

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE FOLIAR COMPUESTO POR BORO AL 10% Y MOLIBDENO AL 0.2% EN TRES DOSIS COMO MADURANTE EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*), DIAGNÓSTICO Y PROYECTOS EJECUTADOS EN ADMINISTRACIÓN TAXISCO, INGENIO MAGDALENA S.A., SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.

EDUARDO GARCÍA CASADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE FOLIAR COMPUESTO POR BORO AL 10% Y MOLIBDENO AL 0.2% EN TRES DOSIS COMO MADURANTE EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*), DIAGNÓSTICO Y PROYECTOS EJECUTADOS EN ADMINISTRACIÓN TAXISCO, INGENIO MAGDALENA S.A., SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.

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

POR

EDUARDO GARCÍA CASADO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 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 PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MA. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr. Walfer Yasmany Godoy Santos
VOCAL QUINTO	P. C. Neydi Yasmine Juracán Morales
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

Guatemala, septiembre 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 DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE FOLIAR COMPUESTO POR BORO AL 10% Y MOLIBDENO AL 0.2% EN TRES DOSIS COMO MADURANTE EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*), DIAGNÓSTICO Y PROYECTOS EJECUTADOS EN ADMINISTRACIÓN TAXISCO, INGENIO MAGDALENA S.A., SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A., como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

EDUARDO GARCÍA CASADO

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por iluminarme en todos los momentos de mi vida, por permitirme culminar este logro, darme esos hermosos padres que me enseñaron el camino verdadero para ser un hombre de bien. Gracias Señor por guiar mis pasos e iluminar mi vida.

MIS PADRES

Francisco García y Ester Casado, por su amor, confianza, esfuerzo y apoyo incondicional en mi formación personal y académica. Gracias padre por ese ejemplo de un hombre trabajador, honesto y entregado a su familia. Gracias madre por ese amor incondicional y darme la fuerza para culminar mi carrera, porque para ustedes no me alcanzarían las páginas de este documento para demostrar lo agradecido que estoy y los amo.

MI ESPOSA

Mirsa García, porque siempre estuviste desde el inicio de mi carrera y que con tu compañía puedo decir con mucho alivio y orgullo que tus palabras de aliento y comprensión son únicas. Te Amo.

MIS HIJOS

Eduardo José y Carlos José, que son mi vida y lo más hermoso que me ha pasado, mis pilares porque siempre existieron palabras de apoyo y su presencia me impulso a luchar para seguir superándome, con mucho amor y cariño.

MIS HERMANOS

Rosa María, Viviana, Francisco, Jorge Luis y Juan Carlos, por ser mi apoyo, mi fuerza para salir adelante y son un ejemplo a seguir que me han enseñado tanto, los quiero y les agradezco por ser parte de mi formación personal y profesional.

MIS SUEGROS

Timoteo García (QEPD) y Guadalupe Ruiz, gracias por todo su cariño y apoyo recibido durante mi carrera.

MIS CUÑADOS

Gilberto Acuña, Joel Lara, Rosa Morales, Norma Veliz, Verónica García, Carlos García y Angelita García, por estar presentes en el proceso de mi formación como profesional y siempre brindarme una mano cuando lo necesité.

AMIGOS

A todos mis amigos en general por compartir muchos momentos, les agradezco por su amistad.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

DIOS

Por darme la sabiduría en mi vida.

GUATEMALA

Mi Patria.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Mi casa de estudios, alma mater.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Por los conocimientos y formación académica.

CATEDRÁTICOS

Por su apoyo en mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

A:

ASESOR - SUPERVISOR

Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte, por su supervisión profesional en la ejecución del presente documento, el apoyo y paciencia en la realización del Ejercicio Profesional Supervisado. Mi respeto y admiración.

ASESOR

Ing. Agr. Edín Alejandro Gil, por la asesoría en la ejecución de la investigación y por todo el apoyo que me brindó al final de mi proceso. Le agradezco por su amistad.

Ingenio Magdalena, por brindarme la oportunidad de laborar en tan prestigiosa empresa y el apoyo de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado.

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes e Ing. Agr. Manuel Martínez, por su apoyo y recomendaciones en la elaboración de la investigación, así como todo lo que aportaron en mi etapa como estudiante. Muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE CAMPO DE ADMINISTRACIÓN TAXISCO DEL INGENIO MAGDALENA, S.A., SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.	1
1.1. PRESENTACIÓN	2
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. METODOLOGÍA.....	3
1.3.1. Técnicas de recolección de información.....	3
1.3.1.1. Información primaria.....	3
1.3.1.2. Información secundaria.....	4
1.4. RESULTADOS	4
1.4.1. Historia del municipio.....	4
1.4.1.1. Administración.....	5
1.4.2. Ubicación.....	5
1.4.3. Descripción del área agrícola en la Región Oriental de Ingenio Magdalena S.A.....	6
1.4.3.1. Estructura organizacional del área agrícola en la Región Oriental de Ingenio Magdalena S.A.....	6
1.4.3.2. Descripción de puestos	7
1.4.3.3. Determinación de los principales problemas del personal del área de campo utilizando el diagrama Causa-Efecto.....	9
1.4.4. El proceso del cultivo de la caña de azúcar.....	10
1.4.4.1. Siembra	11
1.4.4.2. Manejo de plantación	12
1.4.4.3. Cosecha	14

	PÁGINA
1.5. CONCLUSIONES.....	16
1.6. RECOMENDACIONES.....	16
1.7. BIBLIOGRAFÍA.....	17

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE FOLIAR COMPUESTO POR BORO AL 10% Y MOLIBDENO AL 0.2% EN TRES DOSIS COMO MADURANTE EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum spp.</i>) EN ADMINISTRACIÓN TAXISCO, INGENIO MAGDALENA, S.A., SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.....	18
2.1. INTRODUCCIÓN.....	19
2.2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.2.1. Marco conceptual	20
2.2.1.1. Historia de la caña de azúcar.....	20
2.2.1.2. Clasificación taxonómica del cultivo de la caña de azúcar.....	21
2.2.1.3. Fisiología de la maduración en la caña de azúcar	22
2.2.1.4. Procesos fisiológicos de la maduración en la caña de azúcar	23
2.2.1.5. Factores que determinan la dosis y volumen de aplicación	24
2.2.1.6. Importancia del uso de madurantes	27
2.2.1.7. Factores necesarios para determinar el rendimiento de azúcar por hectárea	28
2.2.1.8. Técnicas de aplicación de madurantes	29
2.2.1.9. Efectos en la concentración de azúcar por la utilización de madurantes herbicidas, no herbicidas y a base de Boro y Molibdeno	30
2.2.1.10. Tipo de boquillas utilizadas en simulador de aplicación aérea.....	37
2.2.1.11. Fertilización.....	37
2.2.1.12. Riego.....	38
2.2.2. Marco referencial	38
2.2.2.1. Localización y descripción del área.....	38
2.2.2.2. Características generales de las condiciones climáticas.....	39
2.2.2.3. Tipo de suelo Mollisol.....	40
2.2.2.4. Zona de vida	40

	PÁGINA
2.2.2.5. Material vegetativo	41
2.2.2.6. Características morfológicas	41
2.2.2.7. Características agronómicas.....	42
2.3. OBJETIVOS	43
2.3.1. Objetivo General.....	43
2.3.2. Objetivos específicos	43
2.4. HIPÓTESIS	43
2.5. METODOLOGÍA.....	44
2.5.1. Materiales y equipo para la aplicación.....	44
2.5.2. Tratamiento.....	44
2.5.3. Diseño experimental	45
2.5.4. Unidad experimental y de muestreo	46
2.5.5. Manejo del experimento.....	46
2.5.6. Variables de respuesta	47
2.5.7. Análisis de la información	48
2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
2.6.1. Rendimiento de caña (TCH)	48
2.6.2. Rendimiento de azúcar (T/ha)	51
2.7. CONCLUSIONES	53
2.8. RECOMENDACIONES.....	53
2.9. BIBLIOGRAFÍA.....	55
2.10. ANEXOS.....	56

CAPÍTULO III

PROYECTOS EJECUTADOS EN EL ÁREA DE CAMPO DE INGENIO MAGDALENA, S.A., ADMINISTRACION TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA,

C.A.....	63
3.1. PRESENTACIÓN.....	64

PÁGINA

3.2. ÁREA DE INFLUENCIA64

3.3. OBJETIVO GENERAL64

3.4. INFORME DE PROYECTOS REALIZADOS65

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1. Descripción de funciones de los puestos en la administración	8
Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la caña de azúcar.	22
Cuadro 3. Características del Trinexapac-etil (Moddus 250 CE).....	31
Cuadro 4. Características físico química de Glifosato (Round up).	32
Cuadro 5. Características físico químicas de Balancer.	35
Cuadro 6. Características climáticas, ambientales, topografía y tipo de suelo del área experimental.....	40
Cuadro 7. Tratamientos utilizados en la investigación.....	45
Cuadro 8. Resumen del análisis de varianza para toneladas métricas de caña por hectárea (T/ha).	48
Cuadro 9. Resumen del análisis de varianza para rendimiento de azúcar (T/ha).	52
Cuadro 10. Prueba de Fisher para rendimiento de azúcar (T/ha).	52
Cuadro 11A. Datos tomados en la unidad experimental.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Ubicación Taxisco, Santa Rosa, Guatemala C.A.	6
Figura 2. Organigrama de una región de la División Agrícola, Administración Taxisco, Santa Rosa.....	7
Figura 3. Diagrama de causa-efecto del personal de campo de administración Taxisco.....	10
Figura 4. Mapa de la finca Arizona, Taxisco, Santa Rosa.....	39
Figura 5. Morfología de la a variedad CP 72-2086. A) variedad CP 72 -2086, B) Tallos, C) Yema, D) Auricula, E) Ligula, F) Cuello, G) Vaina.....	41
Figura 6. Simulador de aspersion Aéreo.....	47
Figura 7. Rendimiento de caña (T/ha) por efecto de los tratamientos en estudio.....	49
Figura 8. Climadiagrama de Finca Arizona.....	50
Figura 9. Rendimiento de azúcar (T/ha) por efecto de los tratamientos en estudio.....	51
Figura 10A. Ficha Técnica de Balancer (Boro y Molibdeno).....	59
Figura 11A. Ficha técnica de Glifosato.....	60
Figura 12A. Ficha técnica de Trinexapac-etil MODDUS.....	61
Figura 13A. Croquis del experimento y distribución de bloques en la Finca Arizona.....	62
Figura 14A. Unidad experimental.....	62

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- se desarrolló de febrero a noviembre de 2016 en Administración de Taxisco, región oriental del Ingenio Magdalena, S.A.

La Administración Taxisco inicia labores en mayo de 2006, cultivando caña de azúcar en la finca San Bartolo con 198 hectáreas, actualmente cuenta con 2,300 hectáreas cultivadas en dicha región.

Como parte del EPS se desarrolló el diagnóstico de las labores de campo en la Administración Taxisco, en el cual se describe el proceso y la logística de las labores de campo e identificar problemas en la ejecución de dichas labores.

Para la empresa es importante velar porque las labores agrícolas se realicen con los parámetros de eficiencia y alcanzar la meta para la zafra 2021-2022 con un promedio general de 180 toneladas de caña por hectárea, además establecer alternativas en mejorar la extracción del azúcar, para lo cual se busca la mejora continua en las labores de campo aportando soluciones y mejorar algunos de los procesos en las labores de campo en la Administración Taxisco.

La investigación se realizó sobre la evaluación del efecto del fertilizante foliar compuesto por Boro y Molibdeno en tres dosis como madurante en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) y dos proyectos profesionales.

Desde finales de la década de los años 80, en la industria azucarera se aplican madurantes para inducir al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) y mejorar la recuperación de sacarosa. Inicialmente se realizaron pruebas con una variedad de productos, con el Glifosato se han obtenido mejores resultados y es el mayor uso hoy en día.

El uso de herbicidas como madurantes se está restringiendo tanto en otros cultivos como en áreas aledañas a poblados, ya que se reporta como posible causa de afecciones a personas y daño a las plantaciones, por lo que se hace necesario la búsqueda de nuevas alternativas de productos para ser aplicados en estas áreas y mantener el rendimiento, concentración de sacarosa y reducir daños colaterales.

Para cumplir con lo anterior, se evaluó el efecto del fertilizante foliar compuesto por Boro y Molibdeno en tres dosis, como testigos el Glifosato y Trinexapac-etil como madurantes en cultivo de caña de azúcar en la variedad CP 72-2086, evaluando las toneladas métricas de caña y rendimiento de azúcar en toneladas de azúcar por hectárea. Los resultados no presentaron diferencias significativas en toneladas métricas de caña por hectárea, no así, en el rendimiento en toneladas de azúcar por hectárea, en donde los fertilizantes foliares compuestos por Boro y Molibdeno no mostraron diferencia significativa con el Glifosato. La diferencia se debió al menor rendimiento por la aplicación de Trinexapac-etil, por lo que se concluye que la aplicación de fertilizantes foliares compuestos por Boro y Molibdeno puede ser una opción a validar para aplicación en áreas aledañas a poblados u otros cultivos.

Para apoyar el área de campo de la Administración Taxisco y al Departamento de Investigación del Ingenio. Con el fin de mejorar las labores y los resultados en las siguientes zafras, se ejecutaron los siguientes proyectos profesionales: Evaluación de ácidos húmicos y fúlvicos en el cultivo de caña de azúcar y la Evaluación de dosis de compost en el cultivo de caña de azúcar.



1.1. PRESENTACIÓN

Uno de los principales productos del Ingenio Magdalena S.A., es el azúcar a partir del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*). La Administración Central se ubica en el municipio de La Democracia, Escuintla; cuenta con seis regiones de producción; divididas en administraciones. La Administración Taxisco se encuentra ubicada e identificada como Región Oriental.

La Administración Taxisco cuenta con 2,300 hectáreas sembradas con caña de azúcar, en la zafra 2,016 – 2,017 con un rendimiento de 114 toneladas métricas de caña por hectárea y en la zafra 2,017 – 2,018 se tiene estimado un rendimiento de 118 toneladas por hectárea..

El área de campo de Administración Taxisco consta de cuatro zonas de producción, su potencial se basa en el manejo del cultivo y los sistemas de riego; por gravedad, aspersión, mini aspersión y goteo.

El área de campo del ingenio fue fundamental en las producciones obtenidas durante las zafras anteriores y por lo mismo es importante velar que las labores agrícolas se realicen con los parámetros de eficiencia. Para alcanzar la meta para la zafra 2021-2022 de un rendimiento promedio general de 180 toneladas de caña por hectárea; para lo cual se busca la mejora continua en las labores de campo.

Mediante un diagnóstico se realizó el análisis, el cual aportó soluciones para mejorar algunos de los procesos de labores de campo en la Administración Taxisco.

En la Administración Taxisco de la Región Oriental se desarrollan las labores por medio de un sistema de secuencia de labores de campo que se activa a partir de la fecha de cosecha de cada área clasificada por lote de producción del cual se obtienen todos los datos que se generan de esta área de producción.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Conocer el estado actual de las labores agrícolas en la Administración Taxisco, Santa Rosa, Guatemala C.A.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Describir los procesos en la logística operacional de la ejecución de las labores de campo.
2. identificar los problemas existentes en la ejecución de las labores en cuanto a desempeño de funciones del personal en el área de campo.

1.3. METODOLOGÍA

Para el diagnóstico de las labores de campo de Administración Taxisco, Santa Rosa fue necesaria la realización de actividades de observación y obtención de información primaria y secundaria.

1.3.1. Técnicas de recolección de información

1.3.1.1. Información primaria

La identificación y análisis de las labores de campo que generan productividad se inició con la recopilación de información por medio de preguntas a los caporales y supervisores a cargo de dichas labores.

1.3.1.2. Información secundaria

Para la obtención de esta información fue necesario extraerla de documentos generados en la administración, libros, revistas, tesis y archivos electrónicos de temas sobre las labores de campo del cultivo de caña de azúcar en Administración Taxisco.

A. Recursos utilizados

Para la realización del diagnóstico fue necesario contar con el tiempo para realizar las visitas a las fincas e identificar y conocer las labores de campo que influyen en la producción de caña de azúcar, así como materiales, mapas, libreta de campo y equipo de oficina como computadora para tabular la información recabada, además de la disposición del tiempo del personal involucrado en cada labor.

B. Análisis de información

Al finalizar se analizó la información obtenida en los datos recolectados en las distintas finca que componen Administración Taxisco, así como la identificación y observación con el objeto de validar y determinar las problemáticas encontradas para contribuir al mejoramiento continuo.

1.4. RESULTADOS

1.4.1. Historia del municipio

Taxisco constituye uno de los municipios ubicados en el Litoral del Pacífico, en el área Sur del departamento de Santa Rosa, comúnmente conocido bajo el apelativo de “Tierra de Ganadores”. Tiene una amplia extensión de tierra, propicia para la producción de ganado, por lo que se caracteriza por el cuidado y comercialización del mismo y los productos derivados de este, al igual que por el turismo y la pesca. El municipio pasó a formar parte del departamento de Santa Rosa el 23 de febrero de 1948, su nombre se deriva de la voz náhuatl “tlalixco”, que significa “llanura”, aunque es más posible que se derive de Taxisco,

árbol llamado también tatascamite. Durante el periodo hispánico se conoció como San Miguel Taxisco. El poblado es del periodo indígena Xinca y era población importante (IGN 2000).

