

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE CONSERVANTES QUÍMICOS Y EL TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE LA COSECHA PARA EVITAR LAS PÉRDIDAS DE SACAROSA POS COSECHA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN LA VARIEDAD CP 72-2086, DURANTE EL PRIMER TERCIO DE LA ZAFRA 2015-2016, EN LA FINCA SANTA RITA, INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A., DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA BASF DE GUATEMALA.

ESTUARDO EFRAÍN GARCÍA LÓPEZ

GUATEMALA, AGOSTO DE 2017

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE CONSERVANTES QUÍMICOS Y EL TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE LA COSECHA PARA EVITAR LAS PÉRDIDAS DE SACAROSA POS COSECHA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN LA VARIEDAD CP 72-2086, DURANTE EL PRIMER TERCIO DE LA ZAFRA 2015-2016, EN LA FINCA SANTA RITA, INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A., DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA BASF DE GUATEMALA
PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA.

POR

ESTUARDO EFRAÍN GARCÍA LÓPEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO.

GUATEMALA, AGOSTO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Decano	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
Vocal I	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
Vocal II	Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras
Vocal III	Ing. Agr. M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
Vocal IV	Per. Agr. Walter Yasmany Godoy Santos
Vocal V	P.C. Neydi Yasmine Juracán Morales
Secretario	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

Guatemala, agosto de 2017

Guatemala, agosto de 2017

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 conservantes químicos y el tiempo transcurrido desde la cosecha para evitar las pérdidas de sacarosa pos cosecha en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la variedad CP 72-2086, durante el primer tercio de la zafra 2015-2016, en la finca Santa Rita, Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, Guatemala, C.A., diagnóstico y servicios realizados en la empresa BASF de Guatemala.”**; 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 para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ESTUARDO EFRAÍN GARCÍA LÓPEZ

ACTO QUE DEDICO

A

DIOS: Por darme la sabiduría necesaria y por ser mi guía de la vida.

MI MADRE: Delia Amanda López Solares por ser la persona más importante en mi vida, por el sacrificio, el apoyo y el amor incondicional que me ha hecho alcanzar este triunfo, que más que mío es suyo, la amo con todo mi corazón

MI HERMANO: Diego por ser mi compañero de vida y estar conmigo en las buenas y en las malas, te quiero mucho.

MI ABUELOS: Salvador López Dominguez (QEPD) por todas las enseñanzas de vida para ser el hombre que soy, Maria Antonia Solares (Abuelita Tonita) por el amor incondicional que me brinda cada día.

MI TIA: Santos Solares (Tia Maruca) por su amor incondicional, los consejos y las oraciones.

MIS AMIGOS: Por los años que he hemos compartido de amistad, Jose Fabian, Luis Solares, Oscar Burrion, Pedro Turuy Diego Pineda, Gerson Arias, Abner Nimajuan, Blanca Merida, Pablo Díaz, Jorge Rojas, Rafael López, Felix Khan, David Figueroa, Ibeth López, Ricardo Taracena y a todos los que formaron parte de este triunfo de la vida, los aprecio mucho.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

- Dios
- La Virgen María
- Guatemala país de la eterna primavera que me vio crecer.
- La Universidad San Carlos de Guatemala, alma mater que me abrió sus puertas para brindarme la educación de alta calidad y amistades inolvidables.
- A la Facultad de Agronomía, por formarme como profesional y brindarme las herramientas necesarias que me permitirán desenvolverme en el campo de las ciencias agrícolas.
- BASF de Guatemala.
- Colegio Decroly Americano.
- Instituto Adolfo V. Hall Central.
- Colegio La Preparatoria.
- A mi madre, mi hermano, familiares y amigos por todo el apoyo recibido durante el transcurso de la carrera, y quienes siempre confiaron en mí.

AGRADECIMIENTOS

A:

BASF de Guatemala, especialmente al Ingeniero Gregorio Ordoñez Cadenas y al Ingeniero Arnoldo Godoy por abrirme las puertas y darme la oportunidad de haber realizado mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en la empresa, y contribuir con mi desarrollo como profesional en las ciencias agrícolas.

Mi Supervisor, Ing. Agr. Walter Tello por su apoyo y sus consejos durante el Ejercicio Profesional Supervisado.

Mis Asesores, Ing. Agr. Juan Herrera Ardón Ing. Agr. Manuel Martínez por su apoyo, su dedicación y tiempo en elaboración, planificación y ejecución de la investigación

A Ingenio Magdalena, por todo el apoyo logístico y de laboratorio para poder haber llevado a cabo la investigación.

Al personal administrativo de la finca Santa Rita por facilitar los recursos para poder realizar la investigación.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I	
1 DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE COSECHA DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i> L.).....	1
1.1 PRESENTACIÓN	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	2
1.2.1 Ubicación	2
1.2.2 Clima.....	3
1.2.3 Clasificación de los suelos de la región	5
A. Mollisoles	5
B. Andisoles	6
C. Entisoles	6
D. Inceptisoles.....	6
E. Alfisoles	7
F. Vertisoles.....	7
1.3 OBJETIVOS	8
1.3.1 Objetivo General	8
1.3.2 Objetivos Específicos.....	8
1.4 METODOLOGÍA.....	8
1.4.1 Manejo de la cosecha del cultivo	8
1.4.2 Identificación de las principales limitantes	8
1.5 RESULTADOS	9
1.5.1 Cosecha.....	9
1.5.2 Planificación de la cosecha.....	9
1.5.3 Cosecha manual	10
A. Ventajas	10
B. Desventajas.....	10
1.5.4 Cosecha mecanizada.....	11
A. Ventajas	11
B. Desventajas	11

CONTENIDO	PÁGINA
1.6 CONCLUSIONES	12
1.7 BIBLIOGRAFÍA	13
CAPÍTULO II	
2 EVALUACIÓN DE CONSERVANTES QUÍMICOS Y EL TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE LA COSECHA PARA EVITAR LAS PÉRDIDAS DE SACAROSA POS COSECHA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i>) EN LA VARIEDAD CP 72-2086, DURANTE EL PRIMER TERCIO DE LA ZAFRA 2015-2016, EN LA FINCA SANTA RITA, INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.	15
2.1 PRESENTACIÓN	17
2.2 MARCO TEÓRICO	18
2.2.1 Marco conceptual	18
A. Organización de la zafra.....	18
B. Factores que inciden en la disminución del rendimiento agrícola e industrial de la caña de azúcar	19
a. Pérdida de peso	19
b. Pérdidas del campo y en acarreo.....	19
c. Quema.....	20
C. Tipos de deterioro pos cosecha de la caña de azúcar	21
a. Deterioro enzimático.....	21
b. Deterioro microbiano	21
c. Deterioro químico	22
D. Factores que influyen en el deterioro pos cosecha de la caña de azúcar.....	22
a. Variedad.....	22
b. Madurez de la caña.....	22
c. Factores ambientales	23
d. Tipo de cosecha	23
E. Fisiología pos cosecha de la caña de azúcar.....	23
F. Aspectos de la fabricación del azúcar	24
G. Generalidades del azúcar.....	25
a. Sacarosa	25
b. Azúcares reductores.....	26
H. Parámetros de calidad.....	27
a. Grados brix.....	27
b. Pol	28
c. Rendimiento	28
d. Pureza.....	28

CONTENIDO	PÁGINA
I. Descripción de los tratamientos.....	29
a. Tensoactivos no-iónicos	29
b. Biocidas	30
c. Preservantes.....	30
i. Ácidos orgánicos	30
d. Formador de capa	31
2.2.2 Marco referencial	31
A. Ubicación geográfica	31
B. Condiciones climáticas	32
C. Zona de vida.....	32
D. Región fisiográfica	33
E. Características edafológicas.....	33
F. Variedad CP 72-2086	33
2.3 OBJETIVOS	35
2.3.1 Objetivo General	35
2.3.2 Objetivos Específicos.....	35
2.4 HIPÓTESIS	35
2.5 METODOLOGÍA.....	36
2.5.1 Diseño del ensayo.....	36
A. Número y descripción de los tratamientos.....	36
2.5.2 Diseño experimental	37
2.5.3 Modelo estadístico	37
2.5.4 Unidad experimental	37
2.5.5 Manejo del experimento.....	38
2.5.6 Croquis de campo	39
2.5.7 Variables de respuesta	40
2.5.8 Análisis de información	41
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
2.6.1 Grados brix	42
2.6.2 Pol (contenido de sacarosa)	46
2.6.3 Pureza (%).....	50
2.6.4 Rendimiento.....	53
2.7 CONCLUSIONES.....	59
2.8 RECOMENDACIONES	60

CONTENIDO	PÁGINA
2.9 BIBLIOGRAFÍA	61
CAPÍTULO III	
3 SERVICIOS PROFESIONALES PRESTADOS EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE BASF DE GUATEMALA	63
3.1 PRESENTACIÓN	64
3.2 Objetivo General	64
3.3 Servicio 1: Evaluación de la eficacia y selectividad del herbicida DISTINCT 70 WG (Diflufenzopyr 20% + Dicamba 50%) para el control de malezas de hoja ancha en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en post emergencia a la maleza y al cultivo.	65
3.3.1 Introducción	65
3.3.2 Objetivos Específicos	65
3.3.3 Metodología.....	65
A. Momento y frecuencia de aplicación	66
B. Tratamientos y dosis de aplicación	66
C. Evaluación.....	67
3.3.4 Resultados y discusión	67
A. Evaluación de la eficiencia y grado de control del herbicida DISTINCT 70 WG.....	68
B. Evaluación de la volatilidad del producto y toxicidad al cultivo.....	68
3.3.5 Conclusiones	69
3.3.6 Constancias.....	69
3.4 Servicio 2: Evaluación del efecto de Pyraclostrobin (Regnum 25 EC) sobre el efecto de rebrote en el cultivo caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.).	72
3.4.1 Introducción	72
3.3.1 Objetivos Específicos	72
3.4.2 Metodología.....	73
A. Variables respuesta.....	73
B. Análisis de la información.....	744
3.4.3 Resultados.....	74
3.4.4 Conclusiones	76
3.4.5 Constancias.....	76
3.5 BIBLIOGRAFÍA	78
4 ANEXOS	79

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Ubicación geográfica de la zona cañera de la costa sur de Guatemala	3
Figura 2. Estratos altitudinales de la zona cañera	4
Figura 3. Área utilizada por cosecha mecanizada	12
Figura 4. Actividad de respiración pos cosecha en el tallo sobre el tiempo	24
Figura 5. Ubicación geográfica del ensayo	32
Figura 6. Fotografía de chorras de caña	38
Figura 7. Croquis del experimento	40
Figura 8. Gráfica del comportamiento de grados brix en el tiempo	45
Figura 9. Gráfica del comportamiento de Pol en el tiempo	49
Figura 10. Gráfica comportamiento de la pureza en el tiempo	53
Figura 11. Gráfica del comportamiento del rendimiento en el tiempo	56
Figura 12. Rendimiento en lb/t a las 38 horas	57
Figura 13. Rendimiento en lb/t a las 46 horas	58
Figura 14. Fotografía de comparación de los tratamientos	68
Figura 15. Cálculo de las dosis a evaluar	69
Figura 16. Momento de aplicación del herbicida Distinct 70 WG	70
Figura 17. Realización del muestreo	70
Figura 18. Testigo contra Herbicida Distinct 70 WG (0.2 kg/ha)	71
Figura 19. Gráfica de promedios de altura por tratamiento	75
Figura 20. Medición de la variable altura	76
Figura 21. Medición de los tallos de caña de azúcar	77
Figura 22. Efecto del rebrote de Pyraclostrobin en caña de azúcar	77
Figura 23A. Descripción de los productos utilizados	83

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Características Climáticas en la zona cañera.....	4
Cuadro 2. Tratamientos	36
Cuadro 3. Frecuencia y cantidad de muestreos.....	39
Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable grados brix	42
Cuadro 5. Prueba de medias para el factor hora, para la variable grados brix	43
Cuadro 6. Prueba de medias para la interacción de tratamiento por horas, para la variable grados brix.....	44
Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable Pol	46
Cuadro 8. Prueba de medias para el factor hora, para la variable Pol.....	47
Cuadro 9. Prueba de medias para la interacción de los factores, tratamiento por horas, para la variable Pol.....	48
Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable pureza	50
Cuadro 11. Pruebas de media para el factor hora, variable pureza	51
Cuadro 12. Prueba de medias para la interacción de los factores tratamiento por hora, para la variable pureza.....	52
Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable rendimiento	54
Cuadro 14. Prueba de medias para el factor hora, variable rendimiento	54
Cuadro 15. Prueba de medias para la interacción de los factores tratamiento por horas, para la variable rendimiento	55
Cuadro 16. Rendimiento en lb/t a las 38 horas	57
Cuadro 17. Rendimiento en lb/t a las 46 horas	58
Cuadro 18. Tratamientos evaluados para el control de malezas en cultivo de maíz.....	66
Cuadro 19. Efecto del control de malezas de los tratamientos aplicados a 14 DDA.....	67
Cuadro 20. Tratamientos	73
Cuadro 21. Análisis de varianza para la variable altura	74
Cuadro 22. Prueba de medias para la variable altura	75
Cuadro 23A. Resultados de laboratorio para cada variable en estudio	79

RESUMEN

El siguiente trabajo de graduación se realizó como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía -EPSA- en el período comprendido de agosto 2015 a mayo 2016; realizado en la empresa BASF de Guatemala en el Departamento de Investigación y Desarrollo. El trabajo está integrado por los informes de diagnóstico, investigación y servicios prestados en la empresa.

En el Capítulo I, se presenta el diagnóstico general de los sistemas de cosecha de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Guatemala, en el cual se identificaron los dos principales tipos de cosecha utilizados por la agroindustria de caña; manual y mecanizada. En el informe de diagnóstico se describen cada una de las prácticas agrícolas previas a la cosecha y durante esta. Para identificar las principales limitantes de cada sistema de cosecha se realizó una revisión bibliográfica y trabajo de campo por medio de entrevistas a personal técnico de los ingenios para conocer los principales problemas, ventajas y desventajas de cada uno de los distintos sistemas de cosecha. Se determinó que es necesario tener una correcta planificación de la cosecha para determinar el periodo óptimo de ésta, calcular la cantidad exacta de caña que se cosechará para evitar que esta permanezca en el campo más del tiempo necesario sin ser procesada, para poder reducir la pérdida de azúcar pos corte en el tiempo que transcurre desde la cosecha hasta la molienda.

En el Capítulo II, se presenta el trabajo de investigación titulado **Evaluación de conservantes químicos y el tiempo transcurrido desde la cosecha para evitar las pérdidas de sacarosa pos cosecha en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la variedad CP 72-2086, durante el primer tercio de la zafra 2015-2016, en la finca Santa Rita, Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, Guatemala, C.A.**

Los conservantes químicos evaluados fueron mezclas de biocidas, tensoactivos, preservantes y formadores de capa con perfil toxicológico amigables al medio ambiente, muchos de estos utilizados en la industria de alimentos y farmacéutica en la actualidad. Se

realizó una aplicación de tres conservantes químicos (BAS 1402, BAS 1404, BAS 1405) al momento de la corte sobre las chorras de caña, los muestreos se realizaron a las 6 h, 14 h, 22 h, 30 h, 38 h y 46 h después de su aplicación. Se determinó qué efecto tienen los conservantes químicos, en el rendimiento de azúcar (lb/t de caña molida), el mayor rendimiento de azúcar se obtuvo por parte del testigo a las 30 h después de ser cosechada la caña, con una media de (203.16 lb/t equivalente a 92.34 kg/t), a partir de las 30 h donde el deterioro de sacarosa se acelera debido a la inversión de azúcar a azúcares reductores, el mejor rendimiento en libras por tonelada de caña se obtuvo del tratamiento T3 (BAS 1405), a las 38 h y 46 h después de la cosecha, con un rendimiento de (200.81 lb/t equivalente a 91.28 kg/t) y (196.76 lb/t equivalente a 89.44 kg/t), presentando una recuperación de azúcar de (23.29 lb/t equivalente a 10.59 kg/t) y (16.07 lb/t equivalente a 7.30 kg/t), con respecto al testigo a las mismas horas.

El Capítulo III se presentan los servicios realizados correspondientes al -EPSA-, prestados a las áreas de Investigación y Desarrollo de BASF de Guatemala siendo los siguientes: Evaluación de un herbicida para el control de malezas post-emergencia en maíz (*Zea mays* L.) y así como la evaluación del efecto producido por fungicidas en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la primera soca del cultivo.



CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE COSECHA DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.)

1.1 PRESENTACIÓN

El trabajo que se presenta a continuación, fue enfocado hacia el diagnóstico de los sistemas de cosecha de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Guatemala, el objetivo principal fue describir las actividades que se realizan previo y al momento de la cosecha, así mismo se identificaron las principales limitantes que se tienen al momento de la cosecha en cada uno de los sistemas.

Para llegar al diagnóstico, se realizaron visitas de campo, entrevistas al personal técnico y operativo que labora en el Ingenio, trabajadores de frentes de cosecha y jefes de zona, llegándose a identificar los problemas que pudieran solucionarse y hacer más eficiente la cosecha del cultivo de caña.

