5%) para control de malezas a los 15, 30, 45 60 días después de la aplicación.....	61
Cuadro 7 Cuadro de Tratamientos.....	65
Cuadro 8 diferentes tratamientos de la evaluación de Cal Dolomítica.....	83

INDICE DE FIGURAS

Página.

Figura 1 Organigrama Corporación Pantaleón.....	22
Figura 2 Variedad Cp88-1165	50
Figura 3 Densidad de maleza por metro cuadrado antes de la aplicación	55
Figura 4 Densidad de malezas por metro cuadrado a los quince DDA.....	56
Figura 5 Densidad de malezas por metro cuadrado a los treinta DDA.....	57
Figura 6 densidad de malezas por metro cuadrado a los cuarenta y cinco DDA. .	58
Figura 7 densidad de malezas por metro cuadrado a los sesenta DDA.....	59
Figura 8 % de control a los 15 DDA	63
Figura 9 % de control de maleza a los 30 DDA.....	63
Figura 10 % de control a los 45 DDA.	64
Figura 11 % de control a los 60 DDA.	64
Figura 12 Efecto de la aplicación de Cal Dolomítica en el P ^H del suelo a los 4 meses después de la aplicación.....	85
Figura 13 Efecto de cal dolomítica en las unidades incrementadas de p ^H a los 4 días después de la aplicación.	86
Figura 14 Efecto de la aplicación de Cal Dolomítica en la Saturación de Ca (%) a los 4 meses después de la aplicación de cal dolomítica	87
Figura 15 Efecto de la aplicación de Cal Dolomítica en la Saturación de Ca (%) a los 4 meses después de la aplicación de cal dolomítica	89
Figura 16 Efecto de la aplicación de Cal Dolomítica en la Saturación de Ca (%) a los 4 meses después de la aplicación de cal dolomítica	90
Figura 17 Efecto de la dosis y formas de aplicación de Fósforo en el índice biométrico a los 5 meses de edad.....	99
Figura 18 Efecto de la dosis y forma de aplicación de Fósforo en los tallos por metro lineal a los 5 meses de edad.....	100
Figura 19 Efecto de la dosis y forma de aplicación de Fósforo en los tallos por metro lineal a los 5 meses de edad.....	101

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación de diferentes moléculas de herbicidas en el manejo de maleza de hoja ancha al momento de precierre del cultivo de caña de azúcar, Diagnostico y Servicios ejecutados en Finca Pantaleón, Siquinalá Escuintla, Guatemala, C.A.

Resumen ejecutivo

La empresa Pantaleón, es una de las organizaciones de la agroindustria que está dedicada al procesamiento de caña de azúcar para la producción de azúcar refinada. Dicha empresa también produce alcohol, mieles, energía eléctrica, y actualmente está en el proceso de la producción de fertilizante, hecho a base de vinaza. Su propósito es promover el desarrollo, transformando los recursos responsablemente. Este trabajo fue realizado en el periodo de agosto de 2012 a mayo de 2013, dentro de los 10 meses de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). Como primera parte del EPS se elaboró un diagnóstico, cuya finalidad fue conocer las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades del departamento de Agronomía del ingenio Pantaleón y sus diferentes procesos, estos son: Investigación, Laboratorio, Fertilización y semilleros. En dicho diagnóstico se conocieron las metas y objetivos de cada uno de los procesos. En el diagnóstico realizado se obtuvo como resultado que existe la problemática con la futura restricción del 2,4-D a nivel mundial, por lo tanto este sirvió de base para plantear una investigación, en la cual se evaluaron diferentes moléculas de herbicidas, Las aplicaciones químicas utilizadas por el Ingenio Pantaleón para el manejo de malezas de hoja ancha incluye en la mezcla el herbicida 2,4-D, herbicida que por restricciones tiende a desaparecer. Por esta razón se justifica la realización de una investigación, que tenga como fin el poder encontrar una alternativa que pueda sustituir al 2,4-D, o en su efecto sea similar en el manejo de malezas de hoja ancha; dicha molécula no debe tener problemas con la residualidad y así evitar problemas de certificación.

En la investigación se evaluarón eficiencias en el manejo de malezas de hoja ancha con las moléculas *Saflufenazil*, *Metsulfuron Metil*, *Carfenrazone Ethil*, *Picloram 8% + Fluroxipir 8%* se utilizo para ello el diseño de bloques al azar con 9 Tratamientos y 3 repeticiones, cada unidad experimental fue de 112.5 m² , el área total del experimento fue de 3,037.50 m² .

La molécula más efectiva para el control de maleza dicotiledónea en el cultivo de caña de azúcar fue *Saflufenacil*, a una dosis de 35 gr/ha, con mezcla comercial, teniendo 30 días control y un menor costo.

En la parte de servicios se realizaron 2 servicios. El primero de ellos fue la evaluación de la aplicación superficial e incorporada del fósforo en el cultivo de caña de azúcar. En los diferentes tratamientos no existé diferencia estadística significativa en la aplicación de fósforo superficial o incorporada en las dosis de 40 kg/ha y 80 kg/ha.

El segundo servicio fue la evaluación del el efecto de la aplicación de cal dolomita sobre la disponibilidad de fósforo, en suelos con p^H menor de 6.5, se obtuvo como resultados que la dosis de cal dolomítica más efectiva en la corrección de p^H en el suelo fue el tratamiento con 3 ton/ha. A los 30 días se realizó la aplicación de 100 kg de **P₂O₅**/ha, obteniendo con este tratamiento un aumento en 0.37 unidades de p^H a un menor costo.

CAPÍTULO I
**Diagnóstico del departamento de agronomía y los procesos de laboratorio,
semillero, investigación agrícola y fertilización líquida en el ingenio
Pantaleón.**

1.1 Presentación

El ingenio Pantaleón es uno de los proveedores más importantes de azúcar a nivel mundial, Pantaleón-Concepción es una corporación agroindustrial dedicada al procesamiento de caña de azúcar para la producción de azúcar, y otros sub productos como mieles, alcoholes y energía eléctrica.

La corporación Pantaleón actualmente posee una extensión de aproximadamente 58,000 hectáreas, las cuales para poder llevar un control administrativo adecuado está dividido en tres regiones (región central, la región este y la región oeste), las regiones antes mencionadas están divididas por zonas de producción y estas desarrollan las labores correspondientes para el cultivo como por ejemplo, fertilización, control de plagas, control de malezas entre otras.

Por tal razón, está conformada por varios departamentos responsables de generar, validar y promover las prácticas en el manejo del cultivo, dentro de estos departamentos está el departamento de agronomía.

Debido al área cultivada con caña de azúcar y en forma relativa el crecimiento desmedido de problemas en campo, se hizo necesario para la producción, delegar diferentes actividades a los departamentos y así permitir tomar decisiones para disminuir riesgos y problemas.

Cada departamento actualmente está conformado por personal profesional, técnico, administrativo y operativo que cumple con las funciones y obligaciones; es por ello que nace la importancia de recopilar información con el objeto de determinar la situación actual del departamento de agronomía, determinando la problemática dentro de cada uno de sus procesos.

Para su facilidad el departamento de agronomía fue estudiado de la misma manera como se encuentra integrado, por sus cuatro procesos, el diagnóstico estuvo enfocado principalmente al proceso de investigación agrícola pero también se toma en cuenta los procesos de laboratorio, fertilización líquida y semilleros, ésto para conocer su funcionamiento.

Esta primera fase sirvió para conocer las diferentes actividades dentro de la empresa y poder efectuar los servicios e investigaciones correspondientes, al mismo tiempo que el diagnóstico ayuda a tener una ubicación clara del estudiante en el área de trabajo.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Diagnosticar los procesos de semillero, fertilización líquida, investigación agrícola y laboratorio que conforman el departamento de agronomía, con la finalidad de identificar los problemas principales.

1.2.2 Específicos

- 1.2.2.1 Determinar la problemática del proceso fertilización líquida.
- 1.2.2.2 Determinar la problemática del proceso de semillero.
- 1.2.2.3 Determinar la problemática del proceso de investigación agrícola.
- 1.2.2.4 Determinar la problemática del proceso de laboratorio.

1.3 Metodología

1.3.1 Fase de gabinete

Se realizó el diagnóstico del departamento de Agronomía que es el encargado de generar las nuevas tecnologías para la producción de la agroindustria Pantaleón.

Se realizó una serie de entrevistas a todo el personal de los diferentes procesos del departamento de Agronomía siendo esta una entrevista personal a la cantidad de 10 personas, todos del departamento de Agronomía.

Se visitó cada proceso que constituye el departamento de Agronomía del Ingenio Pantaleón.

1.3.2 Fase de campo

Se realizaron las entrevistas en los procesos de Investigación Agrícola, Laboratorio, Fertilización y Semilleros.

1.3.3 Fase de gabinete final

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) fue realizado durante los 2 primeros meses en el proceso de Investigación Agrícola, en donde se tabuló la información colectada de los demás procesos, se procedió a la elaboración de un diagnóstico para comprender las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

1.4 Resultados y discusión

1.5 Marco referencial

En Guatemala el cultivo de caña de azúcar está orientado en aumentar la producción con un bajo costo y poder conservar los recursos suelo agua y medio ambiente. El reto de lograr una mayor productividad no puede ser afrontado con pequeños y pocos cambios en el manejo del cultivo, por ello se hace necesario tomar decisiones drásticas con relación a los nuevos propósitos del cultivo, incluyéndolo como un sistema de biomasa y no simplemente como un sistema azucarero. Existe una necesidad inmediata de diversificar el cultivo de esta gramínea ya que numerosas razones limitan el desarrollo de la economía azucarera, ya sea promoviendo la siembra de cultivos asociados con el consiguiente apoyo técnico, o bien, mediante el establecimiento de verdaderos polos de desarrollo natural que pudieran integrarse con la utilización de los propios subproductos, generados por el mismo proceso.

La producción de azúcar en Guatemala es una actividad de impacto social, económico y ecológico. Las exportaciones de azúcar permiten el ingreso de divisas al país. En el 2003 ingresaron US\$ 316.429.00 millones por exportaciones de azúcar y melaza. La caña provee además otros productos como energía eléctrica, papel, abono, alcohol, levadura, y otros. En Guatemala se tiene un área cultivada de 187,000 hectáreas con caña de azúcar (1).

1.5.1 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 (1).

1.5.2 Situación ecológica

De acuerdo con la clasificación ecológica de Holdridge, 1979, la finca Pantaleón está comprendida dentro de dos zonas ecológicas bien definidas:

a) Zona Tropical Húmeda (se caracteriza por ser cálido y tener a la vez mucha precipitación).

b) Zona Tropical Per húmeda (son zonas tropicales donde llueve mucho y tiene altas temperaturas).

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.

La empresa se encuentra ubicada en la finca Pantaleón en el kilómetro 86.5 de la carretera al pacífico, en el municipio de Siquinala, del departamento de Escuintla. Las oficinas se localizan en la misma finca. 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 la Corporación Pantaleón Concepción. Delimitados en tres estratos altitudinales Estrato alto mayor de 251 msnm Estrato medio de 91 a 250 msnm Estrato bajo menor de 90 msnm (1).

1.5.3 Clima

El clima es referido a los siguientes aspectos: cálido con temperatura promedio de 24.80 °C y su precipitación pluvial de 4,000 milímetros al año distribuidos de mayo a octubre siendo junio y septiembre los meses más lluviosos (1).

La humedad relativa es del 70.30% y la evaporación a la intemperie de 4.16 milímetros por día. Los vientos que por las mañanas corre en dirección Noreste y por las tardes en una dirección Suroeste (1).

En una latitud de 14 grados 19 minutos norte y 90 grados 59 minutos longitud oeste, con una elevación que varía de 55 a 420 metros sobre el nivel del mar (1).

1.5.4 Suelos

Los suelos de las áreas de la corporación Pantaleón Concepción, según FAO/UNESCO, son suelos de fertilidad natural intermedia, son suelos Andisoles y suelos Inceptisoles y se localizan en su mayoría en la parte alta y media de la región cañera del país donde también hay factores climáticos no muy favorables como la radiación solar y la temperatura que limitan el potencial de producción del cultivo comparando con las zonas bajas y litoral de la región (1).

Los suelos Andisoles e Inceptisoles de la región se caracterizan por ser derivados de cenizas volcánicas desarrollados en un clima cálido y húmedo (1).

Estos suelos se caracterizan por la presencia de altos contenidos de arcillas amorfas, “alofana” en su fracción mineral y que le confiere ciertas características especiales tales como la alta retención de fosfatos de azufre, especialmente en Andisoles, estos suelos son ricos en materia orgánica debido a una baja tasa de mineralización de la materia orgánica en dichos suelos (1).

1.5.5 Vías de acceso

Los departamentos se ubica dentro de la finca Pantaleón, se comunica a los municipios de Siquinala a 4 kilómetros y a Santa Lucia Cotzumalguapa a 2 kilómetros mediante la carretera al pacífico. Existe una red de calles empedradas, de asfalto y terracería, que funcionan para la circulación de vehículos dentro del casco de la finca (1).

Existen calles de terracería amplias para la comunicación vial en las fincas anexas, así como caminos y rondas para el acceso a los distintos cañales donde se realizan todas las actividades que le corresponde al departamento (1).

1.5.6 Proceso de investigación agrícola

El propósito del departamento de Investigación Agrícola es identificar y priorizar las oportunidades de mejora de nuevas tecnologías, los resultados de cada investigación realizada por los procesos Agrícolas que requieren de validación y desarrollo para su implementación comercial, esto se hace con el fin de poder implementar dentro de la empresa nuevas tecnologías que permitan una mayor producción con un bajo costo.

El proceso de Investigación Agrícola cuenta con sus propios objetivos y metas los cuales deben cumplir año con año estos son:

- a) Cumplir con el programa de labores 6 días antes o 6 días después de la fecha estipulada.
- b) Generar tres nuevas tecnologías al año.
- c) Obtener resultados de por lo menos el ochenta por ciento de los ensayos.

En el proceso de Investigación Agrícola se realizan investigaciones sobre fertilización, malezas, plagas, mecanización, madurantes, inhibidores de floración, distanciamientos de siembra, resiembras y micro nutrientes.

En el proceso de Investigación Agrícola el 80 % de los ensayos cuenta con un resultado a los 3 meses después de la cosecha.

El cuadro 1 presenta el inventario realizado a la bodega asignada al proceso de investigación agrícola, en el cual están incluidos todos los artículos utilizados para la realización de investigaciones programadas en la temporada de zafra.

1.5.6.1 Cuadro 1 Inventario proceso de investigación agrícola

NÚMERO	ARTÍCULO	CANTIDAD
1	Balanzas de 45 Kg y 10 Kg	7
2	Bancas	7
3	Bancos	3
4	Barrenos para análisis de suelo	2
5	Trípodes de madera	1
6	Bombas eléctricas de agua	3
7	Bombas de mochila	7
8	Botiquín medico	1
9	Cascos para alze	5
10	Cascos de moto	3
11	Chalecos de moto	3
12	Chalecos de alze	10
13	Clorofilómetro SPAND	1
14	Machetes tipo (colombianos)	9
15	Cuadros de metal para chinchas	8
16	Cubetas	9
17	Engrapadoras	1
18	Escobas	1
19	Escritorios	2
20	Espinilleras	18
21	Estantería	6
22	GPS	2
23	Lokers	36
24	Machetes	2
25	Palas	4
26	Pizarras	4
27	Probetas	3
28	Radios Motorola EP450a	6
29	Royos de pita	4
30	Semáforo	1
31	Cintas métricas	4
32	Computadoras	2

1.5.7 Proceso de semilleros

El proceso de semilleros, es el responsable de proveer semilla de excelente calidad a todos los semilleros comerciales de cada una de las zonas del ingenio Pantaleón, esto con el objetivo de llevar al campo solo semilla de calidad para poder obtener una mejor germinación y una mejor producción, también es el responsable de realizar investigaciones de nuevas variedades y llevar al campo la variedad ideal en cada estrato, cuenta con un procedimiento para la producción de semilla el cual se define a continuación.

1.5.7.1 Tratamiento hidrotérmico

Es el primer procedimiento para poder obtener una semilla para establecimiento de semilleros de alta pureza varietal.

En el tratamiento hidrotérmico se debe coordinar y supervisar el corte de semillas en cañas enteras, luego transportarlas a la planta de tratamiento, donde se procede a la deshojación de cada una de las cañas previo a la extracción de las yemas, luego se cortan los tallos a la mitad para facilitar su manejo, también se eliminan las yemas de la base y la punta del tallo, debido a la mala germinación, se extraen las yemas con las maquinas extractoras de yemas las cuales son tipo sacabocado o la de doble sierra de banco estas se colocan en cubetas de 20 litros las cuales poseen perforaciones que permiten una mejor circulación del agua al momento de su inmersión.

La inmersión en la planta de tratamiento es en agua a 52 grados centígrados durante 1 hora, y el enfriamiento de las yemas es con agua a temperatura ambiente, se debe tener el cuidado de desinfectar el machete o toda herramienta utilizada en el corte de semilla a cada hora para evitar la contaminación de la misma para lo cual se puede utilizar el producto químico Vanodine que es un bactericida, viricida y fungicida de amplio espectro a una solución de 2 por/ciento.

Se procede a llenar las canastas en grupos de acuerdo a la capacidad de la planta de tratamiento cerca del tanque para facilitar la introducción al mismo, no se deben recargar las canastas para no dañar la semilla.

Se realiza el tratamiento hidrotermico para poder eliminar las enfermedades de:

Raquitismo, tratamiento hidrotermico a 52 grados centígrados por una hora.

Escaldadura, tratamiento hidrotermico a 50 grados centígrados por tres horas.

Carbón, tratamiento térmico a 52 grados centígrados por una hora.

Por último se debe de coordinar el transporte y supervisar la carga de las canastas al camión para ser transportadas a su destino.

También se realizan los muestreos de enfermedades en semilleros ésto con la colaboración de los laboratorios de fitopatología de CENGICAÑA, se realiza la producción de pilones para la siembra de semilleros de alta pureza, en los cuales se colocan las yemas a un centímetro de profundidad con el meristemo hacia arriba. Si son yemas cortadas con sierra, se siembran 5,000 a 6,000 por germinador, por lo contrario si son extraídas con sacabocados se siembran de 6,000 a 7,000 yemas por germinador. Luego se procede a podar las plántulas a la mitad de la hoja antes del trasplante para evitar el estrés en las bandejas, se recomienda dejarlas inmóviles por 3 o 4 días para evitar perdida de sustratos y aplicar la fertilización a los 7 días y luego el trasplante para cubrir los espacios vacíos en las bandejas.

1.5.7.2 Manejo de semilleros

El objetivo es establecer los pasos secuenciales para realizar el manejo de los semilleros de alta pureza, básicos y semi-comerciales según sea el caso.

La responsabilidad del supervisor de semilleros básicos es coordinar las labores de preparación de tierra, antes de realizar cualquier cosa se procede a la destrucción de la cepa utilizando Glifosato con dosis altas, (6 lts/ha) 30 a 45 días después del corte.

