

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**DETERMINAR EL NIVEL DE SALINIDAD DE LOS SUELOS EN  
LAS ÁREAS DE CULTIVOS AGRÍCOLAS DE LA COMUNIDAD  
DE TAQUILLOS DEL MUNICIPIO DE ENTRE RÍOS POR LA  
EXPLOTACIÓN DE SAL**

**Por:**

**CRISTINA HOYOS BEJARANO**

Modalidad de graduación: **TESIS DE GRADO** presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente.

**Diciembre - 2018**

**TARIJA – BOLIVIA**

**V°B°**

.....  
M. Sc. Ing. Herlan Baldiviezo B.

**DOCENTE GUIA**

.....  
M. Sc. Ing. Freddy Castro Salinas  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

.....  
M. Sc. Ing. Luis Arandia Mendivil  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
M. Sc. Ing. Ariel Villena Morales

.....  
M. Sc. Ing. Germán Hoyos Farfán

.....  
Ing. Marco Vladimir Elías Hoyos

El tribunal calificador del presente trabajo no se responsabiliza con la Forma, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo responsabilidad del autor.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser el forjador de mi camino, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo, a mis padres **Lino Hoyos y Avelina Bejarano**, por su enseñanza, comprensión y apoyo incondicional.

A mi profesor guía, por su asesoramiento en la realización de este trabajo.

A mis docentes, por el conocimiento y sabiduría impartida en la formación como profesional.

A mis compañeros y amigos por compartir bellos momentos juntos, en este camino de formación.

## **DEDICATORIA**

A mis padres por su gran amor y por brindarme su  
apoyo en todo momento.

### **PENSAMIENTO**

Nacemos para vivir, por eso lo más importante que tenemos es el tiempo, es tan corto nuestro paso por este planeta que es una pésima idea no gozar cada paso y cada instante, con el favor de una mente que no tiene límites y un corazón que puede amar mucho más de lo que suponemos.

(Facundo Cabrales)

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	2
<b>IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	2
<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	3
<b>HIPÓTESIS</b> .....	3
<b>OBJETIVOS</b> .....	3
<b>Objetivo general</b> .....	3
<b>Objetivos específico</b> .....	3
<b>CAÍTULO I</b>	
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	
<b>1.1. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	4
<b>1.1.1. Definición de suelo</b> .....	4
<b>1.1.2. Degradación de suelos:</b> .....	4
<b>1.1.3. Salinidad del suelo</b> .....	4
<b>a) Suelos Salinos:</b> .....	4
<b>b) Suelos Sódicos:</b> .....	5
<b>c) Suelos Salinos Sódicos:</b> .....	5
<b>1.1.4. Origen de las sales</b> .....	5
<b>1.1.5. Salinidad de suelos</b> .....	6
<b>1.1.6. Salinización de suelos</b> .....	6
<b>1.1.7. Alcalinidad:</b> .....	6

<b>1.1.8.</b>	<b>Causas de la salinización en los suelos .....</b>	<b>6</b>
<b>a)</b>	<b>Salinidad natural .....</b>	<b>6</b>
<b>b)</b>	<b>Salinidad secundaria del suelo.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.9.</b>	<b>Cationes y aniones solubles .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.10.</b>	<b>Parámetros químicos .....</b>	<b>7</b>
<b>a)</b>	<b>Potasio .....</b>	<b>7</b>
<b>b)</b>	<b>Calcio.....</b>	<b>8</b>
<b>c)</b>	<b>Magnesio .....</b>	<b>8</b>
<b>d)</b>	<b>Sodio.....</b>	<b>9</b>
<b>e)</b>	<b>Porcentaje de sodio intercambiable .....</b>	<b>9</b>
<b>f)</b>	<b>Conductividad eléctrica .....</b>	<b>10</b>
<b>g)</b>	<b>Potencial de hidrógeno (pH) .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.11.</b>	<b>Cultivos .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.12.</b>	<b>Veta.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.13.</b>	<b>Obtención de sal .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.14.</b>	<b>Sal en roca.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.1.</b>	<b>Efecto de la salinidad en el suelo y cultivos .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.2.</b>	<b>Mejoramiento de suelos sódicos .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.3.</b>	<b>Alternativas de recuperación de los suelos.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2.4.</b>	<b>Características de los suelos salinos .....</b>	<b>14</b>
<b>a)</b>	<b>Métodos químicos .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.5.</b>	<b>Selección y manejo del cultivo para la recuperación de suelos.....</b>	<b>16</b>



1.2.6.	Determinación de las sales en el suelo.....	17
1.2.7.	¿Cómo afecta la salinidad sobre los diferentes cultivos maíz y maní? .. .....	18
1.2.8.	Procesos que favorecen la salinización del suelo.....	19

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

2.1.	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	20
2.2.	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE BIOFÍSICO .....	21
2.2.1.	Geomorfología .....	21
2.2.2.	Fisiografía .....	21
a)	Paisaje de Colina media con disección fuerte.....	21
b)	Pluviometría .....	21
2.3.	Recursos minerales.....	22
2.3.1.	Principales Metales y No metales .....	22
2.4.	Sistemas de producción .....	22
2.5.	MATERIALES.....	22
2.6.	METODOLOGÍA .....	23
<input type="checkbox"/>	Método descriptivo.....	23
<input type="checkbox"/>	Método analítico.....	23
2.7.	DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA .....	24
2.7.1.	Recopilación de información secundaria.....	24
2.7.2.	Diseño de la encuesta .....	23
2.7.3.	Etapas de campo .....	25

□	<b>Reconocimiento del área de estudio .....</b>	<b>25</b>
□	<b>Ubicación de los puntos muestreo .....</b>	<b>25</b>
□	<b>Toma de muestra .....</b>	<b>25</b>
□	<b>Profundidad del muestreo.....</b>	<b>26</b>
	<b>2.8. Procedimiento de la toma de muestras para la determinación del nivel de salinidad del suelo mediante uso del barreno.....</b>	<b>26</b>
	<b>2.9. Análisis químico de laboratorio .....</b>	<b>27</b>
	<b>2.10. Perfil del suelo .....</b>	<b>27</b>
	<b>2.10.1. Procedimiento para la descripción de perfiles de suelo.....</b>	<b>27</b>
 <b>CAPITULO III</b>		
<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>		
	<b>3.1. RESULTADO DE LAS ENCUESTAS .....</b>	<b>28</b>
	<b>3.2. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SALINIDAD.....</b>	<b>35</b>
	<b>3.3. ANÁLISIS DEL ÁREA AGRÍCOLA MEDIANTE PERFIL DEL SUELO</b>	<b>48</b>
	<b>3.4. PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA SUELOS SALINOS ALCALINOS.....</b>	<b>52</b>
	<b>3.4.1. Objetivos del plan.....</b>	<b>52</b>
 <b>CAPITULO IV</b>		
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
	<b>4.1. CONCLUSIONES.....</b>	<b>58</b>
	<b>4.2. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>59</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>60</b>
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>63</b>

