



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE ORELLANA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL POTASIO Y MAGNESIO EN  
EL CULTIVO DE (*Saccharum officinarum* l) EN SOCA VARIEDAD  
POJ NEGRA EN EL DORADO-ORELLANA**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA:** MARIELA JUDITH COBOS PAGUAY

**DIRECTORA:** ING. MARITZA CAROLINA SANCHEZ CAPA Msc

El Coca – Ecuador

2024

© 2024, Mariela Judith Cobos Paguay

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Mariela Judith Cobos Paguay, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El Coca, 3 de julio de 2024

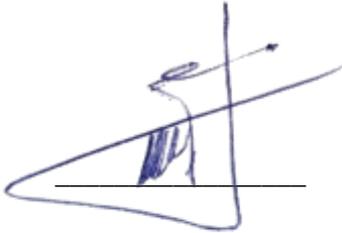
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'MJCup', with a long horizontal stroke extending to the right.

**Mariela Judith Cobos Paguay**

**2250280258**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental **EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL POTASIO Y MAGNESIO EN EL CULTIVO DE (*Saccharum officinarum* L) EN SOCA VARIEDAD POJ NEGRA EN EL DORADO-ORELLANA**, realizado por la señorita: **MARIELA JUDITH COBOS PAGUAY**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Carlos Mestanza Ramon PhD <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2024-07-03
Ing. Maritza Carolina Sánchez Capa Msc <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-07-03
Ing. Rodrigo Ernesto Salazar López Msc <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-07-03

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mis padres por los valores que me han inculcado y enseñarme a nunca rendirme hasta poder lograr todo lo que me proponga, también a los docentes de la carrera de agronomía por los conocimientos necesarios para ser una buena profesional, a las personas que un día me dieron apoyo moral para que no me dé por vencida y llegar hasta este punto de mi vida.

Mariela

## **AGRADECIMIENTO**

En el transcurso de esta etapa ha sido desafiante y enriquecedor de enseñanzas, es por eso al concluir con esta etapa maravillosa quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes hicieron este sueño posible, aquellos que fueron mi inspiración, apoyo y fortaleza. Esta mención especial es para mi madre por demostrarme que el verdadero amor no es otra cosa que el deseo inevitable de ayudar a sus hijos para se superen también un especial agradecimiento a mis hermanos por siempre motivarme a seguir y nunca dar un paso atrás. Un agradecimiento especial a la Ing. Maritza Sánchez Msc. por su guía y enseñanzas para que este trabajo se haga posible. También un agradecimiento especial al Ing. Rodrigo Salazar. Msc, por su guía invaluable y apoyo constante. Su sabiduría y orientación han aclarado las dudas e inquietudes que he tenido a lo largo de este proceso.

Mariela

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY / ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Características y taxonomía.....	4
2.2 Ubicación geográfica de la caña de azúcar en Ecuador.....	4
2.3 Importancia económica y social de la Caña de Azúcar.....	5
2.4 Descripción Morfológica.....	6
2.5 Fases fenológicas de la caña de Azúcar.....	8
2.6 Composición química y nutricional de la caña de azúcar.....	9
2.7 Variedades de caña de azúcar.....	10
2.8 Descripción botánica de la variedad “POJ Negra”.....	12
2.9 Factores edafoclimáticos.....	12
2.10 Principales Plagas.....	13
2.11 Principales enfermedades.....	14
2.12 Fertilización.....	15

<i>2.12.1 Importancia del potasio en la caña de azúcar</i> .....	17
<i>2.12.2 Importancia del Magnesio en la caña de azúcar</i> .....	18
<b>2.13 Calidad de la caña de azúcar</b> .....	18

### CAPÍTULO III

<b>3. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	20
<b>3.1 Localización y características climáticas</b> .....	20
<b>3.2 Análisis del suelo</b> .....	21
<b>3.3 Diseño del experimento</b> .....	22
<b>3.4 Materiales y métodos</b> .....	24
<b>3.4.1 Materiales</b> .....	24
<b>3.4.2 Métodos</b> .....	24
<b>3.4.3 Variables morfológicas y rendimiento</b> .....	25
<b>3.4.4 Variables de calidad de jugo</b> .....	25
<b>3.5 Diseño experimental y análisis estadístico</b> .....	26
<b>3.5.1 Análisis estadístico</b> .....	26

### CAPÍTULO IV

<b>4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	27
<b>4.1 Efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables morfológicas y rendimiento</b> .....	27
<b>4.1.1 Altura del tallo</b> .....	28
<b>4.1.2 Diámetro del tallo</b> .....	29
<b>4.1.3 Numero de entrenudos</b> .....	30
<b>4.1.4 Largo de entrenudos</b> .....	30
<b>4.1.5 Rendimiento de cultivo</b> .....	31
<b>4.2 Efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables de calidad de jugo.</b> .....	32
<b>4.2.1 Rendimiento de jugo</b> .....	32
<b>4.2.2 Sólidos solubles (% Brix)</b> .....	33

## **CAPÍTULO V**

<b>5. CONCLUSIONES Y CONCLUSIONES</b> .....	35
<b>5.1 Conclusiones</b> .....	35
<b>5.2 Recomendaciones</b> .....	35

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b> Clasificación Botánica de la caña de azúcar.....	4
<b>Tabla 2-2:</b> Composición del jugo de caña de azúcar por 100g .....	10
<b>Tabla 2-3:</b> Función de los macro y micronutrientes en las plantas .....	16
<b>Tabla 2-4:</b> Extracción de nutrientes del suelo por cultivo de caña de azúcar .....	16
<b>Tabla 3-1:</b> Características Climáticas .....	21
<b>Tabla 3-2:</b> Descripción de los tratamientos.....	23
<b>Tabla 3-3:</b> Características de la experimentación .....	23
<b>Tabla 3-4:</b> Variables de Estudio.....	25

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b> Mapa de estimación de superficie plantada del cultivo de caña de azúcar industrial escala 1:25.000, año 2022 .....	5
<b>Ilustración 2-2:</b> Morfología de la caña de azúcar .....	6
<b>Ilustración 2-3:</b> Fase Fenológica de la caña de azúcar .....	8
<b>Ilustración 2-4:</b> Variedades de la caña de azúcar.....	10
<b>Ilustración 2-5:</b> Caña de azúcar POJ negra .....	12
<b>Ilustración 2-6:</b> Absorción de nutrientes por parte de la planta.....	15

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** ESTADO DE LA CAÑA

**ANEXO B:** APLICACIÓN DE ENMIENDA AGRÍCOLA

**ANEXO C:** DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE LA EXPERIMENTACIÓN

**ANEXO D:** PESAJE DE TRATAMIENTOS

**ANEXO E:** APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS

**ANEXO F:** DESOJE DE LAS HOJAS

**ANEXO G:** CORTE DE LOS TALLOS DE CADA TRATAMIENTO

**ANEXO H:** CANTIDAD DE CAÑA A EVALUAR DE LOS TRATAMIENTOS

**ANEXO I:** TOMA DE RESULTADOS DE LAS VARIABLES MORFOLÓGICAS

**ANEXO J:** TOMA DE RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE CALIDAD DE JUGO

**ANEXO K :** ANÁLISIS DEL SUELO

## RESUMEN

En Orellana el rendimiento del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) es bajo, debido a diversos factores, entre ellos el mal manejo del cultivo y la falta de información de la fertilización, principalmente en la importancia del potasio y magnesio en la planta, la cual limita el máximo rendimiento y una buena calidad de jugo de la caña de azúcar, por lo tanto, el objetivo general de la presente investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de potasio y magnesio en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) en soca variedad POJ negra mediante el análisis de variables morfológicas, rendimiento y calidad para identificación de alternativas de producción en la parroquia El Dorado – Orellana. La metodología implementada tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo, en el que se aplicó 3 tratamientos (dosis bajas, dosis medias, dosis altas) de potasio y magnesio, usando el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) obteniendo resultados mediante el análisis estadístico utilizando el análisis de varianza (ANOVA), seguido con la prueba de comparación de medias según Tukey con el 5 por ciento de significancia. Los resultados mostraron que, para las variables morfológicas el tratamiento con dosis altas de potasio, magnesio presentó mayor diámetro, largo de entrenudos y de la misma manera mayor rendimiento del cultivo mientras que en las variables de calidad de jugo el tratamiento con alta dosis de potasio obtuvo mayor rendimiento de jugo con 6108,33 ml, también se obtuvo mayor cantidad de sólidos solubles con 18.83 por ciento. En este contexto se concluyó que a mayor dosis de potasio y magnesio se mejoró las características morfológicas, aumentando el rendimiento y mejorando la calidad de jugo.

**Palabras clave:** < CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum L*) >, < FERTILIZANTE >, < MAGNESIO >, < POTASIO >, < POJ NEGRA >, < RENDIMIENTO >, < CALIDAD >, < JUGO >.

Cristian Tenelanda S.

Ing. Cristian Sebastian Tenelanda S.  
0604686709



1030-DBRA-UPT-2024

## SUMMARY / ABSTRACT

In Orellana, sugarcane performance (*Saccharum officinarum L*) is low, due to several factors, including poor crop management and information lack on fertilization, mainly on potassium and magnesium importance in the plant, which limits maximum performance and good quality sugarcane juice, Therefore, general objective this research was to evaluate the application effect of potassium and magnesium in sugarcane cultivation (*Saccharum officinarum L*) in soca black POJ variety through of morphological variables analysis, performance and quality to identify production alternatives in El Dorado parish - Orellana. The implemented methodology had a quantitative and qualitative approach, which 3 treatments (low, medium and high dose) potassium and magnesium were applied, using Completely Randomized Block Design (CSBD), obtaining results through statistical analysis using variance analysis (ANOVA), followed by Tukey mean comparison test with 5 percent significance. The results showed that, for morphological variables, treatment with high doses of potassium and magnesium presented greater diameter, length internodes and, in same way, greater crop yield, while in variables of juice quality, treatment high doses of potassium obtained greater juice yield with 6108.33 ml, also obtained a greater quantity of soluble solids 18.83 percent. In this context, it was concluded to higher the dose of potassium and magnesium improved the morphological characteristics, increasing performance and improving juice quality.

**Keywords:** <SUGARCANE (*Saccharum officinarum L*) >, <FERTILIZER >, <MAGNESIUM >, <POTASSIUM >, <POTASSIUM >, <JUICE BLACK >, <YIELD>, <QUALITY >, <JUICE >

Translated by:



Lcda. Nancy de las Mercedes Barreno Silva. Mgs.  
DOCENTE ESPOCH SEDE-ORELLANA

## INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) forma parte de la familia de las gramíneas y del género *Saccharum*, su origen es de Nueva Guinea, se estima que se cultiva desde el año 3.000 a.C. y en América fue introducida por Cristóbal Colón en el año 1492. Su fenología se divide en cuatro fases; brotación y establecimiento del cultivo, macollamiento, desarrollo vegetativo y crecimiento de tallos y maduración (Lagos, et al., 2019 pág. 918).

La caña de azúcar se desarrolla en forma de matas, cuya parte superior está compuesta por tallos, hojas, inflorescencias y semillas, mientras que la parte subterránea está formada por raíces y rizomas. Está compuesto por agua entre 73 y 76 %, los sólidos solubles varían entre 10% y 16%, y la fibra es entre 11% y 16%. Los azúcares más sencillos que se encuentran es la glucosa y la fructosa denominados azúcares reductores, teniendo una concentración entre 1% y 5% (MARASCA, et al., 2015 pág. 20)

En Ecuador según (INEC, 2022 pág. 2) el cultivo de caña de azúcar se encuentra localizado la mayor parte en la provincia de Guayas, seguidamente Cañar y los Ríos. En 2022 se cosecharon 113.148 hectáreas en el cual presentó un incremento de 13,2 % al año anterior.

El potasio en la caña de azúcar es el nutriente que más utiliza la planta, siendo requerido en la formación de la estructura celular, la asimilación de carbono, síntesis de proteínas, fotosíntesis, formación de almidones, translocación de azúcares y proteínas, uso eficiente del agua, desarrollo normal de la raíz y entre otras funciones como resistencia a enfermedades y la sequía (Lazcano, 1999 pág. 2).

El magnesio es un elemento fundamental para la fotosíntesis, interviene en el metabolismo de los carbohidratos y forma parte de varias proteínas de la planta, en la caña de azúcar la deficiencia de este elemento es más frecuente que los otros micronutrientes y esto pueden causar la muerte del tejido de las hojas provocando debilidad a la planta y ser susceptible a enfermedades (Zérega, et al., 1997 pág. 48).

El presente trabajo tiene como objetivo Evaluar el efecto de la aplicación de potasio y magnesio en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) en soca variedad POJ negra mediante el análisis de variables morfológicas, rendimiento y calidad para identificación de alternativas de producción en la parroquia El Dorado – Orellana.

## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Planteamiento del problema

En cultivo de caña de azúcar *Saccharum officinarum*, el manejo adecuado de fertilización es un factor importante debido a que es un cultivo altamente extractor de nutrimentos del suelo y requiere considerables dosis de fertilización de macro y micronutrientes para suplir su metabolismo. La caña de azúcar en la provincia de Orellana principalmente lo usa para la elaboración de panela, miel y consumo de jugo. El rendimiento de este cultivo es bajo, debido a diversos factores, entre ellos la falta de información de la fertilización, principalmente en la importancia del potasio y magnesio en la planta, la cual limita el máximo rendimiento del cultivo de la caña de azúcar (INEC, 2021 pág. 19) (Montero, 2022 pág. 18).

¿Cuál es el efecto de los fertilizantes a base de potasio y magnesio, sobre los indicadores morfológicos, rendimiento y calidad en la planta de *Saccharum officinarum* en la parroquia El Dorado – Orellana?

La aplicación de fertilizantes a base de potasio y magnesio en la caña de azúcar puede mejorar las variables morfológicas, rendimiento y calidad de jugo. Entre el resultado que se desarrollará el siguiente estudio, no solo presentará información de la importancia de una buena fertilización a base de potasio y magnesio, sino también en la identificación de alternativas de producción para los agricultores, dando así indicadores de mucho interés, mismos que puedan ser comparados y analizados bajo diferentes criterios, entre los que podemos mencionar: características morfológicas, calidad de jugo y productividad.