Luego corresponde analizar la compactación del suelo, esto con el fin de saber si es necesario el uso de los diferentes pasos de mecanización agrícola, con ello podemos determinar en donde mecanizar, el siguiente paso es realizar los muestreos correspondientes para plagas del suelo, lo cual se realiza de 0 a 2 días antes del surqueo.

El encargado de semilleros básicos debe involucrarse, supervisando el tratamiento térmico de la semilla, el transporte de los pilones o toletes de planta de tratamiento al campo el mismo día de la siembra, debe tomarse en cuenta que la primera aplicación de herbicida debe ser preemergente.

La brotación se calcula tomando en cuenta 10 muestras al azar, por variedad de caña cada muestra debe tener 10 metros lineales en los cuales se procede al conteo de yemas brotadas.

A los 30 días de la siembra se hará una cuantificación de la cantidad de semilla necesaria para resembrar, se debe de aplicar la fertilización manual foliar a los 3 o 4 meses después de la siembra. Se aplica ácido giberelico para evitar una elongación no deseada del entrenudo.

Se realiza un muestreo de roedores a los 5 meses después del después de la siembra.

1.5.7.3 Muestreos de plagas del suelo

Se refiere a los animales, insectos y microorganismos, los cuales tienen un efecto negativo sobre la producción agrícola, esto se realiza muestreando un área delimitada de un metro cuadrado con 50 centímetros de profundidad y en ella analizar la existencia de larvas, crisálidas, o insectos adultos, los más comunes son gallina ciega, gusano alambre, chinche salivosa y chinche hedionda y con ello calcular el total de insecto por estadio por metro cuadrado.

1.5.7.4 Muestreo por daño de barrenador

Se procede a revisión de los lotes cosechados para que tengan su respectivo muestreo de daño por barrenador, y en los lotes con mayor daño de barrenador se le da seguimiento de manejo por mes para reducir dicha plaga.

Las especies de barrenador son:

- a) *Diatraea saccharalis*
- b) *Diatraea crambidoides*
- c) *Phassus phalerus*

Para el muestreo se utilizan los mismos tallos que se toman para el índice de desarrollo.

Se revisan las variedades marcadas con listón de nylon, luego se corta la semilla haciendo paquetes de 15-20 esquejes amarrados para trasladar la semilla al lugar de siembra donde se sembrara de 3 a 5 metros lineales, esto debe ser coordinado por CENGICANÑA.

Incrementos: revisan las variedades marcadas con el listón de nylon, trasladan la semilla al campo y se procede a sembrar los veinte paquetes en diez surcos de veinte metros de largo por surco, recopilan los datos en los registros correspondientes y son entregados a los auxiliares de campo.

1.5.8 Proceso de laboratorio

Pantaleón, S.A. con una visión ambientalista, posee un laboratorio para la producción de Parasitoides, especialmente *Paratheresia claripalpis*, así como también el pie de cría de *Diatraea Saccharalis* los cuales son utilizados para el control de barrenado. Dichas instalaciones de este laboratorio pertenece al departamento de Agronomía, siendo este el encargado de toda la producción biológica.

1.5.8.1 Responsabilidades del proceso de laboratorio

Producción rentable de parasitoides.

Producción rentable del hongo *Metarhizium anisopliae* el cual es un hongo que crece naturalmente en los suelos de todo el mundo y causa la enfermedad en varios insectos actuando como parasitoide.

1.5.8.2 Metas y Objetivos del área

- a) Producir parasitoides benéficos y hongo *Metarhizium anisopliae*.
- b) Proveer las cantidades necesarias de parasitoides benéficos y hongo *Metarhizium Anisopliae* a todas las administraciones.
- c) Establecer ensayos para la vigorización y parasitismo del hongo *Metarhizium Anisopliae* Producción de parasitoides y hospedantes.
- d) Producción del hongo *Metarhizium Anisopliae*.

Uno de los métodos de control de plagas que ha cobrado importancia es la utilización de un hongo *Metarhizium Anisopliae* , el cual se ha estado utilizando para el control de la chinche salivosa a nivel comercial y producido por Pantaleón.

Como objetivo principal de tener un laboratorio es producir y manejar el hongo *Metarhizium anisopliae* a un bajo costo y una alta eficiencia.

1.5.9 Proceso de fertilización líquida

El proceso de fertilización líquida es el responsable de la fertilización en los suelos cañeros del Ingenio Pantaleón, entre los factores que afectan la productividad de la caña de azúcar esta como uno de los principales la fertilización, sin embargo en los últimos años los fertilizantes minerales han sufrido significativos aumentos en sus costos por esto surge la necesidad de crear un departamento específicamente dedicado a buscar vías alternas que permitan el suministro al suelo de los elementos nutritivos en una forma más económica.

En el 90% de los suelos del Ingenio Pantaleón se está implementando la aplicación de vinaza el cual es un residuo industrial que se genera durante la destilación del alcohol. En términos de volumen producido se estima que por cada

litro de alcohol obtenido a partir de la producción de melaza, se genera alrededor de trece litros de vinaza (2).

Este residuo, es altamente corrosivo y contaminante de las fuentes de agua, presenta en su composición química altos contenidos de materia orgánica, potasio y calcio y cantidades moderadas de nitrógeno y fósforo (3).

Según investigaciones realizadas en otros países, especialmente en Brasil revelan que la vinaza incrementa la productividad de la caña de azúcar, con lo cual se puede sustituir parcial o totalmente la fertilización realizada comercialmente (4).

En los suelos del ingenio Pantaleón, la aplicación de fertilización líquida es realizada de dos formas la primera que es una aplicación a bajo volumen ($3\text{m}^3/\text{ha}$) y la segunda es a alto volumen ($16\text{m}^3/\text{ha}$).

El cuadro 2 muestra un análisis FODA realizado al departamento de Agronomía, en el cual da a conocer sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

1.5.10 Cuadro 2 análisis FODA departamento de agronomía ingenio Pantaleón.

F FORTALEZAS	O OPORTUNIDADES
<p>El departamento de Agronomía es la base de la innovación tecnológica en el área agrícola de la empresa Pantaleón.</p>	<p>Realizar un programa sistemático de transferencia de tecnología en el área de Agronomía.</p>
<p>El Departamento de Agronomía es el soporte técnico para la producción en el ingenio Pantaleón.</p>	<p>Creación de áreas de especialización técnicas en al área agrícola (fertilización, plagas, madurantes, malezas etc.)</p>
<p>El departamento de Agronomía tiene un compromiso de conocer y aplicar el trabajo en equipo.</p>	<p>Que el departamento de Agronomía desarrolle un programa de asesoría interna.</p>
<p>El personal de Agronomía recibe las capacitaciones adecuadas para la implementación de nuevas tecnologías constantemente.</p>	<p>Programa de sensibilización para la motivación a la innovación</p>

D DEBILIDADES	A AMENAZAS
<p>En el departamento de Agronomía se cuenta con poco personal para poder monitorear los diferentes ensayos ya sean del proceso de investigación como el proceso de semilleros, también en el laboratorio para poder incrementar su producción. Porque son paquetes fuertes</p>	<p>Se cuenta con una resistencia a adopción a nuevas tecnologías (doble varilla).</p> <p>Existe el riesgo de que algunos ensayos no se obtienen datos de cosecha por la dinámica de la misma.</p>

La figura 1 presenta el organigrama de la corporación Pantaleón, en donde da a conocer los diferentes puestos administrativos categorizados en forma jerárquica

1.6 Organigrama corporación Pantaleón.

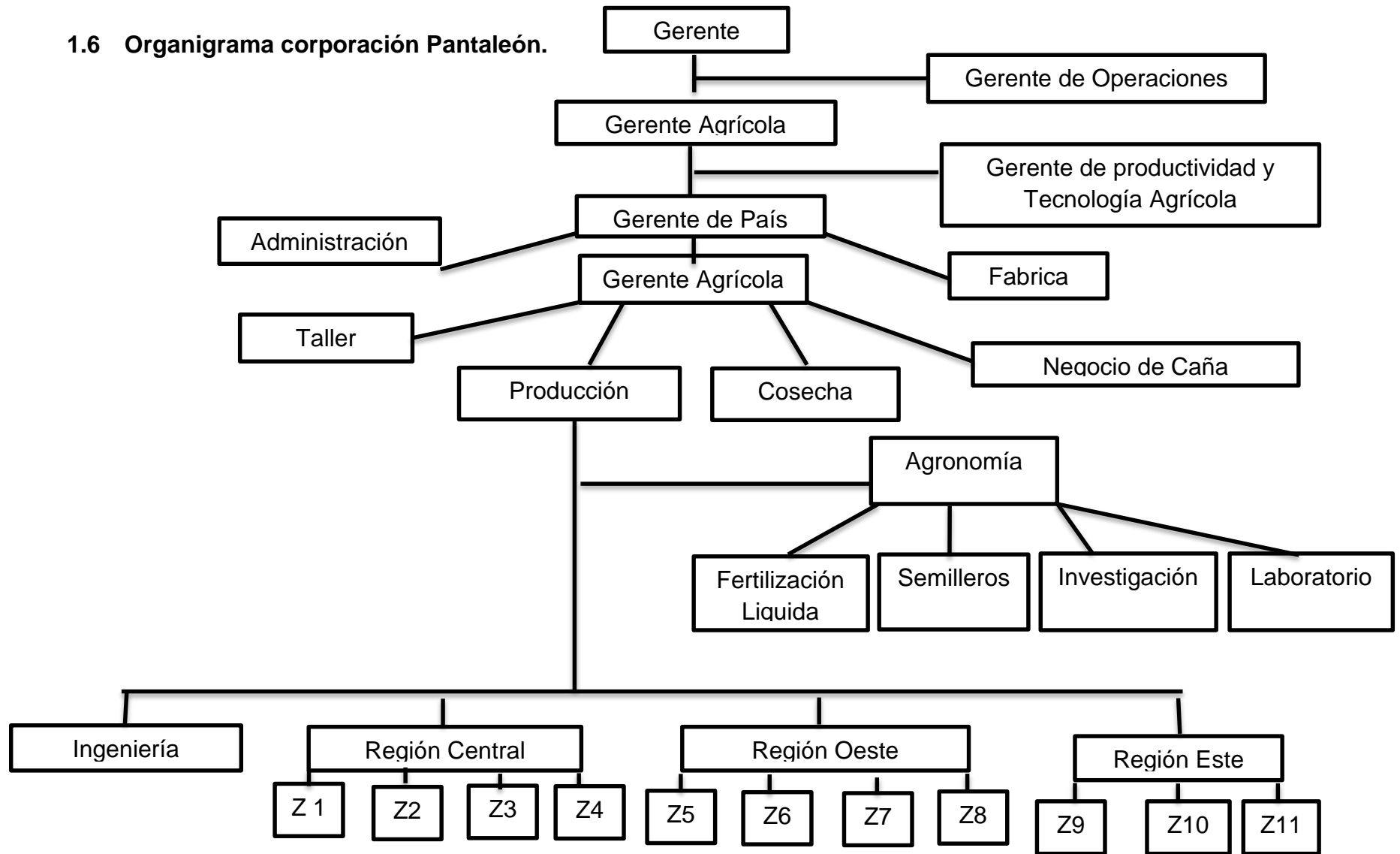


Figura 1 Organigrama Corporación Pantaleón

1.7 Conclusiones

En el procesos de investigación agrícola se determinó que la problemática en es que todos las evaluaciones realizadas deben de tener como propósito principal la implementación de nuevas tecnologías para el buen uso de los recursos y obtener la máxima rentabilidad para la empresa y el programa de actividades de las diferentes investigaciones se debe realizar 6 días antes o 6 días después de la fecha estipulada.

En el proceso de semilleros básicos su función principal es proveer de semilla a los diferentes semilleros comerciales de todas las zonas del ingenio Pantaleón con semilla de calidad libre de las enfermedades de Raquitismo, Escaldadura y Carbón.

La principal función del proceso de laboratorio es producir y proporcionar a las diferentes zonas del ingenio Pantaleón los parasitoides benéficos y hongo (*Metarhizium Anisopliae*)

El procesos de fertilización su principal función es fertilizar los suelos del ingenio Pantaleón con la dosis requerida mediante los diferentes análisis de suelo, este proceso es el encargado de proveer el transporte y traslado de la vinaza a los campos de las diferentes zonas del ingenio Pantaleón ya sea una aplicación de bajo volumen o una de alto volumen.

1.8 Bibliografía

1. GLORIA, N. A. 1985. Aplicacao de vinhaca ao solo. 1er Encontro Sobre Manejo do Solos. ESALQ. Piracicaba (Brasil) .31 pp.
2. Ingenio Pantaleón, GT. 2011. Informe de diagnóstico del Departamento de Investigación, evaluación y ensayos, zafra 2007-2010. Guatemala. 24 p.
3. ORLANDO, F. J. y E. J. LEME. 1984. Utilizacao agrícola dos resíduos da agroindústria canvieira. En: Simposio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira. Brasilia (Brasil) p. 451 - 475.
4. QUINTERO, R. 1992. Subproductos de la industria azucarera y su uso como fertilizantes. En: Seminario de Manejo Integral de Suelos para una Agricultura Sostenida. SCCS. Comité Regional del Valle. Palmira (Colombia) p. 183 -199.

Capítulo II.

Evaluación de diferentes moléculas de herbicidas para el manejo de maleza de hoja ancha en el momento de precierre del cultivo de caña de azúcar en la Finca Pantaleón, Siquinalá Escuintla, Guatemala

2.1 Presentación

Los programas de control para malezas en el cultivo de caña de azúcar regularmente son químicos, en los cuales son utilizadas las mezclas de herbicida con el 2,4-dinitrofenilhidrazina, (2,4-D). Por lo que se justificó la realización de la presente investigación, para poder contar con diferentes alternativas 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 en la certificación. En relación a lo anteriormente indicado se realizó el ensayo en Finca Pantaleón en el mes de septiembre de 2012, donde se evaluaron diferentes moléculas de herbicidas, esto con el fin de poder encontrar una alternativa en una molécula que pueda sustituir al 2,4-D o que sea similar en el manejo de malezas de hoja ancha. Dicha molécula no debe tener problemas con residualidad y así evitar problemas de certificación. En relación a lo dicho anteriormente se realizó en la finca Pantaleón un ensayo en el mes de septiembre, en el cual se evaluó la eficiencia en el manejo de malezas de hoja ancha con diferentes moléculas estos fueron; Saflufenazil, Metsulfuron Metil, Carfenrazone Ethil, Picloram 8% + Fluroxipir 8% , para esta investigación se utilizó el diseño de bloques al azar con 9 Tratamientos y 3 repeticiones cada unidad experimental es de 112.5 m² , el área total del experimento es de 3,037.50 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 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, sin embargo 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, sandía, melón y otros por el daño que puede causar a los estos cultivos (17).

Por lo tanto, es importante tener nuevos productos alternativos que permita mejorar los controles de malezas dicotiledóneas (*Ipomoea* spp., *Melampodium divaricatum*, *Trianthema portulacastrum*), el daño que estas ocasionan al cultivo es principalmente la competencia por los nutrientes del cultivos de caña de azúcar.

2.2 Definición del problema

En Ingenio Pantaleón el herbicida 2,4-D es uno de los más utilizados en la mayoría de sus mezclas para las diferentes aplicaciones, dirigidas para el manejo de las malezas de hoja ancha en el cultivo de caña de azúcar. El herbicida 2,4-D actualmente está en una polémica para poder restringir su uso y sacarlo del mercado mundial, recibiendo demandas de Natural Resources Defense Council, el cual busca cancelar los registros de dicho producto, Se prevé que su uso será restringido en los años próximos, para esto se busca encontrar otras alternativas con diferentes moléculas de herbicidas que cumplan con la eficacia del 2,4-D y que sea amigable con el medio ambiente y al ser humano.

El costo utilizado en el manejo de malezas es alrededor de un 35% del costo del cultivo de caña de azúcar, para dicho manejo se realizan dos aplicaciones químicas, por este motivo se busca encontrar otra molécula que cumpla con las regulaciones ambientales y que siga siendo eficiente en el manejo de malezas de hoja ancha.

El 2,4-D es utilizado en el 90% de las mezclas para el control de malezas hojas anchas, por lo cual es necesario investigar otras moléculas con las cuales podamos cambiar el ingrediente activo a utilizar en las diferentes mezclas de herbicidas. El 2,4-D ocasiona el desplazamiento de los vapores los cuales causan una serie contaminación al medio ambiente, produce la emisión del aire de diclorofeno, ácido cloro acético y amoniaco (14).

Los residuos de 2,4-D se distribuyen rápidamente en aguas en movimiento, dichos residuos suelen ser detectados hasta alrededor de seis meses después en aguas tranquilas, el 2,4-D tiene una vida promedio de 10 a 50 días en el agua (14).

Las formulaciones del herbicida 2,4-D tienen la capacidad de poder filtrarse hacia la columna de suelo y poder alejarse del lugar donde se realizó la aplicación, debido a la erosión hídrica o a través del flujo de las aguas superficiales o sub-superficiales (4).

El uso de nuevas moléculas en las mezclas de herbicidas puede ser una gran alternativa para el control de malezas de hoja ancha. Estos 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 (4).

Cuál de las moléculas evaluada es más efectiva para el control de malezas dicotiledóneas en el cultivo de caña de azúcar en las diferentes evaluaciones?

Cuál será la molécula que no produzca fitotoxicidad a la planta en las diferentes evaluaciones?

Cuál será la molécula que tenga más días control de maleza en las evaluaciones?

2.3 Marco teórico

2.3.1 Marco conceptual

2.3.1.1 Malezas

De acuerdo con Klingman (1966), las malezas son plantas indeseables que crecen como organismos macroscópicos junto con las plantas cultivadas, a las cuales les interfieren su normal desarrollo. Son una de las principales causas de la disminución de rendimientos en los cultivos, debido a que compiten por agua, luz solar, nutrimentos y bióxido de carbono; segregan sustancias alelopáticas; son albergue de plagas de insectos y patógenos, dificultando su combate y, finalmente, obstaculizan la cosecha, bien sea ésta manual o mecanizada.

2.3.1.2 Generalidad sobre la maleza

El termino maleza se define como las plantas originadas bajo un ambiente natural y en respuesta a los ambientes impuestos, son plantas nocivas, molestas, desagradables a la vista, en el sentido agronómico se llaman malezas a todas las plantas que compiten con los cultivos y reducen tanto los rendimientos como la calidad de la cosecha.

La palabra maleza se deriva del latín “malitia” que se traduce como “maldad”. Barcia (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” (17).

Martínez y López (2000), consideran que una maleza puede ser definida de diferente manera según la ciencia que la estudie. El criterio agronómico define las malezas como plantas no deseables, que crecen en competencia 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 el cultivo como flora espontánea (20).

