

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE PYRACLOSTROBIN, APLICADO COMO
BIOESTIMULANTE FISIOLÓGICO EN CAÑA SOCA, VARIEDAD CP 72-
2086 EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.),
ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A. Y DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS
REALIZADOS EN EL CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACIÓN Y
CAPACITACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR. -GENGICAÑA-**

CHRISTIAN MANUEL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE PYRACLOSTROBIN, APLICADO COMO BIOESTIMULANTE FISIOLÓGICO EN CAÑA SOCA, VARIEDAD CP 72-2086 EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.), ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A. Y DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR. -CENGICAÑA-

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

POR

CHRISTIAN MANUEL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. M.Sc. Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. M.Sc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	P.For. Sindy Benita Simón Mendoza
VOCAL V	Br. Sergio Alexander Soto Estrada
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013

Guatemala, Noviembre de 2013

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación: Evaluación de Pyraclostrobin, aplicado como bioestimulante fisiológico en caña soca, variedad CP72 - 2086 en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*), Escuintla, Guatemala, C.A. Y diagnóstico y servicios realizados en el centro guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar. -CENGICAÑA-, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Christian Manuel Hernández Rodríguez

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Por ser el centro de mi vida, por protegerme y guiarme en todo momento, a lo largo de todo este proceso de aprendizaje. Gracias Tata Dios.

MIS ABUELOS: Manuel y Teresa. Por su gran amor, por su ayuda, cuidados y por su apoyo incondicional. Desde el cielo siempre estuvieron presentes en cada momento de mi vida, intercediendo por mí y enseñándome el camino correcto cuando más lo necesite. Los amo y los extraño.

MIS PADRES: Justo y Rosa María. Madre, gracias por ser mi ejemplo de vida, de sacrificio, de lucha, y por ser lo que más amo en este mundo. Que este triunfo sea una pequeña muestra de agradecimiento a todo tu esfuerzo, sacrificio, paciencia y amor madre linda.

MIS PADRINOS: Hugo y Ana. Por su apoyo, amor y consejos durante toda mi vida.

MIS TIAS: Liseth, Estela, Luz y Amandita. Por estar conmigo siempre, guiándome en cada paso de mí camino.

MIS PRIMOS: Ivan, Kevin, Mel, Thelma, Mario y Alejandro. Por todos esos momentos de alegrías inolvidables.

MIS AMIGOS: En especial a: Marlon Martínez, Eddy Revolorio, Alfonso Rivera, Miguel Torres, Leonel Hernández, Manuel Tortola, Oscar Machic, Sergio García, Bruno Torres, Enrique Maldonado, Alex Pacheco, Edgar Castillo, Dimitri Pinto, Kevin López, Carlos Consuegra, Héctor Monterroso, Bryan López, Rodolfo Fuentes, Emerson Hernández, Erick Pineda, Julio Paniagua, Juan Pablo Monroy, Víctor Arévalo, Salomón García, Fernando Hernández, Oscar de la Parra, Judith del Cid y Flor González.

Gracias por su amistad y apoyo, que Dios los bendiga.

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS,

VIRGEN DEL ROSARIO,

JESÚS NAZARENO DE LA MERCED,

MIS ABUELOS,

MI PATRIA GUATEMALA,

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,

FACULTAD DE AGRONOMÍA,

CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN DE LA
CAÑA DE AZÚCAR –CENGICAÑA-.

AGRADECIMIENTOS

Al centro guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar, CENGICAÑA, y a su director general Dr. Mario Melgar, por darme la oportunidad de haber realizado mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en dicha institución, por confiar en mi trabajo y ser ejemplo de superación en mi camino profesional.

A los Ingenieros Gerardo Espinoza y Ovidio Pérez, por su apoyo y consejos a lo largo de mi EPS.

A mi asesor Ing. Manuel Martínez, por su amistad, su apoyo y confianza brindada durante todo este tiempo, que Dios lo bendiga.

A mi supervisor Dr. Marvin Salguero, por todo su apoyo, dedicación y tiempo brindado en el transcurso de mi EPS.

Al Ing. Juan Herrera y al personal administrativo del Área de ciencias biológicas, por su amistad y experiencias vividas.

A Rocío Morales, por su cariño, ayuda y paciencia a lo largo de todo este tiempo.

A la familia Paz Moreno, en especial a Carolina Moreno, por su apoyo, amistad y cariño incondicional. Que Dios la bendiga siempre.

Al personal de CENGICAÑA, por brindarme su amistad y apoyo en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
CAPÍTULO I	1
1.1 Presentación	2
1.2 Marco referencial	3
1.3 Objetivos	10
1.4 Metodología	10
1.4.1 Fase de recolección de información primaria	10
1.4.2 Caminamiento.....	11
1.4.3 Entrevista.....	11
1.4.4 Información secundaria	11
1.4.5 Revisión de literatura	11
1.4.6 Otras fuentes de información.....	11
1.4.7 Fase de campo	12
1.5 Resultados	12
1.5.1 Deberes y obligaciones del área.....	12
1.5.2 Plan operativo del área.....	13
1.6 Conclusiones.....	21
1.7 Bibliografía	23
CAPÍTULO II	25
2.1 Presentación	26

Contenido	Página
2.2 Definición del problema.....	27
2.3 Marco teórico	29
2.3.1 Marco conceptual	29
2.3.1.1 Selección del cultivo y variedad	29
2.3.1.2 Variedad CP72 – 2086	29
2.3.1.3 Pyraclostrobin.....	30
2.3.1.4 Kelpak	31
2.3.1.5 Tamaño de las parcelas	31
2.3.1.6 Manejo del ensayo	31
2.3.1.7 Número de repeticiones	32
2.3.1.8 Tipo de aplicación	32
2.3.1.9 Tipo de equipo a utilizar	32
2.3.1.10 Simulador de aplicaciones aéreas	32
2.3.2 Marco referencial	32
2.3.2.1 Finca Limones	32
2.4 Objetivos	34
2.5 Metodología	35
2.5.1 Diseño e instalación del ensayo	35
2.5.1.1 Número y descripción de tratamientos	35
2.5.2 Diseño experimental	37

Contenido	Página
2.5.3 Croquis del ensayo	38
2.5.4 Variables de respuesta	39
2.5.4.1 Población:.....	39
2.5.4.2 Altura de planta:	39
2.5.4.3 Diámetro:.....	39
2.5.4.4 Contenido de macro nutrientes en el follaje:	39
2.5.4.5 Contenido de Clorofila:	39
2.6 Resultados	41
2.6.1 Macro nutrientes	41
2.6.1.1 Nitrógeno (N).....	41
2.6.1.2 Calcio (Ca)	42
2.6.1.3 Magnesio (Mg)	43
2.6.1.4 Potasio (K).....	44
2.6.1.5 Fósforo (P)	45
2.6.1.6 Índice de clorofila	46
2.6.2 Índice biométrico.....	47
2.6.2.1 Altura	47
2.6.2.2 Diámetro.....	48
2.6.2.3 Población.....	49
2.6.2.4 Rendimiento en toneladas de caña por hectárea TCH.....	50

Contenido	Página
2.6.2.5 Rendimiento de toneladas de azúcar por hectárea TAH.....	51
2.7 Conclusiones.....	52
2.8 Recomendaciones.....	53
2.9 Costos de aplicación/ha	54
2.10 Bibliografía	55
2.11 Anexos	57
CAPÍTULO III	63
3.1 Presentación	64
3.2 Área de influencia	65
3.3 Objetivo general	65
3.4 Servicios prestados.....	66
3.4.1 Manual de Malezas y Catálogo de Herbicidas Para el Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala	66
3.4.1.1 Definición del problema.....	66
3.5 Objetivos	67
3.6 Metodología	67
3.6.1 Recolección de la información.....	67
3.6.2 Elaboración del manual de malezas y catálogo de herbicidas	67
3.7 Resultados	69
3.8 Evaluación.....	75
3.9 Bibliografía	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Organigrama de Cengicaña fuente: Cengicaña 2012	6
Figura 2. Estación experimental –Cengicaña-, finca Camantulul.	9
Figura 3. Croquis del lote donde se estableció el ensayo de Pyraclostrobin.....	33
Figura 4. Croquis del ensayo utilizado en campo.....	38
Figura 5. Porcentaje de Nitrógeno. Escuintla, 2012.	41
Figura 6. Porcentaje de Calcio. Escuintla, 2012.....	42
Figura 7. Porcentaje de Magnesio. Escuintla, 2012.	43
Figura 8. Porcentaje de Potasio. Escuintla, 2012.....	44
Figura 9. Porcentaje de Fosforo. Escuintla, 2012.....	45
Figura 10. Unidades Relativas de Clorofila. Escuintla, 2012.....	46
Figura 11. Altura a través del tiempo. Escuintla, 2012.	47
Figura 12. Diámetro a través del tiempo. Escuintla, 2012.	48
Figura 13. Población a través del tiempo. Escuintla, 2012.....	49
Figura 14. Toneladas de caña por hectárea (TCH). Escuintla, 2012.....	50
Figura 15. Toneladas de azúcar por hectárea (TAH). Escuintla, 2012.....	51
Figura 16. Portada principal del Manual de malezas y Catálogo de herbicidas.	69
Figura 17. Esquema general del Capítulo I, malezas de hoja angosta familia Cyperaceae.	70
Figura 18. Maleza de hoja angosta de la familia Poaceae. <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	71
Figura 19. Malezas de hoja ancha, familia Portulacaceae. <i>Portulaca oleracea</i> L.....	72
Figura 20. Carta técnica del herbicida Glifosato.....	73
Figura 21. Formulación y orden de mezcla de los distintos herbicidas.	74

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Resultados esperados en el proceso de inhibidores de floración.....	14
Cuadro 2. Resultados esperados en el proceso madurantes.....	15
Cuadro 3. Resultados esperados en el proceso de manejo de malezas.....	16
Cuadro 4. Resultados esperados en el proceso de agroquímicos utilizados en la Agroindustria.....	17
Cuadro 5. Resultados esperados en el proceso fisiológico.....	18
Cuadro 6. Plan operativo del área de malezas, madurantes e inhibidores de floración	19
Cuadro 7. Resumen general de aplicaciones y tratamientos.	35
Cuadro 8. Número de tratamientos, aplicaciones, dosis y días de aplicación.....	36
Cuadro 9. Costos de aplicación por hectárea.....	54
Cuadro 10. Andeva, variable Nitrógeno	57
Cuadro 11. Andeva, variable Calcio	57
Cuadro 12. Andeva, variable Magnesio	58
Cuadro 13. Andeva, variable Potasio	58
Cuadro 14. Andeva, variable Fosforo.....	59
Cuadro 15. Andeva, variable altura	59
Cuadro 16. Andeva, variable diámetro	60
Cuadro 17. Andeva, variable población.....	60
Cuadro 18. Andeva, variable TCH.....	61
Cuadro 19. Andeva, variable TAH.....	61

RESUMEN GENERAL

El capítulo I está integrado por el diagnóstico del área de malezas, madurantes e inhibidores de floración del programa de Agronomía del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, -CENGICAÑA-. Dicha área se encontraba a cargo del Ing. Gerardo Espinoza, hasta finales de Agosto del 2013, actualmente se encuentra a cargo del Ing. Joel Morales.

La finalidad del área es generar tecnología en el control de malezas, madurantes e inhibidores de floración, así como del manejo de los distintos herbicidas, trabajando en conjunto con el área de investigación agrícola de los distintos ingenios azucareros.

El diagnóstico fue la base principal y el punto de partida para lograr entender cómo funciona el área, así como el centro en general y sus procesos dentro de la agroindustria azucarera. Una vez conociendo de una forma más profunda el área se hizo más fácil los procesos y la línea de trabajo con la cual se trabajó durante todo el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

El capítulo II se basó en la realización del trabajo de investigación, el cual consistió en la evaluación de pyraclostrobin, aplicado como bioestimulante fisiológico en caña soca, en la variedad CP72 - 2086 en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp*), contando con la colaboración del área de investigación agrícola del Ingenio Pantaleón.

La investigación se realizó en la finca Limones, con un área experimental o bruta de 3,500 m² aproximadamente, se tomó en cuenta dos surcos de borda y un área neta determinada por 40 parcelas de 75 m² c /u haciendo un total de 3,000 m² con una unidad experimental de parcelas de 5 surcos a 1.5 m c /u * 10 m de largo haciendo un total por parcela de 75 m². El manejo agronómico del ensayo estuvo a cargo del departamento agrícola y

administrativo de la finca, únicamente no ejecutaron aplicaciones de pyraclostrobin u otros productos que interfirieran en el análisis de resultados.

Se evaluaron 10 tratamientos con 4 repeticiones. Los tratamientos se establecieron de la siguiente forma: 1 testigo absoluto, 8 tratamientos de pyraclostrobin aplicados en distintas dosis y distintas épocas y fases del cultivo, iniciando desde los 30 días hasta los 320 días y 1 tratamiento de pyraclostrobin en mezcla con Kelpak.

En los nutrientes evaluados se observó que todos los tratamientos mostraron una distribución normal con respecto a la fenología de la caña de azúcar, por consiguiente el único macronutriente que sobresalió fue el potasio (K), pero sin mostrar diferencia significativa.

Se observó en esta investigación que los valores biométricos mostraron una tendencia normal a lo que se está acostumbrado en el cultivo de caña, por lo tanto no existió una ganancia significativa, estadísticamente hablando. Se puede resumir que la aplicación de pyraclostrobin no tuvo ninguna relevancia en el ensayo como bioestimulante.

El capítulo III está enfocado en la realización de los servicios prestados al área de malezas. Estos servicios fueron distribuidos en la recolección y análisis de datos, realización de manuales y catálogos, así como la participación a todos los ensayos establecidos en el periodo del ejercicio profesional supervisado (EPS).

El servicio principal se basó en la realización de un manual de malezas y catálogo de herbicidas para el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala, siendo una fuente bibliográfica importante para las personas que se inician en el campo de las malezas y su control.



1.1 Presentación

Guatemala se caracteriza por poseer una diversidad de áreas destinadas a la agricultura y una de las más importantes es la costa sur. Se caracteriza de otras áreas ya que una buena parte de esta se destina para el cultivo de la caña de azúcar, lo cual llega a cubrir el 2% del territorio destinado a la agricultura. La caña de azúcar es el producto con más auge en la agroindustria de nuestro país ya que representa en un 25% las exportaciones agrícolas.

En el año de 1,992 se decidió por parte de un grupo de ingenios formar el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar –CENGICAÑA-, con el fin de desarrollar tecnología en variedades de caña de azúcar, manejo integrado de plagas, fertilización, riegos y capacitación para luego transferirlas a los clientes, para optimizar la producción de la caña de azúcar, con la implementación de programas que se encarguen del estudio de la caña en diferentes áreas.

El centro es el encargado de realizar las líneas de investigación las cuales son definidas por los gerentes agrícolas de los ingenios asociados, los cuales conforman el Comité Técnico Asesor (CTA). Estas líneas se dan a conocer en los planes operativos, los cuales corresponden a cada uno de los cuatro programas que conforma el centro. Dichos programas son: Variedades, Manejo Integrado de Plagas (MIP), Agronomía y Transferencia de Tecnología y Capacitación.

El área de Malezas, madurantes e inhibidores de floración se encuentra en el programa de agronomía de CENGICAÑA, reactivándose esta área en el año del 2008 a cargo del Ing. Agr. Gerardo Espinoza hasta finales de Agosto de 2012, actualmente el área está a cargo del Ing. Agr. Joel Morales y cuenta ahora con un técnico agrícola especializado en esta área, Kevin de Jesús López, para el apoyo necesario del mismo.

El diagnostico plantea la metodología que se siguió para la recopilación de la información la cual se utilizó para darle cumplimiento a los objetivos trazados, para determinar la situación actual del área de Malezas y madurantes, de CENGICAÑA.

1.2 Marco referencial

La creación de un Centro de Investigación y Capacitación en el cultivo de la caña de azúcar, es una idea que se empezó a gestar en la Asociación de Azucareros de Guatemala –ASAZGUA-, a mediados de la década de 1980, donde surgió la necesidad de mejorar la producción y la productividad del cultivo de la caña, dada la importancia de la Agroindustria Azucarera en lo económico y social para el país, Buenaventura (1992).

Con el propósito de prevalecer los elementos característicos de la agroindustria observados hasta la zafra 1989/90. En 1990 la Junta Directiva de ASAZGUA decide la creación del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar bajo las siglas de CENGICA; durante el año 1991 se efectuó un diagnóstico tecnológico el cual determinó los elementos constitutivos para establecer dicho centro. Posteriormente en enero de 1992, ASAZGUA decide fundar el Centro, procediéndose a la implementación inmediata especialmente en selección y contratación de personal profesional y equipo básico. En febrero de 1995, la Junta Directiva aprobó las siglas con las que se conoce actualmente el centro –CENGICAÑA-. La inauguración del centro como tal (infraestructura actual) ocurrió el día 26 de abril de 1996 contando con la participación del presidente de la República Lic. Álvaro Arzú. (CENGICAÑA 1996).

Principios de CENGICAÑA

Visión

“Ser líderes en generar cambios tecnológicos para incrementar la competitividad del Agro y la Industria Azucarera en la región”

Misión

“Somos la organización de la Agroindustria Azucarera responsable de generar, adaptar y transferir tecnología de calidad para el desarrollo rentable y sostenible de sus asociados”

Sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2008 de CENGICAÑA

En el plan estratégico 2005-2015 lo concerniente al objetivo estratégico 4 se menciona lo del Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2000; la certificación del sistema se obtuvo por parte del personal del centro el 8 de enero del 2007, habiéndose llevado a cabo la Auditoria de Certificación los días 2 y 3 de Noviembre del 2006. Luego en el año 2009 el 25 de septiembre se llevó a cabo la recertificación del Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9000:2008; Lo cual da origen a un alcance y una política de calidad a implementar por parte del Centro, siendo estos:

Alcance

“Investigación y desarrollo de variedades de caña de azúcar y tecnologías en manejo integrado de plagas, fertilización, riegos y capacitación para la agroindustria azucarera”

Política de calidad

Nuestro compromiso es:

“Desarrollar variedades de caña de azúcar, tecnologías en manejo integrado de plagas, fertilización, riegos y capacitación y transferirlas a nuestros clientes, mejorando continua y sosteniblemente la eficacia de nuestro sistema”

Objetivos de Calidad (2011)

- Aumentar el nivel de satisfacción de nuestros clientes.
- Seleccionar por lo menos una variedad CG 98 ó introducida, Flor o no flor con base en tres cortes que supere en toneladas de azúcar por hectárea –TAH- a la variedad CP72-2086 y con resistencia a las principales enfermedades.
- Desarrollar por lo menos una tecnología promisorio en manejo integrado de plagas.
- Desarrollar por lo menos una tecnología promisorio en Fertilización.
- Desarrollar al menos una tecnología promisorio en el uso óptimo del riego.
- Disminuir en promedio 20 puntos de brecha de competencia en cada evento de capacitación.

- Obtener un promedio global de indicadores de proceso del centro igual o mayor a 3.5 en la evaluación de avances del plan Operativo y del Plan Administrativo, al final del año 2012.

