

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES  
CARRERA: INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES EN CAÑA DE  
AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) A TRAVÉS DE ENCUESTAS EN LAS  
COMUNIDADES DE LA TALITA, CAMPO GRANDE Y PORCELANA DEL  
MUNICIPIO DE BERMEJO”**

**Por:**

**EDWIN LEONCIO CASTRILLO ESTRADA**

Tesis presentada a consideración de la “**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**”, como requisito para optar el grado académico de licenciatura en **INGENIERÍA AGRONÓMICA**.

**TARIJA – BOLIVIA  
2022**

V°B°

.....  
M.Sc. Ing. Ramón Márquez Gareca  
**DOCENTE GUÍA**

.....  
M.Sc. Ing. Juan Oscar Hiza Zuñiga  
**DECANO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRÍCOLAS Y  
FORESTALES**

.....  
M.Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejia  
**VICEDECANO DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y  
FORESTALES**

**APROBADO POR:  
TRIBUNAL**

.....  
M.Sc. Ing. Martín Oscar Tordoya Rojas  
**TRIBUNAL**

.....  
M.Sc. Ing. Wilfredo Benítez Ordoñez  
**TRIBUNAL**

.....  
M.Sc. Ing. Javier Cava Olguín  
**TRIBUNAL**

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esta responsabilidad del autor.

**DEDICATORIA:**

A DIOS por concederme la oportunidad de alcanzar esta meta, por su infinito amor, bondad y misericordia.

A MIS PADRES Guillermo Castrillo Centeno (Q.E.P.D.) y Florentina Estrada Ortega.

A MI ESPOSA Cira Choque, gracias por tu amor y apoyo de toda la vida. Te amo.

A MI HERMANA Rosmery Castrillo Estrada (Q.E.P.D.)

A MIS HIJOS Guillermo Enrique, Cira Marcela, Edwin Gabriel con todo mi amor.

A TODA MI FAMILIA gracias por su apoyo incondicional.

### **AGRADECIMIENTOS:**

Mi mayor agradecimiento sincero es a los docentes de mi carrera que con su apoyo y enseñanzas constituyen la base de mi vida profesional.

A M.Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez, gracias por su apoyo, por sus conocimientos transmitidos y el tiempo dedicado al desarrollo de mi investigación.

A Ing. Agr. Ramón Márquez gracias por su apoyo.

A mis compañeros de la FACULTAD y a todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
Dedicatoria	
Agradecimientos	
Resumen	
Introducción .....	1
Planteamiento del Problema.....	3
Justificación.....	4
Hipótesis.....	5
Objetivos .....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos .....	5

### CAPÍTULO I

#### 1. MARCO TEÓRICO

1.1. Origen de la Caña de Azúcar.....	7
1.1.1. Distribución Geográfica del Cultivo de la Caña de Azúcar.....	7
1.2. Clasificación Taxonómica .....	8
1.3. Descripción de la Caña de Azúcar.....	8
1.4. Variedades .....	11
1.5. Principales Países Productores de Caña de Azúcar a Nivel Mundial .....	13
1.6. Producción de Azúcar por Ingenio .....	15
1.7. Condiciones Edafoclimáticas de la Caña de Azúcar .....	16
1.7.1. Temperaturas .....	17
1.7.2. Precipitación .....	17
1.7.3. Suelo Adecuado.....	17
1.8. Labores Culturales.....	18
1.8.1. Preparación del Terreno.....	18
1.8.2. Levantamiento Topográfico.....	19
1.8.3. Limpieza o Descepada.....	19
1.8.4. Nivelación.....	19