La flora 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 manifiesta cuando el crecimiento del cultivo resulta afectado (disminuido), si se compara con una condición en la que el cultivo no tiene competencia a partir de otras plantas.

Una de las características principales de dicha flora espontánea es la germinación escalonada que presentan, por lo que es común encontrar diferentes estados fenológicos de una misma especie en un período determinado, lo cual hace difícil su manejo y facilita la dispersión y adaptabilidad de dichas especies (14).

2.3.1.3 Clasificación de las malezas

Existen diferentes sistemas para la clasificación de las malezas, el sistema más importante es el que se basa en criterios de taxonomía y sistemática, ya que es de uso universal e identifica a las especies con su nombre científico, familia, orden, clase, etc., pero es común agruparlas de acuerdo a varias características o hábitos, como el período que requieren para completar su ciclo de vida.

2.3.1.4 Clasificación basada en el ciclo de vida

Define tres grupos de malezas, el primero denominado “malezas anuales”, que son aquellas que completan su ciclo de vida en un período igual o menor a un año. Su control por lo general es relativamente fácil, sin embargo son muy persistentes, debido a la gran cantidad de semillas que producen. Las “malezas bianuales”, las que requieren de una fase vegetativa durante el primer año de vida y una fase

reproductiva durante el segundo año. En esta clasificación existe un tercer grupo de las llamadas “malezas perennes”, las cuales sobreviven durante varios años, pueden florecer varias ocasiones y por lo tanto, pueden producir múltiples generaciones de semillas. Además algunas poseen la capacidad de reproducirse por medio de estructuras asexuales.

Clasifica las malezas en plantas de hoja ancha (dicotiledóneas) y plantas de hoja angosta (gramíneas y ciperáceas). Sin embargo es importante mencionar que no todas las plantas de hoja ancha pertenecen a la clase *Magnoliopsida*, por ejemplo las plantas de la familia *Commelinaceae* y *Araceae*, entre las que se encuentran algunas malezas importantes como *Commelina diffusa*, *Tinantia erecta*, *hyllodendron sp.* y *Syngonium salvadoreense*, respectivamente (12).

2.3.1.5 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 (12).

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 enemigos más difíciles de controlar (12).

2.3.1.6 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) (12).

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 (8).

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 (8).

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 (12).

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 (12).

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 (11).

2.3.1.7 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 (11).

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.

2.3.1.8 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 (11).

2.3.1.9 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 (7).

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 (7).

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 (11).

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 (11).

El método mecánico de control de malezas es usado por agroindustrias que poseen una dotación adecuada de maquinaria, y con clima y topografía favorables (11).

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 (11).

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 (11).

2.3.1.10 Otros sistemas de clasificación para las malezas

Las malezas pueden ser clasificadas por su hábito de crecimiento en tres grupos: aéreas, rastreras y subterráneas. Además puede hacerse una clasificación basados en la consistencia del tallo, clasificándolas en malezas herbáceas, semi-leñosas y leñosas (Flores, 1976).

2.3.1.11 Importancia del estudio de las malezas

Los agricultores de Guatemala gastan aproximadamente 60 millones de quetzales anuales para el control de malezas, de los cuales tentativamente 12 millones son gastados en granos básicos y 48 millones de quetzales en otros cultivos de importancia económica (13).

2.3.1.12 Principales malezas de hoja ancha en caña de azúcar reportadas en el Ingenio Pantaleón

Bejuco Peludo	<i>Merremia quinquefolia</i>
Campanilla, lava plato, quiebracajetes	<i>Ipomoea nil</i>
Campanilla, quimamul, bejuco	<i>Ipomoea triloba</i>
Jaibilla, Melón amargo	<i>Momordica charantia</i>
Papayita, manita crotón	<i>Crotón lobatus</i>
Falsa verdolaga	<i>Trianthema portulacastrum</i>
Verdolaga, portulaca	<i>Portulaca oleraceae</i>

2.3.1.13 Clasificación de toxicidad

En la clasificación recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 2,4-D se ubica en la clase II: “moderadamente peligroso”; esto lo coloca en la misma clase que el endosulfán, el lindano, el paraquat y el toxafeno. Está considerado como un “plaguicida de uso restringido” (que sólo puede ser comprado y utilizado por aplicadores certificados).

En la clasificación de toxicidad de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) ocupa un rango que va desde la Clase I hasta la Clase III (en una escala de I a IV, en la que I corresponde a la mayor toxicidad). La sal dietilamina es la más tóxica de todas las formas del 2,4-D (11).

El 2,4-D se considera ligeramente tóxico en forma oral (toxicidad clase III), y altamente tóxico en el caso de exposición de los ojos (toxicidad clase I). Aunque la LD50 del 2,4-D sugiere que sólo es moderadamente tóxico, está etiquetado como altamente tóxico debido a incidentes relacionados con grave irritación de la piel y de los ojos entre trabajadores agrícolas.

2.3.2 Marco referencial

2.3.2.1 Ecología

De acuerdo a la zonificación ecológica la finca Pantaleón, 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 (9).

2.3.2.2 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:

- a) Precipitación pluvial promedio anual 3710mm.
- b) Evaporación media anual a la intemperie 2173mm.
- c) Horas luz promedio anual 2859.
- d) Temperatura máxima media anual 31°C.
- e) Temperatura mínima media anual 20°C.
- f) Temperatura media anual 26°C.

2.3.2.3 Suelos

Según (CENGICAÑA, 2010), en el estudio se mide detallado los suelos cañeros del sur de Guatemala, la finca Pantaleón presenta suelos de tipo Mollisol seco cuyas características son las siguientes:

Los Mollisoles 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 (5).

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 (5).

2.3.1 Principales malezas

2.3.1.1 *Drymaria cordata*

Nombre comunes usados en español: Golondrina, cinquito, pipili.

Categorías taxonómicas superiores:

Reino: Plantae;

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 (5).

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 (17).

2.3.1.2 *Tripogandra purpurascens*

Reino: Plantae;

Subreino: Traqueobionta

Superdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

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 ± 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 (± 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 sub globosa, 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 (17).

2.3.1.3 *Mollugo verticillata*

Nombre comunes: Anisillo, culantrillo, espuelita, hierba de empacho.

Categorías taxonómicas superiores:

Reino: Plantae;

Subreino: Traqueobionta

Superdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

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 (17).

2.3.1.4 *Phyllanthus Niruri*

Categorías taxonómicas superiores:

Reino: Plantae;

Subreino: Traqueobionta

Superdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

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 (17).

2.3.1.5 *Trianthema portulacastrum* L.

Nombre comunes: Verdolaga blanca, verdolaga bronca, Verdolaga de caballo

Categorías taxonómicas superiores:

Reino: Plantae;

Subreino: Traqueobionta

Superdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

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 (17).

2.3.2 Herbicidas utilizados

2.3.2.1 2,4-D 72 SL (Ingrediente .Activo: 2,4-D)

Primer herbicida “fenoxi” introducido, es disponible en formulaciones de sal amida, éster y granulada. 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 Fitotoxicidad del herbicida. Los problemas de deriva de vapores son mayores con los ésteres, 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 (16).

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 translocado en la planta por el floema y el xilema, acumulándose en las regiones meristematicas de los rebrotes y raíces.

2.3.2.2 Heat 70 WG (I.A. Saflufenacil)

Modo de acción

Heat 70 WG, es un potente inhibidor de la oxidasa de protoporfirinogeno (PPO) una enzima necesaria para la biosíntesis de la clorofila en las plantas. Inmediatamente después de la inhibición de la PPO, los niveles de protoporfirinogeno 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 predominantemente translocado 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 (1).

2.3.2.3 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 (16).

2.3.2.4 Karmex wg: (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

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 (16).

2.3.2.5 Ally (Metsulfurón Metil 60 WG)

Es un herbicida de uso agronómico, selectivo sistémico que controla la amplia gama de malezas de hoja ancha.

Modo de acción

Es un inhibidor de la división celular y el crecimiento, este herbicida ataca los puntos de crecimiento de tallos y raíces de las plantas susceptibles, provocando la translocación que ocurre hacia la base del ápice. Su aplicación es de modo post-emergente, se utiliza especialmente en cultivos como arroz, pastos y caña de azúcar, es capaz de manejar las malezas tales como Helecho Macho – Negro *Pteridium aquilinum*, Florecilla *Baltimora recta*, Balsilla o Viernes Santo *Phyllanthus niruri*, Dormilona Mimosa pudica, *Batatilla Ipomoea*, congesta, Frijolillo *Aschynomene sencitiva*, Malva *Malachra spp*, Zontol *Cyperus iria*, Navajuela *Scleria pterota*, Cholo (Pasto Indio), *Rottboelia sxaltata*, Arrocillo *Echinochloa colonum*, Clavo de Agua *Jussiaea spp*, Botoncillo *Caperonia palustris*, Bledo *Amaranthus dublus*, Golondrina *Euphorbia hirta*, Lechosa *Euphorbia heterophylla*, Botoncillo *Eclipta Alba*, Balsilla *Corchorus orinicensis*, *Batatilla, Ipomoea congesta* Buche de Gallina *Hetherantera reniformis*, Verdolaga *Portulaca Oleracea*, Hierba de Pollo *commelina difusa*, Frijolillo *Phaseolus Lathyroides*, Escobilla sida spp.

La dosis recomendada es de 8 a 30 g/ha del producto formulado, recomendado no aplicar el producto 30 días antes de cosecha, es compatible con los plaguicidas de uso común, su fitotoxicidad es no fitotóxica en dosis y cultivos recomendados (5).

2.3.2.6 Veloz: Carfentrazone- ethyl

Su nombre químico es (RS)-2-chloro-3-(2-chloro-5-[4-(difluoromethyl)-4,5-dihydro-3-methyl-5-oxo-1H-1,2,4-triazol-1-yl]-4-fluorophenyl) propionic acid. Pertenece al grupo químico Aryl triazolinonas Concentración 40 % p/v (400 g/L) Formulación: Concentrado Emulsionable (EC)

Modo de Acción

Es un herbicida de contacto para el control post-emergente exclusivo para malezas de hoja ancha, cuyo modo de acción es a nivel de fotosíntesis el cual produce una rápida y efectiva necrosis del follaje tratado, produciendo así la muerte de la planta. Su toxicidad es IV (verde) este producto normalmente no ofrece ningún tipo de peligro (6).

2.3.2.7 Plenum (Picloram + Fluroxipir)

Ingrediente activo

Picloram Y Fluroxipir

Formulación EW (Aceite en agua) Esta formulación permite mejor penetración en malezas de hojas cerosas ó malezas difíciles.

Modo de acción

El Picloram actúa como una hormona vegetal comparable al grupo de las Auxinas, Es activo sobre las funciones de crecimiento y elongación de las células vegetales (meristemáticas).

Acción sistémica

PICLORAM es altamente traslocable en los sistemas vasculares de la planta:
Floema y Xilema

La acción del Picloram es lenta y residual, concentrándose sobre las yemas, meristemos radicales y apicales debido a su alto poder de translocación.

Características del fluroxipir

Modo de acción

Se absorbe por el follaje y se trasloca rápidamente. Induce respuestas antiauxinas parecidas a las del ácido indo acético. Poseen estructura química distinta al Picloram , pero interfieren la regulación del crecimiento de las Dicotiledoneas.

Acción sistémica (10).

2.3.2.8 Características de la variedad CP88-1165

Es una cruce entre la variedad CL61-620 y la variedad CP81-1302 esta es una variedad recomendada para la zona media que esta entre 100-300 metros sobre el nivel del mar y para la zona baja que está entre los 0-100 metros sobre el nivel del mar, como aspecto general de dicha variedad es de follaje escaso y deshoje natural y su hábito de crecimiento es semirrecto, entrenudos color rojizos, posee un canal en el lado de la yema en todo el largo del entrenudo teniendo como consecuencia que todos sus tallos se rajan. En el nudo la forma de crecimiento es abconoidal en el lado opuesto de la yema y con anillos de crecimientos semi lisos

La vaina es de regular desprendimiento es de color verde con manchas moradas y rojas, tiene poca presencia de afate, la lámina foliar tiene un borde semi liso Su aurícula forma lanceolada larga y corta en la misma vaina, lígula creciente lineal. Su cuello es color verde oscuro y superficie lisa (18).

La figura 2 muestra las características visuales de la variedad CP 88-1165 dando a conocer los aspectos más importantes de esta variedad como las yemas, hojas y entrenudos.



Figura 2 Variedad CP88-1165 Fuente: Catálogo de Variedades de CENGICAÑA. 2004

2.4 Objetivos

2.4.1 General

Evaluar el uso de diferentes moléculas de herbicidas para manejo de maleza de hoja ancha hasta el momento de precierre en caña de azúcar con el fin de encontrar una molécula que sustituya al 2,4-D.

2.4.2 Específico

Determinar la molécula más efectiva para el control de malezas dicotiledóneas en el cultivo de caña de azúcar.

Evaluar el efecto de fitotoxicidad de las diferentes moléculas de herbicida en el cultivo de caña de azúcar.

Realizar un análisis de costos de todos los tratamientos evaluados, tanto en los días control como el costo por día control de cada uno de los tratamientos.

2.5 Hipótesis

Los tratamientos con la molécula SAFLUFENACIL tendrán efectos significativos sobre el control de malezas dicotiledóneas, el cual no provocará fitotoxicidad al cultivo y tendrá un alto número de días control, y por lo que presentará un bajo costo de días control, el cual podrá sustituir la molécula del 2,4D

2.6 Metodología

Esta investigación fue establecida en el lote 0404 de finca Pantaleón teniendo como duración 60 días, dicha investigación se realizó en época de pre-cierre en la variedad CP 88-1165 con una edad de cinco meses, en la cual se buscó encontrar la molécula adecuada para el manejo de maleza de hoja ancha que pueda sustituir al 2,-4D se evaluarón 7 tratamientos químicos y 2 testigos uno absoluto en el cual no se realizó ninguna actividad y otro de limpia manual con, tres repeticiones.

2.7 Tratamientos

Se presenta el cuadro de los diferentes tratamientos utilizados en la investigación estos son 8 tratamientos químicos, un testigo absoluto y un testigo limpia manual.

NO. TRAT	MEZCLA	MOLECULA	DOSIS/HA
1	Velpar 75 wg + Karmex + Adherente 810	Saflufenazil 70 WG	35 gr
2	Velpar 75 wg + Karmex + Adherente 810	Saflufenazil 70 WG	50 gr
3	Velpar 75 wg + Karmex + Adherente 810	2,4-D 68.3 SL	1.5 lt
4	Velpar 75 wg + Karmex + Adherente 810	Metsulfuron Metil 60 WG	15 gr
5	Velpar 75 wg + Karmex + Adherente 810	Carfentrazone Etil 24 EC	1 lt
6	Saflufenazil 70 WG	50 gr
7	Velpar 75 wg + Karmex + Adherente 810	Picloram 8% + Fluroxipir8%	0.20 gr
8	TESTIGO ABSOLUTO
9	TESTIGO MANUAL

Cuadro 3 Tratamientos para la evaluación de las diferentes moléculas para control de maleza de hoja ancha.

2.8 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con tres repeticiones y nueve tratamientos. La unidad experimental consistió de 5 surcos por el largo de 15 metros con un distanciamiento de surcos de 1.5 metros.

2.8.1 Variables de respuesta

Las variables de respuesta fueron enfocadas a continuación

2.8.1.1 Densidad de malezas

Para estimar la densidad de malezas se realizaron dos muestreos en cada parcela experimental la primera en el segundo surco de caña y la segunda en la calle que divide el surco tres y el surco cuatro, los puntos de muestreo van a estar definidos por estacas de madera, los cuales se realizaron a los 0,15,30,45,60 DDA.

2.8.1.2 Cobertura

Se realizó en cada uno de los puntos de muestreo, se estimó el porcentaje de cobertura con la totalidad de malezas dicotiledóneas que se encuentren presentes antes y después de la aplicación esto se realizaron a los 0,15,30,45,60 DDA.

2.8.1.3 Días control

Los días control se obtuvieron del análisis de la información obtenida en el campo, referida a la densidad y cobertura de malezas, se consideraron que cuando la cobertura sobrepasa el 20% el control deja de ser efectivo y hasta ahí obtendremos los días control de cada molécula.

2.8.1.4 Costo días control

Esto se realizó al obtener un número determinado de los días control y se dividió con el precio del producto y la aplicación para comprender cuantos dólares es el costo de un día de control.

2.8.1.5 Fitotoxicidad

Se realizó una observación sobre los síntomas ocasionados a los surcos con caña de azúcar para identificar los cambios en coloración foliar los cuales repercuten en el rendimiento. Se utilizó la escala presentada en el cuadro 4.

Cuadro 4 Tabla de fitotoxicidad en el cultivo de caña de azúcar.

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

2.9 Resultados y Discusión

Basado en la fabricación de un protocolo de investigación se procedió a la realizar una evolución en un lote con antecedentes de alta población de malezas de hoja ancha, la cual fue la ideal para realizar dicha evaluación de la eficiencia de las diferentes moléculas tomando como datos los 15, 30, 45, 60 días después de la aplicación por lo tanto se presentan a continuación los resultados de todos los muestreos.

2.9.1 Densidad de Maleza por metro cuadrado antes de la aplicación de las diferentes moléculas

En la figura 3, se puede observar que el momento antes de la aplicación los resultados muestran que el complejo de malezas de hoja ancha estaba establecido en el lotes 0404 de la finca Pantaleón, las malezas con más población fueron; *Drymaria cordata*, *Mollugo verticillata*, *Phyllanthus niruri* y *Trianthema portulastrum*, *Tripograndia* disgrega en el momento del muestreo se realizó un inventario de malezas entre ellas catalogando la maleza *Tripograndia disgrega*, la cual presenta alta resistencia.

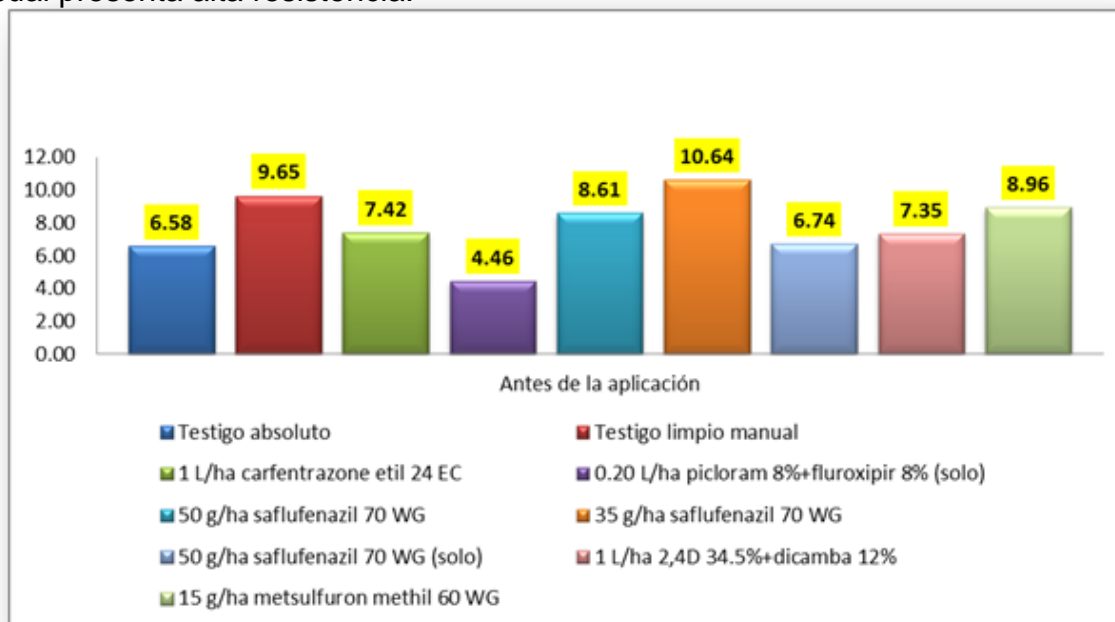


Figura 3 Densidad de maleza por metro cuadrado antes de la aplicación de las diferentes moléculas.