Organización de CENGICAÑA

CENGICAÑA funciona con el aporte de los ingenios azucareros de Guatemala, con cantidades proporcionales a la producción de azúcar de cada uno de ellos.

Las líneas de investigación son aprobadas por el Comité Técnico Asesor –CTA-, (comité formado por los Gerentes Agrícolas de cada Ingenio), y definidas por los responsables de cada área de estudio juntamente con el personal profesional del centro. Con quienes se desarrolla coordinadamente investigación aplicada y específica.

El nivel gerencial está conformado por la Asamblea General y la Junta Directiva. La primera conformada por un representante de nivel gerencial de cada uno de los ingenios y la segunda por personas electas específicamente para tal efecto. La coordinación de las actividades de CENGICAÑA está a cargo de la Dirección General.

Estructura organizacional de CENGICAÑA

La estructura organizacional de CENGICAÑA se presenta en la Figura 1.

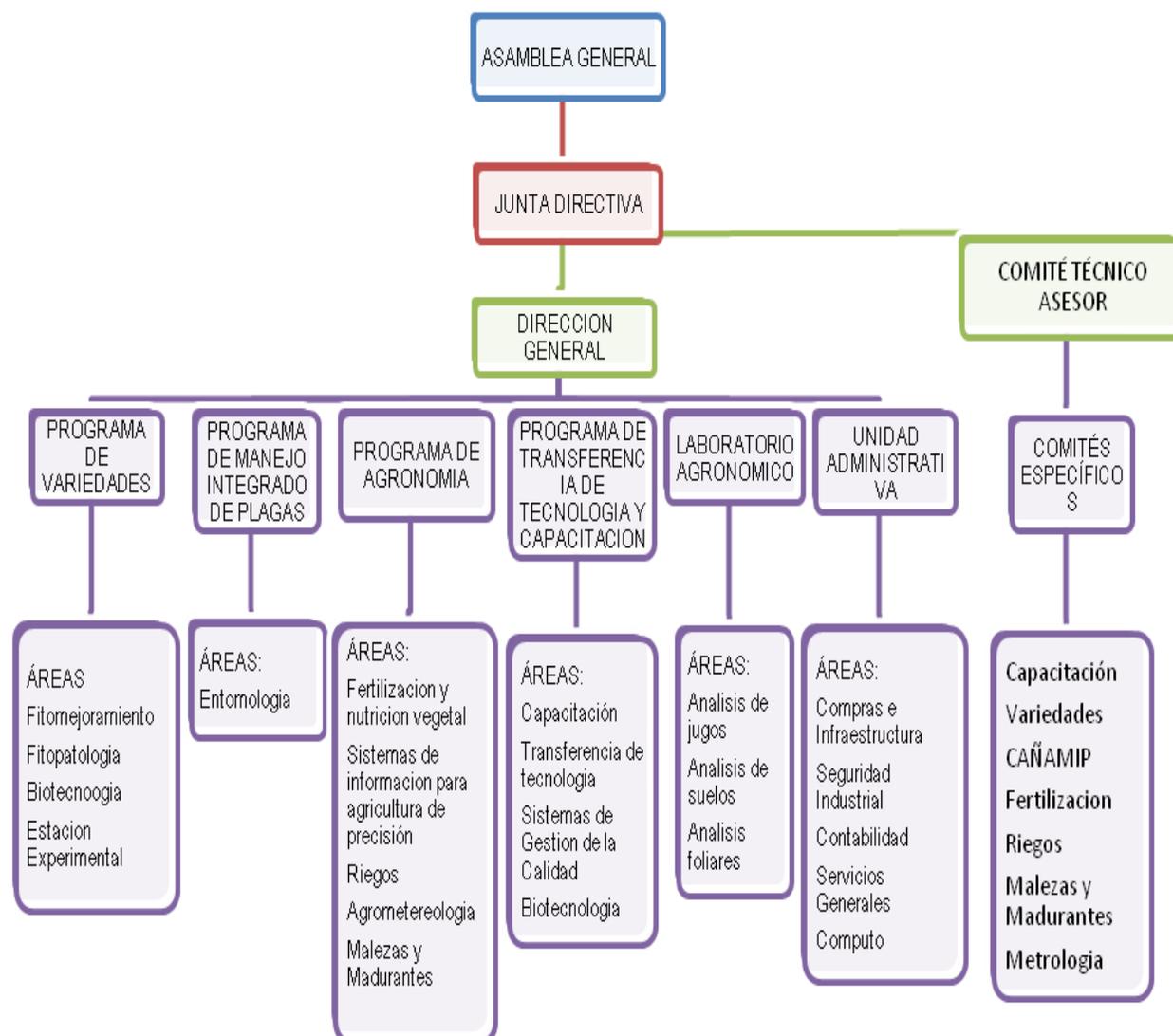


Figura 1. Organigrama de CENGICAÑA Fuente: CENGICAÑA 2012

Convenios de cooperación

CENGICAÑA mantiene nexos de cooperación o colaboración con las siguientes instituciones:

Nivel internacional

- Brasil, CTC (Centro de Tecnología Canabeira)
- Colombia, CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar)
- Costa Rica, DIECA (Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar)
- Cuba, INICA (Instituto Nacional de Investigación de la Caña de Azúcar)
- Estados Unidos, CANAL POINT, Louisiana
- Francia, CIRAD (Centre de Coopération Internationale an Recherche Agronomique pour le Developpement).
- México, Cámara de la Industria Azucarera.

Grupos Internacionales

- ISSCT: International Society of Sugarcane Technologists
- ICSB: International Consortium of Sugarcane Biotechnology.

Nivel nacional

- Universidad de San Carlos de Guatemala
- Universidad Rafael Landívar
- INTECAP: Instituto Técnico de Capacitación y Productividad.
- CONCYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.
- Escuela Nacional Central de Agricultura

Estación experimental Camantulul

La estación experimental esta anexa a las instalaciones de CENGICAÑA, ocupa un total de 80.67 hectáreas; habiendo sido desmembrada de la finca Camantulul; se localiza en el

estrato medio de la zona cañera de Guatemala, en las coordenadas 14°19´48" latitud norte y 91°03´16" longitud oeste, ubicada en el kilómetro 92.5 carretera CA-1 en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, del departamento de Escuintla. La estación experimental está distribuida en 31 lotes, con áreas que varían de 0.53 a 3.97 hectáreas.

En el área de edificios se cuenta con laboratorios de biotecnología, entomología, fitopatología, laboratorio agronómico, biblioteca, salones para transferencia de tecnología y capacitación; también se cuenta con 2 casas de foto período y una casa de cruzamiento sexual de plantas, actualmente acoge al instituto privado de Investigación sobre el cambio climático y cuenta con el nuevo hotel de huéspedes que alberga a los ingenieros y especialistas de cada área de CENGICAÑA.

Edafología

Los suelos de la estación experimental son del orden Andisol, serie Camantulul, originados de cenizas volcánicas, cementadas de color claro, relieve ligeramente plano, drenaje interno moderado, café oscuro, textura franco arcillosa, consistencia friable y de un espesor aproximadamente de 25-50 cm, CENGICAÑA (1996).

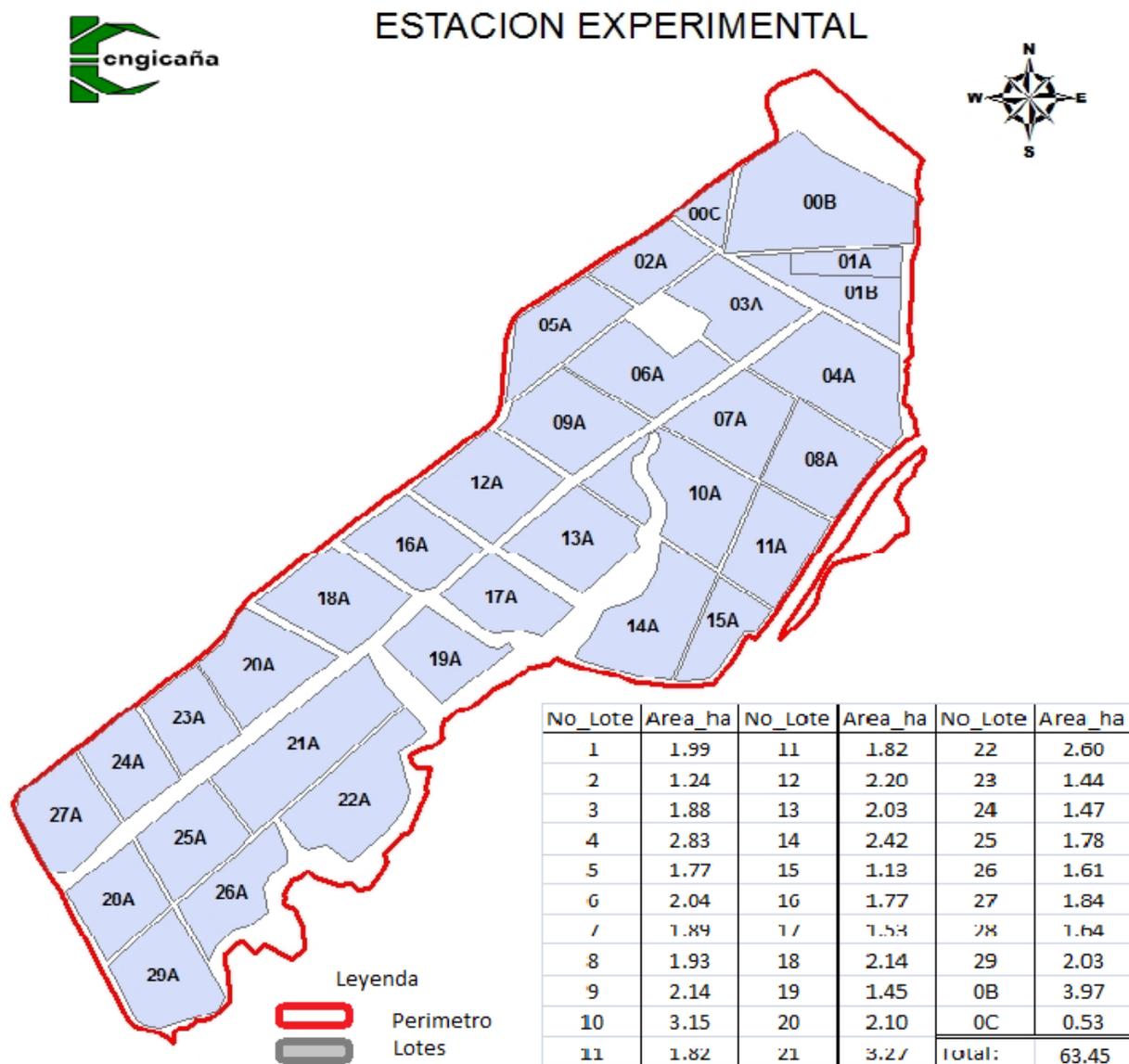


Figura 2. Estación experimental –CENGICAÑA–, Finca Camantulul. Fuente: Área Sistemas de Información para la Agricultura de precisión (SIAP). Programa de Agronomía. – CENGICAÑA–

1.3 Objetivos

General

- Analizar la información y diagnosticar el estado actual en el contenido del plan estratégico de CENGICAÑA 2009-2015, correspondiente al área de Malezas, madurantes e inhibidores de floración, con el fin de definir los avances respecto a las metas establecidas, en función del tiempo que resta para concluirlo.

Específicos

- Conocer el contenido del plan estratégico 2009-2015 del área de malezas, madurantes e inhibidores de floración de CENGICAÑA.
- Analizar los resultados alcanzados en los informes anuales 2010, 2011 y el avance al 2012.

1.4 Metodología

1.4.1 Fase de recolección de información primaria

Se realizó una inducción, por parte de la institución a cargo del Ing. Adlai Meneses y la Lcda. Priscila López, donde se presentaron las políticas de la empresa, su visión y misión dentro de la industria azucarera.

También se planteó la estructura de la industria, y donde se encuentra CENGICAÑA dentro de la misma.

La inducción en el puesto de labores, estuvo a cargo del Ing. Gerardo Espinoza, por el área de malezas y madurantes.

1.4.2 Caminamiento

Se visitaron los principales ensayos montados y evaluados en el área de malezas y madurantes, con la guía del Ing. Gerardo Espinoza y el técnico agrícola del área Kevin López.

1.4.3 Entrevista

Se realizó una entrevista al encargado del área de malezas y madurantes de CENGICAÑA, Ing. Gerardo Espinoza y al técnico del área Kevin López, esto para conocer las líneas de trabajo del área dentro del plan operativo de CENGICAÑA.

1.4.4 Información secundaria

1.4.5 Revisión de literatura

Se recolectó información de documentos encontrados en la biblioteca de CENGICAÑA, tesis de grado, folletos informativos, artículos científicos, memorias de labores, mapas, etc. Estos desarrollados dentro del área de interés.

1.4.6 Otras fuentes de información

Dentro del área de malezas y madurantes de CENGICAÑA, existe un comité de malezas y madurantes, integrado por representantes de cada ingenio que aporta a la institución, dentro del área mencionada. El comité permite el intercambio de información entre ingenios, mediado por la institución.

En el comité se plantean las principales problemáticas, relacionadas a malezas, madurantes e inhibidores de floración en la industria azucarera y se plantearon líneas a seguir, priorizando y planteando soluciones a estas problemáticas. Por medio de las memorias de las reuniones de dicho comité se recolecto esta información de importancia.

1.4.7 Fase de campo

Esto se realizó con pláticas en distintas visitas al campo, donde se observaron las principales tecnologías utilizadas y desarrolladas por el área. También se realizó visitas a los distintos ensayos que se realizaron por parte del área, basados en el plan estratégico.

1.5 Resultados

1.5.1 Deberes y obligaciones del área

Dentro del plan estratégico 2010-2015 de la institución, se encuentra el plan operativo del área, parte esencial de este es la definición del cliente, como los ingenios que aportan al presupuesto de CENGICAÑA.

La meta a largo plazo del área es logra al menos una estrategia de manejo que disminuya el 25% del daño o pérdidas económicas causadas por malezas y lograr la mayor rentabilidad económica en el uso de madurantes, comparada con las prácticas utilizadas en forma comercia en la industria.

El área está en el proceso de ingresar al sistema de gestión de calidad, para lo cual se ha estipulado el alcance, el cual consiste en investigar y desarrollar tecnologías para el control de malezas y manejo de madurantes.

Uno de los objetivos de la calidad del área son: el desarrollar al menos una tecnología promisoría para el óptimo manejo de malezas, madurantes e inhibidores de floración.

La variable para medir estos objetivos fueron, la disminución de la densidad poblacional de malezas y/o daño causado por malezas con respecto al testigo definido en el ensayo y mayor rentabilidad económica que la práctica aplicada en el área.

1.5.2 Plan operativo del área

Se verifico con la ayuda de los resultados obtenidos y descritos dentro de la memoria de resultados de investigación, y el informe anual correspondiente para la zafra 2011-2012, que se sigue la planificación propuesta para poder llegar al cumplimiento de las metas y resultados propuestos dentro del plan estratégico 2009-2015, y para que se de dicho cumplimiento del cual se presenta un plan operativo anual en el que se describen los procesos que se cumplirán año con año, para así poder obtener los resultados a corto y mediano plazo hasta el momento de lo que se lleva de ejecución del plan.

Como en el análisis no se encontraron divergencia para que se llevaran a cabo las actividades y se dieran los resultados obtenidos durante la zafra 2010-2011, se seguirá trabajando con la planificación ya establecida siguiendo el plan anual correspondiente al año 2012, y así poder llegar a las metas propuestas y resultados esperados a mediano plazo.

Programa: Agronomía

Área: Malezas y Madurantes

Proceso: Inhibidores de floración

Responsable: Ing. Gerardo Espinoza

Cuadro 1. Resultados esperados en el proceso de inhibidores de floración

SUBPROCESO	RESULTADOS ESPERADOS			BENEFICIOS Y METAS
	CORTO PLAZO 2009-2010	MEDIANO PLAZO 2011- 2012	LARGO PLAZO > 2012	
1. Inhibidores de Floración	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Haber obtenido datos y publicado resultados de la aplicación de inhibidores de floración en variedades comerciales para el cultivo de caña de azúcar en Guatemala ▪ Tener información sobre la respuesta a la aplicación del inhibidor de floración en variedades promisorias 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Continuar con la búsqueda de la ventana de aplicación de inhibidores de floración en la industria cañera, así como establecer como una primera versión preeliminar para el manejo del sistema integrado de la floración y para la recomendación de dosis y épocas de aplicación del inhibidor en caña de azúcar en Guatemala. ▪ Contar con resultados de nuevas evaluaciones de la respuesta al inhibidor de floración y precisar recomendaciones de dosis y épocas de aplicación. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contar con recomendaciones de dosis y épocas de aplicación específicas según diferentes genotipos de caña. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Que el 20% del área administrada por los ingenios estén utilizando la información de la nueva tecnología generada en inhibidores de floración con el fin de aumentar la productividad al aplicar la dosis y época correcta y adecuadamente el inhibidor de floración al cultivo. ▪ Reducción de costos por manejo adecuado del inhibidor de floración en condiciones de manejo y ambientes determinados.

Programa: Agronomía

Área: Malezas y Madurantes

Proceso: Madurantes

Responsable: Ing. Gerardo Espinoza

Cuadro 2. Resultados esperados en el proceso madurantes

SUBPROCESO	RESULTADOS ESPERADOS			BENEFICIOS Y METAS
	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	
	2009-2010	2011- 2012	> 2012	
2. Madurantes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Haber generado, obtenido datos y publicado resultados de la aplicación y respuesta de madurantes en variedades promisorias para el cultivo de caña de azúcar en Guatemala ▪ Tener información sobre la respuesta de caña de azúcar a la aplicación de diferentes madurantes No Herbicidas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tener establecida y definida una guía de recomendaciones y respuestas de la aplicación de madurantes en variedades promisorias de la industria cañera, como una primera versión para el manejo del sistema caña de azúcar en Guatemala. ▪ Contar con resultados de nuevas evaluaciones de la respuesta de caña de azúcar a la aplicación de madurantes No Herbicidas y precisar recomendaciones de manejo de la aplicación y producto. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contar con recomendaciones de dosis y épocas de aplicación específicas según diferentes genotipos de caña. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Que el 20% del área administrada por los ingenios estén utilizando la información de la nueva tecnología generada en Madurantes para el aumento de la productividad al aplicar el madurante con la dosis, época correcta y método de aplicación adecuado al cultivo. ▪ Reducción de costos por manejo adecuado del madurante en condiciones de manejo y ambientes determinados.

