



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGRONOMÍA

**EFFECTO DE LA SUSPENSIÓN DEL AGUA EN LA
PRODUCCIÓN Y MADURACIÓN DE LA CAÑA DE
AZÚCAR (*Saccharum officinarum*), CANTÓN MILAGRO.**

TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR

MACIAS MORANTE JAVIER JOSUE

TUTOR

ING. HASANG MORAN EDWIN, MSC

GUAYAQUIL – ECUADOR

2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. EDWIN HASANG MORÁN, MSc** docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“EFECTO DE LA SUSPENSIÓN DEL AGUA EN LA PRODUCCIÓN Y MADURACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*), CANTÓN MILAGRO”** por el estudiante; **MACIAS MORANTE JAVIER JOSUE** con cédula de identidad **N° 0951000124** de la carrera AGRONOMÍA, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Edwin Hasang Morán, MSc.

Guayaquil, 4 de agosto del 2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EFECTO DE LA SUSPENSIÓN DEL AGUA EN LA PRODUCCIÓN Y MADURACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*), CANTÓN MILAGRO”**, realizado por el estudiante **MACIAS MORANTE JAVIER JOSUE** el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Tany Burgos Herreria, MSc.

PRESIDENTE

Ing. Juan Martillo García, MSc

EXAMINADOR PRINCIPAL

PhD. Armando Vega Rivero

EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Edwin Hasang Morán, MSc.

EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 6 de diciembre del 2023

Dedicatoria

El presente trabajo se lo dedico a mi madre la Ing. Yazmin Morante Palma y a mi tía la Lic. Jessica Morante Palma, MSc, quienes me han apoyado incondicionalmente en el transcurso de mi carrera universitaria y me enseñaron que no hay que rendirse pese a las adversidades que se presentan.

A mis amigos y compañeros de la carrera quienes fueron un apoyo a lo largo de mi etapa universitaria y en el desarrollo de la tesis.

Dedico también este logro a mi familia en reconocimiento al apoyo incondicional en la preparación académica.

A todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

A mi abuelo el señor Pedro Morante por los consejos dados y por su apoyo incondicional.

Agradecimiento

Al cerrar esta etapa deseo extender un profundo agradecimiento, a todas las personas que con sus consejos y apoyo lograron motivarme para alcanzar un objetivo más en mi vida. Agradecimiento infinito a mi madre, tía y demás familiares que tuvieron pendiente en mi proceso académico.

Mi gratitud también es para la Universidad Agraria del Ecuador, para mi tutor de tesis Ing. Edwin Hasang Morán, MSc. Para cada uno de los docentes que guiaron y formaron la base fundamental para mi desempeño como profesional.

A Emma Campozano por ayudarme a no rendirme en los momentos más difíciles.

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos o dificultades a lo largo de toda mi vida.

Autorización de auditoría intelectual

Yo, **MACIAS MORANTE JAVIER JOSUE**, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre **“EFECTO DE LA SUSPENSIÓN DEL AGUA EN LA PRODUCCIÓN Y MADURACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*), CANTÓN MILAGRO”**, para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

Guayaquil, 6 de diciembre del 2023

JAVIER JOSUE MACIAS MORANTE
C.I. 0951000124

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de auditoría intelectual.....	6
Índice general	7
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	12
Resumen	13
Abstract.....	14
1. Introducción.....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema	16
1.2.1 Planteamiento del problema	16
1.2.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación de la investigación.....	16
1.4 Delimitación de la investigación	16
1.5 Objetivo general.....	17
1.6 Objetivos específicos.....	17
1.7 Hipótesis	17
2. Marco teórico	18
2.1 Estado del arte.....	18
2.1.1 Variedades de caña de azúcar en ecuador	20

2.2 Bases teóricas	20
2.2.1 Agostamiento que favorezca la producción de caña de azúcar	20
2.2.2 Características agronómicas del cultivo de caña de azúcar.....	22
2.2.2.1. Descripción botánica.....	22
2.2.2.3. Desarrollo vegetativo.....	23
2.2.2.3.1. Periodo de brotación	23
2.2.2.3.2. Calidad de semilla.....	24
2.2.2.4. Riego	24
2.2.2.5. Zafra	26
2.2.3 Beneficio-costo del sistema de producción de caña de azúcar	26
2.2.3.1. Productividad y rentabilidad	26
2.2.3.2. Reducción de costos de agua y fertilizantes	27
2.2.3.3. Relación beneficio-costo	28
2.2.4 Croquis de asignación de tratamientos	28
2.3 Marco legal.....	29
3. Materiales y métodos	31
3.1 Enfoque de la investigación	31
3.1.1 Tipo de investigación.....	31
3.1.2 Diseño de investigación	31
3.2 Metodología	31
3.2.1 Variables	31
3.2.1.1. Variable independiente	31
3.2.1.1.1. Niveles de agostamiento	31
3.2.1.2. Variables dependientes	32

3.2.1.2.1. Longitud del tallo	32
3.2.1.2.2. Diámetro de tallo	32
3.2.1.2.3. Peso del tallo	32
3.2.1.2.4. Número de nudos	33
3.2.1.2.5. Longitud de entrenudos	33
3.2.2 Tratamientos.....	33
3.2.3 Diseño experimental	33
3.2.4 Recolección de datos	34
3.2.4.1. Recursos	34
3.2.4.1.1. Recursos bibliográficos	34
3.2.4.1.2. Materiales y equipos	34
3.2.4.1.3. Recursos humanos	35
3.2.4.1.4. Recursos económicos	35
3.2.4.2. Métodos y técnicas	35
3.2.4.2.1. Deductivo.....	35
3.2.4.2.2. Análisis	35
3.2.4 Análisis estadístico.....	36
3.2.4.1. Hipótesis estadística.....	36
4. Resultados	37
4.1 Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de caña de azúcar durante el proceso de agostamiento en la fase maduración.	37
4.1.1 Descripción del efecto de suspensión del agua en caña de azúcar.	37
4.1.2 Número de nudos.....	37
4.1.3 Longitud de entrenudos (cm).....	38

4.2 Determinación del momento óptimo de riego en fase maduración de la caña de azúcar.....	38
4.2.1 Peso de tallos (kg)	38
4.2.2 Diámetro de tallo (mm)	39
4.2.3 Longitud del tallo (m).....	39
4.3 Análisis del beneficio-costo del sistema de producción de caña de azúcar, según los resultados obtenidos.	41
5. Discusión	43
6. Conclusiones.....	45
7. Recomendaciones.....	47
8. Bibliografía.....	48
9. Anexos	54

Índice de tablas

Tabla 1. Niveles de agostamiento	32
Tabla 2. Características experimentales del estudio	34
Tabla 3. Esquema de análisis de varianza	36
Tabla 4. Número de nudos	37
Tabla 5. Longitud de entrenudos.....	38
Tabla 6. Promedio de 5 tallos.....	39
Tabla 7. Diámetro de tallo	39
Tabla 8. Longitud del tallo	40
Tabla 9. Promedio de variables.....	40
Tabla 10. Relación beneficio-costos (\$)	41
Tabla 11. Costo de producción en caña de azúcar.	65

Índice de figuras

Figura 1. Fórmula de costo-beneficio	32
Figura 2. Unidades experimentales.....	33
Figura 3. Ubicación geográfica, Cantón Milagro (Recinto Buenos Aires).....	54
Figura 4. Fechas de evaluación en caña de azúcar	54
Figura 5. Distribución de los tratamientos	55
Figura 6. Número de entrenudos.....	55
Figura 7. Longitud de entrenudos.....	56
Figura 8. Peso de 5 tallos.....	57
Figura 9. Diámetro del tallo	58
Figura 10. Altura de la planta	59
Figura 11. Medición de la longitud de entrenudos.....	60
Figura 12. Medición de la altura de la planta.....	61
Figura 13. Conteo de número de nudos.....	61
Figura 14. Cañas de los distintos tratamientos.....	62
Figura 15. Selección de caña de azúcar	62
Figura 16. Marcado de las cañas de azúcar cosechadas	63
Figura 17. Primera visita del tutor de la tesis.....	63
Figura 18. Caña de azúcar en el recinto Buenos Aires	64
Figura 19. Visita del tutor	64

Resumen

El presente trabajo de investigación se lo realizó en el recinto Buenos Aires, Cantón Milagro. En busca de nuevos métodos en la implementación de los recursos hídricos en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y así obtener rendimientos altos en este cultivo. Se trabajó con veinte unidades experimentales (cinco tratamientos con cuatro repeticiones). Los tratamientos con los que se trabajaron: El tratamiento cinco se suspendió el riego a los 30 días antes de la cosecha, en el tratamiento cuatro se suspendió el riego a los 45 días antes de la cosecha, en el tercer tratamiento se suspendió el riego a los 60 días antes de la cosecha, el tratamiento cuatro se suspendió el riego a los 75 días antes de la cosecha y el primer tratamiento se suspendió el riego a los 90 días antes de la cosecha. Se utilizó riego por gravedad y se determinó las fechas óptimas para el riego en fase de maduración. Se obtuvo los datos de cada unidad experimental dando como mejor tratamiento el número tres que tuvo 66 días sin riego hasta la cosecha del cultivo teniendo una mayor longitud de planta, número de nudos, longitud de entrenudos y mayor grosor del tallo.

Palabras clave: Recursos hídricos, rendimiento, riego, suspendió y tratamiento.

Abstract

The present research work was carried out in the Buenos Aires Campus, Milagro. In search of new methods in the implementation of water resources in sugarcane (*Saccharum officinarum*) and thus obtain high yields in this crop. We worked with 20 experimental units (five treatments with four repetitions). The treatments were: in the fifth treatment discontinued irrigation at 30 days before harvest, in the fourth treatment discontinued irrigation at 45 days before harvest, In the third treatment irrigation was suspended 60 days before harvest, in the second treatment irrigation was suspended at 75 days before harvest, and the first treatment was discontinued irrigation 90 days before harvest. Gravity irrigation was used and optimal dates were determined for irrigation in the maturation phase. Data were obtained and treatments obtained longer plant length, number of nodes, length of internodes and increased stem thickness.

Key words: Irrigation, suspension, treatment, water resources and yield.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

La caña de azúcar, un cultivo crucial en regiones tropicales y subtropicales, se enfrenta a desafíos de competitividad en el mercado. La demanda global requiere una gestión más eficiente y efectiva de los recursos de esta planta. La implementación de tecnologías adecuadas y la toma de decisiones informadas son fundamentales para mejorar su competitividad, haciendo hincapié en la importancia de contar con información actualizada y fiable. En Ecuador, la caña de azúcar es un cultivo significativo, siendo su producción destinada a la fabricación de azúcar (Ramírez, 2018).

Su comercialización se realiza en toneladas, con un precio variable actualmente establecido en \$36 por tonelada. Sin embargo, este valor puede cambiar antes de la venta, ya que los ingenios llevan a cabo análisis de la polarización para determinar la cantidad de sacarosa en la caña, lo que afecta el precio de compra para los cultivadores de caña (Gómez, Trejo, Pérez y Bello, 2018).

A pesar de ser originaria de Asia, la caña de azúcar ha adquirido relevancia en la gastronomía ecuatoriana (Maposita y Mora, 2018), siendo un cultivo de importancia en diversas provincias del país.