En la figura 3 se observaron los diferentes tratamientos con la cantidad de malezas por metro cuadrado siendo esto resultados similares, todas las parcelas estaban en momento óptimo para la aplicación, no teniendo una diferencia en la cantidad de maleza, esto nos indica que los tratamientos fueron aplicadas en condiciones óptimas para poder evaluar el control de maleza de hoja ancha.

2.9.2 Evaluación a los 15 días Después de la Aplicación.

A los 15 días después de la aplicación, las lecturas mostraron que las mezclas donde se utilizó el producto Heat 70 WG a una dosis de 35 gr/ha y 50 gr/ha en sustitución de 2,4-D se obtuvieron los mejores resultados obteniendo un alto porcentaje de control de las malezas de hoja ancha, los cuales responden a los tratamientos 1,2 y tratamiento 6.

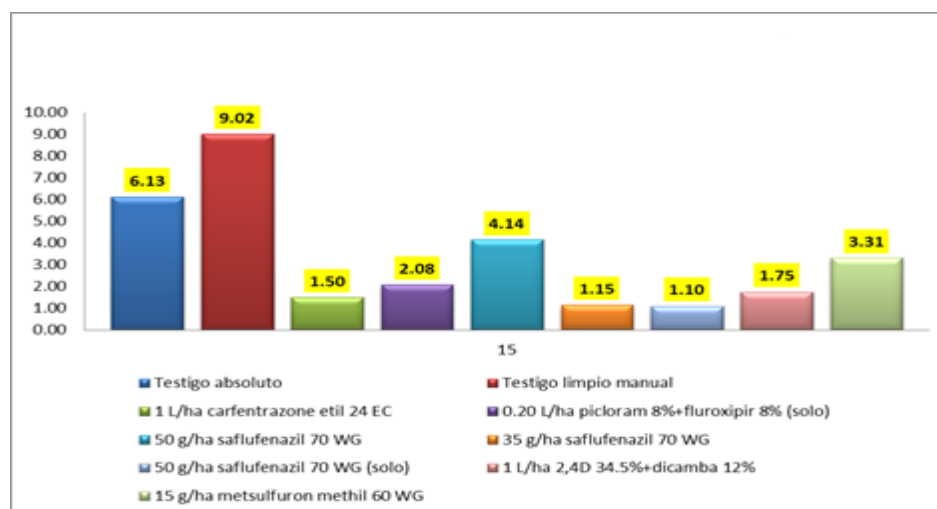


Figura 4 Densidad de malezas por metro cuadrado a los quince días después de la aplicación.

Después de 15 días de realizar la aplicación, también se observaron buenos resultados en los tratamientos con las moléculas Metsulfuron Metil, Carfentrazone Etil, Picloram 8% + Fluroxipir 8%, los cuales presentan un buen control de malezas de hoja ancha.

2.9.3 Evaluación a los 30 días después de la aplicación

A continuación se presenta la densidad de malezas a los 30 días después de la aplicación.

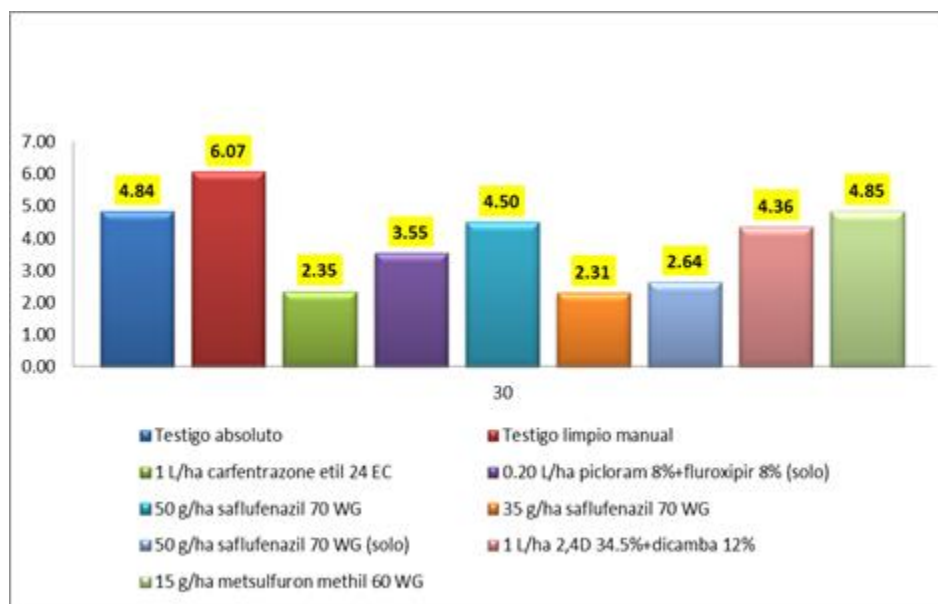


Figura 5 Densidad de malezas por metro cuadrado a los treinta días después de la aplicación.

Con referencia de las lecturas obtenidas en los análisis de los diferentes tratamientos se logró determinar que a los 30 días después de la aplicación los tratamientos con la molécula Saflufenazil y la mezcla comercial seguían teniendo un porcentaje de control efectivo arriba del 80%, así mismo el tratamiento con la molécula Saflufenazil sin mezcla comercial estaba siendo efectivo con las malezas de hoja ancha.

Los resultados obtenidos a los 30 días después de la aplicación muestran que el comportamiento de los tratamientos con la molécula Saflufenazil para las diferentes malezas evaluadas tiene un control catalogado como excelente, según los parámetros del ingenio Pantaleón, el cual consiste en tener un 80% de control siendo la única excepción de estas el tratamiento 6, siendo siempre los tratamientos 1 y 2 los que ejercen mayor control en las diferentes malezas dicotiledóneas.

2.9.4 Evaluación a los 45 días Después de la Aplicación.

En la figura 6 se observa la densidad de malezas 45 días después de la aplicación en los 9 Tratamientos en los cuales ya no existe un control efectivo de las malezas dicotiledóneas, los cuales están debajo de un 80% de control.

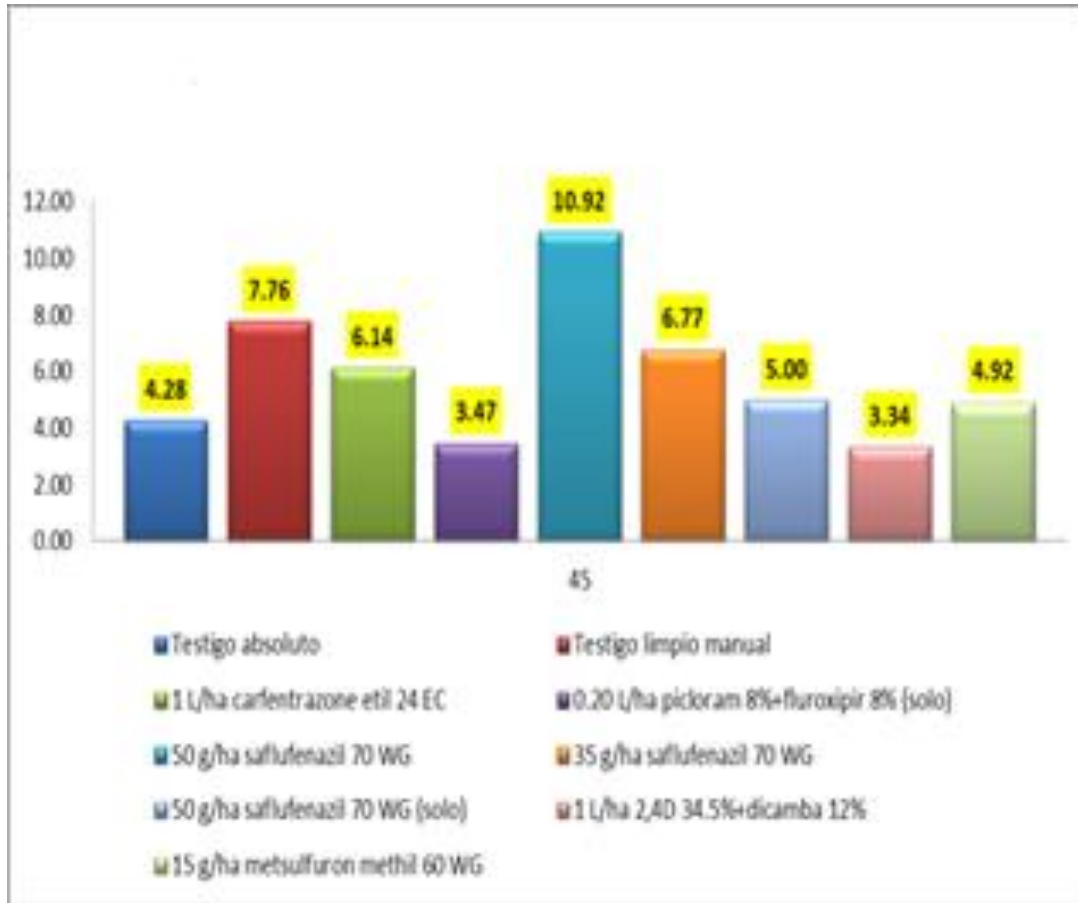


Figura 6 densidad de malezas por metro cuadrado a los cuarenta y cinco días después de la aplicación.

El tratamiento que presentó el mejor control a los 45 días, para el caso de las mezclas que utilizan la molécula Saflufenacil es el tratamiento 1 conformado por la mezcla de Velpar 0.7 kg/ha+ Karmex 1.1 kg/ha+ Adherente 0.40 lts/ha + 35 gr/ha Saflufenacil

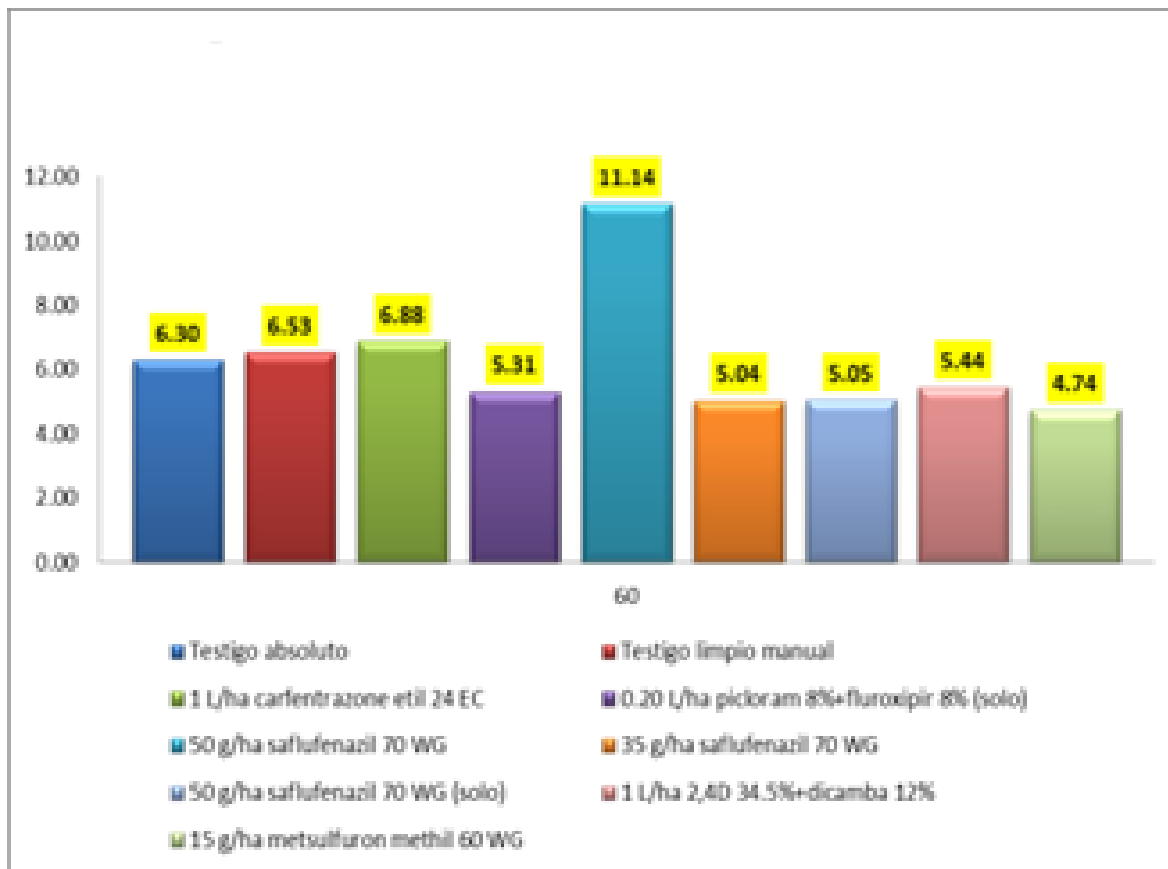


Figura 7 Densidad de malezas por metro cuadrado a los sesenta días después de la aplicación

En la figura 7 se observa la densidad de malezas 60 días después de la aplicación en los cuales existe la misma condición que el muestreo a los 30 días después de la aplicación ya que no existe un control efectivo de las malezas dicotiledóneas, teniendo un control menor al 80%.

Cuadro 5 Análisis de varianza densidad de malezas por metro cuadrado

15 DDA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
15 DDA		27	0.66	0.45	60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	200.46	10	20.05	3.12	0.0209	
Tratamiento	182.45	8	22.81	3.55	0.0149	
REPETICION	18.01	2	9.01	1.4	0.2749	
Error	102.81	16	6.43			
Total	303.27	26				

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 6.4256 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T1	0.83	3	1.46	A		
T6	1	3	1.46	A		
T5	1.15	3	1.46	A	B	
T7	1.44	3	1.46	A	B	
T3	2.5	3	1.46	A	B	
T4	2.52	3	1.46	A	B	
T2	3.22	3	1.46	A	B	
T8	6.03	3	1.46		B	C
T9	9.05	3	1.46			C

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

Se procedió a realizar una diferencia de medias por el criterio de Duncan y con esto determinar si los tratamientos son estadísticamente diferentes o si estos tratamientos son iguales y poder agruparlos con la información obtenida.

En el cuadro 5 se observa la existencia de los diferentes grupos los cuales están catalogados con las letras (A, B Y C) según el criterio de Duncan los tratamientos (1,2,3,4,5,6,7) no muestran diferencia estadística a los quince días después de la aplicación, estos son los tratamientos que logran el mejor efecto en cuanto la densidad de las malezas de hoja ancha, tres de los tratamientos catalogados como los mejores incluyen la molécula Saflufenacil. El tratamiento 8 se encuentra en el grupo B siendo el testigo absoluto, ahora el tratamiento 9 que es el testigo de limpia manual está en el grupo C lo que significa esto es que tuvieron un bajo control de malezas.

Cuadro 6 prueba de madias (Duncan 5%) para control de malezas a los 15, 30, 45 60 días después de la aplicación.

Tratamiento	Descripción	Antes de la aplicación	15 DDA	30 DDA	45 DDA	60 DDA
T1	35 g/ha saflufenazil 70 WG	10.64	1.15 A	2.31 A	6.77 A	5.04 A
T6	50 g/ha saflufenazil 70 WG (solo)	6.74	1.1 A	2.64 A	5.01 A	5.05 A
T5	1 L/ha carfentrazone etil 24 EC	7.42	1.5 AB	2.35 A	6.14 A	6.88 A
T7	0.20 L/ha picloram 8%+fluroxipir 8% (solo)	4.46	2.08 AB	3.55 A	3.47 A	5.31 A
T3	1 L/ha 2,4D 34.5%+dicamba 12%	7.35	1.75 AB	4.36 A	3.34 A	5.44 A
T4	15 g/ha metsulfuron methil 60 WG	8.96	3.31 AB	4.85 A	4.92 A	4.74 A
T2	50 g/ha saflufenazil 70 WG	8.61	4.14 AB	4.5 A	10.92 A	11.14 A
T8	Testigo absoluto	6.58	6.12 BC	4.84 A	4.28 A	6.3 A
T9	Testigo limpio manual	9.65	9.02 C	6.07 A	7.76 A	6.53 A

En los diferentes muestreos se puede observar que según todos los parámetros del control de maleza los tratamientos con la molécula Saflufenacil lograron obtener un control entre los 30 y 45 días después de la aplicación, en el muestreo final a los 60 días después de la aplicación ya no tienen diferencia, todos los tratamientos están por debajo del 80% de control, es difícil tomar el muestreo a los 60 días ya que esta fue una aplicación de cierre a los 5 meses de edad por lo tanto el control de malezas ya no se puede determinar.

2.9.5 2.11.6 Evaluación a los 45 y 60 DDA

En el Cuadro 5, se observa el Análisis estadístico de la densidad de maleza por metro cuadrado a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación en los 9 tratamientos, estos muestreos a los diferentes días se consideran como los óptimos para determinar la densidad de malezas a las cuales está sometido cada tratamiento, esto debido a que en este periodo de días se encuentra el balance en el efecto de las moléculas aplicadas, para la evaluación se realizó un análisis de

varianza, para poder determinar estadísticamente las diferencias entre la densidad de maleza de hoja ancha, como lo indica el cuadro 4 los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 no tienen diferencia estadística a los 15 días después de la aplicación, pero los tratamientos 8 y 9 que son los testigos son estadísticamente inferiores y a los 30, 45 y 60 días no tiene diferencia significativa.

2.9.6 Fitotoxicidad en el Cultivo de Caña de Azúcar

Según la escala European Weeds Research Society respecto al cultivo de caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.), ninguno de los 9 tratamientos evaluados tuvieron efectos de fitotoxicidad. En condiciones de evaluación tanto las aplicaciones de moléculas para malezas de hoja ancha con mezcla o sin mezcla, no presenta síntomas indicativos de toxicidad al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), con estos resultados podemos determinar que no presenta efectos, ni daños en la planta de caña.