1.8.5. Subsolada.....	19
1.8.6. Arada.....	19
1.8.7. Rastreada.....	19
1.8.8. Surcada.....	20
1.8.9. Época de Plantación.....	20
1.9. Obtención de la Caña Planta (Semilla).....	21
1.10. Fertilización.....	22
1.10.1. Determinación de un Plan de Fertilización.....	22
1.10.1.1. Muestreo y Análisis de Suelos.....	22
1.10.1.2. Diagnóstico de la Fertilización.....	23
1.10.1.3. Diseño del Plan de Fertilización.....	23
1.10.1.4. Ejecución y Monitoreo del Plan de Fertilización.....	23
1.10.1.5. Evaluación y Análisis de los Resultados del Plan de Fertilización.....	23
1.10.2. Importancia de los Nutrientes para la Caña de Azúcar.....	23
1.10.2.1. Necesidades de Nitrógeno.....	26
1.10.2.2. Necesidades de Fósforo.....	27
1.10.2.3. Necesidades de Potasio.....	27
1.10.2.4. Necesidades de Elementos Secundarios: Calcio, Magnesio y Azufre.....	27
1.10.2.5. Necesidades de Elementos Menores.....	28
1.10.2.6. Necesidades de Materia Orgánica.....	28
1.10.3. Aporque.....	28
1.10.4. Riego.....	28
1.10.5. Control de malezas.....	29
1.10.6. Cosecha.....	29
1.10.7. Cosecha y Transporte.....	30
1.10.8. Plagas y enfermedades de la caña de azúcar.....	30
1.10.8.1. Plagas.....	31
1.10.8.2. Enfermedades.....	31

## **FUNDAMENTO TEÓRICO ESPECÍFICO DE LA ENCUESTA**

1.11. Procedimiento General de una Encuesta.....	32
1.12. Material para Realizar la Encuesta .....	33
1.13. Cuestionario.....	33
1.14. Entrevistas Estructuradas.....	33
1.15. Elaboración de las Preguntas .....	34
1.16. Organización del Trabajo de Campo .....	34
1.16.1. Entrevista Personal.....	35
1.16.2. Encuesta por Teléfono .....	35
1.17. Diseños de Investigación de Encuestas.....	36
1.18. Análisis de Datos .....	36
1.18.1. Medidas.....	36
1.18.2. Organización de los Datos .....	37
1.19. Posibles Fuentes de Error .....	38
1.20. El Entrevistador .....	38

## **CAPÍTULO II**

### **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

2.1. Localización y Ubicación Geográfica del Municipio de Bermejo.....	40
2.2. Características Generales del Área de Estudio .....	42
2.2.1. Ubicación.....	42
2.3. Aspectos Físico – Naturales del Municipio de Bermejo.....	42
2.3.1. Característica del Ecosistema.....	42
2.3.1.1. Altitudes .....	42
2.3.1.2. Relieve.....	42
2.3.1.3. Suelos .....	43
2.4. Materiales .....	43
2.4.1. Material Experimental .....	43
2.4.2. Materiales de Campo .....	44
2.4.3. Materiales de Gabinete .....	44
2.5. Metodología.....	44



2.5.1. Selección del Área de Estudio .....	45
2.6. Metodología para el Análisis de la Información.....	45
2.7. Tamaño de la Muestra .....	45
2.8. Factores que se Estudió.....	47

### **CAPÍTULO III**

#### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

3.1. Base de Datos .....	49
3.1.1. Registro de la Cantidad de Encuestados por Zona de Producción.....	50
3.1.2. Situación del Derecho Propietario de las Tierras que Cultivan .....	51
3.1.3. Hectáreas que los Productores tienen con Caña de Azúcar .....	52
3.1.4. Preparación de Terrenos para la Siembra de Caña de Azúcar .....	53
3.1.5. Meses que Realizan la Siembra de Caña de Azúcar .....	54
3.1.6. La Variedad de Caña de Azúcar que Siembran los Productores.....	55
3.1.7. La Variedad de Caña de Azúcar que tiene Mejor Rendimiento.....	56
3.1.8. Recursos Hídricos para el Riego del Terreno .....	57
3.1.9. El Sistema de Riego que Poseen.....	58
3.1.10. Labores Culturales que Realizan en Producción de la Caña de Azúcar.....	59
3.1.11. Fertilización de los Terrenos.....	60
3.1.12. Fertilizantes que Emplean para Abonar sus Terrenos.....	62
3.1.13. Dosis de Fertilizante en Kilogramos por Hectárea que se Emplea .....	63
3.1.14. Aplicación de la Dosis de Fertilizante .....	65
3.1.15. Época de Aplicación de Fertilizantes en la Caña de Azúcar.....	66
3.1.16. Rendimiento de la Caña de Azúcar en Toneladas por Hectárea .....	67
3.1.17. Factores que Afectan el Rendimiento de la Caña de Azúcar .....	68
3.1.18. Factores Climáticos que Afectan el Rendimiento de la Caña .....	69
3.1.19. Disponibilidad de instituciones para análisis de suelos .....	70
3.2. Análisis de Suelos.....	71
3.2.1. Recolección de Muestras de Suelo, para el Análisis Químico en el Laboratorio de la UAJMS .....	71