Jaramillo (2018) también explica que la caña de azúcar es un cultivo con gran potencial de diversificación. Se considera como diversificación productiva la obtención del azúcar de caña en todas sus presentaciones, además de los coproductos, subproductos y derivados de la planta. La caña de azúcar es un cultivo de suma importancia en Ecuador.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La producción y maduración de la caña de azúcar se ven afectadas considerablemente por la carencia de comprensión en la gestión del agua durante el riego, lo que resulta en estrés hídrico. Este estrés provoca daños en aspectos agronómicos fundamentales como la altura de la planta, el diámetro del tallo, la cantidad de nudos y la extensión de los entrenudos, generando un impacto directo en la productividad y el rendimiento económico de los cultivadores de caña.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál es el momento óptimo de agostamiento sin afectar la productividad (TCH) en la caña de azúcar?

1.3 Justificación de la investigación

La caña de azúcar representa uno de los cultivos más importantes del litoral ecuatoriano y este se concentra principalmente en la provincia del Guayas.

Este proyecto busca la optimización en la implementación del riego, mediante el uso de agostamiento, comparándolo con el método tradicional. De esta manera verificar el correcto aporte de agua de acuerdo con los requerimientos del cultivo y estimar la sostenibilidad productiva, económica y ecológica de la caña de azúcar.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El Lugar donde se ejecutó este proyecto es el cantón Milagro provincia del Guayas, recinto Buenos aires con las siguientes coordenadas geográficas: 2°08'05"S 79°35'14"O.
- **Tiempo:** El proyecto se lo llevó a cabo entre marzo y junio.
- **Población:** Este trabajo benefició a los cañicultores de la zona del recinto Buenos Aires del cantón Milagro y zonas aledañas.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de la suspensión del agua en la fase de producción y maduración de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cantón Milagro.

1.6 Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de caña de azúcar durante el proceso de agostamiento en la fase maduración.
- Determinar el momento óptimo de riego en fase maduración de la caña de azúcar.
- Analizar el beneficio-costos del sistema de producción de caña de azúcar, según los resultados obtenidos.

1.7 Hipótesis

La suspensión de agua en la fase de maduración de la caña de azúcar reduce el rendimiento TCH del sistema productivo.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Sela (2023) expone que el estrés hídrico en la fase de crecimiento de los cultivos disminuye su rendimiento total, ocasionando daños en las raíces, lixiviación de nutrientes y deficiencias.

Ramírez (2018) describe la caña de azúcar como una poaceae tropical semi-perenne con tallos gruesos y fibrosos, alcanzando alturas de tres a cinco metros, con una alta concentración de sacarosa utilizada en la producción de azúcar.

Guevara (2018) destaca que la caña de azúcar demanda una gran cantidad de agua, siendo la disponibilidad hídrica el factor principal que impacta su crecimiento, llegando a reducir su rendimiento hasta un 70% en condiciones de sequía.

Solera (2004) indica que la caña de azúcar contiene un 14% de material fibroso crucial para el soporte y el transporte de nutrientes, mientras que el 86% restante es jugo de caña compuesto por agua (70%), sacarosa (14%) e impurezas (2%).

Díaz (2019) enumera los beneficios del cultivo de caña de azúcar, resaltando su adaptabilidad a ciclos productivos múltiples, la facilidad para la mecanización, la respuesta efectiva a la fertilización y el riego, así como la capacidad técnica para proporcionar otros productos y materiales relacionados con procesos de saneamiento.

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2015) proporciona la taxonomía de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), clasificándola en el reino Plantae, la división Magnoliophyta, la clase Liliopsida, entre otras categorías.

En el sistema productivo de la caña de azúcar, el enfoque primordial reside en la producción de tallos, donde se almacena la sacarosa. La planta presenta tallos no ramificados con segmentos circulares, nudos espaciados (15-25 cm) con mayor separación en la parte superior y proximidad en la base (Osorio, 2007).

López (2015) relaciona factores como la cantidad, diámetro, coloración y hábito de crecimiento de la caña con la variedad sembrada, mientras que la longitud del tallo se asocia más con las condiciones agroecológicas y el manejo agronómico.

Los requisitos edafoclimáticos adecuados para el cultivo de caña de azúcar incluyen una temperatura óptima entre 26°C y 30°C, precipitación superior a 1500 mm/año, humedad relativa de 75% a 85%, suelos bien drenados, ricos en materia orgánica y pH entre 5.5 y 7.5 (Abonamos, 2023).

El cultivo se adapta a diferentes texturas de suelo, desde arcillosos pesados hasta suelos sueltos con alta materia orgánica, pero requiere una profundidad adecuada para un suministro óptimo de agua (Núñez, 2019).

Ibarra et al. (2018) mencionan los costos de inversión para sistemas de manejo de cultivos de caña, incluyendo la instalación de riego y herramientas, estimando una inversión de \$27116 por hectárea, aspecto relevante para el análisis de rentabilidad.

Solera (2017) destaca la sensibilidad de la caña a los cambios de luz, especialmente a la reducción del día, mencionando la duración del día necesaria para inducir la floración en variedades, que va desde las 12:30 a las 12:00 horas luz, con períodos inductivos que oscilan entre 120 días y hasta 20 días para ciertas variedades.

2.1.1 Variedades de caña de azúcar en Ecuador

Las variedades de caña de azúcar que se encuentran en el Ecuador según Ávila (2018) son:

- **POJ-28-78:** Usada en Cotopaxi y el Valle de Yunguilla.
- **Ragnar:** Usada en el Guayas y Cotopaxi.
- **ECU-1:** Produce 17 toneladas por hectárea más que la Ragnar y su porcentaje de azúcar y fibra es mayor.
- **ECU-3 y ECU-4:** Incrementa la superficie de siembra y superioridad de producción de azúcar a nivel comercial que el Ragnar.
- **ECU-7 y ECU-8:** Nuevas y mejores opciones de siembra para los diferentes ambientes y tipos de suelos que poseen; incrementando la productividad, rentabilidad y sostenibilidad del cultivo.
- **ECU-9:** Mayor producción de materia seca por unidad de superficie, con una demanda mundial creciente debido a que se pueden obtener varios productos de esta planta.
- **CC85-92:** Variedad que presenta alta productividad, sumada a la resistencia de algunas enfermedades y plagas.

En el Ecuador la variedad CC 85-92 se distribuye de manera porcentual en los cañicultores un 49%, mientras que en áreas propias de los ingenios La Troncal, San Carlos y Valdez un 35% Vecilla (2016).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Agostamiento que favorezca la producción de caña de azúcar

Marasca (2015) explica que comprender la estructura de la caña de azúcar facilita la identificación y diferenciación entre especies y variedades. Esta planta se desarrolla en grupos de plantas llamadas matas, compuestas por una parte

superior con inflorescencias, hojas y tallos, y una parte inferior subterránea formada por las raíces.

Las zonas principales para el cultivo de caña de azúcar se ubican en la costa ecuatoriana, siendo la provincia de Guayas responsable del 87% del área total sembrada. En la región de la Sierra, Cañar, Loja e Imbabura son provincias relevantes, representando el 7%, 4% y 2% respectivamente de la producción nacional (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo [INEC], 2012).

Maroteo (2023) señala que el tallo de la caña de azúcar almacena jugos con alto contenido de sacarosa, esenciales para la producción de azúcar cuando se extraen y cristalizan en el ingenio.

SAGARPA (2015) detalla que el ciclo de crecimiento de la caña de azúcar varía según la variedad y está influenciado por el clima, tardando de 12 a 16 meses desde la semilla hasta la cosecha. Este proceso abarca cuatro etapas: brotación/emergencia, amacollamiento, rápido crecimiento y madurez. Asimismo, el desarrollo de las socas (segundo corte de yemas) toma entre 11 y 13 meses, pasando por etapas de germinación, amacollamiento, rápido crecimiento y madurez.

Ramírez, Becerra y Mora (2021) explican que la caña de azúcar es altamente demandada debido a su naturaleza semi-perenne y su capacidad de producir abundante biomasa. Aunque puede tolerar la sequía, frecuentemente se cultiva mediante riego.

Durante la fase de maduración, es desaconsejable el uso excesivo de agua, ya que afectaría la calidad del jugo y estimularía el crecimiento vegetativo, interrumpiendo las labores de campo y transporte. Se estima que por cada 10 mm de agua utilizada, se puede obtener alrededor de una tonelada de caña por

hectárea, lo que impacta directamente en las estrategias de manejo del cultivo (Aguilar, 2011).

2.2.2 Características agronómicas del cultivo de caña de azúcar.

2.2.2.1. Descripción botánica

La caña de azúcar, perteneciente a la familia Poaceae y una planta tropical, se cultiva como una compleja mezcla de especies del género *Saccharum*, incluyendo *S. Barberi*, *S. Sinense*, *S. Officinarum*, *S. Robustum* y *S. Spontaneum*, que se han entrecruzado de forma natural, generando una amplia diversidad dentro de este género (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador [CINCAE], 2004).

Según Yara (2023), la caña de azúcar es una planta semi-perenne que puede desarrollarse rápidamente, produciendo de 4 a 12 tallos que alcanzan alturas de 3 a 5 metros. Clasificada como una planta C4, muestra una tasa de fotosíntesis notablemente superior, alrededor de un 150-200 % más alta que otras plantas promedio. Después del período de amacollamiento, experimenta un crecimiento acelerado que requiere un programa nutricional completo.

El alargamiento del tallo ocurre velozmente, generando entre 4 y 5 nudos por mes, siendo esta etapa predominantemente rica en fibra en el tallo y con niveles relativamente bajos de sacarosa (Rivera, 2011).

En lo que respecta a su estructura, Infoagro (2022) detalla los principales órganos de la caña de azúcar:

Raíces: Se compone de un sistema robusto de rizomas subterráneos.

Tallo: Es un tallo sólido, cilíndrico (de unos 5-6 cm de diámetro) y alargado (entre 2 y 5 metros de altura) que no se ramifica. Este tallo se considera un fruto agrícola genuino debido a la acumulación de azúcar en sus nudos. La caña de

azúcar contiene aproximadamente un 14% de sacarosa, aunque esta concentración varía durante la cosecha. Además de la sacarosa, la caña tiene otros usos como la melaza (usada en la producción de ron) y el bagazo, así como aplicaciones menos conocidas como la producción de abonos, ceras, fibras absorbentes, entre otros.

Hojas: Son largas, delgadas y planas, cubiertas por pequeñas vellosidades que contienen numerosas estomas.

Inflorescencia: Su aparición está condicionada por varios factores como la edad, la fertilización, el fotoperiodo, la temperatura y la humedad. Una vez que se cumplen estas condiciones, la planta cambia de una etapa vegetativa a una reproductiva. La inflorescencia es una panícula con tallos secundarios que contienen pares de pequeñas flores conectadas por pedúnculos y una flor terminal.

2.2.2.3. Desarrollo vegetativo

El proceso de crecimiento vegetativo de la caña de azúcar es la siguiente forma:

2.2.2.3.1. Periodo de brotación

Chinchilla (2018) describe la germinación como el cambio de un estado inactivo a uno activo, facilitando el desarrollo gradual de la yema hasta su transformación en planta. Durante el enraizamiento de las plantas, las yemas permanecen inactivas, mientras que el meristema apical juega un papel crucial al generar hormonas que suprimen el crecimiento de brotes laterales, un fenómeno conocido como dominancia apical. Interrumpir este proceso, ya sea mediante la poda de esquejes o la eliminación de brotes, puede interrumpir esta supresión y dar lugar al crecimiento de nuevos brotes laterales.