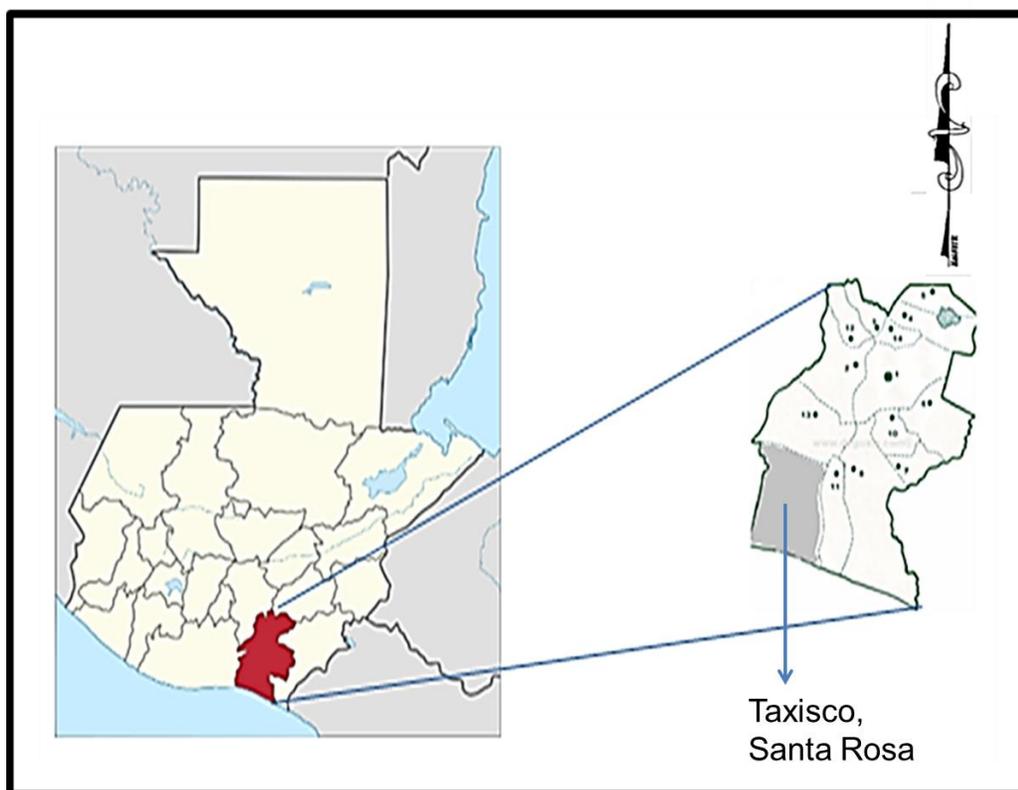
1.4.1.1. Administración

La Administración de Taxisco pertenece a la región oriental del Ingenio Magdalena, surge de la necesidad de expansión de área sembrada de caña de azúcar en mayo de 2,006, se iniciaron las actividades sembrando en la Finca San Bartolo, la cual cuenta con 198 hectáreas y seguidamente con la necesidad de aumentar el área sembrada por parte del ingenio e incrementar la producción. Se amplía a 2,300 hectáreas sembradas distribuidas en las Fincas; Flor Del Sitio, Cartago, San Francisco La Blanca, Cocales, Relicario, Cuernavaca, Los Ángeles, Arizona, Capullo, Chiquihuitan, Santa Elena Gándara, Eslovaquia, La Palma Mejía, Victorias II y San Bartolo (IMSA, 2016).

En lo que se refiere al riego en la Administración, se inició utilizando el riego por aspersion con cañón, luego se implementó el riego por mini aspersion, gravedad y actualmente cuenta con 301.23 hectáreas de riego por goteo con el sistema implementado en la Finca Eslovaquia (IMSA, 2016).

1.4.2. Ubicación

El municipio de Taxisco, constituye uno de los 14 municipios del departamento de Santa Rosa. La cabecera municipal se encuentra a una distancia de 110 km de la ciudad capital de Guatemala y a 45 km de la cabecera departamental. Geográficamente, limita al Norte con Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa; Al Este con Guazacapán, Santa Rosa; Al Sur con el Océano Pacífico y al Oeste con Iztapa y Guanagazapa, Escuintla (Figura 1) (IGN, 2000).



Fuente: IGN, 2000.

Figura 1. Ubicación Taxisco, Santa Rosa, Guatemala C.A.

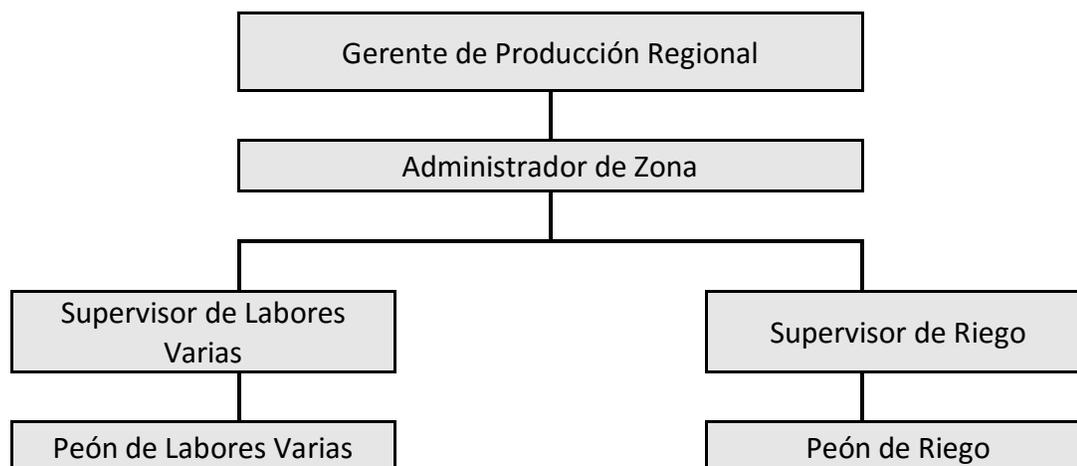
1.4.3. Descripción del área agrícola en la Región Oriental de Ingenio Magdalena S.A.

El área de campo está a cargo de cada región en la administración de las distintas fincas pertenecientes al área agrícola, tiene la responsabilidad de la producción del cultivo de caña de azúcar: siembra, fertilización, riego, control de plagas y malezas.

1.4.3.1. Estructura organizacional del área agrícola en la Región Oriental de Ingenio Magdalena S.A.

Para realizar las actividades del área, se cuenta con varios puestos de trabajo. En el alcance de la organización se describen seis de ellos, los cuales son: Gerente de producción regional, Administrador de zona, Supervisor de riegos, Supervisor de labores varias, peón de labores varias y peón de riegos (Figura 2).

Se considera que la estructura organizacional en este momento es la adecuada, ya que el orden jerárquico está dividido de acuerdo a la ejecución de las labores en el proceso productivo. El organigrama del área se muestra en la figura 2.



Fuente: IMSA, 2016.

Figura 2. Organigrama de una región de la División Agrícola, Administración Taxisco, Santa Rosa.

1.4.3.2. Descripción de puestos

Actualmente, el área de campo cuenta con descripciones de los puestos de trabajo pero muy pobres de información y desactualizados. Lo anterior limita a la Dirección de recursos humanos en cuanto a tomar decisiones acertadas referentes a capacitación, evaluación, promoción, selección y contratación, ya que la información respecto a las competencias requeridas para el puesto no se tiene. Además, no se tiene la descripción documentada de todos los puestos de trabajo del área.

En este momento únicamente cuatro puestos tienen su respectiva descripción de funciones, siendo éstos el puesto de Gerente de Producción Regional, Administrador de zona, Supervisor de labores varias y Supervisor de riegos, dichas funciones se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de funciones de los puestos en la administración.

PUESTO	FUNCIÓN
Gerente de Region	Coordinación de operación equipos de riego
	Coordinación equipos agrícolas (mecanización, plagas, etc.)
	Coordinación despacho o abastecimiento de insumos
	Coordinación de pruebas a nivel de manejo de plantación y validación de variedades.
	Coordinación labores de corte, alce y transporte de caña.
	Verificación data de ejecución de presupuesto y demás temas administrativos.
	Resolución de conflictos con comunidades y coordinar apoyos
	Recibir visitas por ventas para promoción de productos y coordinar pruebas con Investigación Agrícola.
	Coordinación de solicitudes de diferentes comunidades inmersas en la operación agrícola.
	Coordinación de apoyos que requiere la operación
Administrador de zona	Realiza la planificación las actividades de las fincas a su cargo.
	Organiza la ejecución de los programas de renovación de los cañaverales.
	Coordina la maquinaria para mecanización de los campos.
	Controla el avance de los programas.
	Realiza y verifica procesos de Selección, contratación y Seguridad del personal a su cargo.
	Apoya al área de investigación agrícola en la planificación de siembra de variedades de caña.
	Aplica las medidas de seguridad e higiene en su puesto de trabajo.
	Realiza otras actividades relacionadas a resolución de conflictos con comunidades.
Supervisor de labores varias	Supervisa el efectivo cumplimiento de las funciones y responsabilidades asignadas al personal bajo su dirección.
	Distribuir el personal en su finca según instrucciones del administrador.
	Solicitar los recursos físicos al administrador
	Asignar los trabajos según las instrucciones.
	Supervisar que las labores se están realizando correctamente.
	Recibir a diario las tareas asignadas conforme a su disposición.
	Revisar la información de los caporales a diario.
	Entregar la información del campo a oficina de finca.
	Resguardo de los recursos de la finca.
	Asignación de tareas mecanizadas.
Abastecer con responsabilidad todos los equipos que se encuentran trabajando en su área.	
Supervisor de riegos	Supervisa el efectivo cumplimiento de las funciones y responsabilidades asignadas al personal bajo su dirección.
	Supervisa las labores diarias de los operarios de riego.
	Coordina con los jefes de área, el cumplimiento de los servicios solicitados.
	Reporta la asistencia de personal y los avances diarios en riego y fertilización.
	Participa en las reuniones diarias con los jefes de Área.
	Realiza el seguimiento de los diferentes programas de riego.
	Requerimiento y control de la entrega de equipo de protección personal al personal de campo.
	Coordina la generación de reserva para fertilizantes y materiales de riego.
	Envía el informe semanal a la jefatura de avances de labores realizadas en campo.
	Supervisar al personal bajo su cargo (contratados y terceros).
	Realizar reportes de las labores del turno.

Fuente: IMSA, 2016.

1.4.3.3. Determinación de los principales problemas del personal del área de campo utilizando el diagrama Causa-Efecto

Actualmente, se considera que el Ingenio Magdalena ha alcanzado una productividad buena a nivel nacional. Esto aun teniendo colaboradores en el área de campo que en algunos casos, con nivel educativo bastante bajo y con poca capacitación, haciéndose esto más notorio en el área de campo.

El problema del área de campo es la carencia de personal calificado para realizar el trabajo al no estar definido el perfil de cada puesto. Entre las posibles causas de esto se pueden mencionar:

- **Recursos**

Poca inversión, por parte de la empresa, para el área de campo en lo referente a capacitación. Esto de acuerdo a comentarios del personal de recursos humanos, actualmente se invierte más en el área industrial de la empresa y menos en el área agrícola.

- **Competencia del personal**

Bajo nivel académico de los colaboradores del campo. Esto como consecuencia de la mala situación económica y cultura de los mismos.

- **Entorno**

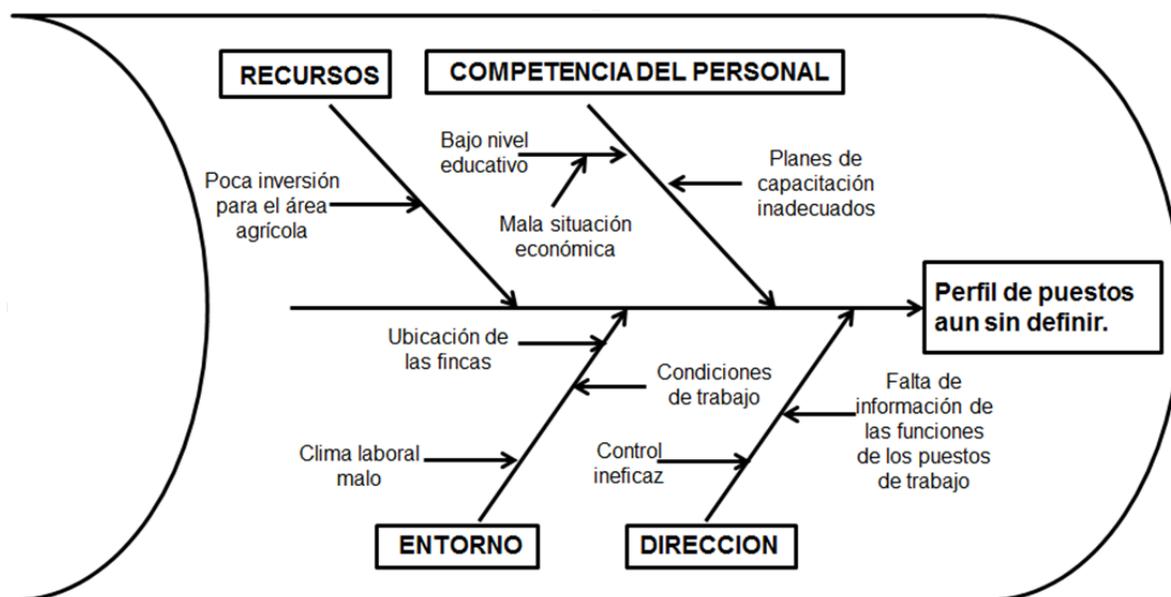
La ubicación de las fincas es uno de los problemas, ya que dichas fincas están muy lejos de las fuentes de educación y capacitación. Actualmente la empresa cuenta con un centro educativo, pero este cubre únicamente el área cercana a los municipios de La Gomera y La Democracia, en el departamento de Escuintla.

- **Dirección**

Control ineficaz puede ser otra de las causas de la baja competencia del personal. Actualmente para el área de campo no se llevan los registros de educación, formación,

habilidad y experiencia de los colaboradores. Además, en este momento no se ha hecho un análisis para elaborar los perfiles de los puestos de trabajo, por medio de lo cual se puede determinar las competencias necesarias para estos puestos de trabajo para luego desarrollarlas.

En la figura 3 se muestra gráficamente la información anterior. (Diagrama de causa y efecto).



Fuente: IMSA, 2016.

Figura 3. Diagrama de causa-efecto del personal de campo de administración Taxisco.

1.4.4. El proceso del cultivo de la caña de azúcar

La caña de azúcar es un cultivo de las zonas tropicales y su explotación ha constituido una de las principales actividades económicas de Guatemala, debido a la diversidad de productos finales que de ella se derivan. Para el cultivo de la caña de azúcar, se pueden identificar tres grandes grupos de actividades que se realizan en el campo:

- Siembra
- Manejo de plantación
- Cosecha

1.4.4.1. Siembra

Para la siembra se consideran los aspectos siguientes:

A. Adecuación de la tierra

Se inicia con el diseño del campo, tomando en cuenta el sistema de cosecha que consiste en modelar la fecha destinada de cosecha y por consiguiente también la fecha de siembra considerando además los accesos a dicha área de cultivo. Luego se define el número y tamaño de los sectores y lotes, la longitud y dirección de los surcos y diseño de la infraestructura de riegos, drenajes, accesos y salidas.

Luego se realiza el descombre y la ruma, que consiste en la eliminación de los árboles, cercos y construcciones para ser trasladados a un lugar previamente determinado. Para ello se solicitan las licencias a las instituciones correspondientes.

La siguiente actividad es la construcción de canales y zanjas que servirán como drenajes en cualquier época del año, y en los casos en que el área tenga déficit de humedad, se procede a la construcción de canales de riego. Es necesario garantizar los accesos inmediatos que permitan cumplir con las regulaciones del transporte de caña. Para ello se procede con la contribución de vías de acceso, las cuales pueden ser caminos nuevos, puentes y vados temporales o fijos.

En algunos casos se incorpora compost a los suelos para proporcionar nutrientes y aumentar la capacidad de retención de agua, evitando así la erosión. El compost es cachaza (residuos resultantes de la molienda), la cual se somete a un proceso que por su composición es útil como fertilizante.

B. Preparación de tierras

Una vez adecuada la tierra, se inicia con la preparación del suelo, que consiste en una serie de labores mecanizados para roturar o desmenuzar el suelo y el subsuelo a una profundidad de 40 centímetros. Esto se hace con el objeto de facilitar el enraizamiento del

cultivo, aprovechar la humedad y exponer las larvas ocultas. Luego se inicia con las labores de surqueo a una profundidad de 20 centímetros y estaquillado que consiste en la distribución de la semilla por tramos a lo largo de los surcos, esto facilita a contabilizar la semilla de una mejor manera en el área de siembra.

C. Siembra del cultivo

Se utiliza el material vegetativo que proviene de semilleros básicos o comerciales, la cual se procede a colocar en forma manual en los surcos. La densidad de la siembra depende del distanciamiento del estaquillado y la calidad de la semilla o por fines de investigación.

La semilla utilizada se produce en el laboratorio de la empresa para garantizar la pureza de la variedad a utilizar, de acuerdo al suelo, condiciones climáticas y temporada de cosecha de cada variedad de caña y área que se destine.

1.4.4.2. Manejo de plantación

Las labores de manejo de plantación son aquellos que se realizan para proporcionar al cultivo las condiciones adecuadas para su desarrollo y crecimiento.

A. Fertilización

Es la aplicación de nutrientes químicos y orgánicos al suelo para el aprovechamiento del cultivo. Es uno de los factores que definen la productividad del cultivo. Usualmente se realiza la labor de fertilización en forma mecánica, excepto en condiciones donde no se tiene acceso de maquinaria se realiza en forma manual y aplicación como fertiriego por medio del sistema de riego por goteo utilizando productos hidrosolubles. Esta labor se realiza a los 25 días después del corte o cosecha en el caso de los rebrotes y 35 días después de cada siembra o renovación del cultivo. Las fuentes utilizadas son Urea o Sulfato de Amonio (hidrosoluble) a una dosis de 6 a 8 sacos de fertilizante (46 kilogramos) por hectárea.