2.9.7 Porcentaje de Control de Maleza.

En la figura 8 se observa el porcentaje de control de malezas a los 15 y 30 días después de la aplicación en los 9 Tratamientos

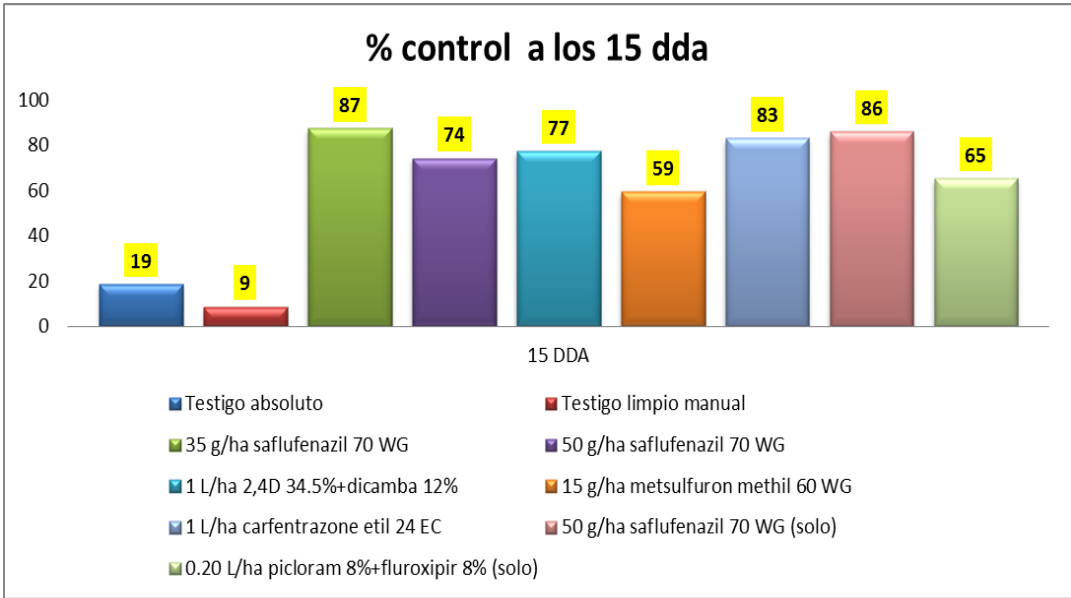


Figura 8 % de control a los 15 días después de la aplicación

Con las referencias obtenidas de las lecturas de los quince y treinta días después de la aplicación, los tratamientos que mostraron mayor porcentaje de control de malezas de hoja ancha hasta un 87%, son los siguientes: T1, T2 y T6 que esta compuestos por la molécula Saflufenaci; de los cuales el T1 y T2 contienen una mezcla comercial (Velpar + Karmex + Adherente + Saflufenacil) a diferencia del T6, lo que demuestra que hay una diferencia estadística significativa a los 15 y 30 días después de la aplicación entre los tratamientos.

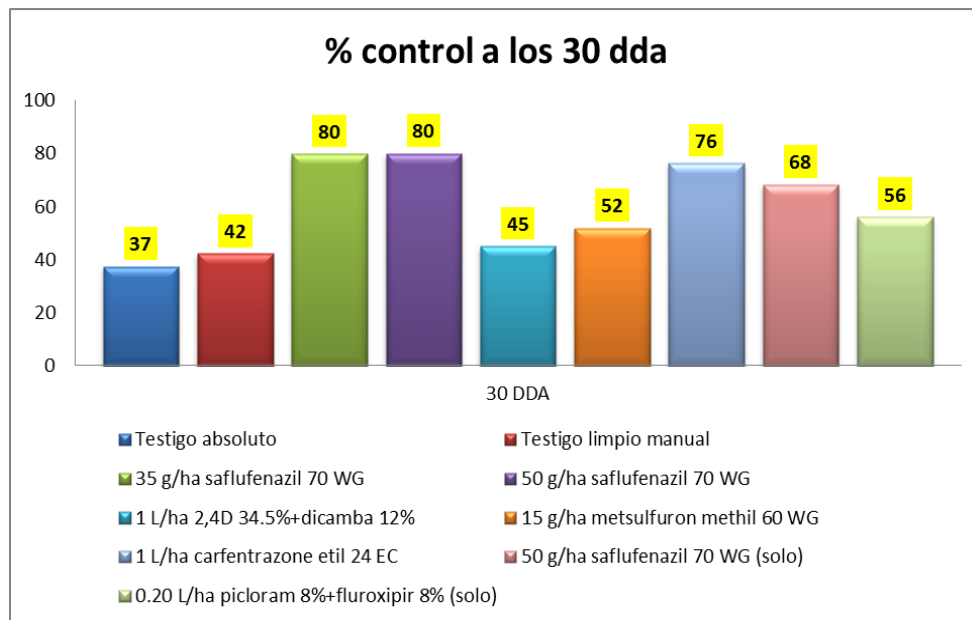


Figura 9 % de control de maleza a los 30 días después de la aplicación

2.9.8 Evaluación a los 45 y 60 días Después de la Aplicación.

En la figura 9 se observa el porcentaje de control de malezas 45 días después de la aplicación en los 9 Tratamientos, sin ninguna diferencia entre cada tratamiento.

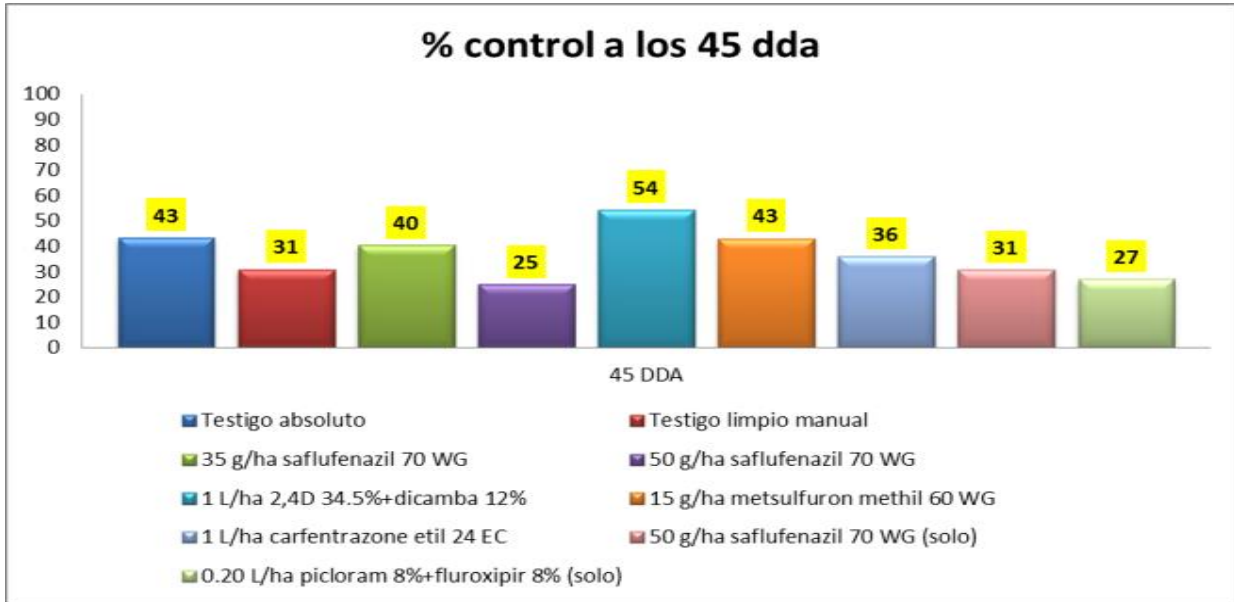


Figura 10 % de control a los 45 dda.

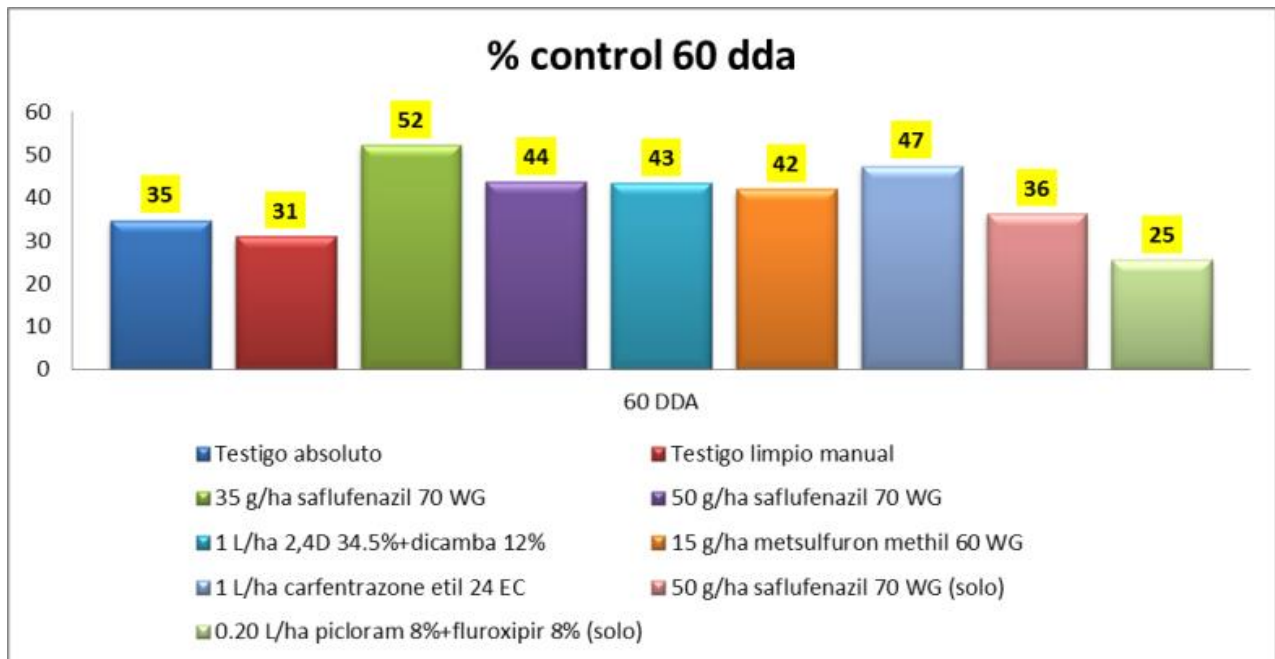


Figura 11 % de control a los 60 dda.

El % de control de malezas a los 60 días después de la aplicación no se logra obtener una diferencia en el porcentaje de control de maleza de hoja ancha, por ser una aplicación de cierre a la edad de 5 meses los factores que surgen no permiten la germinación de nuevas malezas, por lo tanto los datos obtenidos en el muestreo de los 45 y 60 días no son estadísticamente diferentes.

Cuadro 5 Cuadro de Tratamientos

TRATAMIENTO	MOLECULA	COSTO TOTAL	DÍAS CONTROL	COSTO/DIA
T1	SAFLUFENACIL 70 %	\$ 46.26	30	\$ 1.54
T2	SAFLUFENACIL 70 %	\$ 50.01	30	\$ 1.67
T3	2,4D 34.5%+DICAMBA 12%	\$ 43.63	15	\$ 2.91
T4	METSULFURON METHIL 60%	\$ 42.33	15	\$ 2.82
T5	CARFENTRAZONE ETIL 24%	\$ 49.11	15	\$ 3.27
T6	SAFLUFENACIL 70 %	\$ 12.5	15	\$ 0.83
T7	PICLORAM 8% FLUROXIPIR 8%	\$ 47.51	15	\$ 3.17
T8	TESTIGO ABSOLUO	\$ 0	0	
T9	TESTIGO LIMPIA MANUAL	\$ 65	15	\$ 4.33

Como se observa en el cuadro 5 los tratamientos con más días control, son los tratamientos 1 y 2, generando estos 30 días de control para malezas de hoja ancha en el momento de pre-cierre en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). El tratamiento 1 tiene un costo de 1.54 dólares por día control y el tratamiento 2 presenta un costo de 1.67 dólares por día control, en cuanto al tratamiento 6 (saflufenazil sin mezcla comercial) tiene un costo de 0.83 dólares por día control, pero con este tratamiento solo se logran 15 días control.

2.10 Conclusiones

La molécula más efectiva para el control de maleza Dicotiledóneas en el cultivo de caña de azúcar es Saflufenacil, como nombre comercial (Heat), es la molécula con el mejor control a los 30 días después de la aplicación y con un menor costo por hectárea. Implica un menor costo por día control, ésta molécula podría sustituir la molécula del 2,4D para el control de dicotiledóneas. El tratamiento con los mejores resultados fue Saflufenacil 35 gr/ha con mezcla comercial de Velpar 0.6 kg/ha + Karmex 1.5 kg/ha +Adherente 810 0.40 lts/ha, según la figura número 8 y 9.

El efecto de la fitotoxicidad no se presentó en ningunos de los tratamientos en las diferentes evaluaciones. Debido a la edad del cañal y ala época de precierre estos no pudieron apreciarse, ya que los efectos por fitotoxicidad se logran ver en la emergencia de la siguiente soca.

El análisis de los costos de los diferentes tratamientos nos indica que los mejores tratamientos son el tratamiento 1 y tratamiento 2, por obtener 30 días de control por encima del rango del 80 % de control, por tanto son los tratamientos que mejor costo por día control tienen

2.11 Recomendaciones

Se recomienda utilizar el tratamiento 1 Saflufenacil 35 gr + Velpar 60 gr + Karmex 150 gr + adherente 0.40 lt + Indicate 0.10 lt por tener un mejor control en malezas de hoja ancha en el cultivo de caña de azúcar y un menor costo por día control.

Para áreas que son problemáticas y en condiciones con un alto porcentaje de hoja ancha se recomienda el tratamiento 9 el cual fue aplicado con la molécula Saflufenacil 50 gr/ha sin mezcla comercial.

2.12 Bibliografía

1. AZASGUA (Asociación de Azucareros de Guatemala, GT). 2010. 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. Klingman, 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.

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 EJECUTADOS EN LA CORPORACIÓN PANTALEÓN-CONCEPCION, SIQUINALA, ESCUINTLA

3.1 Presentación

Actualmente la fertilización fosfórica en los ingenios es generalizada en la plantía en suelos deficientes en este elemento. La fijación del fosforo es producto de una arcilla alófana la cual se da en suelos con p^H menores a 6.5, por lo tanto se propone evaluar que con la aplicación de cal dolomita podamos mejorar la disponibilidad de este elemento con el aumento de p^H . Este ensayo se realizó en el mes de octubre del año 2012 en la estación meteorológica de Mangalitos donde se colocaron 20 macetas cada una de ellas con 22 kilos de suelo de la finca los Sujuyes. El p^H de dicho suelo fue inicialmente de 5.56 de p^H en agua y 5.00 en p^H (KCL) a los 30 días se aplicará la dosis de fosforo correspondiente a cada tratamiento. Se tomaran muestras de p^H y de fosforo cada mes después del establecimiento del ensayo donde se determinara la disponibilidad del fosforo por las diferentes metodologías.

Los suelos Andisoles arenosos de las zonas altas de la región cañera (< 300 msnm) son los suelos más pobres en nutrientes, especialmente fósforo y en segunda instancia Potasio.

La arcilla Alófana es de origen volcánico y ampliamente presente en los suelos del grupo Pantaleón. Dicha arcilla es un mineral amorfo que consiste de óxidos e hidróxidos de Hierro y aluminio, que son sitios de alta fijación del fósforo. Una estrategia de minimizar la capacidad de fijar el fósforo es mantener el p^H del suelo entre 6.0 y 7.0.

Otra forma es concentrar el fertilizante fosforado en el suelo cercano a la cepa, para localmente saturar los sitios de fijación con fósforo y así lograr una mayor disponibilidad de este nutriente, aunque sea en un 30% del suelo (el ancho de la banda de la siembra), ya que la cantidad total de fósforo que requiere la caña es relativamente pequeña, y Si el 30% del suelo contiene fósforo disponible es suficiente para la planta.

Finalmente, la materia orgánica puede cubrir los sitios de fijación y así evitar que fijen el fosforo. Es por eso que la materia orgánica es la fuente más eficiente de fosforo para el cultivo (3).

La cal dolomita alta en magnesio, es una alternativa eficaz para corregir suelos ácidos y sobre todo para corregir la relación calcio - magnesio en algunos suelos, la cual no debe ser mayor de 2/1 respectivamente.

Por ser una enmienda que reacciona gradualmente en el suelo, la cal dolomita mantiene un efecto residual básico prolongado; es decir que las partículas más finas actúan en los primeros tres meses y las partículas más gruesas siguen reaccionando hasta después de un año y medio de su aplicación. Por el contrario, los fertilizantes que son más solubles y susceptibles de perderse por el lavado del suelo. La cal dolomita debe aplicarse de manera uniforme al voleo o con arado mínimo de 30 días antes de que el cultivo sea sembrado, trasplantado o abonado. (3).

3.2 Área de influencia.

Para área de influencia de la realización de los diferentes servicios fue establecida en la zona centro de la empresa pantalón-concepción perteneciente a la Agroindustria azucarera, la cual está ubicada en el departamento Siquinala Escuintla, Guatemala, el ingenio Pantaleón tiene una extensión en área territorial la cantidad de 58,000 hectáreas productivas está ubicada en la latitud norte 14° 19" y a 90° 59" Longitud Oeste, con una elevación de 420 msnm, Delimitados en cuatro estratos altitudinales:

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

3.3 Objetivo general

Apoyar a la corporación Concepción en las actividades de investigación establecidas para generar nueva tecnología.

3.4 Servicios prestados

Evaluación del efecto de la aplicación de cal dolomita sobre la disponibilidad de fósforo, en suelos con pH menor de 6.5 en la finca los Sujuyes Santa Lucia Escuintla Guatemala en el año 2012.

Evaluación de la aplicación superficial e incorporada del fósforo En el cultivo de caña de azúcar Finca Las Delicias Santa Lucia, Escuintla, Guatemala en el año 2012.

3.4.1 Objetivos específicos

Determinar la efectividad de la aplicación de cal dolomita por medio de la disponibilidad de fósforo en el suelo.

Determinar la dosis de cal dolomita más efectiva en la corrección del pH en el suelo.

Análisis de costo – beneficio de la aplicación de cal dolomítica.

3.4.2 Marco Teórico:

3.4.2.1 Marco conceptual

El suelo es un recurso natural y también un capital, de manera que su función como factor de producción es doblemente el más importante. Su uso continuo conduce a su empobrecimiento gradual, siendo el aspecto más evidente su paulatina acidificación.

Las causas de la acidificación de los suelos cultivados están en cualquier factor que remueva las bases contenidas en estos, principalmente el calcio y el magnesio. También influyen en el proceso la remoción de estos elementos por las cosechas, el lavado, la erosión y los efectos colaterales acidificantes de los fertilizantes de uso corriente.

