

UNIVERSIDAD DR. JOSÉ MATÍAS DELGADO
FACULTAD DE AGRICULTURA E INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA, “JULIA HILL
O’SULLIVAN”



UNIVERSIDAD DR. JOSÉ
MATÍAS DELGADO
SAN SALVADOR, EL SALVADOR C. A.

“Uso de dos moléculas de madurantes no herbicidas aplicadas mediante drones versus la maduración natural en cultivos de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) durante Zafra 2021/2022 de Ingenio La Cabaña S.A de C.V”

Tesis presentada para optar al título de:

INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

INGENIERÍA EN ALIMENTOS

POR:

Gerson Gustavo Mendoza Mendoza

Stephanie Ivette López Solano

ASESOR:

Ing. MAE. Farah Alabi Hernández

8 DE ABRIL DEL 2022, ANTIGUO CUSCATLAN, LA LIBERTAD

Publicado bajo la Licencia Creative Commons: Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual CC BY-NC-SA



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



UNIVERSIDAD DR. JOSÉ
MATÍAS DELGADO
SAN SALVADOR, EL SALVADOR C. A.

AUTORIDADES

Dr. Enrique Sorto Campbell

RECTOR

Dr. David Escobar Galindo

RECTOR EMÉRITO

Ing. Mariano Gustavo Olazabal Balcazar

DECANO

**FACULTAD AGRICULTURA E INVESTIGACION AGRICOLA " JULLIA HILL DE
O'SULILIVAN "**

COMITÉ EVALUADOR

Ing. Gloria Lucia Sánchez Trejo

COORDINADORA

Ing. Juan Francisco Marengo Padilla

MIEMBRO DEL COMITÉ EVALUADOR

Ing. Bernardo Napoleón Romero Paz

MIEMBRO DEL COMITÉ EVALUADOR

Ing. MAE. Farah Alabi Hernández

ASESOR

8 DE ABRIL DEL 2022, ANTIGUO CUSCATLÁN, LA LIBERTAD



UNIVERSIDAD DR. JOSÉ
MATÍAS DELGADO
Facultad de Agricultura
e Investigación Agrícola

ORDEN DE IMPRESIÓN
TESINA

ORDEN: 06-2022

Tema:	"Uso de dos moléculas de madurantes no herbicidas aplicadas mediante drones versus la maduración natural en cultivos de Caña de Azúcar (<i>Saccharum Officinarum</i>) durante zafra 2021/2022 de Ingenio La Cabaña S.A de C.V."
-------	---

PRESENTADO POR:

	Nombre completo	Carrera
Egresado 1:	Gerson Gustavo Mendoza Mendoza	Ingeniería Agroindustrial
Egresado 2:	Stephanie Ivette López Solano	Ingeniería en Alimentos
Egresado 3:		
Asesor:	Ing. MAE. Farah Alabi Hernández	

OMNIA CUM HONORE

Nombres	Firma	Cargo
Lic. Gloria Lucía Sánchez Trejo		Coordinador de Comité Evaluador
Ing. Juan Francisco Marengo Padilla		Miembro de Comité Evaluador
Ing. Bernardo Napoleon Romero Paz		Miembro de Comité Evaluador

De conformidad con el Acuerdo de Rectoría número 208-2022 de fecha 23 de febrero de 2022, se omiten las firmas de los evaluadores y/o examinadores en la presente acta y para constancia del resultado obtenido, firma

Nombres	Cargo	Firma	Sello
Ing. Luis Enrique Córdova	Decano		

Fecha de defensa: 21 de febrero de 2022.

Agradecimientos

A **Dios Todo Poderoso** por darme la oportunidad de culminar mi etapa profesional, por darme salud y sabiduría para sobrellevar todas las situaciones durante este tiempo, asimismo la perseverancia que me ha brindado para lograr cada una de mis metas, la culminación de este proyecto se lo dedico a Él.

A mis padres, **Lilian Lizeth Mendoza y Gerson Saul Mendoza**, que a pesar que mi padre se encuentre ya en el cielo su presencia aún está conmigo, cada uno de sus consejos han llegado a mi para formar lo que soy ahora en día. Mamá te agradezco todos los esfuerzos, amor y motivación que he necesitado durante todo este tiempo.

A mis hermanos, **Diego André, Marco Tulio, Ximena Michelle, José Belarmino**, su motivación y alegría es incomparable y por ello este logro se lo dedico a todos ustedes.

A **Flor Alicia Muñoz**, agradezco tu apoyo incondicional, por ayudarme a crecer como persona y confiar en mí, has sido el mejor regalo que la vida me ha brindado, te agradezco por estar acá y no te imaginas lo agradecido que estoy contigo.

A mi mejor amiga, **Gabriela Milagro Martínez**, que me ha acompañado durante todo este proceso, hemos cursado y culminado este proceso juntos, eres muy importante en mi vida.

A mi amiga y compañera de tesis **Stephanie López**, te agradezco por acompañar este proceso de culminación profesional a mi lado, estoy muy agradecido contigo.

A **Ing. Farah Alabí Hernández** por su apoyo, orientación, consejos y por confiar en nuestras capacidades.

Agradecimientos méritos a la oportunidad de abrirme las puertas de Ingenio La Cabaña S.A de C.V para poder llevar a cabo la realización de este proyecto de investigación, por el apoyo y todas las gestiones realizas para que esta oportunidad fuera brindada a las personas: **Lic. Oswaldo Brito** – Recursos Humanos y **Ing. Jordy Pastor Monge** – Representante de Extensión de Producción de Caña de Ingenio La Cabaña S.A de C.V.

Mis más sinceros agradecimientos por la oportunidad, asimismo la formación laboral que se me brindo en su momento, por ello y muchas más cosas estaré siempre agradecido con la empresa, deseando siempre el mayor de los éxitos en cada una de sus etapas de producción y el impacto para el desarrollo de nuestro país.

Gerson Gustavo Mendoza Mendoza.

Agradecimientos

A **Dios** por brindarme salud y bienestar todos estos años. Por tener la oportunidad de culminar mi etapa universitaria y proporcionarme la bendición de llegar hasta acá con mis seres queridos con vida y con salud.

A mis padres, **Ivette Guadalupe Solano Valdez y Saul Enrique López Guzmán** por ser un constante apoyo y aconsejarme en cada etapa y dificultad del proceso, por la paciencia y por los esfuerzos que implica costear una carrera universitaria.

A mis tíos, **Armida Desiree Solano Valdez y Kelly Richards** por brindarme su apoyo incondicional y la posibilidad financiera de estudiar en esta prestigiosa universidad y siempre motivarme a ser mejor profesional y persona

A mi hermano **Saul Enrique López Solano** por ser en varias ocasiones quien me llevase a la universidad y esperaba por mi hasta terminar mis clases cuando la jornada se extendía hasta altas horas de la noche

A mis mejores amigos y hermanos de comunidad por brindarme su apoyo constante y guiarme en los temas complicados de clase que una ingeniería implica.

A mi compañero y amigo **Gerson Gustavo Mendoza Mendoza** por ser un increíble compañero y amigo y un gran apoyo incondicional en este proceso y siempre estar dispuesto.

A nuestra asesora Ing. **Farah Alabi Hernández** por acompañarnos en este proceso y nunca soltarnos, brindarnos sus consejos y confiar en nuestras capacidades

Stephanie Ivette López Solano

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 Descripción de la realidad problemática	5
1.1.1 Análisis del sector azucarero en El Salvador	5
1.2 Formulación del problema	7
1.2.1 Problema General	7
1.2.2 Problemas Específicos	8
1.3 Objetivos	9
1.3.1 Objetivo General	9
1.3.2 Objetivos Específicos	9
1.4 Hipótesis	10
1.4.1 Hipótesis general	10
1.4.2 Hipótesis específica	10
1.5 Justificación e importancia	10
1.6 Alcance	12
1.6.1 Social	12
1.6.2 Espacial	13
1.6.3 Temporal	13
1.7 Limitaciones	13
1.8 Consideraciones Éticas	14
1.9 Viabilidad del estudio	14
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	15
2.1 Antecedentes	15
2.1.1 Uso de madurantes no herbicidas en caña de azúcar	15
2.1.2 Organosato como bioestimulante	17
2.1.3 Drones en la agricultura	21
2.2 Caña de Azúcar	22
2.1.3 Clasificación taxonómica del cultivo de la caña de azúcar	22
2.2.1 Historia de la caña de azúcar	23
2.1.3 Requerimientos climáticos y edáficos	24
2.1.4 Morfología y anatomía	24

2.1.5	Productividad del cultivo de la caña de azúcar en El Salvador	27
2.2	Fases del cultivo de la caña de azúcar	29
2.2.1	Germinación	30
2.2.2	Fase de ahijamiento	30
2.2.3	Fase de crecimiento.....	31
2.2.4	Fase de maduración	32
2.3	Fisiología de la maduración de la caña de azúcar	32
2.3.1	Factores que afectan la maduración.....	33
2.3.2	Uso de madurantes en la industria cañera.....	35
2.3.3	Maduración química de la caña de azúcar	36
2.4	Factores climáticos y edafológicas limitantes para el rendimiento del cultivo de caña de azúcar	37
2.4.1	Variables climáticas responsables del contenido y rendimiento de sacarosa	38
2.4.2	Metodologías para medir la maduración de la caña de azúcar	41
2.4.3	Importancia y condiciones del uso de madurantes	43
2.4.4	Marco legal del uso de madurantes	44
2.5	Drone.....	45
2.5.1	Uso de drones.....	46
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		47
3.1	Tipos de investigación.....	47
3.1.1	Diseño metodológico	48
3.2	Hipótesis.....	49
3.2.1	Hipótesis general	50
3.2.2	Hipótesis específicas.....	50
3.3	Diseño de la investigación.....	50
3.4	Población.....	51
3.5	Muestra	51
3.6	Criterios de Selección.....	52
3.7	Almacenamiento y manipulación de madurantes no herbicidas	52
3.8	Operacionalización de las variables	53
3.8.1	Matriz de causa y efecto	53
3.8.2	Matriz de consistencia	54
3.8.3	Operacionalización de las variables	55

3.9	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	56
3.10	Procedimiento para la recolección de datos.....	57
3.10.1	Aplicación de madurante.....	57
3.10.2	Medición directa de Brix y Pol de caña.....	66
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		68
4.1	Presentación y análisis de resultados	68
4.2	Tipo de estudio	68
4.3	Análisis Estadístico de datos por diseño completamente al azar	69
4.3.1	Gráficos de Rendimiento en Sacarosa.....	70
4.3.2	Análisis de varianza de Diseño Completamente al Azar	74
4.3.3	Prueba de Normalidad para Rendimiento (PolCa) de Tratamiento A, B y Testigo ...	75
4.3.4	Análisis de Homogeneidad de Varianza de Tratamientos A, B y Testigo.....	75
4.3.4.1	Análisis de Varianza de Diseño Completamente al Azar de Rendimiento de los Tratamientos A, B y Testigo.....	77
4.3.5	Gráfico de Promedios de Rendimientos en Caña de Azúcar	79
4.4	Discusión de los resultados	80
CONCLUSIONES.....		82
RECOMENDACIONES.....		83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Raíz de caña de azúcar.....	25
Ilustración 2.	Partes del tallo de caña de azúcar.....	26
Ilustración 3.	Hoja de caña de azúcar	26
Ilustración 4.	Inflorescencia de caña de azúcar	27
Ilustración 5.	Etapa de Germinación	30
Ilustración 6.	Fase de ahijamiento.....	31
Ilustración 7.	Fase de crecimiento	31
Ilustración 8.	Floración y maduración.....	32
Ilustración 9.	Polarización de caña de azúcar	42
Ilustración 10.	Información topográfica obtenida con App de drone: DJI Agriculture, del terreno para realizar aplicación, Cooperativa San Francisco, Suchitoto, Cuscatlán.....	58

Ilustración 11. Información topográfica de aplicación de cada uno de los madurantes y testigo.	59
Ilustración 12. Mapa de Sitio de investigación, Cooperativa San Francisco, municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán.	60
Ilustración 13. Preparación de difusión de los madurantes para su aplicación en cultivo de caña de azúcar.	61
Ilustración 14. Drone utilizado para riego con capacidad de 10 L de producto.	62
Ilustración 15. Boquilla XR11001 de drone de riego.	62
Ilustración 16. Vuelo de dron mediante información topográfica para un riego uniforme, DJI Agriculture.	63
Ilustración 17. Vuelo de dron.....	63
Ilustración 18. Finalización de riego, drone regresa a su punto de partida.	64
Ilustración 19. Posteriormente al ingreso de datos se procede a la realización de los estadísticos descriptivos.....	75
Ilustración 20. Distribución de datos y tratamientos a los que pertenecen.	75
Ilustración 21. Selección de Prueba de Levene para Normalidad y Homogeneidad.	¡Error!

Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la caña de azúcar.....	22
Tabla 2. Matriz de consistencia.	54
Tabla 3. Operacionalización de las variables.	55
Tabla 4. Procedimiento para determinación de sacarosa.	66
Tabla 5. Cuadro de Análisis Estadístico	69
Tabla 6. Resumen de procesamiento de casos	74
Tabla 7. Prueba de Normalidad	75
Tabla 8. Pruebas de Homogeneidad de Varianza	76
Tabla 9. Análisis univariado de varianza	77
Tabla 10. Tratamiento - Pruebas post hoc.....	78
Tabla 11. Subconjuntos homogéneos	78

Tabla 12. Promedios PolCa.....	79
Tabla 13. Promedio en Kilogramo por Tonelada de Caña de Azúcar	79

ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS

Flujograma 1. Proceso de transformación. Mineralización y Humificación.....	19
Flujograma 2. Matriz de relación de causas, efectos y aporte.	53
Flujograma 3. Flujo de proceso, riego de madurantes en cultivos de caña de azúcar.	65
Flujograma 4. Diagrama de flujo de proceso, determinación de °Brix y Pol.....	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Se representa en el “Eje Y” el porcentaje de Pol acumulado en el Tratamiento A, siendo el “Eje X” las fechas en que fueron realizadas cada uno de los análisis pudiendo concluir un aumento significativo en la aplicación de Moddus 25 ® (Trinexapac-Etil).	70
Gráfico 2. Se representa en el “Eje Y” el porcentaje de Pol acumulado en el Tratamiento B, siendo el “Eje X” las fechas en que fueron realizadas cada uno de los análisis pudiendo concluir un aumento significativo en la aplicación de Organosato ®.	71
Gráfico 3. Se representa en el “Eje Y” el porcentaje de Pol acumulado en el Tratamiento C, siendo el “Eje X” las fechas en que fueron realizadas cada uno de los análisis pudiendo concluir un aumento mayor que con el uso de madurante no herbicidas en el Testigo.	72
Gráfico 4. Representación de los 3 Tratamientos realizadas en caña de azúcar, siendo el “Eje Y” el porcentaje de Pol acumulado por cada uno de los tratamientos y “Eje X” la fecha en la que fue realizada el análisis fisicoquímico del cultivo de caña de azúcar.....	73
Gráfico 6. Promedios de Rendimientos kg/ton por cada Tratamiento.	79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Autenticación y permiso de publicación de Tesis, estipulada por Ingenio La Cabaña S.A de C.V	91
Anexo 2. Ficha Técnica de Organosato.....	92

Anexo 3. Ficha Técnica de Organosato.....	93
Anexo 4. Ficha Técnica de Organosato.....	94
Anexo 5. Ficha Técnica de Organosato.....	95
Anexo 6. Hoja de ensayo de Ficha Técnica de Organosato.....	96
Anexo 7. Hoja de Seguridad de Organosato.....	97
Anexo 8. Hoja de Seguridad de Organosato.....	98
Anexo 9. Ficha Técnica de Moddus 25 (Trinexapac-Etil).....	99
Anexo 10. Ficha Técnica de Moddus 25 (Trinexapac-Etil).....	100
Anexo 11. Ficha Técnica de Moddus 25 (Trinexapac-Etil).....	101
Anexo 12. Ficha Técnica de Moddus 25 (Trinexapac-Etil).....	102
Anexo 13. Ficha Técnica de Moddus 25 (Trinexapac-Etil).....	103
Anexo 14. Ley sobre el control de pesticidas, fertilizantes y productos para uso agropecuario.....	104
Anexo 15. Capítulo I - Ley sobre el control de pesticidas, fertilizantes y productos para uso agropecuario.....	105
Anexo 16. Capítulo III - Ley sobre el control de pesticidas, fertilizantes y productos para uso agropecuario.	106
Anexo 17. Capítulo III - Ley sobre el control de pesticidas, fertilizantes y productos para uso agropecuario.	107
Anexo 18. Encuesta realizada a Ingeniero Jordy Monge - Producción de Caña de Ingenio La Cabaña S.A de C.V.....	108
Anexo 19. Encuesta realizada a Ingeniero Jordy Monge - Producción de Caña de Ingenio La Cabaña S.A de C.V.....	109
Anexo 21. Instrumento de Recolección de datos Tratamiento A – Moddus 25.	110
Anexo 20. Instrumento de Recolección de datos Tratamiento B – Organosato.....	110
Anexo 22. Instrumento de Recolección de datos Tratamiento C - Testigo - Maduración Natural.	111
Anexo 23. Resultados de rendimientos PolCa realizados por Laboratorio de Caña de Ingenio La Cabaña S.A de C.V.....	111
Anexo 24. Información de lote Cooperativa San Francisco - Ingenio La Cabaña S.A de C.V.....	112

Anexo 25. Resultados de rendimientos completos realizados por Laboratorio de Caña de Ingenio La Cabaña S.A de C.V	112
Anexo 26. Proceso de riego de madurantes con dron - Cooperativa San Francisco - 10.5 ha.	113
Anexo 27. Visita técnica a Cooperativa San Francisco - Ingenio La Cabaña S.A de C.V .	114

Resumen

El presente proyecto de investigación “Uso de dos moléculas de madurantes no herbicidas aplicadas mediante drones versus la maduración natural en cultivos de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) durante Zafra 2021/2022” fue realizada en Cooperativa San Francisco, Suchitoto, Cuscatlán, El Salvador con intervención de Ingenio La Cabaña S.A de C.V.

El objetivo fue realizar la evaluación en los efectos del uso de madurantes no herbicidas en el cultivo de caña de azúcar. Aplicados mediante vehículos no tripulados para optimizar su eficiencia de cada uno de los tratamientos y aumentar el control de aplicaciones de una manera uniforme para todo el terreno estudiado, variedad: CP 722086. Los tratamientos evaluados fueron: Moddus 25 ® (Trinexapac-Etil), Organosato ® y un Testigo Natural, sin aplicación.

Las variables que fueron evaluadas con el uso de cada uno de estos métodos fue el rendimiento en porcentaje de sacarosa acumulado teniendo un impacto directo en los kg de azúcar por tonelada de caña.

Mediante los análisis obtenidos fueron realizadas pruebas de Diseño de Bloques al Azar, Normalidad Kolmogorov – Smirnov entre tratamiento, asimismo la prueba de Homogeneidad de Levene y el Análisis de Varianza para la comprobación de las diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos.

Los tratamientos que presentaron mejores resultados fueron: Moddus 25 ®, posteriormente el uso de Organosato ®, por lo cual se recomienda el uso de madurantes no herbicidas en el cultivo de caña de azúcar para el mejoramiento de rendimiento del cultivo.

Palabras Clave: Caña de Azúcar, Rendimiento, Dron.

Abstract

The present research project “Use of two non-herbicide ripener molecules applies by drones versus natural ripening in sugarcane (*Sacharum officinarum*) crops during the 2021/2022 harvest” was carried out in Cooperativa San Francisco, Suchitoto, Cuscatlán, El Salvador, with intervention of Ingenio La Cabaña S.A de C.V.

The objective was to evaluate the effects of the use of non-herbicide ripening agents in sugarcane cultivation. Applied by means of unmanned vehicles to optimize the efficiency of each of the treatments and increase irrigation control in uniform manner for the entire field studied, variety: CP 722086. The treatments evaluated were: Moddus 25 ® (Trinexapac- Ethyl), Organosate ® and Natural Control, without application.

The variables that were evaluated with the use of each of these methods were the yield in percentage of sucrose accumulated, having a direct impact on the kilograms of sugar per ton of cane.

By means of the analyses obtained, was used Randomized Block Design, Kolmogorov-Smirnov, Normality tests were carried out between treatments, as well as the Levene Homogeneity test and the Analysis of Variance to verify the statistically significant differences in the treatments.

The treatments that showed the best results were: Moddus 25 ®, followed by the use of Organosate ®, which is why the use of non-herbicide ripening agents is recommended in sugarcane cultivation to improve crop yield.

Keywords: Sugar cane, Performance, Drone.

INTRODUCCIÓN

Caña de azúcar

La caña de azúcar se origina en el sudeste asiático y es traída a América por medio de la conquista española; (PROCANA, 2001) La principal fuente de azúcar en la planta se encuentra en su tallo y para llegar a ella es preciso el uso de cuchillas desmenuzadoras y posteriormente son traspasadas al ingenio para su procesamiento.

Hoy en día el cultivo de caña de azúcar se ha convertido en una de las principales actividades agrícolas que son producidas y cultivadas en El Salvador; (CONSAA, 2020) sin embargo, con el paso del tiempo se han presentado diversos retos en los cuales diversos productos han adquirido una gran importancia para el incremento del rendimiento y productividad. Tales son los madurantes que se aplican en la preparación de la cosecha esto con ayuda de tecnología dron con el objetivo no solo de incrementar la productividad y rendimiento sino también innovar en tecnología. Las moléculas utilizadas Moddus 25® (Trinexapac-Etil) y Organosato ® tienen como objetivo principal aumentar la producción de azúcar en la planta comúnmente conocido por Grado Pol o polarización que es el porcentaje de sólidos solubles que determinaran el contenido de sacarosa. Para la distribución de los madurantes por el campo es necesario el uso de tecnología dron ya que esto permite aprovechar al máximo los espacios vacíos que hay entre los cultivos y distribuir de forma óptima el madurante sobre el campo.

En la presente investigación se abordará el tema del cultivo de caña de azúcar y la aplicación de dos moléculas de madurantes en un terreno de 10.5 hectáreas, dividido en 3.5 hectáreas de manera de tener tres campos de estudio para las dos moléculas y el testigo sin aplicación; siendo aplicadas las dos moléculas de madurante por medio de tecnología dron. En el

primer capítulo encontraremos el planteamiento del problema, los alcances y limitaciones de nuestra investigación, por consiguiente, en el Capítulo II abordaremos el marco teórico los antecedentes de investigaciones que encontramos y profundizaremos en que es la caña de azúcar, para el Capítulo III abordaremos el tipo de investigación hecha, la recolección de datos y muestra, finalmente en el Capítulo IV y último de la investigación daremos a conocer los resultados, el tipo de estudio y la conclusión de nuestro estudio.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

1.1.1 Análisis del sector azucarero en El Salvador

El azúcar es uno de los principales productos de consumo masivo en el mundo entero, actualmente los mayores productores son la India y Brasil. Los principales retos que ha enfrentado la agroindustria azucarera para su producción y expansión han sido factores como el clima y las condiciones desfavorables que esto genera, además de la necesidad de adoptar nuevas tecnologías en el proceso. Según la FAO se estima que el nivel de consumo per cápita ha alcanzado niveles altos en países desarrollados además que se prevé un aumento de la producción debido a la mejora de procesos y rendimientos.

En América Latina fue en los siglos XIX y XX en la cual la industria azucarera logro desarrollar la tecnología y madurez empresarial, mercantil y financiera esto según la FAO siendo importante en la construcción de pilares económicos y en la solidez de la industria llegando a ser considerada como actividad económica de primer orden adoptando nuevas tecnologías permitiendo por supuesto aumentar la productividad, rendimiento y mejorando los costes de producción dando como resultado nuevas formas de consumir azúcar, abriendo nuevos mercados y desarrollando nuevos producto a partir del azúcar.

Las agroindustrias azucareras en El Salvador es una de las mejores posicionadas en las actividades agrícolas del país debido a que cuenta con la mayor extensión territorial de cultivo superando aproximadamente 70,000 hectáreas de este cultivo, por ello dicho rubro representa un elemento primordial para el desarrollo agrícola y económico del país. Según CONSAA en sus informes anuales generados después de la finalización de cada zafra se brinda una constancia de

que el sector azucarero genera 50,000 empleos directos, y más de 180,000 empleos indirectos, siendo este una de las principales industrias que genera un aporte importante a la economía de muchas familias salvadoreñas. Las agroindustrias generadoras de empleos de la región (Ingenio La Cabaña, Ingenio La Magdalena, Ingenio Central de Izalco, Ingenio El Ángel, Ingenio Central Azucarero Jiboa e Ingenio Chaparrastique).