B. Riegos

Se utilizan diferentes métodos de riego: aspersión, gravedad y mecánicos, se inicia con esta labor inmediatamente después de la cosecha, a partir de los 8 días después del corte, con una frecuencia que varía según el tipo de riego que va desde los 8 a 12 días de frecuencia que equivale de 40 a 60 milímetros de agua por cada riego que es equivalente a aplicar una lámina de 5 milímetros de agua diarios.

C. Control de malezas

Se utilizan diferentes tipos de herbicidas, de acuerdo al tipo y desarrollo de la maleza, aplicándolos mecánicamente con aguilonos o aspersores de presión constante de forma manual. Además del control de malezas dentro del cañal, se realizan despejes de rondas para habilitar los accesos para la cosecha y prevenir las quemas accidentales. El control de malezas en esta administración representa actualmente, cerca del 30% de los costos de mantenimiento del cultivo en caña soca o rebrote. Esto hace necesario disponer de un plan de manejo que ofrezca un buen control de las mismas, siendo los grupos de malezas más importantes: Ciperaceas, Gramineas y de hoja ancha.

D. Control de plagas y enfermedades

Este control reviste importancia significativa en la obtención de excelente materia prima para su procesamiento. El enfoque está dirigido al control preventivo, que inicia con el tratamiento térmico de la semilla, así como la liberación de productos biológicos y la prevención o control de cinco plagas de importancia como chinche salivosa (*Aeneolamia* sp.), rata cañera (*Sigmodon hispidus*), el gusano barrenador (*Diatraea saccharalis*), picudo de la semilla (coleópteros) y chinche de encaje (*Leptodyctia tabidae*).

E. Aplicaciones aéreas

Para la empresa, la aplicación aérea de inhibidores de floración, fertilizantes, insecticidas y madurantes es una práctica que se rige a las normativas ambientales por medio del departamento de Gestión Ambiental de la empresa, tomando en cuenta la programación de las áreas a aplicar con la respectiva divulgación cuando se trata de comunidades con miembros de comités por poblado próximo o cultivos vecinos, así como carreteras, tendidos eléctricos entre otros.

1.4.4.3. Cosecha

Las labores de cosecha se realizan a partir de noviembre hasta principios de mayo, dicho periodo coincide con la época seca. Esta actividad se realiza bajo un programa que debe ajustarse cada mes de acuerdo al estado de maduración y porcentaje de humedad del cultivo determinado por medio de muestreos semanales en cañales de 10 meses de edad por medio de planificación de la zafra tomando en cuenta edad del cultivo, variedad, condiciones de acceso de la maquinaria y humedad de la caña, de esto depende si se cosecha al inicio de la zafra, si es variedad temprana se cosecha durante los meses de noviembre y diciembre, intermedia entre enero y marzo, y tardía de abril a mayo.

A. Quema

Esta actividad facilita la labor del cortador aumentando su eficiencia en toneladas de caña cortada por día y disminuye la cantidad de basura permitiendo mayor rendimiento de azúcar por tonelada de caña. Se toma en cuenta las normas del país reguladas y divulgadas por la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA 2015).

B. Corte Manual

Se realiza el corte de la caña quemada o corte en verde, este último se realiza cuando el área de corte se encuentra cerca de centros urbanos, industriales y bajo tendidos

eléctricos, la ventaja que ofrece es que se puede cortar al ras del suelo y facilita la selección de las cañas molederas.

C. Corte mecanizado

Este tipo de corte presenta una alternativa para la tecnificación de la cosecha de caña de azúcar, Sin embargo, tiene desventajas; ya que presenta o produce un alto contenido de materia extraña, no se puede realizar el área de rocas o con pendientes pronunciadas, requiere variedades de caña de crecimiento erecto o que no se postre por el viento. Entre las ventajas es que requiere un número reducido de personal.

D. Alce y movimiento interno

El alce es la actividad de levantar en forma mecánica la caña cortada, contabilizar y acomodar la misma en las jaulas diseñadas especialmente para esta labor. Son un tipo de contenedores conocidas como jaulas, que están capacitados de transportar de 30 a 35 toneladas de caña, los cuales se trasladan al lugar de alce para que sean llenadas y luego regresarlas al punto de enganche.

E. Transporte de caña de azúcar

Es la labor de movilizar las jaulas del área de corte hacia el ingenio. Existen diferentes combinaciones de jaulas: simples, dobles, triples y tetras, las cuales se utilizan de acuerdo a la ubicación, distancia y tipo de carretera nacional o particular que se transite (IMSA, 2016).

1.5. CONCLUSIONES

- Se describieron las labores y logística correspondientes al área de campo, así como las actividades que derivan de estas tanto en la siembra, labores del cultivo y del proceso de cosecha.
- Se identificó la problemática encontrada e importante para la realización adecuada de cada una de las labores descritas es la falta de información y generación de datos de perfil de puestos para aportes en cuanto a formación y capacitación en los principales puestos del área de campo.

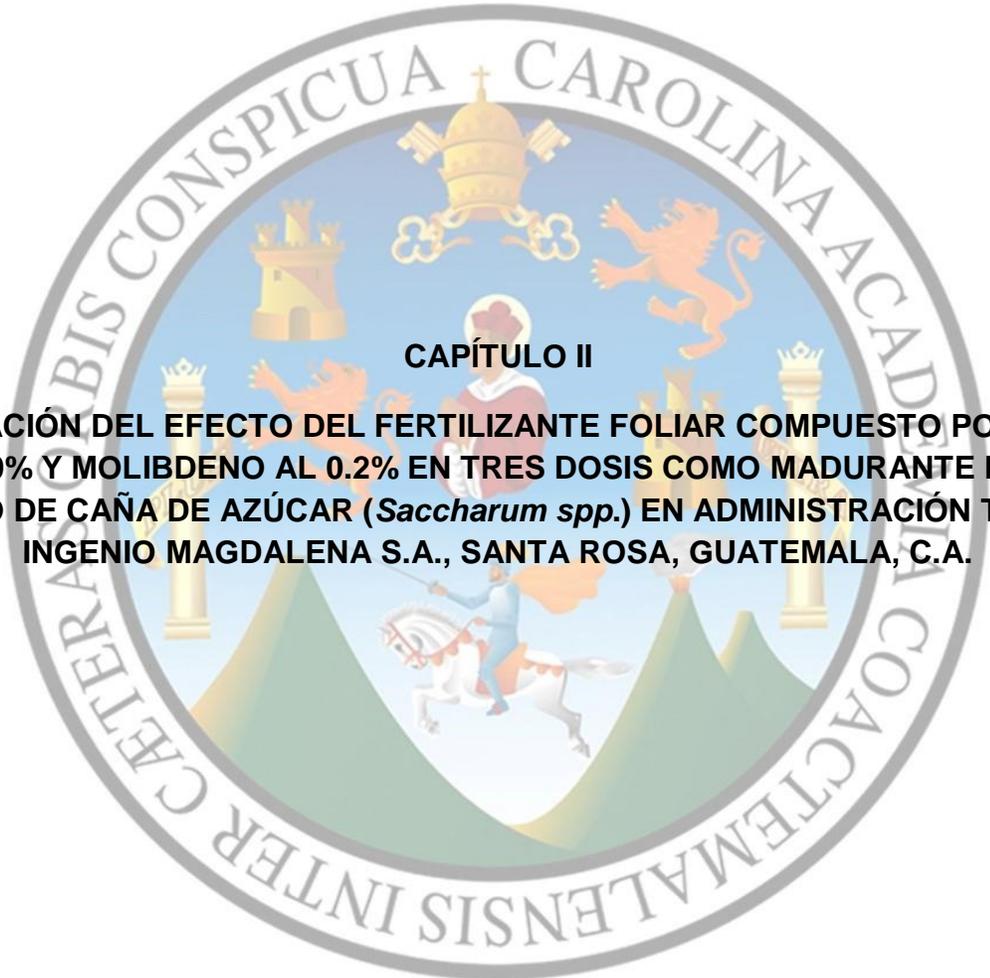
1.6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Administración Taxisco con el apoyo de Recursos Humanos, realizar una evaluación de las necesidades de capacitación de los colaboradores del área de campo para determinar los conocimientos técnicos, habilidades y actitudes que poseen y las debilidades que haya que reforzar para mejorar el desempeño en cada puesto de trabajo.
- Promover talleres con el apoyo de Recursos Humanos en la planificación de capacitaciones para que los colaboradores sigan fortaleciendo sus conocimientos adquiridos y estén preparados de manera que les permita crecer y poder poner en práctica todo lo aprendido, lo que les dará como resultado ser colaboradores altamente competitivos.

1.7. BIBLIOGRAFÍA

1. ASAZGUA (Asociación de Azucareros de Guatemala, Guatemala). 2016. Economía (en línea). Guatemala. Consultado 20 ago. 2015. Disponible en <http://www.azucar.com.gt/economia3.html>
2. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Guatemala). 2012. El cultivo de la caña de azúcar. Guatemala, Artemis Edinter. 479 p.
3. IGN (Instituto Geográfico Nacional, Guatemala). 2000. Diccionario geográfico nacional. Guatemala. 4 t.
4. IMSA (Ingenio Magdalena, Guatemala). 2016. El proceso de la caña de azúcar (en línea). Guatemala. Consultado 28 feb. 2016. Disponible en http://imsa.com.gt/sitio/#!/page_historia

 *Polando Barrera*



CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE FOLIAR COMPUESTO POR BORO AL 10% Y MOLIBDENO AL 0.2% EN TRES DOSIS COMO MADURANTE EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) EN ADMINISTRACIÓN TAXISCO, INGENIO MAGDALENA S.A., SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.

2.1. INTRODUCCIÓN

El uso de madurantes en el cultivo de caña de azúcar inició en Guatemala a finales de la década de los años ochenta, siendo uno de los primeros productos utilizados el Glifosato. Actualmente su uso es muy importante y común para la recuperación del azúcar en todos los ingenios de la agroindustria azucarera guatemalteca, tanto así, que es uno de los factores principales, que ha incidido en el incremento en cuanto rendimiento de azúcar por hectárea.

Actualmente se utilizan productos herbicidas como madurantes, del cual ya está siendo reducido su uso donde se encuentran vecindades y otros cultivos, ya que estos han mostrado en algunos reportes que son la causa de afecciones en algunas personas y daños a las plantaciones, que en dado caso la demanda del azúcar se hace más estricta por las empresas y cada vez se requieren alternativas en cuanto a la adquisición de productos en la aplicación en estas áreas.

El Ingenio Magdalena actualmente utiliza productos herbicidas como madurantes, que ayuda a incrementar la concentración de azúcar en el tallo y al mismo tiempo del desarrollo de técnicas para la maduración inducida, han adoptado proponer un nuevo producto para la maduración de la caña de azúcar derivando la evolución con fertilizante foliar compuesto por Boro al 10 % y Molibdeno al 0.2 % en tres dosis como madurante en el cultivo de caña de azúcar con el fin de tener alternativas ecológicas y que reducen los efectos colaterales causados por el uso de herbicidas como madurantes.

Con el uso de los productos no herbicidas como el fertilizante foliar compuesto por Boro 10 % y Molibdeno 0.2 % se pretende que ayuden a la acumulación de azúcar durante el proceso de la maduración, además de la reducción del impacto negativo por la aplicación de madurante en áreas cercanas a comunidades y sobre todo garantizar mayor porcentaje de rebrotes de caña para el siguiente periodo de producción.

La investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de tres dosis del producto compuesto por Boro 10 % y Molibdeno 0.2 % en la maduración de la caña de azúcar de la variedad CP 72-2086 en Taxisco, Santa Rosa. Se evaluó en un diseño de bloques completos al azar con 6 tratamientos: trinexapac-etil, glifosato, tres dosis del fertilizante foliar Balancer (Boro 10 % y Molibdeno 0.2 %), y un testigo sin aplicar, siendo las variables de respuesta; toneladas métricas de caña por hectárea (TMCH) y rendimiento de azúcar en toneladas de azúcar por hectárea (TAH).

En los resultados de rendimiento de caña en toneladas métricas por hectárea, se puede observar que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, por lo que se puede establecer que los tratamientos evaluados responden de una manera similar al testigo sin aplicar. Así mismo, en la evaluación de rendimiento de azúcar en toneladas de azúcar por hectárea en los resultados se observa que existe una diferencia estadística entre los tratamientos, debido que el tratamiento con Trinexapac-etil 1.6 L/ha diferente a los otros cinco tratamientos necesita condiciones adecuadas y que en esta ocasión la precipitación afecto la absorción del producto en el follaje, en ocasiones las lluvias después de la aplicación pueden lavar el producto, impidiendo de esta manera su acción efectiva.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Marco conceptual

2.2.1.1. Historia de la caña de azúcar

La caña de azúcar es uno de los cultivos más antiguos en el mundo, no se tienen datos concretos de cuándo inician su siembra, se cree que ésta empezó 3.000 años A.C. como un tipo de césped en la isla de Nueva Guinea y de allí se extendió a Borneo, Sumatra e India (CENGICAÑA, 2012).

La caña de azúcar pertenece a la familia de las gramíneas, tiene características como el tallo leñoso, lleno de un tejido esponjoso y dulce del que se extrae el azúcar. Su altura puede superar los dos metros; tiene hojas largas, lampiñas y flores purpúreas en panoja piramidal. Todo en esta planta se puede utilizar (CENGICAÑA, 2012).

La historia registra que el proceso del azúcar se escuchó primero en la India. Hay varias leyendas que hacen referencia a la caña de azúcar, una nace en las Islas de Salomón y dice que los antepasados de la raza humana se generaron de un tallo de la caña. Otra se encuentra escrita en el Átharva-veda, libro sagrado de los hindúes, donde hablan de la corona hecha de caña de azúcar (CENGICAÑA, 2012).

Flores (1976) y Saravia (1990), indican que Guatemala no podía quedar al margen en las pruebas de los nuevos cultivos, y es de esa manera como en San Jerónimo, Baja Verapaz, se establecieron los primeros trapiches donde se producía panela, posteriormente se extendieron con la producción de la caña de azúcar a la costa sur, desde Antigua hasta Escuintla y Santa Rosa, donde todavía existen ruinas de las construcciones que predominaron durante la dominación española, alcanzando la explotación un incremento considerable en el año 1930, siendo a la fecha la agroindustria azucarera, una de las fuentes de producción más importantes de Guatemala (Solórzano, 1998).

La Región cañera de Guatemala se localiza en la llanura costera del Océano Pacífico entre las coordenadas 13° 52' 50" y 14° 33' 1.8" Latitud Norte y 90° 36' 46" y 91° 37' 59" Longitud Oeste y está comprendida en áreas con alturas que van de el nivel del mar hasta los 800 metros sobre el nivel del mar (CENGICAÑA, 2010).

2.2.1.2. Clasificación taxonómica del cultivo de la caña de azúcar

Según (Cronquist, 1981), el sistema filogenético de clasificación desarrollado por Arthur Cronquist la sistemática de la caña se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la caña de azúcar.

Reino	Plantae
Phylum	Tracheophyta
Subphylum	Pteropsida
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Tribu	Andropogoneae
Genero	Saccharum
Especie	<i>Saccharum spp.</i>

Fuente: Cronquist, 1981.

2.2.1.3. Fisiología de la maduración en la caña de azúcar

La maduración de la caña de azúcar se define como la culminación del proceso fisiológico que conlleva a la máxima acumulación de sacarosa en la planta, este proceso se describe en dos etapas: la primera incluye el engrosamiento y cese de crecimiento de los entrenudos, acompañados de un incremento de la materia seca, y la segunda está relacionada con la acumulación de sacarosa en los entrenudos totalmente desarrollados. Esta última etapa depende de factores nutricionales y ambientales. Varios investigadores sostienen que si el agua y el Nitrógeno son abundantes, la planta no madura. Investigaciones anteriores encontraron que la fertilización con altas dosis de Nitrógeno es la causa principal de las bajas acumulaciones de sacarosa en la caña, aunque este nutrimento debe incrementar la capacidad potencial de almacenamiento de una determinada variedad (Villegas, 1992).

Por otro lado, el ciclo vegetativo de la caña de azúcar comprende tres etapas que, con ligera variante de acuerdo con la variedad, se definen así:

- **Primera etapa**

Corresponde al desarrollo de las cepas que va desde la germinación o brotación hasta que el campo cierra (5 a 6 meses de edad) y es la etapa de mayor requerimiento de agua, debe estar el contenido de humedad en la planta arriba del 85 % (Villegas,1992).

- **Segunda etapa**

Comprende la etapa de formación de sacarosa y se extiende del final de la primera hasta el inicio de la maduración, período en que la humedad del tallo debe ser 80 % (Villegas, 1992).

- **Tercera etapa**

Es la maduración propiamente, la que se inicia aproximadamente a los 9 meses de edad, necesitándose entre 71 % y 73 % de humedad en la planta para obtener una buena maduración (Villegas,1992).

2.2.1.4. Procesos fisiológicos de la maduración en la caña de azúcar

Los azúcares formados en la fotosíntesis como son, en su orden, glucosa y fructosa, sufren un proceso de síntesis en el cloroplasto, para convertirse en sacarosa después de una serie de reacciones químicas catalizadas por enzimas presentes en su mayoría en el estroma de este orgánulo celular (CENGICAÑA, 2012) .

La sacarosa se transloca de las hojas hacia el tallo y las raíces a través del tejido de conducción denominado floema. En el tallo, sigue un orden de acumulación en las células parenquimatosas o de distribución hacia las zonas de crecimiento en donde es desdoblada, fundamentalmente bajo la acción de la invertasa ácida, en los reductores, glucosa y fructosa que son los azúcares que pueden ingresar al proceso de respiración celular en donde se degradan para producir la energía necesaria para el crecimiento y desarrollo de las células jóvenes (CENGICAÑA, 2012).