Castillo (2004) menciona que los trozos de caña deben ser de dos o tres yemas, no se debe sembrar comercialmente trozos con una sola yema debido a que los entrenudos y nudos son una barrera natural para la infección y movimiento de las enfermedades, siendo dos o tres yemas menos susceptibles a las infecciones.

2.2.2.3.2. Calidad de semilla

Según Garcés (2012), es fundamental que las semillas posean una calidad fitosanitaria elevada y una pureza genética para garantizar una óptima germinación. Esto no solo asegura la salud de las plantas, sino que también contribuye a aumentar la productividad y extender la vida útil de las mismas.

Cenicaña (2015) señala que la caña de azúcar, al ser una semilla vegetativa, requiere un cuidadoso tratamiento y clasificación para eliminar enfermedades y plagas, permitiéndose una tasa de penetración entre los nudos igual o inferior al 5%.

Los semilleros, áreas dedicadas exclusivamente al cultivo de la caña, son la fuente primordial de las semillas. Planificarlos con anticipación a la siembra es crucial, ya que se debe estimar la cantidad de semillas necesarias para la plantación comercial. Por ejemplo, un área de 10,000 metros cuadrados en óptimas condiciones puede generar hasta 60 toneladas de semillas, suficientes para abastecer hasta 6 hectáreas de caña comercial (Victoria y Calderón, 1995).

En cuanto al momento de corte de las semillas, es recomendable realizarlo entre los 7 y 9 meses de edad para asegurar una producción y germinación exitosas (Senara, 1992).

2.2.2.4. Riego

Según Trezza, Pacheco, Suárez, Nuñez y Umbría (2008), los requerimientos hídricos para la caña de azúcar varían entre 1600 y 2500 mm/año. Estas variaciones se deben principalmente a la ubicación del cultivo, aunque también cambian según la fase de crecimiento de la planta. A pesar de aplicar agua a la caña de azúcar, no se aprovecha en su totalidad, lo que obliga a aplicar más cantidad de la necesaria. La eficiencia promedio del riego por gravedad es del 40%, mientras que por aspersión es del 70%.

El riego previo a la cosecha, definido como los riegos aplicados hasta el final de la etapa de crecimiento antes de la maduración, se considera una innovación en la investigación para la zona cañera en términos de su impacto y rentabilidad (Castro y Rosales, 2008).

Tejada (2013) señala que aproximadamente el 80% de las raíces de la caña de azúcar se concentran en los primeros 60 cm del suelo, lo que subraya la importancia de tener un buen drenaje en los terrenos de cultivo. Por lo tanto, al aplicar riego en este cultivo, es crucial considerar la cantidad de agua y la frecuencia, que dependerán del estado fenológico de la caña, el clima y el tipo de suelo.

En la industria azucarera, López (2021) destaca la importancia de programar el riego mediante un análisis combinado de factores como la capacidad del suelo para retener humedad, las etapas fenológicas más sensibles al agua, la demanda hídrica según el clima y la etapa fenológica, y los criterios de manejo del cultivo.

El riego por pulsos, según Álvarez y Villalba (2019), tiene una duración de acción más corta debido a la reducción de la tasa de infiltración, que se debe a la disminución de la permeabilidad del suelo, principalmente por la compactación

causada durante las discontinuidades debido al aumento de la tensión del suelo y del agua.

2.2.2.5. Zafra

La recolección, conocida como zafra, es una actividad planificada en los ingenios para alcanzar rendimientos óptimos de azúcar, buscando eficiencia, productividad y rentabilidad económica (Consejo Salvadoreño de la Agroindustria Azucarera [CONSA], 2016).

En el proceso de recolección, es esencial evitar pasar sobre las filas de caña para no causar daños, no arrancar las cepas, ubicar el apilador en el espacio entre surcos, prevenir la caída de la caña por parte de los cargadores y evitar golpes o daños a la caña cortada. Entre el 45% y el 85% de las pérdidas se atribuyen a cañas dañadas, troceadas o maltratadas. Es crucial evitar cortar caña demasiado madura o inmadura, asegurándose de que cada caña cortada esté limpia, sin hojas, basura o raíces (Espinoza, 2017).

Según Torres (2017), la caña de azúcar se comercializa en toneladas, su precio varía según el mercado y en Ecuador, en el año 2016, su valor fue de 31,70 dólares por cada 20 toneladas de caña. Este precio está directamente relacionado con el porcentaje de sacarosa en la caña, un indicador que mide el nivel de azúcar.

En Ecuador, la zafra suele iniciarse en julio y extenderse hasta diciembre, abarcando un promedio de 150 días (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador [CINCAE], 2018).

2.2.3 Beneficio-costo del sistema de producción de caña de azúcar

2.2.3.1. Productividad y rentabilidad

Horacio (2018) plantea que, desde una perspectiva agronómica, la rentabilidad, definida como la capacidad de un cultivo para generar ganancias por unidad de inversión, constituye uno de los tres principales factores de producción junto con la tierra y la mano de obra. Destaca que la rentabilidad de la caña de azúcar se mantiene a un nivel globalmente aceptable, ya que el suministro constante de este cultivo es fundamental para la industria agroalimentaria a nivel internacional.

Asimismo, Carrillo (2018) sugiere que aumentar los beneficios derivados de la producción de caña de azúcar puede lograrse mediante estrategias que optimicen el uso del agua, mejoren los rendimientos a través de la investigación tecnológica y promuevan prácticas agronómicas más efectivas. Además, resalta la importancia del financiamiento oportuno, el cuidado adecuado del cultivo, la diversificación de productos, una mayor profesionalización de las empresas del sector y una distribución equitativa de los ingresos generados por esta actividad, contribuyendo así al crecimiento empresarial de los productores de caña.

2.2.3.2. Reducción de costos de agua y fertilizantes

La reducción de la evaporación del agua no solo disminuye los costos del recurso hídrico, sino que también previene la pérdida simultánea de fertilizantes. El uso de cobertura en el suelo favorece la producción al evitar que las malezas compitan por los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, bloqueando así su absorción por parte de las malezas y permitiendo que las plantas obtengan lo necesario para su desarrollo (Salinas, Sanchez y Fabian, 2014).

Valverde (2000) explica que la lámina de riego representa la cantidad específica de agua que debe aplicarse al suelo para satisfacer las demandas del cultivo. Además, señala que las raíces absorbentes suelen concentrarse a una

profundidad de entre 30 y 40 centímetros, donde se produce la mayor absorción de agua.

En relación con la caña de azúcar, NaanDanJain (2013) destaca su alta demanda de nutrientes. Por lo tanto, el programa de fertigación busca suministrar los nutrientes requeridos por la caña de azúcar de manera oportuna, minimizando las pérdidas debidas a la lixiviación de nitratos.

2.2.3.3. Relación beneficio-costo

Rebollar, Cervantes, Jaramillo y Cardoso (2012) explican que en la industria azucarera agrícola, unas 15 regiones proveedoras de caña de azúcar, con la misma cantidad de ingenios, emplean la técnica de "acolchado cañero" con el fin de conservar agua, un recurso crucial para la industria cañera, y aumentar la productividad.

El manejo del riego en distintas áreas de la zona cañera se ha llevado a cabo de manera sostenible, lo que ofrece una oportunidad para mejorarlo (Castro, 2005).

Mena, Guadalupe, Vado y Rodolfo (2019) señalan que, según la opinión generalizada, el coste del mantillo agrícola es bastante bajo, por lo que optimizar este recurso resulta una recomendación valiosa. Las innovaciones tecnológicas han permitido obtener mantillos de espesor reducido, pero con una resistencia mecánica considerable, lo que contribuye a una alta productividad con inversiones mínimas. La caña es un cultivo de alto rendimiento y ofrece la posibilidad de producir diversos productos derivados de ella.

2.2.4 Croquis de asignación de tratamientos

En cuanto al croquis de asignación de tratamientos, los investigadores emplean una tabla de números aleatorios u otro método de selección ordenado al azar,

garantizando que cada unidad de muestra de una población de tamaño N tenga igual y no nula probabilidad de ser seleccionada para la muestra (Baque, Valdez, Ibarra y Vera, 2019).

2.3 Marco legal

Este proyecto tendrá en cuenta las disposiciones legales de apoyo a la investigación arraigadas en la Constitución de la República del Ecuador 2008.

Capítulo segundo

Derechos del buen vivir Sección primera Agua y alimentación.

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria (p. 5).

Capítulo tercero

Soberanía alimentaria

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente. Para ello, será responsabilidad del Estado: 1. Impulsar la producción, transformación agroalimentaria y pesquera de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitarias y de la economía social y solidaria. 2. Adoptar políticas fiscales, tributarias y arancelarias que protejan al sector agroalimentario y pesquero nacional, para evitar la dependencia de importaciones de alimentos. 3. Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria. 4. Promover políticas redistributivas que permitan el acceso del campesinado a la tierra, al agua y otros recursos productivos. 5. Establecer mecanismos preferenciales de financiamiento para los pequeños y medianos productores, facilitándoles la adquisición de medios de producción. 6. Promover la preservación y recuperación de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas. 7. Precautelar que los animales destinados a la alimentación humana estén sanos y sean criados en un entorno saludable. 8. Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiadas para garantizar la soberanía alimentaria. 9. Regular bajo normas de bioseguridad el uso y desarrollo de biotecnología, así como su experimentación, uso y comercialización. 10. Fortalecer el desarrollo de organizaciones y redes de productores y de consumidores, así como las de

comercialización y distribución de alimentos que promueva la equidad entre espacios rurales y urbanos. 11. Generar sistemas justos y solidarios de distribución y comercialización de alimentos. Impedir prácticas monopólicas y cualquier tipo de especulación con productos alimenticios. 12. Dotar de alimentos a las poblaciones víctimas de desastres naturales o antrópicos que pongan en riesgo el acceso a la alimentación. Los alimentos recibidos de ayuda internacional no deberán afectar la salud ni el futuro de la producción de alimentos producidos localmente. 13. Prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud o que la ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos. 14. Adquirir alimentos y materias primas para programas sociales y alimenticios, prioritariamente a redes asociativas de pequeños productores.

Art. 282.- El Estado normará el uso y acceso a la tierra que deberá cumplir la función social y ambiental. Un fondo nacional de tierra, establecido por ley, regulará el acceso equitativo de campesinos a la tierra. Se prohíbe el latifundio y la concentración de la tierra, así como el acaparamiento o privatización del agua y sus fuentes. El Estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental (p. 69).

Sección sexta: Agua

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico (Asamblea Nacional Constituyente, 2008, p.94).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación fue de tipo experimental, se buscó evaluar la suspensión del agua (agostamiento) en TCH durante la maduración de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el cantón Milagro, provincia del Guayas.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue experimental en la cual evaluó cinco tratamientos con cuatro repeticiones con diferentes niveles de manejo del agua con la finalidad de identificar el mejor tratamiento.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

Según el tipo de investigación, se incluyeron las variables.