#### 1.2 Justificación

La presente investigación se efectúa con el fin de mejorar las variables morfológicas, rendimiento y calidad de jugo del cultivo de caña de azúcar mediante la aplicación de potasio y magnesio en la provincia Orellana parroquia el Dorado, con ello, se logra aportar información y mejorar el rendimiento para que sea de utilidad a los agricultores que se dedican a la producción de caña de azúcar que generalmente utilizan para la elaboración de panela. La fertilización a base de magnesio en el cultivo de caña de azúcar es esencial para la fotosíntesis, el transporte de

carbohidratos y la tolerancia del estrés hídrico, esto explica el motivo de la disminución del rendimiento con una nutrición inadecuado de magnesio (Mosaic, 2021 pág. 17).

El uso de fertilizante de potásico en la caña de azúcar es necesario debido a que los requerimientos son mayores que otros elementos, por lo que ayudan a formar la estructura celular, la asimilación de carbono, la fotosíntesis, la síntesis de proteína, formación de almidón, translocación de azúcares y proteínas, la economía del uso del agua y el desarrollo normal de la raíz. El incremento en el rendimiento y mejora de la calidad de jugo se puede observar en utilizando fertilizantes potásicos principalmente en los suelos de las zonas tropicales (CINCAE, 2017 pág. 5).

Debido a la falta de información de fertilización de la caña de azúcar, los resultados servirán a los productores como guía de fertilización a nivel local, dado que la caña de azúcar es un cultivo que se adapta a los suelos de la provincia por lo que es importante buscar alternativas que ayuden a potenciar su producción.

### **1.3 Objetivos**

#### **a) Objetivo General**

Evaluar el efecto de la aplicación de potasio y magnesio en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) en soca variedad POJ negra mediante el análisis de variables morfológicas, rendimiento y calidad para identificación de alternativas de producción en la parroquia El Dorado – Orellana

#### **b) Objetivos Específicos**

1. Evaluar el efecto de fertilización en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) variedad POJ negra en las características morfológicas y de rendimiento mediante la aplicación de tres tratamientos de potasio y magnesio.
2. Determinar el efecto de fertilización de potasio y magnesio en la calidad del jugo de la caña de azúcar mediante el análisis de sólidos solubles totales y rendimiento de jugo.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Características y taxonomía

Esta especie es originaria de Nueva Guinea, de donde se extendió a Indonesia, Indochina, Burma, India y a otros lugares, a América lo introdujo Cristóbal Colon en épocas de la conquista española. Es conocida como la caña (Subirós, 2000 pág. 55). Se caracteriza por su alto contenido de sacarosa, tallos gruesos y pesados, con bajo contenido de fibra y altura media. Los entrenudos son cortos, en forma de barril, generalmente coloreados (rosado, rojo, amarillo, púrpura, verde); sus hojas son ancas y se desprenden con facilidad. Son exigentes en clima y suelo; también son muy susceptibles a enfermedades (Subirós, 2000 pág. 55).

La caña de azúcar es una gramínea, de la especie *S. officinarum* L., botánicamente tiene la siguiente clasificación:

**Tabla 2-1:** Clasificación Botánica de la caña de azúcar

Reino	Plantae
Subreino:	Cormobionta
División:	Magnoliophytina
Clase:	Liliatae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae (Gramíneas)
Tribu:	Andropogoneae
Género:	Saccharum
Especie:	<i>S. officinarum</i> L.
Nombre científico:	<i>Saccharum officinarum</i>

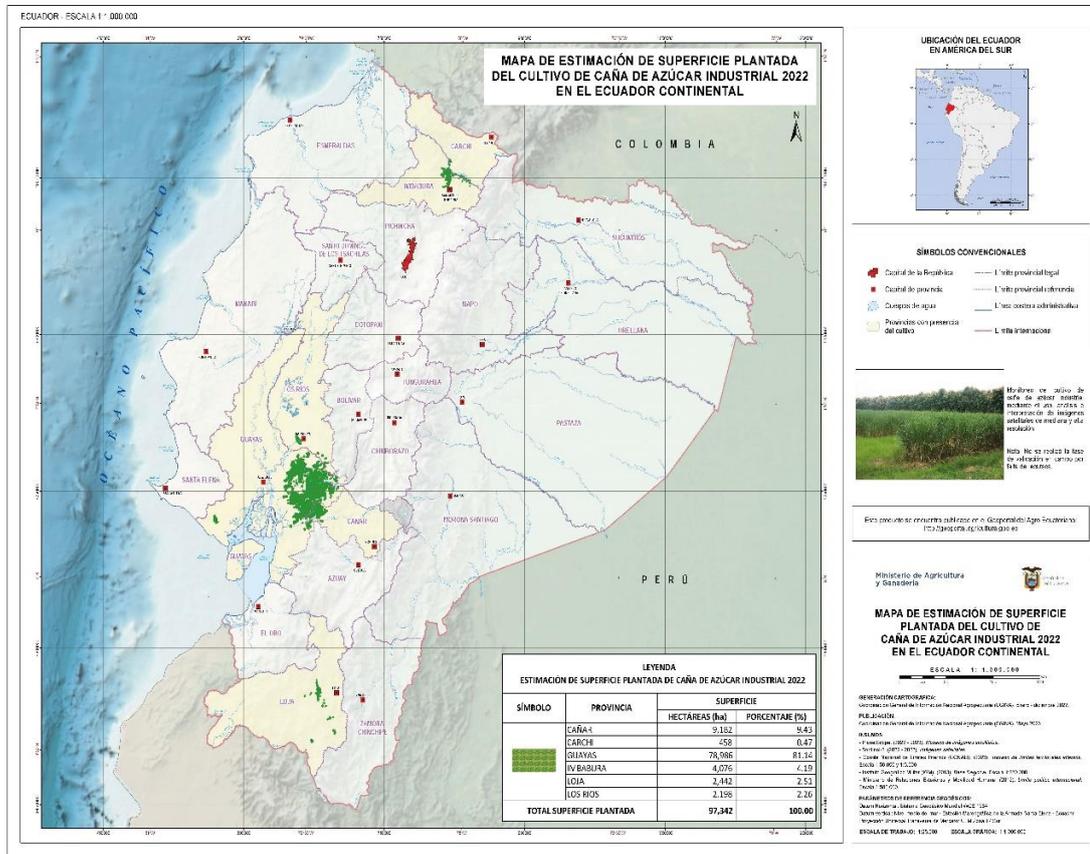
Fuente: Cenicaña,2004.

Realizado por: Mariela Cobos,2024.

#### 2.2 Ubicación geográfica de la caña de azúcar en Ecuador

En Ecuador para el año 2022 la superficie de caña plantada fue de 116.515 hectáreas obteniendo la producción de 7.740.492 TM, concentrándose más en la provincia de guayas con 86.8%, seguidamente cañar 5,8%, Imbabura 2.4% y el 5.1% se concentra en las otras provincias del Ecuador (INEC, 2021 pág. 19). La producción del cultivo de caña para la producción de azúcar se

concentra en Guayas, Cañar, Imbabura, Loja y los Ríos, mientras en las demás provincias de la sierra como Bolívar y Cotopaxi se utiliza para la elaboración del trago mientras en las provincias de la amazonia lo utilizan en la elaboración de panela (eco.business, 2021 pág. 5).



**Ilustración 2-1:** Mapa de estimación de superficie plantada del cultivo de caña de azúcar industrial escala 1:25.000, año 2022

Fuente: Geoportal del Agro Ecuatoriano, 2022.

### 2.3 Importancia económica y social de la Caña de Azúcar

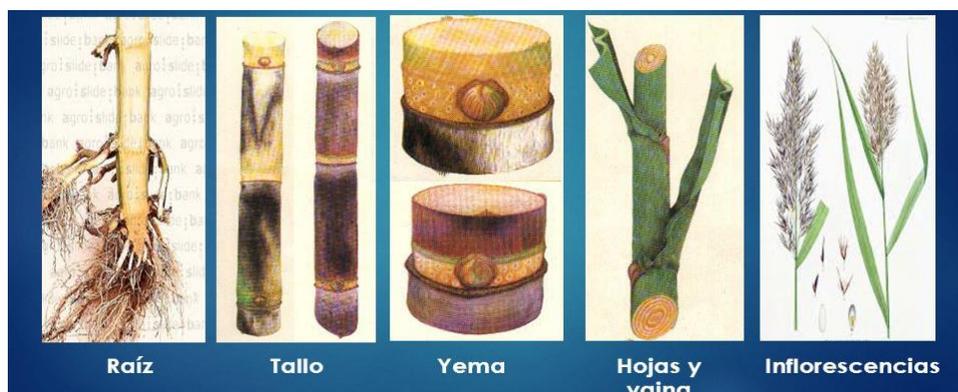
La caña de azúcar es una agroindustria productiva de gran importancia social, política, cultural y económica (Aguilar, et al., 2011 pág. 263). La caña de azúcar es de las especies de la C4 de importancia económica y alimentaria, aportando cerca de 75% de azúcar a nivel mundial (Marín, et al., 2022). Por tal razón se convirtió de importancia a gran escala, debido a la captación económica de la industria azucarera. El impacto social de las industrias azucaras se basa en la generación de empleos directos desde la siembra hasta la conversión de la materia prima en un subproducto, y en caso de no generar empleos, se colocaría en complicado contexto de interés económicos, políticos y sociales (Aguilar, 2009 pág. 56).

La elaboración de panela es de las agroindustrias más tradicionales que cumple importantes funciones desde el ámbito social, económico y de seguridad alimentaria. Los medianos agricultores en el ámbito económico se dedican en la elaboración de panela con el objetivo de generar sus ingresos o autoconsumo, mientras desde el ámbito de la seguridad alimentaria la panela es considerado alimento de importancia en la sociedad, por tal razón esta agroindustria es la clave para mantener y consolidar la estabilidad socioeconómica y para contribuir a la seguridad alimentaria de la población a nivel rural y urbano (Rodríguez, et al., 2020 pág. 12).

En la etapa de cultivo y cosecha de la caña de azúcar genera los impactos ambientales más dañinos (52%), seguida de la cogeneración de electricidad (25,7%), el transporte de la caña de azúcar (12,1%) y finalmente el ingenio (10,2%) (Meza, et al., 2019 pág. 670). Dentro de la industria de la caña de azúcar buscan diversificar en la producción sostenible y eficiente empleando recursos de la propia industria azucarera, con ello el bioetanol aparece con un elemento importante para la reducción de los impactos ambientales provocados por esta industria (Arteaga, et al., 2009 pág. 6)

En Ecuador la caña de azúcar es un cultivo de gran importancia porque se extrae la azúcar, y este forma parte de la canasta básica, debido a que es un ingrediente fundamental para la elaboración de alimentos de consumo masivo. Tiene muchos derivados como bebidas alcohólicas (trago), abonos a base del bagazo, panela y miel. Es una fuente directa para los productores directos e indirectamente a los que se dedican a la producción de la caña de azúcar en todas las regiones del país. Las industrias azucareras ecuatorianas proveen la azúcar al mercado nacional, lo cual consume el 99% de la producción. (CINCAE, 2017 pág. 5)

## 2.4 Descripción Morfológica



**Ilustración 2-2:** Morfología de la caña de azúcar

Fuente: Moreno, N,2023.

- **Tallos**

Este es el órgano de más importancia en la planta de la caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*) ya que es en el tallo donde se acumulan los azúcares; la cantidad, el grosor, color y el modo de desarrollo o crecimiento dependen de la variedad. La extensión de los tallos depende ampliamente de las características ambientales del lugar y de la variedad que se utilice y el manejo se realice. Los tallos se pueden clasificar de la siguiente manera: primarios, secundarios o terciarios (Lopez, 2015 pág. 17)

- **Hojas**

Esta parte de la planta se forma en los nudos y se reparte de forma alterna en el tallo a lo largo de su extensión. Cada una de las hojas están formadas por la lámina foliar, por la yagua y la vaina. Cuando se la fusión de estas dos partes se le da el nombre de lígula, la cual posee en su extremo una aurícula que desarrolla una variable pubescencia. Lo que conocemos como lámina foliar es esa parte de más importancia en la fase de fotosíntesis, la ubicación de esta en la planta depende de la variedad. La lámina foliar 23 posee a lo largo de su forma la nervadura central y posee algunas protuberancias de manera aserrada en el borde. Dependiendo de cuál sea la variedad se define en la planta el color de la hoja, en algunos casos puede ser verde claro y variar a verde oscuro (Lopez, 2015 pág. 17).

- **Inflorescencia**

Está formada por pequeñas flores perfectas y sedosas, llamadas espigas. La floración es un proceso natural que ocurre cuando las plantas han completado su ciclo vegetativo para iniciar el período reproductivo, es el proceso que tiene la planta para prácticamente marcar la edad y la madures, las flores son hermafroditas y la manipulación sexual o por semilla se utiliza solamente en programas de mejoramiento (MARASCA, et al., 2015 pág. 20).