El diagnóstico se enfocó en los sistemas de cosecha del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), debido a que se ha convertido en una de las principales actividades económicas y sociales del país, la compañía BASF actualmente desarrolla nuevos productos para la conservación de caña de azúcar aplicados al momento de la cosecha.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación

La zona cañera de la costa sur de Guatemala se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas 91°50'00" - 90°10'00" Longitud Oeste y 14°33'00" - 13°50'00" Latitud Norte. Geopolíticamente está localizada en los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa y actualmente se está expandiendo hacia el departamento de Jutiapa. La ubicación se presenta en la Figura 1 (CENGICAÑA, 2014).

De acuerdo con la clasificación de Estratos Altitudinales de Cengicaña la zona se clasifica dentro del Estrato Litoral que va en un rango de 0-50 msnm, y de acuerdo con las

mediciones realizadas de la finca la zona está en un rango de 10-49 msnm (CENGICAÑA, 2014).



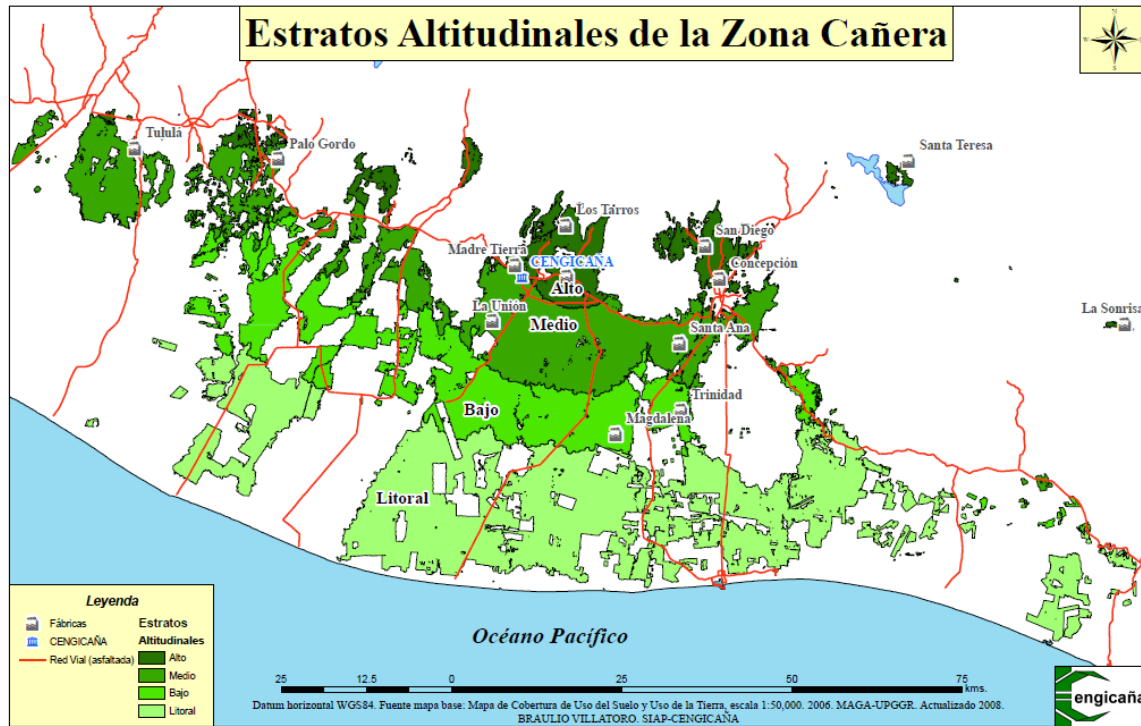
Fuente: CENGICAÑA, 2014.

Figura 1. Ubicación geográfica de la zona cañera de la costa sur de Guatemala

1.2.2 Clima

La zona cañera de Guatemala se ha dividido en cuatro estratos, con base en su posición altitudinal expresada en metros sobre el nivel del mar (msnm). La posición altitudinal en la zona cañera de Guatemala está asociada a variaciones climáticas y de suelo, debido a que la fisiografía de la región corresponde a un paisaje natural de planicie de pie de monte y forma un plano inclinado, que se inicia con pendientes de 7 % a 25 % cerca de la cadena montañosa, con relieve ondulado o de lomerío y va descendiendo suavemente hacia la costa del Pacífico con relieve plano (CENGICAÑA, 2014). El estrato alto está localizado en la zona superior a los 300 msnm; el estrato medio entre 100 y 300 msnm; el estrato bajo

entre 40 y 100 msnm y el estrato litoral se localiza entre 0 y 40 msnm. La ubicación de los cuatro estratos en la zona cañera se presenta en la Figura 2 y las características climáticas por estrato se presentan en el Cuadro 1.



Fuente: CENGICAÑA, 2014.

Figura 2. Estratos altitudinales de la zona cañera

Cuadro 1. Características climáticas en la zona cañera

Estrato	Altitud (msnm)	PP (mm/año)	T° (°C)			Radiación solar (MJ/m ² /día)	Velocidad media del viento (Km/h)
			Min.	Media	Max.		
Alto	> 300	4100	20.2	26.2	32.2	17.7	5.2
Medio	100 - 300	3700	20.5	26.7	32.2	17.3	6.8
Bajo	40 - 100	1900	21.2	27.3	33.8	18.4	6.2
Litoral	< 40	1500	21.0	27.5	33.4	18.0	8.7

Fuente: CENGICAÑA, 2014.

El comportamiento de las variables radiación solar y temperatura es mayor en las cercanías a la costa y disminuye conforme se asciende en la zona cañera. Caso contrario, la precipitación pluvial disminuye conforme se desciende a la costa (CENGICAÑA, 2014).

Las lluvias en la zona se distribuyen en dos estaciones: época lluviosa (o invierno) que ocurre entre mayo y octubre; en tanto que junio y septiembre registran la mayor precipitación también, pero existe un período de canícula de 15 días entre julio y agosto. La época no lluviosa (o verano) se marca entre octubre y mayo; los cuales coinciden con el período de zafra (CENGICAÑA, 2014).

1.2.3 Clasificación de los suelos de la región

En la región existen seis órdenes de suelos, nueve subórdenes, 13 grandes grupos, 25 subgrupos y 37 familias. En orden de importancia por el área que ocupan los órdenes de los suelos son: Mollisoles, Andisoles, entisoles, Inceptisoles, Alfisoles y Vertisoles (CENGICAÑA, 2014).

A. Mollisoles

Ocupan el 40 % del área. Se encuentran principalmente en la zona litoral cerca de la planicie costera, en relieve plano y ligeramente plano. Son suelos medianamente evolucionados con horizontes ABC y AC. Presentan un horizonte superficial de espesor variable y de color oscuro con contenidos medios de materia orgánica (MO). Presentan una saturación de bases mayor del 50 por ciento en todo el perfil con un grado de estructuración de moderado a fuerte. En su mayoría son suelos de texturas francas y franco arenosas, con subsuelo frecuentemente arenoso (CENGICAÑA, 2014).

B. Andisoles

Ocupan el 26 % del área y predominan en las zonas altas y medias de la región y en algunas partes de la zona baja. Son suelos poco evolucionados derivados de ceniza volcánica, oscuros, con altos contenidos de MO y de baja densidad aparente y consistencia friable a suelta. Estos suelos tienen excelentes propiedades físicas con texturas francas y franco arenosas. Desde el punto de vista químico, tienen ciertas limitaciones como la alta retención de fosfatos y sulfatos (CENGICAÑA, 2014).

C. Entisoles

Son los suelos menos evolucionados presentes en la región, con horizonte AC, y ocupan un 16 % del área. Los mismos se encuentran en los valles y explayamientos aluviales en forma de fajas angostas en las partes medias y bajas con ampliaciones en el litoral en la planicie costera. Tienen poca o ninguna evolución y muy poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes genéticos. En su mayoría son suelos permeables de texturas gruesas y arenosas. El subsuelo de los Entisoles generalmente es arenoso y son suelos que presentan déficit de agua en el verano (CENGICAÑA, 2014).

D. Inceptisoles

Estos suelos ocupan el 11 % del área y se ubican principalmente en la zona media y baja de la región. Se han desarrollado principalmente sobre materiales arcillosos mezclados con cenizas volcánicas y fragmentos de roca. Son suelos medianamente evolucionados con complejo de cambio saturado (< 50 %) con estructuras bien desarrolladas y de texturas medias y arcillosas sobre subsuelo arcilloso (CENGICAÑA, 2014).

E. Alfisoles

Ocupan solamente un 1.6 % de los suelos del área y se localizan en las partes medias y bajas de los abanicos antiguos en relieve ondulado a ligeramente ondulado. Estos suelos se caracterizan por tener un horizonte B argílico, en donde parte de la arcilla de los horizontes superiores del perfil migró hacia el subsuelo. Son de textura arcillosa con horizontes masivos y compactos (CENGICAÑA, 2014).

F. Vertisoles

Ocupan una mínima extensión en el área (0.5 %) y son suelos más evolucionados de perfil ABC. Se caracterizan por su alto contenido de arcilla especialmente montmorillonita, lo cual hace que se agrieten fuertemente en la época seca y se hinchan en la estación lluviosa (CENGICAÑA, 2014).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Conocer los sistemas de cosecha en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) que permitan establecer la problemática central, causas que la originan y efectos de las mismas, buscando soluciones posibles.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Describir los sistemas de cosecha del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.).
- Identificar las principales limitantes de los sistemas cosecha del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.).

1.4 METODOLOGÍA

Para realizar el diagnóstico se recopiló información de fuentes primarias y secundarias realizando los siguientes pasos:

1.4.1 Manejo de la cosecha del cultivo

Se establecieron y describieron las principales fases de la cosecha del cultivo de caña de azúcar, la cual se fue realizando gracias a visitas de campo con los encargados de zona.

1.4.2 Identificación de las principales limitantes

Al momento de las entrevistas sobre la descripción de los sistemas de cosecha del cultivo de caña de azúcar, se le consultó al personal técnico acerca de cuáles eran las dificultades y problemas principales de la cosecha del cultivo de caña de azúcar.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Cosecha

En Guatemala la cosecha representa el 33 % de los costos del cultivo. En el año 2015/16 se produjeron 2,822,604 Toneladas métricas permitiendo a la agroindustria azucarera guatemalteca ubicarse en el tercer lugar a nivel mundial en productividad de azúcar (ASAZGUA, 2016). Teniendo un área cultivada de 235,000 Hectáreas, La caña de azúcar en Guatemala se cosecha en la época seca, de Noviembre a Abril, (no obstante) en algunos casos dependiendo de los volúmenes de producción puede extenderse hasta mediados de Mayo.

1.5.2 Planificación de la cosecha

En general la planificación de la cosecha en los ingenios considera los siguientes pasos (CENGICAÑA, 2014):

- Se debe determinar el período óptimo de la cosecha, que está definido por la edad, maduración de la variedad, ubicación y tipo de suelo.
- Programar la cosecha en bloques de similar manejo.
- Programa de madurantes: Se define la semana de cosecha de los lotes aplicados, tratando que la cosecha se realice entre 7 y 8 semanas después de haber aplicado el madurante (en el caso de Glifosato).
- Calcular la cantidad de caña para molienda diaria: Se hace con base en la capacidad de molienda diaria del ingenio.
- Tiempo de entrega de la caña entre la quema y el ingenio. Busca entregar la mayor cantidad de caña antes de 24 h, para que en la fábrica se disponga de caña fresca.
- Calidad de caña: Se evalúa en función del porcentaje y tipo de trash, tiempo de entrega entre quema y molienda.
- Pérdida de azúcar entre quema y molienda: Definida principalmente por la calidad de caña que el campo entrega en báscula.

1.5.3 Cosecha manual

El sistema más usado en Guatemala se realiza con la ayuda de frentes de corte que están formados por el personal de corte se realiza con machete australiano, consiste en asignarle a cada cortador un número de surcos generalmente dos. La cosecha se inicia dejando un espacio de dos metros, luego se realiza chorra (es una agrupación ordenada de tallos cortados que se colocan a lo largo del surco) la cual está formada por cuatro surcos.

En este tipo de cosecha se quema la plantación, con la finalidad de evitar heridas a los cortadores con la hoja de la caña, además daños por mordeduras de serpientes. Otro fin es la sanidad de la plantación, la quema elimina nidos de ratas y otros roedores, asimismo mata a las propias plagas del suelo (Díaz & Portocarrero, 2002)

A. Ventajas

Una de las principales ventajas del método de cosecha manual es que se obtiene mejor control para el precio por tonelada, se obtienen datos más exactos por cada área cosechada, existe mayor eficiencia en condiciones de terrenos húmedos y terrenos que no son uniformes, así como una menor cantidad de materia extraña en la caña cosechada. En la cosecha manual existe un menor daño a la cepa y un menor gasto de la resiembra.

B. Desventajas

Una de las principales desventajas de la cosecha manual es la falta de recurso humano disponible para realizar los cortes y el elevado costo a comparación de la cosecha mecanizada.

1.5.4 Cosecha mecanizada

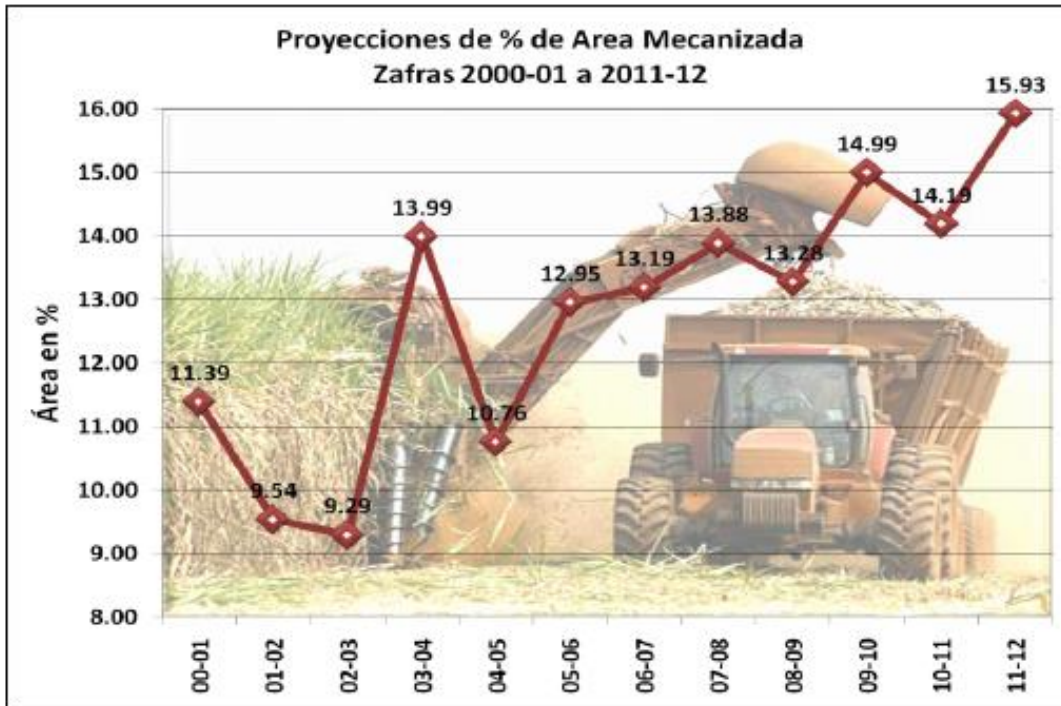
Sistema en la cual se realiza toda la labor totalmente mecanizada con máquinas cosechadoras que cortan, trocean, limpian y alzan la caña depositándola en vagones o carretones. Se inició en Guatemala en el año 1993 presentando una serie de limitaciones como topografía irregular de los terrenos, pantes o lotes no adecuados, presencia de quineles y alta presencia de materia extraña (Trash) trasladada a la fábrica. Situaciones que se han mejorado a través de la investigación representado actualmente el 20 % del total del área cultivada (Donis Garcia, 2014)

A. Ventajas

Las principales ventajas de la cosecha mecanizada es mayor rendimiento en la cosecha de toneladas/día, este sistema de cosecha permite cosechar las 24 h. Otra de las ventajas es menor costo/tonelada y también se disminuye el tiempo entre la cosecha y la molienda, en la cosecha mecanizada el tiempo que pasa la caña cosechada en el campo es menor a 12 h.

B. Desventajas

No se puede utilizar en cualquier terreno, debe ser libre de rocas y tener una pendiente no mayor a 2 %, existe una disminución del Brix, Pol y pureza del jugo debido a al aumento de trash (material extraño como piedras, tierra) y existe una mayor pérdida de azúcar por la entrada de microorganismos a los tallos cortados, también existe daño en la cepa por el distanciamiento entre las ruedas y las cuchillas de las cosechadoras.



Fuente: CENGICAÑA, 2014.

Figura 3. Área utilizada por cosecha mecanizada.