3.2.1.1. Variable independiente

3.2.1.1.1. Niveles de agostamiento

Se realizó cinco tratamientos con cuatro repeticiones en la que se evaluó cada 15 días. Se tomó las evaluaciones a partir del tercer mes anterior a la cosecha (novenio mes del cultivo). En el tratamiento cinco (T5) se suspendió el riego a los 30 días antes de la cosecha, en el tratamiento cuatro (T4) se suspendió el riego a los 45 días antes de la cosecha, en el tratamiento tres (T3) se suspendió el riego a los 60 días antes de la cosecha, en el tratamiento dos (T2) se suspendió el riego a los 75 días antes de la cosecha y en el tratamiento uno (T1) se suspendió el riego a los 90 días antes de la cosecha. Se utilizó riego por gravedad y se determinó el tiempo óptimas para el riego en fase de maduración.

Tabla 1. Niveles de agostamiento

Tratamientos	Suspensión del riego	Fecha del último riego	Días sin riego
T1	9.0 meses	14-Marzo	93
T2	9.5 meses	29-Marzo	79
T3	10.0 meses	14-Abril	66
T4	10.5 meses	29-Abril	52
T5	11.0 meses	15-Mayo	34

Macias, 2023

Se analizó el beneficio-costo en el sistema de producción de la caña de azúcar

$$C/B = \frac{\text{ingresos totales netos}}{\text{costos totales}}$$

Figura 1. Fórmula de costo-beneficio
Macias, 2023

3.2.1.2. Variables dependientes

Las variables dependientes evaluadas fueron: Longitud del tallo, diámetro del tallo, peso del tallo, número de nudos y longitud de entrenudos.

3.2.1.2.1. Longitud del tallo

Se tomó cinco tallos al azar de la unidad experimental y se comenzó a tomar la altura de cada tallo seleccionado con la ayuda de un flexómetro. Se sumó todas las alturas y se obtuvo un promedio de cada tratamiento con su repetición.

3.2.1.2.2. Diámetro de tallo

Se tomó cinco tallos al azar de la unidad experimental y se tomó el diámetro de cada tallo seleccionado con la ayuda de un calibrador. Se sumó todos los diámetros y se obtuvo un promedio por cada tratamiento con su repetición.

3.2.1.2.3. Peso del tallo

Se tomó cinco tallos al azar de la unidad experimental con la ayuda de una balanza se obtuvo el peso de los tallos de cada tratamiento con su repetición.

3.2.1.2.4. Número de nudos

De los cinco tallos tomados al azar se seleccionó dos tallos y se comenzó a contar los nudos del tallo. Se sumó cada dato y se obtuvo un promedio por tratamiento con su repetición.

3.2.1.2.5. Longitud de entrenudos

En la longitud se tomó cinco datos de cada tallo seleccionado y se obtuvo un promedio de los entrenudos de cada tratamiento con su repetición.

3.2.2 Tratamientos

R1					R2					R3					R4				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
T2	T5	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T5	T3	T1	T2	T5	T4	T4	T3	T5	T2	T1

Figura 2. Unidades experimentales
Macias, 2023

3.2.3 Diseño experimental

Se aplicó un modelo experimental con diseños de bloques aleatorios. Este diseño es una técnica estadística que nos permitió identificar y cuantificar las causas del efecto que hubo en este trabajo de investigación. El diseño estuvo compuesto por cinco tratamientos con cuatro repeticiones, por cada unidad experimental se tomó cinco tallos al azar como unidad de muestreo seleccionada, en donde se le tomó distintas variables agronómicas como la altura de la planta, peso de cinco tallos, número de entrenudos, longitud de entrenudos, diámetro del tallo con la finalidad de comparar los resultados de cada tratamiento y trabajar con este método de suspensión del riego en caña en la zona del Guayas.

Tabla 2. Características experimentales del estudio

Características	Descripción
Tipo de diseño	DBCA
Área total del experimento	100 metros lineales
Número de unidades experimentales	20 unidades
Número de tratamientos	5 tratamientos
Número de planta muestreadas	5 plantas al alzar
Distancia entre parcelas	6 metros
Distancia entre plantas	1.8 m - 1.9 m
Promedio de número de entrenudos	16.5 a 24.5
Altura promedio de las plantas	2 metros

Macías, 2023

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

3.2.4.1.1. Recursos bibliográficos

En este trabajo de investigación se utilizó recursos bibliográficos para obtener información de: tesis, documentos en sitios web, páginas web, libros, revistas, entre otros.

3.2.4.1.2. Materiales y equipos

- Machete
- Estacas
- Flexómetro (metro)
- Calibrador
- Balanza
- Cinta de color

Equipos utilizados:

- Guía de campo
- Computadora
- Dispositivo móvil
- Agenda y cronograma
- Cámara fotográfica

3.2.4.1.3. Recursos humanos

En cuanto a recursos humanos: Técnicos del Ingenio Valdez, Docentes de la Universidad Agraria del Ecuador, estudiantes de la carrera de agronomía de la UAE, colaboradores de la finca, tutor y tesista.

3.2.4.1.4. Recursos económicos

Los recursos económicos que se utilizaron en este estudio fueron financiados por el ingeniero tutor y tesista de este estudio.

3.2.4.2. Métodos y técnicas

Los métodos y técnicas que se utilizaron fueron de acuerdo con el tipo de investigación realizada. Cabe indicar que, se realizó la recolección de datos aplicando las diferentes técnicas o métodos que se detallaron en este documento.

3.2.4.2.1. Deductivo

Por medio de este método se comprobó la efectividad del agostamiento sobre el rendimiento de la caña de azúcar a partir de noveno mes, en la etapa de maduración.

3.2.4.2.2. Análisis

A través de este método se analizó la información que se recopiló de este estudio, con la finalidad de precisar el efecto del agostamiento en el rendimiento

de la caña de azúcar, y que esta información sirva de base técnica para futuras investigaciones que se vayan a realizar, sobre la caña de azúcar.

3.2.4 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se evaluaron bajo el análisis de varianza y prueba de Tukey.

Tabla 3. Esquema de análisis de varianza

	Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	$t-1$	4
Repeticiones	$r-1$	3
Error experimental	$(t-1)(r-1)$	12
Total	$t*r-1$	19

Macias, 2023

3.2.4.1. Hipótesis estadística

- **Hipótesis nula (H_0):**

1. La suspensión del riego no tendrá efecto sobre las variables agronómicas evaluadas en el sistema productivo de la caña.
2. La suspensión del riego en la etapa de maduración no tendrá efecto sobre las parcelas evaluadas de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

- **Hipótesis alternativa (H_a):**

1. La suspensión del riego tendrá efecto sobre las variables agronómicas evaluadas en el sistema productivo de la caña.
2. La suspensión del riego en la etapa de maduración tendrá efecto sobre las parcelas evaluadas de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

4. Resultados

4.1 Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de caña de azúcar durante el proceso de agostamiento en la fase maduración.

4.1.1 Descripción del efecto de suspensión del agua en caña de azúcar

El experimento se dispuso con la variedad de caña CC85-92. El área experimental de la parcela fue de 100 m lineales siendo un total de 20 unidades experimentales. Se evaluaron cinco tratamientos, correspondientes a días de suspensión de riego o días de agostamiento, considerando la frecuencia de riego cada 15 días que se presentó en el área de ensayo desde el noveno mes del tratamiento, hasta treinta y cuatro días antes de la cosecha. Las variables agronómicas que se tomaron fueron número de nudos (N), longitud de entrenudos (cm), diámetro del tallo (cm), peso tallos (kg) y longitud de tallo (M).

4.1.2 Número de nudos (N)

La tabla cuatro se muestra que el tratamiento cinco es el de mayor número de nudos con 22.90, seguido del tratamiento dos con 18.00, el tratamiento uno con 16.25, el tratamiento cuatro con 14.75 comparado con los otros tratamientos en estudio siendo el tratamiento tres el que presento menor número de nudos con 14.13. Teniendo un coeficiente de variación (CV) de 11.52 (Ver figura 6 - gráfico 1).

Tabla 4. Número de nudos (N)

Tratamiento	N	Media	E.E.	
T5 (11 M)	4	22.90	0.99	a
T2 (9.5 M)	4	18.00	0.99	b
T1 (9 M)	4	16.25	0.99	b
T4 (10.5 M)	4	14.75	0.99	b
T3 (10 M)	4	14.13	0.99	b
C.V.		11.52		
p-valor		0.0003		

Macias, 2023

4.1.3 Longitud de entrenudos (cm)

En la tabla cinco se muestra que el tratamiento tres tiene mayor longitud de entrenudos con un 18.3 cm, seguido del tratamiento cuatro con una longitud de entrenudos de 17.65 cm, el tratamiento dos con una longitud de entrenudos de 17.43 cm, el tratamiento uno con una longitud de entrenudos de 17.05 cm y el tratamiento cinco con 16.1 cm siendo este el valor más bajo. Teniendo un coeficiente de variación (CV) de 11.63 (Ver figura 7 - gráfico 2).

Tabla 5. Longitud de entrenudos (cm)

Tratamiento	N	Media	E.E.	
T3 (10 M)	4	18.30	1.01	a
T4 (10.5 M)	4	17.65	1.01	a
T2 (9.5 M)	4	17.43	1.01	a
T1 (9 M)	4	17.05	1.01	a
T5 (11 M)	4	16.10	1.01	a
C.V.		11.63		
p-valor		0.63		
Macías, 2023				

4.2 Determinación del momento óptimo de riego en fase maduración de la caña de azúcar.

Las variables que se tomaron fueron:

4.2.1 Peso de tallos (kg)

En la tabla seis se muestra que el tratamiento tres tiene mayor promedio de peso de los cinco tallos de caña que se tomaron alzar con un 13.1 kg, seguido del tratamiento cinco con un 11.05 kg, el tratamiento cuatro con 10.03 kg, el tratamiento uno con 8.55 kg y el tratamiento dos 7.73 kg siendo este la media más baja de los promedios obtenidos en esta variable agronómica. El peso del tallo es uno de las variables más importante en esta investigación. Teniendo un coeficiente de variación (CV) de 8.31 (ver figura 8 – gráfico 3).

Tabla 6. Promedio de 5 tallos (kg)

Tratamiento	N	Media	E.E.				
T3 (10 M)	4	13.10	0.42	a			
T5 (11 M)	4	11.05	0.42		b		
T4 (10.5 M)	4	10.03	0.42		b	c	
T1 (9 M)	4	8.55	0.42			c	d
T2 (9.5 M)	4	7.73	0.42				d
C.V.		8.31					
p-valor		0.001					

Macias, 2023

4.2.2 Diámetro de tallo (mm)

En la tabla siete se muestra que el tratamiento tres que tiene una media de 30.2 mm siendo este el de mayor valor, seguido del tratamiento cuatro con 27.73 mm, el tratamiento uno con 27.05 mm, el tratamiento dos con 25.23 mm y el tratamiento cinco con 27.73 mm siendo este el valor más bajo. Teniendo un coeficiente de variación (CV) de 5.46 (Ver figura 9 - gráfico 4).

Tabla 7. Diámetro de tallo (mm)

Tratamiento	N	Media	E.E.				
T3 (10 M)	4	30.20	0.74	a			
T4 (10.5 M)	4	27.73	0.74	a	b		
T1 (9 M)	4	27.05	0.74	a	b		
T2 (9.5 M)	4	25.23	0.74		b		
T5 (11 M)	4	25.05	0.74		b		
C.V.		5.46					
p-valor		0.002					

Macias, 2023

4.2.3 Longitud del tallo (m)

En la tabla ocho se muestra que el tratamiento cinco tiene la mejor media en la longitud de la planta con 3.35 m, seguido del tratamiento uno con 3.05 m, el tratamiento dos con 2.98 m, el tratamiento cuatro con 2.93 m y el tratamiento tres

con 2.70 m siendo este el valor más bajo. Teniendo un coeficiente de variación (CV) de 8.09 (ver figura 10 - gráfico 5).