2.2.1.5. Factores que determinan la dosis y volumen de aplicación

Con la aplicación de madurantes en caña de azúcar es posible, obtener el máximo nivel de sacarosa en los tallos, evitar reducciones drásticas en el contenido de sacarosa debido a cambios del clima, obtener una ganancia económica adicional en un período relativamente corto y sin afectar la producción de caña y reducir el período vegetativo del cultivo cuando sea necesario (Villegas, 1992).

A continuación, se exponen las características del cultivo y las condiciones ambientales principales que se deben conocer para determinar la dosis y el volumen de aplicación de madurantes en caña de azúcar (Villegas, 1992).

A. Maduración natural

Las condiciones en las que madura este cultivo son muy variables independientemente de las prácticas que se utilicen para obtener altos contenidos de sacarosa. El contenido de sacarosa en los tallos depende en buena parte de las condiciones climáticas durante las últimas semanas del período de cultivo, especialmente de la precipitación (Villegas, 1992).

Para mantener niveles de rendimiento satisfactorios se recomienda:

- Utilizar variedades de caña con alto potencial de acumulación de sacarosa en condiciones naturales y cosecharlas en el momento óptimo de maduración.
- Hacer las aplicaciones de riego teniendo en cuenta el balance hídrico en el suelo.
- Suprimir los riegos después de los diez meses de edad del cultivo para favorecer el agostamiento natural.
- Asegurar un adecuado balance de la fertilidad en el suelo que contribuya a incrementar o por lo menos sostener el contenido de sacarosa: aplicar cantidades adecuadas de Nitrógeno y Potasio de acuerdo con los resultados del análisis de suelo; evitar las aplicaciones tardías de nitrógeno.
- Cosechar la caña con el menor contenido posible de materia extraña y reducir a menos de 24 horas los tiempos de permanencia entre corte y molienda para

mantener así la sacarosa producida en el campo y evitar pérdidas en los procesos de fábrica.

- Es posible obtener niveles altos de sacarosa mediante la selección de variedades apropiadas y prácticas culturales adecuadas (Villegas ,1992).

B. Precipitación pluvial

La disponibilidad de agua para la caña de azúcar debe ser adecuada en la etapa de desarrollo, de tal manera que permita la absorción, transporte y asimilación de nutrientes, necesarios para el normal desarrollo y crecimiento vegetativo de la planta, pero durante el inicio y el desarrollo de la maduración en sí, dicha disponibilidad debe ser ampliamente reducida. Cuando la precipitación disminuye y por lo tanto la disponibilidad de agua en el suelo se reduce drásticamente, la planta decrece su ritmo de desarrollo celular, y consecuentemente su crecimiento, lo que conduce a una acumulación de sacarosa principalmente en el tercio superior, fenómeno que es ampliamente conocido como maduración (Saenz, 2004).

En ambientes dotados naturalmente, tal el caso de Hawai, donde los niveles de humedad del suelo pueden manejarse mediante prácticas agronómicas, el cultivo puede crecerse y “madurarse” manejando la disponibilidad de agua en el suelo. Si se humedece adecuadamente la capa arable del suelo, mediante riego por ejemplo, el cultivo crece vegetativamente acumulando poca sacarosa en los tallos, mientras que si se reduce el contenido de humedad, por debajo del nivel de capacidad de campo por ejemplo, se produce la maduración de los tallos ya que aumenta considerablemente su concentración de sacarosa (Saenz, 2004).

C. Temperatura

Este es probablemente el factor climático de mayor importancia en la maduración de la caña de azúcar, lo que es compartido por distintos investigadores, al decir que los descensos de temperatura en un período prolongado de tiempo, aun con un suministro abundante de Nitrógeno y humedad, puede retardar el crecimiento y aumentar el contenido de sacarosa en los tallos. Ello se atribuye al efecto directamente proporcional

que ejercen las temperaturas sobre la absorción de agua y nutrientes por la planta (Arcila,1986).

El mayor efecto de la temperatura se produce cuando se conjuga con períodos de sequía y una oscilación térmica entre 11 y 12 grados centígrados, condición que favorece la acumulación de sacarosa en el tallo, por lo tanto incrementando el rendimiento de azúcar (Arcila, 1986).

D. Luminosidad

La luz como principal fuente de energía para los cultivos, en este caso caña de azúcar, juega un papel importante en la producción y almacenamiento de sacarosa en las hojas y en los tallos, respectivamente. En la producción, porque siendo la caña de azúcar una planta fotosintéticamente C₄, la hace, por un lado, muy eficiente en la absorción de energía lumínica en los cloroplastos, pero por el otro, también muy exigente en los niveles de energía radiante que deben estar alcanzándose en los tejidos foliares, para poder ser eficiente en la formación de biomasa que agronómicamente se traduce en tonelaje de caña y finalmente azúcar (Saenz, 2004).

E. La maduración inducida

El que hacer de la agroindustria azucarera por definición es producir azúcar como tal, sin embargo, es necesario puntualizar que la producción de azúcar está directamente relacionada con el tonelaje obtenido por unidad de área y el rendimiento o contenido de sacarosa por unidad de peso de caña molida (Buenaventura, 1986).

Anteriormente se mencionaba que entre los principales factores naturales y agronómicos que limitan la maduración natural de la caña de azúcar se encuentran la humedad del suelo, el Nitrógeno y la temperatura ambiental, factores que son difíciles de controlar sin la ayuda de un medio artificial, a menos que se cultive en ambientes dotados por la naturaleza en que la planta acumula suficiente concentración de sacarosa como para hacer de la producción de azúcar una actividad altamente rentable. De otra manera, se justifica y prácticamente se hace imprescindible el uso de productos químicos para inducir

la acumulación de sacarosa y a la vez, sincronizar la maduración de la caña de acuerdo con la programación de la zafra. Esto ha dado paso a la utilización de la tecnología de aplicación de madurantes en el cultivo de la caña de azúcar que en Guatemala y en general en todo Centroamérica, así como en Colombia, ha sido altamente rentable (Buenaventura, 1986).

2.2.1.6. Importancia del uso de madurantes

Según CENGICAÑA (2012), los madurantes químicos para caña de azúcar han sido estudiados desde 1920. Estos productos aceleran la madurez de la planta y prolongan el período de concentración máxima de la sacarosa del tallo. Típicamente inhiben el crecimiento del meristemo apical. Probablemente, esto permite que la energía usada ordinariamente para el crecimiento vegetativo sea utilizada para la fabricación y almacenamiento de sacarosa.

La acción del madurante es altamente variable. Los factores más importantes a considerar son la variedad de caña de azúcar, el clima las condiciones son:

- temperatura
- humedad

La sincronización del uso del madurante en lo referente a la cosecha prevista. Los productos más utilizados son según CENGICAÑA (2012).

- Sal isopropilamina de glifosato,
- Sal monoamonio de glifosato,
- Sal trimetilsulfonio de N-(fosfonometil) glicina,
- fluazifop-p-butil y Clethodim

La aplicación del madurante se realiza por vía aérea utilizando aeronaves de ala móvil como helicópteros o de ala fija como avionetas y aviones livianos; provistos de equipo de aspersión. El tiempo de espera entre la aplicación del madurante y la cosecha varía entre 5 a 10 semanas (CENGICAÑA, 2012).

2.2.1.7. Factores necesarios para determinar el rendimiento de azúcar por hectárea

Según Villegas (2003), los factores necesarios para determinar el rendimiento total de azúcar por hectárea, en el cultivo de caña de azúcar:

A. Grados Brix

Los Brix incluyen a los azúcares y a compuestos que no son azúcares. Los Brix pueden ser medidos en el campo, en la misma plantación, utilizando un refractómetro manual para Brix o HR Brix. Para esto se perforan varias plantas en el campo y se colecta su jugo para formar una muestra compuesta que será analizada. Luego se pone una gota del jugo compuesto en el refractómetro manual y se hace la medición de grados Brix. El campo circular del visor se oscurece a medida que aumenta el nivel de Brix, que puede ser leído fácilmente. El refractómetro manual para Brix tiene graduaciones de 0 a 32%. Las lecturas de Brix pueden tomarse por separado en la parte superior o inferior del cultivo (Villegas, 2003).

Un rango estrecho de lectura indica madurez de la caña, mientras que un rango amplio indica que la caña ya está demasiado madura. Por otro lado, si la parte inferior de la caña tiene un menor valor de Brix que la parte superior, esto indica que la caña está sobremadura y que está ocurriendo reversión del azúcar (Villegas, 2003).

B. Sacarosa del jugo o porcentaje POL

El porcentaje de sacarosa del jugo es el contenido real de azúcar de caña presente en el jugo. Se determina con un polarímetro, de ahí que el porcentaje de sacarosa también sea llamado como Porcentaje POL. Para efectos prácticos el porcentaje de sacarosa y el porcentaje POL son sinónimos. En la actualidad existe un instrumento llamado sucrolisador, que también determina el porcentaje de sacarosa en el jugo (Villegas, 2003).

C. Peso de torta

Se refiere al peso del residuo que queda después de pasar caña picada por la prensa hidráulica (Saenz, 2004).

D. Pureza

La pureza de la caña de azúcar es el porcentaje de sacarosa en sólidos totales del jugo. Una pureza mayor es el resultado de un contenido más alto de sacarosa en los sólidos solubles totales presentes en el jugo (Buenaventura, 1986).

E. Rendimiento

Es la cantidad de azúcar que se extrae de una tonelada métrica de caña en kilogramos, sin tomar en cuenta su composición (CENGICAÑA, 2012).

2.2.1.8. Técnicas de aplicación de madurantes

A. Equipo de aplicación

La aplicación de maduradores se realiza por vía aérea utilizando aeronaves de ala móvil como helicópteros o de ala baja como avionetas y aviones livianos, provistas de equipos de aspersion. Las aeronaves deben estar equipadas con un sistema de posicionamiento global (GPS) que les permita hacer aplicaciones sin necesidad de bandereo móvil (Villegas, 2003).

B. Equipo de meteorología

En el área de cultivo donde se realizará la aplicación se debe disponer de medidores de temperatura (termómetros), humedad relativa (higrómetro), velocidad y dirección del viento (anemómetro y veleta móvil) (Villegas, 2003).

A. Selección del producto, dosis y volumen de aplicación

La aplicación del madurante tiene el propósito de obtener el mayor beneficio en el incremento de sacarosa sin detrimento de la producción de caña. Para la selección del producto, la dosis y el volumen de aplicación se deben tener en cuenta la ubicación del lote, los cultivos vecinos, la variedad de caña, el tipo de suelo, el estado de la plantación y la producción estimada, la época entre aplicación y corte, la edad de la plantación y el equipo de aplicación, (Saenz, 2004).

Cuando no se conoce la respuesta de la variedad de caña a los madurantes se puede tomar como base la información disponible de otras variedades con características similares de desarrollo y producción para seleccionar el producto y la dosis por aplicar (Saenz, 2004).

2.2.1.9. Efectos en la concentración de azúcar por la utilización de madurantes herbicidas, no herbicidas y a base de Boro y Molibdeno

A. Tinexapac-etil (Moddus 250 CE)

Es un producto sistémico que actúa como regulador de crecimiento para las plantas es absorbido como principalmente por hojas y brotes, (Carreto, 2,013).

a. Descripción del producto

Moddus 250 CE, es un compuesto orgánico (no nutriente) que en pequeñas cantidades fomenta, inhibe y modifica los procesos fisiológicos de los vegetales. Se absorbe por vía foliar y se transloca acropétalmente a las zonas de actividad meristemática, actuando como un regulador del crecimiento en caña de azúcar y en cereales de grano pequeño, reduce la altura de las plantas inhibiendo la elongación de los entrenudos e incrementa el grosor del tallo, evitando con ello el acame (no tiene influencia negativa en la longitud y masa radicular) (Carreto, 2,013).

b. Modo de acción

Moddus 250 CE, en el cuadro 3; actúa inhibiendo temporalmente la biosíntesis del ácido giberélico resultado en una disminución de la elongación celular y la longitud de los entrenudos superiores y por consiguiente las plantas quedan cortas y fuertes (Carreto, 2,013).

Cuadro 3. Características del Trinexapac-etil (Moddus 250 CE).

Estado Físico	Líquido.
Color	De amarillo a marrón.
Olor	Moderado
Solubilidad	completamente soluble en agua.
Ph	4.5

Fuente: (Carreto, 2,013).

c. Modo de aplicación

Moddus 250 CE, se utiliza en aplicaciones foliares, se puede aplicar con bombas de aspersión de espalda, con equipo de aspersión, aeronaves como avión o helicóptero, a una dosis de 1 a 1.6 Litros por hectárea, en la figura 9A. (Carreto, 2,013).

B. Glifosato (Round up)

El glifosato es un herbicida sistémico que actúa en post-emergencia, no selectivo, de amplio espectro, usado para matar plantas no deseadas, como pastos anuales y perennes, hierbas de hoja ancha y especies leñosas, en caña de azúcar se utiliza para favorecer el incremento del contenido de sacarosa (Monsanto, 1991).

Nombre comercial más conocido es Round-up, de Monsanto, del cual existen varias formulaciones que se caracterizan comúnmente por contener 480 g/L de sal IPA de glifosato y el surfactante POEA (polioxietil amina), pudiendo estribar las diferencias en las concentraciones de los ingredientes y en la clase o mezclas de POEA, el cual es una familia de alquilaminas polietoxiladas sintetizadas de ácidos grasos de origen animal (Monsanto, 1991).

a. Modo de acción

El ingrediente activo de glifosato penetra en el follaje y se trasloca por el simplasto (tejido vivo de la planta), junto con los productos de la fotosíntesis, y se acumula en los

meristemas, principalmente en el punto de crecimiento. Se considera que el glifosato inhibe la acción de los enzimas, la mutasa corísmica y la deshidratasa prefénica, que intervienen en la síntesis de la ácido coríasmico el cual es, a su vez, precursor de tres aminoácidos exclusivos que solamente sintetizan las plantas: el triptófano, la tirosina y la fenilalanina. Se ha demostrado también que el glifosato actúa sobre la enzima invertasa ácida, necesaria para desdoblar la sacarosa en glucosa y fructuosa que intervienen directamente en el crecimiento de la planta (cuadro 4) (Monsanto, 1991).

Cuadro 4. Características físico química de Glifosato (Round up).

Estado Físico	Líquido.
Color	Amarillo claro
Olor	A amina
Solubilidad	Muy soluble en agua.
Ph	4.7

Fuente: Monsanto, 1991.

b. Modo de aplicación

Para control de malezas se aplica de con bombas de cargar y aguilonos con tractor, para fines de maduración de la caña de azúcar, equipo de aspersión, aeronaves, avión o helicóptero (Monsanto, 1991).

c. Dosificación

En general la dosis se expresa como cantidad de producto químico por unidad de superficie L / ha ó kg / ha y, ocasionalmente, se usa el porcentaje de concentración de la solución. El volumen total que se aplica puede variar de acuerdo con el modo de acción del producto y el objetivo que se busca con la aplicación, en este caso la maduración de la caña de azúcar. Después de una década de estar haciendo aplicaciones comerciales de madurantes en caña de azúcar, las dosis de los productos y los volúmenes de la mezcla se han ajustado de acuerdo con los resultados de la investigación y las experiencias en los ingenios (Monsanto, 1991).

d. Clasificación II

En los países que utilizan cuatro categorías de toxicidad para los productos químicos, Roundup se clasifica en la cuarta, que corresponde al grupo de pesticidas menos tóxicos (Monsanto, 1991).

e. Impacto económico

La aplicación del glifosato es una práctica rentable. Un manejo eficiente de esta tecnología permite obtener beneficios económicos que superan ampliamente los costos de aplicación 40 kg extras de azúcar por hectárea, al lograr en promedio entre 500 a 700 kg de azúcar en un plazo corto (6 a 10 semanas del tratamiento). El impacto económico es mayor si se consideran los beneficios indirectos que genera la aplicación (inicio de la molienda, mejor calidad de cosecha, menor trash - trash=residuos indeseados, lodo, residuos de hoja, piedras, etc.-, mayor altura de despuntado, etc. (Larrahondo, 1995).

f. Comportamiento del producto en el suelo

En el suelo, la molécula de glifosato se comporta como un catión. Debido a sus cargas positivas se fija fuertemente en las partículas coloidales (arcillas y materia orgánica) cargadas negativamente que impiden su lixiviación. Simultáneamente ocurre un proceso de degradación por parte de los microorganismos que descomponen el ingrediente activo en compuestos naturales simples como agua, dióxido de Carbono (CO₂), Nitrógeno (N) y Fósforo (P). Se considera que el Roundup se biodegrada totalmente entre 60 y 90 días después de entrar en contacto con el suelo (Villegas y Arcila 2003).

g. Solubilidad

Es altamente soluble en agua (20,000 mg/kg de agua). Las soluciones preparadas son, por consiguiente, estables y permanecen uniformes por largo tiempo después de su preparación, (Farmex.com.pe. 2012).

h. Volatilidad

No es volátil y no produce vapores que puedan afectar plantas próximas. Sin embargo, puede ocurrir dispersión de gotas finas por el viento, especialmente cuando se utilizan boquillas de baja descarga y presiones altas. Para evitar lo anterior, se recomienda hacer las aplicaciones aéreas en las primeras horas de la mañana (Farmex.com.pe., 2012).

i. Compatibilidad

Por tratarse de un herbicida no selectivo se recomienda no mezclarlo con otros plaguicidas por incompatibilidad de uso. Mezclas en el tanque con herbicidas residuales como ureas sustituidas y triazinas o herbicidas postemergente como paraquat, MNMA, phenoxy u otros herbicidas del tipo auxinas pueden reducir la eficacia del glifosato (Farmex.com.pe. 2012).

j. Reingreso a un área tratada

No ingresar sin protección a un campo aplicado hasta 24 horas después de la aplicación. Mantener alejado al ganado durante este periodo (Yamada y Camargo 2007).

k. Daños en el cultivo

Reducción de la producción cultural del cañaveral aplicado por efecto de altas dosis o de aplicaciones muy tempranas. Posibles efectos en el rebrote y/o en el rendimiento cultural del ciclo siguiente en lotes estresados, por efecto de sobredosis, o fajas de sobre aplicación. Deterioro de la calidad fabril por retrasar la época de cosecha. Afectar la capacidad de brote de yemas en lotes destinados a caña semilla (Yamada y Camargo, 2007).