A pesar de ser una de las agroindustrias más importantes de El Salvador se deben tomar en cuenta los retos que se tienen que seguir año con año para mantenerse en un posicionamiento considerable que beneficie tanto el sector como sus aliados (empleados) que son los que hacen posible considerar este tipo de industrias como las más importantes en nuestro país, siendo así la aplicación de innovaciones en cuanto a estudios de mejores agroquímicos convenientes para el cultivo y el uso de tecnologías, esenciales para tomar en cuenta uno de los procesos más importantes del sector, la cosecha de caña de azúcar en El Salvador, que requiere de inversiones en tecnificación y realización de nuevos estudios que generen mejores rendimientos en cosecha, pero así mismo una ganancia debido a los mejores aprovechamientos de los espacios de terreno y la productividad mediante la implementación de nuevos recursos de agricultura que generan un ahorro de muchas variables que detallaremos durante esta investigación realizada.

La evaluación se realizara en la preparación para la cosecha de cultivo de caña azúcar con la aplicación de 2 moléculas diferentes de madurante con ayuda de tecnología drone, estas tienen como nombre comercial: Moddus 25® (Trinexapac-Etil) y Organosato®, donde se determinara la eficiencia de cada una de las moléculas de madurantes versus la maduración natural del cultivo de caña de azúcar, tomando en cuenta la eficiencia que genera la aplicación con el uso de drones por ello en la presente investigación se pretende representar que los procesos agrícolas son más eficientes, confiables, modernos y como principal objetivo el aumento de la rentabilidad

productiva de los agricultores y así el beneficio generado para Ingenio La Cabaña S.A de C.V que aumenta sus capacidades de transformación del cultivo en otros elementos como el azúcar.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

El sector agroindustrial azucarero es uno de los mayores inversores en innovaciones para el rendimiento y productividad del cultivo de la caña que ayuda a desarrollar una mayor rentabilidad, brindando mejores resultados de sostenibilidad para las operaciones de los ingenios en sus procesos de fabricación, estas prácticas están siendo más y más dependientes en la actualidad del uso de la ciencia, de nuevas tecnologías, innovaciones industriales y de accesos a recursos de inversión los cuales se pueden obtener nuevos productos, herramientas de precisión, técnicas, y otros factores recientes como el uso de nuevos productos químicos no herbicidas para una mayor eficiencia; ahorrando recursos y logrando una mayor cantidad de productividad y rentabilidad.

El sector cañero en El Salvador ha puesto como base la ciencia, la tecnología y maquinaria de nuevas generaciones, tomando en cuenta la mano de obra calificada en estas nuevas tecnificaciones como el uso de drones que cada vez está en mayor auge en el sector de agricultura de precisión; este factor mediante estudios realizados se ha concluido que permite tener un mejor control de los factores involucrados y ahorra recursos. Además de estos detalles también el sector está en constante evaluación de químicos no herbicidas que generen beneficios en productividad en el rendimiento del cultivo de caña de azúcar; el uso de madurantes antes de la cosecha está estrechamente relacionado con el peso en toneladas obtenido por una

determinada área de terreno y el rendimiento o contenido de sacarosa por unidad de peso de caña de azúcar, por ello es uno de los factores donde se puede determinar una mejor productividad en el rendimiento del cultivo, el uso de estos dos factores (agroquímicos no herbicidas y tecnificación) generan rentabilidad al momento de elegir los mejores procesos de agricultura ya que brindan mejores beneficios mediante su implementación.

Por consiguiente, el sector azucarero tiene como reto principal, la implementación de nuevas innovaciones en agroquímicos y tecnificaciones que mediante su utilización reflejen mejores beneficios para mejorar su desempeño productivo desde las primeras fases como lo es la siembra y hasta la cosecha del cultivo de la caña. El estudio de dicho tema pretende evaluar, los beneficios en cuanto a productividad del uso de dos moléculas de madurantes no herbicidas diferentes en un determinado espacio mediante la aplicación con drones en el cultivo de caña de azúcar de Ingenio La Cabaña S.A de C.V, por lo cual se realizó la siguiente interrogante:

¿Cuál de las dos moléculas de madurantes no herbicidas aplicados con el uso de drones reflejara mejores resultados de productividad y rendimiento versus la maduración natural en cultivos de caña de azúcar de Ingenio La Cabaña S.A de C.V?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Qué aspectos generan impactos mediante la implementación de nuevos madurantes en el cultivo de caña de azúcar?
- ¿Generara mejores rendimientos el uso de drones en la aplicación de madurantes en cultivos de caña de azúcar?

- ¿Cómo es el desempeño productivo generado por la aplicación de madurantes con el uso de drones en los cultivos de caña de azúcar aplicada por Ingenio La Cabaña?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la eficiencia de rendimiento en la aplicación de dos moléculas de madurantes no herbicidas con el uso de tecnología dron versus la maduración natural en la caña de azúcar durante zafra 2021/2022 de Ingenio La Cabaña S.A de C.V.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Describir el desempeño productivo generado por el uso de madurantes no herbicidas y tecnología dron que genere mayor rendimiento de sacarosa en cultivos de caña de azúcar de Ingenio La Cabaña S.A de C.V.
- Verificar la productividad y optimización de recursos mediante el uso de tecnología dron en la implementación de dos moléculas de madurantes no herbicidas en cultivos de caña de azúcar.
- Analizar el rendimiento generado en kilogramos de azúcar por tonelada de caña con la aplicación de cada uno de los madurantes no herbicidas, realizando una comparación con la maduración natural aplicados en 10.5 ha, divididas en 3.5 ha de terreno de cultivo de caña de azúcar.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

Los madurantes no herbicidas aplicados y el uso de tecnología dron mejorara el rendimiento y la productividad en el cultivo de caña de azúcar, generando beneficios para Ingenio La Cabaña S.A de C.V.

1.4.2 Hipótesis específica

- Establecer de manera experimental y comparativa que madurante no herbicida es el más adecuado para mejorar el rendimiento de sacarosa, tomando en cuenta así mismo la maduración natural en cultivos de caña de azúcar.
- La aplicación de madurantes no herbicidas mediante el uso de drones optimizara la productividad de los recursos teniendo un desempeño en los efectos producidos de los mismos en el cultivo de caña de azúcar, por ser una herramienta más precisa.

1.5 Justificación e importancia

Uno de los principales propósitos de la realización de este tema de tesis, es la aportación de forma teórica y experimental sobre el crecimiento del sector azucarero que ha tenido en desarrollo e implementación de nuevos procesos de investigación sobre agroquímicos (madurantes no herbicidas), así como el desarrollo en tecnificación para mejorar la productividad y rendimiento de la aplicación de los mismos que generan a simple vista mejores resultados productivos y de rendimiento que aportan un desarrollo económico para el país y un

reconocimiento internacional, ya que El Salvador es uno de los países en que se encuentra entre las primeras tres posiciones en Centroamérica con mayor porcentaje de exportación de azúcar, pero esto conlleva el indagar la adaptación que ha tenido mediante los mercados tan exigentes de ahora en día y los esfuerzos de inversión realizadas específicamente por uno de los cuatro ingenios con mayor productividad anual tanto de cosecha de caña como de transformación de la misma en productos como azúcar, melaza, energía y alcohol.

La innovación implica cambios continuos en la industria cañera, desarrollando la implementación de agroquímicos no herbicidas y nuevas implementaciones de tecnologías en aplicaciones, contribuyendo así a generar mejoras en la competitividad nacional e internacional. La evaluación de nuevas iniciativas e ideas aplicadas a la industria cañera e introducidas con éxito en el mercado, generalmente aumentan la productividad de la industria cañera, donde se considera que el impacto de la innovación sobre la competitividad es siempre positivo, siempre y cuando la innovación se materialice como resultado de un estudio previo de gestión tecnológica y evaluación de viabilidad productiva de rendimientos en producción.

De igual manera la agroindustria azucarera mediante sus cambios continuos dentro del mercado involucra un impacto social dentro de las regiones donde se encuentran, este aportando siempre porcentajes altos de empleabilidad de operarios profesionales y no profesionales para llevar a cabo actividades que los hagan cumplir los objetivos propuestos en Zafras, por ello la agroindustria cañera se ve con buenos prospectos ya que ayuda al desarrollo económico de los países en desarrollo.

La capacidad que tiene una agroindustria azucarera de adaptarse ante la industrialización de su cultivo y a las nuevas tecnologías basada en nuevos retos económicos por las inversiones a realizar, esto siempre y cuando sea entendido en un sentido y contexto sumamente amplio, será

un detalle crucial para la competitividad de una actividad agroindustrial y tecnológicamente estable, que generara un impacto o una fuerte presión en la competencia local y en el exterior.

Por ello la importancia de la investigación a realizar reflejara diferentes impactos en factores como la viabilidad en la utilización de cada uno de los madurantes a utilizar aplicados por medio de drones desarrollando mejores rendimientos en sacarosa que se refleja en el peso del cultivo de caña de azúcar, esto generando mejores resultado económicos para los cañeros y beneficiando así a las operaciones de Ingenio La Cabaña S.A de C.V ayudando aumentar la producción de azúcar, Los análisis fueron realizados a dos diferentes moléculas de madurantes no herbicidas aplicadas por medio de drones para mejorar la eficiencia de los mismos tomando en cuenta una agricultura de precisión y así mismos realizando una comparación sobre la maduración natural del cultivo de caña de azúcar.

1.6 Alcance

1.6.1 Social

El alcance de tipo social, será de mucho aporte para Ingenio La Cabaña, ya que conocerán por medio de una investigación formal los beneficios que le esta aportado la implementación de nuevos agroquímicos no herbicidas aplicados con tecnologías de precisión en procesos agrícolas de caña de azúcar, en este caso preparando el cultivo para su cosecha, así como también los aspectos a mejorar o tomar en cuenta ya que se requiere de proyectos de capacitación para obtención de mano de obra calificada donde puedan aumentar su porcentaje de empleabilidad de operarios.

1.6.2 Espacial

Ingenio La Cabaña S.A de C.V, ubicado en kilómetro 39 ½, carretera Troncal del Norte, El Paisnal, San Salvador, El Salvador.

Terreno de experimentación: Cooperativa San Francisco, Suchitoto, Cuscatlán, El Salvador.

1.6.3 Temporal

Por un periodo de 22 semanas.

1.7 Limitaciones

Esta investigación se limitó a un periodo de recolección de datos e información que comprendió una duración de 22 semanas a partir de septiembre del año 2021, los procesos de investigación se extenderían si se encuentran inconvenientes climatológicos ya que no son favorables para el estudio realizado.

Tal investigación aplica únicamente para Ingenio La Cabaña S.A de C.V.

De igual manera, se considerará la posibilidad de ampliación al tema de investigación, con temas que corresponden a una relación íntima que pueden llegar aporta relevancia mediante el desarrollo de la investigación, dicha información puede ser ampliada por otros investigadores que estén interesados en profundizar sobre el estudio presente en los costos de implementación, impactos ambientales, impactos económicos, entre otros estudios que ayuden a evaluar una mayor productividad del cultivo de caña de azúcar.

1.8 Consideraciones Éticas

Esta investigación se llevará a cabo respetando todos los derechos de autor de literaturas extraída, citando de manera correcta; así mismo respetando los derechos de autor de la empresa que nos permitió realizar la investigación (Ingenio La Cabaña S.A de C.V). Además, se contó con el consentimiento de dicha agroindustria, donde se realizó una carta de solicitud para poder realizar dicha investigación y así mismo ser publicada por Universidad Dr. José Matías Delgado, esto obtenido en el mes de septiembre y firmado por el Gerente de Recursos Humanos, Lic. Herbert Torres (ANEXO 1), con apoyo de la extensión de producción de caña guiados por Ing. Jordy Pastor Monge y Ing. Irvin Urrutia (Ingenio La Cabaña S.A de C.V, El Paisnal, San Salvador, El Salvador).

1.9 Viabilidad del estudio

El propósito de la realización de este estudio es para determinar de manera experimental la viabilidad de la implementación de dos madurantes no herbicidas aplicadas mediante drones versus la maduración natural en cultivos de caña de azúcar durante zafra 2020/2021 de Ingenio La Cabaña S.A de C.V, concluyendo así los impactos generados por los agroquímicos (madurantes no herbicidas) de manera ventajosa y beneficiosa para el sector cañero, que pueden llegar a obtener mejores beneficios de rendimientos de sacarosa en la caña de azúcar, productividad y sostenibilidad del cultivo en nuestro país y así generando una competitividad en el comercio internacional, abriendo paso a más mercados que pueden llegar a generar mejores beneficios económicos y desarrollo para el sector agroindustrial de la caña de azúcar en El Salvador.

Se considera muy relevante la realización de esta investigación experimental para darle paso a las mejoras en estudios de fitoreguladores y/o foliares orgánicos, así como los procesos que conllevan la aplicación de estos con tecnologías de precisión que aportara beneficios de mejores rendimientos y productividad del cultivo y por otra parte mejores oportunidades de desarrollo internacional, brindando así mejores competencias.

La realización de este proyecto de investigación se llevó a cabo en un periodo de 22 semanas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Uso de madurantes no herbicidas en caña de azúcar

Antecedentes internacionales

Se realizó un análisis de una investigación realizada por Espinoza, Corado, López, CENGICAÑA¹ y Ingenio Madre Tierra. (2011), el cual se evaluó “Efecto de madurantes no herbicidas en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp*) variedad CP88-1165”, tomando en cuenta que uno de los principales objetivos de dicha investigación se basa en la maduración de caña de azúcar por medio de estimulantes o también llamados reguladores vegetales, los cuales son compuestos químicos que alteran la morfología y la fisiología de la planta que pueden desarrollar modificaciones cualitativas y cuantitativas en la producción, en la cual se buscó

*Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar

encontrar alternativas que brinden mejores resultados siempre y cuando disminuyendo la aplicación de madurantes herbicidas que es lo que se está tratando de evitar en la actualidad. Lo que actualmente se trata de evitar ahora en día es el uso de tres tipos de madurantes, entre ellos están Glifosato, Fuazifop-p-butil e Imazapyr, estos contienen altos contenidos que ayudan a la planta a un mejor desarrollo de su concentración en sacarosa, sin embargo presentan efectos secundarios representados en los rebrotes de la caña de azúcar de algunas variedades de importancia, debido a las altas dosis que se requieren para su acción y producen efectos de inversión térmica o traslapes, siendo uno de los principales problemas; por esta razón, se realizan esfuerzos para reemplazar los agentes de maduración no beneficiosos para el cultivo, siendo reemplazados por madurantes no herbicidas que contribuyan a disminuir los impactos ambientales, así mismo ayudar a mejorar los parámetros agronómicos y tecnológicos del cultivo de caña de azúcar (CENGICANA e Ingenio Madre Tierra, 2011).

La experimentación fue realizada por el Ingenio Madre Tierra, en finca Laureles, ubicada a una altura de 20 msnm. Para dicho ensayo se utilizó la variedad CP88-1165 dividido en cuatro testigos (4 hectáreas en total), a los cuales fueron aplicados cuatro métodos que son: maduración natural, bioestimulante: Actimax ®, Etil-trinexapac; Moddus ® (ANEXO 8) y Round Up, donde también se toman en cuenta las variables climáticas para determinar la eficiencia de cada uno de los madurantes, entre estos factores están: precipitación acumulada (mm), amplitud térmica (°C) promedio y temperatura máxima (°C). A pesar de que en el año 2010 las condiciones no fueron favorables la experimentación se pudo realizar con éxito concluyendo así en los periodos de cosecha de noviembre y diciembre que hubo una variabilidad importante en la acumulación de sacarosa que fue el alcance que se quería llegar durante la investigación determinando que el uso de Etil-trinexapac: Moddus ® es uno de los madurantes no herbicidas más efectivos para el

cultivo de caña de azúcar dejando como resultando un aumento promedio por año en kg de azúcar, al momento de la cosecha (42 – 50 dda) (Mejía Álvarez, 2014, p. 261).

2.1.2 Organosato como bioestimulante

El Organosato ® (ANEXO 1) es un producto fabricado por la empresa Orgánicos de C.A ®, compuesto principalmente de aminoácidos, ácidos húmicos, hormonas naturales vegetales de crecimiento y otros elementos altamente asimilables, tiene efectos antiestrés, multimineral y de alto rendimiento en la planta.

Según Salvador Badui (1981) los aminoácidos son la unidad más simple de la estructura química común también llamadas proteínas, las proteínas están formadas por un grupo amino unido al carbono alfa contiguo al carboxilo, de donde proviene el nombre de alfa aminoácido. La importancia de las proteínas o aminoácidos en las plantas es su gran capacidad de ser bioestimulantes.

Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos que modulan procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas, estos actúan a través de diferentes mecanismos a los de los fertilizantes y productos fitosanitarios. Son complementarios a la nutrición y protección de los cultivos, se aplican con el objetivo de maximizar el potencial genético de las plantas, induciendo cambios en el estado hormonal, activa procesos metabólicos, mejora en la eficiencia nutricional, estimulación del crecimiento y/o mejora ante las respuestas al estrés abiótico (Disagro ®², 2022, párr. 1). Es por ello que son de gran importancia en los cultivos y uno de ellos es la caña. Uno de los principales usos del Organosato ® (ANEXO 3) es en el estrés vegetal

*Disagro El Salvador.

debido a que mitiga los efectos de las altas temperaturas y de las bajas temperaturas. Las altas temperaturas estimulan la retención de mayor cantidad de agua en el citoplasma de las células vegetales reforzando la permeabilidad de la membrana citoplasmática ante el estrés hídrico. En cuanto a las bajas temperaturas los aminoácidos libres se trasladan por el floema para que se acumulen en donde la planta los necesite lo que ayuda a reducir el daño por congelación (INTAGRI, 2018, párr. 1).

Según Mario Pozo ponente del congreso internacional en bioestimulación de cultivos, Los aminoácidos contribuyen en gran medida en la absorción de nutrientes, ya que esto indica que la absorción de agua y nutrientes mejora debido a su actividad complejante; los aminoácidos con este efecto son el L-glutámico, L glicina y ácido L aspártico que actúan mejorando el metabolismo del nitrógeno a través de la enzima glutamina sintetasa (2018, párr. 9).

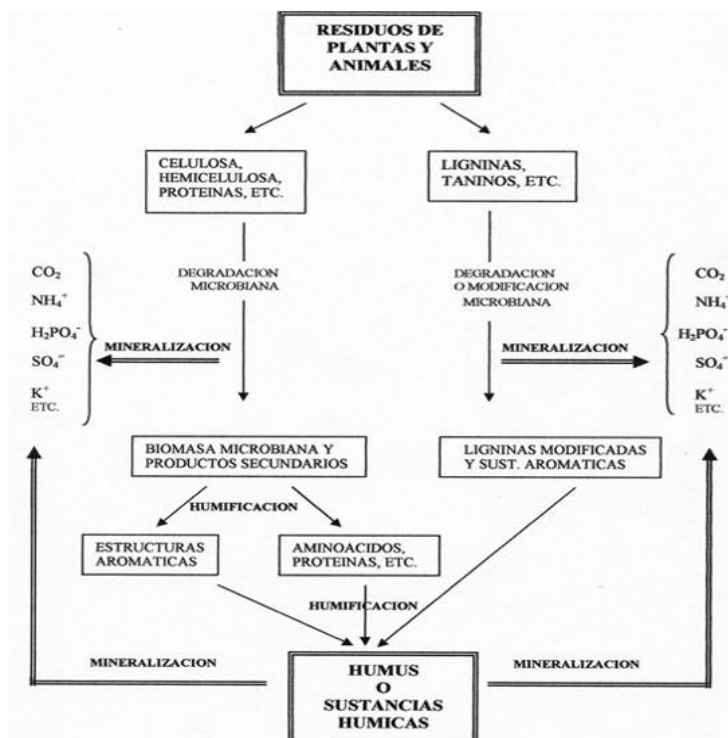
Además de los aminoácidos que permiten la estimulación de la planta, también encontramos componentes como los ácidos húmicos que son aquella materia orgánica que se encuentra en la capa superficial del suelo que procede de la descomposición de organismos vivos como animales, plantas o microorganismos

Los ácidos húmicos están compuestos químicamente por una combinación de moléculas que se producen como resultado de la oxidación y la descomposición de materia orgánica es decir se forman a través de un proceso progresivo de humificación por lo que este proceso de compresión, formación y descomposición determina la calidad de los ácidos húmicos.

Algunas de las ventajas que podemos encontrar en los ácidos húmicos es que por ejemplo en los suelos arcillosos mejoran su permeabilidad y estructura lo que permite y aumenta la capacidad de retención de agua evitando pérdida de nutrientes por lixiviación. Uno de los efectos

que provocan los ácidos húmicos es la estimulación de las membranas celulares y actividades metabólicas. Además, también aumentan su capacidad de absorción de elementos nutritivos, que junto con el incremento de la fotosíntesis de las hojas aumenta el vigor y su productividad, influyendo también en el estado de sanidad de las plantas ante los problemas fitosanitarios (Agroindustriales S.A).

En el proceso de humificación una de las teorías más aceptadas es la denominada teoría del polifenol (Rodríguez, 1991, párr. 3) que plantea el siguiente esquema:



Flujograma 1. Proceso de transformación. Mineralización y Humificación (Rodríguez, 1991)

Rodríguez sostiene que las quinonas derivadas de la lignina y/o sintetizadas por microorganismos, son los principales componentes de construcción de las sustancias húmicas

puesto que como fuentes de quinonas en la naturaleza se tienen a la lignina, los microorganismos, los fenoles no combinados en las plantas, los glucósidos y los taninos (1991 párr. 4).

Su uso principal en la agricultura es como fuente de compostas o estiércoles maduros ya que las sustancias húmicas trabajan para enriquecer el suelo aumentando la producción de sustancias que ayudan a formar la estructura del suelo ayudando al intercambio iónico de nutrientes, aumentando la disponibilidad de micronutrientes por medio de la quelación. (INTAGRI S.C, 2018). La quelación es una práctica con base biológica que describe una reacción química en la que ciertas moléculas se unen a átomos metálicos como calcio, cobre, hierro o plomo (Millstine, 2021, párr. 1).

Según Johan Steven las hormonas vegetales son unos de los principales reguladores del crecimiento de las plantas, ya que una hormona vegetal o fitohormona es un compuesto producido en el interior de las plantas que realiza su función en concentraciones muy bajas y cuyos efectos principales se producen a nivel celular, alterando los patrones de crecimiento de las plantas y permitir su control. Los reguladores de las plantas son compuestos que se sintetizan químicamente o se obtienen de otros organismos y son, en general, mucho más potentes que los análogos naturales. Se deben considerar aspectos importantes como el tiempo de aplicación, dosis, sensibilidad de la variedad, condición del cultivo, etc., ya que cada planta requerirá de unas condiciones de crecimiento específicas que pueden verse afectadas por sus concentraciones en el medio ambiente (2019, párr. 1).

Johan Steven también señaló, que las plantas dentro de su desarrollo necesitan de reguladores hormonales durante su desarrollo, que sean capaces de controlar todas las actividades metabólicas para garantizar la homeostasis de manera intracelular y extracelular.

Cada fitohormona dependiendo de su estructura química, realiza diferentes interacciones para llevar a cabo sus funciones. Las principales fitohormonas utilizadas en el crecimiento de las plantas son la auxina, giberelina, citoquinina, entre otras (2019, párr. 2).

2.1.3 Drones en la agricultura

Según Edwin Pino (2019) en su investigación “Los drones una herramienta para una agricultura eficiente: un futuro de alta tecnología”, determina los beneficios que se han venido dando año con año con la implementación de tecnología en la agricultura que ayudan hacer una verificación completa de los cultivos teniendo como objetivo principal mejoras los rendimientos, los drones ayudan a realizar actividades donde es difícil llegar como por ejemplo desarrollando una agricultura de precisión donde se pueden evaluar de manera remota y autónoma como: detección de estrés hídrico, detección de estrés nutricional, conteo de plantas y detección temprana de enfermedades y plagas (Mendoza y Henríquez, 2017, párr. 2).

A nivel internacional el nivel tecnológico para la agricultura ha ido en aumento debido a los beneficios generados por los mismo y la optimización de los recursos que generan, por ejemplo la mayoría de estos drones utilizados para la agricultura tienen un tiempo de vuelo de 30 minutos con una cobertura aproximada de 65 ha, siendo este uno de los beneficios más significativos ya que en tan poco tiempo se pueden obtener datos de cómo se encuentra el cultivo que se está evaluando, ayudando así a decisiones sobre momentos oportunos para realizar aplicaciones, siembras, fertilizaciones y cosecha, siendo una herramienta muy efectiva para el mejoramiento de la agricultura esto según los estudios realizado por Edwin Pino.