Tabla 8. Longitud del tallo (m)

Tratamiento	N	Media	E.E.		
T5 (11 M)	4	3.35	0.12	a	
T1 (9 M)	4	3.05	0.12	a	b
T2 (9.5 M)	4	2.98	0.12	a	b
T4 (10.5 M)	4	2.93	0.12	a	b
T3 (10 M)	4	2.70	0.12		b
C.V		8.09			
p-valor		0.033			

Macías, 2023

4.2.4 Promedios de variables

En la tabla nueve se presenta los promedios de variables del desarrollo de tallo y población a los nueve meses (tallos/m lineal), de la variedad CC85-92 con diferentes días de agostamiento, evaluados en recinto Buenos Aires, Guayas, 2023. La longitud de los entrenudos se encontró una diferencia estadística, siendo el tratamiento cuatro (T3) el que obtuvo más longitud a la cosecha, separando a los demás periodos agostados especialmente con aquellos a los cuales se les suspendió el riego antes de los 10 meses del ciclo, lo que indicaría que tener aún condiciones de capacidad de campo en la superficie. Los promedios que se muestran ayudarán a investigaciones futuras en este cultivo.

Tabla 9. Promedio de variables

TR	Agoste (meses)	Días sin Riego	Nº nudos	Long. entrenudos(cm)	Diam. del tallo (mm)	Long. de tallo(m)
T1	9.0	93	19.10	17.30	28.10	3.20
T2	9.5	79	20.10	15.80	26.30	3.10
T3	10.0	66	17.50	17.70	27.60	3.00
T4	10.5	52	17.50	21.00	27.30	3.00
T5	11.0	34	18.70	17.90	27.30	3.00

Macías, 2023

4.3 Análisis del beneficio-costo del sistema de producción de caña de azúcar, según los resultados obtenidos.

Tabla 10. Relación beneficio-costo (\$)

Descripción	T1	T2	T3	T4	T5
Ingresos/ Ha					
Rendimiento (THC)	117.40	103.32	164.17	144.38	137.45
Precio de venta (Tonelada)	35.05	35.05	35.05	35.05	35.05
Ingresos por venta de cada tratamiento	4114.87	3621.37	5754.16	5060.52	4817.62
Costo de producción/ha	2942	2982	3022	3062	3102
Total, de egresos	2942	2982	3022	3062	3102
Beneficio neto	1172.87	639.37	2.732.16	1.998.52	1.715.62
Relación B/C	0.40	0.21	0.90	0.65	0.55

Macías, 2023

Ganancias económicas alcanzadas en cinco periodos de suspensión de agua en la variedad de caña de azúcar CC85-92 en el cantón Milagro, recinto Buenos Aires. El tratamiento uno (9 meses) tuvo su último día de riego el 14 marzo del 2023 hasta la cosecha que estuvo con 93 días sin riego teniendo ganancia de \$4114.87 con un egreso de \$2942 y teniendo un beneficio neto de \$1172; el tratamiento dos (9.5 meses) tuvo su último día de riego el 29 marzo del 2023 hasta la cosecha que estuvo con 79 días sin riego teniendo una ganancia de \$3621.37 con un egreso de \$2982 y con un beneficio neto de \$639.37; el tratamiento tres (10 meses) tuvo su último día de riego el 14 de Abril del 2023 hasta la cosecha que tuvo 66 días sin riego teniendo una ganancia de \$5754.16 con un egreso de \$3.022 y teniendo un beneficio neto de \$2732.16; el tratamiento cuatro (10.5 meses) tuvo su último día de riego el 29 de Abril del 2023 hasta la cosecha que estuvo 52 días sin riego teniendo una ganancia de \$5060.52 con egreso de \$3062 y teniendo un beneficio neto de \$1998.52; el tratamiento cinco (11 meses) tuvo su último riego el 15 de Mayo del 2023 hasta la cosecha que

estuvo 34 días sin riego teniendo una ganancia de \$4817.62 con un egreso de \$3102 y teniendo una ganancia neta de \$1715.62. El análisis económico en la producción de caña con el manejo de los riegos, se contempló el precio actual en el 2023 de venta de una tonelada de caña de azúcar en \$35.05, costo unitario del riego en \$40, incluido bombeo (Ver tabla 10-11).

5. Discusión

El efecto de diferentes periodos de suspensión de agua no solo estuvo supeditado a la estadística de la producción y rendimiento en la caña de azúcar. Este estudio estuvo bajo las condiciones de suelo y clima del sitio de estudio, se buscó determinar el periodo de agostamiento necesario para maximizar la cantidad de TCH y el contenido azucarero de la caña cosechada.

El tratamiento número tres tuvo muy buenos resultados siendo este el más efectivo. Estuvo sin riego durante 66 días antes de la cosecha. En la parte estadística no se mostró diferencias significativas para las variables de producción y rendimiento. Se alcanzó los niveles que son recomendables para la cosecha de caña. Esos valores repercuten directamente sobre el rendimiento azucarero, que para el tratamiento tres de 66 días de agoste, alcanzó mayor tonelaje con 164,17 en lo que se concuerda con Sela (2023) menciona que el estrés hídrico durante la etapa de crecimiento del cultivo reduce el rendimiento total. Puede dañar las raíces de la caña, puede provocar lixiviación de nutrientes y deficiencias, reduce el rendimiento y la calidad.

La suspensión de agua en la etapa de maduración del cultivo ha sido muy importante ya que se trata de no desperdiciar el recurso hídrico al momento de implementarlo en el cultivo y no hay diferencia significativa a lo que Guevara (2018) señala que la caña de azúcar es uno de los cultivos con mayor demanda de agua y la disponibilidad de agua es el factor más importante que afecta el crecimiento de la caña de azúcar. Según la investigación, el rendimiento de la caña de azúcar se puede reducir hasta en un 70% en condiciones de sequía. El cambio climático puede aumentar la tasa de transpiración y disminuir la

disponibilidad de agua en el suelo. Por lo tanto, la demanda de riego en la producción de caña de azúcar está aumentando.

En cuanto lo económico en la parte de beneficio-costos de este proyecto es rentable en el tratamiento tres tiene un costo de producción aproximado de \$3022 y un ingreso de venta por este tratamiento de \$5754.16 así teniendo una ganancia neta de \$2732.16. Los valores obtenidos demuestran que hay una diferencia significativa con respecto a Ibarra et al (2018) que mencionan que los costos de inversión para ambos sistemas de manejo los cuales incluyen el costo de instalación del sistema de riego, herramientas y equipo para llevar a cabo las prácticas de manejo del cultivo de caña. Se estimó un costo de inversión de \$27116 ha. Este costo de inversión no está considerado dentro de los costos de producción, pero si se tomaron en cuenta para el análisis de rentabilidad.

En lo que respecta a la hipótesis planteada no se acepta ya que la suspensión de agua en la maduración del cultivo reduce el TCH en el tratamiento tres, donde se obtuvo mejor rendimiento en la parte de desarrollo y productividad.

6. Conclusiones

De acuerdo con los datos obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en el recinto Buenos Aires, Guayas. Se trabajó con la variedad de caña de azúcar CC85-92, se tomó por dos meses muestras en campo. Se obtuvieron dos datos de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones. Las variables tomadas fueron número (Nº) de entrenudos que tuvo promedio de todos los tratamientos con una media de 18.52, la longitud de entrenudos con una media de 17.94, el diámetro del tallo (mm) con una media de 27.32 mm, la longitud de la planta (M) con una media de 3.06 m y el peso del tallo de caña (Kg) con una media de 10.09 Kg. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas para las variables de producción y rendimiento que se da comúnmente en el cultivo.

Este proyecto se realizó con la finalidad de incrementar el rendimiento del cultivo con la suspensión de agua en determinado tiempo, teniendo como mejor tratamiento el número tres (suspensión del riego al 10.00 meses). Siendo el tratamiento tres el que obtuvo más longitud a la cosecha, separando a los demás periodos agostados especialmente con aquellos a los cuales se les suspendió el riego antes de los 10 meses del ciclo del cultivo, lo que indicaría que tener aún condiciones de capacidad de campo en la superficie hasta dos meses antes del corte del agua en el cultivo.

El análisis de costo-beneficio para esta localidad (Rcto. Buenos Aires, Guayas) con los costos de aplicación de los riegos y el costo general de producción, se determinó que con la variedad CC85-92. Teniendo como el tratamiento número

tres con mayor tonelaje por hectárea y teniendo un mayor ingreso bruto con \$5754.16 con egreso de \$3022 teniendo un beneficio neto de \$2732.16.

7. Recomendaciones

Una vez culminado este trabajo de investigación en el Cantón Milagro, recinto Buenos Aires se recomienda lo siguiente:

Analizar las ventajas y desventajas que caracterizan a cada posibilidad que se presenta en campo porque todos están diseñados con la optimización de recursos disponibles de acuerdo a las necesidades agronómicas que necesita el cultivo ante la implementación técnicas de riego.

Elaborar un análisis de la disponibilidad del recurso hídrico de la zona en este caso para trabajar de forma adecuada en el cultivo de caña de azúcar así para la obtención de rendimientos altos. Es fundamental saber el tipo de suelo con el que se va trabajar y así realizar una planificación de los días de riego en el cultivo.

Monitorear el cultivo para obtener rendimientos altos estos son los tres principales puntos a ver: el grosor del tallo, número de nudos y altura de la planta. Revisar constantemente si el agua se suministra de manera homogénea en todo el terreno.

El análisis de costo-beneficio es un papel muy importante ya que es un proceso donde se toma decisiones sobre el rendimiento del cultivo tanto en la fase de desarrollo como de maduración. Al realizar un análisis de costo-beneficio los agricultores pueden decir si se pueden trabajar con el mismo método o cambiar de estrategia.

8. Bibliografía

- Abonamos. (2023). *Ficha técnica para cultivo de caña de azúcar*. Recuperado de <https://www.abonamos.com/>
- Aguilar. (Julio de 2011). *(Competitividad de la industria azucarera)*. Recuperado de <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/>
- Álvarez, O., y Villalba, J. (2019). *Guía técnica. Cultivo de caña de azúcar*.
Obtenido de <https://www.jica.go.jp/>
- Ávila. (2018). El aguardiente de caña, proceso y tradición en el Valle de Yunguilla
(*Tesis de Pregrado*). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Baque, W., Valdez, D., Vera, N., e Ibarra, A. (2019). *Estadística aplicada a agronomía, agroindustria y ciencias afines*. Guayaquil.
- Castillo, S. (Octubre de 2004). *Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador*. Recuperado de fisiología, floración y mejoramiento: <https://cincae.org/>
- Castro. (2005). El Balance hídrico (Herramienta para la planificación del riego en caña de azúcar. Recuperado de (<https://cengicana.org/>)
- Castro, O., y Rosales, C. (2007-2008). Memoria presentación de resultados de investigación en respuesta de la caña de azúcar al riego precorte en condiciones de un suelo arcilloso. Recuperado de <https://cengicana.org/>
- Cenicaña. (8 de Octubre de 2015). *La calidad de la semilla de caña de azúcar hace la diferencia*. Recuperado de <https://www.cenicana.org/>
- Chinchilla, R. (Noviembre de 2018). *Efecto de la edad, origen basal o apical en la brotación y macollamiento de tres tipos de semilla vegetativa de caña de*

azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/>

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Ecuador (Octubre de 2004).