- **Semilla**

La estaca es el tipo de semilla más utilizado a nivel nacional en el sector azucarero. Generalmente se emplea en el sistema tradicional de siembra a chorrillo, la cual presenta un alto porcentaje de germinación siempre y cuando los tallos provengan de un semillero joven, es decir, presenten una edad adecuada (nueve a diez meses). Los tallos que se utilizan para la siembra pueden variar en su longitud, por lo cual se recomienda que, una vez ubicada la semilla en el fondo del surco, se haga una actividad llamada picado, que consiste en trozar los tallos de la caña en pedazos de aproximadamente 40 cm de longitud que contengan entre tres y cuatro yemas; esta práctica es una

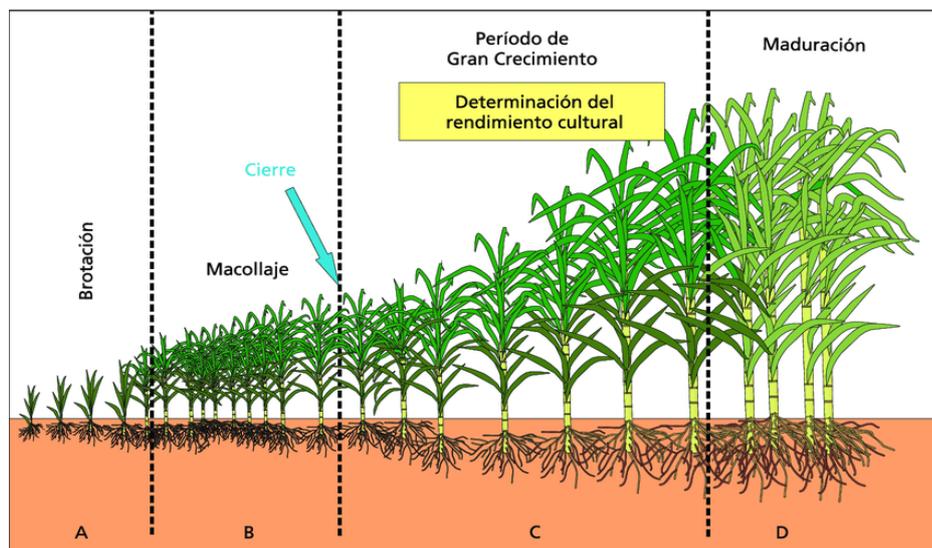
labor que fisiológicamente estimula la germinación de la caña al eliminar la dominancia apical (Murcia, et al., 2015 pág. 4)

- **Raíz**

El desarrollo radicular de la caña de azúcar es permanente presentando un sistema nodal y fascicular, el mismo que presenta características de sostén y absorción de nutrientes necesarios para las mismas, esta presenta tipos de raíces adventicias en los nudos inferiores del tallo, el cual tienen como función adsorber agua del medio facilitando así la hidrólisis de los glúcidos contenido en el entre nudo realizando la función de las raíces normales que al penetrar en la tierra permite la asimilación de nutrientes necesarios del suelo para las plantas como es el nitrógeno, fósforo y el potasio que son tres elementos muy importantes para el crecimiento y sirve de agarre y sujeción de la planta (MARASCA, et al., 2015 pág. 20).

## 2.5 Fases fenológicas de la caña de Azúcar

Las etapas fenológicas de la caña de azúcar dependen de la variedad y de las características edafoclimáticas, desde la siembra hasta la cosecha de los tallos puede durar de 14-17 meses desarrollándose en 4 etapas fenológicas como lo muestra la ilustración 2-3.



**Ilustración 2-3:** Fase Fenológica de la caña de azúcar

Fuente: Fernández, Juan.2009.

- **Brotación**

Esta etapa comienza en los primeros 35 días con la emergencia sucesiva y la estabilización de tallos primarios que se caracterizan por mantener una altura mínima mientras incrementa el número de hojas verdes por tallo. Las temperaturas para la óptima brotación son de 24 a 37 °C con buena disponibilidad de humedad en el suelo. El éxito de esta fase radica en la cantidad, ritmo y uniformidad de la emergencia de la caña de azúcar (Romero, et al., 2012 pág. 19).

- **Macollaje**

El macollaje comienza a los 35 a 40 días después de la plantación, y su principal característica es el aumento de la población de tallos, el número de hojas por superficie y la altura de los tallos. Hay que tener en cuenta que los factores como; la temperatura, la radiación solar, el régimen térmico, la disponibilidad de nutrientes y agua, la competencia de malezas y los efectos de plagas y enfermedades debido a que ejercen influencia en el macollaje. Esta fase es esencial en para conocer el rendimiento del cultivo, ya que en su transcurso se establece el número potencial de órganos cosechables (Romero, et al., 2012 pág. 19).

- **Periodo de rápido crecimiento**

El periodo de rápido crecimiento comienza a los 120 días después de la plantación y requiere de temperaturas mayores a 30°C, disponibilidad de nutrientes y buenas condiciones de humedad. En esta etapa se incrementa el diámetro y altura de los tallos, la planta alcanza su máxima área foliar y se inicia el almacenamiento de azúcar en los entrenudos. Durante esta etapa se determina la población final de tallos molibles y el peso en fresco. (Negrete, 2023 pág. 15).

- **Maduración**

La maduración tiene una duración de 2 a 3 meses, se da el proceso de síntesis y acumulación de sacarosa en los tallos. Esta maduración es desde la base al extremo superior de la planta y requiere de noches frescas con temperaturas de 18° C, con días calurosos y secos (Negrete, 2023 pág. 15).

## **2.6 Composición química y nutricional de la caña de azúcar**

La caña de azúcar está compuesta de jugo y fibra. La fibra es la parte insoluble en agua la cual está formada por celulosa y está compuesta por azúcares simples como la glucosa (Dextrosa). El jugo se encuentra compuesto por azúcares, sustancias solubles conocido como no azúcares y agua. En los azúcares se constituye por la sacarosa, la glucosa, la fructosa y los oligosacáridos, mientras

que en los no azúcares son sales de ácidos orgánicos e inorgánicos, ácidos carboxílicos, aminoácidos, proteínas, polisacáridos solubles, almidón, ceras y grasa y otros compuestos minoritarios, tales como flavonoides, polifenoles, entre otros. En la determinación de la calidad de jugo se utiliza indicadores a los brix, Pol% jugo y pureza (Cobeña, et al., 2016 pág. 7).

La composición nutricional del jugo de la caña de azúcar contiene agua 70-75%, sacarosa o azúcar 40-60%, fibra, vitaminas (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico), minerales (calcio, hierro y potasio), ácido hidroxicinámico, ácido sinápico, ácido cafeico, ácido aconítico, ácidos málicos, ácido cítrico, apigenina, luteolina, tricina y glucosidos, ácidos grasos, alcohol, fitosteroles, terpenoides, flavonoides y ácidos fenólicos (Martínez, 2021 pág. 1)

**Tabla 2-2:** Composición del jugo de caña de azúcar por 100g

Calorías	62 kcal
Azúcares	16.5 g
Proteínas	0.6 g
Grasas	0.1 g
Fibra	3.1 g
Calcio	8 mg
Hierro	1.4 mg
Tiamina	0.02mg
Riboflavina	0.01 mg
Niacina	0.10mg

Fuente: Vicente M, 2021.

Realizado por: Cobos, M, 2023

## 2.7 Variedades de caña de azúcar



**Ilustración 2-4:** Variedades de la caña de azúcar

Fuente: CINCAE, 2013.

Según el CINCAE las variedades que actualmente en Ecuador se está trabajando en las industrias azucareras son las siguientes:

#### **Variedad ECU-01 (ECSP98-169)**

Esta variedad proviene del cruzamiento de SP81 x SP80-1816, se adapta en suelos franco-arenosos, francos arcillosos y franco arcillo limosos con contenido medios de fosforo, potasio y bajos contenidos de materia orgánica (1.5-2.5%). Su rendimiento vario de 90-100 THC, 84 a 113 KATC Y 7.5-10.7TAH. para su siembra se recomienda usar semillas de alta calidad libre de patógenos sistémicos. Esta variedad es resistente a las enfermedades comunes de la caña de azúcar como el carbón, mosaico y la roya, mientras en las plagas es un poco tolerante al Salta hojas (*Perkinsiella saccharicida*) y al barredor del tallo (*Diatraea saccharalis*) (CINCAE, 2013 pág. 2).

#### **Variedad EC-02 ((ECSP2000-214).**

La variedad se dio entre el cruzamiento entre las variedades V71-51 x SP82-3530, se caracteriza por poseer altura de tallos medianos, crecimiento recto, la longitud de entrenudos medianos y el diámetro varia de 2.60-3.10 cm. Se adapta en los suelos francos, francos limosos y francos arcillosos mientras su producción depende del tipo de suelo y puede variar entre 110 – 114TCH, 95 – 137 KATC y 9.7 a 15. 6 TAH. Esta variedad es resistente al virus del Mosaico, ruya común y la escaldadura mientras en las plagas es resistente al Salta hojas, áfido amarillo y al barredor del tallo (CINCAE, 2013 pág. 1).

#### **Variedad EC-03 (ECSP2000-179) Y EC-04 (ECSP2000-215)**

La variedad EC - 03 se dio por el cruzamiento entre las variedades V71 - 51 x SP80 - 1816; mientras que, la variedad EC-04 resultó del cruzamiento entre V71 - 51 x SP82 - 3530. Las características agronómicas entre estas dos variedades son case similares en la cual la variedad EC-3 se obtiene de 10 a 12 tallos por metro lineal, mientras la EC-04 de 12-14 tallos por metro lineal y las dos variedades son de escasa floración. La altura del tallo de la variedad EC-03 es promedio de 2.7 su crecimiento es erecto, los entrenudos son de forma cóncavo, su longitud media de 11.0-17.7 cm y su diámetro grueso que puede variar de 3 a 4.5 cm, mientras la variedad EC-4 tiene una altura de tallos de 2.05-2.4m, su crecimiento es semirecto, los entrenudos de forma cóncavo convexo, longitud y diámetro mediano. Las dos variedades tienen alta resistencia a las enfermedades como el carbón, mosaico, y la roya, y de igual manera en las plagas son tolerantes

al salta hojas (*saccharicida Kirkaldy*) y áfido amarillo (*S. ava Forbes*); y, un poco más susceptible a barrenador del tallo (*D. saccharalis Fabricius*) (CINCAE, 2013 págs. 4-8)

## 2.8 Descripción botánica de la variedad “POJ Negra”



**Ilustración 2-5:** Caña de azúcar POJ negra

Fuente: Fao, 2024.

Es originaria de la isla de Java, descendiente de la variedad PÁG.O.J.23—64. Esta variedad se adapta bien en diferentes climas, sus tallos son largos de grosor medio y de color violáceo, el entrenudo es cilíndrico, de longitud intermedia; cubierto por ceresina, el nudo tiene anillo de crecimiento ancho, la yema es ovalada, las hojas de color verde pálida con las puntas dobladas y presenta un desoje naturalmente parcial. Su crecimiento es semirecto y escasamente presenta floración (Gualotuña, 2013 pág. 19)

En las características agronómicas, esta variedad tiene una amplia adaptación presentando excelentes comportamientos en suelos de laderas como también en suelos con alto contenido de aluminio y muy ácidos. La germinación supera los índices del 90% considerándose muy buena, la maduración se presenta antes de los 20 meses de la edad del cultivo generando jugos de excelente calidad y pureza. Dentro de las plagas es susceptible al ataque del barrenador del tallo, mientras en las enfermedades es resistente al virus del mosaico, susceptible al carbón, a la roya, a la mancha de anillo, a la raya clorótica y tolerante al raquitismo de las socas. Esta variedad ofrece alternativas de uso como; la elaboración de panela, miel, jugo, alcohol, los residuos como el bagazo para la elaboración de abonos como también se utiliza la biomasa para la alimentación de animales (Lopez, 2015 pág. 17).

## 2.9 Factores edafoclimáticos

El cultivo de caña de azúcar (*Saccharum Officinarum L*), es de clima cálido cultivado en los trópicos y una pequeña parte en la región subtropical. Los principales componentes climáticos que controlan el crecimiento, el rendimiento y la calidad de la caña son la temperatura, la luz y la humedad, la adaptabilidad en altitud y latitud. Durante todo el ciclo de la caña de azúcar se requiere temperaturas de 26 a 33°C, la humedad de 1500 a 1800 mm anuales y la altitud en zonas tropicales es de 0 a 700 msnm, mientras que en los subtropicales es desde 1500 a 2400 msnm. Este cultivo se adapta a suelos arcillosos, arcillo y francos mientras se encuentren bien drenadas. También se adapta a suelos con elevado contenido de materia orgánica, que tenga retención de humedad y elementos nutritivos. El pH para su desarrollo óptimo es de 6.5, aunque puede tolera suelos con pH próximo o menor a 4.5 (Saltos Zambrano, 2015 pág. 12).

## **2.10 Principales Plagas**

En toda plantación o cultivo de caña de azúcar se observa la presencia de diversas dificultades que afectan directamente a la producción del cultivo, detallando un poco más en contexto podemos decir que las plagas son de los causantes del daño que afecta directamente a las plantas y por ende a la producción generando así grandes pérdidas. Recalcando también que, el mal uso de los insumos tóxicos influye al aumento de plagas debido a que evolucionan genéticamente volviéndose así más resistentes a insecticidas y en consecuencia es más difícil su eliminación y control. Las principales plagas que afecta al cultivo de caña de azúcar son: taladro en la caña de azúcar, los pulgones y salivazo de la raíz (Melgar, et al., 2012 pág. 212)

- **Barredor del tallo de la caña de azúcar**

El causante de esta plaga es la *Diatraea Saccharalis* es una larva que se penetra en el interior de los brotes tiernos cerca a la base, alimentándose de los tejidos hasta destruir el punto de crecimiento, produce pérdida de sacarosa, deteriora los azucare, reduce la germinación de semillas o esquejes, por el daño interior produce volcamiento de la plata y la reducción del tamaño del tallo en longitud y grosor (Arreaga, 2018 pág. 13)

- **Pulgón amarillo de la caña de azúcar (*Melanaphis. Sacchari*)**

Su reproducción es vivípara de manera asexual a los 5 a 6 días alcanza su etapa de adultez midiendo de 1.1 a 2 mm de largo, son de color amarillo y en ocasiones toma color grisáceo o pardo marrón y su aparato bucal es picador- chupador, se alimenta de la sabia de la planta que absorbe de los tejidos de las hojas y el tallo infiriendo en la fotosíntesis y causando síntomas

cloróticas foliares, también causa daños indirectos ya que es vector de virus y hongos, en el cual afecta a la calidad y rendimiento del cultivo de caña de azúcar (Toledo, 2018 pág. 6)

- **Salivazo (*Mahanarva Andigena*)**

Su nombre “salivazo” es debido a que produce una masa espumosa en forma de saliva, su ciclo de vida es de 60 a 85 días, comprendido en tres fases; huevo, ninfa y adulto. En estado adulto mide de 11mm de largo y 5 mm de ancho, es de color castaño oscuro o negro con manchas amarillas, el abdomen y las patas son rojizas. Las ninfas se alimentan de la sabia de las partes bajas de la planta como son las raíces y los tallos, dejan residuos de la saliva que se adhiere a los tallos lo que causa reducción en la producción de biomasa y lesiones en la planta, mientras que los adultos son los más dañinos porque se alimentan de los retoños y las hojas. La consecuencia de estas lesiones es la aparición de manchas en las hojas de color Amarillo, blancuzco que se van oscureciendo conforme crecen, tornando a amarillo rojizo. Es considerado unas de las plagas más perjudiciales del cultivo de caña de azúcar, debido a los severos daños en los cultivos lo que causa disminución en el rendimiento de producción (Moreno, 2023 pág. 11).