Existen evidencias de que el glifosato causa efectos en la disminución de la síntesis de ácido aminolevulínico (ALA), el cual es un precursor de la biosíntesis de Hierro (Fe) y Magnesio (Mg) el cual es precursor de la síntesis de la clorofila, de igual forma el hierro precursor de la síntesis del fitocromo (Yamada y Camargo 2007).

C. Fertilizante foliar compuesto por Boro (Br) 10.0 % Y Molibdeno (Mo) 0.2 % (Balancer)

a. Descripción de Fertilizante foliar Balancer

Producto conocido como Balancer que su acción fertilizante foliar, translocador de azúcares e inhibidor de auxinas y nitratos. Es un fertilizante foliar que se sugiere aplicar para controlar el crecimiento excesivo de la parte aérea de la planta, translocar azúcares a los frutos u otros órganos de almacenamiento y suplir deficiencias de Boro, así como para el control de aborto de flores y frutos (Stoller 2014).

b. Modo de acción

El fertilizante foliar Balancer (cuadro 5), mejora la utilización del Nitrógeno por las plantas al convertir los Nitratos a formas de Nitrógeno asimilables por las plantas (aminoácidos) que no contribuyan al desarrollo vegetativo excesivo. Mejora la calidad de los frutos cosechados al inhibir el desarrollo excesivo de la parte aérea de la planta al reducir la producción de Ácido Indol Acético. Facilita el transporte de Potasio a través de la membrana celular para que los azúcares puedan moverse a los frutos u otros órganos de almacenamiento. Está involucrado en la fertilidad y germinación del polen (Stoller 2014).

Cuadro 5. Características físico químicas de Balancer.

Estado Físico	Líquido.
Color	Azul
Olor	Sin olor
Solubilidad	Muy soluble en agua.
Ph	8

Fuente: Stoller, 2014.

c. Modo de aplicación

Como fertilizante foliar puede ser usado equipo aéreo y terrestre (mecanizado o manual), para fines de maduración de la caña de azúcar, equipo de aspersión, aeronaves, avión o

helicóptero. Nueve litros por hectárea. No es fitotóxico cuando se utiliza a las concentraciones sugeridas (figura 6A) (Stoller 2014).

d. El Boro y Molibdeno

El Boro y Molibdeno como complejo nutricional ayuda estimulando las funciones fisiológicas de brotación, floración, polinización, cuajado y buen desarrollo y forma del fruto. El Boro y Molibdeno son esenciales para el desarrollo de frutas y semillas en las plantas, estimulando y aumentando la resistencia a condiciones adversas. Incrementa la transformación y fijación del Nitrógeno a formas más asimilables por la planta, se incrementa también con ello la eficiencia de las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados tanto foliares como las realizadas al suelo, y así mismo del Nitrógeno (N) existente en el suelo, (Quiminet, 2008).

Permite además potencializar la eficacia de la fijación del Nitrógeno (N) por las bacterias benéficas, en todos los cultivos. Además, induce el desarrollo de los meristemos y de los brotes, también de facilitar la síntesis de los ácidos nucleicos, proteínas y de aumentar el metabolismo para la producción de auxinas (Quiminet, 2008).

e. Modo de acción del Molibdeno

El Molibdeno cumple una importante función en el intercambio de Nitrógeno en las plantas y microorganismos. El capacita la fijación del Nitrógeno por las bacterias nodulares (*Rhizobium*, *Azotobacter*) y otros microorganismos fijadores de Nitrógeno, aumentando la productividad de fijación de este participa también en los procesos de reducción de los nitratos en células vegetales, influye en la síntesis de los aminoácidos y las proteínas, permite una mejor utilización del Nitrógenos por las plantas (Villegas y Arcila 2003).

f. Modo de acción del Boro

El boro interviene en los procesos enzimáticos de síntesis de sacarosa y almidón, así como en la formación de la glucosa-6fosfato. Forma complejos azúcar-borado que facilitan el transporte de los azúcares a través de las membranas vegetales. En casos de carencia

de Boro, la célula pierde el control de la síntesis de los fenoles, que se acumulan en los tejidos necróticos (Quiminet, 2008).

El Boro es necesario para la síntesis de las pectinas de los frutos y de los lípidos de las membranas celulares. Desempeña una función bien determinada en el transporte de compuestos asimilados en el interior de la planta, pues actúa sobre este proceso tanto en el terreno energético (sobre el ATP) como manteniendo la funcionalidad del floema. Los productos utilizados como madurantes cuentan con amplia aceptación en el sector azucarero y han sido evaluados por las autoridades competentes teniendo en cuenta los criterios de utilización y manejo seguro. Son productos de toxicidad baja a moderada y su impacto ambiental es bajo (Quiminet 2008).

2.2.1.10. Tipo de boquillas utilizadas en simulador de aplicación aérea

Los equipos de aspersión pueden ser boquillas de cono hueco utilizadas en helicópteros, aspersores rotativos (micronairs) utilizados en avionetas, o boquillas rotativas en aviones livianos, las aeronaves deben de estar equipadas con un sistema posicionamiento global (GPS) que les permite hacer aplicaciones sin necesidad de bandereo móvil, se debe de tener en cuenta: (Buenaventura, 1986).

- Temperatura
- Humedad relativa
- Higrómetro
- Velocidad
- Dirección del viento (anemómetro)

2.2.1.11. Fertilización

La mayoría de campos cultivados de caña de azúcar tiene niveles adecuados de fertilizante para maximizar la producción de fotosintatos. El movimiento de azúcar fuera de la hoja puede ser un tanto variable, siendo afectado por la cantidad de Nitrógeno en la planta. Muchos consideran que la fertilización, principalmente nitrogenada, debe reducirse

severamente al final del periodo vegetativo si pretende una buena conservación de azúcares reductores en sacarosa (Arcila, 1986).

2.2.1.12. Riego

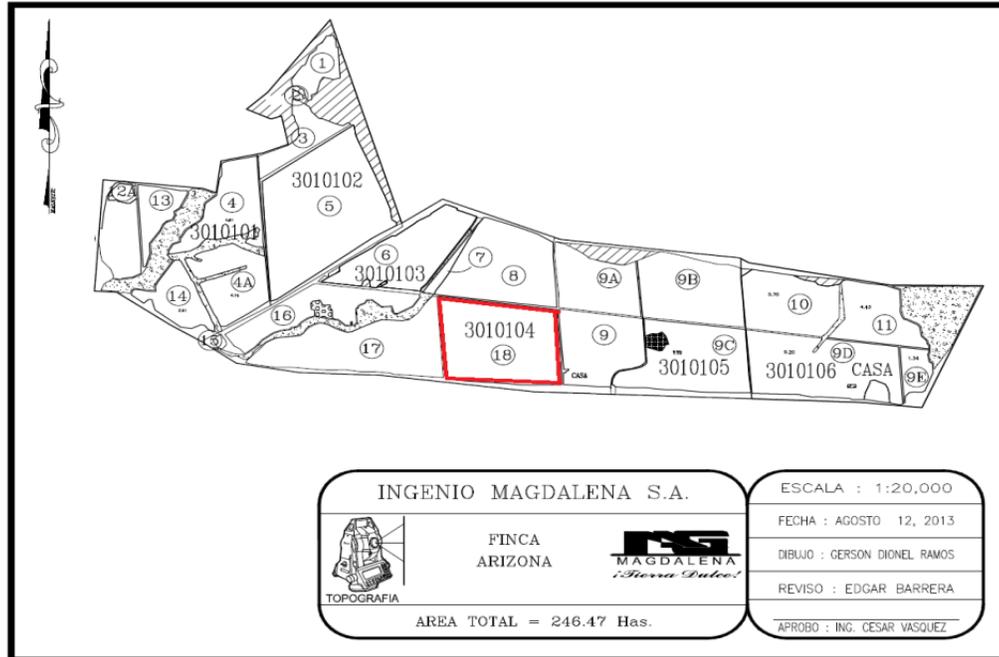
Las características del suelo influyen en el desarrollo del cultivo y en la condición de retención de humedad, afectando indirectamente la dosis del madurante que se debe de aplicar, las plantas que crecen en suelos de baja capacidad de retención de agua son sometidas frecuentemente a estrés hídrico, afectando su desarrollo, adicionalmente existe una época seca entre la aplicación del madurante y la cosecha de la caña, los cultivos que crecen en suelos de baja fertilización con limitaciones en sus condiciones físicas o con baja capacidad de retención de humedad deben recibir una dosis menor de madurante, en comparación con suelos con humedad (Buenaventura, 1986).

2.2.2. Marco referencial

2.2.2.1. Localización y descripción del área

Finca Arizona tiene un área total de 197.55 ha, está ubicada políticamente en el municipio de Taxisco, Santa Rosa a 125 km de la ciudad capital. Esta finca está ubicada a una altura de 30 m s.n.m., el casco de la finca se encuentra ubicado a una Latitud Norte 14° 02' 00.36'' y Longitud Oeste 90° 29' 16.16''. Sus colindancias son al Norte con Caserío El Astillero, al Sur con la finca Victorias, al Oeste con finca Varsovia y al Este con Caserío El Astillero. El camino es de terracería y es transitable todo el año (IMSA, 2013).

El área seleccionada donde se montó el ensayo, en la Finca Arizona, Lote 3010104 (figura 4), en el municipio de Taxisco, Santa Rosa, Región Oriente del Ingenio Magdalena S.A. con la Variedad CP 722086 (IMSA, 2013).



Fuente: IMSA, 2013.

Figura 4. Mapa de la finca Arizona, Taxisco, Santa Rosa.

2.2.2.2. Características generales de las condiciones climáticas

El clima de la región Oriente, presenta las características siguientes: Época seca de diciembre a abril, época húmeda de mayo a noviembre, temperaturas máximas en marzo y abril, mínimas en diciembre y enero. La finca posee una precipitación media anual de 1800 mm, con una distribución de la lluvia de 165 días durante el año, mayor precipitación de mayo a octubre, y de menor precipitación de noviembre a abril, la temperatura promedio es de 27.72 °C y una humedad relativa anual promedio de 75.77 % (cuadro 6) (CENGICAÑA, 2012).

Cuadro 6. Características climáticas, ambientales, topografía y tipo de suelo del área experimental.

CONCEPTO	CARACTERÍSTICA
Clima	Cálido.
Altura	30 m s.n.m.
Temperatura	Máxima 34°C.
	Mínima 23°C.
Precipitación pluvial	Precipitación pluvial media anual 1,800 mm,
	Distribuida de Abril a Noviembre.
Topografía	Plana.
Suelo	Franco arcilloso, profundos.

Fuente: IMSA - Departamento de investigaciones, Ingenio Magdalena S.A.-, 2016

2.2.2.3. Tipo de suelo Mollisol

Son suelos superficiales a moderadamente profundos, con epipedón mólico, desarrollados de materiales volcánicos y sedimentarios; tienen horizontes superficiales oscurecidos, estructurados en gránulos bien desarrollados de consistencia friable y dotada suficientemente de bases, principalmente de Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). Presentan topografía que varía entre ligeramente inclinada a extremadamente empinada. Son suelos medianamente evolucionados con horizontes ABC y AC (CENGICAÑA, 2012).

2.2.2.4. Zona de vida

Bosque muy húmedo subtropical (bmh-S(c)) de relieve plano a accidentado. Los climas son variables por influencia de los vientos. El régimen de lluvias es de mayor duración (De la Cruz 1982).

2.2.2.5. Material vegetativo

Se utilizó en campo 2 cortes (3ra. Caña soca), con la variedad CP 72-2086. En las dos últimas temporadas de aplicación de madurante en finca Arizona se ha utilizado una dosis de 1.6 litros por hectárea de Trinexapac-etil con aplicación variada (Carreto, 2,013).

Descripción de la Variedad CP 72-2086 a nivel morfológico (figura 5).

- CP = Canal Point (Florida)
- 1972 = Año de selección
- 2086 = Número correlativo de selección
- Progenitores CP 62-374 X CP63-588



Fuente: CENICAÑA, 2002.

Figura 5. Morfología de la a variedad CP 72-2086. A) variedad CP 72 -2086, B) Tallos, C) Yema, D) Auricula, E) Ligula, F) Cuello, G) Vaina.

2.2.2.6. Características morfológicas

El hábito de crecimiento de los tallos es semirrecto, posee poco deshoje natural, la cantidad de follaje es intermedio; el entrenudo es 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, 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 semi-lisa (CENGICAÑA, 2000).

2.2.2.7. Características agronómicas

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 (Orozco, 2,003).

Para su cosecha posee una dureza intermedia mayor que la CP 72-1312; la CP 72-2086 es resistente al Carbón (*Ustilago scitaminea*), Roya (*Puccinia melanocephala*), susceptible al Virus del Mosaico de la Caña de azúcar (VMCA). Le ataca el Barrenador (*Diatraea sacharalis*), y es susceptible al mosaico, raya roja y amarillamiento foliar YLS (CENGICAÑA, 2000).

Es altamente floreadora más del 90 por ciento, sin embargo dicha floración disminuye en las fincas del estrato bajo debido principalmente al fotoperiodo, mientras mayor sea la intensidad lumínica menor será la floración (Orozco, 2003).

Dicha floración la clasifica como una variedad de maduración temprana siendo muy rendidora al inicio de la zafra. Se recomienda cortar en los meses de noviembre, diciembre y a mediados de enero inclusive. Debido a la floración, produce corcho y en condiciones fuertes del inicio de la época seca y el tiempo que transcurre al corte puede deteriorar los

entrenados superiores. La CP 72-2086 al igual que la CP 72-1312 es una variedad de muy buen tonelaje y alta productora de azúcar. A un nivel comercial ha logrado alcanzar una gran preferencia debido a sus altos tonelajes en el campo y elevadas producciones de azúcar en la fábrica (CENGICAÑA 2000).

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de fertilizante foliar compuesto por Boro 10 % y Molibdeno 0.2 % en tres dosis como madurante en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en finca Arizona, Administración Taxisco para buscar una alternativa del uso del Glifosato en áreas colindantes con otros cultivos.

2.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar la producción en tonelada métrica de caña de azúcar por hectárea – TMCH -. mediante la evaluación del efecto del fertilizante foliar compuesto por Boro 10 % y Molibdeno 0.2 %.
2. Comparar los rendimientos de caña expresados en toneladas de azúcar por hectárea (TAH), utilizando los distintos tratamientos.

2.4. HIPÓTESIS

Por lo menos uno de los tratamientos utilizados de fertilizante foliar compuesto Boro 10 % y Molibdeno 0.2 % en tres dosis como madurante en el cultivo de caña de azúcar presentan una mayor producción de caña y de azúcar, en T/ha.

2.5. METODOLOGÍA

Para la realización del presente trabajo, la metodología consiste en la aplicación de tres diferentes dosis de Boro 10 % y Molibdeno 0.2 %, un tratamiento con trinexapac-etil y uno con glifosato, para aplicación de madurante en el cultivo de caña de azúcar utilizando la variedad que es CP 72-2086.

2.5.1. Materiales y equipo para la aplicación

- Productos
- Fertilizante foliar compuesto por Boro 10 % y Molibdeno 0.2 % (Producto comercial: Balancer).
- Trinexapac – etil (Producto comercial: Moddus)
- Glifosato (Producto Comercial: Roundup SL)
- Variedad a utilizar: CP 72-2086
- Simulador de aplicación área.

Las etiquetas de los productos comerciales se presentan en las figuras 6A ,7A, 8A.

2.5.2. Tratamiento

Se evaluarán 6 tratamientos, siendo estos un testigo absoluto sin aplicar, dos productos utilizados como madurantes comercialmente y tres tratamientos con el fertilizante foliar evaluado como madurante, (Cuadro 7). Una aplicación a las 8 semanas previo a la cosecha, aplicando en la tercera semana de septiembre del 2016 y cosechó la tercera semana de noviembre del 2016. Las dosis de los tratamientos comerciales son las utilizadas por el Ingenio Magdalena S.A., siendo el caso de los productos Glifosato y Tinexapac-etil, además, tres dosis del producto fertilizante foliar compuesto por Boro y Molibdeno.

Cuadro 7. Tratamientos utilizados en la investigación.

No.	Tratamientos	Unidad de medida	Dosis por hectárea
T1	Testigo absoluto	—	Sin aplicar
T2	Fertilizante foliar (Boro 10% y Molibdeno 0.2 %)	Litros	8
T3	Fertilizante foliar (Boro 10% y Molibdeno 0.2 %)	Litros	9
T4	Fertilizante foliar (Boro 10% y Molibdeno 0.2 %)	Litros	10
T5	Trinexapac – etil (Testigo por ser utilizado en la empresa)	Litros	1.6
T6	Glifosato (Testigo por ser utilizado en la empresa)	Litros	1.2

2.5.3. Diseño experimental

Los tratamientos fueron distribuidos con cuatro repeticiones de forma aleatoria utilizando el Diseño de Bloques Completamente al Azar. Para disminuir el efecto de variabilidad originada por la pendiente.

Para establecer diseño en bloques completos al azar (DBCA) se tomó en cuenta los tres principios básicos de la experimentación: repetición, aleatorización y control local. En este diseño las unidades experimentales se distribuyen en grupos homogéneos. Cada uno de estos grupos es llamado: bloque, (figura 9A). El modelo estadístico utilizado es el siguiente:

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

Dónde:

Y_{ij} : Variable de respuesta en la i, j-ésima unidad experimental.