Fisiología, floración y mejoramiento genético de la caña de azúcar en Ecuador. Recuperado de <https://cincae.org/>

Condado, J. (Octubre de 2013). *Efecto del clima en la producción de caña y azúcar en central.* Recuperado de <https://www.atamexico.com.mx/>

Consa. (2016). *Instructivo para el Corte, Alza y Transporte de Caña de Azúcar (C.A.T.).* Recuperado de <file:///C:/Users/User/Downloads/>

Díaz. (21 de octubre de 2019). *Uso de la caña de azúcar y sus subproductos.* Obtenido de sistemas de alimentación y sus formas de uso. Recuperado de www.sian.info.ve/porcinos/

Enciso., C . (21 de Marzo de 2018). *El economista.* Recuperado de productividad y rentabilidad de la caña de azúcar: <https://www.eleconomista.com.mx/>

Espinoza., R. (2017). *Necesidades y fuentes de financiamiento de los productores de caña de azúcar en el cantón Milagro. (tesis de pregrado) Universidad Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.*

Garcés, F. (2012). *Producción de la semilla de caña de azúcar de alta calidad.* Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/>

González, E. (1999). *La dinámica de la agroindustria Azucarera.* González. Recuperado de (<https://www.redalyc.org/>)

Horacio, E. (21 de Marzo de 2018). *EL economista.* Recuperado de <https://www.eleconomista.com.mx/>

Horacio, E. y Carrillo, E. (2018). *El economista.* Obtenido de Productividad y rentabilidad de la caña de azúcar: <https://www.eleconomista.com.mx/>

- Ibarra., C. (Septiembre de 2018). *Rentabilidad de la caña de azúcar con manejo orgánico y convencional*. Recuperado de <https://www.scielo.cl/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2012). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
- Infoagro (Octubre de 2022). *Infoagro*. Recuperado de el cultivo de la caña de azúcar: <https://www.infoagro.com/>
- Intagri . (2015). *El riego, la Importancia de su Programación y los Parámetros de Humedad en el Suelo*. Recuperado de <https://www.intagri.com/>
- López. (2015). *La caña de azúcar (Saccharum officinarum) para la producción de panela*. Obtenido de : nordeste del departamento de Antioquia. Universidad Nacional (tesis de pregrado), Universidad Nacional, Antioquia, Colombia
- López, D. (2021). *Efecto de la fertilización potásica y la tolerancia del estrés hídrico, sobre los rendimiento agroindustriales de la caña de azúcar (saccharum officinarum), variedad laica 12 -339, en un suelo mollisol en la finca de la Universidad Técnica Nacional en caña (tesis de pregrado)*. Universidad Técnica Nacional en caña, Quesada, Costa Rica
- Marasca, I. (2015). Morfología de la caña de azúcar en la preparación de suelos profundos. 23-29. Recuperado de <https://www.scielo.cl/>
- Maroteo (2023). *Caña de azucar*. Recuperado de <https://idard.org.do/>
- Martinez. (8 de Marzo de 2010). *Experiencias del acolchado cañero*. Recuperado de <http://www.oem.com.mx/>
- Mena, C., Guadalupe, I., Vado, G., y Rodolfo, C. (2019). *Análisis de los costos de producción en seis fincas productoras de caña de azúcar (Saccharum*

- officinarum*), Santa Teresa, Carazo. Recuperado de <https://repositorio.una.edu.ni/>
- Naandanjain. (2013). *Caña de azúcar* . Recuperado de <https://naandanjain.com/>
- Núñez, J. (2019). *Estudio sobre el impacto socioeconómico del sector agroindustrial de la caña en Colombia*. Recuperado de Centro de Investigación Económica y Social: <http://hdl.handle.net/>
- Osorio. (2007). *Buenas prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas de manufactura (BPM) en la producción de caña y panela*. Medellín: Organización de las Naciones Unidas: (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria . CORPOICA, Ed.) (1° Edición). Recuperado de (<https://www.fao.org/>
- Ramirez. (21 de octubre de 2018). *Servicio holandés de cooperación al desarrollo. Honduras*. Recuperado de Servicio holandés de cooperación al desarrollo. Honduras: teca.fao.org.
- Ramírez, L., Becerra, D., y Mora, C. (20 de Octubre de 2021). *Huella hídrica verde y azul de la producción de caña de azúcar orgánica en la zona centro del Valle del Cauca*. Recuperado de <https://revistaingenieria.univalle.edu.co/>
- Rebollar, S., Cervantes, A., Jaramillo, B., Cardoso, D., & Rebollar, A. (2012). *Costos de producción y rentabilidad de la caña de azúcar para fruta (Saccharum officinarum) en una región del estado de México*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/>
- Rimache. (2008). Manejo del cultivo de caña de azúcar. *Recuperado de* (<https://www.jica.go.jp/>

- Rivera, A. (Julio de 2011). Competitividad de la agroindustria azucarera de la Huasteca México, *Universidad autonoma de San Luis Potoí (tesis de pregrado), Universidad autonoma de San Luis Potoí, México*
- Salinas, Q., Sanchez, L., y Fabian, N. (2014). *Análisis de costos en la labor de fertilización en el sostenimiento del cultivo de caña de azúcar en el ingenio Monterrey*. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/>
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo rural. (2015). *Ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar*. Recuperado de <https://www.gob.mx/>
- Sela, G. (08 de Enero de 2023). *Manejo de riego en caña de azúcar*. Recuperado de <https://cropaia.com/>
- Senara. (1992). *Distrito de riego Arenal, estudio de riego en diferentes variedades resistente a suelos pesados*. IICA. Recuperado de <https://repositorio.iica.int/>
- Solera. (2017). Metodos de floración. *El universo*, págs. 5-7. Recuperado de <https://servicios.laica.co.cr/>
- Solera, M. C. (30 de Septiembre de 2004). *La caña de azúcar como materia prima para la producción de alcohol carburante* . Obtenido de <https://www.midagri.gob.pe/>
- Tejada. (2013). *Manejo integrado en el cultivo de caña de azucar*. Recuperado de <https://www.agrobanco.com.pe/>
- Torres., A. (2017). *Elaboración y evaluación de un proyecto de cultivo y comercialización de caña, como materia prima para la producción de azúcar, en la provincia del Guayas*. Recuperado de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7573>

- Trezza, R., Pacheco, Y., Suárez, Y., Nuñez, A., y Umbría, I. (Abril de 2008). *Programación del riego en caña de azúcar en una zona semiárida del estado Lara, Venezuela, utilizando la metodología fao-56*. Recuperado de <http://ve.scielo.org/>
- Valverde, J. C. (2000). *Riego y drenaje*. EUNED. Recuperado de <https://editorial.uned.ac.cr/>
- Vecilla., R. (14 de diciembre de 2016). *Caracterización de variedad caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) para la producción panelera en el cantón Junin, Ecuador*. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/>
- Victoria, J., y Calderon, H. (1995). *Establecimiento de semilleros y multiplicación de variedades*. Cali, Colombia . Recuperado de (<https://www.cenicana.org/>)
- Villar. (1996). *Agricultura II. Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Dirección de Educación Agraria. Obtenido de Cultivo de la caña de azúcar.
- Yara. (2023). *Nutrición vegetal. Caña de azúcar*. Recuperado de <https://www.yara.com.co/>

9.Anexos



Figura 3. Ubicación geográfica, Cantón Milagro (Recinto Buenos Aires) Macias, 2023