1.6 CONCLUSIONES

- Se debe hacer una correcta planificación de la cosecha para determinar el periodo óptimo de esta, calcular la cantidad de caña que se cosechara para evitar que esta permanezca en el campo mucho tiempo sin ser procesada y así tener un tiempo mínimo en la entrega de la caña al ingenio para poder reducir la pérdida de azúcar pos corte en el tiempo que transcurre desde la cosecha hasta la molienda
- Cada vez la mano de obra es más difícil de conseguir, factores como el menor costo del corte, alza y transporte, así como el bajo rendimiento de la cosecha manual está obligando a que los ingenios en Guatemala utilicen cada vez más maquinaria para la cosecha como se puede observar en la Figura 3.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. AZASGUA. (2016). *Economía*. Obtenido de Asociación de Azucareros de Guatemala: <http://www.azucar.com.gt/economia3.html>
2. CENGICAÑA. (2014). *El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala*. Guatemala: Artemis Edinter. 512 p.
3. Diaz Portocarrero, L. E. (2002). *Manual de producción de caña de azúcar (Tesis Ing. Agr.)*. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano: Honduras. Obtenido de TECA, FAO: http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/T1639.pdf
4. Donis Garcia, R. (2014). *Eficiencia del corte manual de caña de azúcar a granel quemado y en verde limpio; ingenio El Baúl, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla (2002-2003) estudio de caso. (Tesis Ing. Agr.)*. Universidad Rafael Landívar: Guatemala. Obtenido de Universidad Rafael Landívar, Biblioteca: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/04/Donis-Roman.pdf>
5. Flores, S. (1976). *Manual de caña de azúcar*. Guatemala: INTECAP. 172 p.

TESIS Y DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
FAUSAC
REVISIÓN
Polando Romías



2.1 PRESENTACIÓN

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la actualidad es uno de los cultivos de mayor importancia económica y social de Guatemala, la agroindustria azucarera guatemalteca representa el 33 % del valor total de la exportación agrícola y 15 % de las exportaciones totales del país, generando 425,000 empleos directos e indirectos de los cuales 32,000 son de cortadores de caña (AZASGUA, 2016).

Las pérdidas pos cosecha de sacarosa es uno de los problemas mayores en la agroindustria azucarera a nivel mundial, la cual ha llamado la atención en años recientes. Sin embargo, son pocas las investigaciones al respecto, por lo que es importante realizar estudios respecto al tema. El deterioro del contenido de sacarosa, es decir el azúcar que contiene la caña, empieza casi inmediatamente después del corte siendo mayor a medida que aumenta el tiempo de retraso en la molienda (Larrahondo, 1995).

La presente investigación se realizó en la finca Santa Rita del Ingenio Magdalena, S.A. ubicado en La Democracia, Escuintla, Guatemala, enfocada a evaluar el efecto de nuevas formulaciones químicas con perfil toxicológico amigables al ambiente, compuestas de biocidas, conservantes, tensoactivos y formadores de capa, para lograr reducir las pérdidas pos cosecha de sacarosa en caña quemada durante el primer tercio de la zafra 2015-2016.

Filippi Valdez (2002), indica que se pierde un promedio de 19.85 libras de azúcar / tonelada de caña molida en los patios que equivale a 9.02 kilogramos de azúcar / tonelada de caña molida, debido a la degradación que ocurre en esta mientras es retenida antes del ingreso al molino.

Se determinó el efecto que tienen los tratamientos químicos (BAS 1402, BAS 1404, BAS 1405), en el rendimiento de azúcar (lb/t de caña molida), el mayor rendimiento de azúcar se obtuvo por parte del testigo a las 30 h después de ser cosechada la caña, con una media de (203.16 lb/t equivalente a 92.34 kg/t), a partir de las 30 h donde el deterioro de sacarosa se acelera debido a la inversión de azúcar a azúcares reductores, el mejor rendimiento en

libras por tonelada de caña se obtuvo del tratamiento T3 (BAS 1405), a las 38 h y 46 h después de la cosecha, con un rendimiento de (200.81 lb/t equivalente a 91.27 kg/t) y (196.76 lb/t equivalente a 89.44 kg/t), presentando una recuperación de azúcar de (23.29 lb/t equivalente a 10.58 kg/t) y (16.07 lb/t equivalente a 7.30 kg/t), con respecto al testigo a las mismas horas.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco conceptual

A. Organización de la zafra

La recolección de la cosecha es siempre la fase de mayor preocupación del cañero y del ingenio, pues aun contando con el tiempo, y mano de obra y equipo de transporte no dejan de presentarse problemas que impiden las labores eficientemente para situar la caña en el ingenio en menos de 24 h de cortada (Estrada Rustrian, 2001).

Un aspecto primordial para organizar el programa de corte es el control de sazonado y maduración de la caña. De acuerdo con la capacidad de molienda del ingenio así será el número de frentes de corte que se establezca. En general debe, procurarse que exista el menor número posible. (Flores, 1976), señala como ventajas, las siguientes:

- a) Mayor rapidez en la desocupación de campos grandes, para enseguida que termine la cosecha, iniciar labores de cultivo, riego, fertilización, etc.
- b) Mejor control de las entregas de caña de buena calidad, así como el manejo de cortadores y del equipo de alce y transporte, lo cual evita aumentos en los costos de la cosecha.
- c) Disminución del costo en brechas para el control de quemas y la eliminación de riesgos de que la caña se deteriore en el campo.

Para que la cosecha de la caña rinda, es importante elaborar la programación de los trabajos dos meses antes de la zafra, siendo esta labor encomendada a la Superintendencia del campo del ingenio (Estrada Rustrian, 2001).

B. Factores que inciden en la disminución del rendimiento agrícola e industrial de la caña de azúcar

Subiros Ruiz (2000), señala que son muchos los factores a nivel agrícola e industrial que pueden ocasionar pérdidas apreciables. Unos no se pueden controlar, otros si, tales como la madurez, quemar sólo la cantidad de caña necesaria, que transcurra el menor tiempo entre la quema y la molienda, etc. A continuación se describen los factores más importantes que inciden en la disminución del rendimiento agrícola e industrial de la caña de azúcar.

a. Pérdida de peso

La permanencia de la caña en el campo por un periodo más allá de lo permisible (48 h), produce reducciones apreciables en su peso por pérdida de humedad. Esta reducción del peso es acelerada durante los primeros días y conforme pasa el tiempo se estabiliza. La reducción de peso tiene mucha relación con la variedad y con las condiciones climáticas, en especial con la temperatura y velocidad del viento (Subiros Ruiz, 2000).

Cuando la caña pierde agua se produce una concentración de sólidos en ella y aumento de la fibra, sin embargo, este último aspecto interfiere negativamente en la extracción de sacarosa (Subiros Ruiz, 2000).

b. Pérdidas del campo y en acarreo

A menudo se detectan pérdidas importantes de caña cuando se hacen las estimaciones, tanto de la que permanece en el campo como de la que se pierde durante el acarreo. En

algunas zonas esta situación se maneja bastante bien, sin embargo en otras su manejo es ineficiente. (Subiros Ruiz, 2000), señala las siguientes causas.

- Carretas sobrellenas
- Malas condiciones del camino
- Descuido o inexperiencia de los operadores de las cosechadoras mecánicas en el momento de hacer el cambio para llenar carretas y dobles ejes.
- Tallos mal acomodados y que no pueden ser recogidos por las cargadoras.

- Tallos postrados que, al ser cosechados con las máquinas, quedan pegados en el surco o son tirados en el campo. La cantidad de caña dejada en el campo después de la cosecha es raramente menor al 2 % y puede ser mayor al 10 %.

c. Quema

La caña de azúcar comienza a deteriorarse desde el momento en que se inicia la quema y la caña sin quemar o cruda, desde que se corta. Al inicio, el proceso es lento, pero después, conforme transcurre el tiempo, se incrementa de manera rápida (Subiros Ruiz, 2000).

Son varios los estudios que han tratado de determinar bajo qué condiciones se produce el mayor deterioro. En Turrialba, Costa Rica se ha observado que la caña que ha sido quemada y cortada se deteriora más rápidamente que la cortada sin quemar. Evaluaciones hechas en Australia concuerdan con los resultados encontrados en el caso anterior, observándose que el deterioro de la caña verde fue ligeramente menor que la quemada en cuanto al contenido de la sacarosa, pureza y pH, pero superior en dextranas. Por otro lado, en Guatemala en un estudio similar, encontraron que la caña verde cortada se deteriora más que la quemada cortada y ésta aún más que la quemada sin cortar (quemada en pie) (Subiros Ruiz, 2000).

En otros estudios hechos en Australia se determinó que bajo condiciones climáticas secas y calientes, la caña quemada en pie sufrió las menores pérdidas por deterioro, mientras que la caña cortada sin quemar se afectó más rápidamente. La caña que es quemada y dejada en pie un día antes del corte, mostro una rápida reducción del porcentaje de azúcar recuperable en un grado mayor que la caña que se quema y se corta inmediatamente (Subiros Ruiz, 2000).

C. Tipos de deterioro pos cosecha de la caña de azúcar

La caña de azúcar por naturaleza es una planta que posee la peculiaridad de que al ser cortada se inicia un rápido deterioro de la misma, el cual se acelera 48 h después de haber sido segada, lo cual produce cualquiera que fuera la calidad o la variedad, que se reduzca su calidad y por consiguiente, obtener un menor rendimiento al ser procesada por los Ingenios. En este deterioro se presentan un conjunto de reacciones enzimáticas, químicas y microbianas, cuyo mecanismo de acción se describe a continuación (Zepeda Guardado, 2012):

a. Deterioro enzimático

La caña de azúcar es una planta que por naturaleza contiene enzimas, la mayoría de las cuales resultan indispensables para su desarrollo, mientras que otras permanecen inactivas en la planta cuando ésta aún no ha sido cosechada. Sin embargo, en el momento en que ésta es cortada, la planta se considera sin vida, por lo cual pierde paulatinamente su sistema de defensa anti-enzimático, dando lugar al deterioro de la misma (Zepeda Guardado, 2012).

b. Deterioro microbiano

Este deterioro, como su mismo nombre lo indica, consiste en la proliferación de microbios en la caña de azúcar, principalmente en cañas cortadas. Este efecto es causado

principalmente por un conjunto de bacterias del género *Leuconostoc*, las cuales consumen la sacarosa produciendo largas cadenas de glucosa (Dextrana), dando lugar a la fermentación de la fructosa produciendo ácidos orgánicos que deterioran la cosecha. El daño causado por el fuego durante la quema, el corte, el viento, los insectos y el daño mecánico causado por el manejo y alce de la caña, causan heridas en los tallos que permiten la entrada del *Leuconostoc* y propician la formación de dextrana (Zepeda Guardado, 2012).

c. Deterioro químico

Este es un efecto secundario producido por el crecimiento microbiano. Este deterioro consiste en el incremento de la acidez del jugo de caña conforme se incrementa el tiempo transcurrido desde el rozado de la planta. Éste incremento de acidez se debe a la formación de compuestos orgánicos producto de las reacciones metabólicas de los microorganismos, lo cual acelera el proceso de inversión de la sacarosa a causa del descenso en el pH del medio (Zepeda Guardado, 2012).

D. Factores que influyen en el deterioro pos cosecha de la caña de azúcar

a. Variedad

Las variedades con mayor cantidad de fibra muestran mayor reducción de sacarosa en comparación con las variedades de tipo menos fibroso (Solomun, 2009).

b. Madurez de la caña

La caña completamente madura, no se deteriorará tan rápidamente como una caña inmadura o sobre madurada. Este deterioro es relativamente más rápido en climas cálidos. La madurez es un factor importante que regula la tasa de inversión en la caña cosechada. Con el nivel de maduración el grado de deterioro disminuye (Solomun, 2009).

c. Factores ambientales

El clima tiene una profunda influencia en el deterioro de la caña, cuando mayor es la temperatura y la humedad, mayor es el deterioro. Existen efectos negativos por altas temperaturas ($> 40\text{ }^{\circ}\text{C}$), y baja humedad atmosférica (25 % - 35 %), en la calidad del jugo de caña. Un estudio en India muestra que la pérdida de la azúcar de caña comercial fue de 0.35, 1.0 y 1.32 unidades por día durante el primer, segundo y tercer tercio de la cosecha. La humedad es especialmente perjudicial en cosechada mecánica (Solomun, 2009).

d. Tipo de cosecha

Cuando el corte es mecánico el deterioro es mayor, debido al incremento de las infecciones de origen bacteriano en los tallos. En la década de los 60, en Queensland el deterioro ocasionó grandes pérdidas en la calidad de los jugos. Según Egan y Rehbein (1963), este deterioro se debió a la entrada de microorganismos a la planta como resultado de las operaciones mecánicas, especialmente cuando las cuchillas de las cosechadoras no estaban bien alineadas ni afiladas (Larrañondo, 1995).

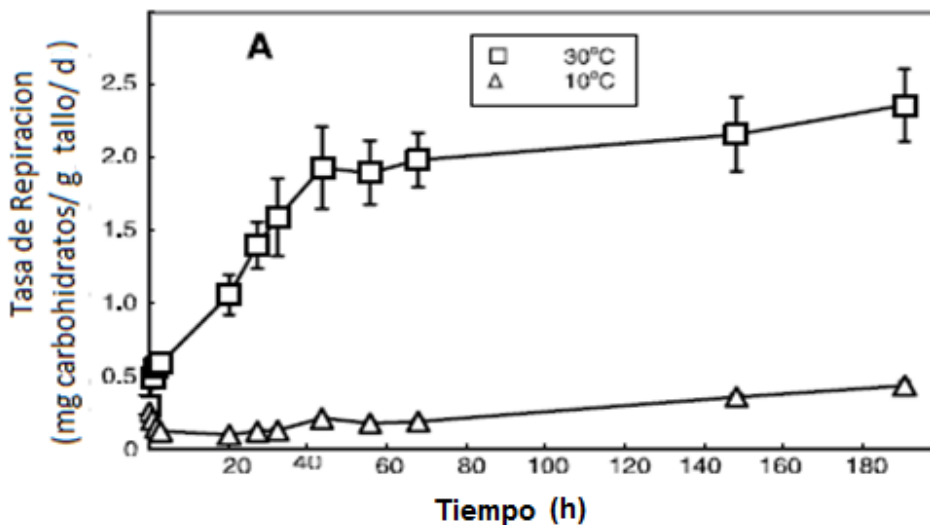
E. Fisiología pos cosecha de la caña de azúcar

El balance entre el suministro y demanda de sacarosa en la planta se rompe al momento de la cosecha. Al remover las hojas ya no existe suministro de sacarosa por la fotosíntesis, mientras que el corte de la base del tallo finaliza la demanda de sacarosa para mantener la raíz y seguir teniendo más crecimiento del tallo (Watt & Cramer, 2009).

La demanda de la sacarosa conlleva dos componentes, crecimiento y respiración. Aunque el crecimiento del tallo se detiene al momento de la cosecha, la respiración continúa. La respiración consume azúcares para producir energía, la continua respiración en el tallo cosechado resulta en pérdidas de azúcar. El ciclo de los azúcares entre la sacarosa y las hexosas que ocurre naturalmente en el tallo significa que ambas sacarosa y hexosas son consumidas durante la respiración pos cosecha. En adición a esto la concentración alta en

los entrenudos maduros provee un ambiente para la proliferación de microbios, los cuales pueden ser endófitos o entrar a través de los sitios de daño del tallo (Watt & Cramer, 2009).

En la caña de azúcar las tasas de respiración pos cosecha (12 h después de la cosecha), en los entrenudos maduros son mayores. A una temperatura de 23 °C, 0.27 mg de los azúcares son consumidos por gramo de tallo en un día, representando una pérdida substancial a nivel de cosecha. También es importante saber que la respiración depende altamente de la temperatura, a una temperatura alta (40 °C), la tasa de respiración aumenta 5 veces a un total de 1.47 mg de carbohidratos consumidos por gramo de caña por día. La tasa de respiración en los entrenudos del tallo maduro no solo es influenciada por la temperatura sino también por el tiempo que pasa después de la cosecha (Watt & Cramer, 2009).



Fuente: Sugartech, 2009.

Figura 4. Actividad de respiración pos cosecha en el tallo sobre el tiempo

F. Aspectos de la fabricación del azúcar

Filippi Valdez (2002), señala que el jugo proveniente de la caña quemada, no clarifica tan fácilmente como aquellos jugos provenientes de caña limpia sin quemar y se producen más incrustación en los evaporadores: minúsculas partículas de carbón pueden persistir a través

de proceso fabril y aun aparece en el azúcar, además menciona los problemas que ocasiona en fábrica el procesamiento de caña quemada con varios días de estacionamiento, ya que se quedó en el cerco parada o cortada.

- a. Las partículas carbonosas pasan al jugo crudo y luego al clarificado, afectan su color, en especial cuando la decantación o filtración no andan bien.
- b. El jugo clarificado que proviene de la caña quemada posee un tinte amarillento más elevado que el jugo de la caña normal.
- c. En los azúcares granulados no refinados, es más visible este tinte amarillento.
- d. Estos jugos de calas quemadas estacionadas, decantan con más lentitud que los de las cañas frescas y producen más borras de cachaza en el decantador. Estas borras que son livianas afectan después el funcionamiento de los filtros rotativos a vacío.
- e. Las mieles y masas conocidas provenientes de cañas quemadas, son más viciosas que las cañas frescas y por eso alargan la duración de los cocimientos y dificultan el accionar de las centrifugas, en especial en templas de bajo producto.