Programa: Agronomía

Área: Malezas y Madurantes

Proceso: Manejo de Malezas

Responsable: Ing. Gerardo Espinoza

Cuadro 3. Resultados esperados en el proceso de manejo de malezas

SUBPROCESO	RESULTADOS ESPERADOS			BENEFICIOS Y METAS
	CORTO PLAZO 2009-2010	MEDIANO PLAZO 2011- 2012	LARGO PLAZO > 2012	
3. Manejo de Malezas.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Haber Generado información, publicado y entregado datos sobre fitotoxicidad por la aplicación de herbicidas en variedades promisorias en plantía. ▪ Tener información sobre el Estimación de pérdida de producción por malezas, control de la densidad de malezas de importancia en caña de azúcar a la aplicación de diferentes Herbicidas (con moléculas nuevas), así como coadyuvantes o potencializadores que mejoren la efectividad de los herbicidas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tener establecida y definida una guía de recomendaciones y respuestas de variedades promisorias a la aplicación de herbicidas tanto plantía y Primera soca de la industria cañera, como una primera versión para el óptimo manejo de las variedades. ▪ Contar con resultados de evaluaciones continuas en la aplicación de moléculas nuevas de herbicidas en diferentes épocas, coadyuvantes o potencializadores en el control de la densidad de malezas, estimación de pérdidas causadas por malezas y precisar recomendaciones de manejo de la aplicación y producto. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contar con recomendaciones de dosis y épocas de aplicación específicas según diferentes genotipos de caña. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Que el 20% del área administrada por los ingenios estén utilizando la información de estimación de pérdidas ocasionadas por malezas y aumentar la productividad al aplicar herbicidas para el control de malezas sin provocar daño de fitotoxicidad con la dosis, época correcta y método de aplicación adecuado al cultivo. ▪ Reducción de costos por manejo de malezas y el uso adecuado de los herbicidas, coadyuvantes o potencializadores en condiciones de manejo y ambientes determinados.

Programa: Agronomía

Área: Malezas y Madurantes

Proceso: Agroquímicos utilizados en la Agroindustria

Responsable: Ing. Gerardo Espinoza

Cuadro 4. Resultados esperados en el proceso de agroquímicos utilizados en la agroindustria.

SUBPROCESO	RESULTADOS ESPERADOS			BENEFICIOS Y METAS
	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	
	2009-2010	2011- 2012	> 2012	
4. Agroquímicos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tener Actualizada la base de datos del uso de Agroquímicos (Genéricos) utilizados en la Agroindustria Cañera de Guatemala. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tener establecida y definida una base de datos de los agroquímicos utilizados en la agroindustria con la información de residualidad por producto y país comprador de azúcar o país de destino. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contar con recomendaciones de uso para la utilización de productos agroquímicos compatibles con el ambiente y cumplir con las normas de dosificación necesarias para el cultivo de caña de azúcar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Que el 20% del área administrada por los ingenios estén utilizando la información de la utilización de agroquímicos bajo las normas exigidas por diversos países compradores de azúcar como producto final y el uso de productos compatibles con el ambiente y el cultivo de caña de azúcar, aumentando la productividad.

Programa: Agronomía

Área: Malezas y Madurantes

Proceso: Otros procesos fisiológicos

Responsable: Ing. Gerardo Espinoza

Cuadro 5. Resultados esperados en el proceso fisiológico

SUBPROCESO	RESULTADOS ESPERADOS			BENEFICIOS Y METAS
	CORTO PLAZO 2009-2010	MEDIANO PLAZO 2011- 2012	LARGO PLAZO > 2012	
4. Otros procesos Fisiológicos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Generar información sobre productos que mejoren el sistema radicular de diferentes variedades promisorias a través del uso de Rizotron, así como la estimulación fisiológica aplicando diferentes productos con estos efectos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Haber Obtenido datos de evaluaciones continuas de productos enraizadores, establecer recomendaciones de uso de productos y variedades, así como evaluaciones de productos estimulantes fisiológicos como Pyraclostrobin 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contar con recomendaciones de uso para la utilización de productos enraizadores en diferentes condiciones y recomendar varios tipos de productos que sirvan de estimulantes fisiológicos con el fin de una mayor producción. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Que el 20% del área administrada por los ingenios estén utilizando la información de tecnología de enraizadores para el aumento de la productividad al aplicar producto reguladores del crecimiento del sistema radicular utilizando la dosis correcta y método de aplicación adecuado al cultivo.

Cuadro 6. Plan operativo del área de malezas, madurantes e inhibidores de floración

Plan Operativo del área de malezas, madurantes e inhibidores de floración				
Subproceso	Actividades	Fecha de Ejecución		Indicadores de progreso Diciembre 2012
		Inicio	Final	
1. Inhibidores de floración.	1.1 Estudio de Ventana de aplicación por variedad y estrato.			Promedio 1
				Promedio 1.1
	a) Ensayos 11/12 -Cosecha -Análisis	01/12	12/12	Registrar y analizar datos de evaluación del inhibidor de fluoración en al menos tres ensayos.
	b) Ensayos 12/13 -Establecimiento	01/12	12/12	Establecer al menos tres ensayos en variedades comerciales de caña de azúcar a la aplicación del inhibidor de fluoración
	1.2 Respuesta de caña de azúcar a la aplicación de inhibidores de floración por edad	01/12	12/12	Promedio 1.2
	a) Ensayos 11/12 -Cosecha -Análisis			Registrar y analizar datos de evaluación del inhibidor de fluoración por edad.
	b) Ensayos 12/13 -Establecimiento			Haber establecido al menos un ensayo de inhibidores de floración y su efecto en diferentes edades
2. Madurantes	2.1 Respuesta al madurante en nuevas variedades	01/12	12/12	Promedio 2
	a) Ensayos 11/12 -Cosecha -Análisis			Registrar y analizar en al menos 1 ensayo de una variedad promisoría el efecto al madurante
	b) Ensayos 12/13			Establecer en al menos 2 variedades promisorias la respuesta al madurante.
	2.2 Evaluación de nuevos madurantes	01/12	12/12	
	a) Ensayos 11/12 -Cosecha -Análisis			Registrar datos de evaluación en al menos dos nuevas alternativas de madurantes y su rentabilidad parcial
	b) Ensayos 12/13 -Establecimiento y aplicación			Establecimiento de ensayos con al menos dos nuevas alternativas de madurantes y su rentabilidad parcial

	2.3 Determinación de la curva de degradación de glifosato en biomasa fresca y en caña quemada no programada 11/12	01/12	12/12	Análisis y registro de datos de un ensayo de residuos de glifosato en tallos de caña.
	a) Ensayo 11/12			
	2.4 Detección de Glifosato aplicado como madurante en tallos de caña y Producto final azúcar y su efecto en el rendimiento de caña.	01/12	12/12	Establecer al menos un ensayo en campo y fábrica para la detección de residuos de Glifosato aplicado como madurante.
3. Manejo de Malezas				Promedio 3
	3.1 Estimación de pérdidas por malezas o herbicidas en caña de azúcar.	01/12	12/12	Establecer al menos un ensayos para estimar pérdidas de producción por efecto de malezas/ herbicidas
	3.2 Asesoría en control de malezas a ingenios	01/12	12/12	Proveer información de control y manejo de malezas a ingenios
4. Agroquímicos utilizados en el cultivo de caña de azúcar	4.1 Actualización de la base de datos de agroquímicos utilizados en la agroindustria.	01/12	12/12	Promedio 4
	- Revisión de base de datos			Tener una actualización anual de la base de datos.
	4.2 Agroquímicos Genéricos.	01/12	12/12	
	- Actualizar y generar base de datos de agroquímicos genéricos.			Tener actualizada la base de datos de agroquímicos genéricos.
				Promedio 5
5. OPORTUNIDADES DE MEJORA	5.1 Seguimiento a las oportunidades de mejora presentadas por el Comité Técnico Asesor	01/12	12/12	Reporte en el Informe Cuatrimestral del avance de las Oportunidades de Mejora
6. CERTIFICACION ISO	6.1 Seguimiento al proceso para la certificación Iso	01/12	12/12	Tener reporte sobre avance de la descripción del proceso.

1.6 Conclusiones

Se analizó el plan estratégico 2009-2015, del cual se obtuvo una copia digital y se llegaron a comparar las actividades que se realizaron durante este año con las que se proponen en el plan 2015, para el área de Malezas, madurantes e inhibidores de floración, para lo cual se esperan cumplir con los resultados esperados a mediano y largo plazo, de los diferentes sub-procesos que se darán en el área. Se estableció que en el área, existe la capacidad de crear convenio con otros ingenios y casas comerciales debido a la importancia de esta área y a los beneficios que otorga a los clientes, en este caso los ingenios. También se tiene la facilidad de disponer de áreas en las cuales se pueden montar ensayos para actuales y futuras investigaciones en la mayoría de ingenios de Guatemala, teniendo como primer plano la capacidad de contar con asesores nacionales e internacionales y la creación de convenios con universidades del país.

El área de Malezas y madurantes de CENGICAÑA es de suma importancia ya que encierra muchos factores importantes y determinantes para la buena producción y rendimiento del cultivo de la caña de azúcar, tomando en cuenta que el 35 al 40% del ingreso total de cada ingenio, es destinado para el área de malezas y madurantes por su importancia en la producción, se cuentan con los mejores especialistas y técnicos del tema para evaluar, determinar y recomendar productos y procedimientos que generan los mejores resultados y a su vez se obtengan una mejor producción.

En base a los factores mencionados anteriormente fue donde se trabajó a lo largo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), sacando las necesidades más importantes y transformándolas en los servicios e investigación realizada.

Otra de las necesidades era contribuir técnicamente a la diversidad de ensayos que día con día se establecieron en el área en conjunto con los distintos ingenios azucareros en el transcurso del EPS, evaluando las distintas moléculas de herbicidas, madurantes e inhibidores de floración, así como los distintos surfactantes que van en mezcla con las distintas moléculas para una mejor penetración.

Debido a que el área de Malezas, madurantes e inhibidores de floración de CENGICAÑA es un departamento pequeño en relación a las exigencias de sus clientes, es necesario contar con un número adecuado de personal técnico y capacitado para cumplir con las demandas establecidas y planteadas dentro del plan operativo del área y por ende es necesario contar con más transporte para la supervisión de varios tipos de ensayos que se estén evaluando en la misma época, así mismo, como especialistas en agroquímicos es necesario desarrollar la implementación del equipo adecuado y necesario para las personas al momento de las aplicaciones evitando el contacto directo con los productos y garantizando la salud de los aplicadores.

Finalmente se puede concluir que no se encontraron diferencias entre el plan estratégico y los informes anuales, por lo cual se recomienda que se siga trabajando, siguiendo lo propuesto en el plan operativo anual 2012, ya que el seguimiento de este llevara al cumplimiento de los resultados esperados que se presentan en el plan estratégico 2015.

1.7 Bibliografía

1. Buenaventura, OC. 1992. Estudio para la conformación del Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar de Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA. 52 p. (Documento Técnico no. 1).
2. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 1996. Guía de inauguración de la sede del Centro. Guatemala. 20 p.
3. _____. 2007. Eventos históricos y logros 1992-2007. Guatemala. 85 p.
4. _____. 2009a. Informe anual 2007-2008. Guatemala. 87 p.
5. _____. 2009b. Plan estratégico 2009-2015. Guatemala. 20 p.
6. Espinoza, G. 2009. Acumulación de sacarosa y función de glifosato como madurante en caña de azúcar. Guatemala, CENGICAÑA. 8 p.
7. Leonardo, A. 1998. Manual para la identificación y manejo de las principales malezas en caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA. 131 p.
8. _____. 2008a. Diseño y análisis de experimentos, fundamentos y aplicaciones en agronomía. Guatemala, USAC. 84 p.
9. _____. 2008b. Elaboración de proyectos de investigación, notas de acompañamiento de curso. Guatemala, USAC. 54 p.
10. _____. 2008c. Estadística, con aplicaciones en agronomía y ciencias forestales. Guatemala, USAC. 84 p.
11. Martínez, A. 2009. Información sobre el sistema de riego de mangas y compuertas de la finca El Apipal de Ingenio Santa Ana. Escuintla, Guatemala, Ingenio Santa Ana.
12. Martínez, M. 1995. Identificación y clasificación de malezas para la elaboración de planes de manejo. Guatemala, CENGICAÑA. 63 p.
13. Melgar, M; Meneses, A; Orozco, H; Pérez, O; Espinosa, R. 2012. El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA. 512 p.
14. Meneses, A; Melgar, M; Cano, W. 2003. Desarrollo de la agroindustria azucarera en Guatemala. Sugar Journal (New Orleans) October 62(5):18-19.
15. Soto, G; Orozco, H. 1998. Resultados sobre el desarrollo de variedades apropiadas para la agroindustria azucarera guatemalteca: noviembre de 1997 a julio de 1998. *In* Presentación de resultados de investigación, zafra 1997-98 (1998, GT). Memorias. Guatemala, CENGICAÑA. p. 8-12.

16. Suárez, A; Meneses, A; Melgar, M. 2007. Evolución de la producción y productividad de la agroindustria azucarera y mapas generales de la zona cañera de la costa sur de la república de Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA. 20 p.



No. Bo. Rolando Barrios



2.1 Presentación

Las modificaciones en estructura y fisiología de las plantas C4 y CAM frente a las C3 son el resultado de la presión selectiva del ambiente sobre un carácter complejo y depende del uso eficiente del agua frente a la asimilación de CO₂.

Para las plantas C4 el resultado de las modificaciones evolutivas es que el CO₂ es fijado en dos compartimientos diferentes: en el mesófilo el CO₂ es fijado como HCO₃ por la AC (anhidrasa carbónica) para ser tomado a continuación por la PEPc (fosfoenolpiruvatocarboxilasa) que incorpora el carbono en un ácido C4. Este ácido C4 es transportado hacia la vaina del haz vascular por la acción de acarreadores específicos ATP dependientes en donde es descarboxilado para liberar CO₂ que es fijado por la RUBISCO e incorporado en el ciclo de Calvin-Benson. Con la acción de este mecanismo de concentración y bombeo de CO₂ hacia los sitios de fijación por la RUBISCO, la planta es capaz de mantener tasas altas de asimilación de CO₂ en presencia de baja concentración intercelular de dicho gas. A pesar de estas adaptaciones las plantas C4 no son más tolerantes al estrés hídrico severo que las C3; esto es que, el mecanismo C4 es una adaptación encaminada al uso eficiente del agua, no a la tolerancia al estrés hídrico.

De esta forma se toman en cuenta los efectos fisiológicos de pyraclostrobin ya que son invisibles y actúan sobre el metabolismo de la planta produciendo un primer efecto biológico que podemos advertir a simple vista: el efecto verde, parejo e intenso en todo el cultivo, hojas más verdes, mas clorofila, un mejor desarrollo del follaje, una planta más saludable y un producto final de mayor calidad. El otro efecto invisible del principio activo se logra a través del control de la respiración, cuando la planta respira, consume energía, mientras que durante el proceso de fotosíntesis, produce energía. La respiración y la fotosíntesis ocurren simultáneamente. Pyraclostrobin disminuye la respiración evitando la pérdida de dióxido de carbono, además provoca incrementos en la actividad de la enzima nitratoreductasa, de esta manera se reduce el gasto energético y la energía sobrante queda almacenada en la planta en forma de carbohidratos, (Castellanos, 2012).

La mayor reserva de carbohidratos se traduce en mayor productividad y esa mayor productividad es más cantidad (rendimiento). Además de estos efectos metabólicos, dicho

principio activo (pyraclostrobin), controla la producción de etileno de la planta evitando la caída de las hojas, aumentando el índice de área foliar, de esta manera es que el ciclo no se acorta ante situaciones de estrés y la planta puede concentrar toda su energía en un desarrollo eficiente y efectivo.

Así mismo, conjunto con pyraclostrobin se trabajó con el bioestimulante Kelpak ya que es un producto orgánico con alto contenido de auxinas y relativamente bajo contenido de citoquininas. Esta dominancia de las auxinas sobre las citoquininas estimula la formación de raíces de las plantas tratadas con Kelpak. Este aumento de puntos de crecimiento radicular, incrementa a su vez los niveles de citoquininas en las plantas tratadas, ya que este grupo de hormonas se desarrolla principalmente en los ápices de las raíces.

El mayor y mejor sistema radicular aumenta el follaje incrementando la producción y calidad de las cosechas, (Castellanos, 2012).

2.2 Definición del problema

El cultivo de la caña de azúcar muestra durante su desarrollo cuatro etapas: iniciación, macollamiento, elongación o gran crecimiento y maduración (Castro y Montúfar, 2004, Bezuidenhot, *et al.*, 2003). La etapa de iniciación comprende generalmente desde la germinación hasta 45 días después de la siembra. La etapa de macollamiento tiene una duración promedio de tres meses. La elongación ocurre en un periodo de seis meses; esta etapa es la más importante en términos de crecimiento del cultivo. La última etapa es la de maduración con una duración media de 45 días.

Las plantas como la caña de azúcar requieren para su crecimiento y desarrollo 16 elementos denominados esenciales. Estos nutrientes son carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl). Adicionalmente debe incluirse el silicio (Si), aunque no se le considera esencial es importante y es un elemento benéfico en la nutrición del cultivo de caña de azúcar. El C, H y O provienen del agua y del aire, y son los elementos que constituyen la mayor parte

del peso de las plantas. Los otros 13 elementos son minerales y provienen del suelo o son adicionados como fertilizantes, (Pérez, 2012).

El requerimiento de nutrientes para la caña de azúcar varía según la variedad, el suelo, condiciones climáticas y manejo del cultivo. Según CENGICAÑA (2012), el K es el nutriente requerido en mayores cantidades por el cultivo de caña de azúcar y varía de 2.65 kg en la variedad CP72-2086 a 3.1 kg de K_2O por tonelada de caña en la variedad SP79-2233. Con la relación a N, los requerimientos entre las variedades también son diferentes. Por ejemplo, la variedad CG96-59 requiere más N que las otras variedades con 1.19 kg de N/t de caña. Por su parte, la variedad CP72-2086 se considera intermedia con una extracción de 1 kg de N/t caña.

Actualmente existen recomendaciones generadas para la fertilización nitrogenada del cultivo de caña en las variedades CP72-2086, CP88-1165 y otras, en donde se consideran principalmente factores de suelo, clima y manejo del cultivo. De acuerdo a CENGICAÑA (2009), la fertilización en los distintos ingenios es variable y en general se basa en la aplicación de nitrógeno principalmente en el caso de socas. Sin embargo, comentarios de administradores e investigadores en caña de azúcar indican que la eficacia de absorción se reduce por diversos factores donde se considera una pérdida en torno al 40% de nitrógeno. Según Flores, O. & Aguirre, K. (2008), la principal absorción de nitrógeno se da en los primeros meses de crecimiento de la planta siendo del segundo al quinto mes de crecimiento en donde se da la máxima absorción de nitrógeno y por ende se obtienen los mejores resultados fisiológicos como mejor número de tallos por metro lineal, mayor follaje, etc.

2.3 Marco teórico

2.3.1 Marco conceptual

2.3.1.1 Selección del cultivo y variedad

Caña de azúcar (*Saccharum* spp.)

Se trabajara con la variedad CP 72 – 2086 en caña soca.