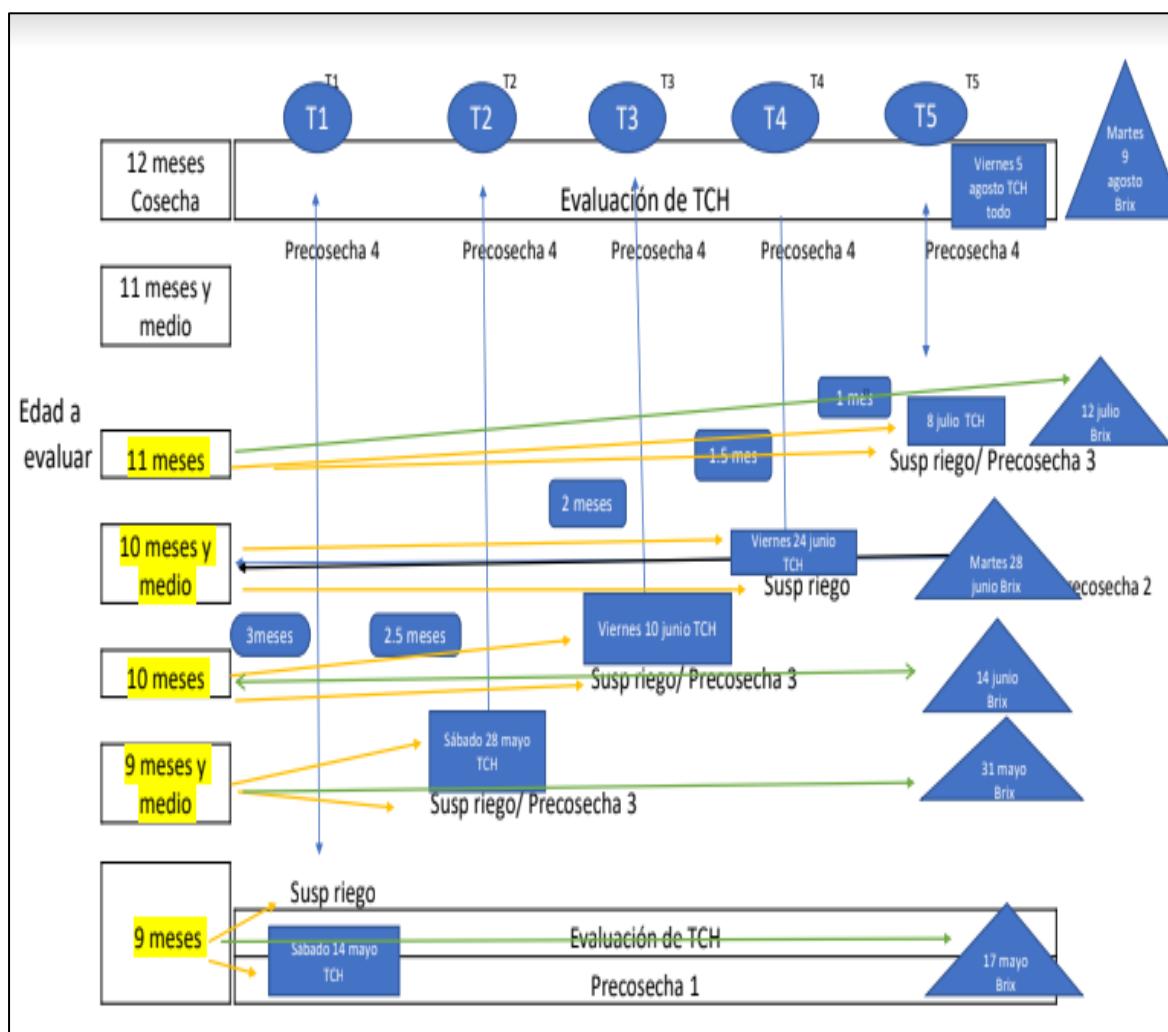


Figura 4. Fechas de evaluación en caña de azúcar Macias, 2023

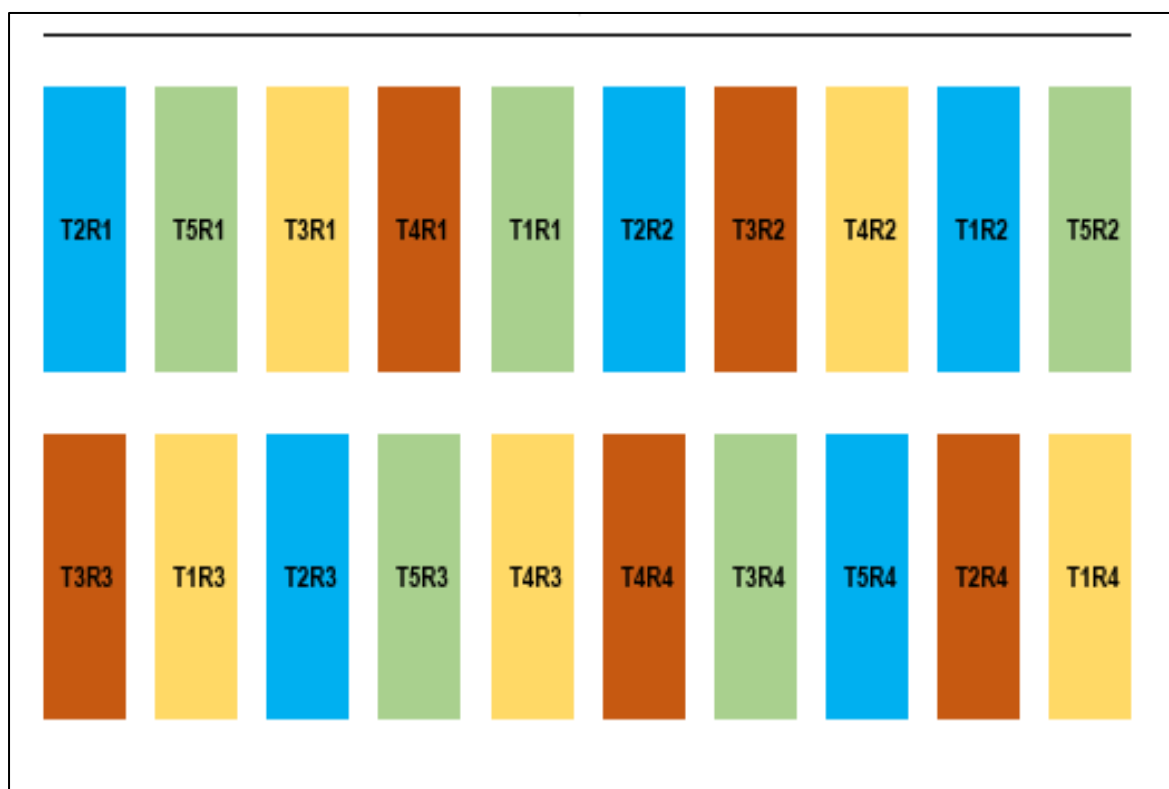


Figura 5. Distribución de los tratamientos
Macías, 2023

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero entrenados	20	0,82	0,71	11,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	209,03	7	29,86	7,60	0,0013
Tratamiento	197,96	4	49,49	12,59	0,0003
Repeticiones	11,07	3	3,69	0,94	0,4524
Error	47,16	12	3,93		
Total	256,19	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,46819

Error: 3,9302 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
5	22,90	4	0,99 A
2	18,00	4	0,99 B
1	16,25	4	0,99 B
4	14,75	4	0,99 B
3	14,13	4	0,99 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 6. Número de entrenados
Macías, 2023

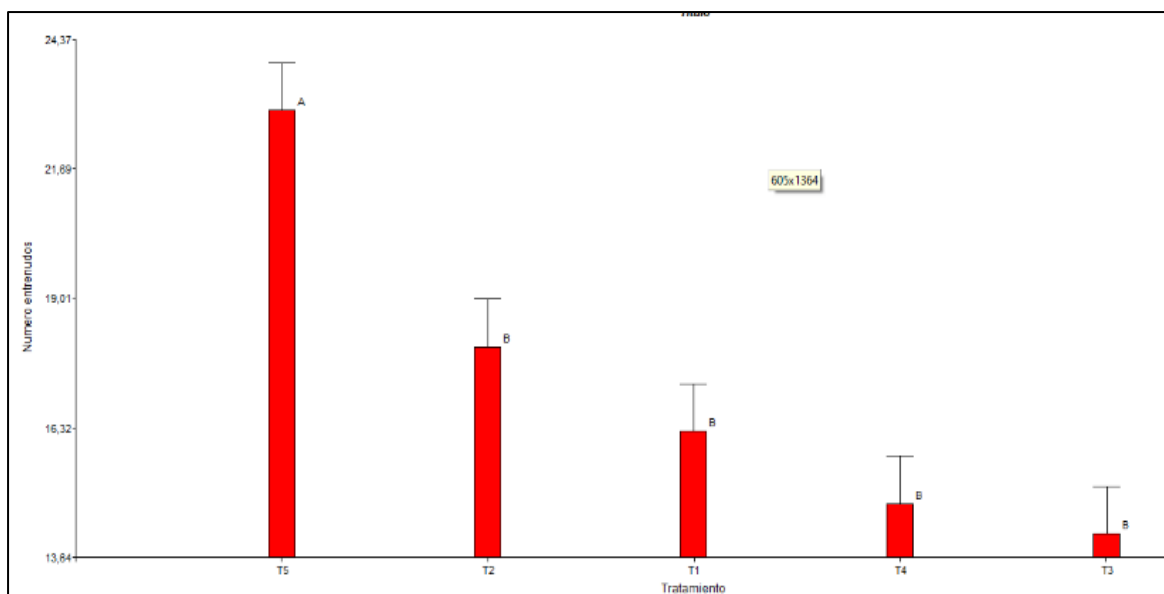


Gráfico 1. Número de entrenados

Macias, 2023

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de entrenados	20	0,40	0,05	11,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32,26	7	4,61	1,14	0,4018
Tratamiento	10,56	4	2,64	0,65	0,6362
Repeticiones	21,70	3	7,23	1,79	0,2032
Error	48,57	12	4,05		
Total	80,83	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,53440
 Error: 4,0475 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3	18,30	4	1,01 A
4	17,65	4	1,01 A
2	17,43	4	1,01 A
1	17,05	4	1,01 A
5	16,10	4	1,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 7. Longitud de entrenados

Macias, 2023

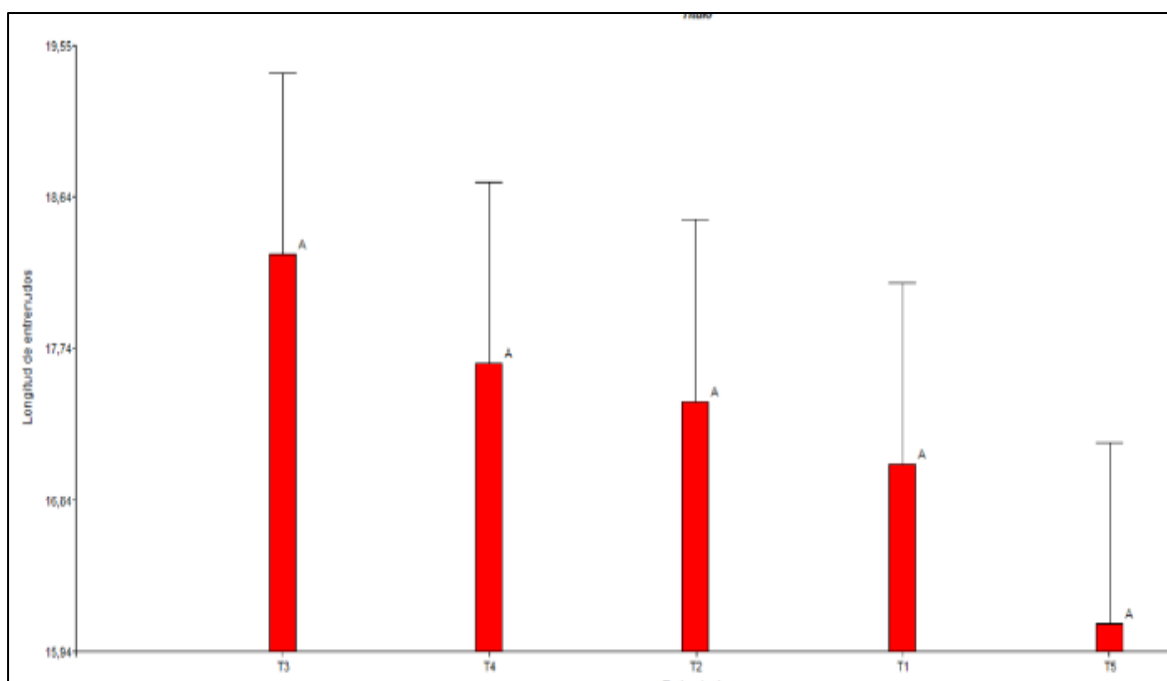


Gráfico 2. Longitud de entrenados

Macias, 2023

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 5 tallos Kg	20	0,91	0,85	8,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	80,84	7	11,55	16,42	<0,0001
Tratamiento	71,80	4	17,95	25,52	<0,0001
Repeticiones	9,03	3	3,01	4,28	0,0285
Error	8,44	12	0,70		
Total	89,28	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,89031
 Error: 0,7034 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
3	13,10	4	0,42	A
5	11,05	4	0,42	B
4	10,03	4	0,42	B C
1	8,55	4	0,42	C D
2	7,73	4	0,42	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 8. Peso de 5 tallos