La arcilla Alófana es de origen volcánico y ampliamente presente en los suelos del Grupo Pantaleón. Es un mineral amorfo que consiste de óxidos e hidróxidos de Hierro (Fe) y Aluminio (Al), que son sitios de alta fijación del Fósforo (P). Una estrategia de minimizar la capacidad de fijar Fósforo (P) es mantener el p^H del suelo entre 6.0 y 7.0.

Otra es concentrar el fertilizante fosforado en el suelo cercano a la cepa, para localmente saturar los sitios de fijación con P y así lograr una mayor disponibilidad de este nutriente, aunque sea en un 30% del suelo (el ancho de la banda de la siembra) ya que la cantidad total de P que requiere la caña es relativamente pequeña, y si 30% del suelo tenga P disponible, es suficiente para la planta. Finalmente, la materia orgánica puede chelatar (cubrir) los sitios de fijación y así evitar que fijen el P. Es por eso que la materia orgánica es la fuente más eficiente de P para el cultivo (3).

3.4.2.2 Clasificación de la acidez:

La acidez proveniente de las fuentes mencionadas anteriormente se puede clasificar de la siguiente forma:

Acidez activa: Hidrógeno (H⁺) disociado en la solución del suelo y proveniente de diferentes fuentes.

Acidez intercambiable: Hidrógeno y aluminio intercambiables (H⁺, AP⁺) retenidos en los coloides del suelo por fuerzas electrostáticas.

Acidez no intercambiable: Hidrógeno en enlace covalente en la superficie de los minerales arcillosos de carga variable.

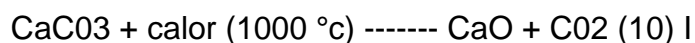
Acidez potencial: Acidez intercambiable + acidez no intercambiable. (1)

Materiales de encalado:

Existen varios materiales que son capaces de reaccionar en el suelo y elevar el pH. Entre los más comunes se pueden citar los siguientes:

Oxido de calcio

El óxido de calcio (CaO), también conocido como cal viva o cal quemada, es un polvo blanco muy difícil y desagradable de manejar. Se fabrica calcinado al horno piedra caliza lo que produce la siguiente reacción:



Cuando se aplica en suelo ácido reacciona de inmediato y por esta razón este material es ideal cuando se desean resultados rápidos (iguales resultados se obtienen con el hidróxido de calcio). La velocidad de la reacción se debe a que, por ser un óxido, reacciona rápidamente al ponerse en contacto con el agua provocando una fuerte reacción exotérmica que libera iones

Este material debe mezclarse inmediatamente debido a que se endurece rápidamente al ponerse en contacto con la humedad del suelo, haciéndose inefectivo (1).

El óxido de calcio puro contiene 71% de Ca.

Hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio $[Ca(OH)_2]$ se conoce también como cal apagada o cal hidratada y se obtiene a partir de la reacción del óxido de calcio con agua de acuerdo con la siguiente reacción: $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ Es una sustancia blanca, polvorienta difícil y desagradable de manejar. Este material también reacciona en el suelo rápidamente y se debe también incorporar inmediatamente.

Este material tiene un efecto intermedio entre óxido de calcio y el carbonato de calcio para neutralizar la acidez del suelo. En forma pura presenta 56% de Ca.

Cal agrícola o calcita

Este es el material más utilizado para encalar los suelos y contiene principalmente carbonato de calcio ($CaCO_3$). Se obtiene a partir de roca caliza y roca calcárea o calcita que se muele y luego se cierne en mallas de diferente tamaño. Las rocas calizas no son puras y pueden contener impurezas arcillas, hierro, arena y granos de limo que reducen el contenido de carbonato. En su forma pura contiene 40% de Ca.

Dolomita

El carbonato doble de calcio y magnesio ($CaMg(CO_3)_2$) se denomina dolomita. El material puro contiene 21.6% de Ca y 13.1% de Mg. Aunque la dolomita reacciona más lentamente en el suelo que la calcita, tiene la ventaja de que suministra Mg, elemento con frecuencia deficiente en suelos ácidos (1).

Existen otros materiales de contenidos menores de Mg que se usan frecuentemente para encalar el suelo. De acuerdo con su contenido de Mg, los materiales de encalado se clasifican en las categorías señaladas en la Tabla 2. Al igual que otros materiales de encalado, la calidad de la dolomita depende del contenido de impurezas como arcillas y material orgánico (1).

Oxido de magnesio

El óxido de magnesio (MgO) es un material de encalado que contiene solamente Mg en una concentración de 60%. Su capacidad de neutralizarla acideces mucho más elevada que la de otros materiales, pero, por su poca solubilidad en agua, debe ser molido finamente para que controle adecuadamente la acidez del suelo. Es una fuente excelente de Mg en suelos ácidos que frecuentemente tienen también deficiencia de este nutriente.

Magnesita

Es un producto a base de carbonato de magnesita (MgCO₃), que en su forma pura posee un contenido de Mg de 28.5%. Es una excelente fuente de Mg.

Arcillas calcáreas

Son depósitos no consolidados de CaCO₃, conocidos también como margas, de textura arcillosa y con gran cantidad de impurezas. Por lo general, este material se maneja en húmedo lo que disminuye su eficiencia.

Escorias industriales

Son residuos de la industria del acero (escorias básicas) y la fundición del hierro (escorias Thomas). Los dos contienen silicatos de calcio (CaSiO₃) y silicatos de magnesita (MgSiO₃) y neutralizan la acidez del suelo a través de la hidrólisis del ión silicato (SiO₃⁼). Su capacidad para neutralizar la acidez del suelo es similar al CaCO₃. El uso de estos materiales está limitado a zonas que se encuentran en las cercanías de las industrias de acero y hierro.

Calidad de los materiales de encalado

Uno de los aspectos más importantes al considerar la eficiencia agronómica es la calidad de los materiales de encalado. La calidad se fundamenta en los siguientes factores: pureza del material, forma química, tamaño de las partículas y poder relativo de neutralización total.

Pureza química

La pureza es una característica importante de los materiales de encalado que reconoce su composición química y los contaminantes presentes (arcilla, materia orgánica y otros minerales). La capacidad de neutralizar la acidez del suelo

depende de la composición química y de la pureza del material. Para determinar la pureza se utiliza el criterio del equivalente químico (EQ) que es una medida del poder de neutralización de una cal en particular. EIEQ se define como la capacidad del material para neutralizar la acidez comparada con el poder de neutralización del CaCO_3 químicamente puro, al cual se le asigna un valor de 100%.

Para determinar el poder de neutralización se debe pesar una cantidad del material y disolverla en una cantidad conocida de ácido, luego el exceso de ácido es titulado con una base. En la Tabla 3 se presentan los valores de poder de neutralización de varios materiales de encalado en su forma pura. De acuerdo con la Tabla 3, los óxidos e hidróxidos tienen mayor capacidad para neutralizar la acidez que el carbonato de calcio. El óxido de magnesio constituye la forma química más eficiente para neutralizar la acidez del suelo, siendo aproximadamente 2.5 veces más efectivo que el carbonato de calcio. Los materiales de encalado que contienen Mg son más efectivos que aquellos que contienen Ca debido a que el Mg tiene menor peso molecular que el Ca. Los materiales con menos de 80% de EQ (32% de Ca) son de baja calidad, de acuerdo con los criterios utilizados en diferentes países. La legislación Norteamericana (2).

Tamaño de partícula

La fineza de las partículas individuales de la cal determina su velocidad de reacción. A medida que se reduce el tamaño de la partícula de cualquier material de encalado se aumenta el área o superficie de contacto. Un m^3 de cal sólida sólo tiene 6 m^2 de superficie. Esa misma cantidad molida y cernida en un tamiz de malla 100, tiene 60000 m^2 de área superficial. Entre más superficie específica tenga el material, más rápido reacciona la cal en el suelo. Para estimar la fineza o eficiencia granulométrica (EG) de un material de encalado, se pesa una cantidad determinada del material y se cierne en una secuencia de mallas o cribas de diferente tamaño.

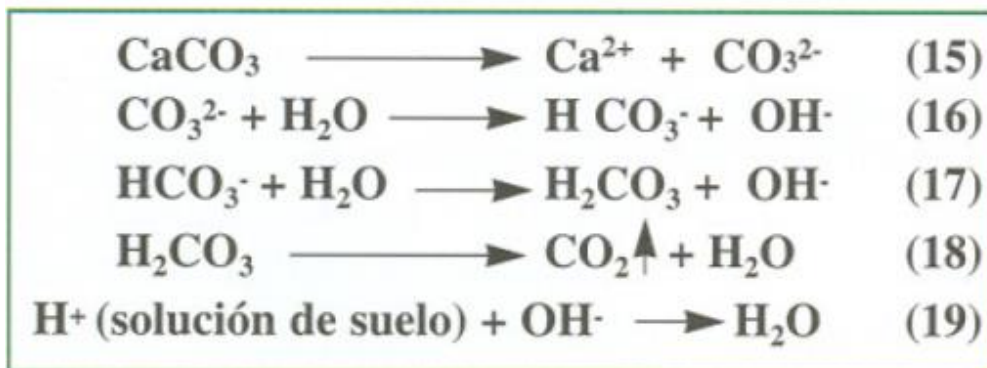
Poder relativo de neutralización total

Para valorar en forma conjunta la pureza química y la fineza de los materiales de encalado se utiliza un parámetro denominado índice de Eficiencia conocido también como Poder Relativo de Neutralización Total (PRNT). Este parámetro se obtiene multiplicando la eficiencia granulométrica por el equivalente químico y este producto se divide entre 100.

Reacciones de cal en el suelo

Los mecanismos de reacción de los materiales de encalado permiten la neutralización de los iones H⁺ en la solución del suelo por medio de los iones OH⁻ producidos al entrar la cal en contacto con el agua del suelo. Es por esta razón que la cal es efectiva solamente cuando existe humedad en el suelo. Los óxidos reaccionan inmediatamente con el agua del suelo transformándose en hidróxidos y neutralizan la acidez a través de su OH⁻ que es una base fuerte, por lo que son más efectivos a corto plazo. Los materiales a base de carbonatos y silicatos neutralizan la acidez a través de la hidrólisis (reacción con el agua) de los iones CO₃²⁻ y SiO₃²⁻, que son bases débiles (2).

Las reacciones básicas de la cal en el suelo pueden ser ilustradas con el caso del carbonato de calcio o calcita. Estas reacciones se presentan a continuación:



3.4.2.3 Cultivo

En cultivos de ciclo muy corto, como hortalizas y algunas ornamentales, es preferible el uso de materiales de rápida reacción y alta fineza tales como los

óxidos e hidróxidos de calcio. En cultivos perennes se pueden utilizar cales con un tamaño de partícula un poco más grueso, pero con efecto residual más prolongado.

3.4.2.4 Intensidad del cultivo

Los suelos intensamente cultivados y fertilizados con N son susceptibles a acidificarse en el mediano plazo si no se toman medidas oportunas de corrección. Los fertilizantes nitrogenados amoniacales dejan efecto residual ácido como consecuencia de la nitrificación del NH_4^+ por las bacterias del suelo. Además, los fertilizantes amoniacales presentan un índice de acidez fisiológico alto (Tabla 8). La acidez fisiológica es un término relativo que indica la cantidad de CaCO_3 que podría neutralizar el efecto de la acidez causada por un fertilizante y se expresa en kg de $\text{CaCO}_3/100$ kg de fertilizante. Entre más alto el valor de la acidez fisiológica, mayor es el efecto residual ácido que podría dejar un fertilizante. Datos que demuestran el efecto acidificante de los fertilizantes nitrogenados a mediano plazo se presentan en las Tablas 9 y 10. En la Tabla 9 se presentan datos de un Andisoles de fertilidad media cultivado con café en Costa Rica (2).

3.5 Marco referencial

3.5.1 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:

- g) Precipitación pluvial promedio anual 3710mm
- h) Evaporación media anual a la intemperie 2173mm
- i) Horas luz promedio anual 2859
- j) Temperatura máxima media anual 31°C
- k) Temperatura mínima media anual 20°C
- l) Temperatura media anual 26°C

3.6 Metodología

3.7 Tratamientos

Cuadro 6 diferentes tratamientos de la evaluación de Cal Dolomítica.

No tratamiento	Tratamiento	Dosis / ha aplicación
1	cal dolomita	0 ton/ha
2	cal dolomita	1 ton/ha
3	cal dolomita	2 ton/ha
4	cal dolomita	3 ton/ha
5	cal dolomita	6 ton/ha
6	cal dolomita	10 ton/ha

3.8 Procedimiento

3.8.1 Condiciones de los sitios a evaluar

Los ensayos se establecerán bajo condiciones controladas de riego y se evaluarán los niveles de fosforo y del p^H del suelo.

Previo a la aplicación de los tratamientos se tomara una muestra compuesta de suelos se secura a temperatura ambiente durante 3 días y se tamizara a 2 mm para el análisis físico químico respectivo tomando en cuenta la densidad para determinar la cantidad de cal dolomita a utilizar por cada unidad experimental (maceta). La muestra compuesta provendrá de 12 sub muestras tomadas en

forma de zigzag en todo el pante a profundidad de 30 centímetros, esto con el fin de comprobar si dicho suelo tiene un p^H menor a 6.5.

Luego se recolecta el suelo y se establecen las macetas con 5 Kg. de suelo en cada una. Una maceta será una unidad experimental. Se realizaran los cálculos para determinar la cantidad de producto por maceta (5 Kg. de suelo) según la dosis a evaluar (0, 1, 2, 3, 6 y 10 ton cal/ha). De cada maceta se tomará 0.250 Kg. Para el muestreo de laboratorio para determinar p^H en agua, ppm P_2O_5 con la metodología Olsen modificado y 0.01 molar $CaCl_2$ antes de la aplicación. A continuación se realizó la aplicación de la cal dolomita en cada unidad experimental, luego se humedecerá uniformemente cada maceta. Al mes después de la aplicación se realizó un muestreo de laboratorio para determinar p^H en agua, ppm P_2O_5 con la metodología Olsen modificado y 0.01 molar $CaCl_2$. Luego se procedió a la aplicación del equivalente 100 Kg P_2O_5 /ha. Luego de la aplicación de fósforo realizar 3 muestreos con frecuencia mensual con el fin de conocer la disponibilidad de fósforo y el p^H .

3.8.2 Diseño del estudio

El ensayo se realizó bajo un diseño completamente al azar.

3.9 Tratamientos

Se evaluó la aplicación de cal dolomita en diferentes dosis: 0, 1, 2, 3, 6, 10, toneladas métricas de cal por hectárea.

3.10 Diseño experimental

El diseño experimental a utilizar será completamente al azar con 4 repeticiones por sitio. La unidad experimental consistirá en una maceta con 20 kg de suelo.

3.11 Variables de estudio

P^H del suelo: Se realizó mediciones de p^H (en agua) del suelo antes de la aplicación de la cal dolomita, y se seguirán tomando mediciones del p^H cada mes para ver el efecto de la cal dolomita hasta los 4 meses después de aplicada.

Fosforo disponible: se tomaran lecturas antes de la aplicación y 4 muestreos uno cada mes después de aplicar cal dolomita con la metodología olsen modificado y en 0.01 molar CaCl₂.

3.12 Análisis de la información

Se realizó un análisis de varianza, combinando para todos los sitios para las variables de p^H y fosforo disponible. Se realizó el análisis de beneficio/costo de los tratamientos.

3.13 Resultados

En la Figura 12 se observa el efecto de la aplicación de cal dolomítica realizada en los diferentes tratamientos antes de la aplicación y a diferente momentos (1, 2, 3 y 4 meses,) se observa un cambio en el p^H en los tratamientos con cal dolomítica, en el tratamiento 1, no se observa un cambio, en el tratamiento 2 se observa un cambio de 0.13 grados de p^H con respecto al T1, en el tratamiento 3 se observa un aumento de 0.4, en el tratamiento 4 un aumento de 0.47 el tratamiento 5 con un aumento de 1.06 y el tratamiento 6 con un aumento de 1.43.

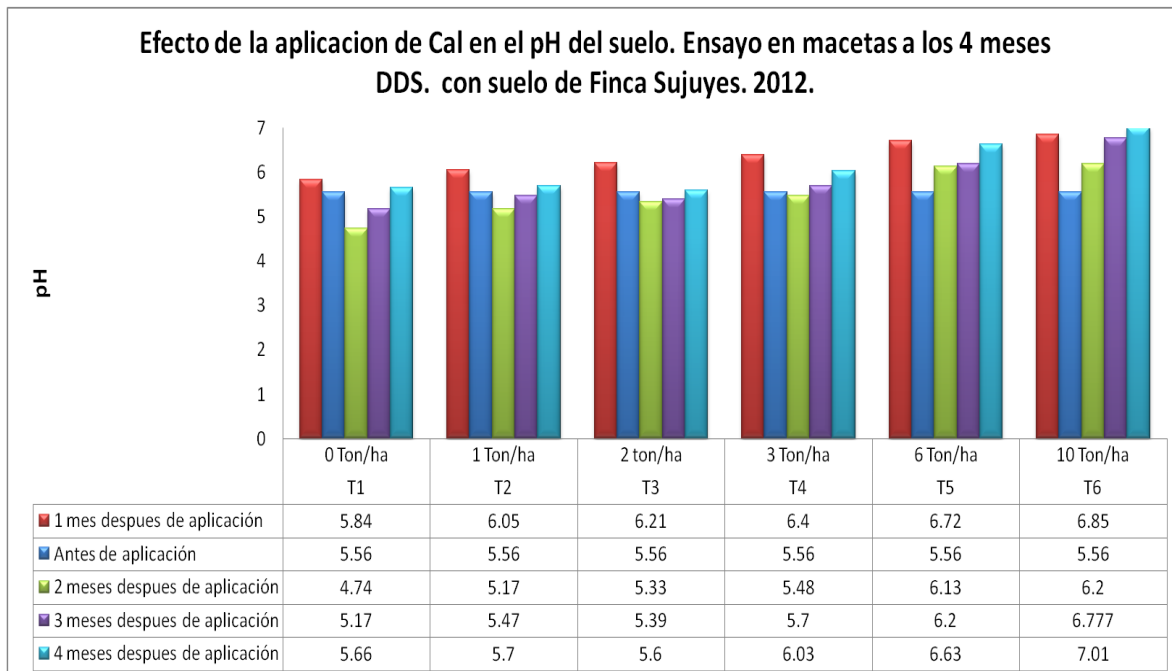


Figura 12 Efecto de la aplicación de Cal Dolomítica en el P^H del suelo a los 4 meses después de la aplicación.

En la figura 13, se observa el efecto de la cal dolomítica en las unidades incrementadas de pH a los 4 meses de edad teniendo los resultados de los diferentes tratamientos evaluados, al mes después de la aplicación de cal dolomítica se incorporó fósforo para determinar el efecto la disponibilidad a un pH adecuado entre 6.5 y 7, el tratamiento con más disponibilidad de fósforo según los análisis de soluciones analíticas es el tratamiento 6 teniendo un incremento significativo de pH y por lo cual la disponibilidad del fósforo para el cultivo de caña de azúcar es más efectiva.