## 2.11 Principales enfermedades

- **Escaldadura de la hoja (*Xanthomonas Albilineans*)**

Los síntomas se presentan en tres fases, la fase crónica es cuando la hoja tiene una raya blanca fina, la fase aguda la raya se extiende hasta los bordes de las hojas provocando marchitez y necrosis, en los tallos maduros hay una proliferación de brotes y se acortan los entrenudos, por último, la fase de latencia la planta que se encuentra infectada no exhibe ningún síntoma (Huerta, et al., 2006 pág. 15).

- **La pudrición de la raíz**

Causada por *Pachymetra* se presenta podriciones de las raíces grandes, sus síntomas que presenta son las lesiones acuosas en las raíces primarias convirtiéndose en una pudrición flácida blanda (Strachan, et al., 2022 pág. 480).

- **El carbón**

Su agente causal *Sporisorium Scitamineum*, el nombre es por la masa negra pulverulenta de esporas que se observa en las cañas, una estructura en forma de látigo desde el punto de crecimiento apical, estos látigos contienen una gran cantidad de esporas de color marrón oscuro negro los cuales hacen que se disemine la enfermedad. Esta enfermedad causa que se reduzca el diámetro y la longitud de los entrenudos basales y en el número de macollos como también la reducción de sacarosa lo que genera una menor productividad (Bernabé, et al., 2017 pág. 208).

## 2.12 Fertilización

Los cultivos tienen necesidades nutricionales para su correcto crecimiento y desarrollo. Estas necesidades son aportadas de manera natural por el suelo, pero en la mayoría se tienen que complementar con fertilizantes y abonos. Los macroelementos como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre son elementos que las plantas necesitan a mayor cantidad mientras los microelementos como hierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno, boro y cloro son extraídos por las plantas en menor cantidad. No obstante, una deficiencia o un exceso de macronutrientes y micronutrientes podría causar problemas en las plantas, por ende, estos elementos son esenciales y cumplen concretamente con funciones determinadas (Alvares, 2015 págs. 216-217).



**Ilustración 2-6:** Absorción de nutrientes por parte de la planta

**Fuente:** Martínez, F, 2022.

Los macro y micronutrientes son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas y su importancia en varios aspectos claves según los elementos. La extracción de nutrientes por parte de la planta es lenta y se va incrementando en forma que se desarrolla la planta. Los macronutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio son extraídos por las raíces en forma simple y dentro de la planta se convierten en sustancias complejas, además se necesita de carbono, hidrógeno, carbono, magnesio, azufre, calcio, Azufre y silicio que sirven para construir las partes de la planta como el tallo que produce fibra, azúcares, sacarosa, etc. (Vargas, et al., 2003 pág. 78).

**Tabla 2-3:** Función de los macro y micronutrientes en las plantas

<b>Nutriente</b>	<b>Función que realiza</b>
Azufre (S)	Forma parte en la formación de los aminoácidos y las vitaminas
Boro (B)	Interviene en la floración y formación de frutos como también en la división celular
Calcio (Ca)	Forma parte de las paredes celulares y división de las células
Cobre (Cu)	Forma parte de las enzimas de la planta. Interviene en la fotosíntesis y la respiración
Fosforo (P)	Cumple con la función de hacer crecer la raíz, forma la semilla e interviene en la respiración y la fotosíntesis.
Cloro (Cl)	Hacer crecer las semillas y yemas de brotación
Hierro (Fe)	Interviene en la fotosíntesis y es un componente de las enzimas
Magnesio (Mg)	Forma parte de la clorofila, vitaminas y enzimas de las plantas, como también incorpora sustancias nutritivas
Manganeso (Mn)	Sintetiza la clorofila en el proceso de la fotosíntesis
Molibdeno (Mo)	Favorece la fijación de nitrógeno y sintetiza las proteínas
Nitrógeno (N)	Interviene en el crecimiento de la planta y varios procesos de la fotosíntesis
Potasio (K)	Aporta fuerza y rigidez a los tejidos de la planta
Zinc (Zn)	Forma parte de la creación de auxinas y azúcares.

**Fuente:** Álvarez, M, 2015.p10

**Realizado por:** Cobos, M, 2024

El cultivo de caña de azúcar extrae gran cantidad de nutrientes para complementar sus necesidades. Dentro de los elementos el nitrógeno es esencial en la etapa inicial de desarrollo debido a que estimula el crecimiento y contribuye a un macollaje más fuerte. El fosforo es necesario en la etapa inicial puesto que es importante para el desarrollo de las raíces, el crecimiento temprano de brotes, el incremento de la productividad temprana e incremento del largo de los entrenudos. El potasio es importante en la etapa de macollamiento y crecimiento de la caña debido a que estimula el crecimiento de la caña de azúcar, ayuda en la longitud y diámetro de los entrenudos y principalmente en la acumulación de azúcar en los tallos.

La fertilización en los cultivos es un papel importante en el manejo agronómico por lo que permite suplir de nutrientes cuando el suelo no puede proporcionar en su totalidad. Las dosis de extracción de micronutrientes y macronutrientes de la caña de azúcar se detallan en la tabla 2-4

**Tabla 2-4:** Extracción de nutrientes del suelo por cultivo de caña de azúcar

<b>Nutrientes</b>	<b>Cantidad extraída (kg/ha/año)</b>
Nitrógeno	130-200
Fosforo	80-100
Potasio	300-350
Magnesio	35-45
Silicio	200-300
Calcio	55-60
Azufre	20-30

**Realizado:** Cobos, Mariela, 2024.

**Fuente:** Cenicaña, 2015

### **2.12.1 Importancia del potasio en la caña de azúcar**

El potasio es esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, cumple con la función de regular la apertura y cierre de las estomas durante el proceso de la fotosíntesis, como resultado regula la absorción de CO<sub>2</sub>. Actúa como cofactor en la activación de enzimas que son esenciales en la producción de adenosina trifosfato, es decir las plantas que tienen adecuados niveles de potasio en el suelo tienen una mayor capacidad para producir ATP y realizar procesos bioquímicos que son importantes en las plantas. Ayuda en la osmorregulación lo que permite que las raíces de las plantas puedan adsorber el agua y mantener la turgencia celular. El potasio también ayuda a ser susceptible frente al estrés hídrico e interviene en la activación de enzimas relacionadas al crecimiento y desarrollo de las plantas (SMEAP, 2023 pág. 1).

La absorción del potasio es realizada por las raíces, cumple un papel muy importante en el cultivo de caña de azúcar participado en la estabilización del pH, osmorregulación, activador enzimático, en la síntesis proteica, movimiento estomático, expansión celular, en la asimilación de carbono, fotosíntesis, formación de almidón, translocación de proteínas y azúcares, absorción de agua por las plantas y el desarrollo de raíces (CINCAE, 2017 pág. 5).

Las deficiencias del potasio se observan cuando las hojas más viejas se tornan amarillas en los bordes y en las partes verdes de la base. Cuando las deficiencias de este elemento son severas los bordes de las hojas se vuelven de color café, pueden arrugarse o enroscarse y aparecen pequeñas manchas necróticas. En la planta provoca lentitud de crecimiento, tallos débiles y un sistema radicular mal desarrollado. Se recomienda entre 80 y 200 kg K<sub>2</sub>O/ha, sin embargo, la cantidad a adicionar dependerá de la concentración de potasio existente en el suelo (Lazcano, 1999 pág. 2).

### 2.12.2 *Importancia del Magnesio en la caña de azúcar*

Los fertilizantes a base de magnesio se dividen en solubles son kieserita, kainita, langbeinita, cloruro de magnesio, nitrato de magnesio, sulfato de magnesio, shoenita, los residuos animales y compostas y materiales para aplicación foliar. Y los semi solubles son la dolomita, dolomita hidratada, oxido de magnesio y estruvita. El magnesio tiene funciones importantes dentro de la planta debido a que es el átomo central de la molécula de la clorofila, interviene en la síntesis de proteínas, en el metabolismo del fosforo, en la respiración y en la activación de varios sistemas enzimáticos en las plantas (Rodriguez, et al., 2004 pág. 29).

El magnesio se encuentra en el suelo  $Mg^{++}$  y puede en ser adsorbido directamente por las raíces. Las funciones principales que cumple el magnesio son en la unión de las subunidades ribosómica y en el metabolismo de transferencia energética ligado al ATPÁG. En la planta su rol es importante debido a que tiene efectos en el crecimiento y rendimiento por que participa en el componente estructural de la clorofila, impulsador clave de la clorofila, transporte de carbohidratos y la tolerancia al estrés hídrico. Las deficiencias de magnesio se caracterizan por una clorosis en las hojas bajas y cuando es severa se generaliza en toda la planta. Presenta una inhibición del crecimiento de la raíz y afecta en el transporte de azúcares por el floema. En el cultivo de caña de azúcar el magnesio es el más exigente de los demás micronutrientes, la tasa de fertilización de este elemento varia de 15 a 45 kg/ ha (Veneros Torrones, 2010 pág. 27).

### 2.13 **Calidad de la caña de azúcar**

En las industrias la materia prima son los tallos de la caña, estos están compuestas por agua con alrededor de 71%, fibra 14% y sacarosa 13%. Los recursos edáficos son el sostén físico y químico del cultivo, estos pueden determinar el potencial productivo y la calidad de jugo de la caña de azúcar. Las variables para determinar la calidad del jugo de la caña de azúcar son: El pH del jugo, azúcares reductores, solidos solubles, pureza, Pol y color (Larrahondo, 1995 pág. 340).

**pH del jugo de caña:** el pH es una medida que expresa la acidez o salinidad de una solución en escala de 0 y 7, en la caña de azúcar el pH es neutro, dentro de la industria es uno de los factores importantes controlar.

**Solidos solubles:** Conocido también como grado brix, se la expresa como porcentaje en peso o grados brix. En la caña de azúcar tiene una concentración de 16 y 22 ° brix.

**Pol:** Es representada en porcentaje de masa, y representa a la sacarosa aparente contenida en el jugo de caña de azúcar.

**Pureza:** Es el porcentaje de sacarosa aparente que se encuentra en los sólidos solubles y se determina con la relación de Pol/brix multiplicado por 100.

**Azúcares reductores:** Sirven para determinar la maduración de la caña de azúcar. Cuando la caña está madura los azúcares reductores disminuye mientras que la sacarosa aumenta. El rango de concentración de 1 al 5% es cuando el grado de madurez es avanzado.

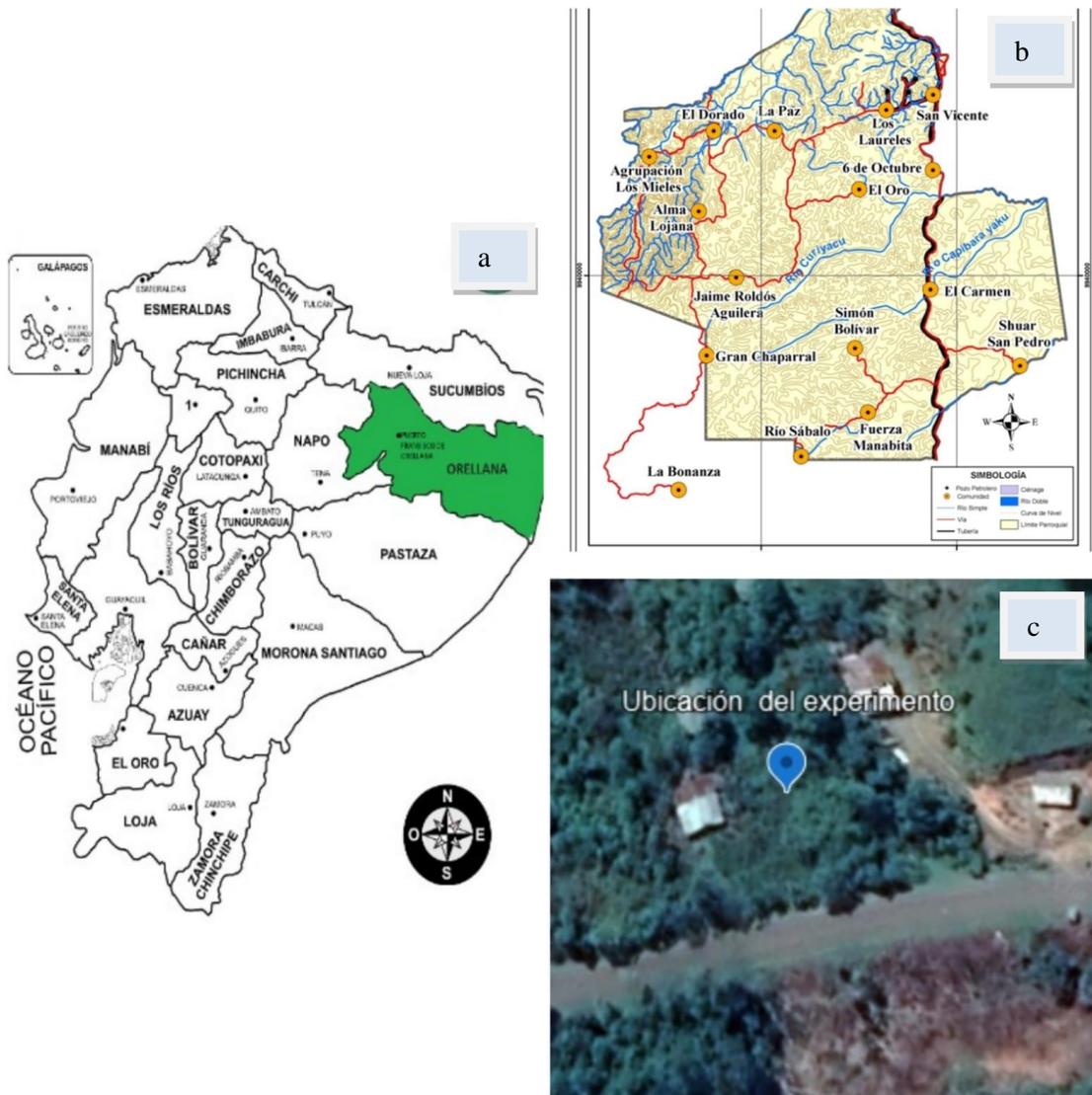
**Color:** Es uno de los parámetros que determinan la calidad de azúcar, estos pueden provenir de dos fuentes, la primera es la que se origina en la planta (compuestos fenólicos, polifenoles y flavonoides) y la segunda los que se forman dentro del proceso de fábrica. Se puede el método ICUMSA para determinar el índice de absorbancia de luz que en la caña generalmente es de 420nm (Cobeña, et al., 2016 pág. 7).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Localización y características climáticas

La investigación se realizó en la finca del Sr. Liber Cobos, ubicada en la Comunidad “Los Laureles” parroquia el Dorado, Cantón Francisco de Orellana, Provincia de Orellana (Ilustración 3-1) su latitud es de  $0^{\circ}29'54''S$  con una longitud de  $76^{\circ}54'51''W$  y la altitud: de 288msnm. A continuación, se presenta en la ilustración 3-1, la ubicación por provincia (a), por parroquia (b) y el lugar exacto donde se realiza el trabajo experimental (c).