Macias, 2023

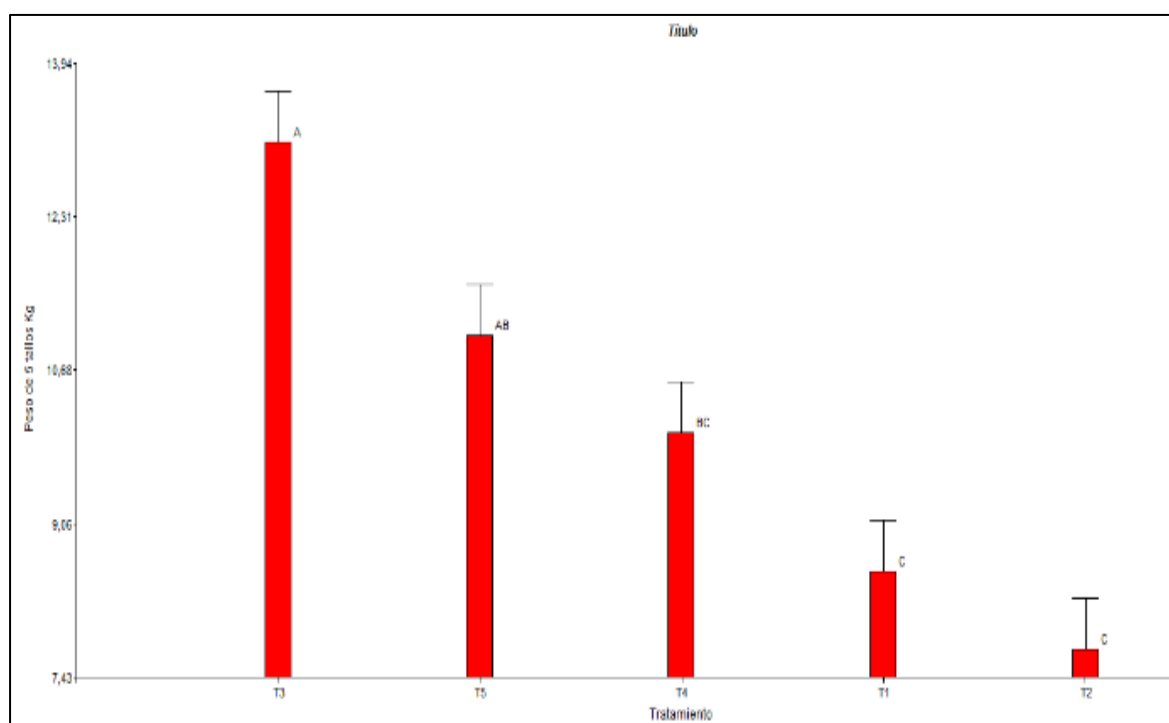


Gráfico 3. Peso de 5 tallos

Macias, 2023

Diametro tallos mm 20 0,82 0,72 5,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	122,86	7	17,55	8,06	0,0010
Tratamiento	70,84	4	17,71	8,13	0,0021
Repeticiones	52,03	3	17,34	7,96	0,0035
Error	26,13	12	2,18		
Total	148,99	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,32580

Error: 2,1774 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3	30,20	4	0,74 A
4	27,73	4	0,74 A B
1	27,05	4	0,74 A B
2	25,23	4	0,74 B
5	25,05	4	0,74 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 9. Diámetro del tallo

Macias, 2023

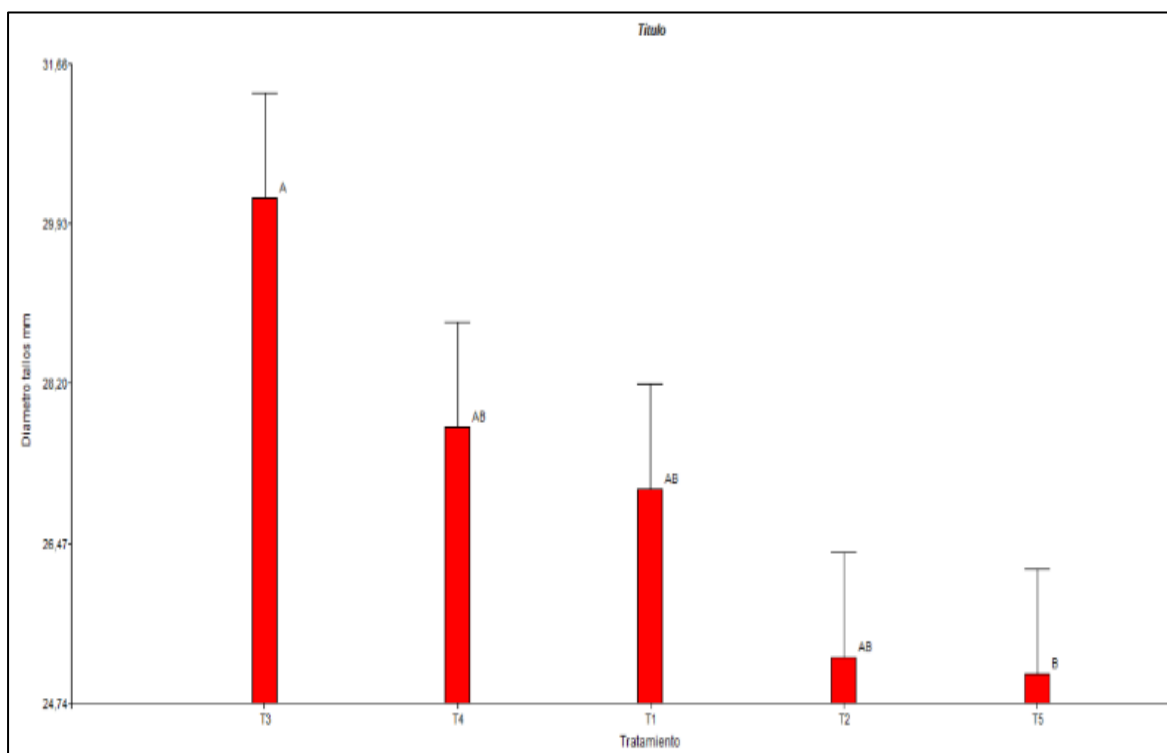


Gráfico 4. Diámetro del tallo

Macias, 2023

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta m	20	0,64	0,43	8,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,27	7	0,18	3,09	0,0418
Tratamiento	0,89	4	0,22	3,76	0,0333
Repeticiones	0,39	3	0,13	2,20	0,1415
Error	0,71	12	0,06		
Total	1,98	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,54707
 Error: 0,0589 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
5	3,35	4	0,12	A
1	3,05	4	0,12	A B
2	2,98	4	0,12	A B
4	2,93	4	0,12	A B
3	2,70	4	0,12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 10. Altura de la planta

Macias, 2023

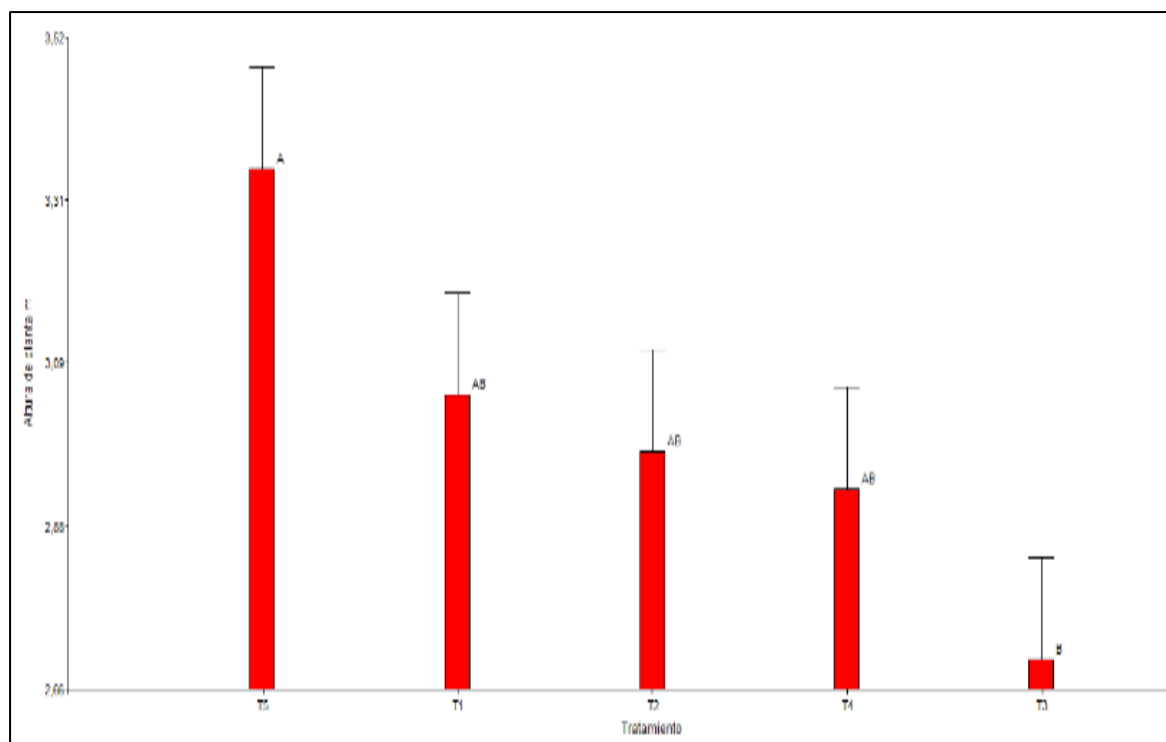


Gráfico 5. Altura de la planta

Macias, 2023



Figura 11. Medición de la longitud de entrenudos

Macias, 2023



Figura 13. Conteo de número de nudos

Macias, 2023



Figura 12. Medición de la altura de la planta

Macias, 2023



Figura 15. Selección de caña de azúcar

Macias, 2023



Figura 14. Cañas de los distintos tratamientos

Macias, 2023



Figura 17. Primera visita del tutor de la tesis

Macias, 2023



Figura 16. Mercado de las cañas de azúcar cosechadas

Macias, 2023



Figura 18. Caña de azúcar en el recinto Buenos Aires
Macías, 2023



Figura 19. Visita del tutor
Macías, 2023

Tabla 11. Costo de producción en caña de azúcar.

PROC.	NOMBRE DE LA LABOR	ÁREA	Cantidad	Costo/Ha (T1)	Costo/Ha (T2)	Costo/Ha (T3)	Costo/Ha (T4)	Costo/Ha (T5)
CAÑA PLANTA								
APS	SUBSOLADO	Ha	1.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
APS	RASTRA 1	Ha	1.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
APS	RASTRA 2	Ha	1.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
APS	PULVERIZADA	Ha	1.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
APS	SURCADO	Ha	1.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
APS	FERTILIZACION DE FONDO	Ha	1.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
APS	SEMILLA	Ha	1.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00
APS	SIEMBRA MANUAL TAPADA	Ha	1.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00
APS	MECANIZADA DE SEMILLA	Ha	1.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
TOTAL, COSTO DE SIEMBRA				1.270	1.270	1.270	1.270	1.270
LEVANTE DE SOCA								
APS	ROTURACION	Ha	1.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
APS	FERTILIZACIÓN MECÁNICA	Ha	1.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
APS	APORQUE	Ha	1.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
RIEGO	RIEGO GENERAL	Ha	1.00	400.00	440.00	480.00	520.00	560.00
RIEGO	APERTURA DE ACEQUIAS	Ha	1.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
MALEZAS	APLICACIÓN PRE-EMERGENTE - CQ	Ha	1.00	113.00	113.00	113.00	113.00	113.00
MALEZAS	APLICACIÓN POST-EMERGENTE_1	Ha	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
MALEZAS	APLICACIÓN POST-EMERGENTE_2	Ha	1.00	93.00	93.00	93.00	93.00	93.00
MALEZAS	APLICACIÓN HERBICIDA							
MALEZAS	CANALES / GUARDARAYAS	Ha	1.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00
MALEZAS	CONTROL MANUAL DE MALEZAS	Ha	1.00	128.00	128.00	128.00	128.00	128.00
MALEZAS	REDONDEO	Ha	1.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
CULTIVO	RESIEMBRA	Ha	1.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
CULTIVO	DRENAR CANTEROS	Ha	1.00	115.00	115.00	115.00	115.00	115.00
CULTIVO	ENCALLE	Ha	1.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
SANIDAD	MECANIZADO	Ha	1.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
SANIDAD	APLICACIÓN DE INSECTICIDA	Ha	1.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
TOTAL, LEVANTE DE SOCA				1.672	1.712	1.752	1.792	1.832
TOTAL, SIEMBRA NUEVA				\$2942	\$2928	\$3022	\$3062	\$3102

Carrasco, 2023