En la investigación se indagan más a detalle sobre las actividades realizadas por drones, por ejemplo la evaluación de evapotranspiración y contenido de humedad del suelo; esto se determina por medio de sensores infrarrojos donde se pueden evaluar detalles necesarios como la humedad del suelo en función de la cantidad disponible en la zona de la raíz de la planta, acá es donde se pueden estimar necesidades de agua de riesgo a través de balances hídricos detallados en aplicaciones específicas que contienen los drones de modelos específicos; así mismo otro de las actividades y una de las más interesantes es sobre el rendimiento de los cultivos mediante modelos tridimensionales de las condiciones de la superficie esto determinado mediante la medición de factores como: conteo de plantas y la supervisión del crecimiento del cultivo por todo el terreno, esto mediante imágenes aéreas que también sirven para verificar el nivel nutricional de las plantas, evaluación hídrica o necesidad de aplicación esto con el uso de una cámara térmica, etc. (Torres, 2017, p. 253).

2.2 Caña de Azúcar

2.1.3 Clasificación taxonómica del cultivo de la caña de azúcar

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la caña de azúcar.

NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Saccharum officinarum L.</i>
REINO:	<i>Plantae</i>
PHYLUM:	<i>Tracheophyta</i>
SUBPHYLUM	<i>Pteropsida</i>
DIVISIÓN:	<i>Magnoliophyta</i>
CLASE:	<i>Liliatae</i>
SUBCLASE:	<i>Commelinidae</i>
ORDEN:	<i>Poales</i>
FAMILIA	<i>Poaceae (Gramíneas)</i>
GENERO:	<i>Saccharum</i>
ESPECIE:	<i>Saccharum officinarum L.</i>

Diseño Propio, datos obtenidos de: IDARD³

2.2.1 Historia de la caña de azúcar

Se dice que la caña de azúcar es uno de los cultivos más antiguos del mundo que según estudios científicos realizados se dice que es originaria de Nueva Guinea, donde fue extendiéndose hasta llegar a España específicamente en regiones de Motril y Málaga en el siglo XV, ahora en día el cultivo de caña de azúcar está totalmente concentrado en muchos países de Latinoamérica que ahora toman un lugar importante como una de las regiones con mayores producciones de cultivo de caña de azúcar.

La caña de azúcar es perteneciente a la familia de las poaceae, cuenta con características como un tallo cilíndrico que tiene un diámetro aproximado de 5 – 6 cm con una altura de 2 – 5 metros y no presenta ramificaciones, en su interior se encuentra lleno de un tejido esponjoso y dulce, de cual se extrae el azúcar. La caña de azúcar cuenta con una riqueza muy característica que la hace el cultivo más atractivo para beneficios económicos y de producción, de ella se extrae el 14% de sacarosa que contiene, convirtiendo esto en productos como; azúcar blanca, refinada, etc. Por ello se considera uno de los cultivos más preciados en el mundo ya que de este se extrae el alimento más consumido a nivel mundial, el azúcar, el 97% de los más de 7 mil millones de personas del mundo consumen ya sea de forma directa e indirecta este alimento.

Por otra parte, este cultivo tiene diferentes aportes donde podemos categorizarlo como multipropósito, ya que este cuenta con aproximadamente 40 kg/t de melaza, esta utilizada para la fabricación de alcohol, por otra parte el residuo de la caña de azúcar mediante su procesamiento deja una materia prima llamada “bagazo”, el cual se va generando día con día mediante la época

* Instituto del Derecho Ambiental de la Republica Dominicana.

de zafra sacando el mejor aprovechamiento de este para generar energía eléctrica, así mismo la obtención de biocombustibles que pueden ser mezclados con otros derivados de petróleo, generando un impacto positivo ya que puede alargar la vida útil de las reservas de hidrocarburos distribuidas en el mundo.

2.1.3 Requerimientos climáticos y edáficos

Las exigencias del cultivo de la caña de azúcar en cuanto a requerimientos climáticos y edáficos en nuestro país son ideales para el desarrollo del mismo, ya que se requiere de altas temperaturas durante el periodo de crecimiento de la caña de azúcar y temperaturas bajas durante el periodo de finalización donde entra en un proceso de maduración, esto brinda mejores beneficios ya que el cultivo al mantenerse en temperaturas óptimas mejora los resultados en porcentajes sacarosa, generando un mayor rendimiento de azúcar. Por ello cuando más alta es la temperatura durante su desarrollo, mayor será el crecimiento de este, siendo la temperatura óptima a partir de su germinación de 29 ° C como mínimo y la máxima de 38° C, sin embargo, una temperatura que sobrepase los límites también puede perjudicar al cultivo.

2.1.4 Morfología y anatomía

Existen cuatro especies o variedades diferentes de caña de azúcar que son cultivadas en El Salvador, con características sumamente adecuadas para la implementación en el país y todas pertenecientes a la especie *officinarum* las cuales se le denomina caña doble o novilizadas.

Para determinar las diferencias entre cada una de las variedades implementadas en nuestro país se necesita un conocimiento previo y terminologías específicas, de la cual se pueden

describir las características morfológicas de cada una de las variedades. Cada una de las variedades tienen condiciones a seguir específicas para un buen desarrollo, la manera de determinación de un buen desarrollo se puede visualizar en partes como: la hoja, lígula se conoce así a la unión entre dos partes que se originan en los nudos de la caña, el nervio central y la vaina entrenudo.

A) Raíz: Constituye la parte subterránea del eje de la planta, la cual está formada por dos sistemas radiculares que sirven como anclaje y estabilidad de la planta y este teniendo la función principal de absorción de nutrientes y agua del suelo.

El primer sistema radicular se conoce como adventicio o primordiales que se forma en la estaca original de siembra, muy características ya que son delgadas, muy ramificadas y la función principal de ella es la absorción de agua del medio que facilitan el desarrollo de la hidrólisis de los carbohidratos que están acumulados en los entrenudos de la caña de azúcar. El segundo tipo de raíz son las permanentes que son las más importantes para el desarrollo del cultivo, contienen un sistema nodal y fasciculado, teniendo diferentes funciones como: sostén, de absorción de nutrientes al igual que las raíces principales y de madeja o cordón.



Ilustración 1. Raíz de caña de azúcar

Fuente: MASCAÑA⁴ Colegio de Postgrados (2019, p. 45).

B) Tallo: Es uno de los órganos más importantes y tiene características como dos partes diferentes de nudos y entre nudos, en los cuales se almacenan los azúcares (sacarosa) y se diferencia mediante el número de nudos, los diámetros, el color que pueden variar entre verde, café, morado, rojizo o combinaciones entre los colores mencionados, así mismo el crecimiento de este depende la variedad de la caña de azúcar.

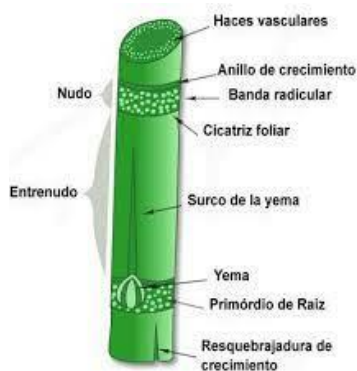


Ilustración 2. Partes del tallo de caña de azúcar

Fuente: Universidad Autónoma del Estado de México (Ponce, 2015, p. 47).

C) Hojas: Se desarrollan en los nudos de manera alterna distribuidas en todo el tallo, constan de dos partes características fundamentales; la lámina o limbo y la vaina siendo esta de color verde claro, hasta un verde muy oscuro esto dependiendo de la variedad y la nutrición de la misma.



Ilustración 3. Hoja de caña de azúcar

* Grupo Manejo Sustentable de Caña de Azúcar

Fuente: Investigaciones PUCP⁵ (2017)

D) Inflorescencia: Su formación se da en la parte terminal denominada panícula (también llamada: panoja, flecha o espiga) de manera ramificada en algunas variedades en abundancia, mientras que otras variedades de manera escasa, sin embargo, para la producción comercial no es una característica deseable ya que esto determina una fase final donde la inversión de energía de la planta aumenta.



Ilustración 4. Inflorescencia de caña de azúcar

Fuente: Propia, Mendoza. G (2021).

2.1.5 Productividad del cultivo de la caña de azúcar en El Salvador

El Salvador se encuentra entre las primeras posiciones en Latinoamérica como uno de los países con mejores resultados en rendimientos de productividad por una manzana de terreno de cultivo de caña de azúcar, siendo este un promedio nacional de 285 libras de azúcar que son extraídas por 1 tonelada de caña, sin embargo, todo esto también depende de los factores climáticos y las condiciones edáficas en las cuales se encuentre. En nuestro país se ha logrado establecer una cadena de valor del azúcar a pesar de los cambios en factores incontrolables como

* Pontificia Universidad Católica de Perú

el clima, por ello la agroindustria ha establecido una composición determinada que son: provisión, producción, transformación, distribución y comercialización.

A) Provisión: En ella se encuentran las empresas que brindan los insumos para la producción del cultivo de caña de azúcar, entre ellos están elementos como maquinaria, fertilizantes, como la formula triple 15 y el sulfato de amonio que durante el desarrollo son sumamente importantes para su crecimiento aportando los nutrientes necesarios que ayudar a sacar un mejor provecho del cultivo, así mismo estas empresas brindan variedad de pesticidas cuyo propósito es extinguir las plagas a las cuales ataca el cultivo de caña.

B) Producción de caña: En él se encuentran todas las personas que hacen posible el desarrollo del cultivo de caña de azúcar en El Salvador, entre ellos están los productores de caña de azúcar o también llamados cañicultores y son la única fuente de insumo para cada uno de los ingenios en nuestro país, según estudios de CONSAA se estima que actualmente se encuentran 7,000 productores de caña de azúcar, distribuidor en el país, estos divididos en forma de productores independientes, asociados y cooperativas.

C) Procesamiento o transformación de caña de azúcar: Cuando el cultivo de la caña de azúcar llega a su fase final es momento de su cosecha ya que ha entrado a su proceso de maduración y el cultivo es cortado y transportado a los diferentes ingenios de El Salvador, donde se transforma en azúcar y melaza.

Los productos que generan los ingenios con el cultivo de caña de azúcar son:

1. Azúcar cruda o azúcar morena: Es producto obtenido del jugo de la caña de azúcar, donde no ha recibido procesos como refinación, para la extracción de azúcar cruda

solamente se ha aplicado un proceso de cristalización, la cual se le puede denominar azúcar de primera.

2. **Azúcar blanca o sulfatada:** Este proceso es uno de los más complejos ya que la azúcar ha sido sometida a un proceso denominado sulfatación que ayuda a reducir los grados de coloración que la convierten en una azúcar más clara y teniendo esta una concentración aproximada de 99,5 grados de sacarosa, siendo una de las 3 azúcares con mayor concentración de sacarosa.
3. **Azúcar refinada o extra blanca:** Este es un azúcar con concentración de 99,5 grados de sacarosa, convirtiéndolo en un azúcar con alta pureza y es uno de los azúcares que requiere mayor procesamiento por su textura extremadamente fina.

El azúcar es uno de los alimentos más consumidos en el mundo por ende tiene un nivel de comercialización alto y en nuestro país se encuentran tres tipos diferentes de mercados que son; los mercados locales, el mercado preferencial y el mundial, por ello muchos sectores son parte de este rubro ya que es uno de los que mejores impactos generan en la economía de un país.

2.2 Fases del cultivo de la caña de azúcar

El cultivo de caña de azúcar tiene cuatro fases de desarrollo, las cuales son:

2.2.1 Germinación

Es la fase inicial donde se da el trasplante denominado siembra por estaca que usualmente tienen una longitud de 30 cm de largo y cuentan con tres o cuatro yemas de las cuales inicia su proceso radicular denominando así este proceso como germinación, comenzando esta fase a los 7 o 10 días de haber sido sembrada y se extiende hasta los 30 o 35 días dependiendo de las condiciones en las cuales se encuentre, dicho proceso conlleva un proceso de activación y brotación de las yemas vegetativas siendo estas influenciadas por factores ambientales externos o internos.



Ilustración 5. Etapa de Germinación

Fuente: COOPEAGRI⁶ (2015).

2.2.2 Fase de ahijamiento

Consiste en el desarrollo de nuevos tallos durante la germinación del tallo primario, esto se da en un periodo de tiempo aproximado de 40 días y puede extenderse hasta los 120 días, dando paso a la formación de la cepa o macolla. Cada brote generado genera su propio sistema radicular de los cuales se beneficia para nutrir la planta y ayuda a la formación de hojas para iniciar la fotosíntesis e iniciar la formación de azúcar, para dicha etapa se necesita una

* Cooperativa Agrícola de R.L

temperatura cercana a los 30° C para un óptimo desarrollo, sin embargo, temperaturas inferiores a esta retardan la fase de ahijamiento (Humbert, 1974).



Ilustración 6. Fase de ahijamiento

Fuente: Universidad Rafael Landívar (Espinoza, 2017).

2.2.3 Fase de crecimiento

Esta tiene una duración de 270 días, para ello se necesitan tener influencia de muchos factores como la óptima fertilización para que su desarrollo sea favorable y brinde mejores resultados de rendimientos (Marasca, Barbosa, Pereira, Paz, & Pereira, 2015).

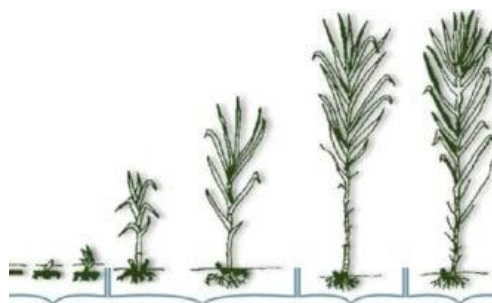


Ilustración 7. Fase de crecimiento

Fuente: EnColombia, Periodo vegetativo de la caña de azúcar (2015).

2.2.4 Fase de maduración

La maduración depende siempre del manejo que se ha realizado durante todo el periodo de desarrollo ya que la plantación entra a su etapa final necesitando así una reducción de la humedad del suelo para retardar su crecimiento e incentivar el periodo de maduración, en dicha fase es donde comienzan a generarse de forma más compleja la acumulación de carbohidratos, la formación de azúcares como: fructosa y glucosa y estos convirtiéndose así en sacarosa (Subiros, 2000).



Ilustración 8. Floración y maduración.

Fuente: CINCAE⁷ (2014, p. 1).

2.3 Fisiología de la maduración de la caña de azúcar

Uno de los principales objetivos de la caña de azúcar es la obtención de sacarosa que se encuentra acumulada en sus tallos, esto es un contenido que depende de varios factores que lo determinan, principalmente eco fisiológicos y de manejo. Ahora en día mediante los avances en agroquímicos y de tecnificación es un factor hasta cierto punto controlable luego de que la caña de azúcar ha finalizado su etapa de crecimiento esto brinda un beneficio que tiene una influencia

* Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador

fundamental con los rendimientos de la caña en campo y en fabrica, con esto se pueden evitar de pérdidas significativas de carácter económico. La maduración se define como el proceso de finalización de la etapa de crecimiento de la caña de azúcar, mediante dicho proceso se comienzan a acumular el almacenaje de la sacarosa en los tejidos, los tallos alcanzan su máximo potencial de almacenamiento de sacarosa, este proceso puede durar entre 1 y 2 meses más antes de ser cosechada.

Sin embargo se encuentran otros factores que influyen en la maduración de forma natural en la caña de azúcar pero que generan un aumento más lento del contenido de sacarosa en el cultivo, estos factores son; el exceso de humedad, así como de fertilizantes específicamente nitrógeno, no ayudan a una buena maduración del cultivo, mediante estudios realizados se ha determinado que el exceso de este fertilizante es la causa principal de la escasa acumulación de sacarosa en la caña de azúcar, por otra parte la fertilización con potasio ayuda a la maduración temprana del cultivo desarrollando un aumento de sacarosa en el tallo principal, en comparación con un cultivo en condiciones normales.

2.3.1 Factores que afectan la maduración

Durante el desarrollo de la caña de azúcar algunos factores de impacto durante el crecimiento dejan de ser favorables para el mismo, el cambio de fase de crecimiento pasa a ser retardado ya que la prioridad de la planta comienza a hacer la acumulación de sacarosa en sus tallos, por ello es importante tener factores equilibrados durante una etapa de maduración, estos pueden ser:

- A) Humedad:** Es uno de los factores con más inconvenientes para su control ya que no se puede determinar los impactos climáticos con exactitud y la afectación recae en el rendimiento de la acumulación de sacarosa en los tallos; durante la maduración el exceso de humedad aumenta la fotosíntesis y la respiración por lo tanto una mayor absorción de energía en la planta que su prioridad no ha sido la acumulación de sacarosa en sus tallos, por ende una poca humedad reduce el crecimiento y favorece la acumulación de azúcar.
- B) Temperatura:** Durante la fase de maduración de la caña de azúcar se necesitan temperaturas optimas o relativamente bajas de entre 16 – 25° C favoreciendo así la reducción de la fase de crecimiento y aumentando la acumulación de azúcar en la caña teniendo porcentajes cercanos al 15% de sacarosa, si este factor no se cumple de una manera óptima se corre el riesgo de que la planta no deje de estar en su fase de crecimiento y al igual que la humedad hay una afectación sobre el desarrollo y su alta tasa de respiración obtienen la mayor parte de energía acumulada dejando a un lado la producción de sacarosa.
- C) Floración:** Este representa el cambio fisiológico del cultivo de caña de azúcar siendo esta la última fase antes de que comience a impactar progresivamente en el rendimiento de azúcar, dicha fase requiere de procesos y cambios en la planta que demandan de grandes cantidades de energía almacenada como sacarosa, sin embargo, a su vez hay una reducción en su capacidad de producción de azúcares, por ende, tiene impactos considerables en el rendimiento y el peso en las plantas.

2.3.2 Uso de madurantes en la industria cañera

Desde los años 1920, se vienen realizando investigaciones intensivas acerca del uso de los madurantes en la industria cañera las cuales es una de las practicas más antiguas, ya que es una de las maneras utilizadas para aumentar el contenido de sacarosa de la caña de azúcar. El uso de madurantes está estrechamente relacionado con el tonelaje obtenido por unidad de área y el rendimiento o contenido de sacarosa por unidad de peso a la hora de obtener la caña molida.

Villegas y Arcila, mencionan en su investigación acerca del uso de madurantes en la industria cañera; cuando las condiciones naturales no son favorables para la maduración de la caña de azúcar como, por ejemplo: la humedad del suelo, el nitrógeno y la temperatura ambiental, etc., es posible inducirla de manera artificial por medio de productos químicos conocidos como madurantes (1995, párr. 1)

Un agente de maduración orgánico que, aplicado en pequeñas cantidades, inhibe, promueve o altera de alguna forma procesos fisiológicos de las plantas (Arcila A., 1995, párr. 5). En el cultivo de caña de azúcar, estos compuestos actúan como reguladores de crecimiento de las plantas que promueven mayores concentraciones de sacarosa, por lo tanto, es una ventaja sobre el rendimiento del cultivo a la hora de la cosecha ya que mediante su transformación va aportar mayor porcentaje de azúcar. Por esta razón se dice que es una práctica imprescindible y el uso de productos, sin embargo, mediante el desarrollo tecnológico se han ido mejorando los resultados y así mismo creando productos que no tenga un impacto ambiental de forma permanente, así poder obtener dos beneficios como la acumulación de sacarosa y la reducción de un impacto ambiental.

2.3.3 Maduración química de la caña de azúcar

Un madurante es un producto químico, desarrollado en su mayoría como un regulador de crecimiento, sin que existan afectaciones directamente a la producción cultural de caña de azúcar, sin embargo, brinda como beneficio la acumulación de azúcar.

La maduración química de la caña de azúcar es una práctica muy común utilizada por las agroindustrias cañeras, donde se busca una modificación de condiciones naturales de maduración produciendo cambios morfológicos y fisiológicos en el cultivo de caña de azúcar, con el fin de obtener un rendimiento mayor en el contenido de sacarosa sin que exista una afectación en la producción, los madurantes utilizados es hasta cierto punto una tecnología en formación de gran importancia que ha ido evolucionando a medida se van realizando más y más estudios que mejoran el nivel de sacarosa en la planta, así como para el mejoramiento de la cosecha de caña de azúcar.

Usualmente los madurante están fabricados con componentes de glifosato, siendo este uno de los madurante más utilizados a nivel mundial ya que su precio es accesible y sus efectos generan beneficios en periodos de 4 a 6 semanas durante la cosecha. Según estudios realizados la efectividad de un madurante químico depende también de la variedad de caña a la cual se aplicara y el manejo que se ha dado durante todo el periodo de crecimiento, esto generando así efectos positivos mediante una aplicación adecuada aumentando porcentajes promedios entre 6% y un 11% de rendimiento en sacarosa de la caña de azúcar y para demostrarlo de una manera más exacta mediante esta investigación se realizó un estudio experimental donde se demuestra el porcentaje de aumento en sacarosa con la utilización de 2 moléculas de madurantes aplicadas mediante el uso de drones.

La visualización en cuanto a la aplicación de madurantes químicos se puede determinar en los efectos generados en el crecimiento ya que se manifiestan de una manera rápida y progresiva, mediante la disminución del crecimiento en altura, donde se evidencia la acción del madurante, esto generando así mismo impactos económicos, evidenciando ser practicas restables mediante manejos eficientes durante estudios químicos y aplicación de tecnologías, donde se permite la obtención de beneficios por ejemplo; 40 kg de azúcar por hectárea de terreno, por supuesto que el impacto económico será mayor considerando los beneficios indirectos que genera la aplicación. Sin embargo, la agricultura y el uso de agroquímicos siempre ha tenido sus ventajas y desventajas, por ello existen riesgos mediante la utilización de estos madurantes y para sacar el mejor aprovechamiento se deben realizar técnicas especializadas como una planificación y manejos exigentes que permitan minimizar los riesgos indirectos como por ejemplo: las aplicaciones de madurantes pueden dañar cultivos vecinos, existe una afectación en la capacidad de brotación de yemas en lotes destinados a caña semilla, posibles efectos durante el rebrote y/o en el rendimiento cultural del ciclo siguiente por efectos de sobredosis, o fajas de sobre aplicación, etc. (Gacetilla Agroindustrial, EEAOC⁸, 2007).

2.4 Factores climáticos y edafológicas limitantes para el rendimiento del cultivo de caña de azúcar

La productividad y rendimiento en caña de azúcar esta dictaminado por factores climáticos como lluvia, luz solar, humedad relativa y temperatura además de las características edafológicas que son las unidades y subunidades de suelo que se encuentran presentes en el

* Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, Tucumán, Argentina

terreno. Por lo que la producción que se alcanza u obtiene está relacionada a los factores que puedan limitarla como lo son:

- Características físicas y químicas del suelo: textura, estructura, profundidad, pH, salinidad y acidez.
- La presencia de niveles de agua subterránea es perjudicial para la agricultura, lo que se asocia con la supervivencia corriente, profundidad, separación y eficiencia del sistema de drenaje.
- Factores derivados del genotipo de caña de azúcar, como floración temprana y el grado de erección del tallo.
- El clima ideal para el cultivo de caña de azúcar es un clima con dos estaciones bien diferenciadas: una estación cálida y húmeda para poder asegurar la germinación, el macollaje y el desarrollo vegetativo, seguida de una estación fría y seca, para alcanzar la madurez y la consecuente es una acumulación de sacarosa en los tallos del cultivo (Rivera, 2015, p. 11).

2.4.1 Variables climáticas responsables del contenido y rendimiento de sacarosa

Como ya se ha mencionada antes, las características climáticas son de alto grado de importancia en la producción de caña de azúcar por lo que las condiciones ideales para aprovechar al máximo el rendimiento en general es la presencia de una estación calurosa larga que tenga una alta intensidad de radiación y una adecuada humedad ya que la planta utiliza entre 148 a 300g de agua para producir 1g de materia seca (Rivera, 2015, p. 12)

La presencia de una estación seca, soleada y fresca, libre de heladas, es necesaria para la maduración y cosecha. El porcentaje de humedad cae drásticamente a lo largo del ciclo de crecimiento de la caña, de un 83% en plantas muy jóvenes a un 71% en la caña madura, mientras que la sacarosa aumenta de menos de 10% hasta 45% del peso seco (García, 2015, p. 41).

- **Lluvia:** La precipitación total de 1500 y 1800 mm es suficiente durante los meses de crecimiento del organismo, siempre que la luz este suficientemente distribuida y abundante. Después de eso, se requiere un período seco para la maduración. Durante el período de crecimiento activo la lluvia estimulara el rápido crecimiento de la caña, la elongación y la formación de entrenudos. Sin embargo, las lluvias intensas durante el período de maduración no deben ocurrir, porque produce una mala calidad de jugo y favorece el crecimiento vegetativo; además, dificulta las operaciones de cosecha y transporte (FAO⁹, 2009; Dos Santos et al., 2005; Inman-Bamber, 2005; Hunsigi, 2001; Fogliata, 1995).
- **Temperatura:** El crecimiento está directamente relacionado con la temperatura. La temperatura óptima para la germinación de los esquejes es de 32°C a 38°C. La germinación desciende por debajo de los 25°C, alzando un máximo de 30-34°C, se reduce por sobre los 35°C y se detiene cuando la temperatura sube sobre 38°C. Temperaturas superiores a 38°C reducen la tasa de fotosíntesis y aumentan la respiración (Pereira, 2006)
- **Humedad relativa:** Durante el período de crecimiento rápido, las condiciones de alta humedad (80 - 85%) favorecen una rápida elongación de la caña. Valores moderados, de

* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

45 - 65%, acompañados de una disponibilidad limitada de agua, son beneficiosos durante la fase de maduración (Inman-Bamber, 2005; Fogliata, 1995).