Finca Limones, Ingenio Pantaleón

Lote 12325 01

Producción de lote: 106.98 TCH

Las características generales de esta variedad se describen a continuación:

2.3.1.2 Variedad CP72 – 2086

El hábito de crecimiento de los tallos es semirrecto, posee poco deshoje natural, la cantidad de follaje es intermedio; el entrenudo es de color verde amarillento con manchas negras, la forma de crecimiento es cilíndrico y ligeramente curvado al costado de la yema; el nudo tiene una forma de crecimiento obconoidal, yema redonda con alas de base angosta, anillo de crecimiento protuberante; la vaina posee un desprendimiento intermedio, color rosado y quebradizo por el centro, tiene presencia de afate intermedio; la lámina foliar posee un borde aserrado; la aurícula presenta una forma transicional y la lígula generalmente es deltoide con rombo; el cuello es café con superficie semilisa.

Es de buena germinación, macollamiento bueno y temprano, buen desarrollo cuando se siembra en la época adecuada; despaje regular, las hojas permanecen adheridas al tallo, se desprenden fácilmente con la mano, resistente al acame, regular tenacidad, abundante floración, prospera bien en suelos húmedos y bajo riego a una altitud de 0 a 220 m, se adapta bien a suelos francos, franco-limosos, franco arenoso y franco arcilloso profundos. A pesar de que posee una coloración verde amarillento en los primeros estadios de desarrollo presenta tonalidades cafés. Posee buen vigor y buen cierre de calle. Su hábito de crecimiento es erecto sin embargo tiende a acamarse aunque no en su totalidad. Para

su cosecha posee una dureza intermedia mayor que la CP 72-1312; la CP 72-2086 es resistente al carbón causado por *Ustilago scitaminea*, roya por *Puccinia melanocephala*, susceptible al Virus del Mosaico de la Caña de azúcar (VMCA). Le ataca el Barrenador *Diatraea sacharalis*, y es susceptible al mosaico, Raya Roja y amarillamiento foliar YLS, (Aguirre, 2006; Schueneman T, et al 2008).

2.3.1.3 Pyraclostrobin

Los efectos fisiológicos de pyraclostrobin son invisibles y actúan sobre el metabolismo de la planta produciendo un primer efecto biológico que podemos advertir a simple vista: el efecto verde, parejo e intenso en todo el cultivo. Hojas más verdes, mas clorofila, un mejor desarrollo del follaje, una planta más saludable y un producto final de mayor calidad. El otro efecto invisible del principio activo se logra a través del control de la respiración, cuando la planta respira, consume energía, mientras que durante el proceso de fotosíntesis, produce energía. La respiración y la fotosíntesis ocurren simultáneamente. Pyraclostrobin disminuye la respiración evitando la pérdida de dióxido de carbono, además provoca incrementos en la actividad de la enzima nitrato reductasa, de esta manera se reduce el gasto energético y la energía sobrante queda almacenada en la planta en forma de carbohidratos.

La mayor reserva de carbohidratos se traduce en mayor productividad y esa mayor productividad es más cantidad (rendimiento). Además de estos efectos metabólicos, dicho principio activo, controla la producción de etileno de la planta evitando la caída de las hojas, aumentando el índice de área foliar, de esta manera el ciclo no se acorta ante situaciones de estrés y la planta puede concentrar toda su energía en un desarrollo eficiente y efectivo, (Castellanos, 2012).

2.3.1.4 Kelpak

Es un extracto del alga *Ecklonia maxima*, esta alga tiene un crecimiento de hasta 1.3 cm por día, alcanzando una altura máxima de 12 metros, Únicamente existe en Sudáfrica.

La estructura de la planta posee un 75 % de tallo y 25% de hoja. Esta es un alga cultivada, con la finalidad de poder cosechar plantas con la misma edad y que posean entre 5 y 6 metros debido a que según estudios a esa etapa fenológica es donde el alga concentra y mantiene sus niveles de auxinas y citoquininas, que son la principal ventaja del producto.

Posee mucha mayor cantidad de Auxinas que citoquininas, la función de las auxinas es la activación de la zona radicular con ello el crecimiento de las raíces secundarias, como un agregado estimula el crecimiento de follaje y tallo por efecto de citoquininas, (Castellanos, 2012).

2.3.1.5 Tamaño de las parcelas

Área total o bruta: 3,500 m² aproximadamente, se tomó en cuenta dos surcos de borda.

Área neta: Estuvo determinada por 40 parcelas de 75 m² c /u haciendo un total de 3,000 m².

Unidad experimental: Parcelas de 5 surcos a 1.5 m c /u * 10 m de largo haciendo un total por parcela de 75 m².

2.3.1.6 Manejo del ensayo

El manejo agronómico del ensayo estuvo a cargo del departamento agrícola y administrativo de la finca, únicamente no ejecutaron aplicaciones de Pyraclostrobin u otros productos que interfirieran en el análisis de resultados.

2.3.1.7 Número de repeticiones

Se establecieron cuatro repeticiones.

2.3.1.8 Tipo de aplicación

De acuerdo a los tratamientos siendo terrestre y/ó aérea.

2.3.1.9 Tipo de equipo a utilizar

Bomba de 16 l de presión constante con implementos que permitieran una distribución uniforme de mezcla de producto sobre las plantas de caña de azúcar.

2.3.1.10 Simulador de aplicaciones aéreas

Simulador de aplicaciones aéreas: Tanque de CO₂, tanque de agua con capacidad de 12 l, cuatro boquillas TK-1.5, presión de descarga de 40 PSI, manómetro.

2.3.2 Marco referencial

2.3.2.1 Finca Limones

El área donde se ejecutó el ensayo se encuentra en la finca Limones, el lote se encuentra bajo el código 12325 01 del Ingenio Pantaleón. El lote cuenta con un área total de 18 ha, con un rendimiento total de 106.98 TCH y 11.19 TAH. El área experimental total fue de 3,500 m² aproximadamente. El manejo agronómico del ensayo estuvo a cargo del departamento agrícola y administrativo de la finca, únicamente no ejecutaron aplicaciones de Pyraclostrobin u otros productos que interfieran en el análisis de resultados.

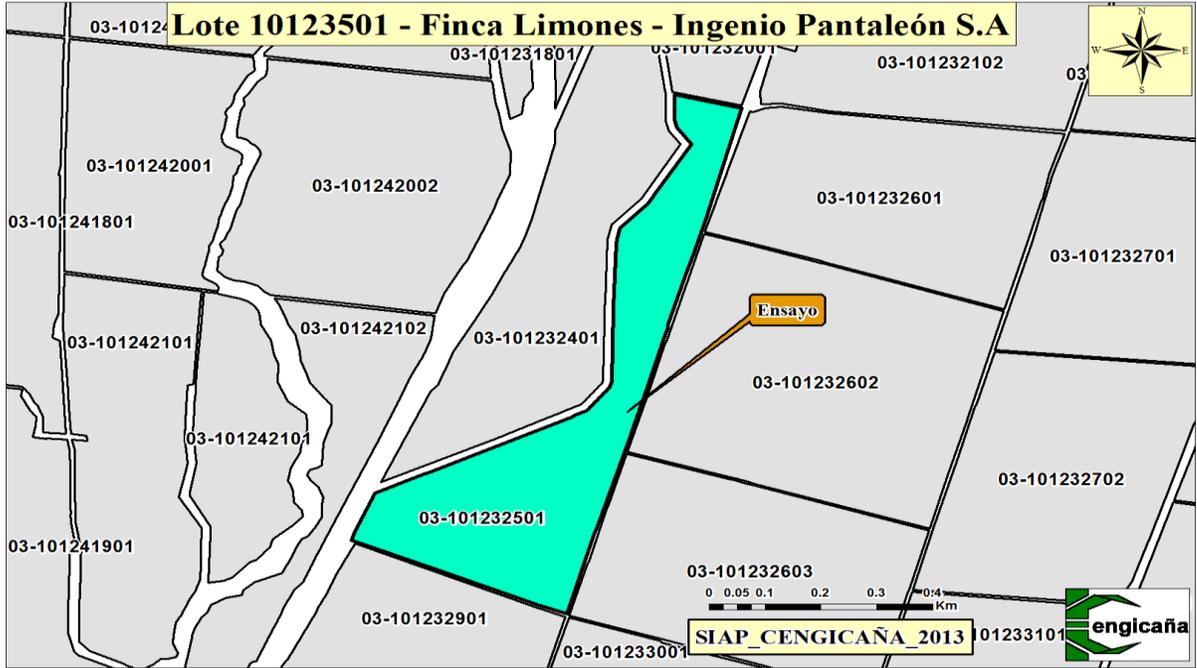


Figura 3. Croquis del lote donde se estableció el ensayo de pyraclostrobin.

2.4 Objetivos

General

Evaluar el efecto del regulador de crecimiento pyraclostrobin, en los nutrientes del cultivo de la caña de azúcar.

Específicos

- Evaluación de nutrientes (macro) presentes, estimados por análisis foliar, por efecto de la aplicación de pyraclostrobin.
- Medición del índice de clorofila presente, producido por la aplicación de pyraclostrobin.
- Determinación del índice biométrico (altura, diámetro, población), por efecto de la aplicación de pyraclostrobin.
- Cuantificar el rendimiento total en toneladas de caña por hectárea TCH y toneladas de azúcar por hectárea TAH, producido por el efecto de la aplicación de pyraclostrobin en distintas épocas de aplicación.

2.5 Metodología

2.5.1 Diseño e instalación del ensayo

2.5.1.1 Número y descripción de tratamientos

Se definieron diez tratamientos con cuatro repeticiones. Los tratamientos se describen a continuación:

Cuadro 7. Resumen general de aplicaciones y tratamientos.

Tratamientos

1	Testigo sin aplicación
2	pyraclostrobin 0.75 l, 60 ddc + 0.75 l, 180 ddc
3	pyraclostrobin 1.5 l, 60 ddc
4	pyraclostrobin 1.5 l, 180 ddc
5	pyraclostrobin 1.5 l, 150 ddc
6	pyraclostrobin 1.5 l, 120 ddc
7	pyraclostrobin 0.5 l, 30 ddc
8	pyraclostrobin 0.5 l, 30 ddc + 1.5 l, 90 ddc
9	pyraclostrobin 0.5 l, 30 ddc + 0.75 l, 60 ddc + 0.75 l, 180 ddc
10	pyraclostrobin 1.5 l + KELPAK 2 l, 30 ddc y 60 ddc

- pyraclostrobin = Regnum

Regnum

Ingrediente activo: pyraclostrobin: Metil N-{2-[1-(4-Clorofenil)-1H-Pirazol-3-il]oximetil]fenil}

N-metoxicarbamato

(Equivalente a 250 g de I.A./L)

No menos de: 23.6%

Ingredientes inertes: Emulsificantes, solvente, impurezas y compuestos relacionados

No más de: 76.4%

Total: 100.0%

Cuadro 8. Número de tratamientos, aplicaciones, dosis y días de aplicación.

Trat.	Producto	Dosis pc (lt/ha)	No. de aplicaciones	Intervalo	Observaciones
1					Testigo sin aplicación pyraclostrobin
2	pyraclostrobin	0.75 + 0.75	2	60 ddc + 180 ddc	1era. Aplicación terrestre y 2da aplicación aérea
3	pyraclostrobin	1.5	1	60 ddc	Aplicación terrestre
4	pyraclostrobin	1.5	1	180 ddc	Aplicación aérea
5	pyraclostrobin	1.5	1	150 ddc	En el momento máximo de absorción de nitrógeno (MMAN), aplicación aérea (en base a curva de absorción de nitrógeno)
6	pyraclostrobin	1.5	1	120 ddc	1 mes antes del momento máximo de absorción de nitrógeno (MMAN), aplicación aérea o terrestre (en base a curva de absorción de nitrógeno)
7	pyraclostrobin	0.75	1	30 ddc	A la cepa, después de corte (aplicación terrestre)
8	pyraclostrobin	0.75 + 1.5	2	30 ddc + 90 ddc	A la cepa, después del corte (aplicación terrestre) + aplicación aérea o terrestre. En base al rango del momento máximo de absorción de nitrógeno (MMAN) y Curva de número de tallos por metro en caña de azúcar variedad CP72-2086
9	pyraclostrobin	0.75 + 0.75 + 0.75	3	30 ddc + 60 ddc + 180 ddc	A la cepa después del corte (aplicación terrestre) + aplicación terrestre + aplicación aérea
10	KELPAK + pyraclostrobin	2 + 1.5	2	30 ddc + 60 ddc	A la cepa después del corte (aplicación terrestre) + aplicación terrestre

ddc = Días después de corte.

MMAN = Momento máximo de absorción de nitrógeno.

Para asegurar la dispersión y penetración del producto, se utilizará el coadyuvante siliconado Breakthu, en una concentración de 0.03%, para las aplicaciones terrestres y 0.1%, tanto para las aplicaciones aéreas, como aplicaciones a la cepa.

2.5.2 Diseño experimental

Para el análisis de las variables se utilizó un diseño estadístico, el cual fue bloques al azar donde el factor principal fue la respuesta de los tratamientos con respecto al testigo el cual fue el tratamiento 1, T1; donde se determinaron cuatro repeticiones y se interpretaron los resultados con el modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ y $j = 1, 2, 3, \dots, n$ donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j -ésima repetición del i -ésimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento i

β_j = Efecto del bloque j

ϵ_{ij} = Error aleatorio

2.5.3 Croquis del ensayo

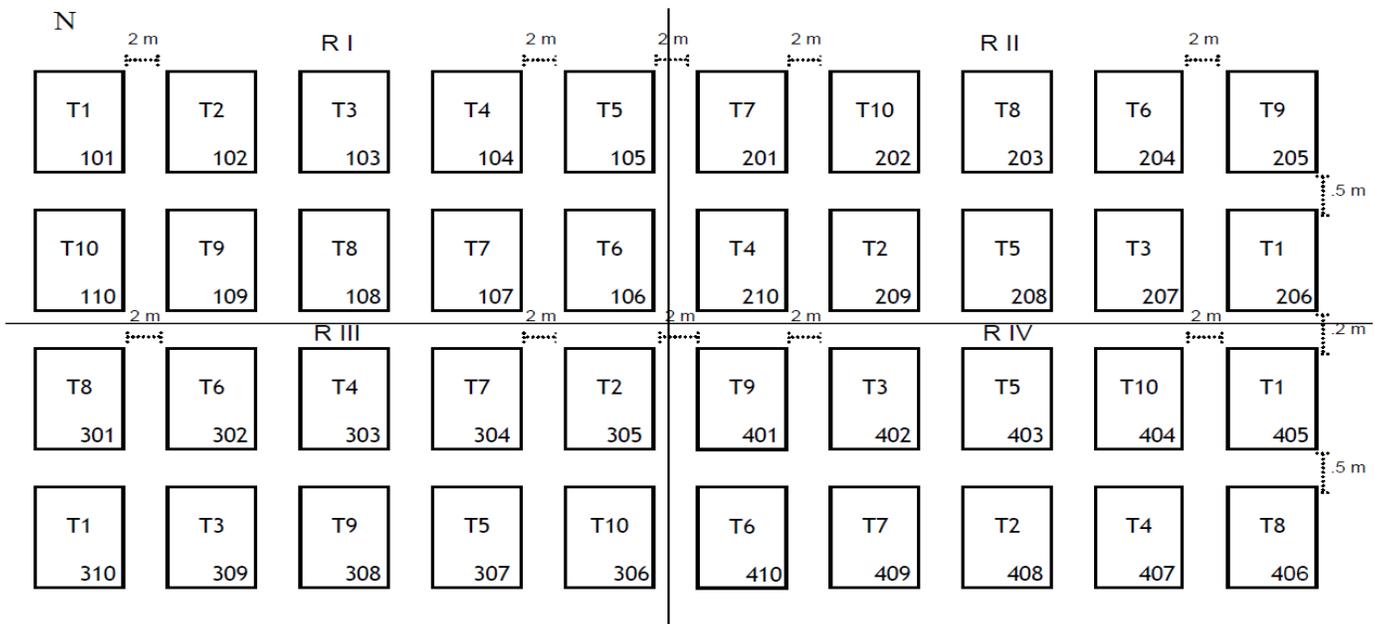


Ingenio: Pantaleón
 Finca: Limones
 Lote: 12325 01
 Fecha de corte: 11/04/12
 Variedad: CP72-2086

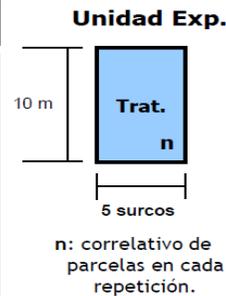


Pantaleon

Ensayo determinativo: Evaluación de Pyraclostrobin aplicado como bioestimulante fisiológico en caña soca, en la variedad CP72-2086 en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*)



Tratamientos	
1	Testigo sin aplicación
2	Pyraclostrobin 0.75 l, 60 ddc + 0.75 l, 180 ddc
3	Pyraclostrobin 1.5 l, 60 ddc
4	Pyraclostrobin 1.5 l, 180 ddc
5	Pyraclostrobin 1.5 l, 150 ddc
6	Pyraclostrobin 1.5 l, 120 ddc
7	Pyraclostrobin 0.5 l, 30 ddc
8	Pyraclostrobin 0.5 l, 30 ddc + 1.5 l, 90 ddc
9	Pyraclostrobin 0.5 l, 30 ddc + 0.75 l, 60 ddc + 0.75 l, 180 ddc
10	Pyraclostrobin 1.5 l + KELPAK 2 l, 30 ddc y 60 ddc



- Sobrantes**
- T1 = *****
 - T2 =
 - T3 =
 - T4 =
 - T5 =
 - T6 =
 - T7 =
 - T8 =
 - T9 =
 - T10 =

Área total = 3,500 m² aproximadamente
 Área unidad experimental = 75 m²
 5 surcos a 1.5 m de siembra (7.5 m) x 10 metros de largo

Figura 4. Croquis del ensayo utilizado en campo.

2.5.4 Variables de respuesta

2.5.4.1 Población:

Para determinar la población de tallos molederos se realizaron muestreos iniciando a los 30 días después del corte. Estos se realizaron en dos estaciones de 10 m por cada unidad experimental.

2.5.4.2 Altura de planta:

Se midió la altura de la planta desde la superficie del suelo a la última hoja visible (dewlap), esta medición se realizó a cada 30 días después de la aplicación, tomando 20 plantas al azar por cada tratamiento o unidad experimental, (marcar 20 plantas).

2.5.4.3 Diámetro:

Se tomó el grosor del tallo a través del diámetro en la parte media del tallo (tercio medio del tallo), esta medición se realizó a cada 30 días después de la aplicación, tomando 20 plantas al azar de cada unidad experimental o parcelas (plantas marcadas en dos surcos).

2.5.4.4 Contenido de macro nutrientes en el follaje:

Se realizaron muestreos de la concentración de Macro nutrientes al momento de la aplicación y a los 30 días después de cada aplicación (5-6 meses de edad del cultivo), se tomaron 20 hojas correspondientes a la última hoja con el cuello o lígula visible (hoja TVD) por cada estación o punto de muestreo, estas se llevaron al laboratorio para determinar la cantidad de Macro nutrientes en la planta.

2.5.4.5 Contenido de Clorofila:

Se realizaron mediciones del contenido de clorofila de cada uno de los tratamientos al momento de la aplicación, y a cada 30 días después de la aplicación. El contenido de clorofila foliar fue estimado de manera no destructiva usando un medidor de clorofila,

(clorofilómetro) se tomaron los datos a 20 hojas correspondientes a la última hoja con el cuello o lígula visible (hoja TDV) por cada parcela o estación de muestreo, tomando 3 datos por cada hoja (parte apical, media y basal).