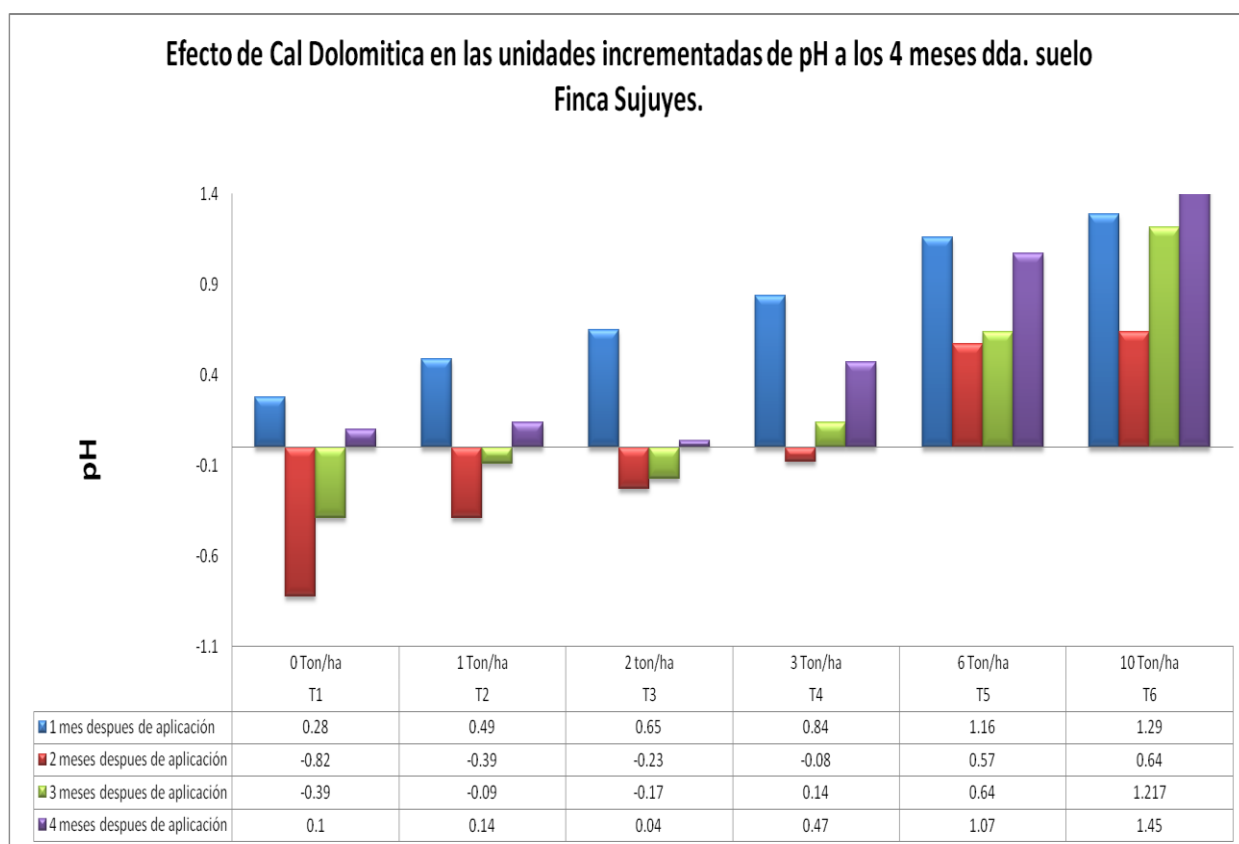


Figura 13 Efecto de cal dolomítica en las unidades incrementadas de pH a los 4 días después de la aplicación.

En la figura 14, se observa que de acuerdo a la aplicación de cal dolomítica el comportamiento del Ca en los diferentes tratamientos aplicados, la cal dolomítica ha sido variable considerando que el testigo, se ha mantenido constante a 87.21 unidades, el tratamiento con la máxima disminución fue el tratamiento 6 teniendo un descenso de 19.64 unidades.

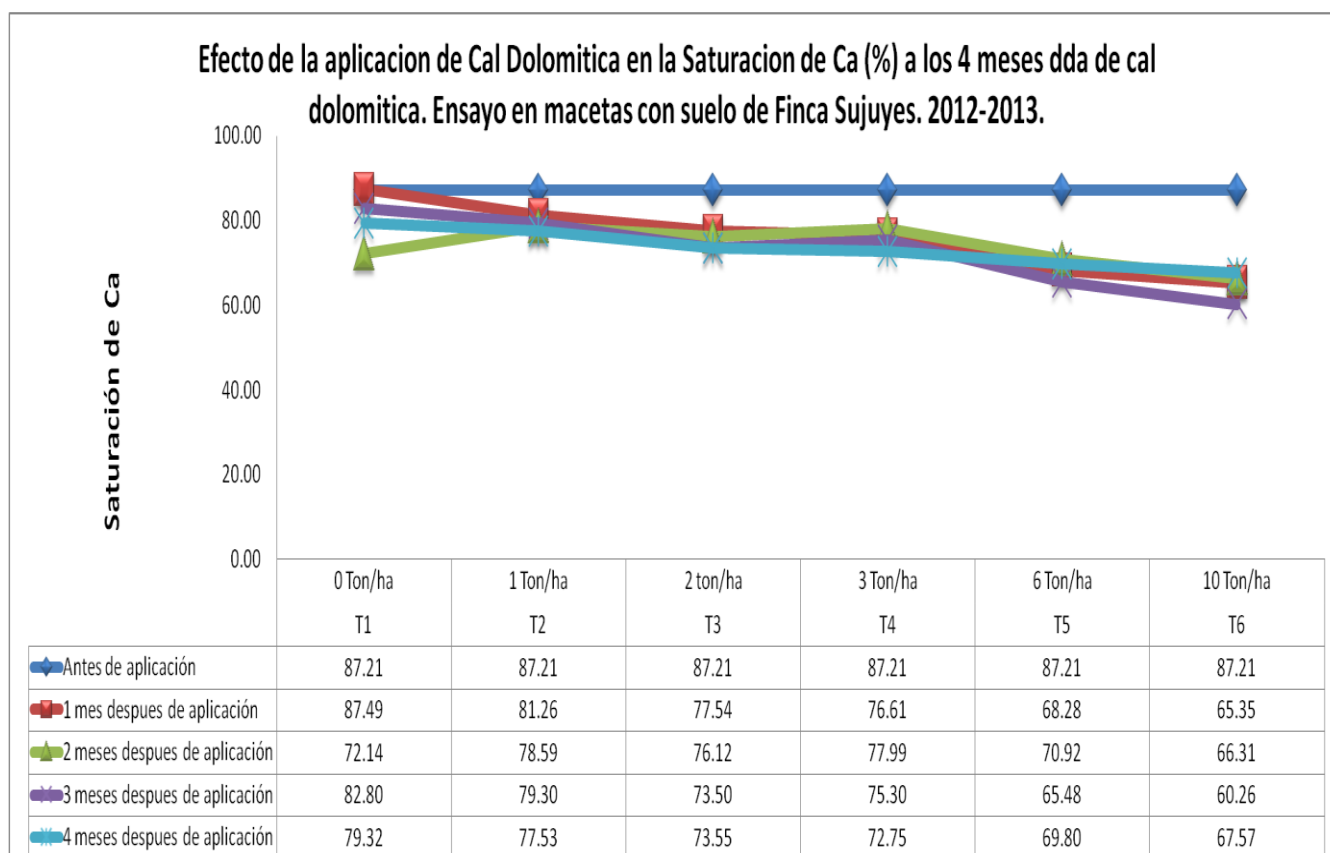


Figura 14 Efecto de la aplicación de Cal Dolomítica en la Saturación de Ca (%) a los 4 meses después de la aplicación de cal dolomítica

En la Figura 15, se observa el comportamiento de los diferentes tratamientos con el efecto de la aplicación de la cal dolomítica en la saturación de Mg en el suelo, el tratamiento 1 (testigo) presenta una variación por la aplicación de fósforo, al transcurrir un mes de la aplicación de cal dolomítica. El testigo aumenta el porcentaje de saturación de Mg según los resultados de las muestras evaluadas en el laboratorio, el tratamiento 6 que contiene 10 ton/ha de cal dolomítica, teniendo una variación de 21.97 unidades menos.

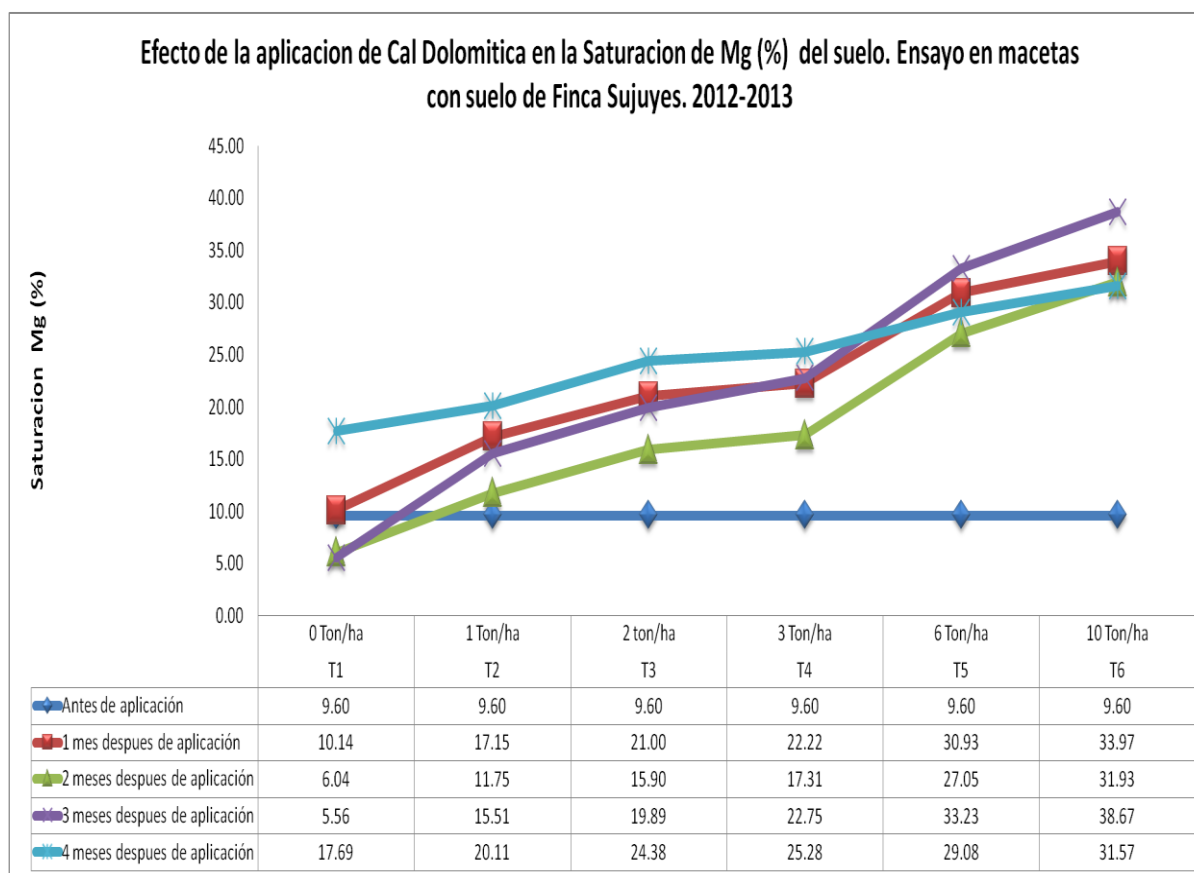


Figura 15 Efecto de la aplicación de Cal Dolomítica en la Saturación de Ca (%) a los 4 meses después de la aplicación de cal dolomítica

En la figura 16 observamos el comportamiento del fósforo en la evaluación efectuada por la metodología Olsen modificada, dando como resultado la variación de la disponibilidad del fosforo en los diferentes tratamientos teniendo más variación en el segundo mes después de la aplicación de cal dolomítica. Siendo el tratamiento 6, el tratamiento con la máxima disponibilidad de fósforo. El tratamiento 3 también tuvo un alza en la disponibilidad de dicho elemento.

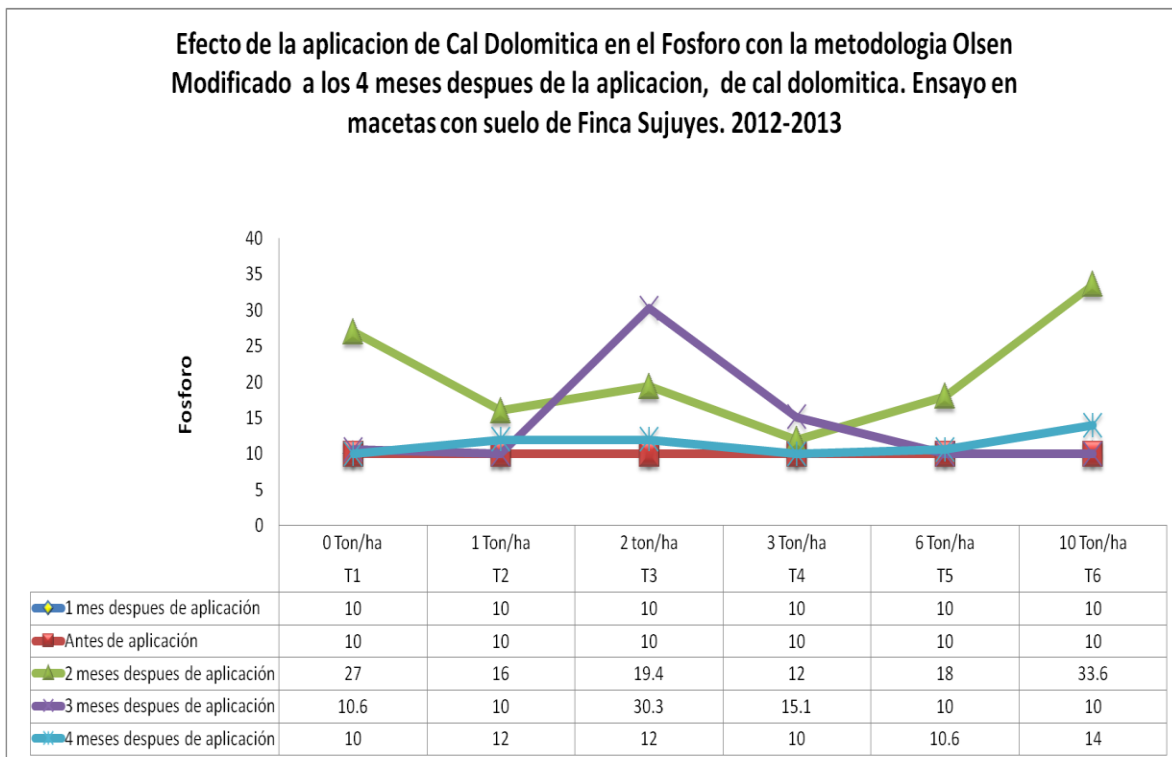


Figura 16 Efecto de la aplicación de Cal Dolomítica en la Saturación de Ca (%) a los 4 meses después de la aplicación de cal dolomítica

La figura 17 muestra el efecto de la aplicación de cal dolomítica en la disponibilidad del fósforo con la metodología 0.01 molar, estos resultados están basados en el análisis del suelo aplicado con fósforo a los 4 meses después de la aplicación, en esta figura se observa un una diferencia en el tratamiento 3 el cual contiene 2 ton/ ha de cal dolomítica al tercer mes lo cual implica que tenía 2 meses después de la incorporación del fosforo.

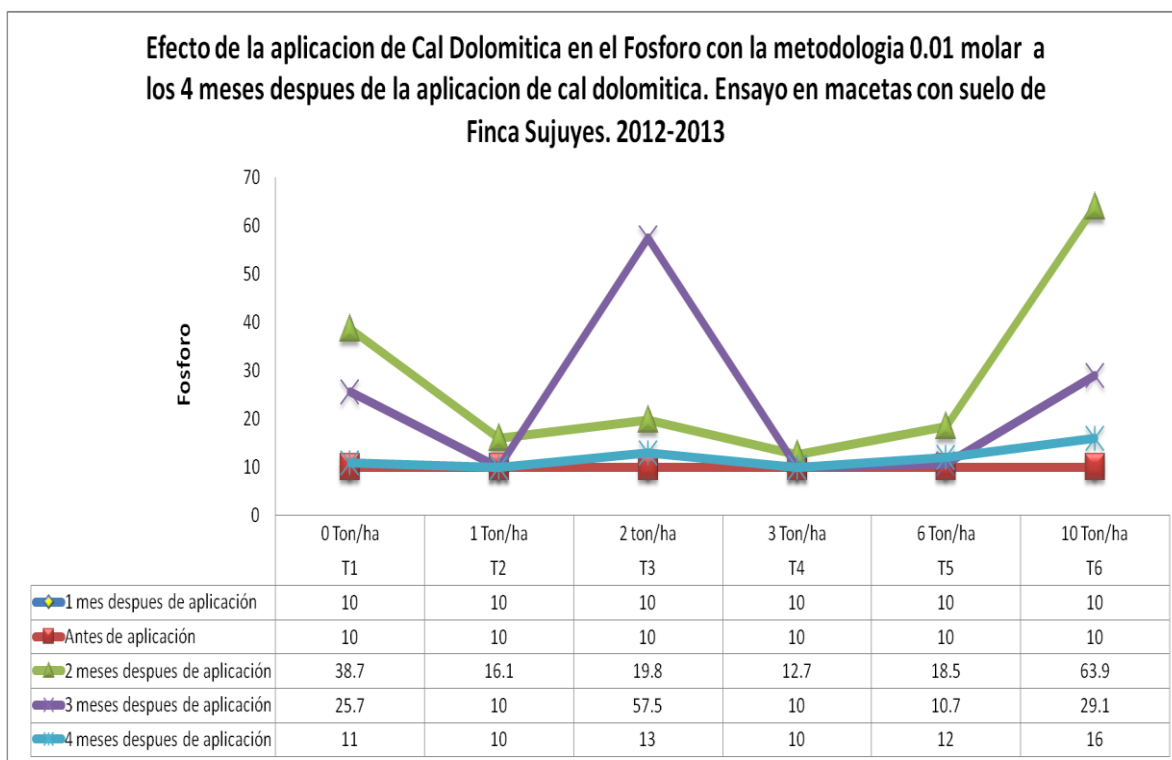


Figura 17 Efecto de la aplicación de Cal Dolomítica en la Saturación de Ca (%) a los 4 meses después de la aplicación de cal dolomítica

3.14 Conclusiones

El suelo seleccionado de la finca los sujuyes cumplió con las condiciones esperadas, las cuales eran tener un p^H menor a 6.5, a los 30 días después de la aplicación de cal dolomita se observó que los T5 y T6 aumentaron el p^H a 6.72 y 6.85 respectivamente, disponibilidad al fósforo, el costo de esta acción no es rentable, en cuanto al tratamiento 3 con 3 Ton/ha es el tratamiento más recomendado por las casas comerciales por tener el menor costo (\$180.00/ha) y disponibilidad del fosforo dejando el p^H entre 6 y 7.