- **Luz Solar:** En el follaje de la caña las primeras seis hojas superiores interceptan el 70% de la radiación y la tasa fotosintética de las hojas inferiores disminuye debido al sombreado mutuo. Por lo tanto, para una utilización efectiva de la energía radiante se considera como óptimo un valor de 3.0-3.5 de Índice de Área Foliar (Barbieri, 1993). El Índice de Área Foliar o por sus siglas IAF permite estimar la capacidad de biomasa y rendimiento bajo condiciones ambientales imperantes en una región determinada y se mide con la siguiente formula

$$IAF = \frac{(Area\ Foliar)(Densidad\ de\ Poblacion)}{Area\ Sembrada}$$

Se sabe que el suelo es el medio de crecimiento para la planta, por lo que las condiciones físicas, químicas y biológicas deben de ser aptas para su desarrollo, crecimiento, rendimiento y calidad de la caña de azúcar. La caña de azúcar puede ser cultivada exitosamente en diversos tipos de suelo, desde los arenosos a los franco-arcillosos y arcillosos. **Fuente especificada no válida.** Las condiciones edáficas ideales para el cultivo de la caña de azúcar son: suelo bien drenado, profundo, franco, con una densidad aparente de 1.1 a 1.2 g/cm³ (1.3 - 1.4 g/ cm³ en suelos arenosos), con un adecuado equilibrio entre los poros de distintos tamaños, con porosidad total superior al 50%; una capa freática debajo de 1.5 a 2 m de profundidad y una capacidad de retención de la humedad disponible del 15% o superior (cm³ de agua por cm³ de suelo) junto a las climáticas constituyen la base para el desarrollo del cultivo. El pH óptimo del suelo es cercano a 6.5, pero la caña de azúcar puede tolerar un rango considerable de acidez y alcalinidad del suelo (Barbieri, 1993).

2.4.2 Metodologías para medir la maduración de la caña de azúcar

El control de madurez de la caña consiste en el análisis practicado a muestras representativas de la plantación comercial tomadas periódicamente, con el fin de conocer la concentración de sacarosa de sus jugos y determinar consecuentemente su grado de maduración y poder establecer una fecha de corta valedera. Existen diferentes tipos de metodología para determinar la madurez de la caña en los cuales básicamente difieren en exactitud y dificultad (Solera, 2015, p. 4).

➤ Programación por °Brix

Mediante un refractómetro se obtiene la lectura de °Brix de Jugo de los tercios superior, medio e inferior, el jugo se extrae picando un punzón de tallos, el punto de madurez se determina cuando las tres lecturas tienen valores semejantes, es decir el resultado se aproxima a uno, el grado de aproximación indica su nivel de maduración **Fuente especificada no válida..**

➤ Programación por humedad en la selección del tallo y análisis en el molino de laboratorio

Este método consiste de una estufa y un molino de laboratorio, se obtiene la sección cerca de la punta que es considerado el punto de transición más sensible para indicar el contenido nutricional de la planta el resto del tallo se lleva al laboratorio y se muele en el molino determinándose los componentes principales del jugo: sólidos en suspensión (°Brix), sacarosa aparente (Pol) y su índice de pureza; mediante métodos convencionales (Solera, 2015, p. 8).

➤ Modalidad de la Licuadora (Pol Ratio)

Generalmente es empleado en el cultivo de bajo riego y a nivel experimental este es un método sumamente exacto sin embargo es costoso. Las determinaciones que se hacen en el laboratorio a las muestras obtenidas bajo esta metodología son las siguientes:

- **Porcentaje de Humedad Caña y sección del tallo**

Este aspecto al que el método anterior, es el factor de decisión más importante para otorgar la prioridad de corte, el lote de menor humedad será el primer candidato.

- **Polarización % Caña**

Es un criterio importante que equivale al contenido de sacarosa en caña, está fuertemente relacionado a la humedad.

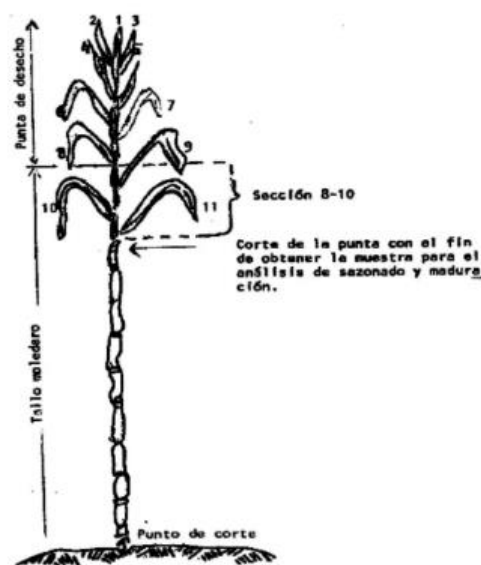


Ilustración 9. Polarización de caña de azúcar

Fuente: Universidad San Carlos de Guatemala (2004).

- **Azucares reductores**

Relación Sacarosa-Glucosa. Representa un parámetro de madurez importante ya que, al madurar la caña, los azucares reductores se transforman a Sacarosa por deshidratación. La relación se mantiene baja cuando la caña está en crecimiento, pero debe aumentarse conforme se acerca su madurez fisiológica, un valor 8 o mayor, preferiblemente se considera bueno para lograr altos rendimientos (Solera, 2015, p. 11).

- **Porcentaje de fibra en caña**

La fibra en exceso afecta el azúcar recuperable y disminuye la cantidad de jugo en la caña.

2.4.3 Importancia y condiciones del uso de madurantes

El uso de madurantes es utilizado para forzar la maduración de la planta sin embargo estos solo están justificados en donde la maduración natural se encuentre impedida o las características no la favorecen. Estas características son las siguientes:

- Regiones desfavorables climáticamente con temperaturas nocturnas altas y precipitaciones elevadas
- Cuando no se dispone de variedades precoces
- Aplicaciones fuera de época o excesivas de nitrógeno
- Suelos vírgenes o muy ricos en materia orgánica y elementos nutritivos
- Cuando la estación lluviosa se adelanta
- Regiones donde el nivel freático es muy elevado

Por otro lado, los efectos benéficos al aplicar madurantes que pueden ser observados son:

- Mejor quema de la paja
- Reducción significativa de la basura, lo cual disminuye los costos e incrementa el azúcar recuperable en el ingenio
- Disminución en el contenido de fibra de caña
- Incremento en el contenido de Sacarosa y Pureza aparente del jugo
- Mayor eficiencia en la recuperación del azúcar (Solera, 2015, p. 12).

2.4.4 Marco legal del uso de madurantes

Dentro del marco legal de El Salvador se encuentra la regulación por medio de una Ley sobre el Control de Pesticidas, Fertilizantes y Productos para usos Agropecuarios, siendo el Decreto N° 315, publicada por medio de la Departamento Jurídico, Dirección de Defensa Agropecuaria, en el año de 1988. Dicho decreto considera que por medio de la tecnificación que sufre el sector agrícolas por medio de las explotaciones agrícolas - pecuarias, se han aumentado considerablemente el uso de elementos químicos y químico-biológicos, entre estos, fertilizantes, pesticidas u otros productos afines; esto conlleva a tomar un control de garantizar a los usuarios de los productos: la calidad, composición y cualidades atribuidas a los mismo por sus fabricantes, importadores, distribuidores y vendedores, esto para evitar una baja en la productividad agrícola y pecuaria, afectando directamente a la economía del país (ley sobre el control de pesticidas, fertilizantes y productos para uso agropecuario, 1973, p. 4).

Por ello en el capítulo I de dicha Ley (ANEXO 14) se hace el llamado a la regulación por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería, la producción, comercialización, distribución, importación, exportación, enmiendas o mejoradores, defoliantes y demás productos químicos

que puedan afectar los cultivos agrícolas o pecuarios, así mismo garantizar la protección del medio ambiente en donde se encuentren.

Capítulo III (ANEXO 15) de dicha ley establece la autoridad y las atribuciones, esto perteneciente al Ministerio de Agricultura y Ganadería como anteriormente fue mencionando, teniendo este como objetivos principales las inspecciones y extracción de muestras en cantidades suficientes, en cualquier momento o lugar de los productos que se tratan en el Capítulo I de la presente ley. Asimismo, el MAG¹⁰ tiene como atribución la realización de campañas de asistencia técnica para el uso consiente de dichos elementos químicos o químico-biológicas sin que exista una afectación en los cultivos y el medio ambiente, pudiendo así mismo declarar una prohibición y denegación del uso, importación, fabricación y venta de los productos de que se trata esta Ley. Por ello en la presente investigación fueron utilizados Madurante no herbicidas, teniendo el respectivo permiso del uso adecuado con las dosis adecuadas en el cultivo de caña de azúcar.

2.5 Drone

Durante la evolución de la tecnología en la agricultura se han adaptado formas más eficientes de llegar a puntos vacíos para determinar los estándares de mejoramiento en los cultivos por ello la implementación de vehículos no tripulados o drones han venido a generar beneficios incontables como por ejemplo; precisión a la hora de toma de datos los cuales abarcan una gran superficie de terreno en poco tiempo, así mismo una alta disponibilidad de datos de diferentes aspectos que ayuden a tomar decisiones rápidas que mejoran el desarrollo del cultivo,

* Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador.

alta resoluciones en imágenes obtenidas y así mismo brindan una ventaja competitiva reduciendo costos frente a otras técnicas convencionales. Estos equipos se encuentran en constante evolución para cada uno de sus propósitos.

2.5.1 Uso de drones

El uso de drones en la agricultura es de mucho provecho y tiene actividades muy variadas que generan impactos significativos en la producción de los cultivos, por ejemplo:

- A) Monitoreo de cultivos:** Para ello se necesita el uso de cámaras con alta definición que toman fotografías del cultivo que ayudan a ir formando una sincronización con el GPS desarrollando un mapa para su análisis, esto ayudando a obtener una información más exacta de la extensión de terreno y georreferenciada de los cultivos evaluados. Esto se puede realizar de manera manual o autónoma.

- B) Detección de estrés hídrico en cultivos:** Consisten en la evaluación de la falta de riego en las plantas, esto determinado por medio de una cámara térmica que detalla las necesidades hídricas de la planta, beneficiando así mismo el uso eficiente y óptimo de los recursos hídricos focalizado especialmente en un ahorro energético a la hora de un riego.

- C) Detección de estrés nutricional en los cultivos:** Se detalla mediante el estado vegetativo esto ayudando a la decisión para la aplicación de fertilizantes, al igual que la optimización del recurso hídrico, así mismo los drones permiten una aplicación eficiente de los fertilizantes, utilizando los recursos solo en las zonas necesarias para su aplicación

D) Detección temprana de enfermedades: Los drones permiten determinar los cambios que se generan en los cultivos, a través de imágenes multiespectrales, que ayudan a la detección temprana de enfermedades, especialmente por hongos.

E) Conteo de plantas: Así mismo nos pueden ayudar a la realización de un recuento total de las plantas en una extensión de terreno esto en un tiempo corto y así mismo podemos obtener datos en cuanto al rendimiento que se va a producir.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipos de investigación

Como primer punto, se realizó una investigación teórica y de forma experimental acerca de la aplicación de dos moléculas de madurantes no herbicidas diferentes aplicadas mediante el uso de drones en cultivo de caña, dicho estudio fue realizada en una extensión de 10.5 ha de terreno donde se tomaron en cuenta tres divididas en 3.5 ha de terreno desarrolladas de la misma manera pero con métodos de maduración diferentes, con esto se refiere a: 1. 3.5 ha: Moddus 25[®] (Trinexapac-Etil), 3.5 ha: Organosato[®] y 3.5 ha: Maduración natural, todas estas muestras funcionaron para verificar la influencia y factibilidad de cada uno de los madurantes aplicados y así determinar el más conveniente que genere mejores resultandos en rendimientos de sacarosa; por lo tanto, la investigación se definió como de tipo *aplicado*.

En dicha investigación se contempló, sobre la implementación de dos moléculas de madurantes aplicadas con el uso de drone en una extensión de terreno seleccionada de 10.5 ha perteneciente a la Cooperativa de San Francisco, ubicada en el municipio de Suchitoto,

departamento de Cuscatlán; posteriormente mediante análisis químicos se va a determinar la factibilidad y los rendimientos producidos en sacarosa contenidos en la caña de azúcar con la implementación de dichos madurantes versus la maduración natural del cultivo, comparando el desarrollo y el rendimiento producido de cada uno de ellos en el cultivo de caña de azúcar seleccionados para su aplicación.

3.1.1 Diseño metodológico

La investigación se llevó a cabo en cuatro etapas:

- **Etapa uno:** Búsqueda de los antecedentes más apropiadas para la investigación realizadas. Estos basándose en investigaciones tanto nacionales, como internacionales que han sido desarrolladas en los últimos años sobre dicha temática, mediante la localización de referencias de literatura se procedió al proceso de consulta.
- **Etapa dos:** Proceso de selección de las literaturas consultadas más apropiadas para la investigación, así mismo brindar una fuente confiable para agregar en los antecedentes de esta investigación realizada. Dichas fuentes encontradas fueron de interés ya que son concisas al tema a ejecutar, mencionando aspectos importantes con; conceptos básicos, clasificaciones, ejecuciones de los procesos de investigación, resultados, etc.; todos estos elementos descritos para un mejor entendimiento (Sampieri, Fernández y Baptista, 2014).

En dicha investigación se determinó que fue de carácter experimental, sus variables, y los métodos que han sido utilizados para recopilar la información y por consiguiente el sistema estadístico que se utilizó para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos, este sistema estadístico es: Diseños estadísticos por bloques aleatorios.

- **Etapa tres:** Recopilación de datos mediante procesos de experimentación. Esto consistió en una aplicación a una área de 7 hectáreas de terreno, así mismo esto incluye 3.5 hectáreas que fueron el testigo (natural), a la cual no hubo ninguna aplicación de componentes, posteriormente a las zonas de aplicación se sustrajeron muestras al azar de caña de azúcar, para las cuales fueron determinadas el porcentaje de pol pertenecientes en las mismas para comenzar el procesos de experimentación de rendimiento y los resultados obtenidos por cada uno de los madurantes no herbicidas utilizados, así mismo la determinación de su factibilidad para el uso en cultivos de caña de azúcar, esto con el fin de generar un aporte en rendimiento y beneficios económicos para Ingenio La Cabaña S.A de C.V.
- **Etapa cuatro:** En dicha etapa se evaluaron y analizaron el cumplimiento de las hipótesis planteadas al inicio de la investigación para establecer de una manera experimental si serán aceptadas o rechazadas según los resultados obtenidos por medio de análisis fisicoquímicos para posteriormente elaborar conclusiones acerca de la factibilidad del uso de madurantes no herbicidas.

3.2 Hipótesis

La aplicación de la hipótesis fue considera de manera correlacional, la cual es la que se asemeja de mejor manera a la investigación realizada. La hipótesis correlacional es aquella que busca la mejor la opción más viable entre dos o más variables, que generen un impacto de forma positiva, negativa o mixta. Por lo que se determinaron las siguientes hipótesis:

3.2.1 Hipótesis general

Los madurantes no herbicidas aplicados y el uso de tecnología dron mejorara el rendimiento y la productividad en el cultivo de caña de azúcar, generando beneficios para Ingenio La Cabaña S.A de C.V.

3.2.2 Hipótesis específicas

- Establecer de manera experimental y comparativa que madurante no herbicida es el más adecuado para mejorar el rendimiento de sacarosa versus la maduración natural en los cultivos de caña de azúcar.
- La aplicación de madurantes no herbicidas mediante el uso de drones optimizara la productividad de los recursos teniendo un desempeño en los efectos producidos de los mismos en el cultivo de caña de azúcar, por ser una herramienta más precisa.

3.3 Diseño de la investigación

Durante el trabajo realizado, titulado “Uso de dos moléculas de madurantes no herbicidas aplicadas mediante drones versus la maduración natural en cultivos de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) durante Zafra 2020/2021 de Ingenio La Cabaña S.A de C.V” se utilizó un diseño descriptivo, ya que el objetivo principal de la investigación es evaluar y aplicar una comparativa de los madurantes a utilizar que brinden un mayor rendimiento en sacarosa de los cultivos de caña de azúcar, estos agroquímicos no herbicidas siendo aplicados por medio de drones para optimizar los recursos y generar mejores resultados en productividad, con ello se buscó establecer indicadores que brinden primero que nada una comparación de los resultados

que generan versus una maduración natural del cultivo y esto se obtendrá por medio de análisis físico-químicos los cuales determinen el porcentaje que aumento con el uso de cada uno de los madurantes, así mismo la calidad del mismo, esto determinado también por medio de parámetros establecidos durante el proceso de investigación, como por ejemplo: días de maduración, color de la caña, tipo de variedad, etc.

3.4 Población

La población que se utilizado para realizar la investigación fueron tres tipos de madurantes, los cuales son: maduración natural, Moddus 25 ® (Trinexapac-Etil) y Organosato, estos fueron aplicados en una extensión de 10.5 ha de terreno perteneciente a la Cooperativa de San Francisco, ubicada en el municipio de Suchitoto y gestionada por la extensión de producción de caña de Ingenio La Cabaña S.A de C.V.

3.5 Muestra

La muestra utilizada fueron un total de 10.5 ha, divididas cada una de ellas en 3.5 ha de terreno en los cuales se encontraba la variedad CP-722086 de caña de azúcar, siendo la elección de forma aleatoria para evaluar el rendimiento producido por los madurantes no herbicidas los cuales son: Moddus 25 ® (Trinexapac-Etil) y Organosato, aplicados mediante el uso de drone versus la maduración natural producida por el cultivo de caña de azúcar, esto recolectado por medio de un instrumento de recolección de datos con diseño propio. (ANEXO 21).

3.6 Criterios de Selección

Inclusión

- Edad mínima del cultivo: 9 meses
- Humedad relativa: >60%
- Temperatura máxima: < 28 °C
- Velocidad del viento: < 7 km/h (1.94 m / seg)
- Dirección del viento: Que no afecte cultivos vecinos.

Exclusión

- Cultivos con tiempo de desarrollo menor a 9 meses.
- Alta humedad del cultivo de caña de azúcar.
- Terreno con baja productividad de nutrientes.
- Cultivo que se encuentre con altas temperaturas ambientales mediante su periodo de maduración.
- Clima lluvioso.

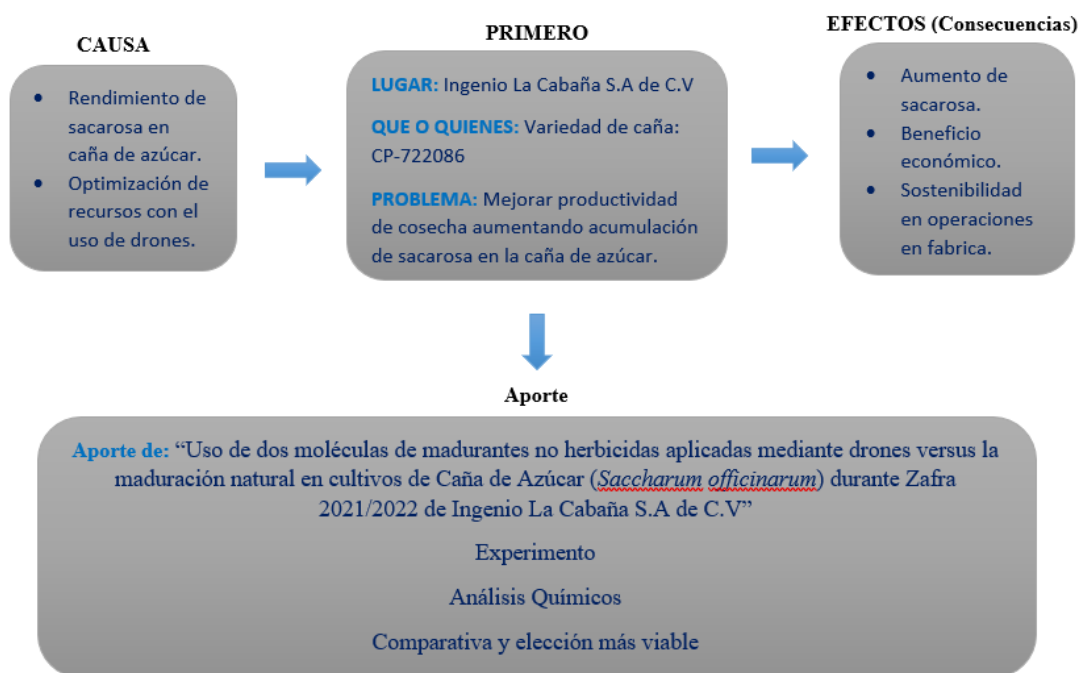
3.7 Almacenamiento y manipulación de madurantes no herbicidas

Como toda sustancia que puede causar daños a la salud del personal manipulador de dichos productos, los madurantes y cualquier otros químicos utilizados en campo deben de ser almacenados de manera correcta, así mismo manipulados por operadoras calificados, así para poder evitar cualquier tipo de riesgo existente en cualquiera de las operaciones a realizar.

Una de las primeras recomendaciones para una buena práctica de almacenamiento de agroquímicos (ANEXO 7) es almacenar la menor cantidad posible de estos productos, ya que estos solamente deben de estar disponibles para el uso del cual se va a disponer de inmediato o en los próximos días, así mismo no es recomendable el almacenamiento de estos productos con otros como fertilizantes, combustibles, alimentos u otros materiales. Los productos (madurantes no herbicidas) utilizados para el proceso de experimentación en Cooperativa San Francisco, Suchitoto, Cuscatlán, fueron almacenados en instalaciones de Ingenio La Cabaña S.A de C.V.

3.8 Operacionalización de las variables

3.8.1 Matriz de causa y efecto



Flujograma 2. Matriz de relación de causas, efectos y aporte.

Diseño propio (Mendoza, 2021).

3.8.2 Matriz de consistencia

Tabla 2. Matriz de consistencia.

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable General
¿Cuál de las dos moléculas de madurantes no herbicidas aplicados con el uso de drones reflejara mejores resultados de productividad y rendimiento, versus la maduración natural en los cultivos de caña de azúcar de Ingenio La Cabaña S.A de C.V?	Determinar la eficiencia de rendimiento en la aplicación de dos moléculas de madurantes no herbicidas con el uso de tecnología dron en la caña de azúcar durante zafra 2021/2022 de Ingenio La Cabaña S.A de C.V.	Los madurantes no herbicidas aplicados y el uso de tecnología dron mejorara el rendimiento y la productividad en el cultivo de caña de azúcar, generando beneficios para Ingenio La Cabaña S.A de C.V.	Desempeño en productividad de rendimiento acumulativo de sacarosa del cultivo de caña de azúcar con la evaluación de tres moléculas de madurantes no herbicidas.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	VARIABLES Especificas
¿Qué aspectos generan impactos mediante la implementación de nuevos madurantes en el cultivo de caña de azúcar en comparativa de la maduración natural del cultivo?	Describir el desempeño productivo generado por el uso de madurantes no herbicidas y tecnología dron que genere mayor rendimiento de sacarosa en cultivos de caña de azúcar de Ingenio La Cabaña S.A de C.V.	Establecer de manera experimental y comparativa que madurante no herbicida es el más adecuado para mejorar el rendimiento de sacarosa en los cultivos de caña de azúcar.	Implementación de dos moléculas de madurantes no herbicidas.
¿Generara mejores rendimientos el uso de drones en la aplicación de madurantes en	Verificar la productividad y optimización de recursos mediante el uso de tecnología	La aplicación de madurantes no herbicidas mediante el uso de drones optimizara la	Uso de drones que beneficien en la optimización de recursos de

cultivos de caña de azúcar?	dron en la implementación de tres moléculas de madurantes no herbicidas en cultivos de caña de azúcar.	productividad de los recursos teniendo un desempeño en los efectos producidos de los mismos en el cultivo de caña de azúcar, por ser una herramienta más precisa.	aplicación de madurante.
¿Cómo es el desempeño productivo generado por la aplicación de madurantes con el uso de drones en los cultivos de caña de azúcar aplicada por Ingenio La Cabaña?	Analizar el rendimiento generado en kilogramos de azúcar por tonelada de caña con la aplicación de cada uno de los madurantes no herbicidas aplicados en 10.5 hectáreas de terreno de cultivo de caña de azúcar.	No hay	

Diseño propio (Mendoza, 2021).