G. Generalidades del azúcar

Su fórmula general suele ser $(CH_2O)_n$, donde oxígeno e hidrógeno se encuentran en la misma proporción que en el agua, de ahí su nombre clásico de hidratos de carbono, aunque su composición y propiedades no corresponde en absoluto con esta definición. Pueden clasificarse como azúcares sencillos (monosacáridos), o complejos (disacáridos) (Ramírez Juárez, 2011).

a. Sacarosa

La sacarosa no contiene átomo de carbono anomérico libre; los de ambas hexosas se hallan unidos entre sí. La sacarosa, por tanto, no experimenta mutarrotación ni es un azúcar reductor. Se hidroliza con más facilidad que los otros disacáridos. La hidrólisis de la sacarosa a D-glucosa y D-fructosa se denomina frecuentemente inversión, ya que va

acompañada de un cambio neto de rotación óptica, de dextrógira a levógira. La hidrólisis de la sacarosa, que también es catalizada por el enzima invertasa (Ramírez Juárez, 2011).

La Sacarosa es el azúcar más común en el reino vegetal. La sacarosa se encuentra en todas las partes de la planta de caña de azúcar, pero abunda más en el tallo, donde se encuentra en las vacuolas de almacenamiento de la célula (parénquima). La sacarosa es menos abundante en las regiones que se encuentran en crecimiento activo especialmente proporciones blandas del extremo del tallo y las hojas enrolladas (Chen, 1991).

b. Azúcares reductores

Algunos azúcares tienen la propiedad de oxidarse en presencia de agentes oxidantes suaves como el ion Fe^{+3} o Cu^{+2} . Esta característica radica en la presencia de un grupo carbonilo libre, el cual es oxidado y genera un grupo carboxilo. Por lo tanto, aquellos azúcares con un grupo carbonilo libre son llamados azúcares reductores y aquellos en los que el grupo carbonilo se encuentra combinado en unión glucosídica se conocen como azúcares no reductores. Entre los azúcares reductores más comunes se encuentra la glucosa, fructosa, lactosa y maltosa que presentan un carbono libre en su estructura y pueden reducir, en determinadas condiciones, a las sales cúpricas (Ramírez Juárez, 2011).

i. Glucosa

La glucosa es metabólicamente el azúcar más importante en las plantas y animales. Sólo en la porción en crecimiento activo de la planta el contenido de glucosa excede el de la sacarosa. Al comienzo de la zafra el contenido de glucosa del jugo es alto y disminuye con la madurez. A pesar de que cantidades iguales de glucosa y fructosa están implicadas en la hidrólisis y condensación de la sacarosa, la relación dextrosa-levulosa raras veces es igual en el jugo crudo (Ramírez Juárez, 2011).

La fórmula empírica de la glucosa $C_6H_{12}O_6$ y el peso molecular es 180.2 g/mol. La glucosa es menos soluble en agua que la sacarosa; es soluble en etanol e insoluble en éter. Las moléculas de glucosa se condensan de diferente manera para formar almidón, dextrana y celulosa (Ramírez Juárez, 2011).

ii. Fructosa

Conocida como azúcar de frutas. La fructosa es más dulce que la sacarosa y la glucosa; de las tres es la menos abundante en la caña. A semejanza de la glucosa, es más abundante en las partes en crecimiento de la planta y menos abundante en la parte inferior del tallo y las raíces. La fructosa disminuye en la maduración y puede ser imposible de detectar en algunas variedades de alta pureza en la madurez (Ramírez Juárez, 2011).

La fórmula empírica de la fructosa es la misma que la glucosa ($C_6H_{12}O_6$), y el peso molecular es de 180.2 g/mol. La fructosa es muy soluble en agua y ligeramente soluble en etanol. Igual que la glucosa, la fructosa es un azúcar reductor, pero posee un grupo cetona en lugar de un grupo aldehído (Ramírez Juárez, 2011).

H. Parámetros de calidad

a. Grados brix

Es el porcentaje en peso de todos los sólidos (azúcares reductores y no reductores, colorantes orgánicos e inorgánicos), en una solución de sacarosa pura. El porcentaje de Brix en el jugo es siempre mayor que el porcentaje de Pol en el jugo (Chen, 1991).

Los grados Brix es la cantidad de sólidos en una “solución de sacarosa pura” expresada como porcentaje en peso, determinada por hidrómetro de Brix o cualquier otra medida de densidad convertida en la escala Brix. Por extensión, Brix representa los “sólidos aparentes” que contiene una solución de azúcar” (Subiros Ruiz, 2000).

b. Pol

Es el término utilizado para expresar el contenido de azúcar. Usualmente establecido como porcentaje. El valor de Pol es determinado por polarización simple con un polariscopio. El término es usado como si se tratase de una sustancia real (Chen, 1991).

Es el resultado que se obtiene de la polarización directa o sencilla en un sacarímetro de una solución, o del “peso normal” de un material sacarino en una solución. Al igual que el Brix, el término se emplea en los cálculos como sustancia (Pol por ciento de caña, extracción de pol, etc). Debido a que el valor real de la sacarosa se ve afectado por las sustancias no sacarosas presentes en la solución, se usa “sacarosa aparente” como equivalente a Pol (Subiros Ruiz, 2000).

c. Rendimiento

Se llama así al peso de azúcar comercial que se obtiene de una determinada cantidad de caña. No se toma en cuenta la composición o análisis de azúcar. El rendimiento se puede expresar en forma de porcentual o en libras de azúcar por tonelada de caña, o sea es el rendimiento de azúcar producido por tonelada de caña (Subiros Ruiz, 2000).

d. Pureza

La pureza es el grado de pureza de la sacarosa en una solución. Debido a que el porcentaje de Brix es siempre más grande que el porcentaje de Pol, la pureza es siempre menor que 100 % (Chen, 1991).

La Pureza se expresa en términos de porcentaje la proporción en que se encuentra la sacarosa o pol respecto a los sólidos totales en cualquier material de ingenio azucarero. Básicamente la pureza de un producto azucarero, es el azúcar de la caña presente en términos de porcentaje de materia sólida (Chen, 1991).

I. Descripción de los tratamientos

Se hicieron cuatro distintas mezclas de los mismos productos en distintas concentraciones para evaluar su eficacia.

- Tensoactivos no-iónicos
- Biocida, libre totalmente de formaldehído.
- Preservante basado en un ácido orgánico
- Formadores de capa derivados de compuestos orgánicos.

a. Tensoactivos no-iónicos

Los tensoactivos o surfactantes no iónicos presentan excelente actividad en superficie y por tanto tienen una acción humectante sobresaliente.

- Los surfactantes tienen las características de reducir el volumen y frecuencia de aplicación.
- Aumentar la actividad del Ingrediente Activo
- Mejorar la Selectividad
- Mejorar la translocación.

Los surfactantes no-iónicos tienen la ventaja de que son estables con la mayoría de los productos químicos en las concentraciones usuales de empleo. Al no ionizarse en agua, no forman sales con los iones metálicos y son igualmente efectivos en aguas blandas y duras. Su naturaleza química los hace compatible con otros tensoactivos aniónicos, catiónicos y coloides cargados positiva y negativamente. Estas características, los hace valiosos como materia prima para la formulación de diversos productos industriales como (SERMANAT, 2013):

- Agricultura: concentrados emulsionables y polvos mojables.
- Latex: emulsionantes primarios y coemulsionantes.

- Curtido: desengrase, teñido, engrasado.
- Textiles: mercerizado, blanqueado, blanqueado, teñido, descruce.
- Procesos de metales: limpiadores alcalinos.

b. Biocidas

Sustancias activas, preparados o microorganismos cuya finalidad es destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier organismo nocivo por medios químicos o biológicos (Garcia Dios, 2017).

c. Preservantes

i. Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos y sus ésteres se hallan muy difundidos en la naturaleza. Se encuentran con frecuencia en frutas; por ejemplo, el ácido cítrico de los frutos cítricos, el ácido benzoico en arándanos agrios y las ciruelas verdes, el ácido sórbico en la fruta del fresno. El ácido láctico se encuentra en los tejidos animales; el galato de metilo en las hojas de diversos géneros de plantas; en las especias se encuentran varios ácidos orgánicos (Ocampo C, Rios V, Betancur J, & Ocampo S, 2008).

ii. Ácido propiónico

El ácido propiónico y sus sales son altamente eficaces como inhibidores fúngicos pero a las concentraciones permitidas en los alimentos, son virtualmente ineficaces contra las levaduras. Son también eficaces inhibidores de muchas especies microbianas a concentraciones de 0.05 % - 0.1 % de ácido no disociado y se utilizan para evitar el crecimiento de mohos y de filamentosidad en productos de panadería (Ocampo C, Rios V, Betancur J, & Ocampo S, 2008).

d. Formador de capa

Kollidon VA 64 es un copolímero de vinilpirrolidona-acetato de vinilo que es soluble en agua así como en alcohol. Se utiliza como un aglutinante seco en tabletas, como un agente auxiliar de granulación y como un agente formador de película en la industria farmacéutica (BASF.com, 2016).

2.2.2 Marco referencial

A. Ubicación geográfica

El área donde se realizó el ensayo está ubicada en la finca Santa Rita del Ingenio Magdalena, en el municipio de la Democracia, del Departamento de Escuintla aproximadamente a 115 km de la ciudad de Guatemala. Cuenta con un área total de 635.29 ha, de las cuales 536.27 ha se encuentra sembrada con caña de azúcar y 7.95 ha sin caña de azúcar, el resto de las áreas están distribuidas en cerros, guardianía, parcelas con vinaza, zanjones, área verde, etc.

Está ubicada en las coordenadas 14° 07' 13" latitud norte y 90° 55' 43" longitud oeste, con una altura de 48 m s.n.m. Presenta una precipitación anual de 2,500 mm a 4,000 mm. La temperatura oscila entre 27 °C y 32 °C (Orozco, Soto, Pérez, Ventura, & Recinos, 1995).

En la Figura 5 se muestra una toma aérea del área donde se estableció el ensaño



Fuente: Gogle Earth, 2016.

Figura 5. Ubicación geográfica del ensayo

B. Condiciones climáticas

El clima según la metodología de Thornthwaite, es cálido, sin estación fría bien definida, clima húmedo, vegetación característico: bosque, el tipo de distribución de lluvia: con invierno seco, con precipitación total anual de 3,142 mm (Orozco, Soto, Pérez, Ventura, & Recinos, 1995).

C. Zona de vida

La finca “Santa Rita” se encuentra en la Zona de vida conocida como Sub-tropical Húmeda, con zonas de transición de la zona Sub-húmeda con partes de humedad Semiárida (Orozco, Soto, Pérez, Ventura, & Recinos, 1995).

D. Región fisiográfica

La zona de estudio se ubica en la región fisiográfica de la Llanura Costera del pacifico. Dentro de tal provincia se encuentra comprendido el material aluvial cuaternario, que cubre estratos de la plataforma continental, los ríos que corren desde el altiplano volcánico, arrastran gran cantidad de materiales; que al cambiar de pendiente son depositados, formando una planicie de poca ondulación y de aproximadamente unos cincuenta km a lo largo de la costa del pacifico (Orozco, Soto, Pérez, Ventura, & Recinos, 1995).

E. Características edafológicas

La finca "Santa Rita" cuenta con suelos entisoles, que se pueden describir como no evolucionados de perfil AC, muy permeables, de textura gruesa. Presenta déficit de agua en verano (Orozco, Soto, Pérez, Ventura, & Recinos, 1995).

F. Variedad CP 72-2086

CP Canal Point (Florida)

72 Año de selección

2086 Número correlativo de selección

Progenitores CP 62-374 X CP 63-588

La variedad de caña utilizada fue CP – 722086 bajo condiciones de manejo agronómico de la finca, se escogió dicha variedad ya que es la más utilizada y tiene los mayores índices de rendimiento en el primer tercio de la zafra en Guatemala.

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 (Comparini Aguirre, 2006).

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 s.n.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 (Comparini Aguirre, 2006).

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de 3 tratamientos químicos para evitar el deterioro de sacarosa pos cosecha en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) variedad CP-72 2086. En la finca Santa Rita, Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, Guatemala, C.A.

2.3.2 Objetivos Específicos

- A. Determinar el efecto de los tratamientos químicos sobre el comportamiento de los jugos obtenidos de la caña de azúcar en cuanto a calidad respecto al tiempo transcurrido después de la cosecha.
- B. Determinar el efecto que tienen los tratamientos químicos en el rendimiento de azúcar (libras / tonelada de caña molida).

2.4 HIPÓTESIS

H0: Al menos uno de los tratamientos químicos evitará el deterioro pos cosecha de la sacarosa en el cultivo de caña de azúcar.

Ha: Ninguno de los tratamientos químicos evitará el deterioro pos cosecha de la sacarosa en el cultivo de caña de azúcar.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Diseño del ensayo

A. Número y descripción de los tratamientos

En total se establecieron 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos utilizados se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos

Tratamiento	Producto	Dosis	Número CAS	Descripción
1	BAS1402	60 ml/ton	111-30-8 79-09-4 69011-36-5 9003-39-8 7732-18-5	Glutaraldehído (Biocida) Ácido propanoico (Conservante) Alcohol de tridecilo (Tensoactivo) Povidona (Formador de Capa) Agua Destilada
2	BAS1404	60 ml/ton	111-30-8 79-09-4 61791-26-2 9003-39-8 7732-18-5	Glutaraldehído (Biocida) Ácido propanoico (Conservante) Amina de sebo etoxilada (Tensoactivo) Povidona (Formador de Capa) Agua Destilada
3	BAS1405	60 ml/ton	111-30-8 79-09-4 61791-26-2 25086-89-9 7732-18-5	Glutaraldehído (Biocida) Ácido propanoico (Conservante) Amina de sebo etoxilada (Tensoactivo) Copolímero de acetato de vinilo (Formador de Capa) Agua Destilada
4	TESTIGO	Sin Aplicación		

Fuente: elaboración propia, 2016.

Se evaluaron mezclas de compuestos químicos que comprenden un biocida, conservante, tensoactivo, y un formador de capa a base de compuestos orgánicos.

2.5.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo bifactorial (Tratamiento y tiempo transcurrido desde la cosecha).

2.5.3 Modelo estadístico

$$y_{ijk} = \mu + t_i + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + y_k + \epsilon_{ijk}$$

En donde:

y_{ijk} = Variable de respuesta observada en la ijk - ésimo tratamientos

μ = Media general

α_i = efecto del i - ésimo nivel del factor A

β_j = efecto del j - ésimo nivel del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i - ésimo nivel del factor A y del j – esimo nivel del factor B .

y_k = efecto del k – ésimo bloque

ϵ_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk - ésima unidad experimental

2.5.4 Unidad experimental

Cada unidad experimental constituye de 15 m de largo de 4 surcos de caña cortada, obteniendo 16 unidades experimentales.

2.5.5 Manejo del experimento

Se aplicaron los tratamientos químicos T1 (BAS 1202), T2 (BAS 1404 y T3 (BAS 1505) sobre las choras de tallos cosechados (constituida por 4 surcos) y un largo de 15 m, dejando un testigo sin aplicar. En la Figura 6 se observa una fotografía de una chorra de caña. Para las aplicaciones de los tratamientos químicos se utilizó un pulverizador de espalda de marca Murayama con presión constante acoplado a boquillas de cono hueco.



Fuente: CENGICAÑA, 2014

Figura 6. Fotografía de choras de caña

Se aplicó una dosis de 60 ml por tonelada de caña cosechada de cada tratamiento químico.

En el Cuadro 3 se observan los muestreos realizados a los tratamientos, siendo estos a las 6 h, 14 h, 22 h, 30 h, 38 h y 46 h. Para medir las variables se seleccionaron 4 tallos al azar de cada unidad experimental, se tomaron tallos con 30 o más entrenudos por cada repetición.

Cuadro 3. Frecuencia y cantidad de muestreos

# Evaluación	Frecuencia (h)	Muestras evaluadas	Total
1	6	4 Tallos de cada unidad experimental	16
2	14	4 Tallos de cada unidad experimental	16
3	22	4 Tallos de cada unidad experimental	16
4	30	4 Tallos de cada unidad experimental	16
5	38	4 Tallos de cada unidad experimental	16
6	46	4 Tallos de cada unidad experimental	16
TOTAL			96

Las muestras se llevaron al laboratorio del Ingenio Magdalena debidamente identificadas. Cada muestra fue pasada por una prensa hidráulica para extraer el jugo de la caña, el cual fue depositado en recipientes desechables. De cada recipiente se tomó 150 ml de jugo al que se le agregó 0.1 g de subacetato de plomo, se mezcló, luego se pasó por conos de papel filtro en un proceso de clarificación del jugo, ya clarificado se pasó la muestra al sacarímetro brindándonos la lectura de Pol Sacarosa. Para obtener los Brix se tomaron 0.5 ml de la muestra de jugo sin clarificar el cual se llevó al refractómetro para obtener los datos.