**Ilustración 3-1:** Ubicación provincial (a), por Parroquia (b) y lugar de trabajo experimental (c).

Fuente: Google Earth, 2023

La provincia de Orellana cuenta con clima tropical con significativas precipitaciones. En la Tabla 3-1 se muestra las características climáticas de la parroquia donde se realiza la investigación.

**Tabla 3-1:** Características Climáticas

Temperatura anual	25°C a 36°C
Precipitación	3870 mm
Humedad relativa media	74%
Evotranspiración	1217 mm/año

Fuente: Climate Data, 2023.

Realizado por: Mariela, Cobos, 2023.

### 3.2 Análisis del suelo

De acuerdo con el anexo K, se realizó el análisis de suelo en el laboratorio LABSU (laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003) con las muestras proporcionadas, se observaron resultados de diferentes parámetros mediante distintas metodologías. También se observa información detallada sobre la disponibilidad de nutrientes en el suelo, lo cual es importante para mejorar la salud del suelo y poder realizar la intervención de cualquier aplicación de fertilizantes.

Según el análisis realizado el lugar de la experimentación son suelos arcillosos con fertilidad de suelo media, con un porcentaje de materia orgánica de 2-3%, con contenido de nitrógeno 0.38%, fosforo 0.12 mg/ kg, potasio 408,290 mg/kg, magnesio 318 mg/ kg, y con una topografía semiinclinada.

#### **NH<sub>4</sub> (Nitrógeno amoniacal):**

El nitrógeno orgánico y amoniacal por el método KJELDAHL %, en el cual se determinó niveles de nitrógeno. El nitrógeno es esencial porque forma parte de las proteínas, enzimas y clorofila que es esencial para el desarrollo de la planta.

#### **P (Fósforo):**

Se determino mediante el método por el método Colorimetría Olsen. El fósforo es esencial en transportar los nutrientes y trasmisor de energía debido que es el actor principal de la fotosíntesis.

#### **K (Potasio):**

Se determino mediante el método de Absorción Modificado CE Conductimetría Pasta Saturada, en el cual se evaluó los niveles de potasio. Es importante para el crecimiento, desarrollo de las plantas, para la formación de almidones y azúcares y facilita la adsorción de agua e intervine en la constitución de tejidos.

#### **Ca (Calcio):**

Se determino mediante la Absorción Modificado CE Conductimetría Pasta Saturada, evaluando los niveles de calcio. Este elemento es importante porque participa en la síntesis de tejidos.

#### **Mg (Magnesio):**

Se determino mediante la Absorción Modificado CE Conductimetría Pasta Saturada, presentando niveles de magnesio. Este elemento es esencial porque forma parte del componente de la clorofila e interviene en el aprovechamiento del potasio y la acumulación azúcares en los tallos o frutos.

#### **Materia orgánica:**

La materia orgánica es importante para la retención de nutrientes y para mejorar la estructura del suelo.

### **3.3 Diseño del experimento**

Se realizo del Diseño Completamente al Azar (DBCA) que corresponde a 4 tratamientos y con 3 repeticiones, siendo el factor para evaluar la fertilización potásica y de magnesio a diferentes dosis. El cultivo de caña de azúcar ya establecido es un cultivo de caña soca de 5 años en el cual solo se realizaba la limpieza de maleza y desoje de las hojas secas, antes de realizar el experimento se realizó la primera intervención realizando limpieza de malezas y la segunda intervención la aplicación de un fertilizante completo 15-15-15 con el objetivo de restablecer el cultivo e igualar condiciones en toda el área del experimento. La fuente de potasio será el muriato de potasio, mientras que la fuente del magnesio se utilizará el sulfato de magnesio, en la siguiente tabla **3-2** se detalla los tratamientos evaluados.

**Tabla 3-2:** Descripción de los tratamientos

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosificación por planta de muriato de potasio (g) y sulfato de magnesio (g)</b>
T0	Sin ninguna aplicación de fertilizantes
T1	41 g de 00-00-60 y 18 g MgO, S
T2	50 g 00-00-60 y 20 g MgO, S
T3	58 g 00-00-60 y 22 g MgO, S

**Realizado:** Cobos, Mariela,2023.

En la tabla 3-3 se muestra las diferentes características del diseño experimental

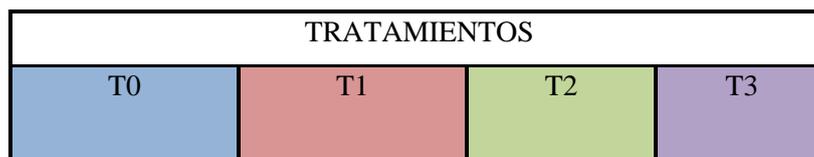
**Tabla 3-3:** Características de la experimentación

Unidades experimentales	12
Numero de repeticiones	3
Numero de tratamientos	4
Número de plantas por tratamiento	90
Número de plantas por repetición	30
Números de plantas en la investigación	360
Área total del ensayo	16m2

**Realizado por:** Cobos, Mariela ,2023

Ilustración 3-2 muestra que esta investigación se divide en cuatro tratamientos y 3 repeticiones donde se aplicó el muriato de potasio y sulfato de magnesio, las dosis se dividen en cada tratamiento del experimento.

T1R1	T3R1	T1R2	T0R2
T2R2	T0R1	T0R3	T1R3
T2R1	T3R1	T2R3	T3R2



**Ilustración 3-2:** Croquis del diseño de estudio

Realizado por: Mariela, Cobos, 2023.

### 3.4 Materiales y métodos

#### 3.4.1 *Materiales*

Para la realización de la investigación experimental, se utilizará instrumentos y fuentes de información para respaldar la recopilación de datos, entre los materiales e insumos de campo nos sirven para garantizar la calidad y la validez de la investigación.

#### **Materiales e insumos de campo**

- Machete
- Piola
- Metro
- Valde
- Fertilizante (Muriato de Potasio y Sulfato de Magnesio)
- Regla
- Esfero
- Cuaderno.

#### **Equipos:**

- Pesa (gramera)
- Trapiche para moler caña de azúcar
- Refractómetro digital.

#### 3.4.2 *Métodos*

Las variables independientes es la aplicación de diferentes dosis de potasio y magnesio mientras las variables dependientes son las variables morfológicas, rendimiento y calidad de jugo, en la

siguiente tabla 3-4 se explica las variables de estudio que tendrá el experimento realizado en la caña de azúcar.

**Tabla 3-4:** Variables de Estudio

<b>Variable independiente</b> <b>(Niveles de estudio)</b>	<b>Variables dependientes</b>
T1 (dosis bajas)	Altura del tallo
T2 (dosis medias)	Diámetro del tallo de la caña de azúcar
T3 (dosis altas)	Numero de entrenudos
Testigo	Largos de entrenudo de la caña
	Rendimiento del cultivo
	Grados brix
	Rendimiento de jugo

Realizado por: Cobos, Mariela, 2023.

### 3.4.3 *Variables morfológicas y rendimiento*

**Altura del tallo (m):** Para la medición de la variable se utilizó un flexómetro, desde el primer entrenudo del visible del suelo hasta el Dewlap visible + 1 hoja de la caña de azúcar

**Diámetro del tallo (cm):** Para la medición se utilizó un calibrador o pie de rey, se realizará 3 mediciones a lo largo del tallo y se sacará un promedio.

**Números de entrenudo de los tallos:** Se realizó el respectivo conteo de entrenudos de las muestras de cada tratamiento.

**Largos de entrenudo (cm):** Para la medición de la variable se utilizó un flexómetro, en cual se tomará tres mediciones de distintos entrenudos de la caña de azúcar

**Rendimiento del cultivo (TM/ha):** De cada tratamiento se medirá 16 m<sup>2</sup> y se tomará los tallos de caña que estén fisiológicamente maduras.

### 3.4.4 *Variables de calidad de jugo*

**Solidos Solubles Totales (%Brix):** Se determinará con un refractómetro digital y se tomará la medida del jugo de las 10 cañas molidas

**Rendimiento de jugo (ml):** Se determinará moliendo con un trapiche los 10 tallos de caña de azúcar de cada tratamiento

### **3.5 Diseño experimental y análisis estadístico**

#### **3.5.1 *Análisis estadístico***

Para realizar y ser preciso con los resultados de los diferentes tratamientos se utilizó pruebas comparativas con un análisis de varianza (ANOVA, por sus siglas en inglés), seguido una prueba de comparación de medias según tukey con el 5% de nivel de significancia.

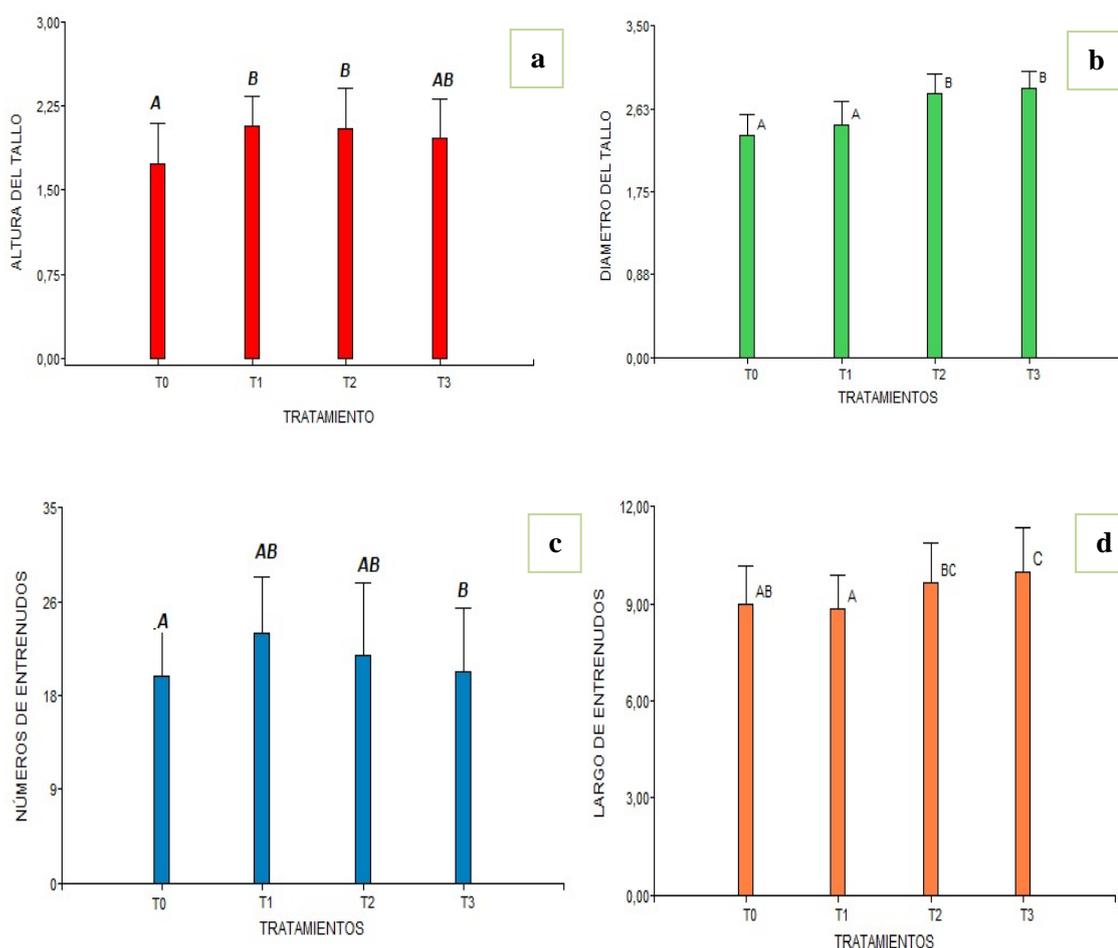
## CAPÍTULO IV

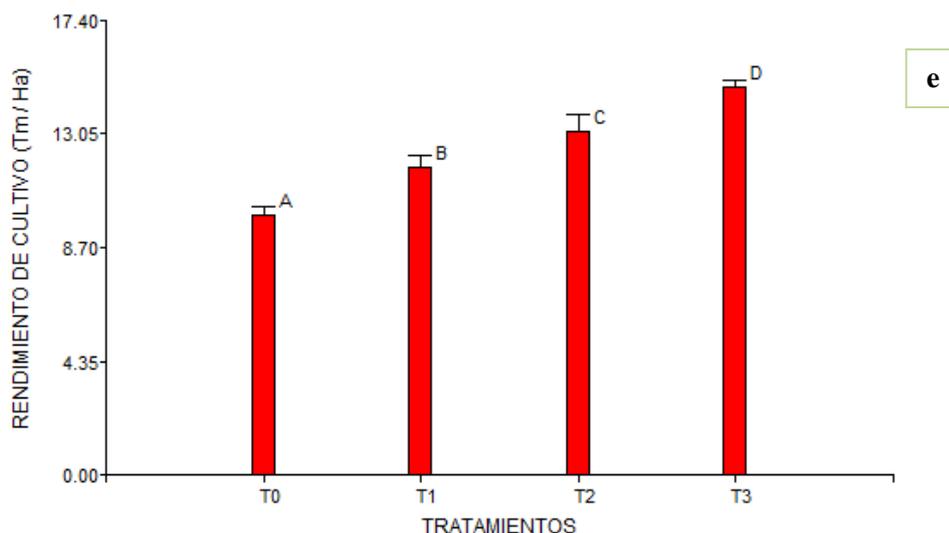
### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para la toma de los resultados de las variables se tomaron después de 15 días de la última aplicación de los tratamientos en la cosecha de los tallos de la caña de azúcar. Los resultados del experimento se presentan calculando cada variable discutiendo su importancia para un mejor rendimiento y calidad de jugo de la caña de azúcar.