3.8.3 Operacionalización de las variables

Tabla 3. Operacionalización de las variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable 1: Uso de dos moléculas de madurante no herbicidas aplicadas con el uso de dron versus la maduración natural del	El autor Lavanholi define como madurante no herbicida o regulador vegetal a los compuestos químicos capaces de alterar la morfología y	Uso de dos moléculas de madurantes no herbicidas con el uso de dron para el mejoramiento del desempeño productivo y el rendimiento.	Experimento: Implementar el uso de moléculas no herbicidas con el uso de dron en cultivos de caña de azúcar. Postest: Medir la productividad	Pretest: El desempeño productivo y el rendimiento se determina por el acumulativo de sacarosa en el cultivo de caña de azúcar con la evaluación de tres moléculas de

cultivo de caña de azúcar.	fisiología de la planta, pudiendo ocasionar modificaciones cuantitativas y cualitativas.		y rendimiento de la caña de azúcar por medio del aumento de sacarosa por unidad de medida cultivada	madurantes no herbicidas. La cantidad de sacarosa se determinará por medio de análisis fisicoquímicos.
Variable 2: Desempeño productivo y rendimiento en los cultivos de caña de azúcar.	El desempeño productivo y el rendimiento en los cultivos de caña de azúcar se determina que la aplicación de madurantes no herbicidas aumentan la concentración de sacarosa en el cultivo, de esta manera existe un aumento de manera significativa en el rendimiento de azúcar por unidad de medida.	Medición de la cantidad de sacarosa producida por unidad de medida cultivada.	en comparación de la maduración natural del cultivo.	<p>Experimento: Primera Etapa: Implementación de madurantes no herbicidas en cultivos de caña de azúcar con la ayuda de dron.</p> <p>Segunda Etapa: Determinación de rendimiento y productividad en base a la cantidad de sacarosa acumulada.</p> <p>Postest: Se determinará la cantidad de sacarosa por medio de análisis fisicoquímicos.</p>

Diseño propio (López, 2021).

3.9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Preguntas para entrevista

Objetivo: Obtener información proveniente de un experto en el área de campo y especialista en cultivo de caña de azúcar.

Fuente: Ingeniero Jordy Monge – Extensión de Producción de Caña de Ingenio La Cabaña S.A de C.V. (ANEXO 17)

1. ¿Cuáles son las dos moléculas de madurantes no herbicidas a utilizar durante el proceso de experimentación?
2. ¿En qué variedad de caña de azúcar serán utilizados las dos moléculas de madurantes no herbicidas?
3. Mediante su experiencia en temas de agronomía; ¿Cuáles son las ventajas y desventajas en la utilización de madurantes no herbicidas en cultivos de caña de azúcar?
4. ¿Cómo beneficia en la acumulación de sacarosa en la caña de azúcar el uso de madurantes no herbicidas?
5. ¿Cómo afecta el rendimiento de la caña de azúcar utilizando métodos tradicionales de riego?
6. ¿Cuál es la ventaja en la utilización de drones para riegos en la agricultura?
7. ¿Cuál es la diferencia en cuanto a rendimiento y productividad utilizando métodos tradicionales y con drones en riegos de caña de azúcar?

3.10 Procedimiento para la recolección de datos

3.10.1 Aplicación de madurante

1. Para desarrollar una aplicación de madurantes no herbicidas con el uso de drones se debe realizar con anterioridad un levantamiento de información topográfica esto obtenido mediante las cámaras adaptadas y determinando las coordenadas específicas

para realizar la aplicación de manera uniforme, desarrollado por medio de App Integrada de Drone: DJI Agriculture.

Información geodésica del terreno experimental, Cooperativa San Francisco, Suchitoto:

Latitud: 13°58'41.359" N.

Longitud: 89°8'47.152" O.

Elevación: 277 msnm.



Ilustración 10. Información topográfica obtenida con App de drone: DJI Agriculture, del terreno para realizar aplicación, Cooperativa San Francisco, Suchitoto, Cuscatlán.

Fuente: Imagen propia (Mendoza, 2021)

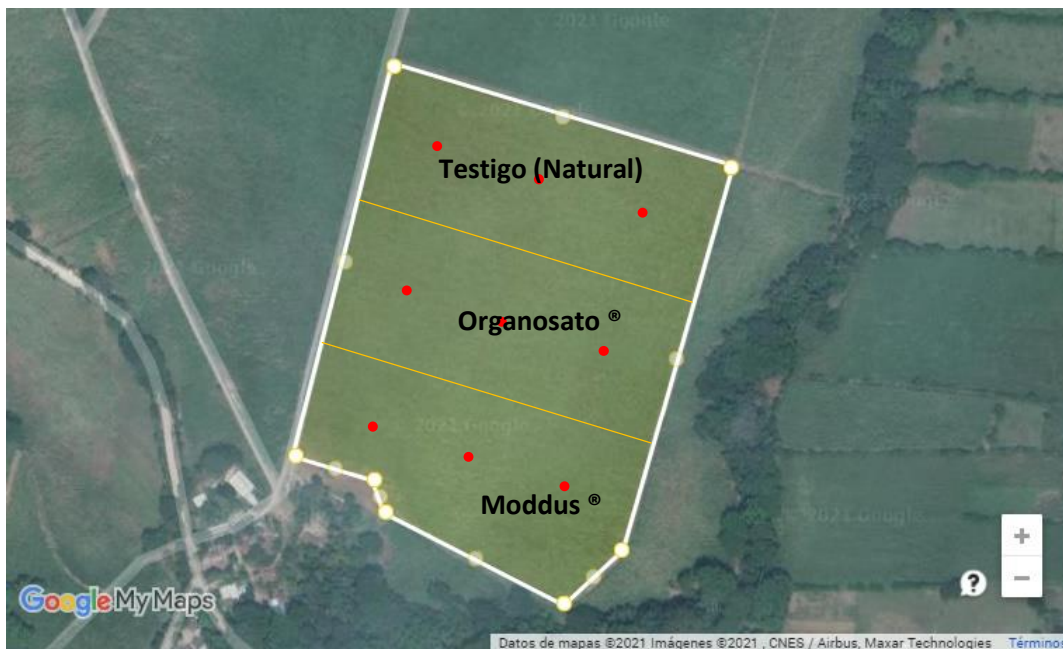


Ilustración 11. Información topográfica de aplicación de cada uno de los madurantes y testigo.

Fuente: GoogleMyMaps (2020)

En Ilustración 11, se representan los puntos donde fueron obtenidas las muestras respectivamente, estas fueron 3 (Puntos rojos) de cada uno de los tratamientos, en diferentes

fechas de intervención, permitiendo tener un estudio más eficiente del impacto de los tratamientos utilizados versus la maduración natural del cultivo de caña de azúcar.

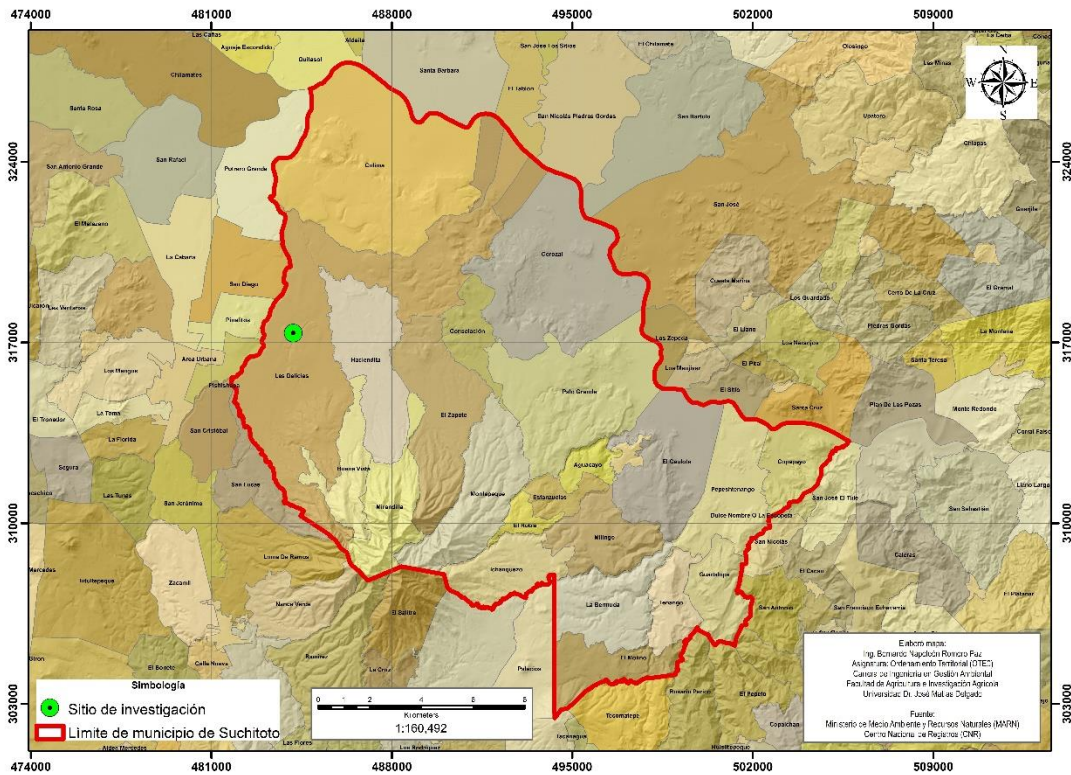


Ilustración 12. Mapa de Sitio de investigación, Cooperativa San Francisco, municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Romero, 2022)

2. Se inicia preparando una dilución de madurante con agua, este se realiza adicionando (Para Moddus 25 – Trinexapac-Etil se utiliza: 0.7 L de producto y 7 L de agua, Para Organosato, se utiliza: 2 L de producto y 7 L de agua) y se procede a realizar homogenización de ambos productos.



Ilustración 13. Preparación de difusión de los madurantes para su aplicación en cultivo de caña de azúcar.

Fuente: Imagen propia (López y Mendoza, 2021)

3. Posteriormente se realiza procesos de reconocimiento de terreno para evitar inconvenientes de vuelo con el uso de dron.

- Especificaciones de Dron:

- ✓ Marca: DJI ®
- ✓ Modelo: Agra T10
- ✓ App utilizada: DJI Agriculture
- ✓ Capacidad: 10 L.
- ✓ Tiempo de vuelo promedio: 14 minutos por batería.
- ✓ Costo aprox: \$18,000 - \$20,000.

- Especificaciones para aplicación de producto:

- ✓ Altura para aplicación: 6.5 metros
- ✓ Boquillas: XR11001
- ✓ Velocidad: 25 km/h
- ✓ Cantidad de producto en recipiente: 8 L
- ✓ Extensión de terreno a regar: 3.5 ha de terreno por cada tratamiento.
- ✓ Tiempo de aplicación: 8 minutos por una hectárea de terreno.
- ✓ Variedad de caña de azúcar: CP-722086



Ilustración 14. Drone utilizado para riego con capacidad de 10 L de producto.

Fuente: Imagen propia (López y Mendoza, 2021)

4. Se realizan procesos de prueba de los aspersores que contiene el dron de aplicación, así como verificación de que todas las aspas estén en buen estado para un vuelo optimo.



Ilustración 15. Boquilla XR11001 de drone de riego.

Fuente: Imagen propia (López, y Mendoza, 2021).

5. Se procede a iniciar la operación de vuelo iniciando en los surcos específicos determinados mediante el levantamiento topográfico del terreno.



Ilustración 16. Vuelo de dron mediante información topográfica para un riego uniforme, DJI Agriculture.

Fuente: Imagen propia (López y Mendoza, 2021)

6. Se sobrevuela todo el terreno en intervalos de 10 a 12 minutos, haciendo regresar el dron al punto de partida para sustituir batería y/o llenado de producto en su respectivo recipiente y volver a iniciar la operación desde el punto donde se finalizó antes de la sustitución de batería.



Ilustración 17. Vuelo de dron.

Fuente: Imagen propia (López y Mendoza, 2021)

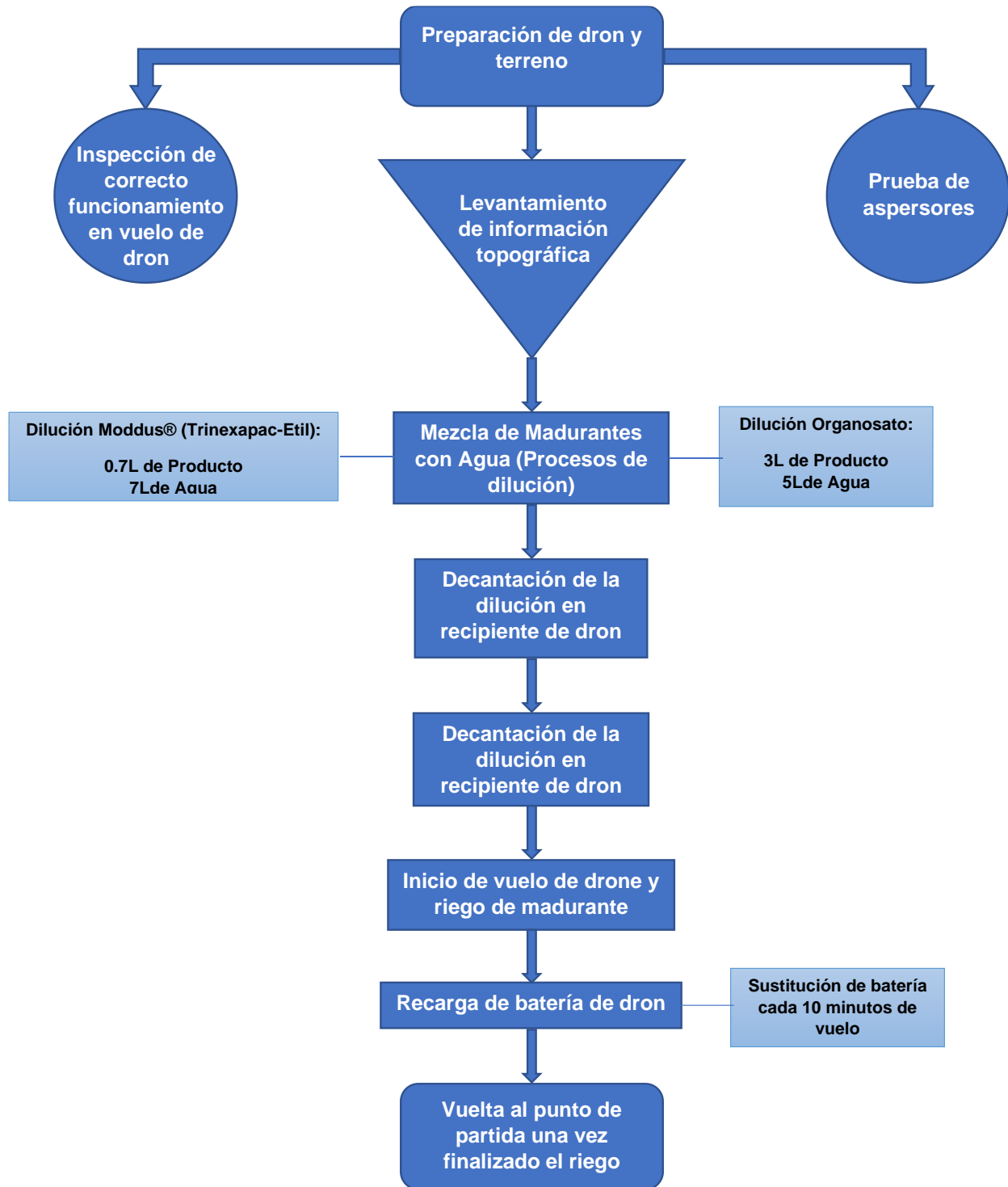
7. Este proceso se realiza hasta finalizar la aplicación completa del terreno.



Ilustración 18. Finalización de riego, drone regresa a su punto de partida.

Fuente: Imagen Propia (López y Mendoza, 2021)

3.10.1.1 Flujograma de procesos de aplicación de madurantes no herbicidas en cultivo de caña de azúcar



Flujograma 3. Flujo de proceso, riego de madurantes en cultivos de caña de azúcar.

Diseño propio (López y Mendoza, 2021).

3.10.2 Medición directa de Brix y Pol de caña

1. **Objetivo:** Asegurar que la medición directa de Pol y Brix en jugo de caña se realicen los análisis según el método establecido
2. **Alcance:** Laboratorio de Fabrica
3. **Personas involucradas:** Analista de Fabrica y Auxiliar de analista
4. **Referencias:** Clausulas 8.5.1 y 8.5.2 de la norma ISO 9001:2015 y método ICUMSA¹¹ GS 2/3-1 (1994), manual de laboratorio para la industria azucarera Tecnicaña
5. **Desarrollo:**

Tabla 4. Procedimiento para determinación de sacarosa.

Procedimiento	Tiempo y especificación
1. Se toma una muestra de jugo con la ayuda de un gotero y se deposita en el refractómetro, se oprime la tecla Start para obtener la lectura Brix.	Tiempo de lectura 5 minutos
2. Se pesa la muestra a analizar en una capsula y se agrega un agente clarificante llamado Octapol este se mezcla, se transfiere a un frasco volumétrico, se lava con agua destilada la capsula donde se pedo la muestra asegurándose que los 26 g de muestra han sido trasladados al frasco volumétrico	Muestra a analizar 26 g Octapol de 1 a 5 g Agua destilada 100 ml Tiempo de mezcla 3 minutos
3. Se aforo con agua destilada hasta la marca del frasco volumétrico	200 mm de agua destilada
4. Se filtro haciendo uso de papel filtro grado 91 y se descartó el primer filtrado	

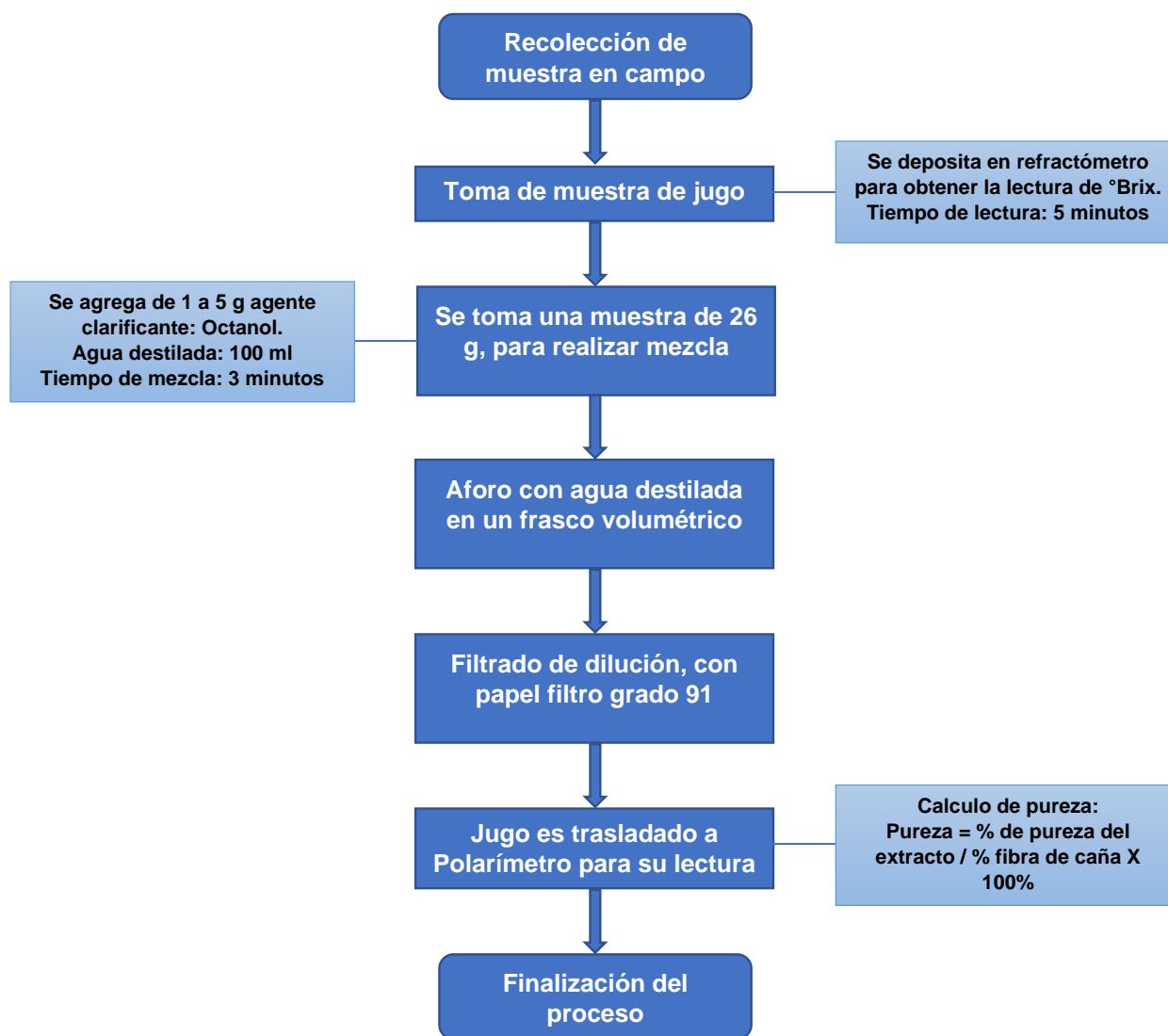
* International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA).

5. Se llevo el jugo clarificado al polarímetro y se polariza en un tubo, la lectura obtenida es el Pol.	
---	--

Diseño propio (López, S., 2021).

Fórmula para calcular la pureza del jugo:
$$\frac{\% \text{ de pureza del extracto}}{\% \text{ de fibra de caña}} \times 100$$

3.9.2.1 Flujoograma de proceso, determinación directa de °Brix y Pol en cultivos de caña de azúcar



Flujoograma 4. Diagrama de flujo de proceso, determinación de °Brix y Pol.

Diseño propio (López y Mendoza, 2021).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Presentación y análisis de resultados

Los resultados serán representados como un diagnóstico diferencial; en el cual se realizarán comparaciones luego de la aplicación de las dos moléculas de madurantes versus la maduración natural del cultivo de caña de azúcar, esto se realizará mediante análisis fisicoquímicos realizados mes a mes durante tres meses, esto antes de iniciar el proceso de cosecha del cultivo en dicha región de la Cooperativa San Francisco en el municipio de Suchitoto administrado por Ingenio La Cabaña S.A de C.V.

Durante la investigación se establecieron parámetros para determinar los datos a analizar, los cuales son: rendimiento en porcentaje de sacarosa en el cultivo de caña de azúcar, dichos resultados de este parámetro se analizaron e interpretaron y están descritos en el presente capítulo. Los resultados obtenidos serán utilizados para realizar pruebas estadísticas utilizando los programas informáticos “IBM Statistical Package for the Social Sciences 25 (SPSS) ®” y, el correspondiente análisis por medio de “Microsoft Office Excel, 2019 ®”.

4.2 Tipo de estudio

La investigación realizada es de tipo *aplicada científica* de forma que dicha investigación se llevó a cabo mediante el *diseño experimental puro*, según Sampieri (2014), esto permitió que las hipótesis planteadas anteriormente dieran lugar a una medición en porcentaje de rendimiento que va a generar el uso de madurantes no herbicidas, que en estos casos son: Moddus 25®

(Trinexapac-etil), Organosato ®, dichas variables medidas versus la variable testigo (natural) a la cual no se le aplico ninguno de dichos componentes. (TABLA 5)

En la presente investigación se realizaron pruebas estadísticas de Normalidad y de Comparativa mediante los resultados obtenidos de cada una de las pruebas realizadas al cultivo de caña de azúcar esto para la determinación de que los datos que fueron estudiados sean paramétricos con los diferentes productos aplicados (Moddus 25 ®, Organosato®) y teniendo como testigo uno de ellos el cual fue la referencia para evaluar la eficiencia de los madurantes no herbicidas utilizados.