2.5.6 Croquis de campo

En la Figura 7 podemos observar la distribución de cada una de las unidades experimentales utilizadas.



Ingenio: Magdalena
 Finca: Santa Rita
 Pante: 10
 Lote: 120108
 Variedad: Cp. 72-2086

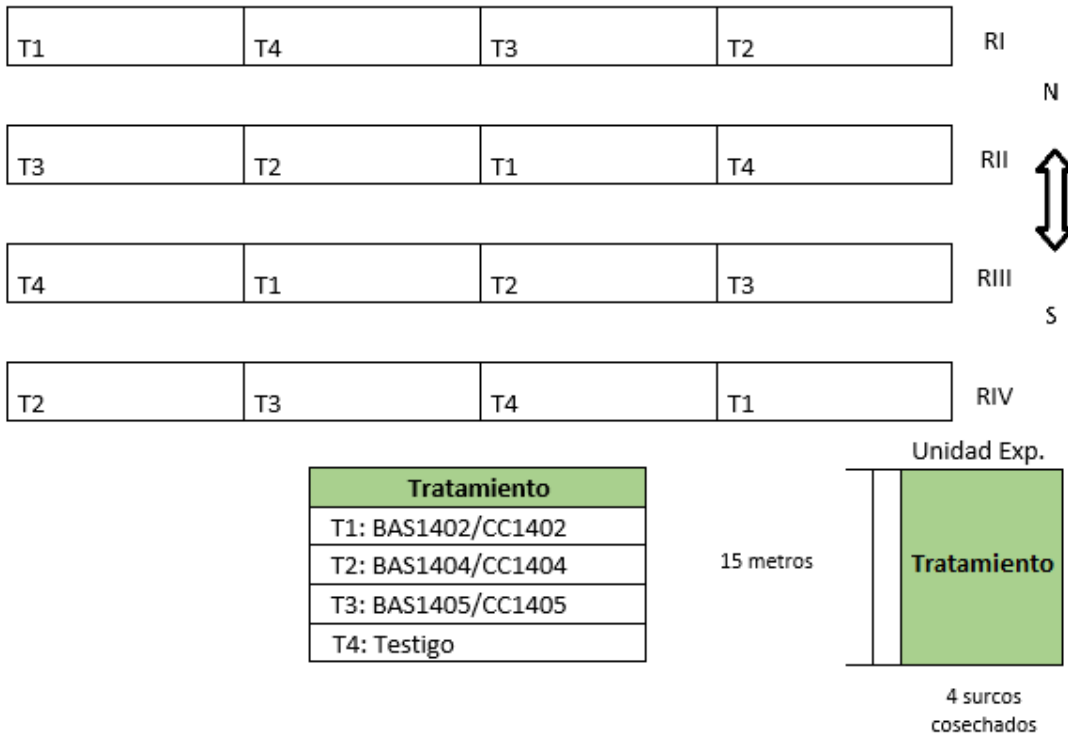


Figura 7. Croquis del experimento

2.5.7 Variables de respuesta

Las variables de respuesta que se midieron fueron las siguientes.

- a) Grados Brix (%): variable que da una medida de la cantidad de sólidos totales disueltos en el jugo clarificado y cuyo análisis se llevó a cabo en el refractómetro. Este parámetro es utilizado para el cálculo de la pureza del jugo.

- b) Pol (Sacarosa) (%): variable que se define como una medida de sacarosa aparente en el jugo clarificado. Su análisis se llevó a cabo en el polarímetro. Este parámetro también es utilizado para el cálculo de la pureza del jugo.
- c) Pureza (%): Se obtuvo a través de la división de la pol dentro del Brix y permite determinar qué cantidad de los sólidos totales del jugo está representado por la “sacarosa”.
- d) Rendimiento de azúcar (libras / tonelada de caña molida): variable que llama así al peso de azúcar comercial.

2.5.8 Análisis de información

Con los datos obtenidos en el laboratorio, se realizó un análisis estadístico para las variables mencionadas se utilizó ANDEVA y el comparador de medias de Tukey.

Se realizó un análisis gráfico comparativo de las variables en estudio

1. Comparación gráfica de grados brix contra horas transcurridas de muestreo.
2. Comparación gráfica de pol contra horas transcurridas de muestreo.
3. Comparación grafica de pureza contra horas transcurridas de muestreo.
4. Comparación grafica de rendimiento contra horas transcurridas de muestreo.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Grados brix

Con los datos promedios de “Grados Brix” se procedió a realizar un análisis de varianza para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El resultado de dicho análisis se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable grados brix

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	P-Valor
Modelo	23	94.54	4.11	3.05	0.0002
Tratamiento	3	9.81	3.27	2.43	0.0724 N.S
Hora	5	24.91	4.98	3.7	0.0049*
Tratamiento*Hora	15	59.82	3.99	2.96	0.0011*
Error	72	97.03	1.35		
Total	95	191.57			

En el Cuadro 4 se puede observar que no existen diferencias significativas para el factor tratamiento, debido a que P-valor = 0.0724 es mayor a 0.05 para la variable grados Brix. Sin embargo el factor “hora” con un P-valor = 0.0049 es menor a 0.05 por lo que indica que al menos en una hora transcurrida desde la cosecha existen diferencias significativas, como también con un P-valor = 0.0011 para la interacción de los factores “tratamiento x hora” respectivamente, este resultado hace referencia de que al menos un tratamiento en un tiempo transcurrido desde la cosecha provee las mejores medias para esta variable.

Para determinar el mejor tiempo transcurrido desde la cosecha, se realizó un análisis post-andeva a través de la prueba de comparación de media de Tukey, para el factor “hora” (ver Cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de medias para el factor hora, para la variable grados brix

Hora	Medias	N	E.E	GRUPOS
38	19.27	16	0.29	A
30	19.06	16	0.29	A
46	18.43	16	0.29	A B
14	18.3	16	0.29	A B
22	18.19	16	0.29	A B
6	17.68	16	0.29	B

En el Cuadro 5 se puede observar a los grupos A y B, el grupo A los mayores promedios de grados brix, los mayores valores obtenidos fueron a las 38 h (19.27 grados brix), y a las 30 h (19.06 grados brix), ambos clasificados en el grupo A son estadísticamente distintos a los del grupo B.

Hay mayor disponibilidad de concentración de grados brix, a las 30 h y 38 h para esta variable debido que al transcurrir el tiempo se pierde la humedad y se eleva la concentración de azúcar, luego empieza a descender a las 46 h momento en que el azúcar presente en los tallos empieza a deteriorarse.

El Cuadro 6 presenta la prueba de medias de la interacción de los factores “tratamiento x hora” de los tratamientos evaluados.

Cuadro 6. Prueba de medias para la interacción de tratamiento x horas, para la variable grados brix.

Tratamiento	Hora	Medias	N	E.E	GRUPOS
T4	30	21.14	4	0.58	A
T3	38	20.04	4	0.58	A
T1	38	19.75	4	0.58	A B
T2	30	19.33	4	0.58	A B
T3	46	19.29	4	0.58	A B
T1	22	19.13	4	0.58	A B
T2	14	18.94	4	0.58	A B
T4	14	18.89	4	0.58	A B
T2	38	18.84	4	0.58	A B
T3	33	18.84	4	0.58	A B
T4	46	18.79	4	0.58	A B
T3	30	18.54	4	0.58	A B
T2	46	18.45	4	0.58	A B
T4	38	18.44	4	0.58	A B
T3	14	18.24	4	0.58	A B
T2	6	18.11	4	0.58	A B
T3	6	18.1	4	0.58	A B
T4	22	17.61	4	0.58	B
T1	6	17.56	4	0.58	B
T4	6	17.36	4	0.58	B
T1	30	17.22	4	0.58	B
T1	46	17.19	4	0.58	B
T2	22	17.16	4	0.58	B
T1	14	17.14	4	0.58	B

El Cuadro 6 presenta a 2 grupos A y B, en el grupo A los mejores tratamientos para el contenido de grados brix, se obtuvieron los mayores promedios de parte del testigo (T4),

con un tiempo transcurrido después de la cosecha a las 30 h (21.14 grados brix), y el T3 (BAS 1405), a las 38 h (20.04 grados brix) como se puede observar los tratamientos químicos con más tiempo transcurrido después de la cosecha son los que presentan mayores medias después del testigo a las 30 h.

En la Figura 8 se puede observar el comportamiento de grados brix en el tiempo trascurrido después de la cosecha.

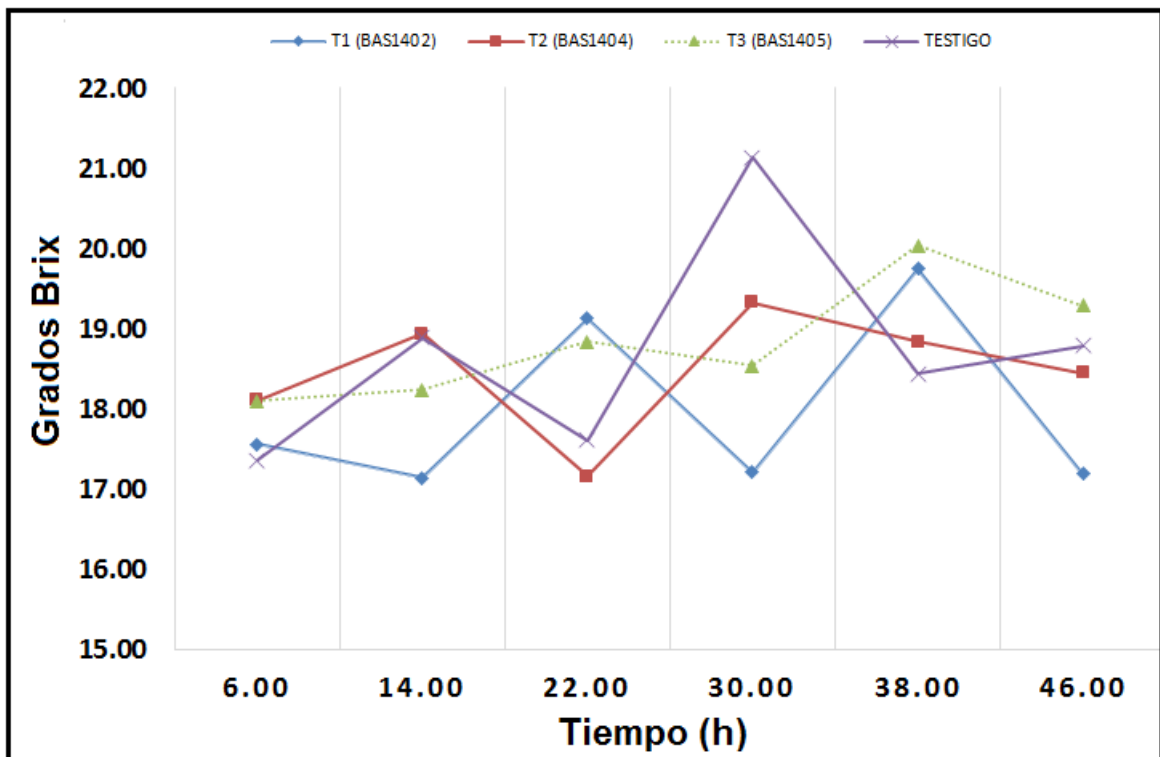


Figura 8. Gráfica del comportamiento de grados brix en el tiempo

En los tratamientos se da un fenómeno donde la lectura crece debido a que se pierde humedad y se eleva la concentración de azúcar, siendo los mayores valores a las 38 h y posteriormente decrece a las 46 h. En la gráfica se ve que el punto mínimo de grados brix es a las 6 h, en este momento la cantidad de sólidos totales es menor en la caña por líquido soluble.

2.6.2 Pol (contenido de sacarosa)

Con los datos promedios Pol (contenido de sacarosa), se procedió a realizar un análisis de varianza para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El resultado de dicho análisis se presenta en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable Pol

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	P-Valor
Modelo	23	109.01	4.74	3.01	0.0002
Tratamiento	3	10.02	3.34	2.12	0.1053 N.S.
Horas	5	24.5	4.9	3.11	0.0135*
Tratamiento*Horas	15	74.49	4.97	3.15	0.0006*
Error	72	113.55	1.58		
Total	95	222.56			

El Cuadro 7 presenta los resultados del análisis de varianza, se determinó que no existen diferencias significativas entre utilizar tratamientos para esta variable, con un P-valor = 0.1053, es mayor a 0.05 por lo que estadísticamente no es significativo.

Para el factor “hora” P-valor = 0.0135, es menor a 0.05, esto indica que este factor es independiente a diferencia del factor tratamiento que es dependiente, esto lo podemos observar en la interacción ya que para que haya diferencia significativa en el porcentaje de Pol, depende de los dos factores, el tratamiento y el tiempo lo podemos observar ya que P-valor es menor a 0.05 (ver Cuadro 7).

Para poder determinar cuál es el mejor tiempo transcurrido desde la cosecha se procedió a realizar una prueba de medias de Tukey para el factor “hora” (ver Cuadro 8), para conocer

el mejor tratamiento y tiempo transcurrido se realizó una prueba de medias de Tukey para la interacción de los factores “tratamiento x hora” (ver Cuadro 9).

Cuadro 8. Prueba de medias para el factor hora, para la variable Pol

Hora	Medias	N	E.E	GRUPOS
30	16.86	16	0.31	A
38	16.58	16	0.31	A
46	15.97	16	0.31	A B
14	15.95	16	0.31	A B
6	15.56	16	0.31	B
22	15.47	16	0.31	B

En el Cuadro 8 se pueden observar a los grupos A y B, en el grupo A están los mayores promedios estadísticos de Pol, se puede recomendar un tiempo de 30 h como el adecuado entre el corte y la molienda, donde se obtiene un mayor porcentaje de Pol (16.86 %), en el grupo B podemos observar las horas menos eficientes las cuales son a las 6 h y 22 h con un porcentaje de Pol de (15.95 %), y (15.47 %).

Como se puede observar el tiempo es una variable independiente debido a lo observado en el Cuadro 7, el utilizar tratamientos no influyen estadísticamente sobre la contenido de Pol sacarosa sino esta es causa del tiempo transcurrido desde el corte.

El Cuadro 9 presenta la prueba un resumen de medias de Tukey para la interacción de los factores “tratamiento x horas”, para la variable Pol.

Cuadro 9. Prueba de medias para la interacción de los factores, tratamiento x horas, para la variable Pol

Tratamiento	Hora	Medias	N	E.E	GRUPOS		
T4	30	18.63	4	0.63	A		
T3	38	17.72	4	0.63	A	B	
T2	30	17.36	4	0.63	A	B	C
T1	38	17.21	4	0.63	A	B	C
T3	46	16.88	4	0.63	A	B	C
T1	22	16.85	4	0.63	A	B	C
T4	14	16.73	4	0.63	A	B	C
T2	14	16.6	4	0.63	A	B	C
T3	30	16.32	4	0.63	A	B	C
T4	46	16.19	4	0.63	A	B	C
T2	46	16.14	4	0.63	A	B	C
T3	14	16.05	4	0.63	A	B	C
T3	22	16.04	4	0.63	A	B	C
T2	38	16.03	4	0.63	A	B	C
T3	6	15.98	4	0.63	A	B	C
T2	6	15.72	4	0.63	A	B	C
T1	6	15.39	4	0.63	A	B	C
T4	38	15.38	4	0.63	A	B	C
T4	6	15.13	4	0.63		B	C
T1	30	15.13	4	0.63		B	C
T4	22	14.97	4	0.63		B	C
T1	46	14.65	4	0.63		B	C
T1	14	14.4	4	0.63		B	C
T2	22	14.04	4	0.63			C

En el Cuadro 9 se pueden observar a los grupos A, B y C, en el grupo A los mejores tratamientos para la producción de Pol (contenido de sacarosa), obteniéndose las mayores

medias de Pol en el testigo (T4), a las 30 h (18.63 %), y el T3 (BAS 1405), a las 38 h (17.72 %).

En la Figura 9 se puede observar el comportamiento de Pol (contenido de sacarosa), en el tiempo transcurrido.