μ : Valor de media general

τ_i : Efecto del i-ésimo nivel del tratamiento

β_j : Efecto del j-ésimo nivel del bloque

ε_{ij} : Error experimental asociado a la i,j-ésima unidad experimental.

La digitación de datos de información de campo y la elaboración de las graficas correspondientes se llevó a cabo en el software Microsoft Excel. Para realizar el proceso estadístico de los datos se utilizó el software INFOSTAT para la realización del ANDEVA.

2.5.4. Unidad experimental y de muestreo

La unidad experimental consto por un área de 90 metros cuadrados (9 metros de ancho y 10 metros de largo). Esto debido a que el sistema de siembra es de surco en banda y tiene distanciamiento entre surco de 1.8 metros, se utilizó un rebrote de dos cortes, además, se eligió de esta manera las unidades muestreo dejando 5 surcos (figura 10A).

2.5.5. Manejo del experimento

El experimento se desarrolló con el mismo manejo que se realiza con la caña comercial como riego, control de malezas y fertilización.

En cuanto a la aplicación de simulador aéreo, se trasladó cada uno de los productos a utilizar y se aplicó la dosis conforme estaba indicado en cada tratamiento. El simulador tiene nueve metros de ancho y utiliza 6 boquillas de aspersion tipo XR8003, de cono

huevo, (figura 6). La aplicación se realizó a la misma hora que se realizaron las aplicaciones comerciales, iniciando a las 6:00 a.m. y terminando a las 8:00 a.m.



Figura 6. Simulador de aspersión Aéreo.

2.5.6. Variables de respuesta

a. Rendimiento de caña (TMCH)

Las toneladas métricas de caña por hectárea fueron calculadas de acuerdo a los resultados en la cosecha del ensayo, dicha caña se cosecho cada unidad de muestreo utilizando una báscula digital, (cuadro 10A).

b. Rendimiento de azúcar (TAH)

Esta variable se midió realizando muestreos de 10 tallos tomados al azar, por cada unidad experimental, llevando las muestras al laboratorio para el análisis de jugos, obteniendo el porcentaje de pol, calculando a partir de los kilogramos de azúcar por tonelada de caña, (cuadro 10A).

2.5.7. Análisis de la información

El proceso de los análisis de la información se llevó a cabo en el software Microsoft Excel, en el que se digitaron los datos y se realizaron las gráficas correspondientes. Para realizar el proceso análisis de datos se utilizó el software estadístico INFOSTAT para la realización del ANDEVA, en casos necesarios se realiza la prueba de medias de Fisher con el 95% de significancia.

2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de tres dosis de Boro 10 % y Molibdeno 0.2 %, una dosis de Glifosato y una de Trinexapac-etil, como madurante en el cultivo de caña de azúcar de la variedad CP 72-2086, referentes a toneladas de caña por hectárea (TCH) y toneladas de azúcar por hectárea (TAH).

2.6.1. Rendimiento de caña (TCH)

Cuadro 8. Resumen del análisis de varianza para toneladas métricas de caña por hectárea (T/ha).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados medios	F Calculada	Valor de p.
Modelo	8	438.53	54.82	1.27	0.3278
Tratamiento	5	246.56	49.31	1.14	0.3808
Repetición	3	191.97	63.99	1.48	0.2593
Error	15	647.1	43.14	-	-
Total	23	1085.62	-	-	-

C.V= 6.70%

Se puede observar en el resumen del análisis de varianza (cuadro 8), que no existe diferencia estadística significativa para las toneladas métricas de caña por hectárea entre los tratamientos, por lo que se puede establecer que los tratamientos evaluados responden de una manera similar al testigo sin aplicar (figura 7).

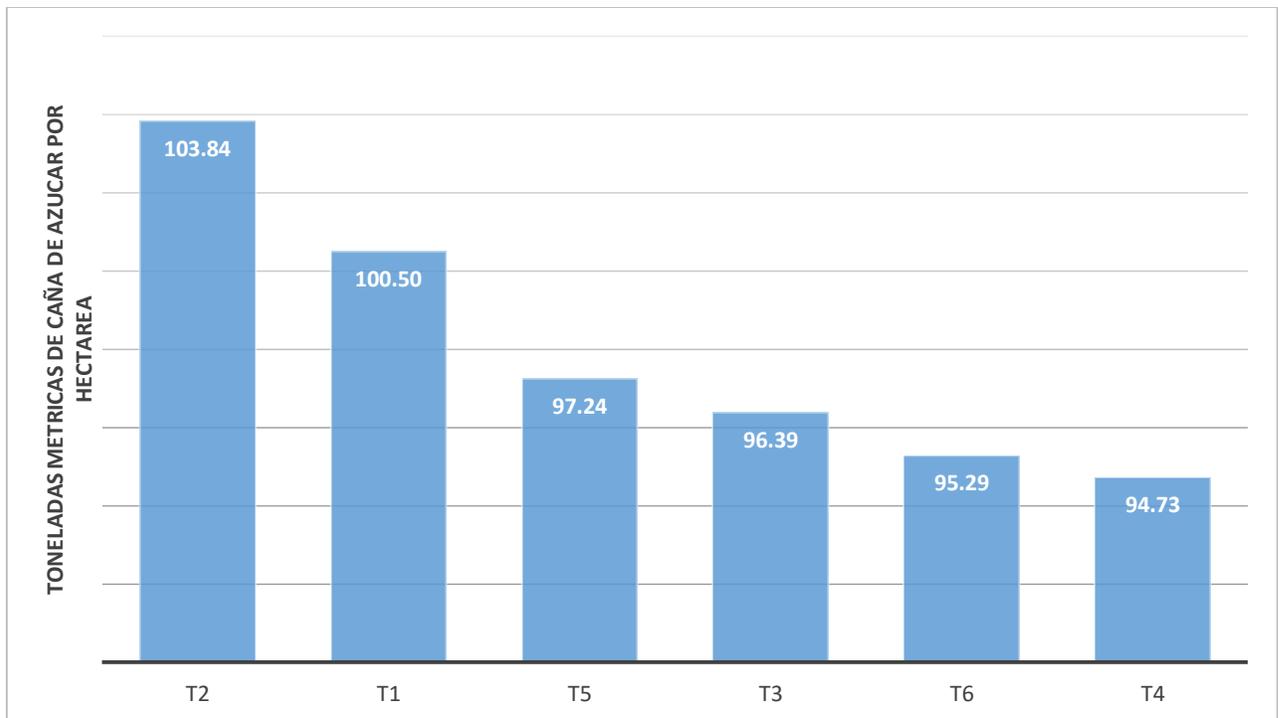


Figura 7. Rendimiento de caña (T/ha) por efecto de los tratamientos en estudio (T1: Testigo absoluto, T2: Fertilizante foliar 8L/ha, T3: Fertilizante foliar 9L/ha, T4: Fertilizante foliar 10 L/ha, T5: Trinexapac-etil 1.6 L/ha, T6: Glifosato 1.2 L/ha).

Lo anterior permite suponer que en el área evaluada, el inicio del ciclo de la maduración segunda semana de septiembre del 2016 presentó una época de alta precipitación aumentando la humedad del suelo; condición que se extendió durante las siguientes ocho semanas, siendo afectada la acción de los productos evaluados lo que se puede observar en el climadiagrama de temperatura y precipitación del periodo de la evaluación (figura 8). Los valores obtenidos para la producción de T/ha, mediante la evaluación del efecto del fertilizante foliar compuesto por Boro 10 % y Molibdeno 0.2 % con dosis de 8 l/ha fue de 103.84 (T2), con 9 l/ha 96.39 (T3) y con 10 l/ha 94.73 (T4).

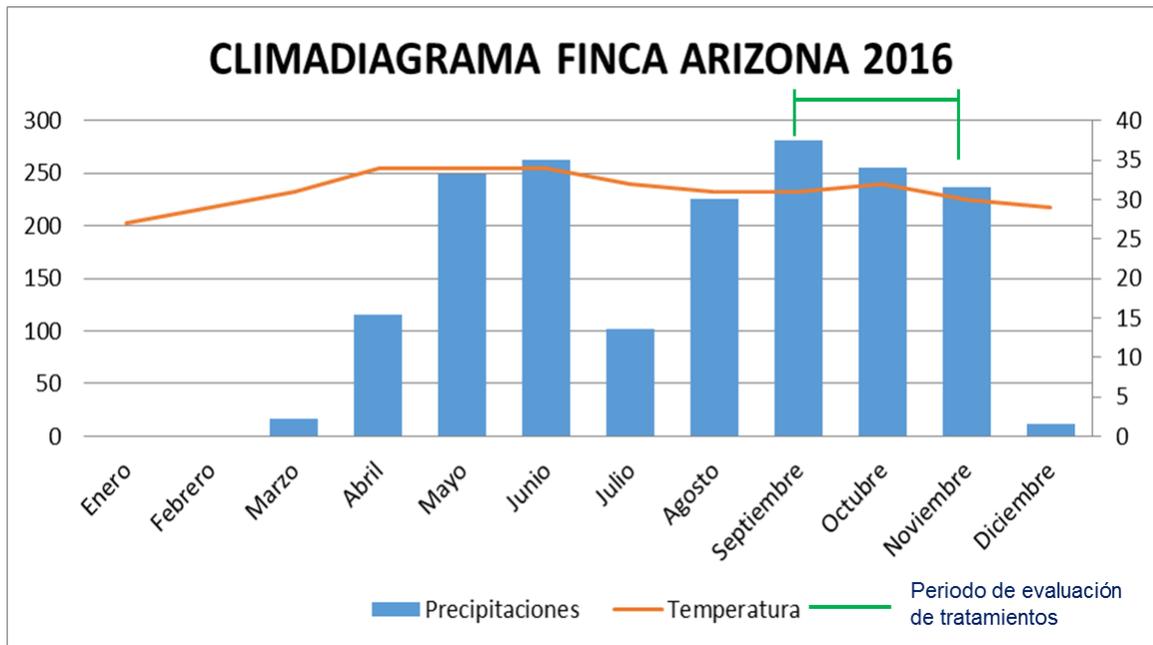


Figura 8. Climadiagrama de Finca Arizona.

Según, Buenaventura (1984), indica que el uso de productos químicos para mejorar la calidad de jugos de la caña, han sido evaluados principalmente en aquellas zonas donde las condiciones climáticas de temperatura y precipitación no favorecen la maduración natural.

Según, Dávila (1995), sostiene que, si el agua y Nitrógeno son abundantes, la planta no madura, ya que por el contenido de humedad en los tallos durante el período de maduración y cosecha es importante para asegurar una óptima concentración de los azúcares. Y por tal razón existe una diferencia en que puede haber tallos con buenos pesos, pero su peso es representado en materia verde y no en azúcares. Pero Cuando decrece el contenido de humedad en la planta, la deshidratación conduce a la conversión de los azúcares reductores en sacarosa y su peso en tonelaje de caña puede ser menor al que no concentro mayor azúcar.

2.6.2. Rendimiento de azúcar (T/ha)

Para obtener las toneladas de caña por hectárea (figura 9), se aplicaron 3 dosis diferentes de fertilizante compuesto de Boro y Molibdeno comparando con Glifosato, trinexapac-etil como madurantes de caña de azúcar utilizados en campo, mediante un diseño de Bloques completos al azar (BCA) obteniendo los resultados que se muestran en el cuadro 9. Como se observa existe una diferencia estadística entre los tratamientos, debido que el tratamiento con Trinexapac-etil 1.6 l/ha diferente a los otros cinco tratamientos (cuadro 10).

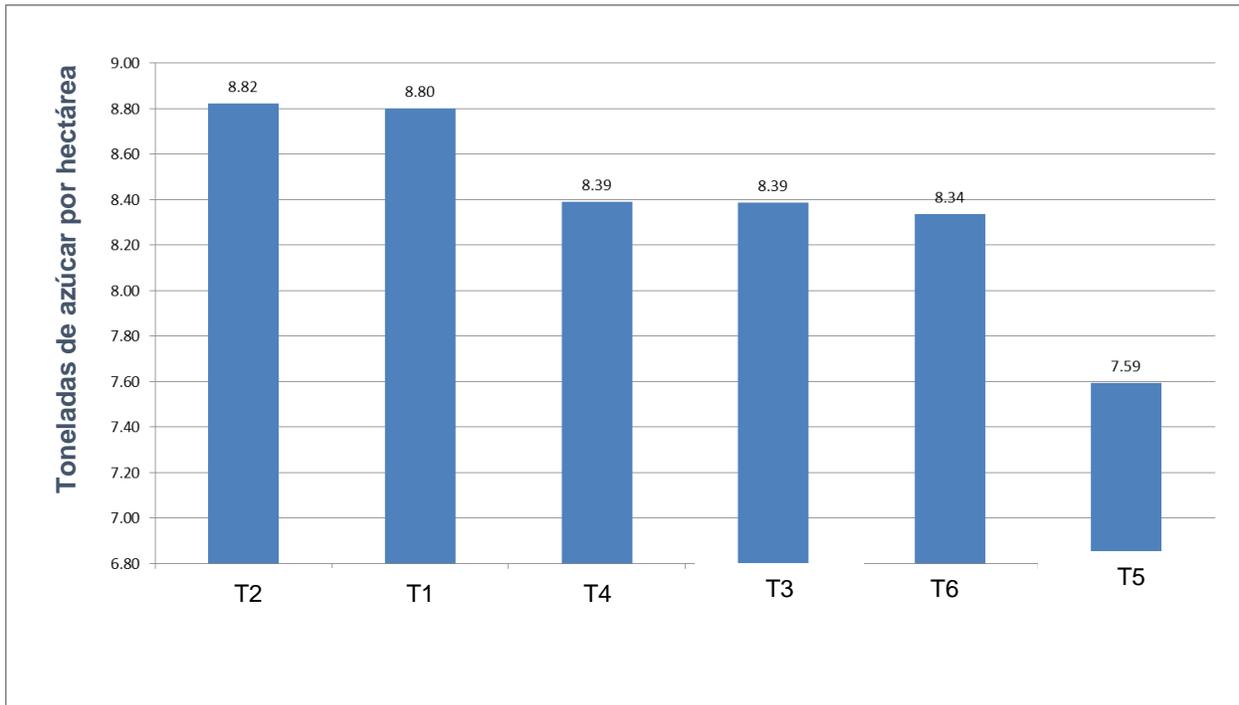


Figura 9. Rendimiento de azúcar (T/ha) por efecto de los tratamientos en estudio (T1: Testigo absoluto, T2: Fertilizante foliar 8L/ha, T3: Fertilizante foliar 9L/ha, T4: Fertilizante foliar 10 L/ha, T5: Trinexapac-etil 1.6 L/ha, T6: Glifosato 1.2 L/ha).

Cuadro 9. Resumen del análisis de varianza para rendimiento de azúcar (T/ha).

Fuente	de	Grados de	Suma de	Cuados	F	Valor de p
Modelo	8		4.42	0.55	3.93	0.0108
Tratamiento	5		3.98	0.8	5.67	0.0039
Repetición	3		0.44	0.15	1.05	0.4001
Error	15		2.11	0.14	-	-
Total	23		6.52	-	-	-

C.V= 4.47%

Cuadro 10. Prueba de Fisher para rendimiento de azúcar (T/ha).

Tratamiento	Medias	Grupo
Fert. Foliar (Br 10 % y Mo 0.2 %) 8 l/ha.	8.82	A
Testigo absoluto	8.8	A
Fert. Foliar (Br 10 % y Mo 0.2 %) 10 l/ha.	8.39	A
Fert. Foliar (Br 10 % y Mo 0.2 %) 9 l/ha.	8.39	A
Glifosato 1.2 l/ha.	8.34	A
Trinexapac-etil 1.6 l/ha.	7.59	B

Por lo anterior, el fertilizante foliar de Boro y Molibdeno, seguida del testigo absoluto con (Br 10 %) y el Molibdeno (Mo 0.2%) con dosis de 8 l/ha fue de 8.82 toneladas; seguida de testigo absoluto con 8.8 toneladas, fertilizante foliar de Boro (Br 10 %) y el Molibdeno (Mo 0.2%) con dosis de 10 l/ha con 8.39 toneladas, fertilizante foliar de Boro (Br 10 %) y el Molibdeno (Mo 0.2%) con dosis de 9 l/ha con 8.39 toneladas, Glifosato (1.2 l/ha) con 8.34 toneladas y por ultimo Trinexapac-etil (1.6 l/ha) con 7.59 toneladas; logrando con el uso del fertilizante foliar de Boro y Molibdeno con dosis de 8 L/ha como madurante sustituir el Glifosato en zonas con conflicto social o con otros cultivos.

Según, IMSA (2014), Trinexapac-etil es una hormona que necesita las condiciones de aplicación idóneas entre las cuales está la humedad de la planta que debe estar comprendida entre 69 % y 73 %, para que el madurante funcione de una forma adecuada

tiene que ser aplicado entre 6 a 9 semanas antes de la programación de cosecha; además existe contradicciones es decir que no hay que aplicar cuando el cultivo tiene condiciones de exceso de humedad, por ende existió una menor respuesta de aplicación de este madurante debido a que en la finca se presentó entre septiembre a noviembre una precipitación acumulada de 491 mm por lo cual la humedad se encontraba por encima del 70 %, además, esta precipitación afecta la absorción del producto en el follaje, en ocasiones las lluvias después de la aplicación pueden lavar el producto, impidiendo de esta manera su acción efectiva.

2.7. CONCLUSIONES

1. El rendimiento de las toneladas métricas por hectárea – TMCH- en todos los tratamientos no presento diferencia estadística significativa, posiblemente al manejo y condiciones de humedad en el suelo que le proporciona las condiciones óptimas para su desarrollo de la caña de azúcar.
2. El rendimiento de toneladas de azúcar por hectárea – TAH - en los tratamientos si presento una diferencia estadística significativa, debido a que el tratamiento con el producto trinexapac-etil presento un menor rendimiento en comparación a los demás tratamientos.