#### 4.1 Efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables morfológicas y rendimiento

A continuación, se muestra en la ilustración 4-1 el efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables morfológicas: altura del tallo (a), diámetro del tallo (b), número de entrenudos (c) y largo de entrenudos (d), y las variables de rendimiento de cultivo (e).





**Ilustración 4-1:** Efectos de los diferentes tratamientos en las variables morfológicas: altura del tallo (a), diámetro del tallo (b), número de entrenudos (c) y largo de entrenudos (d), y las variables de rendimiento de cultivo (e).

**Realizado por:** Mariela, Cobos 2024.

En el cultivo de caña de azúcar el tallo es de aprovechamiento agrícola ya que en este se encuentra almacenado el azúcar, es por esto la importancia de evaluar las variables morfológicas (altura de tallo, diámetro de tallo, número de entrenudos, y largo de entrenudos) para determinar el rendimiento de cultivo de caña de azúcar.

#### 4.1.1 *Altura del tallo*

Esta variable es un factor importante en el cultivo de caña de azúcar porque está relacionado con el rendimiento del cultivo, mientras las cañas sean largas y con un mayor diámetro, tienden a tener mayor rendimiento. También influye en la capacidad de realizar la fotosíntesis porque las cañas más altas tienen una mayor superficie foliar que permite mayor captación de luz solar y por ende mayor capacidad fotosintética. En la cosecha mecánica las cañas más altas son cosechadas de manera eficiente por las máquinas agrícolas especializadas, mientras en la manual es recomendable cañas con alturas medias para facilitar la cosecha (Noe, 2015 pág. 4).

De acuerdo con (Manrique Estupiñan, et al., 2015 p. 32), la altura de los tallos de la caña de azúcar de la variedad POJ puede llegar a medir 1,80 m. Los resultados de la altura del tallo de la planta de acuerdo con los tratamientos evaluados muestran diferencia significativa, siendo el testigo que presenta menor altura, mientras el T1 presenta mayor altura de tallos obteniendo una media de 2,07 m, seguidamente el T2 con 2,05 m y con una menor diferencia el T3 con 1,96 m. El aumento de la altura en el T1 y el T2 posiblemente es debido a que el potasio y el magnesio son esenciales

para varios procesos fisiológicos que influyen directamente en el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar, incluida su altura. Un adecuado suministro de estos nutrientes contribuye a un crecimiento robusto, estructuralmente sólido y verticalmente extenso de la planta (Rengel, et al., 2011 págs. 46-50).

Gersson Benjamín (2014 pág. 47) en su investigación realizada sobre la aplicación de cinco dosis diferentes de potasio determinó estadísticamente que las dosis no influyen en la altura de la caña de azúcar. Mientras que en la investigación de (Iza Guanoluisa, 2014 pág. 33) sobre la fertilización orgánica de tres variedades de caña de Azúcar en la Parroquia Simón Bolívar de la provincia de Pastaza, la mayor altura de tallos la obtuvo la variedad POJ negra 118,1 cm. Con la fertilización orgánica con pollinaza, aumento la altura de tallos a 160 cm, mientras la fertilización con bagazo y el testigo no presento mayor altura.

#### **4.1.2 Diámetro del tallo**

El diámetro del tallo de la caña de azúcar es un factor esencial debido a que mayor diámetro se obtiene mayor volumen de caña por ende mayor rendimiento en producción de azúcar. El diámetro de la caña de azúcar influye en la calidad del jugo porque mientras más diámetro tiene el tallo puede tener una concentración más alta de azúcar. También los tallos más gruesos pueden proporcionar mayor estabilidad estructural a las plantas de caña de azúcar, lo que las hace más resistentes a condiciones climáticas adversas como vientos fuertes o lluvias intensas (Noe, 2015 p. 4).

El diámetro del tallo de la caña de azúcar en la variedad POJ negra se promedia de 2,3 cm, esta altura puede depender del manejo agronómico y las características climáticas (Ramírez Durán, et al., 2014 p. 34). En la ilustración 4-1 se muestra la diferencia entre medias del diámetro del tallo (figura b) entre los tratamientos, donde el testigo y el tratamiento con bajas dosis de Potasio y magnesio no tuvieron diferencias significativas, mientras que los tratamientos con dosis medias y altas tuvieron diferencias significativas, siendo el T3 con un mayor diámetro de 2,84 cm y una mínima diferencia el T2 con 2,79cm de diámetro. El aumento del diámetro posiblemente se debe debido al aumento de las dosis de potasio y magnesio ya que son elementos esenciales para el desarrollo estructural, la rigidez celular y la resistencia de la caña de azúcar. Todo esto puede influir en el diámetro de los tallos, contribuyendo a un cultivo más saludable y productivo.

En la investigación de Veneros Torrones (2010 pág. 42), para la variable de diámetro el mejor resultado lo obtuvo el tratamiento con la dosis altas de Sulfato de Magnesio al obtener el diámetro de 15.29mm, respecto a 11.43mm de diámetro del tratamiento con menor dosis, logrando

aumentar 33.77% posiblemente debido a que el magnesio es el nutriente principal de las moléculas de la clorofila contribuyendo en la tasa fotosintética, es por esta razón lo que permite la acumulación de azúcares lo cual influye en el aumento de diámetro.

#### **4.1.3 *Numero de entrenudos***

Los entrenudos son las secciones entre los nudos de la caña de azúcar este factor puede variar de acuerdo con la altura de la caña de azúcar, si los tallos de caña de azúcar tienen un mayor número de entrenudos y si son de longitud corta podrían implicar un mayor rendimiento de azúcar, y de igual manera si los tallos tienen un menor número de entrenudos y una mayor longitud. Las plantas con un menor número de entrenudos permiten una mayor densidad de plantación lo que maximiza el uso eficiente de espacio y aumentar la producción por unidad de área (Blanco, et al., 2003 pág. 49).

En los resultados de la investigación el testigo no presenta diferencias significativas mientras que el tratamiento T1 presentó mayores números de entrenudos con un promedio de 23,30 esto es debido a que el tratamiento 1 tenía mayor altura, seguidamente el T2 con 21,23 número de entrenudos y por último el T3 que tiene 19.73 número de entrenudos. Los resultados pueden ser posiblemente por la dosis de aplicación de potasio y magnesio porque estos elementos influyen en el número de entrenudos de la caña de azúcar al estimular el crecimiento, regular la turgencia celular, mejorar la resistencia al estrés y contribuir a la calidad del tallo (Rasche, et al., 2012 págs. 94-100)

Según la investigación (Iza Guanoluisa, 2014 pág. 33) la variedad POJ negra cuenta con 14 entrenudos, presentando menor cantidad de entrenudos de las otras variedades evaluadas, también menciona que con la aplicación del abono de pollinaza aumenta a 18 entrenudos en el tallo de la caña de azúcar.

#### **4.1.4 *Largo de entrenudos***

La importancia de la variable de largo de entrenudo de la caña de azúcar es la calidad y cantidad que puede producir los tallos en la producción de azúcar debido que la longitud de los entrenudos existe la distribución de azúcar y la concentración de sacarosa. El largo de los entrenudos en la caña de azúcar tiene impactos significativos en el rendimiento, la calidad del azúcar, la eficiencia de la cosecha y la adaptación de la planta a su entorno (Alvaro, 2020 pág. 30).

Según (Manrique Estupiñan, et al., 2015 pág. 32) las características morfológicas de longitud de entrenudos de la caña de azúcar en la variedad POJ negra se promedia de 9,70 cm. En la ilustración 4-1 se muestra en la figura (e) el largo del entrenudo. Los resultados de la investigación entre el testigo y el tratamiento con menor dosis no presentan diferencias significativas, mientras que el tratamiento 3 con altas dosis de potasio y magnesio presento mayor longitud de entrenudos de 9,97 cm y con una menor diferencia el tratamiento con dosis media de 9,65cm. Los efectos que se presentaron pueden ser por los roles específicos que cumplen el potasio y magnesio en el crecimiento y desarrollo de la planta

#### **4.1.5 Rendimiento de cultivo**

El rendimiento de la caña de azúcar depende de la variedad, las características edafoclimáticas y el manejo del cultivo. Especialmente la óptima dosis de fertilización es fundamental para aumentar el rendimiento del cultivo y mejorar la calidad de jugo. Las variables que se correlacionan con el rendimiento son la altura de la planta, el número de entrenudos y el número de tallos por superficie. En la ilustración 4-1 se muestra el rendimiento del cultivo de caña de azúcar (figura e).

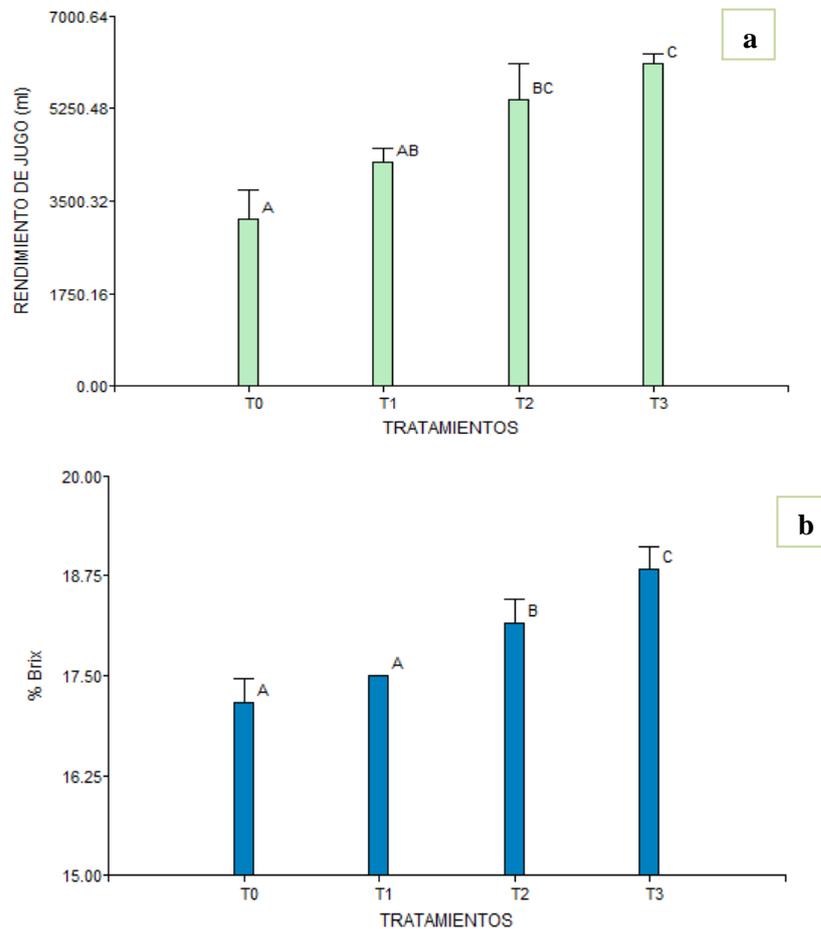
Los resultados nos señalan que para la variable de rendimiento todos los tratamientos presentan diferencias significativas entre ellos, siendo el tratamiento con dosis altas de potasio y magnesio el que obtuvo mayor rendimiento con 14,83 TM/ha, mientras el que presenta menor rendimiento es el Testigo con 9,92 TM/ha. El mayor rendimiento obtenido puede ser debido a la fertilización con adecuadas dosis de potasio y magnesio ya que son elementos esenciales en el crecimiento de la planta, en la síntesis de proteínas, la formación de carbohidratos y la activación de enzimas (Rasche, et al., 2012 págs. 94-100)

.

En la investigación de Veneros Torrones (2010 pág. 27) se obtuvo los mejores rendimientos de caña en TM/ha, con las dosis de 60 kg/ha de magnesio en la variedad (H38) con un total de 7.25 TM/ha mientras que la variedad (H32) con las mismas dosis se obtuvo con 5.16 TM/ha. Estos resultados fueron menores a los rendimientos a nuestra investigación. Según la investigación (Vasquez Sandoval, 2021 pág. 44) sobre la evaluación del efecto de sulfato de magnesio en la concentración de sacarosa en el jugo del tallo de la caña de azúcar variedad H32 y H38, los resultados con mayores rendimientos con la fertilización con formulaciones de 123- 61-150 obteniendo rendimientos de 265 y 273 t ha-1.

## 4.2 Efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables de calidad de jugo.

En la siguiente ilustración 4-2 se muestra el efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables de calidad de jugo: rendimiento del jugo (a) %Brix (b).



**Ilustración 4-2:** Efecto de los tratamientos sobre las variables de calidad de jugo

Realizado por: Cobos Mariela, 2024

### 4.2.1 Rendimiento de jugo

Esta variable es fundamental en las industrias azucareras porque es una medida clave de la cantidad de azúcar que tiene los tallos de caña de azúcar. Determinar la cantidad de jugo obtenido por unidad de caña procesada permite optimizar los métodos y tecnologías de extracción para mejorar la eficiencia del proceso. También el rendimiento de jugo proporciona información sobre la calidad de la caña de azúcar permitiéndonos conocer la rentabilidad económica de la producción de azúcar (Alvaro, 2011 pág. 65).

Respecto a la calidad de jugo en ilustración 4-2, se muestra en la figura (a) el efecto de los diferentes tratamientos en la variable de rendimiento de jugo de caña de azúcar, se observó la diferencia de medias entre cada uno del tratamiento, el testigo obtuvo el menor rendimiento de jugo, mientras que los que presentaron mayor rendimiento fue el T2, con 5425,00ml y el T3 obtuvo 6108,33ml siendo el mayor entre todos los tratamientos. Este aumento de rendimiento de jugo puede ser posiblemente debido al aumento las dosis de potasio y magnesio lo cual son elementos esenciales que contribuyen al crecimiento estructural y la concentración de sacarosas en los tallos de la caña de azúcar, siendo factores que afectan en la cantidad y calidad de jugo producido.