La dosis de cal dolomítica más efectiva en la corrección de p^H en suelo con p^H ácidos de la finca los sujuyes es el tratamiento con 3 Ton/Ha teniendo en cuenta que a los 30 días después de la aplicación de cal, se aplicó el equivalente a 100 kg de P_2O_5 /ha obteniendo un resultado en una pequeña disminución en todos los tratamientos de p^H . En este ensayo se realizaron muestras cada mes, el p^H ideal para que el fosforo aumente su disponibilidad esta entre 6 y 7 de la escala de p^H , por lo tanto los tratamientos 4(3 ton/ha) 5 (6 ton/ha) y 6(10 ton/ha) cumplen con este requisito.

El tratamiento con el menor costo y la mejor disponibilidad de fósforo para suelos ácidos en el cultivo de caña de azúcar es el tratamiento con 3 Ton/ ha, con un costo de \$180.00/ha

3.15 Recomendaciones

Se recomienda utilizar el tratamiento 3 el cual consiste en la aplicación de 3 Ton/ha de cal dolomítica.

3.16 Bibliografía

Acidez y encalado en suelos del Uruguay. Omar Casanova. Facultad de Agronomía. Montevideo- Uruguay. 1999

Manual de acidez y encalado de los suelos Cengicaña

Spaans, Egbert (2012). Informe de visita a las áreas de la Corporación Pantaleón Julio 2,012. Guatemala. Pág. 1-19.

3.17 Evaluación de la aplicación superficial e incorporada del fósforo En el cultivo de caña de azúcar Finca Las Delicias Santa Lucia, Escuintla, Guatemala en el año 2012

3.18 Definición del problema

En el Ingenio Pantaleón la aplicación en la fertilización del elemento fósforo se está utilizando de manera superficial, por lo que se justifica la realización de una investigación con la cual se puede sustituir esta forma de aplicación del fosforo por una más eficaz. Se realizó en la finca Las Delicias un ensayo en el mes de agosto en el cual se evaluarán las diferentes formas de aplicación del fosforo las cuales son superficial e incorporado con las dosis de 40 y 80 kilogramos por hectárea con sus respectiva aplicación de nitrógeno y potasio. Para esta investigación se utilizó un diseño de bloques al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, cada unidad experimental será de 75 metros cuadrados y el área total del experimento será de 1500 metros cuadrados.

Actualmente la fertilización fosfórica en los ingenios es generalizada en la plantía en suelos deficientes en este elemento.

El bajo contenido de P en el suelo se hace crítico en la región tropical, con motivo de la elevada fijación o retención de fosfatos prevaecientes debido a la presencia de materiales amorfos como la Alófana, lo que provoca que no siempre que se aplican fertilizantes fosfóricos se garantiza la disponibilidad del nutrimento en cantidades suficientes para las plantas.

3.19 Objetivos

3.19.1 General

Evaluar la aplicación superficial versus incorporada en el fósforo en caña de azúcar

3.19.2 Específico

Determinar la efectividad de la fertilización incorporada de fósforo en TCH

Determinar la efectividad de la fertilización superficial de fósforo en TCH

3.20 Marco Teórico

La caña de azúcar (*Saccharum spp. L.*) es una gramínea de la India, cuya distribución a los países del continente asiático se pierde en la historia de la época antigua. En China apareció 800 años antes de Cristo y se utilizaba en el pago de tributos y contribuciones. Cristóbal Colón, en su segundo viaje, llevó esquejes de caña de las islas Canarias a la isla llamada actualmente República Dominicana. Este cultivo se desarrolló entre 1500 y 1600 en la mayoría de los países tropicales de América (Antillas, México, Brasil, Perú, etc.) y durante mucho tiempo ha sido su principal riqueza agrícola. Para el caso de Guatemala es a Pedro de Alvarado al que se le atribuye la introducción, siendo cerca de San Jerónimo Verapaz en donde se establecieron los primeros trapiches y luego se extendió hacia el sur desde Antigua Guatemala hasta Escuintla y Santa Rosa.

3.20.1 Fertilización y nutrición

En estudios realizados en plantas jóvenes de caña indican que la deficiencia de fósforo disminuye más la fotosíntesis que la deficiencia de nitrógeno o potasio. Sin embargo, esta no mostró efecto negativo en plantas adultas, La deficiencia de fósforo incide en una mayor formación de almidones y carbohidratos totales, afecta la formación de hojas, engrosamiento del tallo y disminución de la clorofila. En relación al nitrógeno la fotosíntesis a los 6 meses de edad está directamente relacionada con el suministro de nitrógeno aplicado, pero a partir de los 9 meses la fotosíntesis disminuye aún con suministros altos de nitrógeno. Niveles adecuados de potasio favorecen la fotosíntesis y su efecto mayor está en el proceso de fertilización

3.20.2 Translocación de los azúcares

Los resultados de investigación han permitido generar las guías preliminares de recomendaciones de NPK para el cultivo de caña de azúcar en la región cañera de Guatemala. Estas guías requieren tomar en cuenta la edad del cultivo (plantía o soca) el tipo de suelo, el análisis de laboratorio y factores de manejo que determinan una fertilización variable en vez de fertilizaciones generalizadas.

3.21 Metodología

Este experimento será establecido en el año 2012 en el lote 0501 de finca las Delicias.

El diseño experimental utilizado será de bloques al azar, cada unidad experimental es de 5 surcos a 1.5 metros de distancia con un largo de 10 metros.

3.21.1 Manejo del experimento

Todas las otras labores se realizaron de la misma manera como se hacen a nivel comercial.

3.22 Tratamientos

Se evaluaron dos factores: a) niveles de fósforo el cual es de 40 y 80 en forma granulada. b) Forma de aplicación con dos niveles: superficial e incorporada además un testigo sin fósforo; para tener 5 tratamientos, se aplicarán el equivalente a 100 kg de nitrógeno y 60 kg de K_2O en todos los tratamientos.

3.22.1 Diseño experimental

El diseño experimental ha utilizado será bloques al azar con 4 repeticiones y 5 tratamientos. La unidad experimental consistió en 5 surcos por el largo de 10 metros con un distanciamiento de surcos de 1.5 metros. La parcela neta consistió en la cosecha de los 5 surcos de cada parcela los cuales fueron cosechados.

3.22.2 Variables a medir

Las variables a medir en la evaluación de fósforo superficial e incorporado a diferentes dosis son el índice biométrico, tallos por metro lineal y las toneladas de caña por hectárea

3.22.3 Contenido de P en tejido foliar

A la edad de 5 meses se tomaron muestras de tejido foliar en cada parcela tomando en cuenta todas la repeticiones. Se llevarón al laboratorio el tercio medio de la hoja sin incluir la nervadura central.

3.22.4 Población y crecimiento

A la edad de 5 meses del cultivo se tomarón datos de población y crecimiento de los 3 surcos centrales de cada parcela,

3.22.5 Clorofila

Se tomarón muestras para la determinación clorofila al mismo tiempo de que se tomen muestras para el contenido de fósforo en tejido foliar, esto fue a los 5 meses después de la aplicación para estimar la concentración, para esto se tomarón 5 hojas en cada surco en los 3 centrales de cada parcela.

3.22.6 kilogramos azúcar por tonelada de caña

Se realizó un análisis pre-cosecha tomando 5 tallos por parcela para poder determinar el contenido de sacarosa y estimar el rendimiento en kg azúcar/ton caña.

3.22.7 Análisis de la información

Se utilizará el programa informático Infostat para realizar el análisis de varianza en bloques al azar para las variables anteriormente descritas.

3.23 Resultados

En la figura 18, observamos el índice biométrico a los 5 meses de edad, dicho índice está comprendido con la altura, peso y diámetro, para determinar cuál es el tratamiento con mejores resultados a una edad media, en esta evaluación todos los tratamientos son estadísticamente iguales, sin existir una variación significativa entre la altura, peso y diámetro, por lo tanto la aplicación de fósforo superficial o de forma incorporada a dosis de 40 kg/ha y 80 kg/ ha no son estadísticamente diferentes.

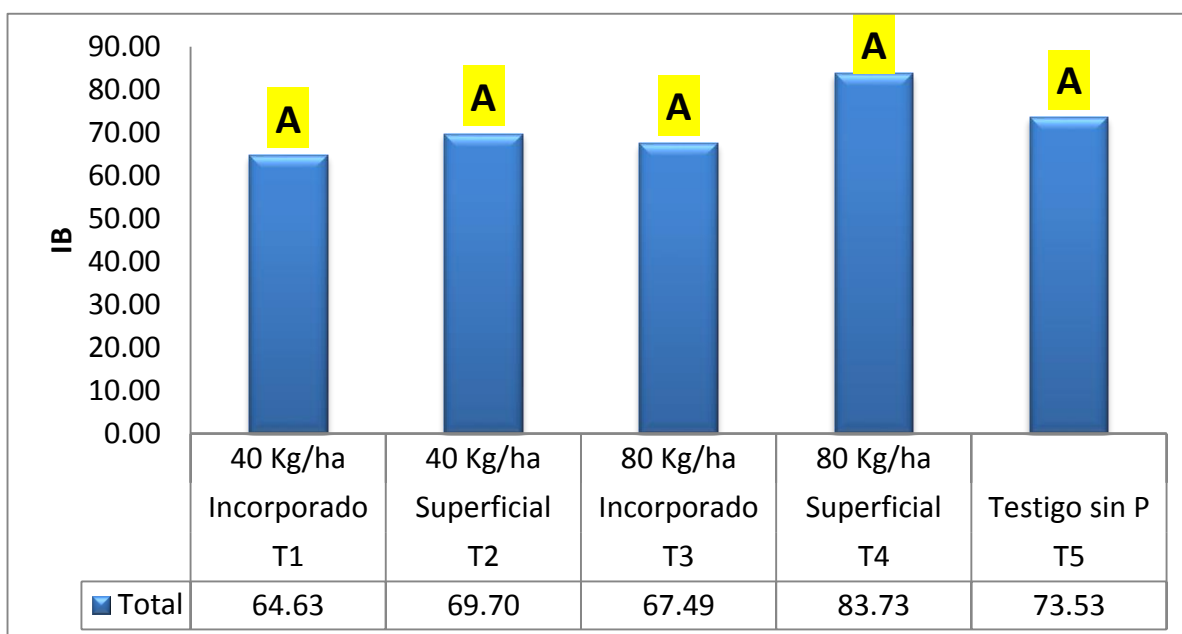


Figura 158 Efecto de la dosis y formas de aplicación de Fósforo en el índice biométrico a los 5 meses de edad.

En la figura 19, no se encontró diferencia estadísticamente hablando para la variable tallos por metro lineal de los diferentes tratamientos evaluados, dando como resultados similares germinaciones de tallos por metro lineal.

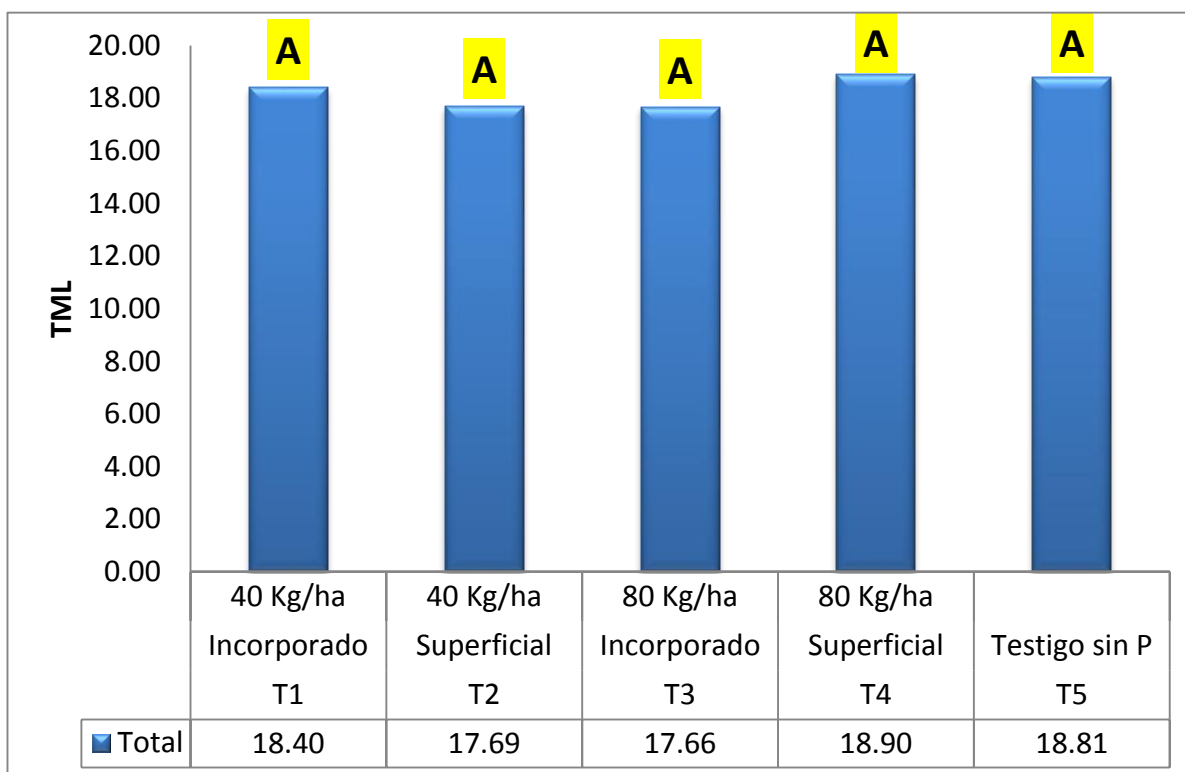


Figura 19 Efecto de la dosis y forma de aplicación de Fósforo en los tallos por metro lineal a los 5 meses de edad.

En la figura 20, se muestra que las toneladas de caña por hectárea no tienen una diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, esto nos indica que las aplicaciones de fósforo incorporado o superficiales no influyen en la producción de caña de azúcar por medio de las toneladas por hectárea, teniendo un promedio de 105.2, el tratamiento 3 con 80 kg/ha de fósforo es el que mejor rendimiento obtuvo, el cual tuvo la producción de 107.87 toneladas por hectárea, pero esto no es estadísticamente significativo.

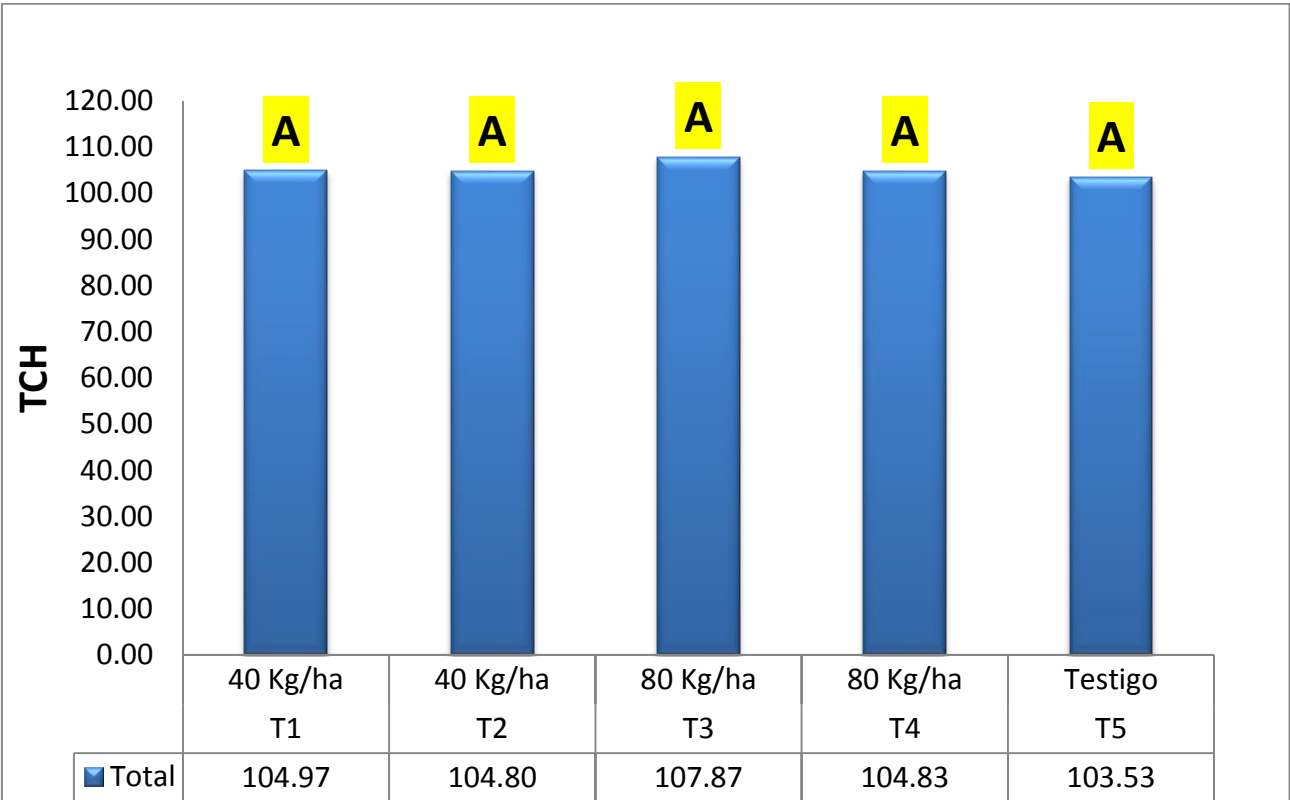


Figura 20 Efecto de la dosis y forma de aplicación de Fósforo en los tallos por metro lineal a los 5 meses de edad.

3.24 Conclusión

La efectividad de la fertilización incorporada o fertilización superficial no tienen ninguna diferencia estadística por lo cual se concluye que se obtienen resultados al aplicar el fósforo en las diferentes dosis (40 kg/ha y 80 kg/ha) en suelos ácidos.

3.25 Bibliografía

1. Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p.
2. CENGICAÑA. (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 1996. Estudio semi-detallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala; edición revisada. Guatemala. 216 p.
3. Fogliata, FA. 1979. Fertilización: experiencias con caña de azúcar (caña soca) Revista La Industria Azucarera no 986: 105 – 117.
4. Pérez, O. 2002. Nutrición y fertilización de caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA, Boletín Técnico Informativo 10(1):3-8.
5. SERFE (Ministerio del Azúcar, Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas, CU). 1998. Elementos básicos sobre suelos y uso de fertilizantes en el cultivo de la caña de azúcar; segundo curso. La Habana, Cuba. 193 p.