4.3 Análisis Estadístico de datos por diseño completamente al azar

Tabla 5. Cuadro de Análisis Estadístico

Tratamiento A – Moddus 25 (Trinexapac-Etil)		Tratamiento B - Organosato		Testigo – Maduración Natural	
FECHA DE PRIMER MUESTRA: 30 de noviembre del 2021					
Muestras	Pol	Muestras	Pol	Muestras	Pol
1	14.05	1	14.1	1	11.93
2	15.61	2	11.45	2	13.19
PROMEDIO	14.83	PROMEDIO	12.775	PROMEDIO	12.56
FECHA DE SEGUNDA MUESTRA: 6 de enero del 2022					
Muestras	Pol	Muestras	Pol	Muestras	Pol
1	15.29	1	17.45	1	17.52
2	17.62	2	16.63	2	18.9
PROMEDIO	16.455	PROMEDIO	17.04	PROMEDIO	18.21
FECHA DE TERCER MUESTRA: 31 de enero del 2022					
Muestras	Pol	Muestras	Pol	Muestras	Pol
1	18.21	1	17.17	1	15.26
2	19.09	2	17.05	2	16.71
PROMEDIO	18.65	PROMEDIO	17.11	PROMEDIO	15.985

Fuente: Diseño Propio (Mendoza, 2022)

4.3.1 Gráficos de Rendimiento en Sacarosa

- **Tratamiento A – Moddus 25® (Trinexapac-Etil)**

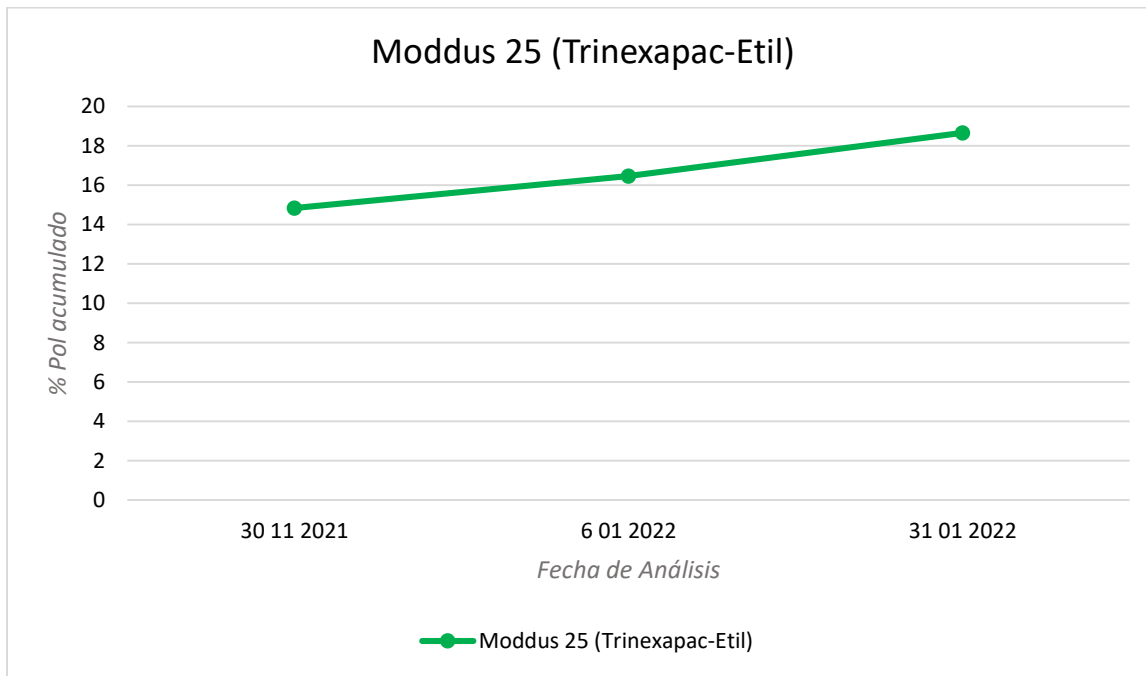


Gráfico 1. Se representa en el “Eje Y” el porcentaje de Pol acumulado en el Tratamiento A, siendo el “Eje X” las fechas en que fueron realizadas cada uno de los análisis pudiendo concluir un aumento significativo en la aplicación de Moddus 25® (Trinexapac-Etil).

Fuente: Diseño Propio (Mendoza, 2022).

- **Tratamiento B – Organosato®**

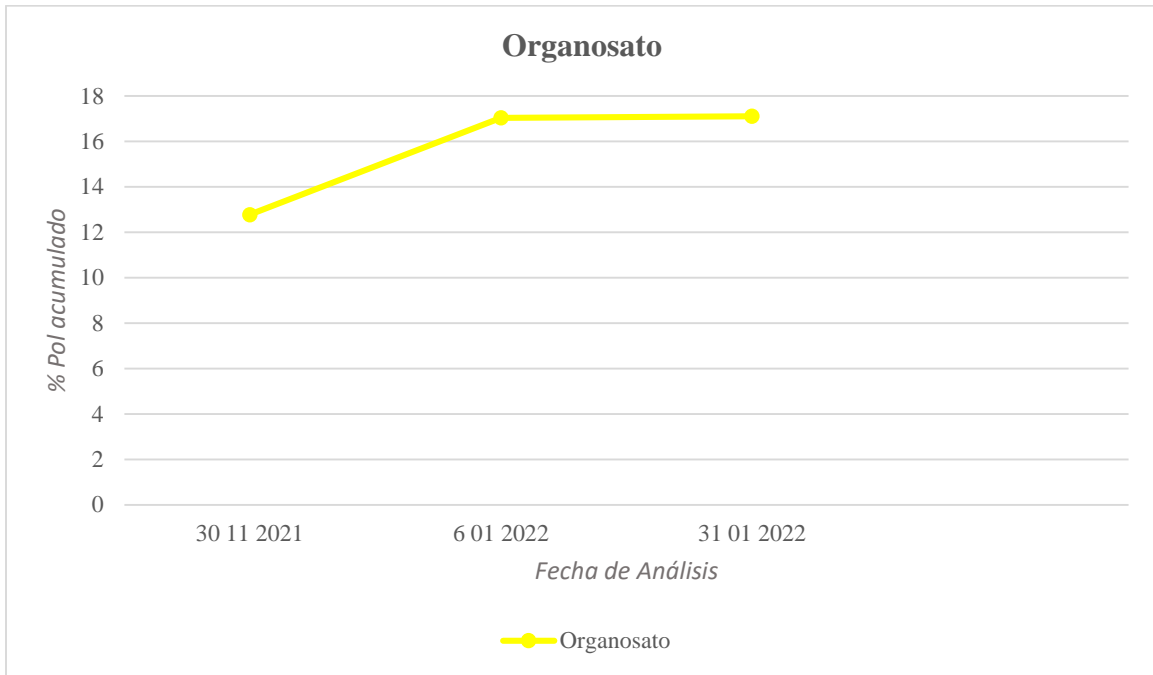


Gráfico 2. Se representa en el “Eje Y” el porcentaje de Pol acumulado en el Tratamiento B, siendo el “Eje X” las fechas en que fueron realizadas cada uno de los análisis pudiendo concluir un aumento significativo en la aplicación de Organosato®.

Fuente: Diseño Propio (Mendoza, 2022).

- **Tratamiento C – Maduración Natural**

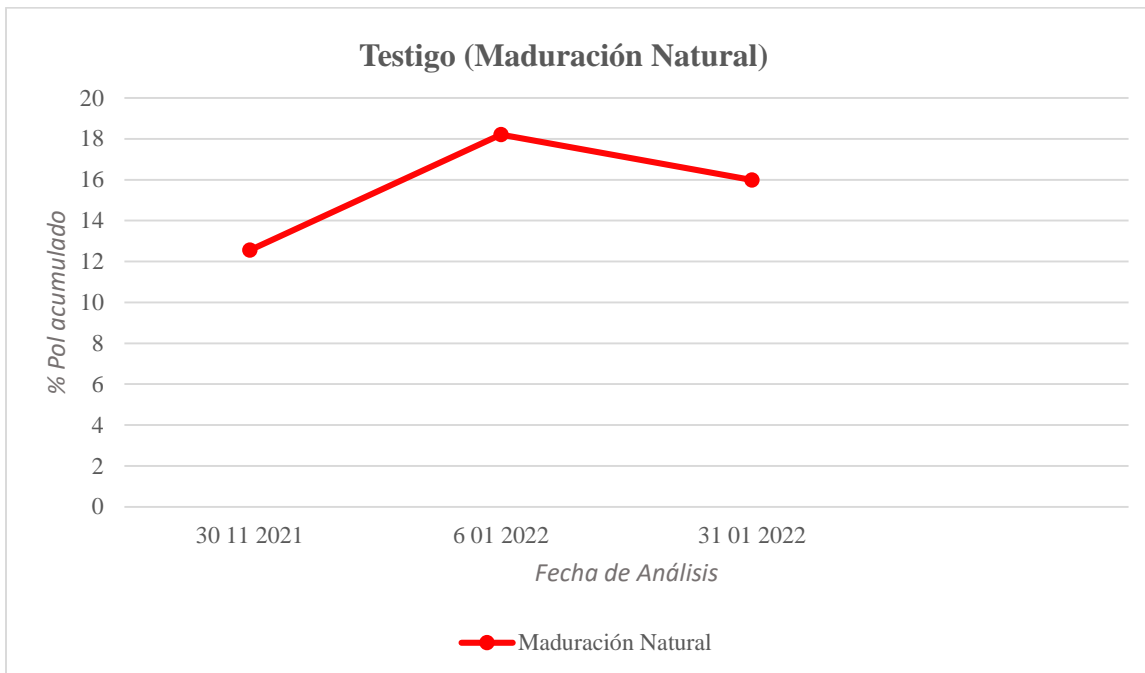


Gráfico 3. Se representa en el “Eje Y” el porcentaje de Pol acumulado en el Tratamiento C, siendo el “Eje X” las fechas en que fueron realizadas cada uno de los análisis pudiendo concluir un aumento mayor que con el uso de madurante no herbicidas en el Testigo.

Fuente: Diseño Propio (Mendoza, 2022)

• **Gráfico comparativo de todos los tratamientos**

Fuente: Diseño Propio (Mendoza G., 2022)

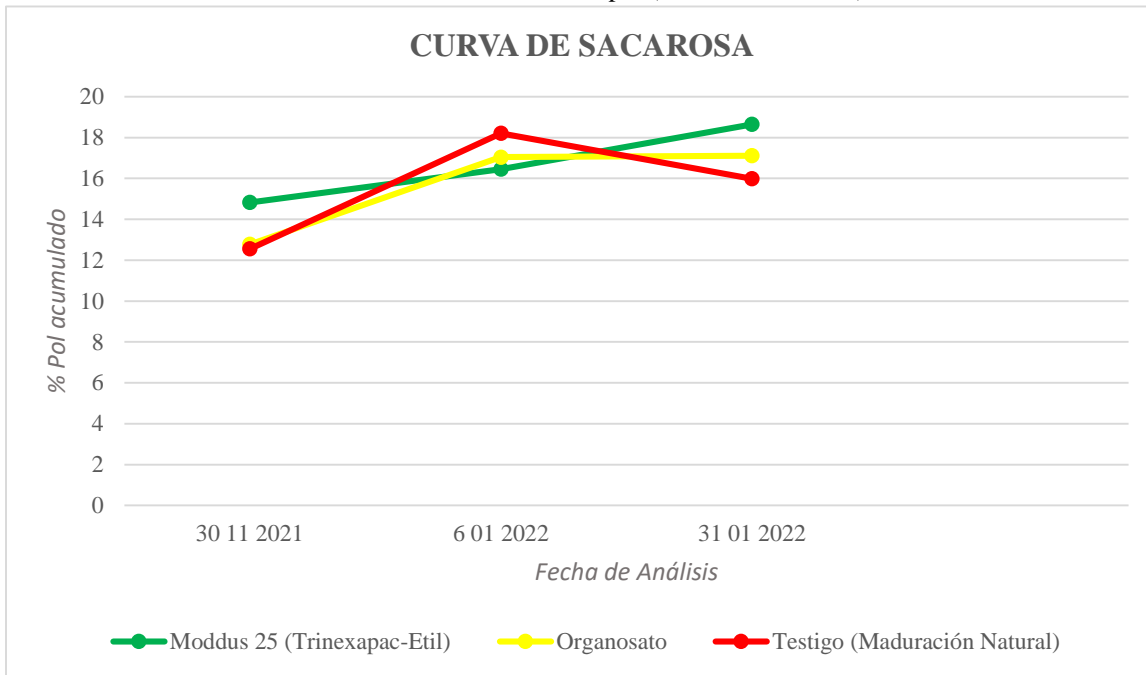


Gráfico 4. Representación de los 3 Tratamientos realizadas en caña de azúcar, siendo el “Eje Y” el porcentaje de Pol acumulado por cada uno de los tratamientos y “Eje X” la fecha en la que fue realizada el análisis fisicoquímico del cultivo de caña de azúcar.

Fuente: Elaboración Propia (Mendoza, 2022)

4.3.2 Análisis de varianza de Diseño Completamente al Azar

Tabla 6. Resumen de procesamiento de casos

		Resumen de procesamiento de casos					
		Válido		Casos Perdidos		Total	
	Tratamientos	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Medición	A	6	100.0%	0	0.0%	6	100.0%
	B	6	100.0%	0	0.0%	6	100.0%
	C	6	100.0%	0	0.0%	6	100.0%

Para el análisis de varianza de Diseño Completamente al Azar es necesario la verificación del cumplimiento de un factor:

- Supuesto de Normalidad; el cual indica que los datos aleatorios se distribuyen normalmente (Prueba de Kolmogórov – Smirnov)
- Prueba de homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)

La prueba mencionada anteriormente fue realizada mediante el planteamiento de las hipótesis siguientes:

➤ **Para la prueba de Normalidad:**

H_0 = Los Datos se distribuyen de manera Normal, con un nivel de significancia del 0.05 (5%).

H_1 = Los Datos no se distribuyen de manera Normal, con un nivel de significancia del 0.05 (5%).

4.3.3 Prueba de Normalidad para Rendimiento (PolCa) de Tratamiento A, B y Testigo

Tabla 7. Prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad							
Medición	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	A	.202	6	.200*	.944	6	.688
	B	.327	6	.044	.794	6	.051
	C	.164	6	.200*	.964	6	.849

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia (Mendoza, 2022)

Conclusión: Como valor p o significancia asintótica se acepta la hipótesis nula ya que los valores

Ilustración 20. Distribución de datos y tratamientos a los que pertenecen.

4.3.4 Análisis de Homogeneidad de Varianza de Tratamientos A, B y Testigo

H_0 = No existe alguna diferencia significativa entre alguno de los tratamientos

H_1 = Existe por lo menos un tratamiento distinto a las demás

Nivel de significación: $\alpha=0,05$ (asignado arbitrariamente)

Ilustración 19. Posteriormente al ingreso de datos se procede a la realización de los estadísticos descriptivos.

El número de grados de libertad, es $(c-1) = 2$.

El valor crítico es $X^2 = 5,99$ debido a que $P(X^2_{(2)} > 5,99) = 0,05$

Tabla 8. Pruebas de Homogeneidad de Varianza

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
→ Medición	Se basa en la media	.280	2	15	.759
	Se basa en la mediana	.230	2	15	.797
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.230	2	9.792	.799
	Se basa en la media recortada	.264	2	15	.771

Fuente: Elaboración Propia (Mendoza, 2022)

Conclusión: Decisión o inferencia final, El valor observado de la significancia .759 es mayor 0.05 de la significancia en consecuencia, se acepta la hipótesis nula y podemos inferir, a un nivel de significación del 5%, que no existe ninguna diferencia entre alguno de los tratamientos.

4.3.4.1 Análisis de Varianza de Diseño Completamente al Azar de Rendimiento de los Tratamientos A, B y Testigo

Tabla 9. Análisis univariado de varianza

Análisis univariado de varianza

Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
→ Tratamientos	1	A	6
	2	B	6
	3	C	6
Muestra	1		9
	2		9

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Medición

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	5.830 ^a	3	1.943	.335	.800
Intersección	4583.712	1	4583.712	790.270	.000
Tratamientos	4.281	2	2.140	.369	.698
Muestra	1.549	1	1.549	.267	.613
Error	81.203	14	5.800		
Total	4670.744	18			
Total corregido	87.032	17			

a. R al cuadrado = .067 (R al cuadrado ajustada = -.133)

Fuente: Elaboración Propia (Mendoza, 2022)

Tabla 10. Tratamiento - Pruebas post hoc

Pruebas post hoc

Tratamientos

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Medición						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
A	B	1.0050	1.39047	.754	-2.6342	4.6442
	C	1.0617	1.39047	.731	-2.5776	4.7009
B	A	-1.0050	1.39047	.754	-4.6442	2.6342
	C	.0567	1.39047	.999	-3.5826	3.6959
C	A	-1.0617	1.39047	.731	-4.7009	2.5776
	B	-.0567	1.39047	.999	-3.6959	3.5826

Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = 5.800.

Fuente: Elaboración Propia (Mendoza, 2022)

Tabla 11. Subconjuntos homogéneos

Subconjuntos homogéneos

Medición

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
C	6	15.5850
B	6	15.6417
A	6	16.6467
Sig.		.731

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 5.800.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6.000.

b. Alfa = 0.05.

Fuente: Elaboración Propia (Mendoza, 2022)

4.3.5 Gráfico de Promedios de Rendimientos en Caña de Azúcar

Tabla 12. Promedios PolCa

TRATAMIENTOS	PROMEDIO DE RENDIMIENTOS POR CADA TRATAMIENTO
TRATAMIENTO A (MODDUS 25)	16.645
TRATAMIENTO B (ORGANOSATO)	15.64
TRATAMIENTO TESTIGO	15.58

Fuente: Elaboración Propia (Mendoza, 2022)

Tabla 13. Promedio en Kilogramo por Tonelada de Caña de Azúcar

TRATAMIENTOS	PROMEDIO DE RENDIMIENTOS POR CADA TRATAMIENTO
TRATAMIENTO A (MODDUS 25)	153.57 kg/ton
TRATAMIENTO B (ORGANOSATO)	129.54 kg/ton
TRATAMIENTO TESTIGO	129.92 kg/ton

Fuente: Elaboración Propia (Mendoza, 2022)



Gráfico 5. Promedios de Rendimientos kg/ton por cada Tratamiento.

Conclusión: La representación del gráfico presente demuestra en orden el resultado de los promedios representando en Kilogramo por Tonelada de Caña de Azúcar de los tratamientos A, B y Testigo, donde se demuestra la factibilidad del uso de Moddus 25® (Trinexapac-Etil), como el primer Madurante no herbicida a usar ya que brinda mejores resultados en rendimientos

de porcentaje de sacarosa contenido en la Caña de Azúcar y rendimiento en kg/ton, con una diferencia de 24.04 kg/ton, respectivamente de los demás tratamientos.

4.4 Discusión de los resultados

El uso de madurante no herbicidas ha determinado un aumento del porcentaje en el rendimiento de sacarosa del cultivo de caña de azúcar, cabe recalcar que esto también depende en gran medida de las condiciones climáticas en las que se encuentre el cultivo y más en un estado de humedad, por ello se requiere un cuidado exhaustivo a la hora de iniciar los procesos de preparación del cultivo para desarrollar el aumento de su concentración de sacarosa en cada uno de los tallos que la contiene. Uno de los mejores porcentajes fue el Tratamiento A, donde se utilizó el madurante no herbicida Moddus 25 ® (Trinexapac-Etil) teniendo un aumento considerable durante los análisis físico químicos realizados durante tres veces antes del corte de la caña de azúcar, este teniendo un promedio de rendimiento final del: 16.64%, como segundo tratamiento B a utilizar para generar mejores resultados es el uso del Organosato ® teniendo un promedio del 15.64%, con una diferencia del 1% exacto con el Tratamiento A, bajo la comparativa de estos tratamiento se encuentra el Testigo sin aplicación el cual consto un resultado del 15.58%, mediante esto se puede concluir que es necesario la utilización de madurantes no herbicidas para el mejoramiento de la productividad de caña de azúcar, teniendo impactos significativos para la producción de azúcar en Ingenio La Cabaña.

Por ello los resultados de la presente investigación tiene una semejanza al antecedente generado por Gerardo Espinoza; Manuel Corado, CENGICAÑA (2011), el cual tiene como evaluación “Efecto de Madurantes no herbicidas en el cultivo de caña de azúcar”, determinando

que el uso de Moddus 25 ® (Trinexapac-Etil) es uno de los madurantes no herbicidas más efectivos esto a pesar de que las condiciones climáticas de ese entonces en el año 2010 no fueron favorables concluyendo así durante dicha investigación que hubo una variabilidad importante en la acumulación de sacarosa que fue el alcance que se quería llegar durante la investigación determinada, en tal caso en la presente investigación este resultado ha sido con una similitud muy estrecha.

Mediante la prueba de Normalidad se pudo concluir lo siguiente:

H_0 = Los Datos se distribuyen de manera Normal, con un nivel de significancia del 0.05 (5%).

Existiendo una normalidad entre los resultados de los análisis realizados en el cultivo de caña de azúcar.

Mediante la prueba de Homogeneidad se pudo concluir lo siguiente:

H_0 = No existe alguna diferencia significativa entre alguno de los tratamientos

Se acepta la hipótesis nula y podemos inferir, a un nivel de significación del 5%, que no existe ninguna diferencia entre alguno de los tratamientos.

A pesar de no tener estadísticamente aumentos significativos en los resultados obtenidos se concluye que el uso de madurante en el Cultivo de Caña de Azúcar es de primordial importancia para el buen desarrollo de las plantas siempre y cuando los factores climáticos se encuentran a favor de las zonas donde se encuentran las extensiones territoriales del cultivo, generando beneficios para productores y para los procesos productivos en la fábrica con la transformación de este elemento de vital importancia en el mercado local e internacional como lo es el azúcar.