#### **4.2.2 Sólidos solubles (% Brix)**

Dentro de los parámetros de la calidad de jugo la cantidad de sólidos solubles en la caña de azúcar es importante en las industrias azucareras para determinar el rendimiento de azúcar de producción, debido a esto es importante la fertilización a base de potasio y magnesio porque son elementos esenciales en la síntesis y retención de azúcar en los tallos de la caña de azúcar (Rosales, et al., 2015 pág. 155).

Según (Ramírez Durán, et al., 2014 pág. 34) los sólidos solubles de la caña de azúcar tienen un mínimo de 16% y máximo de 22%, pueden variar de acuerdo con las características climáticas y la variedad. Los resultados muestran que no presenta diferencia significativa entre testigo y el T1, mientras los tratamientos con dosis medias y altas fueron los que presentaron mayor porcentaje de grados Brix, siendo el T3 el que obtuvo mayor porcentaje de 18.83% entre todos los tratamientos. Estas diferencias se atribuyen al aumento de dosis de los fertilizantes como el muriato de potasio debido a que el potasio cumple con la función de la síntesis de azúcar y su traslocación a la caña, mejorando la calidad del jugo por incrementar los grados Brix. Mientras que el magnesio influye en mantener el contenido de azúcar en la caña (Rasche, et al., 2012 págs. 94-100).

En la investigación de (Torres Lozada, et al., 2015 pág. 76) , en su evaluación realizada sobre la fertilización mineral y biosólidos con dosis bajas, medias y altas, obtuvieron resultados en los grados Brix de 16.8% en dosis bajas, 17.2% en dosis medias, mientras que en las dosis altas fue de 17.7%, siendo valores inferiores a nuestra investigación.

Por otra parte, en la investigación realizada sobre la aplicación de potasio en variedades de caña de azúcar: efectos en la productividad y en el ataque del taladrador de la caña, menciona que no se presenta diferencias significativas entre las diferentes dosis debido a que donde se realizó el

experimento posee niveles críticos por encima del nivel crítico para este nutriente, por tal motivo es necesario mantener niveles adecuados de potasio en el suelo para suplementar las necesidades del cultivo de la caña de azúcar (Jimmy Walter, et al., 2012 pág. 97).

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y CONCLUSIONES

#### 5.1 Conclusiones

A mayor dosis de fertilización de potasio y magnesio en la caña de azúcar presentaron mejores resultados en las variables morfológicas y rendimiento. Esto es debido a que estos nutrientes participan en procesos para la formación y acumulación de sacarosa en los tallos, en la elongación celular y el crecimiento de tejidos vegetales, en mejorar la eficiencia fotosintética, en la regulación osmótica y la adsorción de nutrientes y por último ayuda a la resistencia en condiciones de estrés.

Los sólidos Solubles (%Brix) de la caña incrementaron con el aumento de dosis de fertilización de potasio y magnesio. Los mejores tratamientos fueron el T2 y T3 con 18.17% y 18.83%. En la variable del rendimiento de jugo se demostró un incremento entre los tratamientos, siendo el T3 el que obtuvo mayor rendimiento de jugo con 6108.33ml.

#### 5.2 Recomendaciones

Para las plantaciones en caña de azúcar en soca se recomienda la aplicación de fertilizantes después de cada corte, debido a que los nuevos tallos necesitan nutrientes para su adecuado desarrollo y obtener un buen rendimiento desde su formación.

Dentro de las variables para determinar la calidad de jugo de la caña es importante conocer el porcentaje de sacarosa y pureza, debido a esto es recomendable realizar el análisis del porcentaje de Pol y pureza. Para ello es importante tener disponibilidad del equipo (polímetro) para medir estas variables.

Observando que existe una mejoría en las variables de la calidad de la caña de azúcar en las variables morfológicas, rendimiento y calidad de jugo con fertilización de dos elementos, se recomienda hacer estudios con una fertilización completa.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **AGUILAR RIVERA, Noé.** “Diversificación productiva de la industria azucarera: ¿Reto tecnológico, económico o social?”. *Mundo siglo XXI* [en línea], 2024, (México) volumen (1), págs. 1-60. [Consulta: 30 de julio de 2024]. ISSN. 1870-2872. Disponible en: [Diversificación productiva de la industria azucarera ¿Reto tecnológico, económico o social? \(unam.mx\)](#)
2. **AGUILAR RIVERA, Noé; et al.** “Factores de competitividad de la agroindustria de la caña de azúcar en México”. *Región y sociedad* [en línea], 2011, (México) vol. 23 (52), págs. 39-72. [Consulta: 3 de febrero de 2023]. ISSN 2448-4849. Disponible en: [Factores de competitividad de la agroindustria de la caña de azúcar en México \(scielo.org.mx\)](#)
3. **MAYA ALVAREZ Miguel Ángel.** *OPERACIONES CULTURALES, RIEGO Y FERTILIZACIÓN*, 1ª Edición. Antequera – Málaga. IC Editorial. [Consulta: 3 de febrero de 2023]. ISBN: 978-84-16629-19-0. Disponible en: <https://www.casadellibro.com/ebook-operaciones-culturales-riego-y-fertilizacion-agac0108-ebook/9788416629190/2778252>
4. **AGUILAR-RIVERA, Noe; et al**“Evaluación emergy y LCA en la agroindustria azucarera de Veracruz, México”. *Cultivos Tropicales* [en línea], 2015, (Cuba) vol. 36 (4), págs. 144-157. [Consulta: 22 de agosto de 2023]. ISSN: 0258-593634. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193243175020.pdf>
5. **ARREAGA ALBAN, Karina Alexandra.** Manejo Integrado de *Diatraea saccharalis* en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). [En línea]. (Tesis) (Ingeniería Agronómica). Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. Babahoyo, Ecuador. 2018. págs. 1-26 [Consulta: 23 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5165/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000116.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. **ARTEAGA PÉREZ, Luis Ernesto; et al.** “Modelación matemática y simulación de la purificación catalítica de hidrógeno producido con etanol de caña de azúcar”. *Centro Azúcar* [En línea], 2009, (Cuba) volumen 36 (1), págs. 5-8. [Consulta: 10 de febrero de 2023]. Número ISSN: 0253-5777. Disponible en: [http://centrozucar.uclv.edu.cu/index.php/centro\\_azucar/article/view/441/438](http://centrozucar.uclv.edu.cu/index.php/centro_azucar/article/view/441/438)

7. **ASOBANCA, Ecobusiness Fund, Centro Ecuatoriano de Eficiencia de Recursos.** “Guía para el cultivo de caña de azúcar”. *Guía sectorial de la agroindustria* [en línea], 2020, (Ecuador) vol. 1 (1), págs. 1-52. [Consulta: 13 de febrero de 2023]. Disponible en: [https://www.ecobusiness.fund/fileadmin/user\\_upload/Sustainability\\_Academy/Recursos/Guia\\_para\\_el\\_cultivo\\_de\\_cana\\_de\\_azucar.pdf](https://www.ecobusiness.fund/fileadmin/user_upload/Sustainability_Academy/Recursos/Guia_para_el_cultivo_de_cana_de_azucar.pdf)
8. **BLANCO, María A.; et al.** “Dinámica del crecimiento y desarrollo de cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum* sp.): aspectos fisiológicos y azucareros”. *Cultivos Tropicales* [en línea], 2003, (Cuba) vol. 24 (1), págs. 47-542. [Consulta: 3 de octubre de 2023]. ISSN: 0258-59363. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193218221008.pdf>
9. **CAKMAK, Ismail.** “Magnesio para la Nutrición Balanceada de los Cultivos”. *Experiencia Confiable en Nutrición de Cultivos* [en línea], 2018, (Estados Unidos) vol. 14, págs. 1-4. [Consulta: 01 de agosto de 2023]. Disponible en: [https://www.es.microessentials.com/pdf/estadisticas/008632-MBCN%20AgriSight\\_14\\_Mag\\_SPAN\\_June20.pdf](https://www.es.microessentials.com/pdf/estadisticas/008632-MBCN%20AgriSight_14_Mag_SPAN_June20.pdf)
10. **CASTILLO Raul, SILVA Edison, et al.** Variedad ECSP98-169. *CINCAE*. [en línea], 2007, (Ecuador) vol. 1 (2), págs. 18-20. [Consulta: 12 de NOVIEMBRE de 2023]. Disponible en: <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/05/Variedad-ECU-01.pdf>
11. **CASTILLO, Raúl O.; et al.** “Los primeros 20 años del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador - CINCAE”. *Carta Informativa CINCAE* [en línea], 2017, (Ecuador) volumen 19, págs. 1-14. [Consulta: 30 de agosto de 2023]. Número ISSN 13902962. Disponible en: <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/04/A%20C3%B1o-19.pdf>
12. **CASTILLO, Raúl O.; et al.** “EC-03 (ECSP2000-179) y EC-04 (ECSP2000-215), nuevas variedades de caña de azúcar para la cuenca baja del río Guayas”. *CINCAE* [en línea], 2011, (Ecuador) vol. 13 (2), págs. 1-63. [Consulta: 12 de NOVIEMBRE de 2023]. Número ISSN 139029624. Disponible en: <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/04/A%20C3%B1o-13-No.-2.pdf>
13. **COBEÑA MORÁN, Jonathan Joselo & LOOR CHÁVEZ, Iván Francisco.** Caracterización fisicoquímica del jugo de cinco variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la Hacienda El Jardín. [En línea]. (Tesis) (Ingeniería Agroindustrial). Escuela

Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Facultad de Agroindustria. Calceta, Ecuador. 2016. págs. 5 – 52 [Consulta: 3 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/264/1/TAI105.pdf>

14. **DÍAZ MONTEJO, Lucas Lizandro & PORTOCARRERO RIVERA, Eduardo Tomás.** Manual de producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). [En línea]. (Trabajo de titulación) (licenciatura). Zamorano, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Honduras. 2002. págs. 5 – 140 [Consulta: 12 de enero 2024]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a66402aa-4881-4ad1-bd65-f52a1ee5fff1/content>
15. **FAREM-ESTELÍ.** “La Biblioteca Informa”. *B. informativo* [En línea], 2022, (Nicaragua) vol. 27, págs. 1-17. [Consulta: 21 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/19202/8/BOLET%C3%8DN%2027%20.pdf>
16. **GUALOTUÑA LOACHAMIN, Luis Eduardo.** Identificación de variedades de caña panelera (*Saccharum officinarum*) en cuatro provincias del país para formar un banco de germoplasma en Pacto, Pichincha. [En línea]. (Tesis de grado) (Ingeniería Agronómica). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Escuela de Ingeniería Agronómica. Quito - Ecuador. 2013. págs. 1-91 [Consulta: 25 de agosto del 2023]. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2783341>
17. **HERNANDEZ TOLEDO Erubiel.** Caracterización de cepas bacterianas patógenas a *Melanaphis sacchari*. [en línea]. (Trabajo de titulación) (maestría). Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Agronomía. Morelos, México. 2023. págs. 1 – 10 [Consulta: 30 de agosto 2023]. Disponible en: <http://riaa.uaem.mx/xmlui/handle/20.500.12055/445>
18. **HUERTA LARA, Manuel; et al.** “Respuesta de 10 variedades de caña de azúcar a la escaldadura de la hoja [*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson], en la región central costera de Veracruz”. *Agrociencia* [en línea], 2003, (México) vol. 37 (5), págs. 511-519. [Consulta: 15 de agosto del 2023]. ISSN: 1405-31955. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/302/30237508.pdf>
19. **INEC.** “Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua-ESPAC 2022”. *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua* [En línea], 2023, (Ecuador)

vol.1 (12), págs. 1-50. [Consulta: 15 de enero del 2024]. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2022/PPT\\_%20ESPAC\\_%202022\\_04.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_%20ESPAC_%202022_04.pdf)

20. **IZA GUANOLUISA, Edgar Rubén; et al.** Respuesta a la fertilización orgánica de tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum sp* híbrido) en la parroquia Simón Bolívar, provincia de Pastaza. [En línea]. (Tesis) (maestría). Universidad Estatal Amazónica, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Simón Bolívar - Ecuador. 2014. págs. 1-55 [Consulta: 25 de agosto del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/70/T.%20AGROP.B.UEA.1030?sequence=1&isAllowed=y>
21. **KANT, Swya y KAFKAFI, Uzi.** “Absorción de potasio por los cultivos en distintos estadios fisiológicos”. *The Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Agricultural, Food and Environmental Quality Sciences* [en línea], 2023, (Israel) vol. 1. págs. 263-2772. [Consulta: 30 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/Sesion%20V.pdf>
22. **LA O-HECHAVARRÍA, María; et al.** “Técnicas para el estudio de la interacción caña de azúcar - *Sporisorium scitamineum*”. *Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar* [En línea], 2024, (Cuba) vol. 22 (1), págs. 1-8. [Consulta: 15 de octubre de 2023]. ISSN. 1659-1321 Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-13212011000100019](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212011000100019)
23. **LAGOS-BURBANO, Elizabeth y CASTRO-RINCÓN, Edwin.** “Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes”. *Agronomía Mesoamericana* [en línea], 2019, (Costa Rica) vol. 30 (3), págs. 917-934. [Consulta: 5 de noviembre del 2023]. Número ISSN 2215-36084. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/335586813\\_Cana\\_de\\_azucar\\_y\\_subproductos\\_de\\_la\\_agroindustria\\_azucarera\\_en\\_la\\_alimentacion\\_de\\_rumiantes\\_1\\_Sugar\\_cane\\_and\\_by-products\\_of\\_the\\_sugar\\_agro-industry\\_in\\_ruminant\\_feeding\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/335586813_Cana_de_azucar_y_subproductos_de_la_agroindustria_azucarera_en_la_alimentacion_de_rumiantes_1_Sugar_cane_and_by-products_of_the_sugar_agro-industry_in_ruminant_feeding_A_review)
24. **LARRENDO Jesús.** “Calidad de la caña de azúcar” *CINECAÑA*. [en línea], 1995, (Costa Rica) vol. 3 (1), págs. 337-354. [Consulta: 5 de octubre del 2023]. Disponible en: [https://www.cenicana.org/pdf\\_privado/documentos\\_no\\_seriados/libro\\_el\\_cultivo\\_cana/libro\\_p337-354.pdf](https://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p337-354.pdf)