2.6 Resultados

2.6.1 Macro nutrientes

2.6.1.1 Nitrógeno (N)

El Nitrógeno (N) en los tratamientos no muestra una variación significativa con respecto al testigo, tomando en cuenta que la mejor asimilación de N la muestra el tratamiento cinco, T5; a los 5 meses de edad del cultivo (Figura 5), haciendo referencia al momento máximo de absorción del nitrógeno para caña de azúcar que se encuentra entre los primeros 3 y 5 meses de edad del cultivo, por lo cual en este ensayo sigue teniendo la misma tendencia de absorción como lo muestra el análisis de ANDEVA (Cuadro 10), comparado contra el testigo sin aplicación.

El nitrógeno es un componente esencial en los aminoácidos, ácidos nucleicos, clorofila y otros pigmentos, y también lo es para todo proceso enzimático, la falta o escasez de nitrógeno se manifiesta en el poco desarrollo de toda la planta, poco macollamiento, tallos delgados y raquíticos y las hojas se tornan de un color verde pálido o amarillento (Mengel and Kirkby, 2000).

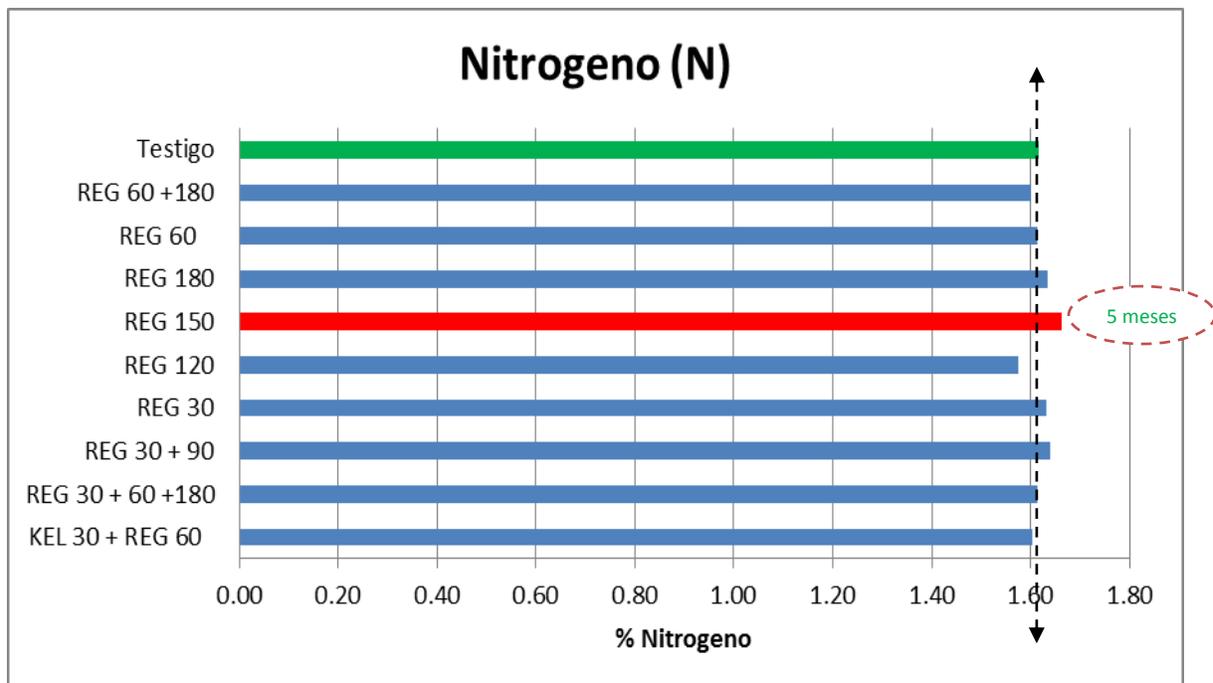


Figura 5. Porcentaje de Nitrógeno. Escuintla, 2012.

2.6.1.2 Calcio (Ca)

El calcio (Ca), es un elemento esencial y forma parte de los pectatos de Ca que es importante constituyente de la pared celular, es un nutriente relativamente inmóvil dentro de la planta, de tal forma se puede decir que está íntimamente relacionado con el metabolismo del N, como se puede observar en la Figura 6, el nivel de Ca presente entre los distintos tratamientos es demasiado bajo con respecto al testigo absoluto, por consiguiente tiene efectos inmediatos en relación a la absorción del nitrógeno.

La presencia del Ca en los tratamientos se ve reflejada en su forma de asimilación así como de su presencia en el suelo y precipitación pluvial, sin embargo hay que tener en cuenta la saturación de Ca en el suelo y la relación entre las bases que no permite su disponibilidad hacia la planta por los factores anteriormente mencionados.

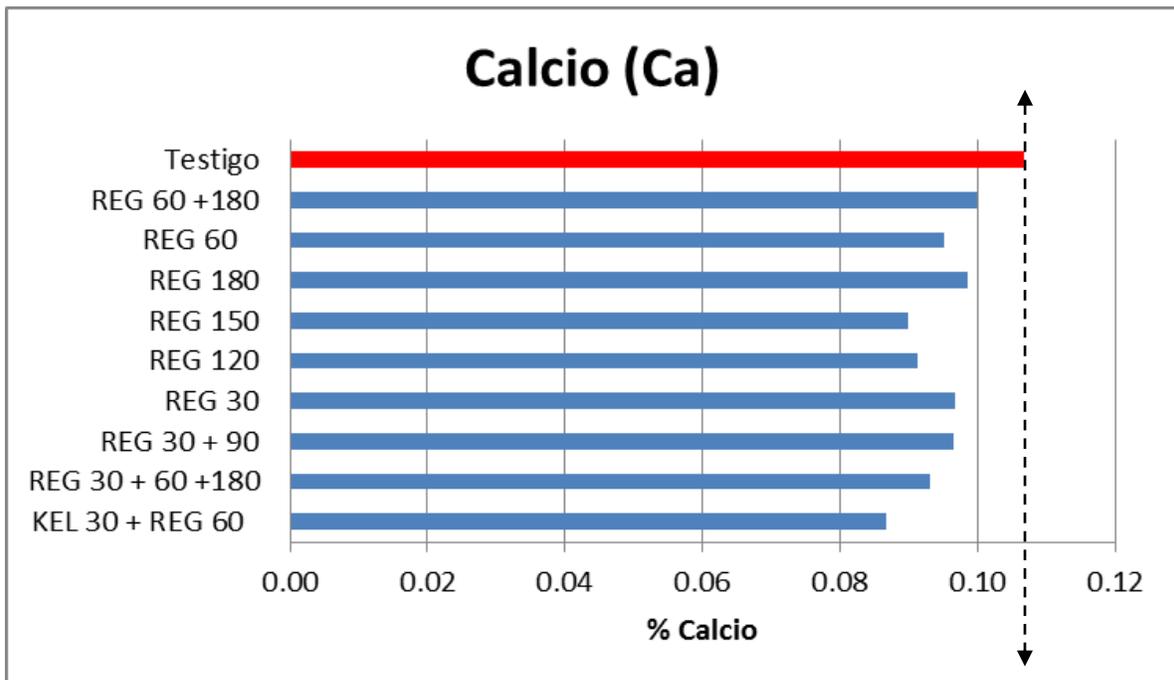


Figura 6. Porcentaje de Calcio. Escuintla, 2012.

2.6.1.3 Magnesio (Mg)

Se observa que la interacción de Magnesio (Mg) entre los distintos tratamientos no tuvo relevancia con respecto al testigo absoluto, teniendo una significancia de 0.8223, como lo muestra el cuadro 12, siendo mayor en los tratamientos aplicados a los 30, 90 y 180 ddc.

Sabiendo que el Mg es un constituyente de la clorofila y, por lo tanto, está involucrado en la asimilación de CO_2 y en la síntesis de proteínas, podemos decir que la baja concentración de Mg en los tratamientos influye de forma directa en la respuesta del cultivo hacia este y otros macronutrientes.

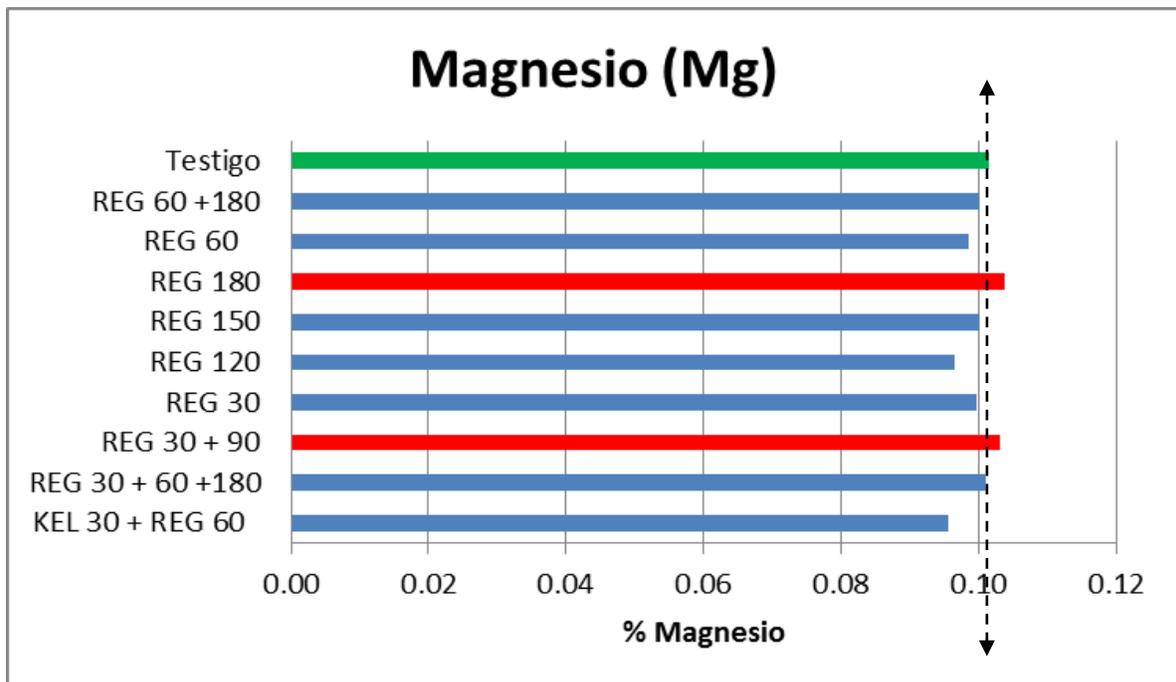


Figura 7. Porcentaje de Magnesio. Escuintla, 2012.

2.6.1.4 Potasio (K)

El comportamiento del Potasio (K) entre los distintos tratamientos se ve reflejado en su asimilación durante el ensayo, la forma de asimilarlo por parte del cultivo entre los distintos tratamientos se refleja con respecto al testigo absoluto teniendo mayor contenido de K a los 30, 60 y 180 ddc, (Figura 8).

Se puede decir que la asimilación de este elemento es exponencial a través del tiempo, siendo este síntoma natural entre el cultivo de caña de azúcar debido a que es un elemento muy móvil e interviene en la fotosíntesis y ejerce un control sobre los movimientos de azúcares y en el uso eficiente del agua por las plantas, es por eso que aumenta exponencialmente durante el crecimiento fisiológico del cultivo.

Aunque no exista diferencia significativa entre los tratamientos como lo muestra el cuadro 13, cabe mencionar que si existe significancia entre las repeticiones, esto debido a la interacción que posee este elemento entre cada tratamiento de cada repetición con respecto al testigo, debido a que posee diferentes grados de disponibilidad.

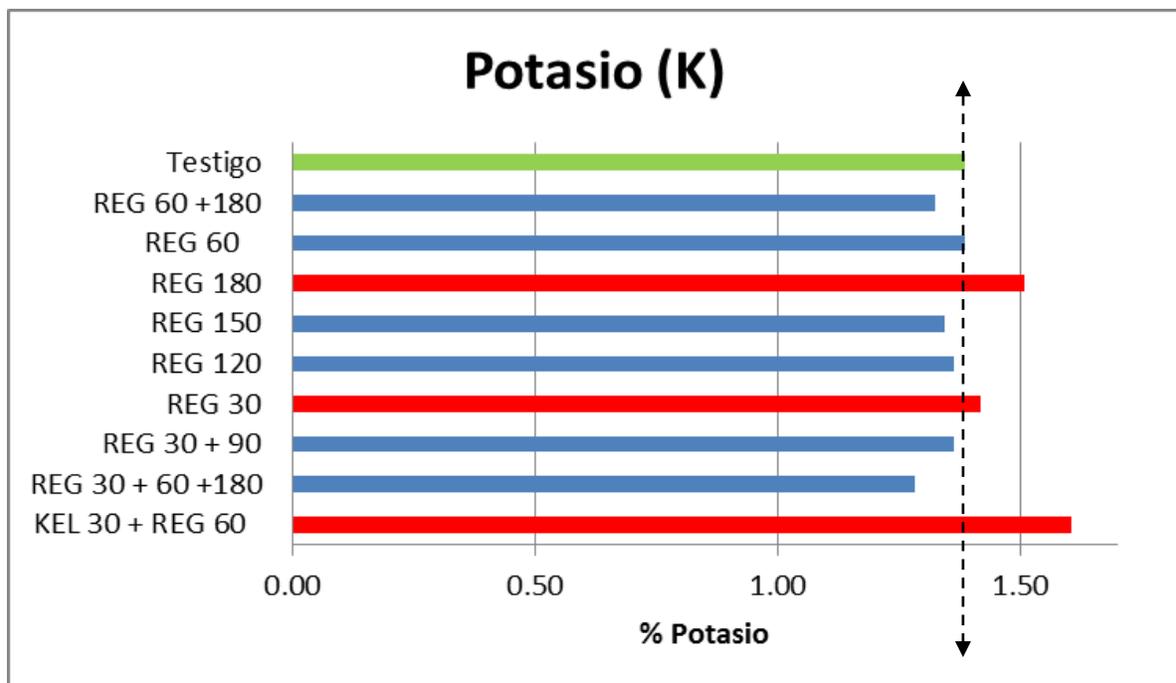


Figura 8. Porcentaje de Potasio. Escuintla, 2012.

2.6.1.5 Fósforo (P)

El fósforo presente en los tratamientos incluyendo en el testigo, son encontrados comúnmente en los suelos, tanto en forma orgánica como inorgánica.

Según el análisis de la varianza no existe ninguna variación entre todos los tratamientos como lo muestra el cuadro 14 (p -valor = 0.4555), sin embargo se muestra una leve diferencia de porcentaje de los tratamientos con respecto al testigo absoluto (Figura 9), esto debido a la interacción de los materiales procedentes de ceniza volcánica presentes en el suelo que son muy comunes en las áreas de la zona cañera por la interacción de los volcanes.

La fijación de fósforo presente en el suelo se define como la transformación de fosfatos solubles a fosfatos insolubles que no son fácilmente aprovechables por las plantas.

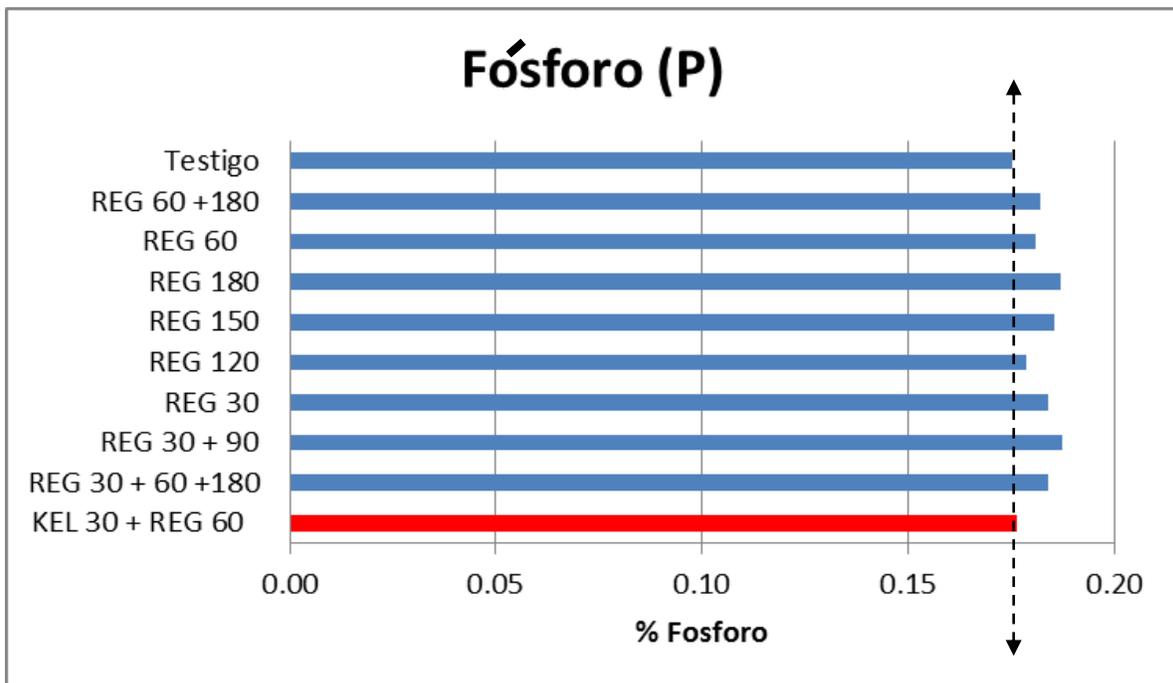


Figura 9. Porcentaje de Fósforo. Escuintla, 2012.

2.6.1.6 Índice de clorofila

Estimar el índice de clorofila es de suma importancia debido a lo que representa agronómicamente, está íntimamente vinculada con los complejos moleculares, fotosistemas que representan la absorción de luz durante la fotosíntesis.

La absorción de clorofila en los distintos tratamientos se ve reflejada de una forma similar, estando parejos en la mayoría de tratamientos excepto en los tratamientos cuatro, cinco y seis, T4, T5, T6; debido a que, a mayor número de días, menor asimilación de clorofila debido a la edad fenológica del cultivo (Figura 10).

Por consiguiente, las unidades relativas de clorofila (URC) entre los distintos tratamientos con respecto al testigo no poseen diferencia entre ellos.