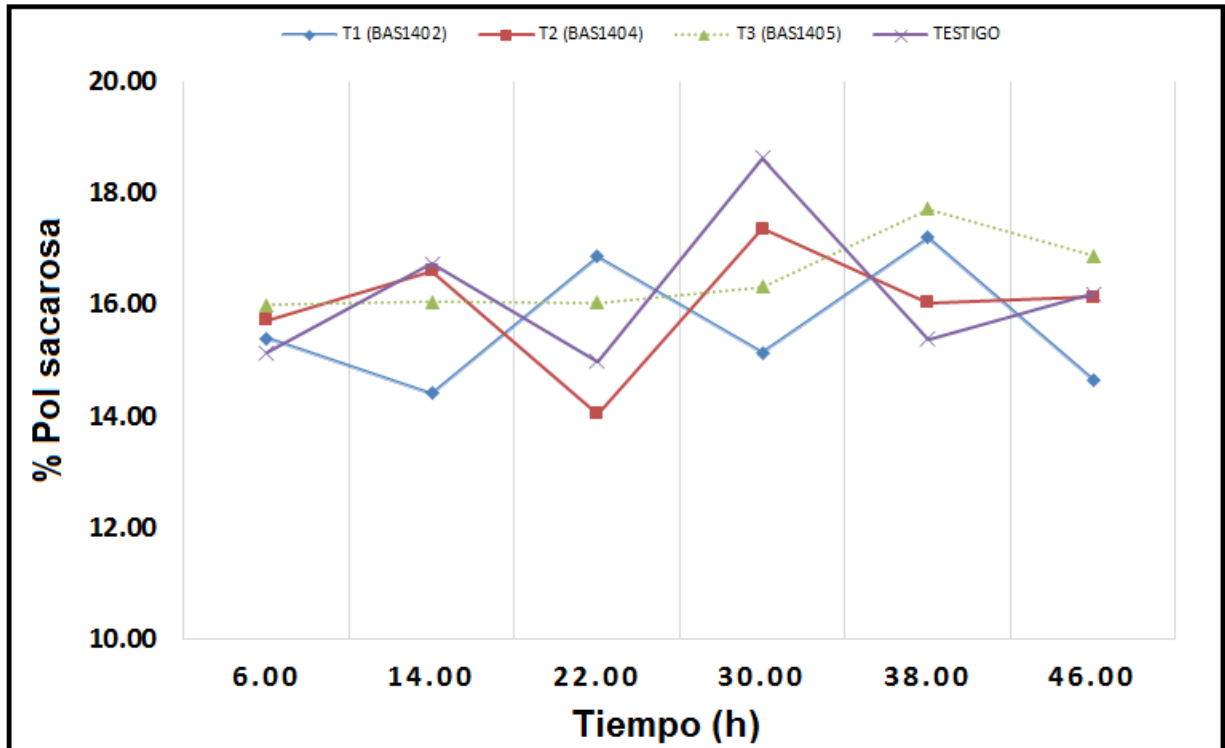


Figura 9. Gráfica del comportamiento de Pol en el tiempo

Como se puede observar en la Figura 9, los resultados son más estables que la variable grados brix presentados en la Figura 8, debido a que en este caso existe una tendencia a aumentar conforme transcurre el tiempo hasta llegar un punto máximo que oscila entre las 30 h y 38 h. En la gráfica se observa que a las 38 h el contenido de sacarosa va decreciendo por lo que es recomendable procesar la caña antes de 38 h después de su cosecha.

2.6.3 Pureza (%)

Con los datos promedios de porcentaje de pureza, se procedió a realizar un análisis de varianza para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El resultado de dicho análisis se presente en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable pureza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	P-Valor
Modelo	23	352.52	15.33	2.87	0.0003
Tratamiento	3	24.3	8.1	1.52	0.217N.S.
Horas	5	117.63	23.53	4.41	0.0015*
Tratamiento*Horas	15	210.6	14.04	2.63	0.0032*
Error	72	384	5.33		
Total	95	736.52			

El Cuadro 10 presenta los resultados del análisis de varianza que determinó que no existen diferencias significativas entre utilizar tratamientos para esta variable, con un P-valor = 0.217, debido a que es mayor a 0.05 y estadísticamente no es significativo.

Sin embargo para el factor hora P-valor = 0.0015 es menor a 0.05, esto indica que este factor es independiente a diferencia del factor tratamiento que es dependiente, esto lo podemos observar en la interacción ya que para que haya diferencia significativa en el contenido de pureza, depende de los dos factores, ya que P-valor = 0.0032 es menor a 0.05 (ver Cuadro 10).

El Cuadro 11 presenta la prueba un resumen de medias de Tukey para el factor “hora”, para la variable pureza.

Cuadro 11. Pruebas de media para el factor hora, variable pureza

Hora	Medias	N	E.E	GRUPOS
30	88.42	16	0.58	A
6	87.47	16	0.58	A B
14	86.92	16	0.58	A B C
46	86.54	16	0.58	A B C
38	86.01	16	0.58	A B C
22	84.89	16	0.58	A B C

En el Cuadro 11 se pueden observar a los grupos A, B, y C, el mayor valor de pureza se obtuvo a las 30 h (88.42 %).

El factor “hora” sigue siendo un factor independiente como lo observado en las variables antes analizadas, presenta los mejores promedios independientemente de qué tratamiento sea utilizado, el tiempo transcurrido es el factor más importante en este ensayo.

El Cuadro 12 presenta la prueba de medias de Tukey para la interacción de los factores “tratamiento x horas”, para la variable pureza.

Cuadro 12. Prueba de medias para la interacción de los factores tratamiento x hora, para la variable pureza

Tratamiento	Hora	Medias	N	E.E	GRUPOS		
T2	30	89.74	4	0.58	A		
T4	14	88.56	4	0.58	A	B	
T3	38	88.53	4	0.58	A	B	
T3	6	88.31	4	0.58	A	B	
T4	30	88.13	4	0.58	A	B	
T3	30	88.03	4	0.58	A	B	
T3	14	88	4	0.58	A	B	
T1	22	87.99	4	0.58	A	B	
T1	30	87.77	4	0.58	A	B	C
T2	14	87.65	4	0.58	A	B	C
T1	6	87.59	4	0.58	A	B	C
T3	46	87.46	4	0.58	A	B	C
T2	46	87.45	4	0.58	A	B	C
T4	6	87.17	4	0.58	A	B	C
T1	38	87.08	4	0.58	A	B	C
T2	6	86.83	4	0.58	A	B	C
T4	46	86.05	4	0.58	A	B	C
T1	46	85.19	4	0.58	A	B	C
T3	22	85.11	4	0.58	A	B	C
T2	38	85.04	4	0.58	A	B	C
T4	22	84.79	4	0.58	A	B	C
T1	14	83.49	4	0.58	B		C
T4	38	83.39	4	0.58	B		C
T2	22	81.69	4	0.58	C		

En el Cuadro 12 se pueden observar a los grupos A, B y C, en el grupo A los de mayores promedios estadísticos, se obtuvo el mejor promedio de porcentaje de pureza por el tratamiento T2 (BAS 1404), con un tiempo transcurrido de 30 h desde la cosecha (89.74 %).

La Figura 10 presenta el comportamiento de la pureza en el tiempo.

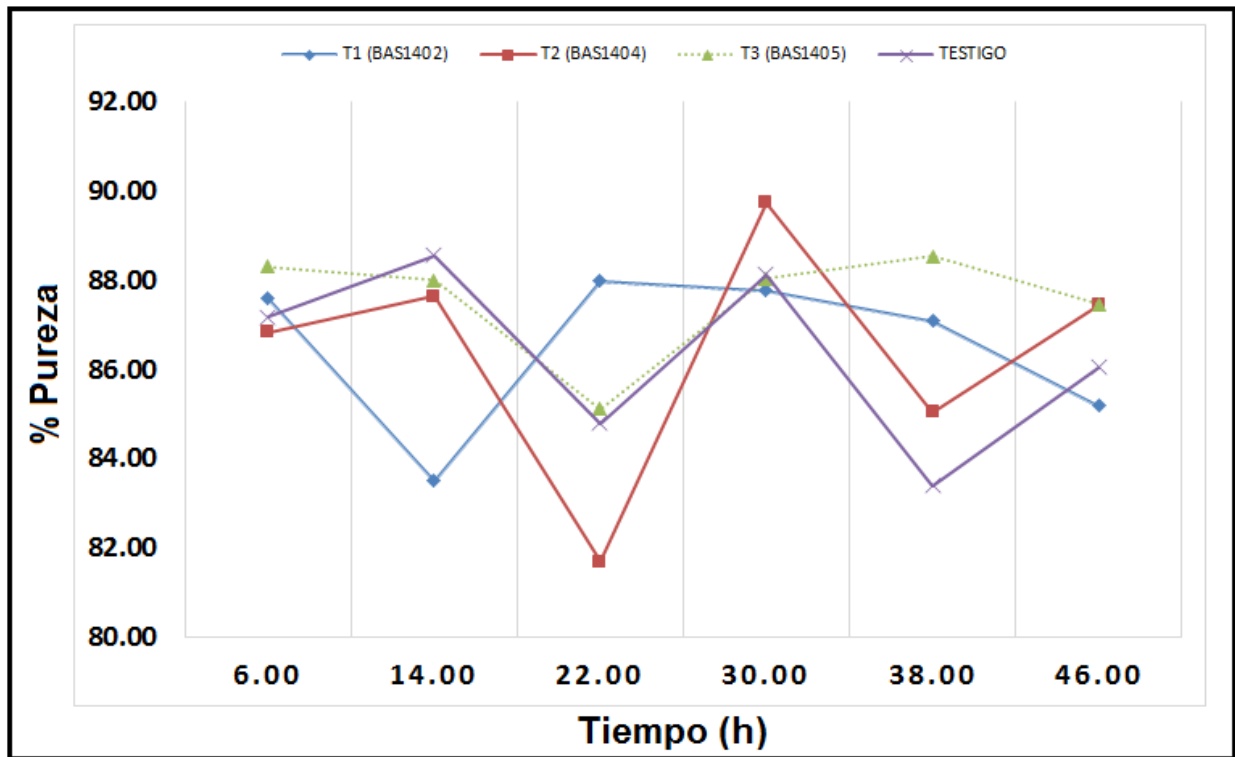


Figura 10. Gráfica comportamiento de la pureza en el tiempo

La tendencia para todos los tratamientos es disminuir y aumentar en el tiempo, aunque en el tratamiento T3 (BAS1405) se puede observar una estabilidad en el porcentaje de pureza durante el tiempo transcurrido, mientras que los demás tratamientos tienen un comportamiento anormal.

2.6.4 Rendimiento

Con los datos promedios de rendimiento, se procedió a realizar un análisis de varianza para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El resultado de dicho análisis se presenta en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable rendimiento

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	P-Valor
Modelo	23	14504.68	630.64	2.93	0.0003
Tratamiento	3	1844.55	614.85	2.86	0.0429N.S.
Horas	5	4448.82	889.76	4.14	0.0023*
Tratamiento*Horas	15	8211.31	547.42	2.54	0.0043*
Error	72	15489.43	215.13		
Total	95	29994.11			

En el Cuadro 13, se puede observar que no existen diferencias significativas para el factor tratamiento para la variable rendimiento debido a que P-valor = 0.0429. Sin embargo para el factor “hora” con un P-valor = 0.0023 es menor a 0.05 por lo que indica que al menos en un tiempo transcurrido desde la cosecha existen diferencias significativas; como también con un P-valor = 0.0043 para la interacción de los factores “tratamiento x hora” respectivamente, este resultado hace referencia de que al menos un tratamiento provee las mejores medias de rendimiento en caña de azúcar para esta variable.

El Cuadro 14 presenta la prueba de medias de Tukey para el factor “hora”, para la variable rendimiento.

Cuadro 14. Prueba de medias para el factor hora, variable rendimiento

Hora	Medias	N	E.E	GRUPOS
38	188.15	16	3.67	A
30	186.01	16	3.67	A
46	181.33	16	3.67	A B
14	177.65	16	3.67	A B
6	174.08	16	3.67	B
22	168.42	16	3.67	B

El Cuadro 15 presenta la prueba de medias Tukey para a un nivel crítico de 5 % (Alpha = 0.005) para la interacción de "tratamiento x horas", para la variable rendimiento.

Cuadro 15. Prueba de medias para la interacción de los factores tratamiento x horas, para la variable rendimiento

Tratamiento	Hora	Medias	n	E.E	GRUPOS		
T4	30	203.16	4	7.33	A		
T3	38	200.81	4	7.33	A	B	
T3	46	196.76	4	7.33	A	B	
T1	38	196.03	4	7.33	A	B	
T2	30	190.7	4	7.33	A	B	
T4	14	185.04	4	7.33	A	B	C
T3	30	184.46	4	7.33	A	B	C
T3	14	181.99	4	7.33	A	B	C
T1	22	181.55	4	7.33	A	B	C
T2	38	181.25	4	7.33	A	B	C
T2	14	180.59	4	7.33	A	B	C
T3	6	180.59	4	7.33	A	B	C
T4	46	180.43	4	7.33	A	B	C
T2	46	179.62	4	7.33	A	B	C
T1	6	175.61	4	7.33	A	B	C
T4	38	174.52	4	7.33	A	B	C
T2	6	172.51	4	7.33	A	B	C
T3	22	172.25	4	7.33	A	B	C
T4	22	171.18	4	7.33	A	B	C
T1	46	170.51	4	7.33	A	B	C
T4	6	167.52	4	7.33	A	B	C
T1	30	165.73	4	7.33	A	B	C
T1	14	162.99	4	7.33		B	C
T2	22	148.73	4	7.33			C

En el Cuadro 15 se pueden observar a los grupos A, B y C, siendo el grupo A los mejores tratamientos, se obtuvieron los mayores promedios de rendimiento por el testigo (T4) a las

30 h (203.16 lb/t equivalente a 92.34 kg/t), seguido del T3 (BAS1405), a las 38 h (200.81 lb/t equivalente a 91.28 kg/t). Se puede asumir que después de 30 h donde el deterioro de la caña de azúcar se acelera exponencialmente, el T3 (BAS1405), proporciona los mayores promedios de rendimiento logrando detener el deterioro pos cosecha en la caña de azúcar en comparación al testigo (T4) a las mismas horas, esto lo podemos observar en la Figura 12 y 13.

En la Figura 11 se describe el comportamiento del rendimiento a través del tiempo.

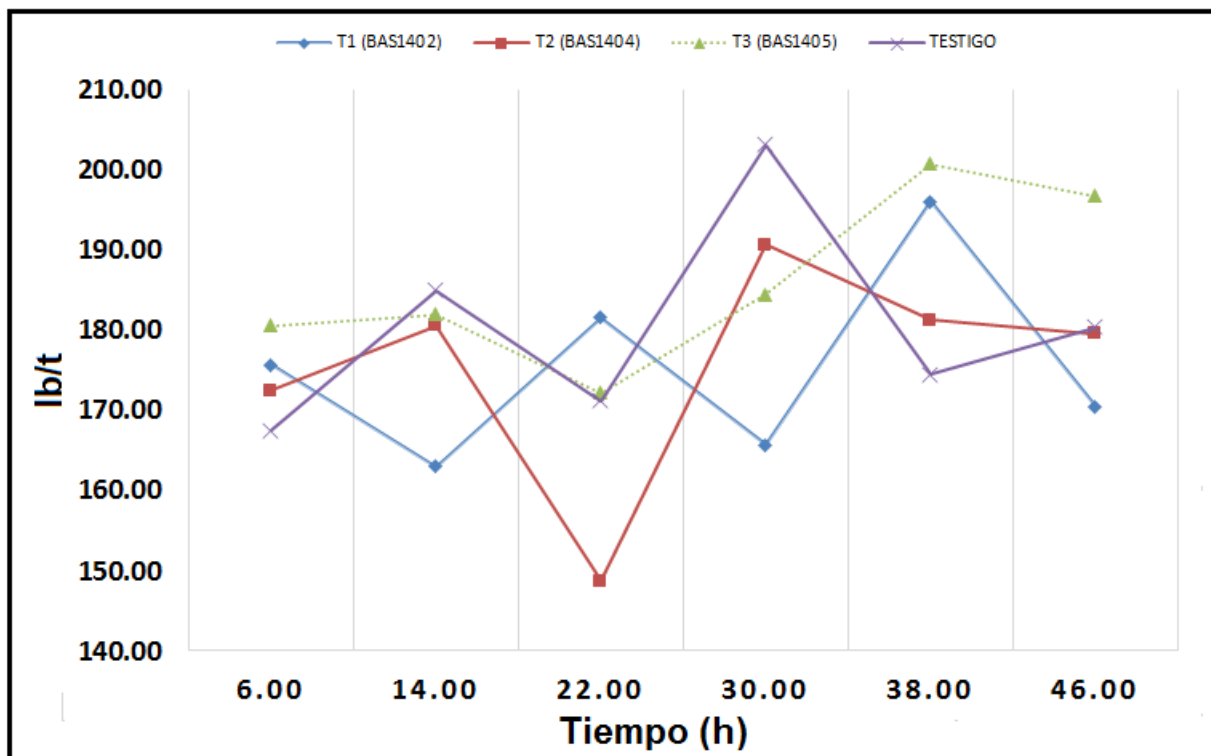


Figura 11. Gráfica del comportamiento del rendimiento en el tiempo

Puede observarse en la Figura 11 que el comportamiento de todos los tratamientos es diferente, pues a lo largo del tiempo aumenta y disminuye el rendimiento, el tratamiento T3 (BAS1405), es el que tiene las mayores medias a partir de las 30 h después de la cosecha, así mismo se puede observar que este tratamiento tiene una mayor estabilidad en el transcurso del tiempo con respecto a los demás tratamientos.



Figura 12. Rendimiento en lb/t a las 38 horas

Cuadro 16. Rendimiento en lb/t a las 38 horas

Tratamiento	lb/t
T1 (BAS 1402)	196.03
T2 (BAS 1404)	181.25
T3 (BAS 1405)	200.81
Testigo	174.52

El tratamiento que presentó el mejor rendimiento a partir de las 30 h después de la cosecha fue el T3 (BAS 1405), con un valor de 200.81 lb/t equivalente a 91.28 kg/t a las 38 h.