3.3. ANÁLISIS de BENEFICIO COSTO en LA PRODUCCIÓN de la caña de azúcar con y sin fertilizante .....	72
3.3.1. Cuadro comparativo de Costos en la producción de la caña de azúcar con Fertilizante y sin Fertilizante (Siembra-Semilla) .....	72
3.3.2. Cuadro comparativo de Costos en la producción de la caña de azúcar con Fertilizante y sin Fertilizante (Caña Soca 1) .....	73
3.3.3. Cuadro Resumen de Beneficio/Costo en la producción de caña de azúcar en Siembra y Soca 1 .....	74

#### **CAPÍTULO IV**

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1. Conclusiones.....	75
4.2. Recomendaciones .....	77
BIBLIOGRAFÍA.....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Principales países productores de caña de azúcar a nivel mundial.....	13
<b>Figura 2.</b> Producción de caña azúcar en Bolivia por departamento .....	15
<b>Figura 3.</b> Mapa de ubicación de las tres comunidades en Bermejo .....	41
<b>Figura 4.</b> Pregunta 2 Registre su comunidad (OTB).....	50
<b>Figura 5.</b> Pregunta 3 ¿Situación del derecho propietario de las tierras que cultiva? .	51
<b>Figura 6.</b> Pregunta 4 ¿Cuántas hectáreas tiene con producción de caña de azúcar? .	52
<b>Figura 7.</b> Pregunta 5 ¿Cómo es la preparación de suelos?.....	53
<b>Figura 8.</b> Pregunta 6 ¿En qué periodo realiza la siembra?.....	54
<b>Figura 9.</b> Pregunta 7 ¿Qué variedad de caña de azúcar es la que siembra? .....	55
<b>Figura 10.</b> Pregunta8 ¿Qué variedad de caña de azúcar tiene mejor rendimiento para usted en su terreno? .....	56
<b>Figura 11.</b> Pregunta 9 ¿Su terreno cuenta con de riego?.....	57
<b>Figura 12.</b> Pregunta 10 ¿Qué sistema de riego tiene? .....	58
<b>Figura 13.</b> Pregunta 11 ¿Qué labores culturales realiza en la caña de azúcar? .....	59
<b>Figura 14.</b> Pregunta 12 ¿Usted fertiliza sus terrenos?.....	61
<b>Figura 15.</b> Pregunta 13 ¿Qué fertilizantes emplea para abonar sus terrenos?.....	62
<b>Figura 16.</b> Pregunta 14 ¿Dosis de fertilizante por hectárea?.....	64
<b>Figura 17.</b> Pregunta 15 ¿Por qué emplea esa dosificación? .....	65
<b>Figura 18.</b> Pregunta 16 ¿Cuándo realiza la fertilización en la caña de azúcar? .....	66
<b>Figura 19.</b> Pregunta 17 ¿Cuál es el rendimiento promedio de Tn/Ha? .....	67
<b>Figura 20.</b> Pregunta 18 ¿Según su experiencia a que factores se debe el bajo rendimiento de caña de azúcar?.....	68
<b>Figura 21.</b> Pregunta 19 ¿Qué factores climáticos afectan el rendimiento de la caña de azúcar? .....	69
<b>Figura 22.</b> Pregunta 20 ¿Su comunidad cuenta con alguna institución para realizar análisis de suelos?.....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Taxonomía de la caña de azúcar .....	8
<b>Tabla 2.</b> Principales componentes del tallo de caña de azúcar.....	9
<b>Tabla 3.</b> Otros constituyentes de la caña presentes en el jugo.....	10
<b>Tabla 4.</b> Principales características de las variedades de caña de azúcar más cultivadas en Bermejo.....	12
<b>Tabla 5.</b> Crecimiento de la producción de caña de azúcar .....	14
<b>Tabla 6.</b> Producción de azúcar por ingenio en Bolivia.....	16
<b>Tabla 7.</b> Extracción de macronutrientes del suelo que realiza el cultivo para su producción .....	25
<b>Tabla 8.</b> Influencia de la edad de la cepa sobre el beneficio de la fertilización nitrogenada, (N=102) .....	25
<b>Tabla 9.</b> Frecuencia de riego en días según tipo de suelo.....	29
<b>Tabla 10.</b> Distritos del área rural del municipio de Bermejo.....	40
<b>Tabla 11.</b> Superficie y unidades fisiográficas de Bermejo .....	42
<b>Tabla 12.</b> Superficie ocupada según la clasificación de tierras .....	43
<b>Tabla 13.</b> Cantidad de encuestados por comunidad .....	47
<b>Tabla 14.</b> Pregunta 2 Registre su comunidad (OTB) .....	50
<b>Tabla 15.</b> Pregunta 3 ¿Situación del derecho propietario de las tierras que cultiva? 51	
<b>Tabla 16.</b> Pregunta 4 ¿Cuántas hectáreas tiene con producción de caña de azúcar? . 52	
<b>Tabla 17.</b> Pregunta 5 ¿Cómo es la preparación de suelos para la siembra de caña de azúcar? .....	53
<b>Tabla 18.</b> Pregunta 6 ¿En qué mes realiza la siembra de caña de azúcar? .....	54
<b>Tabla 19.</b> Pregunta 7 ¿Qué variedad de caña de azúcar es la que siembra?.....	55
<b>Tabla 20.</b> Pregunta 8 ¿Qué variedad de caña de azúcar tiene mejor rendimiento para usted en su terreno? .....	56
<b>Tabla 21.</b> Pregunta 9 ¿Su terreno cuenta con riego? .....	57
<b>Tabla 22.</b> Pregunta 10 ¿Qué sistema de riego tiene?.....	58
<b>Tabla 23.</b> Pregunta 11 ¿Qué labores culturales realiza en la caña de azúcar?.....	59