2.8. RECOMENDACIONES

1. Utilizar el producto Fertilizante foliar compuesto por Boro y Molibdeno como madurante en sustitución del producto Glifosato como alternativa en áreas colindantes con otros cultivos para evitar alguna situación con los vecinos.
2. En áreas no conflictivas socialmente o con otros cultivos, continuar con la aplicación de Glifosato en su dosis evaluada, pues estadísticamente indica que no hay

diferencia significativa con respecto a otros productos evaluados en cuanto a la recuperación de azúcar.

3. Debido a que el efecto de los tratamientos fue evaluado en una sola temporada de cosecha, es necesario realizar estudios en las siguientes temporadas, para determinar cuál de los tratamientos produce mejores efectos en las siguientes cosechas.

2.9. BIBLIOGRAFÍA

1. Arcila Arias, J. 1986. Maduración química de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Cali, Colombia, Tecnicaña. p. 323-347.
2. Barneond Adrover, HR. 2002. Reseña histórica de las aplicaciones de madurante en el ingenio Tierra Buena, Nueva Concepción, Escuintla, periodo 1994-1999. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 57p
3. Buenaventura Osorio, CE. 1986. Evaluación de la aplicación de madurantes químicos en caña de azúcar en Colombia. Cali, Colombia, CENICAÑA. 20 p.
4. Carreto Romero, ER. 2013. Evaluación de cuatro productos con efecto de madurante de caña de azúcar, San Antonio Suchitepéquez, Suchitepéquez, Guatemala. Informe graduación Ing. Agr. Coatepeque, Quetzaltenango, Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 53 p.
5. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Guatemala). 2000. Variedades en expansión y promisorias de caña de azúcar para la agroindustria azucarera Guatemalteca. Guatemala. 20 p.
6. _____. 2012. El cultivo de la caña de azúcar. Guatemala, Artemis Edinter. 479 p.
7. Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York, USA, Columbia University Press. 1262 p.
8. De la Cruz S, JR. 1982. Mapa de clasificación de zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.


 Polando Barrera

9. Farmex.com.pe. 2012. Datos técnicos del herbicida Roundup (en línea). Peru. Consultado 23 ene 2017. Disponible en http://www.farmex.com.pe/docs/hojas_tecnicas/Roundup.swf
10. González Ramírez, BH; López Bautista, EA. 2014. Diseño y análisis de experimentos. 2 ed. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 240 p.
11. IMSA (Ingenio Magdalena, GT). 2013a. El proceso de la caña de azúcar. División Agrícola. Escuintla, Guatemala. 45 p.
12. _____.2013b. Historia del Ingenio Magdalena, S.A. Boletín informativo. Escuintla, Guatemala. 11p.
13. Larrahondo, J; Villegas, F. 1995. Control y características de maduración. Cali, Colombia, CENICAÑA. 42 P.
14. Mejía González, MR. 2015. Evaluación de cinco enraizadores y su efecto en producción de caña de azúcar, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala. Informe graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 116 p.
15. Monsanto, Guatemala. 1991. Round up herbicida de Monsanto: manual técnico. Guatemala. 16 p.
16. Nájera, BG. 1992. Diagnóstico del manejo y funcionamiento de la sección de madurantes e inhibidores de la floración en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la empresa Pantaleón S.A. en Escuintla. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 48 p.
17. Orozco, H. 2003. Censo de variedades de caña de azúcar en Guatemala periodo 1979-80, 2003-04. Guatemala. 2 p.

18. Ortiz Garzo, JM. 2003. Evaluación de tres productos químicos a tres dosis aplicados como madurantes en caña de azúcar. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 80 p.
19. Químicas Stoller, Guatemala. 2014. Balancer, madurante. Guatemala, Químicas Stoller, Boletín de Información Técnica Form. 008-V1.
20. Quiminet, México. 2008. Funciones del boro en las plantas. México. 72 p.
21. Sáenz Soto, JO. 2004. Experiencias en la optimización de la maduración inducida en el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Informe Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 58 p.
22. Sánchez , AG. et al. 1994. Estudio semidetallado de los suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. Escuintla, Guatemala, CENGICAÑA. 216 p.
23. Simmons, CS; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
24. Ventura H, RR. 1997. Estimación de pérdidas de sacarosa en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) por efecto de la infestación de barrenadores. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 36p.
25. Villegas T, F; Arcila A, J. 2003. Madurantes en caña de azúcar. Cali, Colombia, CENICAÑA. 65 p.
26. Yamada, T; Camargo, P. 2007. Efectos del glifosato en las plantas: implicaciones fisiológicas y agronómicas. Brasil. Informe Técnico 119:1-24.

2.10. ANEXOS

Cuadro 11A. Datos tomados en la unidad de muestreo.

TRATAMIENTOS	Bloque	*POL	*TMCH	*TAH
Testigo (Sin aplicar)	I	88.9	100.78	8.96
Testigo (Sin aplicar)	II	83.7	99.38	8.32
Testigo (Sin aplicar)	III	87.5	104.34	9.13
Testigo (Sin aplicar)	IV	90.2	97.5	8.79
Glifosato 1.2 L/ha.	I	87.5	89.26	7.81
Glifosato 1.2 L/ha.	II	81.5	102.19	8.33
Glifosato 1.2 L/ha.	III	95.4	90.78	8.66
Glifosato 1.2 L/ha.	IV	86.3	98.92	8.54
Trinexapac- etil 1.6 L/ha.	I	80.4	99.48	8
Trinexapac- etil 1.6 L/ha.	II	89.2	88.13	7.86
Trinexapac- etil 1.6 L/ha.	III	71.5	95.27	6.81
Trinexapac- etil 1.6 L/ha.	IV	72.6	106.09	7.7
Fert. foliar (B 10% y Mo 0.2%) 8 L/ha.	I	85.6	101.8	8.71
Fert. foliar (B 10% y Mo 0.2%) 8 L/ha.	II	78	111.56	8.7
Fert. foliar (B 10% y Mo 0.2%) 8 L/ha.	III	92.7	94.38	8.75
Fert. foliar (B 10% y Mo 0.2%) 8 L/ha.	IV	84.8	107.64	9.13
Fert. foliar (B 10% y Mo 0.2%) 9 L/ha.	I	86.8	92.7	8.05
Fert. foliar (B 10% y Mo 0.2%) 9 L/ha.	II	93.9	84.22	7.91
Fert. foliar (B 10% y Mo 0.2%) 9 L/ha.	III	85.8	101.77	8.73
Fert. foliar (B 10% y Mo 0.2%) 9 L/ha.	IV	82.9	106.88	8.86
Fert. foliar (B 10% y Mo 0.2%) 10 L/ha.	I	85.8	95.35	8.18
Fert. foliar (B 10% y Mo 0.2%) 10 L/ha.	II	89	93.59	8.33
Fert. foliar (B 10% y Mo 0.2%) 10 L/ha.	III	95.4	89.69	8.56
Fert. foliar (B 10% y Mo 0.2%) 10 L/ha.	IV	84.7	100.28	8.49

** POL= porcentaje de sacarosa del jugo de la caña de azúcar.

**TMCH= toneladas métricas de caña de azúcar por hectárea.

** TCH= toneladas de caña de azúcar por hectárea

** (B 10% y Mo 0.2%) 8 L/ha= Dosis de Boro y Molibdeno en 8 Litros por hectárea

** (B 10% y Mo 0.2%) 9 L/ha= Dosis de Boro y Molibdeno en 9 Litros por hectárea

** (B 10% y Mo 0.2%) 10 L/ha= Dosis de Boro y Molibdeno en 10 Litros por hectárea.

Productos Madurantes

Las etiquetas de los productos comerciales con información importante de los madurantes herbicidas y madurantes no herbicidas.



GUA-GT-FORM-0008-V4

INFORMACION TECNICA BALANCER/e Valanceador

ACCION FITOSANITARIA.
Fertilizante Foliar, Translocador de azúcares e inhibidor de Auxinas y Nitratos,

COMPOSICION QUIMICA:

Boro (B)	10.0 % p/p	12.20% p/v
Molibdeno (Mo)	0.2 % p/p	0.24% p/v

CONCENTRACION.
Contiene 102 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.

FORMULACION
Líquida.

FITOTOXICIDAD.
No es fitotóxico cuando se utiliza a las concentraciones sugeridas.

COMPATIBILIDAD.
Es compatible con la mayoría de Agroquímicos, pero se sugiere hacer pruebas de compatibilidad.

MODO DE ACCION.
Balancer/eValanceador mejora la utilización del Nitrógeno por las plantas al convertir los Nitratos a formas de nitrógeno asimilables por las plantas (aminoácidos) que no contribuyan al desarrollo vegetativo excesivo. Mejora la calidad de los frutos cosechados al inhibir el desarrollo excesivo de la parte aérea de la planta al reducir la producción de Acido Indol Acético. Facilita el transporte de Potasio a través de la membrana celular para que los azúcares puedan moverse a los frutos u otros órganos de almacenamiento. Esta involucrado en la fertilidad y germinación del polen.

RECOMENDACIONES DE USO.
Balancer es un fertilizante foliar que se sugiere aplicar para controlar el crecimiento excesivo de la parte aérea de la planta, translocar azúcares a los frutos u otros órganos de almacenamiento y suplir deficiencias de Boro, así como para el control de aborto de flores y frutos.

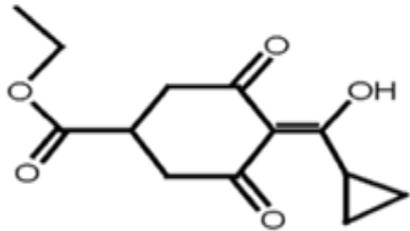
Fuente: Químicas Stoller, 2014.

Figura 10A. Ficha Técnica de Balancer (Boro y Molibdeno).

NOMBRE DEL PRODUCTO MONSANTO Herbicida ROUNDUP®	
1. PRODUCTO QUIMICO E IDENTIFICACION DE LA COMPAÑIA	
Nombre del producto:	Herbicida ROUNDUP®
Sinónimos:	Ninguno
Nº de Registro EPA:	524-445
Identificación de la compañía:	Monsanto Company 800 North Lindbergh St. Louis, MO 63167, EE.UU.
Nº de Teléfonos:	Número de emergencia (llamar a cobrar): (314) 694-4000 Información no urgente: 1-800-332-3111
Actualización realizada en Junio 99	
Número de HDSM: S00012114	Fecha: Junio de 1999 Reemplaza: Septiembre de 1992.
2. INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES DEL COMPUESTO	
<i>Ingredientes químicos:</i> Ingrediente activo: Glifosato, N-(fosfonometil) glicina, en su forma de sal de isopropilamina	
	41.0%
Ingredientes inertes:	59.0%
	100.0%
<u>Componente</u>	<u>Registro CAS N°:</u>
Glifosato	61791-26-2
Seboaminas etoxiladas*	107-83-6
* Surfactante **	

Fuente: Monsanto, 1991.

Figura 11A. Ficha técnica de Glifosato.

MODDUS[®] 25 EC	
Regulador de Crecimiento Registro de Venta 302-260	
1. CARACTERÍSTICAS / BENEFICIOS	
CARACTERÍSTICAS	BENEFICIOS
No mata el meristema apical. Caña es más rica en Sacarosa desde el tercio superior. Viabiliza materiales pobres. Mayor período de cosecha. Mayor velocidad de absorción y acción.	Menor contaminación. Mayor productividad. Reducción de gastos del transporte. Aumenta la sacarosa. Menores pérdidas por lluvia. Mayor absorción de agua y nutrientes. Menos preocupación con los aplicadores y el medio ambiente.
2. GENERALIDADES	
Ingrediente Activo	Trinexapac-etil
Nombre Químico: (IUPAC)*	4-(cyclopropyl-hydroxy-methylene)3,5-dioxo-cyclohexanecarboxylic acid ethyl ester
Formulación:	Concentrado Emulsionable
Composición Garantizada:	500 gr de Ingrediente Activo por litro de producto Comercial
Concentración:	25% de Trinexapac-etil
Nombre Comercial	MODDUS [®] 25 EC
Fórmula Estructural:	Trinexapac-etil 
Fórmula empírica:	C ₁₃ H ₁₆ O ₅
Peso Molecular:	252.3

Fuente: IMSA, 2013.

Figura 12A. Ficha técnica de Trinexapac-etil (MODDUS)



Figura 13A. Croquis del experimento y distribución de bloques en la Finca Arizona.

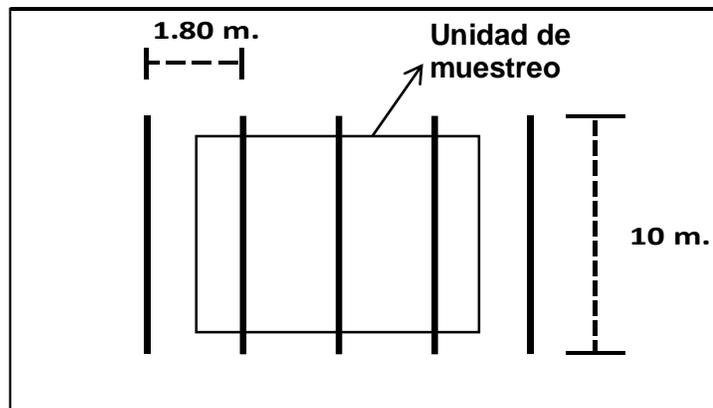


Figura 14A. Unidad experimental y de muestreo.



3.1. PRESENTACIÓN

Los proyectos se ejecutaron en fincas del área de campo de Ingenio Magdalena S.A, en la Administración Taxisco. Dicha actividad se planifico como apoyo y utilidad, por las necesidades confrontadas cada día en la administración. Además, estos servicios tienen el propósito de aportar y proporcionar apoyo técnico al Departamento de Investigación del ingenio, a la administración y al personal de campo, con el fin de mejorar las labores que se realizan en campo para obtener mejores resultados en las siguientes zafras. En la administración no existen antecedentes de pruebas o investigaciones documentadas en temas relacionados a las labores del área de campo, únicamente ensayos de manera empírica que se han realizado con la finalidad de determinar el efecto de ciertos productos, pero no existe documentación que respalden dichas evaluaciones.

3.2. ÁREA DE INFLUENCIA

Los proyectos realizados se llevaron a cabo en la zona 2 de la Administración Taxisco, Santa Rosa, específicamente en las siguientes fincas:

- Finca El Bosque
- Finca Canadá

3.3. OBJETIVO GENERAL

Apoyar a la zona dos de producción de Administración Taxisco a contrarrestar los principales problemas para mejorar las prácticas de campo.

3.4. INFORME DE PROYECTOS REALIZADOS

La Administración Taxisco de la empresa Ingenio Magdalena, S.A., está ubicada en el municipio de Taxisco, Santa Rosa a 10 minutos del parque central de dicho municipio, es la encargada de producción de caña de azúcar en el área oriental de la empresa y se encuentra a 95 kilómetros del Ingenio.

El Ejercicio Profesional Supervisado -EPSA- se realizó durante el periodo de febrero a noviembre de 2016, a partir de las necesidades de la empresa y con el objetivo de contribuir en mejorar la producción de caña de azúcar se programó la realización de las investigaciones: Evaluación de ácidos húmicos y fúlvicos (líquidos) en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en Administración Taxisco, Ingenio Magdalena, S.A. (Anexo 1) y la Evaluación de dosis de compost en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en Administración Taxisco, Ingenio Magdalena, S.A. (Anexo 2).

Ambos proyectos se realizaron, los informes se incluyen en los anexos indicados. Con lo cual se cumple con lo programado.

ANEXO I

EVALUACIÓN DE ÁCIDOS HÚMICOS Y FÚLVICOS (LÍQUIDOS) EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) EN ADMINISTRACIÓN TAXISCO, INGENIO MAGDALENA, S.A.

1. PRESENTACIÓN

Para lograr incrementos importantes en la producción de la caña de azúcar, no basta con tener una nueva variedad de alto rendimiento y rodeada de condiciones agroclimáticas adecuadas para su normal desarrollo, ya que la misma, requerirá de un conjunto de prácticas de manejo, adaptadas a sus exigencias particulares en las etapas de desarrollo.

Los suelos agrícolas necesitan nuevos métodos de producción. El contenido de nutrientes varía mucho dependiendo de las condiciones edafo-climáticas, prácticas de cultivo, rotación de las cosechas, desechos de animales, residuos de cosecha como la incorporación de estos ácidos húmicos y fúlvicos.

En este informe, se presentan los resultados de las investigaciones realizadas por el programa de agronomía, con el apoyo de todo el personal de la zona 2 de Administración Taxisco. Los resultados finales y parciales de la investigación realizada, se presentan con el fin de brindar solución parcial a los principales problemas o limitantes en el suelo que afecta el cultivo en esta zona de producción.

Se evaluaron 5 tratamientos con en un diseño experimental de bloques completos al azar, utilizando 4 productos clasificados como ácidos húmicos y fúlvicos con un testigo absoluto en el que no se aplicó ningún tratamiento o producto. En los resultados obtenidos en el análisis estadístico no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados para la variable de producción en toneladas métricas de caña por hectárea.

2. MARCO TEÓRICO

Los ácidos húmicos y fúlvicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica. Estas influyen directamente en la fertilidad del suelo, a la vez que contribuyen significativamente a su estabilidad, incidiendo en la absorción de nutrientes y como consecuencia directa, en un crecimiento y desarrollo óptimo de la planta (Zamboni, 2006).

A través de la investigación y desarrollo se ha demostrado que con la aportación vía edáfica de ácidos húmicos y fúlvicos se disminuye notablemente los problemas de salinidad de suelo en cultivo de caña de azúcar, traducido en menor muerte de plántulas, asimismo mejora la eficiencia en las aplicaciones de fertilizantes edáficos, lo que favorece en un óptimo macollamiento y anclaje de la planta e incremento de la masa radicular (Zamboni, 2006).