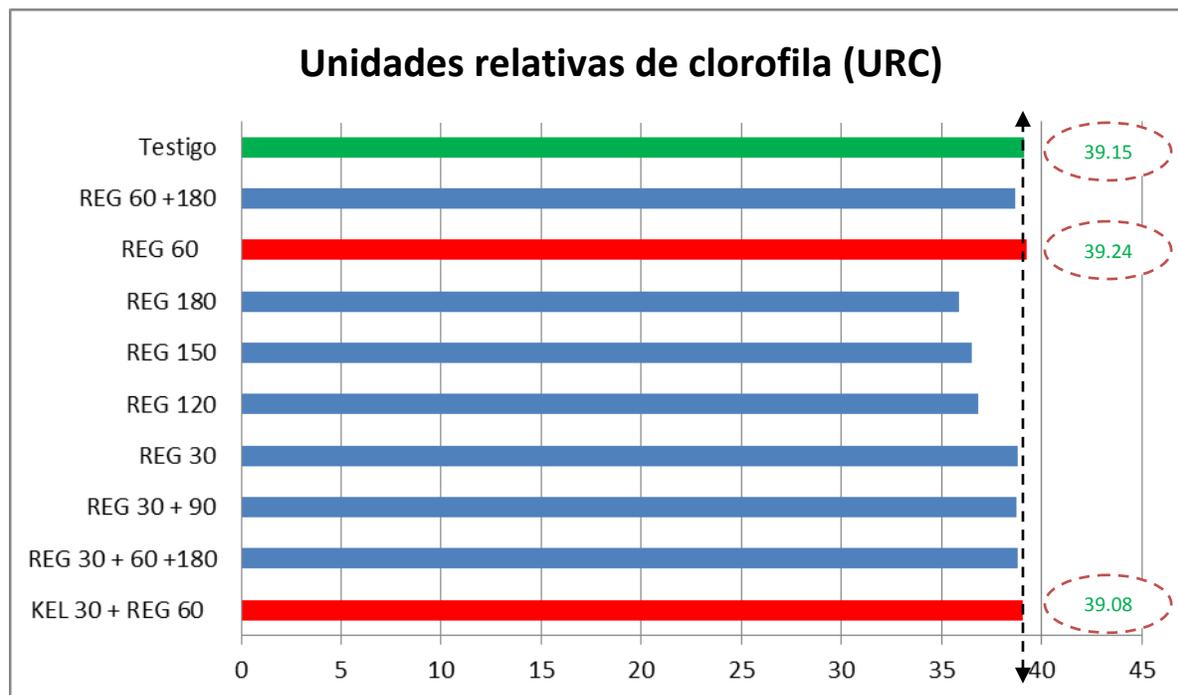


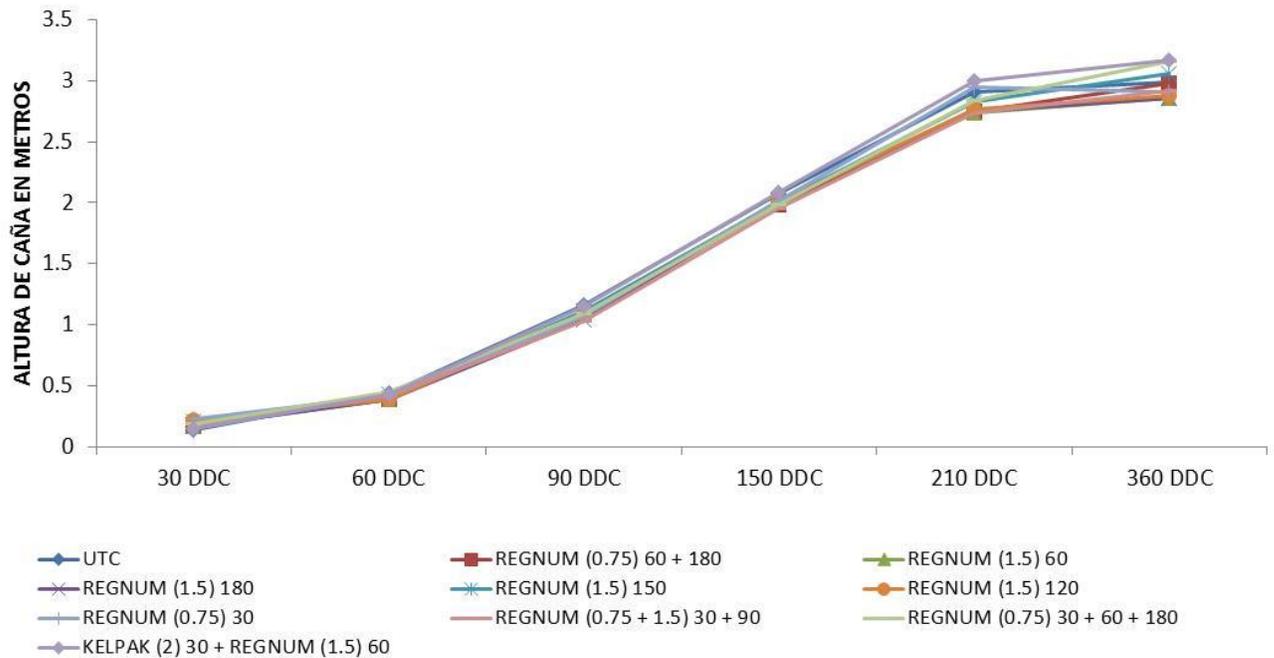
Figura 10. Unidades relativas de clorofila. Escuintla, 2012.

2.6.2 Índice biométrico

2.6.2.1 Altura

Como se puede observar en la Figura 11, a partir de los 60 días existe un crecimiento exponencial en todos los tratamientos de forma homogénea hasta los 210 días, alcanzando una estabilización hasta los 360 días, sobresaliendo siempre el T10 pero siempre sin diferencia significativa con respecto al testigo absoluto como se puede observar en el cuadro 15 del análisis de la varianza.

La altura de la planta es un factor importante en la producción final, que depende de las primeras etapas del cultivo y las condiciones óptimas para estimular un crecimiento y desarrollo deseable, afectando de forma directa el tonelaje (Wegner *et a.*, 2008).



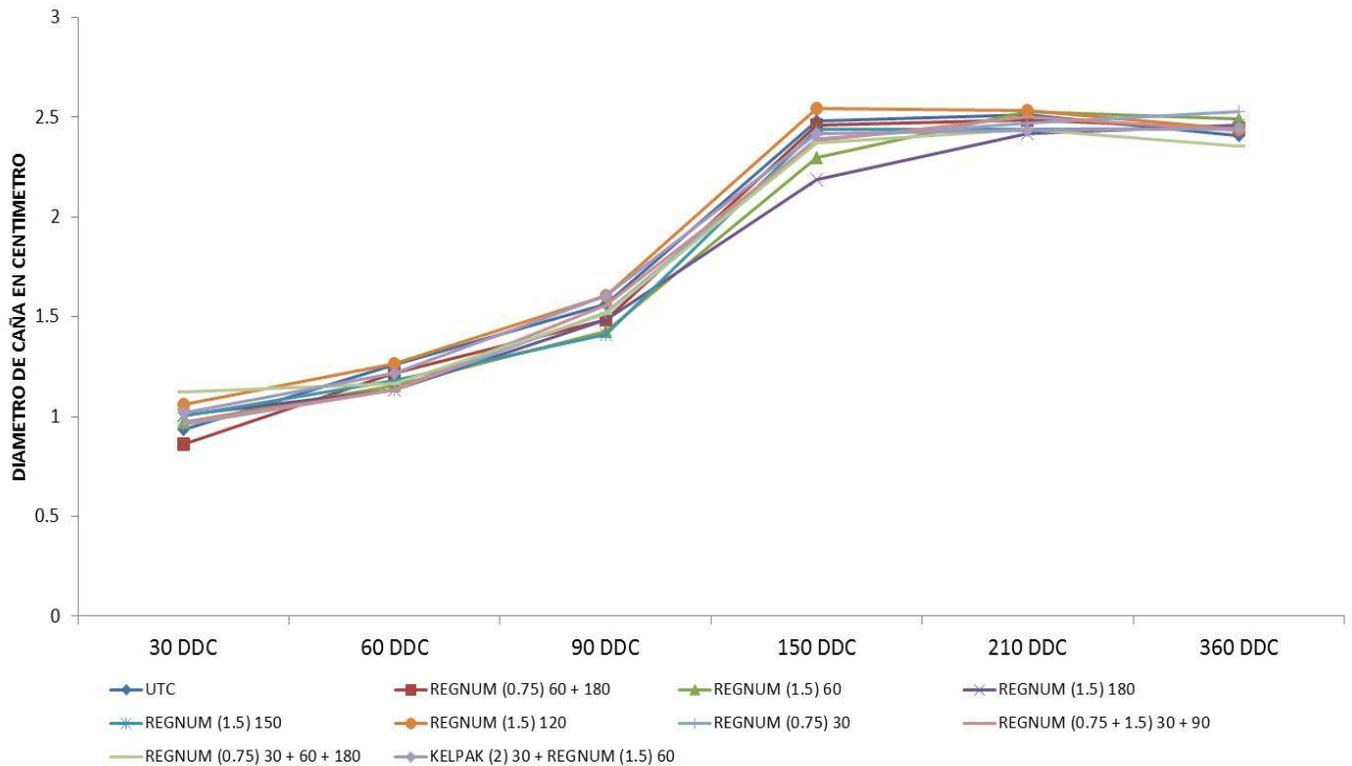
- UTC: Único testigo comercial

Figura 11. Altura a través del tiempo. Escuintla, 2012.

2.6.2.2 Diámetro

Al igual que la altura, el diámetro se expresa de manera exponencial desde el momento de la aplicación hasta su fase terminal del cultivo (Figura 12), aproximadamente hasta los 150 días que se empieza a estabilizar, pero siempre tomando en cuenta que no presenta diferencia significativa con respecto al T1 que es el testigo absoluto (Cuadro 16).

Sin embargo se debe tener presente que los datos biométricos están íntimamente relacionados con la asimilación de los macro nutrientes desde la fase inicial del cultivo, por lo cual la tendencia del diámetro a través del tiempo se comporta de una manera normal sin ninguna diferencia entre todos los tratamientos.

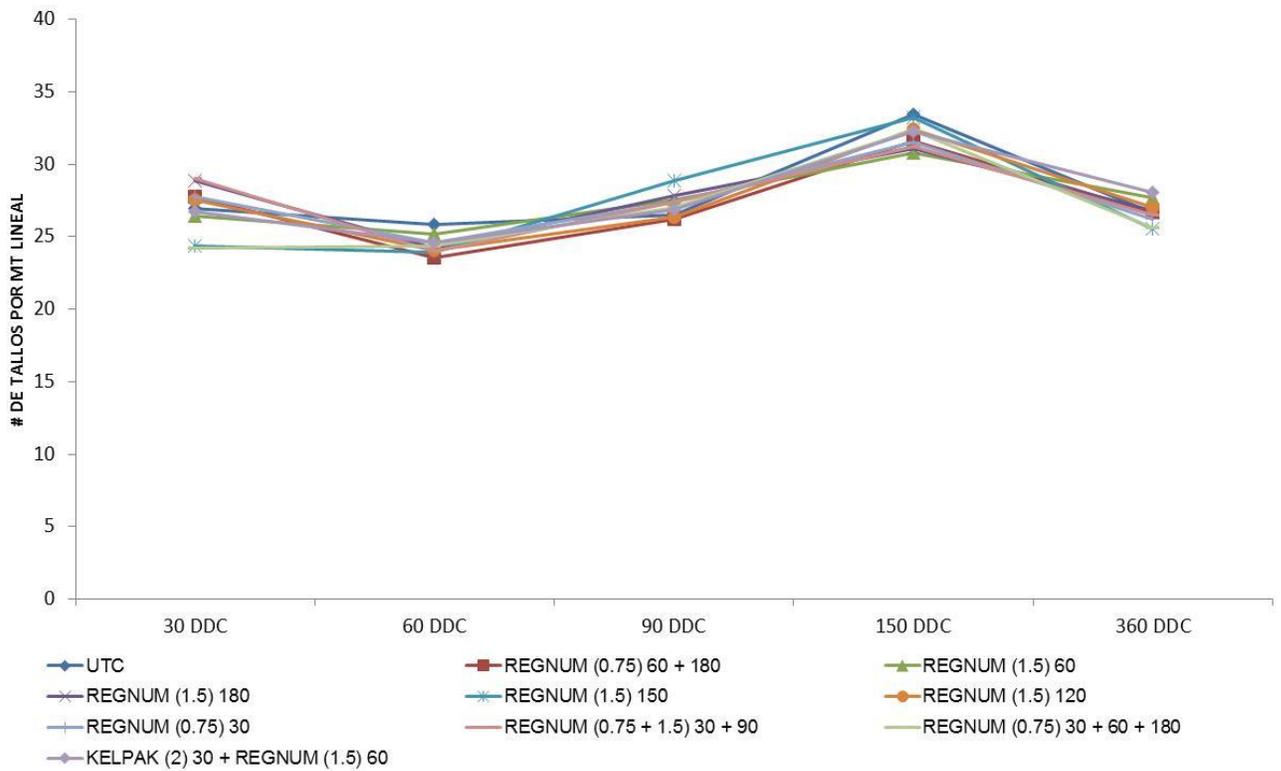


- UTC: Único testigo comercial

Figura 12. Diámetro a través del tiempo. Escuintla, 2012.

2.6.2.3 Población

Se puede observar la variabilidad que presentan los tratamientos a través del tiempo hasta la fase terminal del cultivo (Figura 13), esto debido a los cambios hormonales que presenta la caña de azúcar, dando una variación normal de mamones molederos con respecto a los mamones, donde ninguno de los tratamientos presentan diferencia significativa (Cuadro 17).



- UTC: Único testigo comercial

Figura 13. Población a través del tiempo. Escuintla, 2012.

2.6.2.4 Rendimiento en toneladas de caña por hectárea TCH

Se puede observar en la Figura 14, en la comparación de toneladas de caña por hectárea (TCH), que existe diferencia significativa entre todos los tratamientos con relación al testigo (p-valor = 0.0063), siendo este último superado únicamente por el tratamiento número diez, T10; (Pyraclostrobin más Kelpak) aproximadamente por 7.15 TCH, esto debido a las características que posee este tratamiento con respecto a los productos aplicados siendo notorio su desarrollo por encima del resto de tratamientos.

Cabe mencionar que el tratamiento 6, aplicado a los 120 ddc, fue uno de los tratamientos con mayor TCH comparado con el resto de tratamientos, pero no fue mayor que el tratamiento uno, T1; en este caso el testigo.

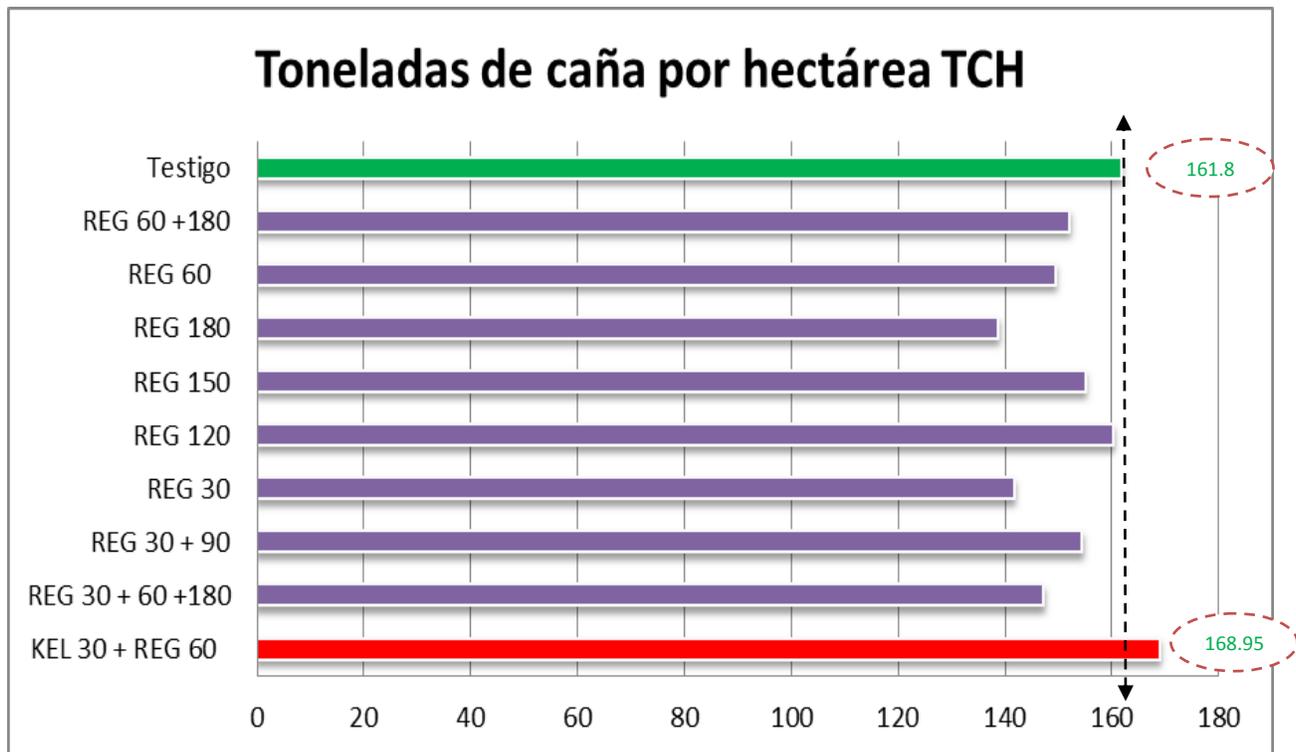


Figura 14. Toneladas de caña por hectárea (TCH). Escuintla, 2012.

2.6.2.5 Rendimiento de toneladas de azúcar por hectárea TAH

Las Toneladas de azúcar por hectárea (TAH) en los tratamientos, no fueron representativas como se puede observar en el análisis de la varianza en el Cuadro 19, teniendo una mínima diferencia del tratamiento diez, T10; con respecto al testigo, siendo esta diferencia de 0.58 TAH (figura 15), esta diferencia puede ser económicamente rentable pero no significativa.

Cabe mencionar que aunque la diferencia es mínima entre estos tratamientos, siempre existe una tendencia más alta del T10, con respecto al testigo, lo que nos indica que posee una mejor respuesta sobre los ingredientes activos (i.a) de los productos aplicados, aunque no sea estadísticamente significativo el rendimiento es más alto como lo muestra la Figura 4.