<b>Tabla 24.</b> Pregunta 12 ¿Usted fertiliza sus terrenos? .....	60
<b>Tabla 25.</b> Pregunta 13 ¿Qué fertilizantes emplea para abonar sus terrenos? .....	62
<b>Tabla 26.</b> Pregunta 14 ¿Qué dosis de fertilizante en kilogramos por hectárea emplea? .....	63
<b>Tabla 27.</b> Pregunta 15 ¿Por qué emplea esa dosificación?.....	65
<b>Tabla 28.</b> Pregunta 16 ¿Cuándo realiza la fertilización en la caña de azúcar?.....	66
<b>Tabla 29.</b> Pregunta 17 ¿Cuál es el rendimiento promedio de Tn/Ha?.....	67
<b>Tabla 30.</b> Pregunta 18 ¿Según su experiencia a que factores se debe el bajo rendimiento de caña de azúcar?.....	68
<b>Tabla 31.</b> Pregunta 19 ¿Qué factores climáticos afectan el rendimiento de la caña de azúcar? .....	69
<b>Tabla 32.</b> Pregunta 20 ¿Su comunidad cuenta con alguna institución para realizar análisis de suelos?.....	70
<b>Tabla 33.</b> Análisis de suelo de las tres comunidades de Bermejo .....	71

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Ubicación de las Comunidades en Estudio
- Anexo 2.** Fotograma de la Recolección de Muestras de Suelo, para Análisis Químico de Laboratorio
- Anexo 3.** Análisis Químico de Suelo Comunidad Porcelana Bajo
- Anexo 4.** Análisis Químico de Suelo Comunidad Porcelana Semibordo
- Anexo 5.** Análisis Químico de Suelo Comunidad Porcelana Bordo
- Anexo 6.** Análisis Químico de Suelo Comunidad La Talita
- Anexo 7.** Fotograma del Método de Calicata para Caracterización de Suelos
- Anexo 8.** Encuesta
- Anexo 9.** Base de Datos de la Encuesta