CONCLUSIONES

- Mediante el Análisis de Varianza del Diseño Completamente al Azar y la Prueba de Tukey, mostraron que, no existen una diferencia estadísticamente significativa en el promedio de Rendimientos de PolCa en el cultivo de Caña de Azúcar, con los Tratamientos A, B y Testigo realizados al largo del proyecto.
- Los productos Madurantes no herbicidas a pesar de que no tuvieron efectos significativos se pueden tomar en cuenta el aumento de sacarosa con el tratamiento A (Moddus 25 ® - Trinexapac – Etil) el cual obtuvo uno de los mejores resultados por tonelada de caña, con un rendimiento de 153.57 kilogramos (GRAFICO 6) de azúcar en kg/ton de caña.
- El uso de vehículos no tripulados (drone) son elementos importantes para llevar a cabo una agricultura de precisión, generando impacto en la optimización de los recursos y procedimientos a realizar durante las jornadas laborales en campo, esto beneficiando así a eficientizar el desarrollo de actividades de aplicación y monitoreo de cultivos.
- Mediante la realización del proyecto se da paso a la apertura de más investigaciones acerca del uso de madurantes no herbicidas; en los cuales se necesita llevar a cabo determinar los beneficios reales del uso de los madurantes Moddus 25 ® y Organosato ® para seguir desarrollando el estudio acerca del aumento del rendimiento de azúcar por unidad de área.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de Moddus 25 (Trinexapac-Etil), en diferentes factores como: altitud, tipo de suelo y variedades de caña, esto para desarrollar un análisis más exacto si el producto puede ser utilizado en toda el área cañera.
- Se propone la realización de más proyectos de investigación de rendimientos de sacarosa utilizando nuevos productos (Madurantes no herbicidas), esto evaluado mediante mayores cantidades de aplicación (dosis) y más repeticiones, evaluando el comportamiento y asimilación de los productos en la variedad de caña asignada.
- La aplicación de los productos en este caso madurantes no herbicidas debe de llevarse a cabo mediante el uso de tecnología de vehículos no tripulados, ya que optimiza los recursos utilizados en campo siendo un beneficio directo recuperable que representan en aumentos de factores como rendimiento y optimización de recursos económicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGRAN. [2015]. *¿Que son los ácidos húmicos?* [en línea] [Fecha de consulta: 23 de septiembre 2021]. Disponible en: <https://agran.es/que-son-acidos-humicos/>

ALCANTARA-CORTES, Johan Steven; ACERO GODOY, Jovanna; ALCANTARA CORTES, Jonathan David y SANCHEZ MORA, Ruth Melida, 2019. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. En: *Nueva* [en línea] **17**(32), pp. 109-129 [Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2021] Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>

ANGULO RIVAS, Hilda; CÁNDICO COTO, Andrea; GUARDADO QUIJANO, Paola. 2017. *Análisis del sector azucarero bajo el enfoque de la competitividad sistemática en el marco de postneoliberalismo*. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA). El Salvador. [en línea] [Fecha de consulta: 1 de octubre 2021] Disponible en:

<https://www.uca.edu.sv/economia/wp-content/uploads/019-An%C3%A1lisis-del-sector-azucarero-bajo-el-enfoque-de-la-competitividad-sist%C3%A9mica.pdf>

ASOCIACIÓN COMERCIALIZADORA AGROINDUSTRIAL DEL ORIENTE DE CALDAS (AGRIORIENTE). 2012. *Morfología de la caña*. Colombia. [en línea] [Fecha de consulta: 27 de septiembre 2021] Disponible en: <https://agrioriente.wordpress.com/>

ASAMBLEA LEGISLATIVA DE EL SALVADOR. Decreto N° 135. 1973. *Ley sobre el Control de Pesticidas, Fertilizantes y para uso Agropecuario*. El Salvador. [en línea] [Fecha de consulta: 4 de octubre 2021]. Disponible en: <http://dica.minec.gob.sv/inventa/herramientas/6944-ley-sobre-control-de-pesticidas-fertilizantes-y-productos-para-uso-agropecuario.html>

BADUI DERGAL, Salvador. 1981. *Química de Alimentos* (Cuarta Edición). [en línea] México [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2021] Disponible en: <https://deymerg.files.wordpress.com/2013/07/quc3admicadelosalimentosalvadorbaduidergal.pdf>

BARBIERI, V. 1993. *Condicionamiento del clima potencial de productividad de la caña de azúcar (Sacharum officinarum): una estimación de los modelos matemático-fisiológico*. Universidad de Sao Paulo. Brasil. [en línea] [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2021]. Disponible en:

- CARDENAS POZO, Mario. 2018. *Congreso Internacional en Bioestimulación de Cultivos*. INTAGRI. México. [En línea] [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2021]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/aminoacidos-para-la-bioestimulacion-de-cultivos-hortofructicolas>
- CONSEJO SALVADOREÑO DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA (CONSAA). 2021. *Informe final de producción 2020/2021*. El Salvador. [en línea] [Fecha de consulta: 27 de septiembre 2021] Disponible en: <https://www.consaa.gob.sv/informe-semanal-de-produccion-20-21-semana-24/>
- CHAVES SOLERA, Marco. 2015. *La maduración, su control y la cosecha de la caña de azúcar*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. El Salvador. [en línea] [Fecha de consulta: 2 de noviembre 2021]. Disponible en: <https://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/download/FAmCPefIHfqCIJhAhnzDdGwAStzOdssA>
- ESPINOZA, Gerardo; CORADO, Manuel; LOPÉZ, Manuel; CENGICANA, INGENIO MADRE TIERRA. [2017]. *Efecto de madurantes no herbicidas en el cultivo de caña de azúcar*. Guatemala. [En línea] [Fecha de consulta 23 de septiembre de 2021] Disponible en: <http://cengicana.org/files/20170105143817803.pdf>
- DISAGRO® [2022]. *Bioestimulantes*. Guatemala. [En línea] [Fecha de consulta 17 de septiembre de 2021] Disponible en: <https://www.disagro.com.sv/>
- FAO; DOS SANTOS et al., 2005, INMAN-BAMBER, 2005, HUNSIGI, 2001, FOGLIATA, 1995. *Efecto del clima en la producción de caña y azúcar en el central de progreso*. [en línea] [Fecha de consulta: 4 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/5.-AGRICULTURA-CA%C3%91ERA.pdf>
- FUNDAZUCAR. 2017. *Agroindustria azucarera: Pilar para el desarrollo socioeconómico de El Salvador*. El Salvador. [en línea] [Fecha de consulta: 1 de octubre 2021] Disponible en: <http://fundazucarelsalvador.com/agroindustria-azucarera-pilar-para-el-desarrollo-socioeconomico-de-el-salvador/>
- GARCIA PONCE, Nestor. 2015. *Caña de azúcar. Generalidades y factores metereologicos*. en línea] Universidad Autónoma del Estado de México. México. [[Fecha de consulta: 4 de octubre

2021]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/34812/secme-19850.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ROMERO, E.R; SCANDALIARIS, J; OLEA, I; SOTILLO, S, GACETILLA AGROINDUSTRIAL 2007. *Maduración química de la caña de azúcar EEAOC*. [en línea] Argentina. (58). [Fecha de consulta: 1 de octubre 2021] Disponible en: http://www.produccion.com.ar/1997/97may_13.htm

INTAGRI. 2018. *Aminoácidos para la estimulación de cultivos hortofrutícolas*. Serie Nutrición Vegetal. [en línea] (111) [Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2021] Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/aminoacidos-para-la-bioestimulacion-de-cultivos-hortofruticolas>

INTAGRI. 2015. *Sustancias húmicas: origen, caracterización y uso en la agricultura*. México. [en línea] [Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2021] Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/acidos-humicos-fulvicos-nutricion-vegetal>

JILOCA INDUSTRIAL S.A. Sin Fecha. *Ácidos húmicos: fertilizantes agrícolas Jisa*. España. [en línea] [Fechas de consulta: 23 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.acidoshumicos.com/acidos-humicos/>

FERNÁNDEZ, Lilian y GUTIÉRREZ, Mirella. 2013. *Bienestar Social, Económico y Ambiental para las Presentas y Futuras Generaciones*. Universidad Autónoma Metropolitana. [en línea] [Fecha de consulta: 27 de septiembre 2021] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v24n2/art13.pdf>

MAROTEO, INSTITUTO DE DERECHO AMBIENTAL DE LA REPUBLICA DOMINICANA. Sin fecha. *Caña de Azúcar – Origen y Taxonomía*. [en línea] [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://idard.org.do/catalogo/cana-de-azucar/#:~:text=En%20la%20actualidad%20se%20acepta,Espezie%3A%20Saccharum%20officinarum%20L>

MEJÍA ÁLVAREZ, Carlos Mauricio. 2014. *Efecto del trinexapac-etil sobre la maduración de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*), variedad CC 85-92 en el valle del Río Cauca*. Colombia.

[Fecha de consulta: 17 de octubre 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54894>

MENDOZA TORRES, Carlos Mauricio; ACOSTA HENRÍQUEZ, Giovanni Francisco. 2017. *Aplicaciones de los drones en la agricultura*. [en línea] Universidad Católica de El Salvador. El Salvador. [Fecha de consulta: 24 de octubre del 2021]. Disponible en:

<https://diyys.catolica.edu.sv/wp-content/uploads/2017/09/25dronesAN17.pdf>

MILLSTINE, Dinese. 2021. *Terapia con quelantes o quelación*. Estados Unidos. [en línea] [Fecha de consulta: 23 de octubre del 2021]. Disponible en:

<https://www.msmanuals.com/es/hogar/temas-especiales/medicina-alternativa-complementaria-e-integrativa/quiropaxia>

MONZÓN CHAJÓN, Ligia Sucely. 2014. *Efectos en el desarrollo de la variedad CP 72-2086 de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) a las aplicaciones foliares y al momento de la siembra de pyraclostrobin y Kelpak, diagnóstico y servicios prestados al área de investigación y producción de la empresa BASF de Guatemala*. [en línea] [Tesis de Ingeniería agronómica] Universidad de San Carlos, Guatemala [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2021]. Disponible en:

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2923.pdf

PINO V., Edwin. 2019. Los drones una herramienta para una agricultura eficiente: un futuro de alta tecnología. *Historia de la caña*. Colombia. [En línea] **37**(1), pp.75-84. [Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2021] Disponible en: <https://procana.org/site/historia-de-la-cana/>

RIVERA AGUILAR, Noé. 2015. *Ficha Técnica del Cultivo de la Caña de Azúcar*. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. México. [en línea] [Fecha de consulta: 4 de octubre del 2021]. Disponible en:

http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/File/CA%C3%91A_DE_AZ%C3%91ACAR,_FICHA_T%C3%89CNICA.pdf

RODRÍGUEZ NEAVE, Francisco. 1991. *Sustancias húmicas: origen caracterización y uso en la agricultura*. Universidad Autónoma de Chihuahua. México. [en línea] [Fecha de consulta 18 de octubre del 2021] Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/acidos-humicos-fulvicos-nutricion-vegetal>

SECTOR AGROINDUSTRIA E INSUMOS – AZÚCAR. 2008. *Estudio sobre la Caracterización de la Agroindustria Azucarera y sus Condiciones de Competencia en El Salvador – Informe de Resultados*. El Salvador [en línea] [Fecha de consulta: 17 de octubre 2021]. Disponible en: <https://www.sc.gob.sv/wp-content/uploads/2017/10/Informe-de-Resultados-Estudio-Az%C3%BAcar.pdf>

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 2018. *Buenas prácticas agrícolas, Almacenamiento y Manipulación de los Agroquímicos*. Costa Rica. [en línea] [Fecha de consulta: 2 de noviembre 2021] Disponible en: <http://www.buenaspracticasagricolas.ucr.ac.cr/index.php/manejo-de-agroquimicos/almacenamiento-y-manipulacion-de-los-agroquimicos>

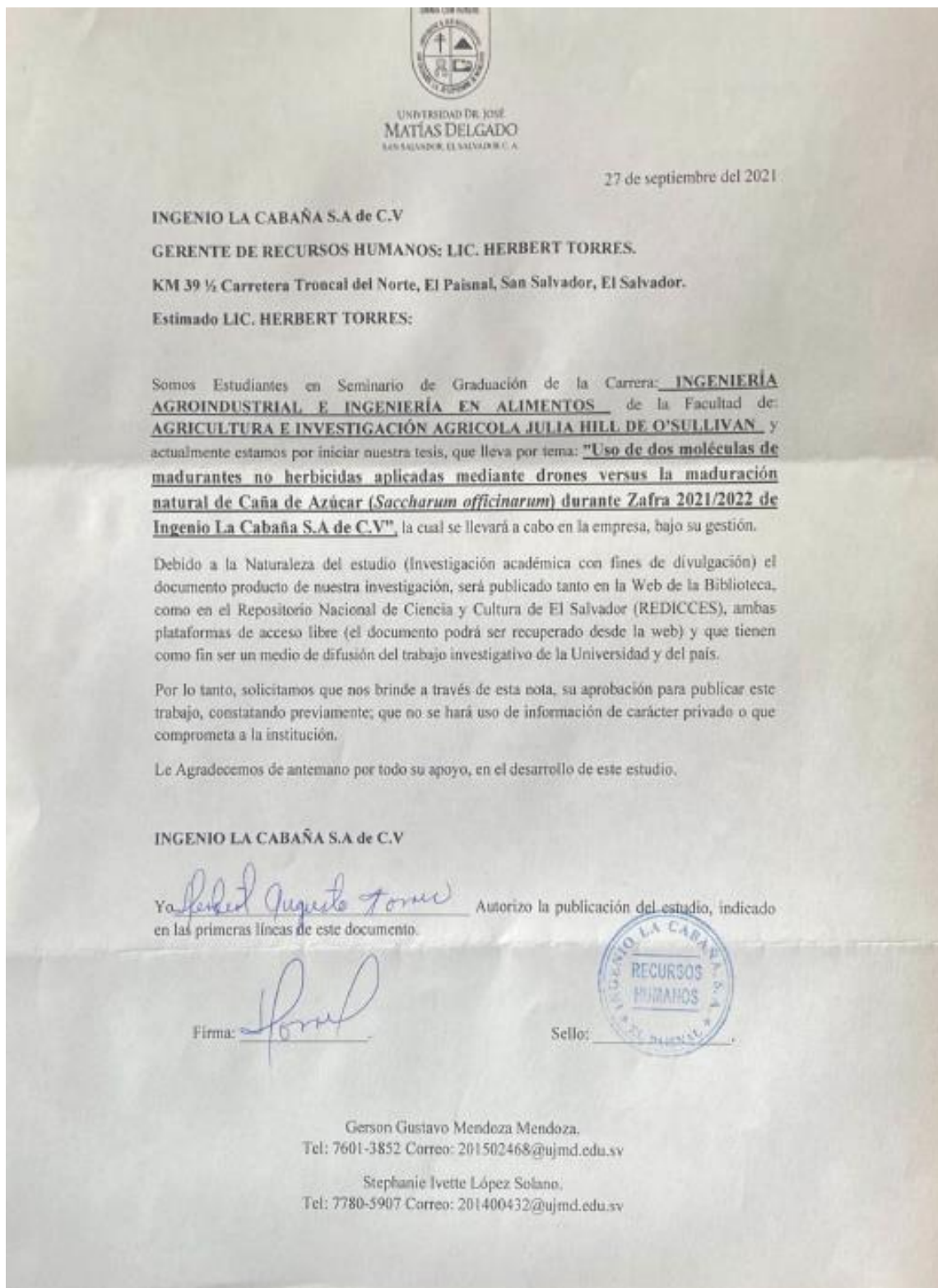
VÁSQUEZ CONDADO, Juan José. 2017. *Efectos del clima en la producción de caña de azúcar en central progreso*. México. [en línea] [Fecha de consulta: 17 de octubre 2021] Disponible en: <https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/5.-AGRICULTURA-CA%C3%91ERA.pdf>

VILLEGAS T., Fernando; ARCILA A., Jorge. 1995. *Uso de Madurantes*. En: *CENGICAÑA. El cultivo de la caña de azucarera en Colombia*. Colombia. [en línea] [Fecha de consulta: 17 de octubre 2021]. Disponible en: https://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p31_5-335.pdf

GLOSARIO

- **Agricultura:** Cultivo de la tierra.
- **Aminoácidos:** Se combinan para la formación de proteínas.
- **Bio-estimulante:** Sustancias o microorganismos moduladores de procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas.
- **Drone:** Vehículo aéreo no tripulado.
- **Madurante:** Compuesto orgánico que inhibe, fomenta o modifica procesos fisiológicos de las plantas.
- **Nutrientes:** Agua, oxígeno y minerales son los nutrientes básicos que consumen las plantas.
- **Organosato:** Complejo de varias sustancias orgánicas entre ellas 18 aminoácidos naturales.
- **Pol:** (Medición de la Polarización), es el contenido de sacarosa en el jugo de caña de azúcar.
- **Sacarosa:** Producto intermedio principal de la fotosíntesis formada por monosacáridos (disacáridos), glucosa y fructosa.
- **Tecnología azucarera:** Ciencia que estudia los procesos para la fabricación de azúcar de caña.

ANEXOS



Anexo 1. Autenticación y permiso de publicación de Tesis, estipulada por Ingenio La Cabaña S.A de C.V

Información Técnica de Organosato

ORGANOSATO es un complejo de MULTINUTRIENTES, BIO-ESTIMULANTES Y ANTI-ESTRÉS, 100% natural y 100% orgánicos, para aplicación vía suelo y/o vía foliar o por ferti-riego, que aportan una gama de sustancias orgánicas a las plantas.

- Es producido a base de materia orgánica natural, en una fórmula balanceada y completa, para que en su proceso de elaboración, aporten una gran gama de nutrientes quelatados, sustancias húmicas, fitohormonas, enzimas, vitaminas y aminoácidos.
- Por ser producidos naturalmente por síntesis biológica, y no por un proceso de mezcla de sales de síntesis químicas, las cantidades de minerales quelatados varían de un lote a otro, pero siempre están presentes en cantidades similares, en una mezcla balanceada y en las proporciones que la planta necesita de forma natural.
- El proceso de fijación de Nitrógeno (5%) es por la acción de microorganismos sobre la materia orgánica, el cual produce aminoácidos libres en grandes cantidades. El aporte de aminoácidos libres facilita el que la planta ahorre energía en sintetizarlos, a la vez que facilita la producción de proteínas, enzimas, hormonas, etc., al ser éstos compuestos tan importantes para todos los procesos vitales de los vegetales.
- Por ser Nitrógeno producto de la mineralización de la materia orgánica, es un elemento altamente estable, y que no se pierde por lixiviación en el suelo o volatilización al aplicarlo. Lo mismo al aplicarlo al follaje.
- **ORGANOSATO** es absorbido rápidamente por la planta casi en su totalidad. En pruebas de campo bajo régimen de lluvia, se han hecho aplicaciones en donde el producto es absorbido en rangos tan cortos como de 2 a 5 horas.
- La mayoría de fertilizantes químicos o foliares no son productos naturales, por lo que la planta debe procesarlos para asimilarlos, de tal manera que gasta gran cantidad de energía, o en el peor de los casos producen fitotoxicidad, tal es el caso de las sales químicas cuando extraen el agua de las células, produciendo quemadas o necrosis en los tejidos vegetales.
- Al aplicar **ORGANOSATO** le ahorra energía a la planta ya que la disponibilidad de las diferentes sustancias orgánicas del producto es inmediata, obteniendo resultados desde el mismo momento de la aplicación, todo gracias a que es un producto natural.
- Estimula el crecimiento y la producción en los cultivos, el proceso de mineralización de la materia orgánica produce de forma natural fitohormonas, enzimas y vitaminas, que

Información Técnica de Organosato

hace de ORGANOSATO un bio-estimulante efectivo, pues los resultados son evidentes al inducir floración, formación de frutos y órganos de reserva (tubérculos, raíces, bulbos, etc.) Las sustancias húmicas incrementan el contenido y distribución de los azúcares en los vegetales, por lo que elevan la calidad de los frutos y flores, incrementando la resistencia al marchitamiento.

- Tiene un potente efecto anti-estrés, mejora el poder natural de las plantas frente a condiciones adversas, después de períodos de sequías, alta cantidad de lluvias o incrementos de temperatura, heladas, ataque de plagas y enfermedades, intoxicación por productos químicos; evita la purga de flores y frutos, mejora la formación de grano, nivelando el estado energético de la planta, garantizándole un incremento en su producción final.
- Las sustancias húmicas presentes en ORGANOSATO favorecen el enraizamiento, ya que desarrollan y mantienen un sistema radicular joven y vigoroso, durante todo el ciclo de cultivo. El desarrollo radicular, de la planta con aporte de sustancias húmicas es enorme, y esto hace que el desarrollo de la misma sea mucho más rápido, debido a que absorbe mayor cantidad de elementos nutritivos, y esto se traduce en mayor producción.

ORGANOSATO al desarrollar las raíces, equilibra también la nutrición de las plantas, mejora el comportamiento de éstas frente a condiciones salinas y ayuda a la eliminación de diversas toxicidades. Las raíces son el pilar básico de una planta, ya que no podemos olvidar que le sirven de sujeción al suelo. Las raíces de las plantas hortícolas son fasciculadas, no distinguiéndose un pivote principal. Están constituidas por una serie de troncos principales que profundizan oblicuamente en el suelo y de los cuales nacen las raíces secundarias, si tienen un desarrollo adecuado obtendremos mejores cosechas.

- ORGANOSATO es compatible con la mayoría de agroquímicos del mercado excepto con los de alta reacción alcalina (caldo bordelés) o ácida (boro, sulfatos de cobre, etc), para esto puede ver las etiquetas de los productos antes de hacer la mezcla. Hacer siempre pruebas antes de aplicarlo a toda el área cultivada.
- Al aplicar ORGANOSATO enriquecemos gradualmente los suelos, mejorando el intercambio catiónico (o de minerales) de los mismos y sobre todo, no le fija nutrientes del suelo, como los fertilizantes químicos comunes del mercado que tienen este efecto. Por esta característica podemos decir que es un producto amigable con el medio ambiente y mejorador de suelos.

Información Técnica de Organosato

- El material orgánico de sus componentes desbloquea los minerales presentes en el suelo. Con ello, los minerales se liberan gradualmente, para su absorción por las plantas y raíces. Una buena fertilización con ORGANOSATO durante el período de crecimiento evita déficit nutricional en las plantas. Con el efecto positivo de ORGANOSATO se ahorra considerablemente en abonos minerales. Además, el uso reducido de abonos minerales, es bueno para el medio ambiente y combate la salinización del suelo agrícola.
- Además de estas ventajas, el uso de ORGANOSATO lleva a un aumento de la actividad microbiológica del suelo. Las materias orgánicas de sus componentes son desintegradas por los organismos del suelo en ácidos húmicos y aminoácidos. Este proceso requiere oxígeno, mejorando así el aire y dejando el suelo agrícola más aireado. Para la planta, es tan importante el aire del suelo como el agua y los minerales. Además, un suelo esponjoso previene la asfixia de las raíces. Constituye una fuente de energía para los microorganismos benéficos del suelo, por lo que se multiplican rápidamente.
- Aplicando ORGANOSATO obtendremos como resultado a través del tiempo, el mejoramiento de sus suelos y medio ambiente, incrementos en sus cosechas y ahorro en su bolsillo, sus cultivos serán productivos y necesitarán menos productos químicos para producir al máximo.

DOSIS GENERAL RECOMENDADAS: 50 a 75 c.c. por galón; 200 a 300 c.c. /Bombada de mochila de 4 galones. Hacer solución en agua de 1% a 1.5% o sea 2-3 litros de Organosato diluidos en un barril de agua (200 litros). Por ser un producto natural puede ser aplicado a cualquier tipo de cultivo conocido.

2 a 3 litros/Manzana o 3 a 4 litros/Hectárea.

Hortalizas

De estación o de una cosecha: Apio, crucíferas (brócoli, repollo, coliflor, nabo, rábano), Liliáceas (ajo, cebolla, cebollín, puerro), Cucurbitáceas (calabaza, pipián), lechuga, papa, Umbelíferas (zanahoria, perejil, hinojo, eneldo), cilantro, remolacha; 1ª. A los 12 días de germinado. 2ª. 3ª. Y 4ª. A los 7, 21 y 35 días después del trasplante. Hortalizas de cosecha continua: tomate, chile, pepino, guisquil (guisayote, patate o chayote) berenjena, albahaca, hierbas aromáticas; se pueden hacer hasta 2 aplicaciones semanales. En todo tipo de hortalizas le ayuda a la carga, aumenta tamaño y mejora el aspecto del producto final (color y sabor)

Arroz: En almácigo o plantinera aplicarlo semanalmente, 1ª. 10 días después del trasplante, 2ª. a los 25 días después del trasplante y 3ª. a los 35 días después del trasplante, se puede hacer una 4ª prefloración. Los cultivos con Organosato presentan grano cristalino, sólido y con mejor contenido nutricional, mejor rendimiento por manzana o hectárea.

Información Técnica de Organosato

Maíz para grano, maíz elotero, maíz dulce: a los 12, 18 y 25 días después de germinado, grano con más peso y mazorca completamente llena

Sorgo forrajero y de grano: a los 12, 25 y 40 días después de germinado, grano con más peso y cantidad de minerales.

Frijol, ejote, habas, arveja china o dulce, vigna, soya y otras leguminosas de grano: a los 7, 18 y 25 días de germinado, incrementa el valor nutricional de estos granos.

Caña de azúcar: Recién emergida o al brote, 2ª. Y 3ª. A los 25 y 40 días después de la primera, aumenta tonelaje por área y mejor contenido de azúcares.

Pasto de corte: hacer como mínimo 3 aplicaciones antes del pastoreo o corte. Mejor calidad de alimento para el ganado aumentando la producción de leche o carne.

Café: 1ª. En prefloración, 2ª. Antes de la apertura de la flor, 3ª. Después de la floración, 4ª. Cuando el grano está en formación. En vivero de café hacer aplicaciones semanales. Todos los años con buenas cosechas, mejora el sabor y aroma.

Frutales

De temporada: Aguacate, Cítricos (naranja, limón, mandarina), jocote, mango, manzana, pera, ciruela, melocotón, durazno, rambután, sandía, melón, uva, tamarindo, etc.; 1ª. Prefloración, 2ª. Antes de la apertura de la flor, 3ª. Después de la floración, 4ª cuando el fruto esta en formación y 5ª. Antes de la maduración del fruto. **Frutales de cosecha continua:** Papaya, piña, guayaba, maracuyá, aguacate tipo Hass, banano, plátano, fresas, frambuesas, etc. hacer aplicaciones cada 15 días. Aumenta el tamaño de los frutos como en el banano, y mejora el sabor.

Cultivos Agro-Industriales

De ciclo corto: algodón, tabaco, rosa de Jamaica, cacahuete o maní, ajonjolí, okra, chía seed, amaranto, girasol, yuca o mandioca. Hacer 4 a 5 aplicaciones en el ciclo de vida del cultivo. **Perennes;** Palmera africana, cacao, coco, sábila, noni, moringa, hule, henequén, hierbas aromáticas. Una aplicación cada 15 días.

Ornamentales

De estación o ciclo corto: Impatiens, agératos, gloxinias, marygold, flox, baby breath, etc. hacer 4 a 5 aplicaciones durante el ciclo del cultivo. **Perennes:** Rosas, crisantemos, ave del paraíso, fuchsias, flores y follajes tropicales (de exportación), plantas de jardín. Dosis de mantenimiento cada 8 o 15 días. Aumenta los colores en las plantas, mejora tamaño de botones florales y follaje. Planta más resistente a plagas y enfermedades.

Para mejores resultados aplicarlo: antes de las 10:00 a.m. y después de las 3:00 p.m.



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: FT-17/001766	Registrada en: Guatemala	Cliente: ORGANICA
Análisis: SB-0651 (Barrido aminoácidos Tot con TRF)	Centro Análisis: AGQ España	
Tipo Muestra: Solución Nutritiva	Fecha Recepción: 08/09/2017	Contrato: 1752213-a
Fecha Inicio: 27/09/2017	Fecha Fin: 16/10/2017	Cliente SR: ---
Descripción: Organosato Export		
Fecha/Hora Muestreo: 08/09/2017	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este Informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un período determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este período, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Jesús Pineda Valdecantos
Resp. Lab. Orgánico

FECHA EMISIÓN: 16/10/2017

OBSERVACIONES:

Labs & Technological Services AGQ, S.L.