Figura 13. Rendimiento en lb/t a las 46 horas

Cuadro 17. Rendimiento en lb/t a las 46 horas

Tratamiento	lb/t
T1 (BAS 1402)	170.51
T2 (BAS 1404)	179.62
T3 (BAS 1405)	196.76
Testigo	180.43

El tratamiento que presentó el mejor rendimiento a las 46 h después de la cosecha fue el T3 (BAS 1405), con un valor de 196.76 lb/t equivalente a 89.44 kg/t.

2.7 CONCLUSIONES

1. En cuanto a la calidad de los jugos de la caña de azúcar para las variables Brix, Pol y pureza se determinó que no existen diferencias entre el testigo y los tratamientos químicos, No así en el tiempo transcurrido desde la cosecha donde si hubo diferencia así como también se encontraron diferencias significativas en la interacción de los tratamientos y el tiempo que transcurre desde la cosecha. Para la variable Brix se obtuvo el valor mayor a las 38 h (19.27 %), después del corte. En la interacción del factor tratamiento con el tiempo se obtuvieron los mayores valores por el testigo (T4), a las 30 h (21.14 %), y el T3 (BAS 1405), a las 38 h (20.04 %).
2. Respecto a la variable Pol en las horas después de la cosecha, se obtuvo el valor mayor a las 30 h (16.86 %). En la interacción del factor tiempo y el tratamiento, se obtuvieron los mayores valores de Pol por parte del testigo (T4), a las 30 h (18.63 %), y el T3 (BAS 1405), a las 38 h (17.72 %). En la variable pureza en el tiempo transcurrido después de la cosecha, el mayor valor obtenido corresponde a las 30 h (88.42 %). En la interacción del factor tiempo con el tratamiento, se obtuvo el mayor valor de pureza por el T2 (BAS 1404), a las 30 h (89.74 %).

Se determinó el efecto que tienen los tratamientos en el rendimiento de azúcar (libras / tonelada de caña molida), obteniéndose el mayor rendimiento de azúcar a las 30 h después de la cosecha en el testigo (T4), con una media de (203.16 lb/t equivalente a 92.34 kg/t), sin embargo partir de las 30 h donde se incrementa el deterioro de la sacarosa se obtuvo el mayor rendimiento de azúcar por el tratamiento T3 (BAS 1405), a las 38 h (200.81 lb/t equivalente a 91.28 kg/t), y 46 h (196.76 lb/t equivalente a 89.44 kg/t), después de la cosecha, presentando una diferencia de recuperación de azúcar en los valores totales de (23.29 lb/t equivalente a 10.59 kg/t), y (16.07 lb/t equivalente a 7.30 kg/t), con respecto al testigo (T4), en el mismo tiempo transcurrido desde la cosecha.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Considerar utilizar los conservantes químicos en caña de azúcar que pueda demorarse más de 30 h en ser procesada.
2. Seguir evaluando a mayor detalle conservantes químicos que puedan detener el deterioro pos cosecha de la sacarosa en otras variedades de caña de azúcar.
3. Evitar que la caña cosechada permanezca más de 30 h sin ser procesada para aprovechar al máximo el potencial de producción de caña de azúcar.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. AZASGUA. (2016). *Economía*. Obtenido de Asociación de Azucareros de Guatemala: <http://www.azucar.com.gt/economia3.html>
2. BASF. (2016). *Kollidon® VA64; excipients for drug formulation*. Obtenido de BASF: <https://pharmaceutical.basf.com/en/Drug-Formulation/Kollidon-VA64.html>
3. CENGICAÑA. (2014). *El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala*. Guatemala: Artemis Edinter. 512 p.
4. Chen, J. C. (1991). *Manual de azúcar de caña: para fabricantes de azúcar de caña y químicos especializados*. México: Limusa. 1200 p.
5. Comparini Aguirre, S. D. (2006). *Evaluación de variedades de caña de azúcar (Saccharum spp.) en el ingenio La Unión, Santa Lucía Cotzumalguapa. (Tesis Ing. Agr.) USAC: Guatemala*. Obtenido de USAC, Biblioteca Central: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2285.pdf
6. Estrada Rustrian, L. A. (2001). *Evaluación del efecto de la quema y el período previo a la molienda la sobre la calidad de los jugos de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) Variedad CP-722086, en el ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez. (Tesis Ing. Agr.)*. Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía.
7. Filippi Valdez, J. H. (2002). *Análisis de la pérdida de azúcar por manejo en los procesos de quema, transporte, manejo en patio y fabricación en caña de azúcar en el ingenio La Union, Escuintla. (Tesis Ing. Agr.)*. USAC: Guatemala. Obtenido de USAC, Biblioteca Central: <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-02027.pdf>
8. Flores, S. (1976). *Manual de caña de azúcar*. Guatemala: INTECAP. 172 p.
9. García Dios, I. (2017). *Identificación de los productos y medios empleados para el control de plagas UF1503*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo. 230 p.
10. Larrahondo, J. E. (1995). *Calidad de la caña de azúcar*. Obtenido de CENICAÑA: http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seridados/libro_el_cultivo_cana/libro_p337-354.pdf
11. Ocampo C, R., Rios V, L. A., Betancur J, L. A., & Ocampo S, D. M. (2008). *Curso práctico de química orgánica: enfocado a biología y alimentos*. Manizales, Colombia: Editorial Universidad de Caldas. 182 p.

12. Orozco, H., Soto, G., Pérez, O., Ventura, R., & Recinos, M. (1995). *Estratificación preliminar de la zona de producción de la caña de azúcar (Saccharum spp.) en Guatemala con fines de investigación en variedades*. Guatemala: CENGICAÑA.
13. Ramírez Juárez, J. R. (2011). *Determinación de sacarosa invertida por efecto de recirculación de jugo clarificado de caña de azúcar, en un evaporizador de placas de película descendente. (Tesis Ing. Quím.)*. USAC: Guatemala. Obtenido de USAC, Biblioteca Central: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1179_Q.pdf
14. SERMANAT. (2013). *Clasificación de tensoactivos*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México: <http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/gestionambiental/Materiales%20y%20Actividades%20Riesgosas/sitioscontaminados/GTZ/E-Clasificacion%20de%20Tensoactivos.pdf>
15. Solomun, S. (2009). Post-harvest deterioration of sugarcane. *Sugar-Tech*, 11(2), 109-123.
16. Subiros Ruiz, F. (2000). *El cultivo de la caña de azúcar*. San José, Costa Rica: EUNED. 448 p.
17. Watt, D. A., & Cramer, M. D. (2009). Post-harvest biology of sugarcane. *Sugar Tech*, 11(2), 142-145.
18. Zepeda Guardado, E. R. (2012). *Propuesta de alternativas para la reducción de pérdidas de sacarosa en un ingenio azucarero (Tesis Ing. Químico)*. San Salvador, Universidad de El Salvador. Obtenido de Repositorio Institucional: http://ri.ues.edu.sv/1647/1/TESIS-PROPUESTA_DE_ALTERNATIVAS_DE_REDUCCI%C3%93N_DE_P%C3%89RDIDAS_DE_SACAROSA.pdf





CAPÍTULO III

3 SERVICIOS PROFESIONALES PRESTADOS EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE BASF DE GUATEMALA

3.1 PRESENTACIÓN

Durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado, en los meses de Agosto 2015 – Mayo 2016 realizado en el Departamento de investigación y desarrollo de BASF, se enfocaron en la evaluación de diferentes pruebas encaminadas hacia el control de malezas en el cultivo de maíz y el efecto de fungicidas en caña de azúcar.

El área de investigación y desarrollo de BASF, realiza investigación a lo largo de la república de Guatemala, los servicios profesionales se llevaron a cabo en distintas ubicaciones del departamento de Escuintla.

El primer servicio se realizó en la estación experimental del ICTA, parcelamiento Cuyuta, municipio de Masagua, departamento de Escuintla, con el fin de evaluar nuevos ingredientes activos para el control de malezas en el cultivo de maíz.

El segundo servicio se realizó en la finca San Patricio del ingenio Magdalena, en el municipio de La Democracia, departamento de Escuintla, con el objetivo de evaluar el efecto de rebrote producido por la aplicación de fungicidas.

3.2 Objetivo General

Apoyar con servicios profesionales en las distintas actividades y ensayos que se efectuó en el Departamento de investigación y desarrollo de BASF de Guatemala durante el EPS en los meses de Agosto 2015 – Mayo 2016.

3.3 Servicio 1: Evaluación de la eficacia y selectividad del herbicida DISTINCT 70 WG (Diflufenzopyr 20% + Dicamba 50%) para el control de malezas de hoja ancha en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en post emergencia a la maleza y al cultivo.

3.3.1 Introducción

El cultivo del maíz (*Zea mays* L.) es uno de los granos básicos de mayor importancia en Guatemala ya que conforma la dieta alimenticia de la población guatemalteca y como también de muchas otras regiones del mundo. Las malezas sirven de hospederos de plagas y enfermedades; reduciendo la calidad y la cantidad de las cosechas. La presencia de malezas es uno de los principales factores que reducen el rendimiento en todos los cultivos, en algunos cultivos la maleza afecta más que plagas y enfermedades, por lo que su combate debe estar dentro de las actividades que deben priorizarse. En condiciones de libre competencia la merma en rendimiento puede alcanzar hasta 60 % e inclusive más (Subiros Ruiz, 2000)

3.3.2 Objetivos Específicos

- A. Evaluar la eficiencia del herbicida Distinct 70 WG, para el control de malezas dicotiledóneas en el cultivo de maíz.

- B. Determinar la presencia de síntomas de fitotoxicidad causada por la volatilización del herbicida en el cultivo de maíz.

3.3.3 Metodología

Se estableció un ensayo utilizando un diseño experimental con 5 tratamientos y 4 réplicas, para un total de 20 parcelas, la variedad de maíz utilizada fue HB-83, el ensayo fue

establecido en la estación experimental del ICTA, parcelamiento Cuyuta, municipio de Masagua, departamento de Escuintla, Guatemala.

A. Momento y frecuencia de aplicación

Se realizó una sola aplicación de los tratamientos a los 15 días después de la siembra del cultivo de maíz, en post-emergencia a las malezas cuando estas contaban con una altura de 15 cm aproximadamente.

B. Tratamientos y dosis de aplicación

La aplicación de los tratamientos de herbicidas fue realizada utilizando el equipo convencional manual, calculando una descarga de 285 l/ha, Los datos fueron analizados por comparación del promedio obtenido por cada uno de los tratamientos.

Se evaluó también el efecto de los tratamientos de Distinct 70 WG sobre las plantas de maíz, determinando si presento o no toxicidad, que podrían haber causado las emanaciones de gases de la formulación (volatilidad) del herbicida Distinct 70 WG.

En el Cuadro 18 se muestran los tratamientos evaluados.

Cuadro 18. Tratamientos evaluados para el control de malezas en cultivo de maíz

TRATAMIENTO	HERBICIDA APLICADO	DOSIS
T1	DISTINCT 70 WG	0.15 KG/HA
T2	DISTINCT 70 WG	0.2 KG/HA
T3	DISTINCT 70 WG	0.25 KG/HA
T4	DISTINCT 70 WG	0.3 KG/HA
T5	TESTIGO	SIN APLICACIÓN

C. Evaluación

La lectura se realizó a los 14 días después de la aplicación, el muestreo consistió en contar las plantas de cada especie de maleza en un área de 1.0 m² para determinar el porcentaje de control, se midió la cobertura de malezas presente en las parcelas y se restó dicho porcentaje de un 100 %.

3.3.4 Resultados y discusión

De acuerdo a las observaciones de campo realizadas en el ensayo y según los análisis respectivos, se presentan los siguientes resultados.

A. Evaluación de la eficiencia y grado de control del herbicida DISTINCT 70 WG

El porcentaje de control de malezas dicotiledóneas y monocotiledóneas a los 14 días después de aplicar los tratamientos pueden observarse en el Cuadro 2.

Cuadro 19. Efecto del control de malezas de los tratamientos aplicados a 14 DDA

PRODUCTOS	DOSIS/ha	%CONTROL	%CONTROL
		(dicotiledóneas)	(monocotiledóneas)
DISTINCT 70 WG	0.15 kg/ha	90	0
DISTINCT 70 WG	0.2 kg/ha	100	0
DISTINCT 70 WG	0.25 kg/ha	100	0
DISTINCT 70 WG	0.3 kg/ha	100	0
TESTIGO	Sin aplicación	0	0

Como se observa en el Cuadro 19, todas las dosis de Distinct 70 WG, mostraron un excelente control de malezas dicotiledóneas, incluso la dosis menor tuvo un control de 90 % sobre las malezas dicotiledóneas, las especies utilizadas como parámetro de medida por su importancia fueron *Melampodium spp.*, *Cleome viscosa L.*, *Amaranthus spp.*

En la Figura 14 podemos observar la comparación del Testigo con el herbicida Distinct 70 WG.



Figura 14. Fotografía de comparación de los tratamientos

B. Evaluación de la volatilidad del producto y toxicidad al cultivo

Las observaciones hechas en el campo a los 14 días después de la aplicación, el efecto de los tratamientos, sobre las plantas de maíz fueron nulos, no se encontró ninguna toxicidad al cultivo por parte del herbicida Distinct 70 WG.

3.3.5 Conclusiones

- A. En cuanto a la dosis a utilizar, los resultados obtenidos demuestran que incluso una dosis de 0.15 kg/ha de producto comercial tiene un efecto de control aceptable (90 %), sobre especies de malezas susceptibles como *Melampodium* spp., *Cleome viscosa* L., *Amaranthus* spp., etc.

- B. El herbicida Distinct 70 WG no produjo emanaciones volátiles que causen daños fitotóxicos al cultivo de maíz.

3.3.6 Constancias



Figura 15. Cálculo de las dosis a evaluar



Figura 16. Momento de aplicación del herbicida Distinct 70 WG



Figura 17. Realización del muestreo



Figura 18. Testigo contra Herbicida Distinct 70 WG (0.2 kg/ha)

3.4 Servicio 2: Evaluación del efecto de Pyraclostrobin (Regnum 25 EC) sobre el efecto de rebrote en el cultivo caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.).

3.4.1 Introducción

La agroindustria cañera guatemalteca genera gran cantidad de divisas y empleos, esto hace que el cultivo sea de gran importancia, por lo que es necesario realizar un manejo adecuado para tener la mayor producción final de caña, azúcar y sus derivados.

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 (Monzón Chajón, 2014).

Pyraclostrobin disminuye la respiración evitando la pérdida de dióxido de carbono, además provoca incrementos en la actividad de la enzima nitrato reductasa, de ésta 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, 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 (Monzón Chajón, 2014).

3.3.1 Objetivos Específicos

- Determinar si existe algún efecto de Pyraclostrobin (Regnum 25 EC) sobre la altura en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en el rebrote de primera soca.

3.4.2 Metodología

Para la obtención de resultados se llevó a cabo la medición de la altura de tallos en un ensayo que se había establecido un año anterior en parcelas donde se aplicaron tratamientos de Pyraclostrobin y el ingrediente activo BAS 42600I, para conocer si existía rebrote en la primera soca del cultivo, la variedad utilizada fue CP 88-1165, a todas las unidades experimentales se les dio el manejo convencional de parte del Ingenio Magdalena, se utilizó un diseño de bloques al azar con diez tratamientos y cuatro repeticiones

En el Cuadro 20 se muestran los tratamientos y dosis evaluadas.

Cuadro 20. Tratamientos

Tratamiento	Producto	Dosis
T1	Thiametoxam	0.3 kg/ha
T2	BAS 42600I	0.6 l/ha
T3	BAS 42600I	0.8 l/ha
T4	BAS 42600I	1.0 l/ha
T5	BAS 42600I + Pyraclostrobin	1.0 l/ha + 0.75 l/ha
T6	BAS 42600I + Pyraclostrobin	1.0 l/ha + 1.0 l/ha
T7	Fipronil + Pyraclostrobin	0.29 l/ha + 0.5 l/ha
T8	Pyraclostrobin	0.5 l/ha
T9	Pyraclostrobin	1.25 l/ha
T10	Testigo	Sin aplicación

A. Variables respuesta

- Altura

B. Análisis de la información

Para el análisis de la variable altura se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), utilizando el programa de cálculos Infostat®.

3.4.3 Resultados

Con los datos promedios de altura, se procedió a realizar un análisis de varianza para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El resultado de dicho análisis se presenta en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Análisis de varianza para la variable altura

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	P-Valor
Modelo	9	17.08	1.9	12.89	0.0001
Tratamiento	9	17.08	1.9	12.89	0.0001*
Error	230	33.88	0.15		
Total	239	50.96			

El Cuadro 21 presenta los resultados del análisis de varianza se determinó que si existen diferencias significativas entre los tratamientos para esta variable, con un P-valor = 0.0001, es menor a 0.05 por lo que estadísticamente es significativo.