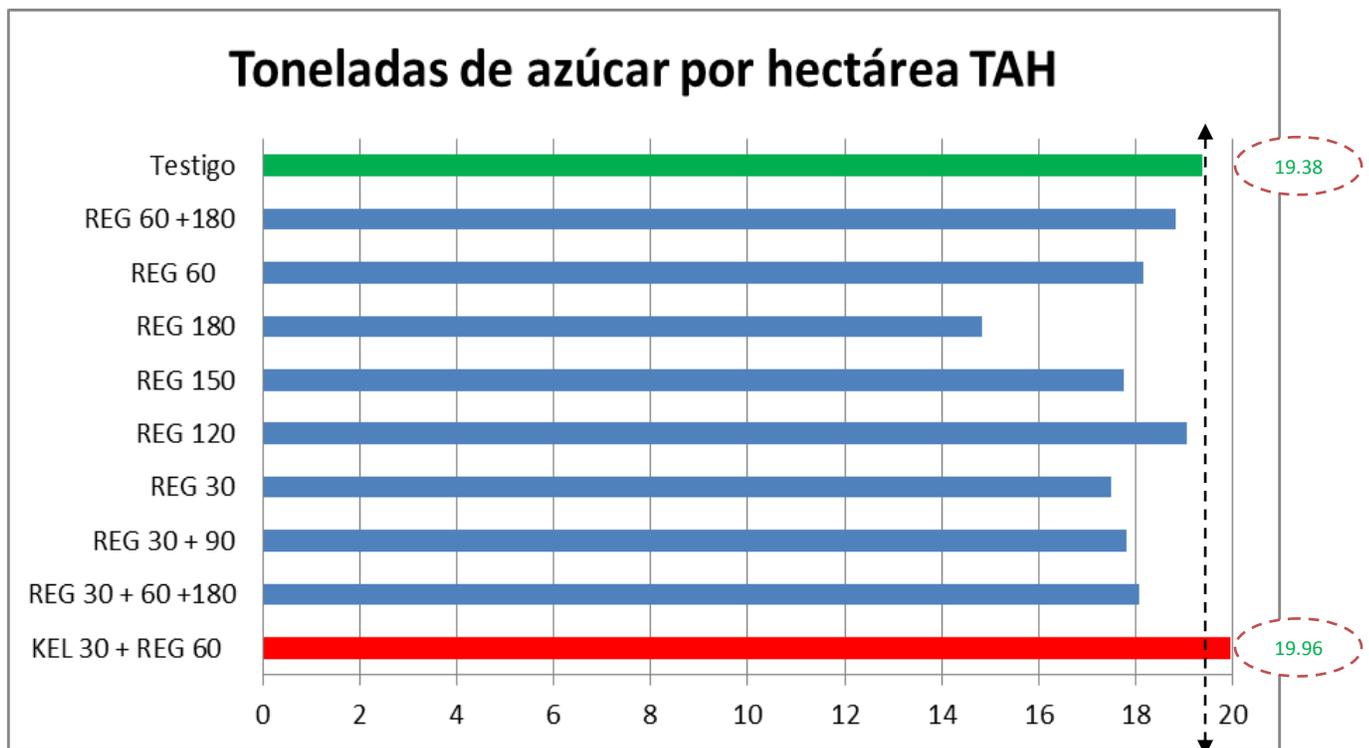


Figura 15. Toneladas de azúcar por hectárea (TAH). Escuintla, 2012.

2.7 Conclusiones

En función de los objetivos planteados podemos concluir lo siguiente:

En los nutrientes evaluados se observó que todos los tratamientos mostraron una distribución normal con respecto a la fenología de la caña de azúcar, por consiguiente el único macronutriente que sobresale es el potasio (K), mostrando un aumento a través del tiempo en toda la fase de aplicación del cultivo, sobresaliendo siempre el tratamiento diez aplicado en combinación con Kelpak, por lo tanto se concluye que los efectos del regulador de crecimiento pyraclostrobin sobre los nutrientes evaluados en el cultivo de la caña de azúcar no fueron representativos en ninguno de los tratamientos.

En cualquier aplicación con fines de investigación es necesario evaluar los datos biométricos, ya que están íntimamente influenciados con el rendimiento total como en otros factores, se pudo observar en esta investigación que los valores de la biometría mostraron una tendencia normal a lo que se está acostumbrado en el cultivo de caña, por lo tanto no existió una ganancia significativa, estadísticamente hablando.

Se puede concluir que el rendimiento total de TCH fue superado únicamente por el tratamiento diez ganando aproximadamente 7 TCH, en la variedad CP72-2086 la aplicación de este regulador de crecimiento tiene una relación directa entre altura y rendimiento, por el modo de acción del producto se puede observar una ganancia exponencial de la altura desde los primeros meses, teniendo influencia directa en su rendimiento. Por tanto se puede concluir que la aplicación de pyraclostrobin no tuvo ninguna relevancia en el ensayo como bioestimulante.

El TAH mostró un comportamiento igual que el del TCH obteniendo los mejores rendimientos de azúcar únicamente el tratamiento diez, concluyendo que el mejor tratamiento es la mezcla de pyraclostrobin más Kelpak, pero teniendo siempre presente que estadísticamente no tiene relevancia la aplicación de pyraclostrobin.

2.8 Recomendaciones

Seguir evaluando el regulador de crecimiento en la misma variedad, como en otras variedades, así como en distintos volúmenes de aplicación, siempre y cuando estén entre los rangos tolerantes para el cultivo de la caña de azúcar.

Evaluar desde un inicio el regulador de crecimiento pyraclostrobin ya sea al momento de la siembra en este caso al esqueje, debido a que este producto podría tener una mejor respuesta aplicado de esta forma.

Aplicar pyraclostrobin únicamente hasta los 5 meses de edad del cultivo, iniciando desde el momento de la siembra, si en dado caso fuese un lote de resiembra o renovación, o iniciar a los 30 ddc si en dado caso fuera una segunda soca.

Tener en cuenta que el i.a. pyraclostrobin es fungicida manejado cómo bioestimulante en esta investigación, de tal forma que su modo y mecanismo de acción siempre va a actuar primordialmente de forma fúngica no importando las distintas dosis aplicadas.

2.10 Bibliografía

1. Arévalo, G. 2008. Suelo y herbicida. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano”. 27 p.
2. BASF.com. 2010. El coadyuvante siliconado BreakThru® 2010 (en línea). Perú. Consultado 2 abr 2012. Disponible en <http://www.basf.com.pe/agro/productos/breakthru.htm>
3. Brolo, G. 2004. Historial de la distribución de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la costa sur de Guatemala. Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 68 p.
4. CENGICÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 1996. Estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. 216 p.
5. _____. 2007. Eventos históricos y logros 1992-2007. Guatemala. 85 p.
6. Costa, C; Silva, M; Rossetto, R; Peres, R. 2010. Tópicos em ecofisiologia da cana de açúcar. Brasil, Editorial. 111 p.
7. Espinoza, G. 2009. Acumulación de sacarosa y función de glifosato como madurante en caña de azúcar. Guatemala, CENGICÑA. 5 p.
8. Leonardo, A. 1998. Manual para la identificación y manejo de las principales malezas en caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICÑA. 84 p.
9. López, E. 2008. Diseño y análisis de experimentos, fundamentos y aplicaciones en agronomía. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 84 p.
10. _____. 2008. Estadística, con aplicaciones en agronomía y ciencias forestales. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 64 p.
11. Martínez, M. 2008. Fisiología de la maduración de la caña de azúcar. (en línea). Guatemala. Consultado el 11 de jun de 2013. Disponible en <http://www.cenicana.org/pdf/otros/eventos/atalac2008.pdf>
12. Melgar, M. 2010. Tendencias de la investigación en caña de azúcar a nivel mundial. Sugar Journal (US) november 6-18.
13. Melgar, M; Meneses, A; Orozco, H; Pérez, O; Espinosa, R. 2012. El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICÑA. 512 p.
14. Meneses, A; Melgar, M; Cano, W. 2003. Desarrollo de la agroindustria azucarera en Guatemala. Sugar Journal (New Orleans) October 62(5):18-19.

15. Soto, G; Orozco, H. 1998. Resultados sobre el desarrollo de variedades apropiadas para la agroindustria azucarera guatemalteca: noviembre de 1997 a julio de 1998. *In* Presentación de resultados de investigación, zafra 1997-98 (1998, GT). Memorias. Guatemala, CENGICAÑA. p. 8-12.
16. Suárez, A; Meneses, A; Melgar, M. 2007. Evolución de la producción y productividad de la agroindustria azucarera y mapas generales de la zona cañera de la costa sur de la república de Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA. 20 p.



Vo.Bo. Rolando Ramos

2.11 Anexos

Cuadro 10. ANDEVA, variable Nitrógeno

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%N	40	0.12	0.00	6.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.05	12	3.8E-03	0.32	0.9792
Tratamiento	0.02	9	2.4E-03	0.20	0.9922
Bloques	0.02	3	0.01	0.68	0.5721
Error	0.32	27	0.01		
Total	0.37	39			

Cuadro 11. ANDEVA, variable Calcio

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Ca	40	0.35	0.06	10.93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.6E-03	12	1.3E-04	1.20	0.3293
Tratamiento	1.2E-03	9	1.3E-04	1.22	0.3227
Bloque	3.8E-04	3	1.3E-04	1.15	0.3463
Error	3.0E-03	27	1.1E-04		
Total	4.6E-03	39			

Cuadro 12. ANDEVA, variable Magnesio

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Mg	40	0.22	0.00	7.42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.2E-04	12	3.5E-05	0.64	0.7903
Tratamiento	2.7E-04	9	3.0E-05	0.55	0.8223
Bloque	1.5E-04	3	4.9E-05	0.90	0.4547
Error	1.5E-03	27	5.5E-05		
Total	1.9E-03	39			

Cuadro 13. ANDEVA, variable Potasio

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% K	40	0.48	0.25	17.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.51	12	0.13	2.10	0.0538
Tratamiento	0.32	9	0.04	0.59	0.7947
Bloque	1.20	3	0.40	6.62	0.0017
Error	1.62	27	0.06		
Total	3.14	39			

Cuadro 14. ANDEVA, variable Fosforo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% P	40	0.43	0.18	4.45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.4E-03	12	1.1E-04	1.73	0.1149
Tratamiento	6.0E-04	9	6.7E-05	1.01	0.4555
Bloque	7.7E-04	3	2.6E-04	3.89	0.0196
Error	1.8E-03	27	6.6E-05		
Total	3.2E-03	39			

Cuadro 15. ANDEVA, variable altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	40	0.32	0.02	4.31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	660.63	12	55.05	1.08	0.4112
Tratamiento	433.33	9	48.15	0.95	0.5024
Bloque	227.31	3	75.77	1.49	0.2394
Error	1372.46	27	50.83		
Total	2033.10	39			

Cuadro 16. ANDEVA, variable diámetro

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro	40	0.41	0.15	3.57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1033.39	12	86.12	1.57	0.1590
Tratamiento	436.00	9	48.44	0.89	0.5504
Bloque	597.39	3	199.13	3.64	0.0252
Error	1477.50	27	54.72		
Total	2510.89	39			

Cuadro 17. ANDEVA, variable población

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Población	40	0.55	0.35	3.66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	356657.93	12	29721.49	2.76	0.0139
Tratamiento	39309.09	9	4367.68	0.41	0.9210
Bloque	317348.84	3	105782.95	9.83	0.0001
Error	290662.32	27	10765.27		
Total	647320.25	39			

Cuadro 18. ANDEVA, variable TCH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TCH	40	0.56	0.36	6.53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

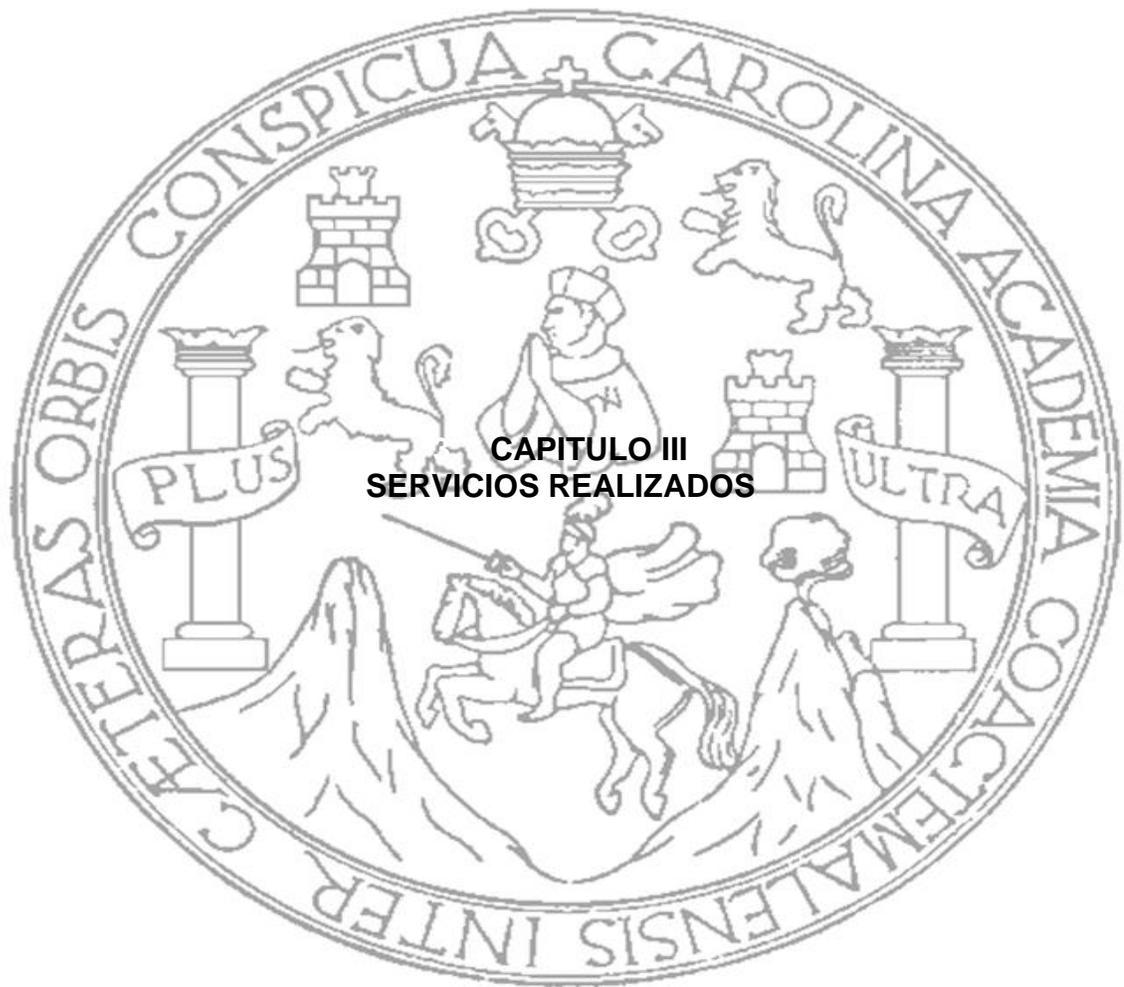
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3425.05	12	285.42	2.86	0.0114
Tratamiento	3068.16	9	340.91	3.42	0.0063
Bloque	356.89	3	118.96	1.19	0.3313
Error	2693.48	27	99.76		
Total	6118.53	39			

Cuadro 19. ANDEVA, variable TAH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TAH	40	0.41	0.14	11.37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	153.63	12	12.80	1.55	0.1666
Tratamiento	138.23	9	15.36	1.86	0.1025
Bloque	15.39	3	5.13	0.62	0.6071
Error	222.85	27	8.25		
Total	376.48	39			



CAPITULO III
SERVICIOS REALIZADOS

3.1 Presentación

Los servicios realizados en el área de malezas madurantes e inhibidores de floración fueron parte esencial, así como fuente de investigación y capacitación para los distintos ingenios azucareros.

Estos servicios fueron distribuidos en la recolección y análisis de datos, realización de manuales y catálogos, así como la participación a todos los ensayos establecidos en el periodo de EPS.

La participación a los ensayos de campo fue esencial y de gran importancia debido a que es de esta forma como se genera toda la información de investigación agrícola del área y de los distintos ingenios, así como la formación y experiencia que se forma participando en dichos ensayos de campo.

La realización y actualización de información fue elemental en esta etapa de aprendizaje, fue este el punto de partida para generar un manual de malezas y catálogo de herbicidas que es de importancia en la agroindustria, ya que describe las principales especies de malezas de caña de azúcar en Guatemala así como las principales moléculas de herbicidas utilizadas para el control de éstas, ofreciendo parte de las herramientas que permiten elaborar un plan de manejo adecuado de acuerdo a cada necesidad.

3.2 Área de influencia

Los servicios realizados se trabajaron en distintas ubicaciones, debido a que los ensayos de campo eran distintos día con día, el área de investigación agrícola de cada ingenio determina el lugar y la finca donde se realizan los distintos ensayos enfocados a cada una de sus necesidades.

La realización del manual de malezas y catálogo de herbicidas para el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala, se realizó en las instalaciones del centro guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar CENGICAÑA, debido a la cantidad de fuentes bibliográficas y a la variedad de información que se encuentra en el centro, siendo esto necesario para la generación de dicho manual.

3.3 Objetivo general

Asistir y apoyar en las distintas actividades y ensayos que se realizaron en el área de malezas, madurantes e inhibidores de floración, siguiendo el plan estratégico establecido durante el periodo de Febrero a Noviembre de 2012.

3.4 Servicios prestados

3.4.1 Manual de Malezas y Catálogo de Herbicidas Para el Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala

3.4.1.1 Definición del problema

La Agroindustria Azucarera de Guatemala ha crecido permanentemente desde 1960, hasta llegar a ubicar a Guatemala como el quinto país exportador de azúcar a nivel mundial, el segundo en Latinoamérica y el tercer lugar en productividad (toneladas métricas de azúcar/ha) a nivel mundial.

El azúcar es el segundo producto agrícola en Guatemala en generación de divisas después del café, constituyéndose en una importante contribución a la economía nacional.

El control de malezas en caña de azúcar representa actualmente, cerca del 30% de los costos de mantenimiento del cultivo en caña soca. Esto hace necesario disponer de un plan de manejo que ofrezca un buen control de las mismas, para ello se necesita conocer la composición botánica de las malezas en el agrosistema caña, como base para el desarrollo de planes de manejo y así saber cuáles son los procedimientos y herramientas que se dispone para implementarlos.

El manual y catálogo describe las principales especies de malezas de caña de azúcar en Guatemala así como las principales moléculas de herbicidas utilizadas para el control de éstas, ofreciendo parte de las herramientas que permiten elaborar un plan de manejo adecuado de acuerdo a cada necesidad.

3.5 Objetivos

- Elaborar un manual de malezas en conjunto con un catálogo de herbicidas para que sea una herramienta didáctica como también una fuente de revisión literaria para las personas que se inician en el control de malezas.
- Actualizar el catálogo de herbicidas existente en el área.
- Recolectar la información necesaria para la realización del manual.

3.6 Metodología

3.6.1 Recolección de la información

Se recolecto toda la información existente y de importancia, esta información se seleccionó cuidadosamente con el objetivo de descartar toda información que no tuviera relevancia técnica y que no fuera necesaria a la hora de realizar el catálogo.

3.6.2 Elaboración del manual de malezas y catálogo de herbicidas

Se realizó un manual de malezas y un catálogo de herbicidas, con el fin de apoyar las necesidades de los ingenios. Este libro posee información esencial, iniciando con las principales malezas presentes en la industria cañera.

La parte I del manual comprende en identificar las principales malezas en caña de azúcar de Guatemala, empezando por las malezas de hoja angosta y luego las malezas de hoja ancha.

La parte II, es un catálogo de herbicidas el cual se actualizo y se unió con el manual de malezas, formando una fuente de información fundamental y de importancia para la

agroindustria en general, el cual está clasificado por grupos y familias químicas de herbicidas según su modo y mecanismo de acción, dentro de los cuales se clasificaron los productos según su ingrediente activo y haciendo una breve descripción de las dosis y métodos de aplicación.