Ctra A-483 Km 24,3 41220 Burguillos, Sevilla, España

T: (+34) 955 738 908 F: (+34) 955 738 912

agq@agq.com.es

www.agqlabs.com

1/3

HOJA DE SEGURIDAD

Fecha de revisión: 17/05/2015

1. Identificación del Producto orgánico y la Empresa

Nombre del producto: Organosato

Nombre Común: Organosato

Utilización del Producto: Sustancia afín a fertilizante para aplicación foliar y al suelo.

Formulador: Orgánicos de Centro América S.A. de C.V.

Telefono: (503) 7308-4343, agricultor2002@hotmail.com

Dirección: cantón Pushtan, Rancho El Milagro de Dios, Nahuizalco, Sonsonate

2. Composición / información de los componentes.

Composición:	Organosato 1 P/V
Nitrógeno Total	5.140%
Fósforo	0.002%
Fósforo (P2O5)	0.005%
Calcio Total	0.180%
Magnesio Total	0.008%
Boro Total	0.005%
Azufre Total	0.002%
Ácidos húmicos	1.500%
Ácidos fúlvicos	1.000%
C.S.P.	
Total	100.000%

3. Características Físicoquímicas del Producto.

Apariencia física: Líquido

Olor: amoniacal

Apariencia: líquido café claro

Solubilidad: al 100 %

4. Primeros auxilios

Por ingestión: Provoque el vomito con agua tibia con sal de cocina, repita las tomas hasta que el vomito sea claro, si el paciente estuviera inconsciente no le de ninguna bebida.

Por inhalación: Retire al paciente del área contaminada a un área de ventilación.

Por contacto con los ojos: Lávelos con agua limpia durante 15 minutos como mínimo.

Por contacto con la piel: Lave la piel con suficiente agua y jabón.

Antídoto/ tratamiento médico: No existe antídoto específico el tratamiento es sintomático

Síntomas de intoxicación: Puede causar indigestión, si cae en los ojos puede causar

Organicos de Centro América S.A. de C.V.

Email: agricultor2012@hotmail.com Tels.: (503) 2451- 5411. (503) 2451-4753

Sonsonate, El Salvador, C.A.

HOJA DE SEGURIDAD

Fecha de revisión: 17/05/2015

irritación.

5- Manejo del producto

Transportelo y almacénelo separado de alimentos, medicinas y herbicidas en su envase original, bien etiquetado, almacénelo bajo llave, en un lugar fresco, alejado del sol directo.

6- Información toxicológica

No aplica por ser foliar orgánico

7- Precauciones

Se puede mezclar con la mayoría de los agroquímicos excepto con los de excesiva reacción alcalina.

8- Otra información

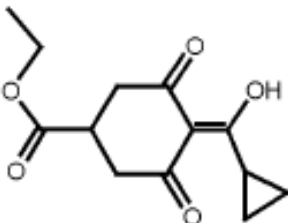
Centro Nacional de Intoxicación
El Salvador:
Centro Nacional de Información Toxicológica
Hospital San Rafael, Santa Tecla.....(503) 2525-5800 Ext. 148 y 149

Organicos de Centro América S.A. de C.V.
Email: agricultor2012@hotmail.com Tels.: (503) 2451- 5411. (503) 2451-4753
Sonsonate, El Salvador, C.A.

MODDUS®25 EC

Regulador de Crecimiento
Registro de Venta 870260

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 ₁₅ H ₁₆ O ₅
Peso Molecular:	252.3

*IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry.

3. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LA FORMULACIÓN

Estado Físico	Líquido
Flamabilidad	
Densidad de la Formula	0.96 - 1.00 g/cm ³

4. TOXICOLOGÍA

Categoría Toxicológica: IV

PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS DE USO Y APLICACIÓN

No almacenar en casas de habitación.

Manténgase alejado de los niños, personas mentalmente incapaces, animales domésticos, alimentos y medicamentos.

ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE:

MODDUS[®]25 EC no es inflamable, no es explosivo, no es corrosivo. Almacénelo en bodegas seguras, alejadas del calor, el fuego directo y la humedad. No transportar junto con productos de consumo animal y humano. Transportelo en envases originales, bien cerrados y debidamente etiquetados con su correspondiente panfleto.

NO COMER, BEBER O FUMAR DURANTE EL MANEJO Y APLICACIÓN DE ESTE PRODUCTO. BAÑESE DESPUES DE TRABAJAR Y PONGASE ROPA LIMPIA.

SINTOMAS DE INTOXICACION:

Puede causar sensibilidad por contacto dermal.

PRIMEROS AUXILIOS

POR INGESTIÓN: Inmediatamente busque atención médica y muestre el envase, la etiqueta o este panfleto. No induzca el vómito.

POR INHALACION: Retire a la persona del área contaminada y expóngala al aire fresco y ventilado; manténgala cálida y en reposo. Si es necesario, administre respiración artificial. Consulte a un médico inmediatamente.

POR CONTACTO CON LOS OJOS: Lávese inmediatamente con bastante agua, incluso debajo de los párpados, por lo menos durante 15 minutos. Obtenga atención médica de inmediato.

POR CONTACTO CON LA PIEL: Quitese la ropa contaminada y lávese inmediatamente con abundante agua. Si la irritación persiste, llame a un médico inmediatamente.

NUNCA DE BEBER NI INDUZCA AL VOMITO A PERSONAS EN ESTADO DE INCONSCIENCIA.

ANTIDOTO Y TRATAMIENTO MEDICO:

No se conoce antídoto específico. Aplique terapia sintomática.

Centros nacionales de Intoxicación

PAÍS	NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN	TELÉFONO
GUATEMALA	Centro de Información y Asesoría Toxicológica	2251-3560 y 2232-0735
BELICE	Karl Heusner Memorial Hospital Dr. Humisa Hallu	231-548 y 231-639 622-460
EL SALVADOR	Centro de Información Toxicológica	2288-0417
HONDURAS	Secretaría de Agricultura y Ganadería, Sanidad Vegetal	232-6213 y 235-8424
NICARAGUA	Centro de Toxicología Complejo de Salud Concepción Palacios	289-7150, ext. 213
COSTA RICA	Centro Nacional para el Control de las Intoxicaciones	223-1028 y 269-2741
PANAMÁ	Centro de Investigación de Información de Medicamentos y Tóxicos	684-3478 y 684-3672
REP.	Hospital Dr. Luis Aybar	681-2913 y 681-6922
DOMINICANA	Hospital Dr. Francisco Moscoso Puello	

MEDIDAS PARA LA PROTECCION DE LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE:

TOXICO PARA PECES Y CRUSTACEOS.

NO CONTAMINE RIOS, LAGOS Y ESTANQUES CON ESTE PRODUCTO O CON ENVASES Y EMPAQUES VACIOS.

No contamine con este producto o sus envases, desechos o derrames: ríos, lagos, charcas, zanjas, canales de drenaje, alcantarillas, etc. Evite los derrames del producto por la contaminación que puede provocar a las fuentes de agua. No aplique cuando las condiciones ambientales favorezcan el arrastre del producto hacia otras áreas.

MANEJO DE ENVASES, EMPAQUES, DESECHOS Y REMANENTES:

En el caso de remanentes o desechos del producto, recogerlos con aserrín o con material absorbente, recolectarlos en un recipiente hermético y entregarlos al distribuidor o eliminarlos en un relleno sanitario autorizado por el Ministerio de Salud.

Aproveche el contenido completo del envase, cuando lo vacíe, lave y enjuague tres veces con agua limpia y agregue el resultado del enjuague a la mezcla ya preparada, inutilice los envases vacíos, perforélos. A fin de evitar remanentes, se sugiere preparar la mezcla a utilizar en el día.

Si el país cuenta con un programa oficial de recolección y disposición de envases, entregue este al centro de recolección más cercano o deséchelo de acuerdo con las instrucciones del distribuidor del producto.

5. PROPIEDADES BIOLÓGICAS

Modo de acción:

Trinexapac ethyl es absorbido principalmente por las hojas y tallos y translocado a las áreas de actividad meristemática donde se inhibe la elongación de los entrenudos del tallo.

Mecanismo de Acción:

Inhibe la elongación de los entrenudos del tallo, reduciendo así la altura de la planta.

6. CAMPOS DE APLICACION (USOS) Y DOSIS

Cultivo	Dosis Litros/Ha	Época de aplicación
Caña de azúcar <i>Saccharum officinarum</i>		

DOSIS RECOMENDADA:

Caña de azúcar: como regulador de crecimiento (madurante), de 0,8 a 1,0 L/ha de **MODDUS[®]25 EC**.

INTERVALO DE APLICACIÓN:

Caña de azúcar: Una sola aplicación (7-8 semanas antes de la zafra).

INTERVALO ENTRE LA ÚLTIMA APLICACIÓN Y LA COSECHA:

Caña de azúcar: 41 días.

INTERVALO DE REINGRESO AL AREA TRATADA:

Cuando se haya secado la mezcla sobre el follaje.

FITOTOXICIDAD:

No se conoce ninguna fitotoxicidad cuando se aplica siguiendo las recomendaciones contenidas en este panfleto.

COMPATIBILIDAD:

MODDUS[®]25 EC es compatible con los plaguicidas de uso agrícola, pero en todo caso deberán hacerse las pruebas de compatibilidad física cuando se vaya a aplicar en mezcla con otro producto.

EQUIPO DE APLICACIÓN:

Se recomienda hacer la aplicación terrestre con un volumen de 200 litros por hectárea y con aplicaciones aéreas un volumen de 17 litros por hectárea. Antes de utilizar el equipo de aspersión, revise cuidadosamente que este en buen estado de funcionamiento. Antes de aplicar **MODDUS[®]25 EC**, calibre con agua el equipo de aspersión para verificar que este aplicando la dosis correcta. Se recomienda utilizar boquillas de abanico. Para dosificar la cantidad correcta de acuerdo al tanque de la aspersora, debe utilizar tazón medidor. Después de la aplicación, lave el equipo de aspersión con agua y jabón, deje secarlo y guárdelo. Utilice el equipo de protección personal, antes de usar y manipular **MODDUS[®]25 EC**.

FORMA DE PREPARACION DE LA MEZCLA:

Póngase el equipo de protección personal antes de usar y manipular **MODDUS[®]25 EC**. Como con todos los productos químicos, evite en lo posible el contacto con la solución. No comer, beber o fumar durante el manejo y aplicación de este producto. De acuerdo con la dosis de **MODDUS[®]25 EC** a utilizar, mézclelo directamente con agua limpia en el tanque de la mezcla. Agite hasta obtener una mezcla homogénea ante de comenzar la aplicación.

7. EMPAQUES

4 x 5 L

FABRICANTE:

Syngenta Crop Protection A.G.
Werk Rosental, Schwarzwaldallee 215
CH-4058, Basilea, Suiza.
Tel.: 4161-323-5850

IMPORTADO POR:

Syngenta, S.A.
R.U.C. 5306-2-329422 D.V.80, Clave 3987
Panamá Torre Evergreen Piso 6, Ave. 5ta B Sur y Calle 78 Este, San Francisco, Ciudad
Panamá, República de Panamá
Tel.: 270-8200 / Fax: 270-8288

Los nombres de producto que contengan ® o ™ y el logo de Syngenta son marcas comerciales de una Compañía del Grupo Syngenta

Anexo 13. Ficha Técnica de Moddus 25 (Trinexapac-Etil)

LEY SOBRE CONTROL DE PESTICIDAS, FERTILIZANTES Y
PRODUCTOS PARA USO AGROPECUARIOS.

DECRETO N° 315

D.O. N° 85 Tomo 239, 10 de mayo 1973

Publicación del Departamento Jurídico, Dirección de
Defensa Agropecuaria, abril 1988.

Anexo 14. Ley sobre el control de pesticidas, fertilizantes y productos para uso agropecuario.

LEY SOBRE CONTROL DE PESTICIDAS,
FERTILIZANTES Y PRODUCTOS PARA
USO AGROPECUARIO

CAPITULO I

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Art. 1.- La presente ley tiene por objeto regular la producción, comercialización, distribución, importación, exportación, y el empleo de: pesticidas, fertilizantes, herbicidas, enmiendas o mejoradores, defoliantes y demás productos químicos y químico-biológicos para uso agrícola, pecuario o veterinario y sus materias primas.

Art. 2.- Las disposiciones de la presente ley se aplicaran a cualquiera de las actividades referidas en el artículo anterior, gubernamentales o privadas, ya sea con fines comerciales, industriales, educacionales, experimentales o de investigación.

Art. 3.- Las disposiciones contenidas en la presente ley se aplicarán con preferencia a cualesquier otras que la contraríen.

Art. 4.- La fabricación, para uso no comercial, de abonos orgánicos, queda excluida de las regulaciones establecidas en esta ley.

CAPITULO II
DEFINICIONES Y CONCEPTOS TECNICOS

Art 5.- Para los efectos de esta ley y sus reglamentos, regirán las definiciones técnicas y el significado de los conceptos que a continuación se expresan, salvo que en su contexto se les den expresamente una definición o significado distinto:

a) PESTICIDAS: toda sustancia química o químico-biológica o mezclas de sustancias destinadas a prevenir o combatir plagas o enfermedades en animales y vegetales, tales como: insecticidas, fungicidas, germicidas, nematocidas, acaricias, moluscocidas, rodenticidas, ornitocidas, bactericidas, viricidas, repelentes, atrayentes y otros productos para uso tanto en los animales como en los vegetales, con la misma finalidad expresada en esta letra:

b) FERTILIZANTES: comúnmente conocidos como abonos químicos u orgánicos: son toda sustancia o mezcla de sustancias que se incorporan al suelo o a las plantas en cualquier forma. Con el fin de promover o estimular el

crecimiento o desarrollo de éstas o aumentar la productividad del suelo;

c) ENMIENDAS O MEJORADORES: las sustancias que modifican principalmente las condiciones físicas del suelo y secundariamente las químicas, tales como: el yeso, el azufre, sales, turba, y toda otra sustancia que responda a esta definición;

d) DEFOLIANTE: todo producto o mezcla de productos que sirva para acelerar artificialmente la desecación de los tejidos vegetales, causando o no la caída de las hojas

e) HERBICIDA: sustancia que se utiliza para la destrucción o eliminación de hierbas indeseables o dañinas a los cultivos agrícolas;

f) DEMAS PRODUCTOS QUIMICOS Y QUIMICO-BIOLÓGICOS PARA USO AGRICOLA, PECUARIO O VETERINARIO: se entenderá toda sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, atenuar o curar enfermedades o plagas en animales o plantas, tales como medicinas genéricas, medicinas de patente, sueros, vacunas y otros productos biológicos; y, concentrados alimenticios y demás productos destinados a la alimentación animal; y

a) MATERIAS PRIMAS: materiales técnicos, inertes, solventes y emulsificantes para preparar o fabricar pesticidas, fertilizantes herbicidas, enmiendas o mejoradores, defoliantes y demás productos químicos o químico-biológicos para uso agrícola, pecuario o veterinario.

CAPITULO III

DE LA AUTORIDAD Y SUS ATRIBUCIONES

Art. 6.- Corresponde al Ministerio de Agricultura y Ganadería, por medio de sus dependencias, el cumplimiento de la presente Ley y sus Reglamentos, para cuyo efecto tendrá las siguientes atribuciones:

A) Realizar inspecciones y extraer muestras en cantidad suficiente, en cualquier momento y lugar, de los productos y materias primas de que trata el artículo 1 de esta Ley, ya sean importados, fabricados o formulados en el país, con el fin de determinar si tales productos cumplen con los requisitos y condiciones legales y reglamentarios;

b) Dictar las medidas que sean necesarias y presentar la asistencia técnica que las circunstancias demanden, para lograr el empleo eficiente, oportuno y adecuado de los productos q que se refiere esta Ley, de modo que su utilización y manipulación no causen daños a personas,

animales, cultivos, corrientes o depósitos de agua, fauna y flora y lugares que corran peligro de contaminación:

c) Emitir instructivos para regular la limpieza y manejo u otras actividades a que habrán de someterse los equipos, terrestres y aéreos, utilizados en la aplicación de los productos de que trata esta Ley;

d) Solicitar, si lo estima conveniente, asesoramiento, dictámenes o información a entidades científicas o técnicas, dedicadas a la investigación y experimentación, sobre los productos y materias primas referidos por esta Ley;

e) llevar el registro de los productos y materias primas a que se refiere la presente Ley, acordar su inscripción, denegatoria de inscripción o cancelación, de conformidad con esta Ley y sus Reglamentos;

f) Autorizar prohibir o denegar la importación, fabricación y venta de los productos y materias primas de que se trata en esta Ley y revocar las autorizaciones de importación, fabricación y venta de los mismos, cuando así lo aconsejen la experiencia, los ensayos, las investigaciones de comprobación o por las infracciones comprobadas de conformidad a esta Ley sus Reglamentos;

g) Establecer mediante Acuerdo Ejecutivo, las normas de calidad a que estarán sujetos los productos fabricados, formulados o importados en base a las investigaciones y comprobaciones efectuadas por sus laboratorios;

h) Aprobar las leyendas de las etiquetas en los envases de los productos y controlar rótulos y folletos instructivos o propagandísticos, con el fin de garantizar su veracidad y que se suministre al consumidor la información indispensable para el uso del producto sin riesgo para la salud y de acuerdo a los fines a que se destine;

i) Imponer las sanciones que establezca esta Ley y sus Reglamentos; y

j) Adoptar y ejecutar las medidas complementarias que considere necesarias para el cumplimiento de la presente Ley y sus Reglamentos.

TESIS: “Uso de dos moléculas de madurantes no herbicidas aplicadas mediante drones versus la maduración natural en cultivos de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) durante Zafra 2021/2022 de Ingenio La Cabaña S.A de C.V”

ENCUESTA

1. ¿Cuáles son las tres moléculas de madurantes no herbicidas a utilizar durante el proceso de experimentación?

- **Organosato (Complejo de sustancias orgánicas)**
- **Maddus (Trinexapas etbil)**
- **Natural (Sin aplicación)**

2. ¿En qué variedad de caña de azúcar serán utilizados las tres moléculas de madurantes no herbicidas?

CP-722086

3. Mediante su experiencia en temas de agronomía; ¿Cuáles son las ventajas y desventajas en la utilización de madurantes no herbicidas en cultivos de caña de azúcar?

Productos amigables con el medioambiente

No hay problema con los cultivos colindantes

Mejor emergencia del renuevo

Desventajas:

- **Variación en los resultados**
- **Ventanas de aplicación y cosecha**

4. ¿Cómo beneficia en la acumulación de sacarosa en la caña de azúcar el uso de madurantes no herbicidas?

Son complementos nutricionales que intervienen en el proceso de producción de sacarosa.

5. ¿Cómo afecta el rendimiento de la caña de azúcar utilizando métodos tradicionales de riego?

- Menor precisión
- Sobre dosificación
- Subdosificación.

6. ¿Cuál es la ventaja en la utilización de drones para riegos en la agricultura?

Con el uso del dron las aplicaciones se realizan con mayor precisión y también pueden aplicarse áreas con dificultad por su ubicación geográfica.

7. ¿Cuál es la diferencia en cuanto a rendimiento y productividad utilizando métodos tradicionales y con drones en riegos de caña de azúcar?

No se ha determinado ventajas con respecto a productividad.

Encuesta contestada por:

Firma Digital: Jordy
Monge; 08 11 2021,

F. | JORDY MONGE 15:01:32

Tratamiento A – Moddus 25	
FECHA DE PRIMER MUESTRA:	
Muestras	Pol
1	
2	
PROMEDIO	
FECHA DE SEGUNDA MUESTRA:	
Muestras	Pol
1	
2	
PROMEDIO	
FECHA DE TERCER MUESTRA:	
Muestras	Pol
1	
2	
PROMEDIO	

Anexo 20. Instrumento de Recolección de datos Tratamiento A – Moddus 25.

Diseño Propio: Mendoza, G. (2021).

Tratamiento B - Organosato	
FECHA DE PRIMER MUESTRA:	
Muestras	Pol
1	
2	
PROMEDIO	
FECHA DE SEGUNDA MUESTRA:	
Muestras	Pol
1	
2	
PROMEDIO	
FECHA DE TERCER MUESTRA:	
Muestras	Pol
1	
2	
PROMEDIO	

Anexo 21. Instrumento de Recolección de datos Tratamiento B – Organosato.

Diseño Propio: Mendoza, G. (2021).

Testigo – Maduración Natural	
FECHA DE PRIMER MUESTRA:	
Muestras	Pol
1	
2	
PROMEDIO	
FECHA DE SEGUNDA MUESTRA:	
Muestras	Pol
1	
2	
PROMEDIO	
FECHA DE TERCER MUESTRA:	
Muestras	Pol
1	
2	
PROMEDIO	

Anexo 22. Instrumento de Recolección de datos Tratamiento C - Testigo - Maduración Natural.

Diseño Propio: Mendoza, G. (2021).

TD	Promedio de PolCa	Promedio de HdadCana
Moddus	16.645	69.14908233
30/11/2021	14.83	70.930874
06/01/2022	16.455	69.664485
31/01/2022	18.65	66.851888
Organosato	15.64166667	69.07091533
30/11/2021	12.775	72.98486
06/01/2022	17.04	66.801401
31/01/2022	17.11	67.426485
Testigo	15.585	69.490959
30/11/2021	12.56	72.85917
06/01/2022	18.21	67.08217
31/01/2022	15.985	68.531537
(en blanco)		
(en blanco)		
Total general	15.95722222	69.23698556

Anexo 23. Resultados de rendimientos PolCa realizados por Laboratorio de Caña de Ingenio La Cabaña S.A de C.V

Proveedor	Canton	Municipio	Depto	Nomb.Lote	Tipo Suelo	Cod.Var.	Nomb.Var.	Area Hect.	Ciclos	Inicio Cosecha	Fin Cosecha	Edad Meses
A.C.P.A. SAN FRANCISCO SUCHITOTO DE R.I.SAN LUCAS	SUCHITOTO	CUSCATLAN	CEIBA # 1-A	FA		17	CP 72-2086	11.18	3	29/01/2022	31/01/2022	11.2

Anexo 24. Información de lote Cooperativa San Francisco - Ingenio La Cabaña S.A de C.V

Fecha	Muestra	Tratamiento	Código	Proveedor	Finca	NomFinca	Lote	NomLote	Variedad	NomVarie	Zona	NomZona	Area	TonEstima	Brix	Pol	PolCa
30/11/2021	1623	Moddus	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	19.1	16.01	14.05
30/11/2021	1624	Moddus	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	21.57	18.45	15.61
30/11/2021	1625	Organosato	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	19.29	16.61	14.1
30/11/2021	1626	Organosato	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	16.78	13.08	11.45
30/11/2021	1627	Testigo	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	17.86	13.64	11.93
30/11/2021	1628	Testigo	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	19.06	15.36	13.19
06/01/2022	398	Testigo	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	23.08	20.73	17.52
06/01/2022	399	Testigo	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	24.39	22.27	18.9
06/01/2022	362	Moddus	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	20.53	17.86	15.29
06/01/2022	363	Moddus	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	22.79	20.37	17.62
06/01/2022	364	Organosato	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	23.65	20.78	17.45
06/01/2022	365	Organosato	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	23.24	19.98	16.63
31/01/2022	2060	Testigo	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	21.49	18.13	15.26
31/01/2022	2062	Organosato	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	23.52	20.37	17.17
31/01/2022	2063	Testigo	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	22.17	19.84	16.71
31/01/2022	2064	Moddus	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	24.18	21.32	18.21
31/01/2022	2065	Organosato	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	22.59	20.3	17.05
31/01/2022	2066	Moddus	SANFR001	A.C.P.A. SAN	1985	EL TRAPICHC	5530	CEIBA # 1-A	17	CP 72-2086	1	NTE-1A	11.18	1006.2	24.64	22.39	19.09

Anexo 25. Resultados de rendimientos completos realizados por Laboratorio de Caña de Ingenio La Cabaña S.A de C.V



1. Levantamiento de información topográfica.



2. Dilución de productos a aplicar



3. Luego de recarga del tratamiento se procede al riego uniforme mediante el mapa identificado en el estudio del terreno



4. Llenado de tanque de dron para riego



5. Se procede al corte del mejor ejemplar para iniciar los procesos de análisis fisicoquímicos



Anexo 26. Proceso de riego de madurantes con dron - Cooperativa San Francisco - 10.5 ha.



6. Los ejemplares son identificados por tratamientos y transportados a laboratorio de caña de Ingenio La Cabaña



Anexo 27. Visita técnica a Cooperativa San Francisco - Ingenio La Cabaña S.A de C.V

Detalles: De izquierda a derecha; Gerson Mendoza, Stephanie López, Ing. Jordy Monge (Ingenio La Cabaña S.A de C.V), Ing. Barrera (Orgánica S.A – Organosato ®)