25. **LAZCANO-FERRAT, Ignacio.** “El Potasio Esencial para un buen rendimiento en la Caña de Azúcar”. *Informaciones Agronómicas* [En línea], 1999, (México) vol. 35, págs. 1-163. [Consulta: 15 de diciembre del 2023]. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/BD77D68F8FFC16AB852579A3007A3346/\\$FILE/EI%20potasio.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/BD77D68F8FFC16AB852579A3007A3346/$FILE/EI%20potasio.pdf)
26. **LOPEZ BUSTAMANTE, Josue Felipe.** “La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de panela. Caso: Nordeste del departamento de Antioquia.” [En línea]. (Tesis) (Maestría). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Medellín - Colombia. 2015. págs. 1-66 [Consulta: 25 de agosto del 2023]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/3586/1042996781.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
27. **MARASCA, Indiamara; et al.** “Morphology of sugar cane in preparation and deep bed soil”. *Idesia* [en línea], 2015, (Chile) vol. 33 (4), págs. 23-29. [Consulta: 11 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v33n4/art04.pdf>
28. **MARCIAL MORALES, Gersson. Benjamin.** Aplicación de cinco dosis de potasio en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) var. CP-722086 ciclo plantía en suelo Alfisol Santo Domingo Such. [En línea]. (Tesis) (licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Suroccidente, Carrera de Agronomía Tropical. Mazatenango, Guatemala. 2014. págs. 1-64 [Consulta: 24 de noviembre de 2023]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/22/22\\_0251.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/22/22_0251.pdf)
29. **MARÍN, Fábio Ricardo; et al.** “Modelación de la caña de azúcar en Latinoamérica: Estado del arte y base de datos para parametrización”. *EUROCLIMA* [en línea], 2018, (Luxemburgo) vol. 2, págs. 1-5. [Consulta: 12 de enero de 2024]. ISSN 1831-94244. Disponible en: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/4545bb95-5335-11e8-be1d-01aa75ed71a1/language-es>
30. **MARTÍNEZ CENTELLES, Vicente.** “El tallo de la caña contiene”. *Botanical-online* [en línea], 2023, (España) vol. 1 (1), págs. 1-3. [Consulta: 23 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/cana-azucar-saccharum-officinarum-propiedades-caracteristicas>

31. **MONTERO GOMESCUELLO, José Andrés.** Comportamiento de la producción en la caña de azúcar (variedad EC-03 y EC-04) y su incidencia en la eficiencia de pequeños productores. [en línea]. (Trabajo de titulación) (economista agrícola). Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Economía Agrícola, Carrera de Economía Agrícola. Milagro, Ecuador. 2022. págs. 1-84 [Consulta: 10 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MONTERO%20GOMESCUELLO%20JOSE%20ANDRES.pdf>
32. **MORENO FACONDA, Sergio Fabian.** Evaluación del efecto de *Metarhizium anisopliae* de tres productos comerciales y dos frecuencias de aplicación para el control de salivazo en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) Parroquia Palo Quemado, Cantón Sigchos, Provincia Cotopaxi. [en línea]. (Trabajo de titulación) (maestría). Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Latacunga, Ecuador. 2023. págs. 1 – 99 [Consulta: 01 de enero de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10707>
33. **MURCIA PARDO, Magda Liliana y RAMÍREZ DURÁN, Julio.** “Producción y manejo de semilla de caña panelera”. *Corpoica* [en línea], 2015, (Colombia) vol. (1), págs. 1-48. [Consulta: 30 de agosto de 2023]. Número ISSN: 978-9484. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34328/66414.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
34. **NEGRETE SILLO, Franklin Estalyn.** Aislamiento e identificación de (*Metarhizium* spp) de tres zonas del subtrópico del Ecuador (Cotopaxi y Pichincha) del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L). [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniero Agrónomo). Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Latacunga, Ecuador. 2023. págs. 1-79 [Consulta: 11 de enero de 2024]. Disponible en <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10709>
35. **ORBE, Diego; et al.** “Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)”. *Buenas cifras mejores vidas* [en línea], 2022, (Ecuador) vol. 1 (21) , págs. 1-15. [Consulta: 15 de noviembre del 2023]. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2021/Bolet%20C3%ADn%20t%20C3%A9cnico.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Bolet%20C3%ADn%20t%20C3%A9cnico.pdf)

36. **RAMÍREZ DURÁN, Julio; et al.** *Varietades de caña de azúcar empleadas para la agroindustria panelera de Colombia*. 1.<sup>a</sup> edición, Colombia, Editorial Corpoica, 2014. [Consulta: 30 de agosto de 2023]. ISBN: 9789587401783. Disponible en: <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UCR.000196434/Details>
37. **RAMON MAZZINI, Paola Kimberly.** Comportamiento agronómico de ocho variedades de (*Saccharum officinarum* L.), caña soca año 3, en Río Verde, provincia de Santa Elena. [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería Agropecuaria). Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Agropecuaria. La Libertad, Ecuador. 2021. págs. 1-71 [Consulta: 02 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5818>
38. **RAMÓN PATIÑO, Álvaro Bladimir & AVILÉS LANDÍVAR, Vicente Hernán & MARTÍN ARMAS, Francisco.** Evaluación del rendimiento agro productivo e industrial de 3 variedades certificadas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) de origen cubano (C 1051-73, C 8751, C 132-81), frente al testigo variedad cristalina, en etapa de cosecha, en el cantón Huamboya, provincia de Morona Santiago. [En línea]. (Tesis) (maestría). Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ciencias Agrícolas. Morona Santiago, Ecuador. 2011. págs. 1-100 [Consulta: 13 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1094>
39. **RASCHE ALVAREZ, Jimmy Walter; et al.** “Potassium application in sugarcane varieties: effects on sugarcane yield and borer attack”. *Investigación Agraria* [en línea], 2012, (Paraguay) vol. 14 (2), págs. 1-102. [Consulta: 5 de noviembre del 2023]. ISSN. 2305-0683. Disponible en: [http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2305-06832012000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2305-06832012000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
40. **RASCHE ALVAREZ, Jimmy Walter; et al.** “Potassium application in sugarcane varieties: effects on sugarcane yield and borer attack”. *Investigación agraria* [en línea], 2012, (Paraguay) vol. 14 (2), págs. 1-102. [Consulta: 01 de noviembre de 2023]. ISSN. 2305-0683. Disponible en: [http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2305-06832012000200004](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2305-06832012000200004)
41. **RENGEL, Marcos; GIL, Fernando; MONTAÑO, José.** “Crecimiento y dinámica de acumulación de nutrientes en caña de azúcar. Micronutrientes”. *Bioagro* [en línea], 2011,

(Venezuela) vol. 23 (2), págs. 135-140. [Consulta: 30 DE agosto 2023]. ISSN: 1316-33615. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/857/85719245009.pdf>

42. **RODRÍGUEZ BORRAY, Gonzalo Alfredo; et al.** “Modelo productivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum) para la producción de panela en Cundinamarca”. *Colección Transformación del Agro* [en línea], 2020, (Colombia) vol. 2, págs. 1-180. [Consulta: 30 agosto de 2023]. ISSN. 740-330-51. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/35698>
43. **RODRIGUEZ, Mariela and FLÓREZ, Víctor.** “Ferti-Riego: Tecnologías y programación en la Agroplasticultura” *Taller de fertirrigación*. [en línea], 2004, (Colombia) vol. 1 (4), págs. 1-10. [Consulta: 20 de noviembre de 2023]. ISSN. 84-96023-27-3. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/284772525\\_La\\_cana\\_de\\_azucar\\_caracteristicas\\_y\\_ecofisiologia](https://www.researchgate.net/publication/284772525_La_cana_de_azucar_caracteristicas_y_ecofisiologia)
44. **ROSALES LONGO, Fredy; et al.** “Evaluación y selección de variedades de caña de azúcar en el estado II del programa de variedades de CENGICANÑA en la zafra 2013-2014”. *CENGICANÑA* [en línea], 2014, (Guatemala) vol. (2), págs. 149-158. [Consulta: 30 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://cengicana.org/files/2015082805362176.pdf>
45. **SALTOS ZAMBRANO, José Gabriel.** Comportamiento agronómico de ocho variedades de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en Río Verde, provincia de Santa Elena. [En línea]. (Ingeniero Agropecuario). Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. La Libertad, Ecuador. 2015. págs. 1 – 55 [Consulta: 12 de enero de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2741>
46. **SILVA, Edison; CAICEDO, Wilmer; et al.** “Nueva variedad de caña de azúcar para la costa ecuatoriana”. *CINCAE* [en línea], 2024, (Ecuador) vol. 6, págs. 1-2. [Consulta: 23 de NOVIEMBRE de 2023]. Disponible en: <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/05/Varietad-EC-02.pdf>
47. **SUBIRÓS RUIZ, Fermín.** Cultivo de la Caña de Azúcar [Libro]. 1ª edición. San José, Costa Rica: Editorial UNED, 2023. [Consulta: 30 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=2wpC1j2AmkAC&printsec=copyright&hl=es#v=onepage&q&f=false>

48. **TORRES-LOZADA, Patricia; et al.** “Influencia de la aplicación de biosólidos sobre el suelo, la morfología y productividad del cultivo de caña de azúcar”. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* [en línea], 2015, (Colombia) volumen 18 (1), págs. 60-79. [Consulta: 22 de noviembre de 2023].. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v18n1/v18n1a09.pdf>
49. **VARGAS ARIAS, Carlos Orlando & CONTRERAS ROMO, José Francisco.** Valoración de las tecnologías tradicionales del procesamiento de panela en el área metropolitana de Medellín. [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería Industrial). Escuela de Ingeniería de Antioquia, Facultad de Ingeniería Industrial. Medellín, Colombia. 2003. págs. 1-113 [Consulta: 25 de enero de 2024]. Disponible en: <https://repository.eia.edu.co/entities/publication/766824bb-7756-4a76-adfb-492f8f73965b>
50. **VÁZQUEZ SANDOVAL, Fernando & VERDEJO LARA, Rafael Antonio & BELLO BELLO, Jericó & REAL GARRIDO, Carlos Jesús.** Efecto de potasio en caña de azúcar (*Saccharum* spp. Híbrido), cultivar CP 72-2086 sobre el desarrollo de semillero básico. [en línea]. (Trabajo de titulación) (maestría). Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Orizaba, México. 2021. págs. 1 – 57 [Consulta: 11 de enero de 2024]. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/handle/1944/52273>
51. **VENEROS, Róger.** Efecto del sulfato de magnesio en la concentración de sacarosa en el jugo de tallo de *Saccharum officinarum* L. variedades H32 y H38 “caña de azúcar”. [en línea]. (Trabajo de titulación) (maestría). Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela de Biología. Trujillo, Perú. 2010. págs. 1-100 [Consulta: 01 de febrero 2024]. Disponible en: <https://open.iberoteca.net/shop/product/efecto-del-sulfato-de-magnesio-en-la-concentracion-de-sacarosa-en-el-jugo-de-tallo-de-saccharum-officinarum-l-variedades-h32-y-h38-cana-de-azucar-18243?page=69&category=29#attr=>

Cristian Tenetonda S.



## ANEXOS



**ANEXOS A:** ESTADO DE LA CAÑA



**ANEXOS B:** APLICACIÓN DE ENMIENDA AGRÍCOLA



**ANEXOS C:** DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE LA EXPERIMENTACIÓN



**ANEXOS D:** PESAJE DE TRATAMIENTOS



**ANEXOS E:** APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS



**ANEXOS F:** DESOJE DE LAS HOJAS



**ANEXOS G:** CORTE DE LOS TALLOS DE CADA TRATAMIENTO



**ANEXOS H:** CANTIDAD DE CAÑA A EVALUAR DE LOS TRATAMIENTOS



**ANEXOS I:** TOMA DE RESULTADOS DE LAS VARIABLES MORFOLÓGICAS



**ANEXOS J:** TOMA DE RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE CALIDAD DE JUGO

	<b>ANÁLISIS BROMATOLÓGICO</b>	Laboratorio de ensayo: por el SAE con acreditación SAE LEN 07-0
	Informe de Ensayo	
	Nº: 159 822	

1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE Coca, 30 de noviembre

Solicitado por: Sra. Fanny Maiza / Sra. Mariela Cobos.  
Dirección: Parroquia el Dorado, Comunidad los Laureles.  
Fecha de toma de muestra: 2 023/11/03 Hora: N/A Responsable: Sra. Fanny Maiza / Sra. Mariela  
Identificación de la muestra: Suelos Rojos via Auca km 11, Proesiente de un cultivo de caña.  
Profundidad: 10 cm  
Propietario de la finca: Sr Liber Cobos.

2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO  
Fecha ingreso al Laboratorio: 2 023/11/06 Hora: 14:47 Condiciones Ambientales de Análisis: T. Máx: 2  
Fecha del análisis: 2 023/11/06 a 2 023/11/30 T. Mín: 2  
Código de muestra: s 16 295 SPS: 23 - 1 500

2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código de muestra
1	Potencial hidrógeno	SM 4500-H+ B / PEE-LABSU-02	~	5,58
2	Macronutrientes	Calcio	mg/kg	1407,484
		Magnesio		318,066
		Potasio		408,290
		Sodio		1242,712
3	Fósforo	SM 2540 B / PEE-LABSU-73	mg/kg	0,12
4	Nitrógeno	KJELDAHL, EPA 331.2 / PEE-LABSU-71	%	0,38
5	Materia Orgánica	Gravimétrico / PEE-LABSU-67	%	7,52

## ANEXOS K: ANÁLISIS DEL SUELO



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 07/ 08/ 2024

<b>INFORMACIÓN DE LA AUTORA</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Mariela Judith Cobos Paguay
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Agronomía
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Agrónoma
 Ing. Maritza Carolina Sanchez Capa Msc <b>Director del Trabajo de Integración Curricular</b>  Ing. Rodrigo Ernesto Salazar López Msc <b>Asesor del Trabajo de Integración Curricular</b>