En el cultivo de caña de azúcar se ha demostrado que con aplicaciones vía edáfica mejora la estructura del suelo, mayor retención de humedad, mejor aprovechamiento del fertilizante aplicado al suelo, lo que resulta en un desarrollo radicular, masa foliar, retención de floración y favorece la maduración (Ramac, 2016).

Los productos como ácidos húmicos y fúlvicos utilizados actualmente para el mejoramiento de los suelos se encuentran los siguientes:

- Solum F30 es un producto líquido microfiltrado con un elevado contenido en materia orgánica, básicamente en ácidos fúlvicos. Además, incrementa la capacidad de intercambio catiónico gracias a la actividad de los radicales libres de los ácidos fúlvicos y de este modo se mejora el valor nutricional del suelo, además de sus propiedades físico-químicas y biológicas (Sediagro, 2016).
- K-tionic al ser aplicado a la zona de crecimiento de la raíz o en aspersión foliar incrementa en la planta la absorción, translocación y asimilación de nutrientes procedentes del suelo o aplicados en mezcla con el mismo K-tionic* (Arista, 2016).

Por ello se le ha identificado como promotor de asimilación de nutrientes. K-tionic favorece positivamente el intercambio catiónico en el suelo al desencadenar procesos de quelatación o conversión de micronutrientes a formas químicas aprovechables por las plantas, evitando clorosis y otros desórdenes causados por mala nutrición vegetal. De este modo los cultivos agrícolas mejoran su crecimiento y desarrollo desde el momento de la aplicación de K-tionic*, lo cual se traduce en mejores y mayores rendimientos a la cosecha (Arista, 2016).

- **Humitrón** es un producto sólido en forma de cristales dispersables altamente concentrados de ácidos húmicos recomendado para su aplicación en mezcla con productos que van dirigidos al follaje o en aplicación al suelo a través del sistema de riego (Arista, 2016).

La aplicación de **Humitrón** va enfocada a favorecer la asimilación de nutrimentos del suelo por las raíces o los aplicados foliarmente, ya que incrementa la permeabilidad de las membranas vegetales y la penetración de nutrimentos a través de las hojas, quelatan elementos menores y forman complejos con elementos mayores. Favorece el movimiento de los macro y micronutrientes dentro de la planta, potencializa la acción de fertilizantes foliares, reguladores de crecimiento, fungicidas, insecticidas y herbicidas lo que permite incrementar su eficiencia y reducir costos de aplicación (Arista, 2016).

- Humi Basic contiene sustancias fúlvicas las cuales mejoran la capacidad de intercambio catiónico y por sus propiedades buferizantes evitan la precipitación de muchos nutrientes. También contiene sustancias húmicas las cuales tienen apreciables propiedades hidrocópicas, que ayudan a mejorar la textura y retención de agua del suelo (Nutrivesa, 2016).

3. OBJETIVO

Evaluar la respuesta a la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos para mejorar el aprovechamiento del fertilizante en el suelo en la caña de azúcar en finca Canadá, administración Taxisco.

4. HIPÓTESIS

Los productos compuestos por ácidos húmicos y fúlvicos aumentan la producción mejorando los suelos al ser aplicados en el cultivo de caña de azúcar.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la finca Canadá, el casco de la finca está ubicado en las coordenadas geográficas 13°53'30" Latitud Norte y 90°18'57" Longitud Oeste de municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa. Se desarrolló del 12 de febrero de 2016 al 15 de enero de 2017 en el lote 3300102, utilizando un rebrote de cañaveral de 2 cortes y de variedad CP 73-1547.

El tipo de suelo donde se desarrolló la evaluación es del orden Mollisol que se caracterizan por ser suelos superficiales a moderadamente profundos, con epipedón mólico, desarrollados de materiales volcánicos y sedimentarios; tienen horizontes superficiales oscurecidos, estructurados en gránulos bien desarrollados de consistencia friable y dotada suficientemente de bases, principalmente de Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) (Najarro, 1990).

Se evaluaron 5 tratamientos (cuadro 1) en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Las unidades experimentales constan de 5 surcos de ancho por 3 metros de largo.

Cuadro 1. Dosis de los diferentes productos evaluados como tratamientos.

Tratamientos	Unidad de medida	Dosis por hectárea
Solum F30	Litros	2
K-Tionic	Litros	2
Humitron	Litros	2
Humi-Basic	Litros	5
Testigo	-	Sin aplicar

La aplicación de los tratamientos inicio con la selección del área, luego con la identificación de parcelas colocándose etiquetas de identificación en cada parcela, rotulándolas con el número de bloque y de tratamiento. Enseguida de tener identificadas cada parcela se procedió a aplicar los productos correspondientes a cada tratamiento, aplicados en drench al pie de la planta con la ayuda de una persona con bomba de mochila de 16 litros de capacidad.

Los resultados de la producción se obtuvieron al momento de la cosecha con la ayuda del personal, utilizando una alzadora, una balanza digital y cadenas para la medición de cada parcela.

Los resultados de la producción expresados en toneladas métricas de caña por hectárea fueron procesados con el software InfoStat para el análisis de varianza.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos en el análisis estadístico, no existen diferencias significativas entre los tratamientos para la variable de producción en toneladas métricas de caña por hectárea (cuadro 2). Una de las razones por la cual no hubo diferencia significativa es por el tipo de suelo donde se desarrolló la evaluación es Mollisol, suelos desarrollados por material volcánico y sedimentario con alto porcentaje de materia orgánica por lo cual no respondieron a la incorporación de ácidos húmicos y fúlvicos en el periodo evaluado.

Cuadro 2. ANDEVA para producción (TMCH) y medias por tratamiento.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	Valor de P
Modelo	7	161.68	23.10	0.69	0.6772
Tratamiento	4	111.78	27.95	0.84	0.5261
Repetición	3	49.90	16.63	0.50	0.6895
Error	12	3.99.52	33.29	-	-
Total	19	561.20	-	-	-

C. V. = 5.36 %

Cuadro 3. Prueba de Fisher para producción (T/ha).

Tratamiento	Medias	Grupo
(T1) Solum F30	111	A
(T2) K-Tionic	108	A
(T3) Humitron	107	A
(T4) Humi-Basic	109	A
(T5) Testigo	104	A

7. CONCLUSIONES

Al evaluar la respuesta de la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos en finca Canadá de Administración Taxisco, según los resultados obtenidos, se determinó que no existen diferencias entre los tratamientos evaluados.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda validar la evaluación bajo otras condiciones edafo-climáticas, para así poder analizar el efecto de los productos sobre la variable evaluada.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Arista, Guatemala. 2016. Información técnica de ácidos húmicos. Guatemala. 42 p.
2. GBM, Guatemala. 2009. Información técnica de ácidos húmicos y fulvicos (en línea). Guatemala. Consultado 14 mar. 2016. Disponible en <http://filsa.com.mx/plm/DEAQ/prods/623.htm>
3. Kamara, F. 1996. Uso de sustancias húmicas para activar los fertilizantes. México. 52 p.
4. Najarro, E. 1990. Fundamentos del uso de sustancias húmicas en suelos y cultivos agrícolas. Guatemala. 60 p.
5. Nutrivesa, Guatemala. 2016. Información técnica del fertilizante Humi-Basic (en línea). Guatemala. Consultado 12 nov. 2016. Disponible en <http://nutrivesa.com/producto/humi-basic/>
6. Sediagro, Guatemala. 2016. Información técnica del fertilizante Solum F30 (en línea). Guatemala. Consultado 23 nov. 2016. Disponible en <http://www.sediagro.com/sediagro/public/productos/11>
7. Zamboni, I. 2006. Caracterización de ácidos húmicos y fúlvicos de un Mollisol bajo dos coberturas diferentes. Revista Colombiana de Química 35(2):2357-3791.


 Polando Barrera

ANEXO 2

EVALUACIÓN DE DOSIS DE COMPOST EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) EN ADMINISTRACIÓN TAXISCO, INGENIO MAGDALENA, S.A.

1. PRESENTACIÓN

La investigación tuvo como finalidad evaluar el aprovechamiento de los residuos azucareros de forma técnicamente viable por medio de la producción y evolución del proceso de compostaje.

En el estudio realizado en finca El Bosque se evaluaron 5 tratamientos con en un diseño experimental de bloques completos al azar, utilizando 4 dosis de incremento de compost desde 8 toneladas a 64 toneladas por hectárea y un testigo absoluto en el que no se aplicó ningún tratamiento. En los resultados obtenidos en el análisis estadístico si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados para la variable de producción en toneladas métricas de caña por hectárea, en el cual del tratamiento con dosis de 64 toneladas por hectárea obtuvo mejor incremento de 13.65 toneladas con respecto al testigo.

2. MARCO TEÓRICO

a. Descripción del proceso de compostaje

Según Insam y De Bertoldi (2004), el compost es un producto orgánico, estabilizado y sanitizado que puede ser utilizado como enmienda del suelo o como medio para el desarrollo vegetal obtenido a partir del proceso de compostaje. Este proceso, en esencia biológico aeróbico, se encarga de la transformación controlada de residuos orgánicos, generalmente en condiciones aeróbicas, en productos útiles para mejorar las propiedades

del suelo. Dentro de este proceso, los microorganismos como bacterias, hongos y actinomicetes juegan un papel indispensable, ya que producen una serie de enzimas extracelulares (producto del metabolismo microbiano), como amilasas, celulasas, lipasas y proteasas, que en pequeñas cantidades promueven la actividad y la descomposición de la materia orgánica (Zuberer, 1999).

Para establecer un proceso de compostaje, es importante tener en cuenta los atributos físicos y químicos de los residuos a compostar, ya que pueden afectar el desarrollo del proceso y las características del producto final (Zuberer, 1999).

La composición elemental de los sustratos puede determinar las tasas de degradación de los materiales orgánicos utilizados durante el proceso de compostaje, así como de las características del producto final. De esta manera, cuando los porcentajes de Carbono (C), Nitrógeno (N) y Fósforo (P) son los adecuados en los materiales, se obtendrán las máximas tasas de degradación. Durante el proceso es indispensable que tanto el Carbono (C) como el Nitrógeno (N) se encuentre balanceados para facilitar la descomposición de la materia (Insam y De Bertoldi, 2007).

La relación Carbono Nitrogeno es un factor importante, pues el Carbono es la fuente de energía para los microorganismos y el Nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica, de manera que el equilibrio exacto favorecerá el proceso de mineralización o inmovilización de los elementos presentes, lo que se expresará en el incremento de la biomasa microbiana. Una relación C/N óptima de entrada, es decir de material “crudo o fresco” a compostar es 30 a 35 unidades de Carbono por una unidad de Nitrógeno. En términos generales, una relación C/N balanceada es adecuada para iniciar un proceso de compostaje (De Bertoldi, 2007).

El amplio rango de sustratos disponibles para compostaje sugiere una gran variedad en las características físicas de estos sustratos. El aspecto físico más importante de los sustratos, relativo al proceso de compostaje, es el tamaño de la partícula y el contenido de humedad. En cuanto al tamaño de partícula, se sabe que numerosos materiales pierden

rápidamente su estructura física cuando ingresan al proceso, otros no obstante son muy resistentes a los cambios; tal es el caso de materiales leñosos y fibras vegetales en general. El tamaño de las partículas promueve la difusión de Oxígeno por el promedio de poros generados por su presencia. La mezcla de diferentes tamaños de partículas provee aireación y pueden ser efectivas en el establecimiento y mantenimiento de un contenido apropiado de humedad para el compostaje (Negro, 2005).

La humedad es esencial para el proceso de compostaje, pues la actividad biológica de descomposición es llevada a cabo esencialmente en condiciones de humedad. Igualmente, los componentes solubles de los sustratos sólidos y residuos del metabolismo microbiano se difunden a través de una película de humedad sobre el compost sólido. El contenido de humedad ideal para que ocurra el compostaje está generalmente entre 40 y 70 %. El aumento en la humedad interfiere con la disponibilidad de Oxígeno y reduce la velocidad de reacción, incluso hasta detenerla, para entrar en fase anaeróbica, lejos del proceso aeróbico que se busca. Muy poca humedad aumenta la difusión de moléculas solubles y disminuyen la tasa de compostaje (Negro, 2005).

b. Compost

El compost tiene los beneficios:

- a. Mejora la estructura y estabilidad del suelo, mejora su permeabilidad (regulación del balance hídrico del suelo), lo que facilita su aireación y por lo tanto la respiración de las raíces (Bongcam, 2003).
- b. Aumenta el poder tampón del suelo, y en consecuencia reduce las oscilaciones de pH de éste, además de aumentar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad, por lo cual proporcionará cantidades generosas de nutrientes, especialmente de Nitrógeno, Potasio, Magnesio, Calcio y Hierro, que libera lentamente (Bongcam, 2003).
- c. Favorece la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y actividad de los microorganismos aerobios, proporcionándoles energía

renovando y aumentando la “vida” del suelo al promover la proliferación de micro y macroorganismos útiles para la actividad biológica y la disponibilidad de elementos minerales, mejorando gradualmente la fertilidad del suelo (Bongcam, 2003).

3. OBJETIVO

- Evaluar el efecto de diferentes cantidades expresadas en toneladas de Compost en la productividad de la caña de azúcar en Administración Taxisco.

4. HIPÓTESIS

El aumento en cantidad de toneladas de Compost en el cultivo de caña aumenta la producción en toneladas de caña por hectárea y mejoran los suelos al ser aplicados al momento de la siembra.

5. METODOLOGÍA

a. Métodos

Se evaluaron 5 tratamientos (cuadro 1), en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las unidades de muestreo constaron de 5 surcos de ancho por 10 metros de largo a la que se denominó parcela. Se desarrolló del 20 de febrero de 2016 al 25 de enero de 2017 en la finca El Bosque, lote 3300102, en la variedad CP 73-1547. La evaluación se desarrolló en un lote de renovación o siembra nueva y la aplicación de los tratamientos se realizó en el momento del surqueo iniciando con la selección del área, luego con la identificación de parcelas colocándose etiquetas de identificación, rotulándolas con el número de bloque y de tratamiento. Enseguida de tener identificadas cada parcela se procedió a aplicar los productos movilizados en sacos con las cantidades

equivalentes a las toneladas de producto por hectárea, luego se procedió a distribuir el material al fondo del surco de cada parcela, luego procediendo con la siembra y realizándole las labores de manejo del cultivo.

Para esta área, los suelos pertenecen al grupo del declive del pacífico, los cuales se caracterizan por ser profundos sobre materiales volcánicos mezclados o de color oscuro. Estos suelos son con buen drenaje interno con textura franca y contenido de materia orgánica se encuentra entre 2.0 a 3.5 %.

Cuadro 1. Dosis de los diferentes productos evaluados como tratamientos.

Tratamientos	Unidad de medida	Toneladas por hectárea
T 1	-	0
T 2	Toneladas de compost.	8
T 3	Toneladas de compost.	16
T 4	Toneladas de compost.	32
T 5	Toneladas de compost.	64

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de obtener los datos de la cosecha, se realizó el análisis estadístico de los resultados para comprender de mejor manera el comportamiento de la producción en los diferentes tratamientos y saber si existen diferencias significativas entre los mismos.

Cuadro 2. ANDEVA para producción (TMCH).

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	Valor de P
Modelo	7	423.35	60.48	2.26	0.1029
Tratamiento	4	404.22	101.05	3.77	0.0328
Repetición	3	19.13	6.38	0.24	0.8681
Error	12	321.37	26.78	-	-
Total	19	744.72	-	-	-

C. V. = 4.25 %

Cuadro 3. Prueba de Fisher para producción (T/ha).

Tratamiento	Medias	Grupo
T5 (64 ton. de compost)	127.07	A
T4 (32 ton. de compost)	123.20	A
T3 (16 ton. de compost)	122.88	A
T2 (8 ton. de compost)	121.60	A
T1 (Testigo sin aplicar)	113.42	B

Según los resultados del ANDEVA en el análisis estadístico (Cuadro 2), se puede decir que el mejor tratamiento respecto a la variable de respuesta de producción es el tratamiento 5 (T5) con 64 toneladas de compost aplicadas con una diferencia con respecto al testigo de 13.65 toneladas métricas de caña por hectárea.

7. CONCLUSIONES

En el análisis de producción hubo mejor respuesta con aplicación de 64 toneladas de compost con una diferencia de 13.65 toneladas métricas de caña por hectárea. Lo anterior se debe a que incorporar mayor cantidad de materia orgánica mejora las características físicas del suelo y mejora las condiciones para que las raíces Además con

diferencia significativa desde 8.18 toneladas métricas de caña por hectárea en el tratamiento 2 aplicando desde 8 toneladas de compost.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar las evaluaciones en las próximas temporadas como seguimiento a los tratamientos evaluados con la finalidad de validar los resultados de las dosis evaluadas que ayuden a la toma de decisiones para incrementar la productividad en las diferentes áreas que componen la administración.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Bongcam V, E. 2003. Guía para compostaje y manejo de suelos. Bogotá, Colombia, Convenio Andrés Bello –CAB-. 32 p. (Serie Ciencia y Tecnología).
2. Insam, H; De Bertoldi, M. 2004. Microbiology of the composting process. *In* Díaz, L; De Bertoldi, M; Bidlingmaier, W; Stentiford, E (eds.). USA, Elsevier. 45 p. (Compost Science and Technology).
3. Naranjo Valdéz, M. 2017. Importancia de la materia orgánica en la agricultura (compost) (en línea). Sinaloa, México, AgroTransfer. 45 p. Consultado 20 nov 2016. Disponible en <https://www.agrotransfer.org/index.php/contacto>
4. Negro, V. 2005. Producción y gestión del compost. Palmira, Colombia, Editorial. 233 p.


 Polando Ramos