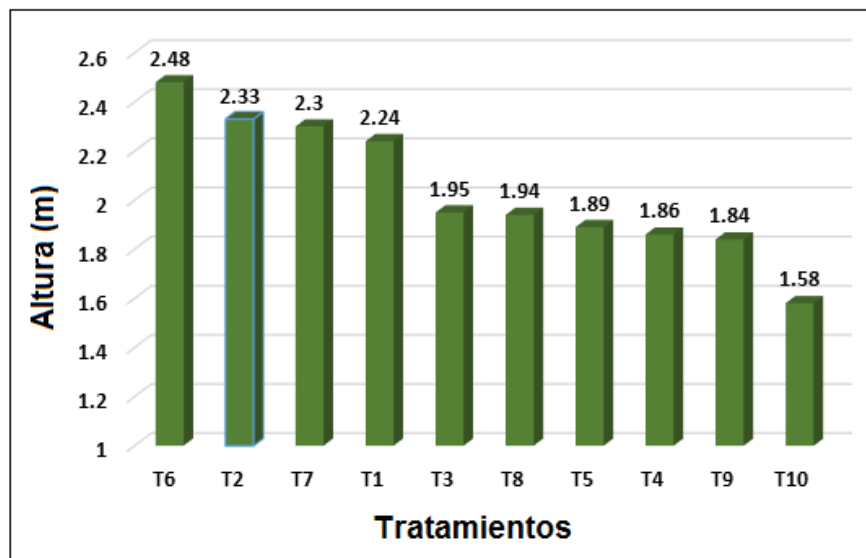
Para poder determinar cuál es el mejor tratamiento se procedió a realizar una prueba de medias de Tukey (ver Cuadro 22).

Cuadro 22. Prueba de medias para la variable altura

Tratamiento	Medias	n	E.E	GRUPOS			
T6	2.48	24	0.08	A			
T2	2.33	24	0.08	A			
T7	2.30	24	0.08	A			
T1	2.24	24	0.08	A	B		
T3	1.95	24	0.08		B	C	
T8	1.94	24	0.08		B	C	
T5	1.89	24	0.08		B	C	D
T4	1.86	24	0.08			C	D
T9	1.84	24	0.08			C	D
T10	1.58	24	0.08				D

En el Cuadro 22 se pueden observar a los grupos A, B, C y D siendo el grupo A el mejor tratamiento 6 el cual consiste de la mezcla de BAS 42600I 1.0 l/ha y Pyraclostrobin 1.00 l/ha para un promedio de altura de 2.48 m.

En la Figura 19 se muestra una gráfica de los promedios de altura por cada tratamiento.

**Figura 19. Gráfica de promedios de altura por tratamiento**

3.4.4 Conclusiones

- Todos los tratamientos evaluados mejoraron la altura de la caña de azúcar con el uso de Pyraclostrobin comparado con el testigo.
- Existe un efecto positivo con el uso Pyraclostrobin como efecto de rebrote en la altura de la caña de azúcar, los mejores tratamientos fueron el T6, T2 y T7.
- El tratamiento que presentó el mejor resultado de altura fue el T6 (BAS 42600I 1.0 l/ha y Pyraclostrobin 1.0 l/ha), con un promedio de 2.48 cm.

3.4.5 Constancias



Figura 20. Medición de la variable altura



Figura 21. Medición de los tallos de caña de azúcar



Figura 22. Efecto del rebrote de Pyraclostrobin en caña de azúcar

3.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Monzón Chajón, L. S. (2014). *Efectos en el desarrollo de la variedad CP 72-2086 de caña de azúcar (Saccharum spp.) a las aplicaciones foliares y al momento de la siembra de pyraclostrobin y Kelpak. (Tesis Ing. Agr.) USAC: Guatemala.* Obtenido de USAC, Biblioteca Central: <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03232.pdf>
2. Subiros Ruiz, F. (2000). *El cultivo de la caña de azúcar.* San José, Costa Rica: EUNED. 448 p.



30 Rolando Ramos

4 ANEXOS

Cuadro 23A. Resultados de laboratorio para cada variable en estudio

	FINCA: SANTA RITA						
	VARIEDAD CP 722086						
HRS DESPUES DEL CORTE	Tratamiento	Descripción	Repetición	BRIX	POL	PUREZA	REND
6.00	1	BAS1402/CC1402	1	18.64	16.64	89.27	192.56
6.00	1	BAS1402/CC1402	2	17.01	14.8	87.01	169.86
6.00	1	BAS1402/CC1402	3	16.89	14.6	86.44	162.31
6.00	1	BAS1402/CC1402	4	17.69	15.5	87.62	178.09
6.00	2	BAS1404/CC1404	1	17.21	15.52	90.18	168.61
6.00	2	BAS1404/CC1404	2	18.81	16.4	87.19	177.24
6.00	2	BAS1404/CC1404	3	19.2	16.52	86.04	182.71
6.00	2	BAS1404/CC1404	4	17.22	14.45	83.91	161.46
6.00	3	BAS1405/CC1405	1	18.49	16.29	88.1	180.89
6.00	3	BAS1405/CC1405	2	17.49	14.73	84.22	168.50
6.00	3	BAS1405/CC1405	3	17.09	15.6	91.28	177.56
6.00	3	BAS1405/CC1405	4	19.31	17.31	89.64	195.39
6.00	4	Testigo	1	17.62	15.56	88.31	164.91
6.00	4	Testigo	2	17.61	15.25	86.6	175.32
6.00	4	Testigo	3	16.03	13.9	86.71	154.26
6.00	4	Testigo	4	18.17	15.82	87.07	175.57
14.00	1	BAS1402/CC1402	1	13.94	10.71	76.83	125.49
14.00	1	BAS1402/CC1402	2	17.8	15.2	85.39	173.40
14.00	1	BAS1402/CC1402	3	19.89	17.57	88.34	195.43
14.00	1	BAS1402/CC1402	4	16.94	14.13	83.41	157.62
14.00	2	BAS1404/CC1404	1	19.72	17.14	86.92	180.04

Continuación Cuadro 23A.

14.00	2	BAS1404/CC1404	2	18.79	16.5	87.81	176.02
14.00	2	BAS1404/CC1404	3	18.57	16.3	87.78	178.73
14.00	2	BAS1404/CC1404	4	18.69	16.46	88.07	187.56
14.00	3	BAS1405/CC1405	1	18.04	15.82	87.69	177.87
14.00	3	BAS1405/CC1405	2	17.81	15.58	87.48	180.29
14.00	3	BAS1405/CC1405	3	18.8	16.56	88.09	190.69
14.00	3	BAS1405/CC1405	4	18.31	16.25	88.75	179.11
14.00	4	Testigo	1	18.22	15.91	87.32	170.64
14.00	4	Testigo	2	20.05	17.97	89.63	196.48
14.00	4	Testigo	3	19.33	17.06	88.26	194.40
14.00	4	Testigo	4	17.94	15.97	89.02	178.65
22.00	1	BAS1402/CC1402	1	20.13	17.92	89.02	178.94
22.00	1	BAS1402/CC1402	2	17.59	14.9	84.71	155.38
22.00	1	BAS1402/CC1402	3	19.66	17.68	89.93	198.22
22.00	1	BAS1402/CC1402	4	19.15	16.91	88.3	193.65
22.00	2	BAS1404/CC1404	1	17.49	14.34	81.99	153.80
22.00	2	BAS1404/CC1404	2	17.12	13.83	80.78	146.84
22.00	2	BAS1404/CC1404	3	18.55	15.66	84.42	165.97
22.00	2	BAS1404/CC1404	4	15.47	12.31	79.57	128.29
22.00	3	BAS1405/CC1405	1	17.18	14.59	84.92	164.41
22.00	3	BAS1405/CC1405	2	19.75	17.39	88.05	188.71
22.00	3	BAS1405/CC1405	3	18.57	15.56	83.79	160.78
22.00	3	BAS1405/CC1405	4	19.85	16.61	83.68	175.10
22.00	4	Testigo	1	15.23	12.18	79.97	140.18
22.00	4	Testigo	2	18.18	15.4	84.71	174.80
22.00	4	Testigo	3	17.64	15.41	87.36	181.63
22.00	4	Testigo	4	19.4	16.9	87.11	188.09
30.00	1	BAS1402/CC1402	1	15.91	13.46	84.6	150.48
30.00	1	BAS1402/CC1402	2	18.41	16.83	91.42	176.89

Continuación Cuadro 23A.

30.00	1	BAS1402/CC1402	3	17.39	15.36	88.33	166.58
30.00	1	BAS1402/CC1402	4	17.15	14.87	86.71	168.97
30.00	2	BAS1404/CC1404	1	19.42	17.33	89.24	188.82
30.00	2	BAS1404/CC1404	2	20.64	18.77	90.94	195.73
30.00	2	BAS1404/CC1404	3	19.43	17.73	91.25	204.83
30.00	2	BAS1404/CC1404	4	17.82	15.6	87.54	173.42
30.00	3	BAS1405/CC1405	1	17.85	15.96	89.41	175.41
30.00	3	BAS1405/CC1405	2	18.87	16.59	87.92	186.21
30.00	3	BAS1405/CC1405	3	18.73	16.45	87.83	187.34
30.00	3	BAS1405/CC1405	4	18.7	16.26	86.95	188.88
30.00	4	Testigo	1	20.79	18.73	90.09	197.92
30.00	4	Testigo	2	21.95	19.4	88.38	208.80
30.00	4	Testigo	3	20.93	18.43	88.06	210.24
30.00	4	Testigo	4	20.89	17.96	85.97	195.69
38.00	1	BAS1402/CC1402	1	20.18	17.74	87.91	201.70
38.00	1	BAS1402/CC1402	2	20.38	17.87	87.68	202.27
38.00	1	BAS1402/CC1402	3	19.56	17.15	87.68	195.42
38.00	1	BAS1402/CC1402	4	18.88	16.06	85.06	184.73
38.00	2	BAS1404/CC1404	1	19.83	17.2	86.74	195.99
38.00	2	BAS1404/CC1404	2	17.96	14.85	82.68	168.28
38.00	2	BAS1404/CC1404	3	18.63	15.6	83.74	178.35
38.00	2	BAS1404/CC1404	4	18.94	16.48	87.01	182.37
38.00	3	BAS1405/CC1405	1	19.5	17.78	91.18	204.40
38.00	3	BAS1405/CC1405	2	21.45	19.16	89.32	215.06
38.00	3	BAS1405/CC1405	3	20.75	17.19	82.84	196.42
38.00	3	BAS1405/CC1405	4	18.45	16.75	90.79	187.37
38.00	4	Testigo	1	16.6	13.38	80.6	148.24
38.00	4	Testigo	2	18.48	16.12	87.23	179.82
38.00	4	Testigo	3	17.76	14.84	83.56	169.57

Continuación Cuadro 23A.

38.00	4	Testigo	4	20.91	17.18	82.16	200.43
46.00	1	BAS1402/CC1402	1	16.74	13.84	82.68	162.69
46.00	1	BAS1402/CC1402	2	16.82	14.29	84.96	164.82
46.00	1	BAS1402/CC1402	3	17.68	15.41	87.16	178.32
46.00	1	BAS1402/CC1402	4	17.53	15.07	85.97	176.20
46.00	2	BAS1404/CC1404	1	19.18	16.9	88.11	188.84
46.00	2	BAS1404/CC1404	2	18.82	16.26	86.4	180.66
46.00	2	BAS1404/CC1404	3	18.74	16.6	88.58	182.02
46.00	2	BAS1404/CC1404	4	17.06	14.79	86.69	166.94
46.00	3	BAS1405/CC1405	1	19.85	17.07	85.99	209.62
46.00	3	BAS1405/CC1405	2	20.59	18.32	88.98	222.77
46.00	3	BAS1405/CC1405	3	19.4	17.15	88.4	188.60
46.00	3	BAS1405/CC1405	4	17.31	14.97	86.48	166.04
46.00	4	Testigo	1	19.88	17.64	88.73	203.91
46.00	4	Testigo	2	17.06	14.1	82.65	157.64
46.00	4	Testigo	3	18.64	15.85	85.03	171.79
46.00	4	Testigo	4	19.57	17.18	87.79	188.38

Información técnica

Revisión enero 2016



Producto CC1402, CC1404, CC1405

Conservante de caña de azúcar durante el período de latencia post cosecha

Descripción Química Mezcla de pentanedial, ácidos orgánicos, tensoactivos no iónicos y un homopolímero de vinilpirrolidona

	CC1402	CC1404	CC1405
Número CAS	111-30-8 79-09-4 69011-36-5 9003-39-8 7732-18-5	111-30-8 79-09-4 61791-26-2 9003-39-8 7732-18-5	111-30-8 79-09-4 61791-26-2 25086-89-9 7732-18-5

Propiedades Físicoquímicas

Apariencia Líquido amarillento-café, de apariencia transparente

Olor Olor característico

Solubilidad Soluble en agua en todas las proporciones

Propiedades técnicas CC1402, CC1404, CC1405 fue desarrollado especialmente para conservar las propiedades de la caña de azúcar en el período de latencia posterior al corte, asimismo en el transporte hasta los molinos del ingenio. Puede ser utilizado en la prevención de la descomposición bacteriana en el molino.

CC1402, CC1404, CC1405 basa su poder conservante en sus propiedades biocidas de amplio espectro enfocadas directamente en la bacteria *Leuconostoc Mesenteroides* que degrada la sacarosa de la caña de azúcar. El pentadial reacciona directamente con los componentes nucleofílicos de la célula formando reticulaciones irreversibles con proteínas y enzimas, lo cual desemboca en la muerte de la célula.

La combinación de sustancias activas es equilibrada y tiene un pH de 4, que es óptimo para la preservación de la sacarosa de la caña de azúcar.

Manejo

El Producto CC1402, CC1404, CC1405 es irritante a los ojos y a la piel. Vapores y nieblas no deben de ser inhaladas. Al manejar al producto se debe diluir o manipular con equipo de seguridad apropiado: Guantes de PVC y Lentes de Seguridad. Si el producto entra en contacto con la piel o con los ojos, es necesario enjuagar a fondo inmediatamente con abundante agua. Consultar la hoja de seguridad para más información.

Figura 23A. Descripción de los productos utilizados



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



REF. Sem. 46/2017

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE CONSERVANTES QUÍMICOS Y EL TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE LA COSECHA PARA EVITAR LAS PÉRDIDAS DE SACAROSA POS COSECHA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum Officinarum*) EN LA VARIEDAD CP 72-2086, DURANTE EL PRIMER TERCIO DE LA ZAFRA 2015-2016 EN LA FINCA SANTA RITA, INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: ESTUARDO EFRAÍN GARCÍA LÓPEZ


CARNE: 200614514

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Manuel Martínez
Ing. Agr. Juan Herrera
Ing. Agr. Walter García Tello

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 Coordinación del Área Integrada para lo procedente.


Ing. Agr. Juan Herrera
ASESOR ESPECIFICO


Ing. Agr. Walter García Tello
DOCENTE-ASESOR EPS


Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DIRECTOR DEL IIA



WNR/nm
c.c. Arcivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
COORDINACIÓN AREA INTEGRADA



Ref. Trabajo de Graduación 025-2017
Guatemala, 26 de julio de 2017

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

EVALUACIÓN DE CONSERVANTES QUÍMICOS Y EL TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE LA COSECHA PARA EVITAR LAS PÉRDIDAS DE SACAROSA POS COSECHA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum Officinarum*) EN LA VARIEDAD CP 72-2086, DURANTE EL PRIMER TERCIO DE LA ZAFRA 2015-2016, EN LA FINCA SANTA RITA, INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA C.A., DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA BASF DE GUATEMALA.

ESTUDIANTE:

ESTUARDO EFRAÍN GARCÍA LÓPEZ

No. CARNÉ

200614514

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

"EVALUACIÓN DE CONSERVANTES QUÍMICOS Y EL TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE LA COSECHA PARA EVITAR LAS PÉRDIDAS DE SACAROSA POS COSECHA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum Officinarum*) EN LA VARIEDAD CP 72-2086, DURANTE EL PRIMER TERCIO DE LA ZAFRA 2015-2016 EN LA FINCA SANTA RITA, INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A."

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Manuel Martínez

Ing. Agr. Juan Herrera

Ing. Agr. Walter García Tello

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



"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Walter García Tello
Docente - Asesor de EPS

Vo.Bo. Ing. Agr. Silvel A. Elías Granado
Coordinador Area Integrada -EPSA



c.c. Control Académico, Estudiante, Archivo,

No.27.2017

Trabajo de Graduación:

“EVALUACIÓN DE CONSERVANTES QUÍMICOS Y EL TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE LA COSECHA PARA EVITAR LAS PÉRDIDAS DE SACAROSA POS COSECHA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum Officinarum*) EN LA VARIEDAD CP 72-2086, DURANTE EL PRIMER TERCIO DE LA ZAFRA 2015-2016, EN LA FINCA SANTA RITA, INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA BASF DE GUATEMALA”

Estudiante:

Estuardo Efraín García López

Carné:

200614514

“IMPRÍMASE”



Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
DECANO