3.7 Resultados

El manual se puede encontrar en la biblioteca del centro “Luis Pedro Escaler” o bien de forma digital en la página electrónica de CENGICAÑA, www.cengicana.org

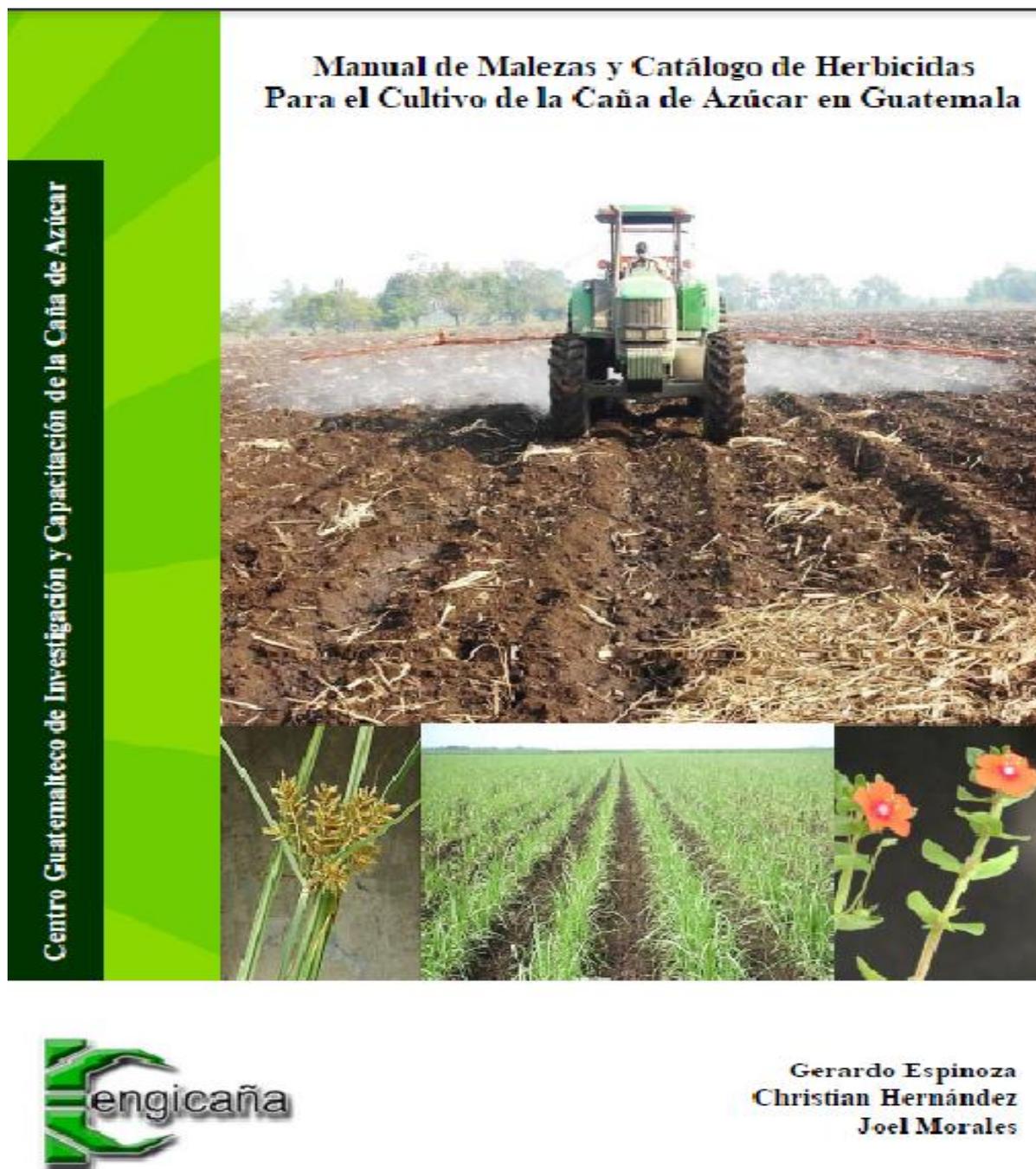


Figura 16. Portada principal del manual de malezas y catálogo de herbicidas.

En el capítulo I se puede encontrar las malezas de hoja angosta, entre ellas las de la familia Cyperaceae.

5



Coyolillo

Cyperus flavus (Vahl.) Nees

Sinonimias: *Cyperus cayennensis (Lam.) Britton.*, *Cyperus flavomarsicus var. Peduncularis Britton.*, *Cyperus flavus varo peduncularis Kuekenh.*, *Mariscus flavus Vahl.*, *Kyllinga cayennensis Lam.*

Familia: Cyperaceae

APARIENCIA: herbácea, perenne.

RAÍZ: fibrosa.

TALLO: es un culmo, erecto, triangular, glabro, carente de nudos.

HOJAS: acuminadas, lineares, glabras, basales, con el mismo tamaño del tallo o más largas, ásperas en bordes.

FLORES: sésiles, cilíndricas, se agrupan en una umbela terminal.

FRUTO: es una nuez.

FORMA DE REPRODUCCIÓN: por semilla y rizomas.

AMBIENTE: se desarrolla en suelos muy húmedos o inundados.

MANEJO:

Prácticas culturales de prevención:

Drenaje de terrenos.

Limpieza de equipos agrícolas.

Práctica química de prevención: Aplicación de herbicidas preemergentes, de los grupos químicos:

Sulfonilureas

Triazinas

Práctica de control químico: Aplicar herbicidas posembrantes de los grupos químicos:

Benzoicos

Fenóxicos

Glicinas

Sulfonilureas



Fuente: Capacitación de Malezas, Cengizaña.

Figura 17. Esquema general del Capítulo I, malezas de hoja angosta familia Ciperaceae.

Dentro de las principales malezas de hoja angosta se encuentran las de la familia Poaceae, siendo una de las más representativas la *Rottboellia cochinchinensis*.

11



Caminadora, zacate peludo

Rottboellia cochinchinensis (Lour.) Clayton

Sinonimias: *Rottboellia exaltata* (L.) L.F., *Rottboellia ramosa* Benth., *Manisuris exaltata* Ktze; *Manisuris ramosa* (Fourn.) Hitchc., *Apogonia ramosa* Fourn.

Familia: Poaceae

APARIENCIA: herbácea, anual.

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

TALLO: cilíndrico, sólidos, erectos, ramificados.

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

VAINA: abierta, hirsuta, con lígula corta.

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

FRUTO: cariopsis.

FORMA DE REPRODUCCIÓN: por semilla.

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

MANEJO:

Prácticas de prevención cultural:

Limpieza de equipos de transporte de caña al moverse de un lugar a otro.

Limpieza de rondas y canales de riego y drenaje.

Riego por aspersión preferible.

Arranque y posterior quema de plantas.

Manejo de coberturas (basura de caña, por ejemplo).

Práctica química de prevención: Aplicación de herbicidas preemergentes de los grupos químicos:

Dinitroanilinas
Ureas sustituidas

Triazinas
Sulfonilureas

Práctica de control químico: Aplicación de herbicidas posemergentes de los grupos químicos:

Glicinas
Triazinas
Sulfonilureas
Ureas sustituidas



Fuente: Capacitación de Malezas; Cengicaña.

Figura 18. Maleza de hoja angosta de la familia Poaceae. *Rottboellia cochinchinensis*.

Dentro de las malezas de hoja ancha podemos encontrar varias familias, dentro de estas se encuentra la familia Portulacaceae.

37



Verdolaga, portulaca

Portulaca oleracea L.

Sinonimias: *Portulaca latifolia* Horn.; *Portulaca marginata* H.B.K. *Portulaca parvifolia* Haw. *Portulaca sativa* Haw.

Familia: Portulacaceae

APARIENCIA: herbácea, anual.

RAÍZ: pivotante, ramificada.

TALLO: prostrado, succulento, ramificado, de color verde rojizo, glabro.

HOJAS: succulentas, con el borde redondo a veces marginado, alternas y casi opuestas al final de la rama, glabras y brillantes.

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

FRUTO: pixidio.

FORMA DE REPRODUCCIÓN: por semilla.

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

MANEJO:

Práctica de prevención química: Aplicación de herbicidas preemergentes de los grupos químicos:

Cloroacetamidas
Isoxazoles
Triazinas
Alkylazinas

Imidazolinonas
Sulfonilureas
Ureas sustituidas

Práctica de control químico: Aplicación de herbicidas posemergentes de los grupos químicos:

Benzoicos
Difenileter
Fenóxidos
Imidazolinonas
Sulfonilureas
Triazinas
Ureas sustituidas
Imidazolinonas



Fuente: Capacitación de Malezas; Cengicoña.

Figura 19. Malezas de hoja ancha, familia Portulacaceae. *Portulaca oleracea* L.

En los anexos del catálogo se pueden encontrar varias recomendaciones para la manipulación y uso de los distintos tipos de herbicidas.



Formulaciones y orden de las mezclas

Formulación	Productos comerciales	Código	Orden de la mezcla
Suspensión Concentrada	Prowl H ₂ O Ametrina 500 Sencor 48	SC	Productos insolubles, primeros en la mezcla
Granulado		GR	
Granulado fino		FG	
Granulado o tableta dispersable	Plateau 70 Merlin 75 Heat 70	WG	
Granulado o tableta soluble		SG	
Gránulos encapsulados		CG	
Polvo mojable	Gesaprim 90 Hexacto 75 Diurex 80	WP	
Polvo soluble en aceite		OP+	
Granulo fumígeno	Gesapax 500 Igran 500	FW	
Suspensión en cápsulas		CS	
Concentrado emulsionable	Fusilade 12.5 Harness 90	EC	Productos emulsionables, segundos
Concentrado polifásico miscible en aceite	Karmex 80	DF	
Emulsión, aceite en agua		EW	
Emulsión, agua en aceite		EO	
Polvo soluble		SP	Productos solubles, últimos
Concentrado soluble	Finale 15 Roundup 35.6	SL	

Figura 21. Formulación y orden de mezcla de los distintos herbicidas.

3.8 Evaluación

Este documento se puede encontrar de dos formas, las cuales son de forma física y de forma digital, cuenta con un índice general empezando por una breve introducción y luego se divide en dos partes. La parte uno consiste en la identificación de las principales malezas en caña de azúcar en Guatemala que a su vez se divide en malezas de hoja angosta y malezas de hoja ancha.

En las malezas de hoja angosta podemos encontrar de primero la familia de las Ciperáceas, seguido de las Poaceas (=Gramíneas).

En la parte dos del documento se encuentra el Catálogo de herbicidas y productos utilizados en la industria azucarera de Guatemala, cuenta con una introducción, un índice por ingrediente activo y un índice por producto comercial.

Cuenta con varias descripciones en el área de los anexos, de cómo estimar dosificaciones en ingrediente activo por hectárea (i.a/ha), problemas de dureza de agua y residuos de materia orgánica en la aplicación de herbicidas, calidad del agua utilizada para las aplicaciones de herbicidas, soluciones prácticas si la calidad del agua es una preocupación, importancia del pH, la solubilidad del producto y cómo estos influyen en la eficacia del herbicida, la fisiología de la caña de azúcar durante las fases iniciales de crecimiento de la planta, propiedades físico-químicas de los principales herbicidas utilizados en el cultivo de la caña de azúcar, pH adecuado para el manejo de herbicidas, formulaciones y orden de las malezas y por último un cuadro de clasificación de plaguicidas por su peligrosidad.

3.9 Bibliografía

1. Alister, C; Kogan, M. 2005. Environmental risk index: a simple proposal to select agrochemicals for agricultural use. Santiago, Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. p. 202 (10)
2. Arévalo, G. 2008. Suelo y herbicida. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". 27 p.
3. Arévalo, RA. 1979. Plantas daninhas da cana-de-açúcar. Araras, Brasil, IAA / PLANALSUCAR / CONESUL. 46 p.
4. Boyd, NS; Acker, RCV. 2003. The effects of depth and fluctuating soil moisture on the emergence of eight annual and six perennial plant species. *Weed Sci.* 51:725-730.
5. Braccini, A de L. 2001. Banco de sementes e mecanismos de dormência em sementes de plantas daninhas. *In* Oliveira, RS De; Constantin, J. 2001. Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba, Brasil, Agropecuária. p. 59-102.
6. Carmona, R. 1992. Problemática e manejo de banco de sementes de invasoras em solos agrícolas. *Planta Daninha* 10(1/2):5-16.
7. Christoffoleti, P; López, R. 2009. Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar. Guatemala, BASF. 72 p.
8. _____. 2009. Comportamento dos herbicidas, aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar. Piracicaba, Brasil, BASF. 48 p.
9. Christoffoleti, P; López, R; Micolai, M; Carvalho, S. 2009. Manejo de malezas en caña de azúcar: nuevas moléculas. Trad. Gerardo Espinoza. Guatemala, CENGICAÑA. 24 p.
10. Egley, GH; Willians, RD. 1991. Emergence and periodicity of six summer annual weed species. *Weed Sci.* 39:595-600.
11. Espinoza, G. 2009. Acumulación de sacarosa y función de glifosato como madurante en caña de azúcar. Guatemala, CENGICAÑA. 8 p.
12. Freitas, SP *et al.* 2004. Controle químico de *Rottboelia exaltata* em cana-de-açúcar. *Planta Daninha* 22(3):461-466.
13. Herbicide Resistance Action Committee, US. 2005. Classification of herbicides according to mode of action (en línea). US. Consultado 2 ago 2009. Disponible en <http://www.hracglobal.com/Publications/ClassificationofHerbicideModeofAction/tabid/22/Default.aspx>

14. Hernandez, DD; Alves, PLCA; Martins, JVF. 2001. Influência do resíduo de colheita de cana-de-açúcar sem queima sobre a eficiência do imazapic e imazapic + pendimethalin. *Planta Daninha* 19(3):419-426.
15. Kogan, MA. 1992. *Malezas: ecofisiologia y estrategias de control*. Santiago, Chile, Pontificia Universidad Católica. 402 p.
16. Kuva, MA *et al.* 2003. Períodos de interferências das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: III – capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). *Planta Daninha* 21(1):37-44.
17. Leonardo, A. 1998. Manual para la identificación y manejo de las principales malezas en caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA. 84 p.
18. Lorenzi, H. 1988. Invasoras da cana-de-açúcar. *Sinal Verde* 3(7):12-13.
19. _____. 1988. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. *In* Seminário de Tecnologia Agrônômica (4, 1995, BR). Anais. Piracicaba, Brasil, COPERSUCAR. p.281-301.
20. Martínez, M. 2008. Fisiología de la maduración de la caña de azúcar. (en línea). Guatemala. Consultado el 11 de jun de 2013. Disponible en <http://www.cenicana.org/pdf/otros/eventos/atalac2008.pdf>
21. Medeiros, D; Christoffoleti, PJ. 2001. Efeito da palha de cana-de-açúcar em áreas de colheita mecanizada sem queima sobre a infestação de plantas daninhas e eficácia de herbicidas. *In* Uso de herbicidas en la agricultura del siglo XXI (2001, AR) / Simposium Internacional. (2, 2001, AR). Rafael De Prado y Jesús V. Jorrín (eds.). Córdoba, Argentina, Universidad de Córdoba, Servicio de Publicaciones. p. 599-605.
22. Melgar, M; Meneses, A; Orozco, H; Pérez, O; Espinosa, R. 2012. El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA. 512 p.
23. Pitelli, RA. 1985. Interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas. *Inf. Agropec.* Belo Horizonte 11(129):16-27.
24. Pitelli, RA; Pitelli, RLCM. 2004. Biología e ecofisiología das plantas daninhas. *In* Vargas, L; Roman, ES (eds). 2004. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gançalves. Brasil, EMBRAPA. Uva e Vinho. p. 29-56.
25. Procópio, S De O; Silva, AA Da; Vargas, L; Ferreira, FA. 2003. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. Viçosa, Mato Grosso, Brasil, Passo Fundo. 150 p.

26. Rochecouste, E. 1967. The sugar cane plant. *In* Racecourse, E. Weed control in sugar cane: research and application. Le Reduit, Moka, Mauritius, Mauritius Sugar Industry Research Institute. p.1-13.
27. Rodrigues, J. 1995. Fisiologia da cana de açúcar. Sao Paulo, Brasil, Universidad Estadual Paulista. 45 p.
28. Rolim, JC; Christoffoleti, PJ. 1982. Período crítico de competição das plantas daninhas com cana planta de ano. *Saccharum APC* 5(22):21-26.
29. Velini, ED; Trindade, MLB; Cavenaghi, AL; Negrisoni, E. 2003. Influência da palha na ocorrência de plantas daninhas e na eficiência de herbicidas. *In* Milho: estratégias de manejo para alta produtividade. Ed. By Fancelli, AL e Dourado-Neto, D. Piracicaba, Brasil, ESALQ / USP / LPV. p. 198-208.
30. Wilson, RG. 1988. Biology of weeds seeds in soil. *In* Altieri, M; Liberman, M. (ed). 1988. Weed management in agroecosystems: ecological approaches. Boca Raton, Florida, US, CPC Press. p. 25-39.



Vo. Bo. Rolando Barrios



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



REF. Sem. 46/2013

LA INVESTIGACIÓN TITULADA: "EVALUACIÓN DE PYRACLOSTROBIN, APLICADO COMO BIOESTIMULANTE FISIOLÓGICO EN CAÑA SOCA, VARIEDAD CP-72-2086 EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.), ESCUINTLA GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: CHRISTIAN MANUEL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

CARNE: 200518537

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Juan Herrera
Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona

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


MSc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
A S E S O R


Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
DOCENTE - A S E S O R


MSc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
DIRECTOR DEL IIA

MDJM,/nm
c.c. Archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



Guatemala, 25 de octubre de 2013

Ref. SAIEPSA: Trabajo de Graduación 262-13

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

"EVALUACIÓN DE PYRACLOSTROBIN, APLICADO COMO BIOESTIMULANTE FISIOLÓGICO EN CAÑA SOCA, VARIEDAD CP 72-2086 EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*), ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A. Y DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR, CENGICANA."

ESTUDIANTE:

CHRISTIAN MANUEL HERNÁNDEZ
RODRÍGUEZ

No. CARNÉ

200518537

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

"EVALUACIÓN DE PYRACLOSTROBIN, APLICADO COMO BIOESTIMULANTE FISIOLÓGICO EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*), ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A."

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Ing.Agr. Juan Herrera
Ing.Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona

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



"DID Y ENSEÑAR A TODOS"

Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
Docente – Asesor de EPS



Vo.Bo. Dr. Marco Vinicio Fernández
Coordinador Subárea de – EPS

Vo.Bo. Ing. Agr. MSc. Pedro Peláez Reyes
Coordinador Área Integrada



c.c. Control Académico, Estudiante, Archivo,

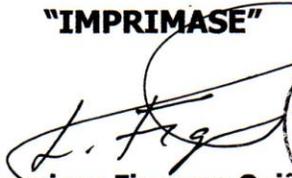
No. 57.2013

Trabajo de Graduación: "EVALUACIÓN DE PYRACLOSTROBIN, APLICADO COMO BIOESTIMULANTE FISILÓGICO EN CAÑA SOCA, VARIEDAD CP 72-2086 EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.), ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A. Y DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR, CENGICANA"

Estudiante: Christian Manuel Hernández Rodríguez

Carné: 200518537

"IMPRIMASE"



Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
DECANO