

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SITIO PARA EL PINO DE  
CERRO (*Podocarpus parlatorei* Pilg.) EN LA COMUNIDAD  
RINCÓN DE LA VICTORIA, PROVINCIA MÉNDEZ –TARIJA**

**POR:**

**Martha Rosely Aramayo Choque**

Tesis de grado: presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en **Ingeniería Forestal**.

**Gestión - 2021**

**TARIJA-BOLIVIA**

V<sup>o</sup>B<sup>o</sup>

.....  
M. Sc. Ing. Sebastian Ramos Mejía  
**PROFESOR GUÍA**

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

.....  
M. Sc. Ing. Sebastian Ramos Mejía  
**VICEDECANO a.i.**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADO POR:**

.....  
M. Sc. Ing. Fidel Ibarra Martínez  
**TRIBUNAL**

.....  
M. Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguín  
**TRIBUNAL**

.....  
M. Sc. Ing. Luís Arandia Mendivil  
**TRIBUNAL**

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

## **DEDICATORIA**

Esta tesis va dedicada a Dios por darme salud, esfuerzo, compromiso, paciencia y valor en todo este proceso.

Dedico a mi familia Aramayo, Choque Mi Madre Vilma Choque, por todo su amor y consejos Mis herman@s Yamil, Gliver y Yuli por todo su apoyo incondicional a mi hermosa sobrinita Yesmi mis dos padres Pedro Aramayo y Simón Céspedes por su apoyo y a mis abuelitos

A mi pareja por acompañarme en todo este proceso aprendizaje su amor y paciencia

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, dar gracias a Dios por permitirme cumplir con un objetivo más en mi vida.

Agradezco a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradecer a todos mis compañeros, amigos, y familiares que siempre estuvieron a mi lado apoyándome.

## ÍNDICE INTRODUCCIÓN

	<b>Página</b>
Cuadro N° 22 Leyenda de la calidad de sitio.....	66.....11
ANEXOS N°1: CUADROS.....	14
1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- Introducción.....	1
1.2.- JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3.- HIPÓTESIS.....	2
1.4.- OBJETIVOS.....	3
1.4.1.- OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1.- Calidad de sitio.....	4
2.1.1.- Factores climáticos y edáficos combinados.....	4
2.1.2.- Sitio forestal.....	5
2.1.3.- Factor Edafoclimático.....	5
2.1.4.- Índice de sitio.....	5
2.1.5.- Clasificación del sitio.....	6
2.1.6.- Medición de la calidad del sitio.....	6
2.1.7.- Evaluación de la calidad de sitio.....	7
2.1.8.- Métodos de la evaluación de la calidad de sitio.....	7
2.2.- Variables físicas.....	7
2.2.1.- Infiltración.....	7
2.2.2.- Capacidad de infiltración.....	8
2.2.3.- Velocidad de infiltración.....	8
2.2.4.- Densidad aparente.....	9
2.2.5.- Porosidad del suelo.....	9
2.2.6.- Textura del suelo.....	10

2.3.- Variable química.....	10
2.3.1.- Materia orgánica .....	11
2.3.2.- Nitrógeno en el suelo .....	11
2.3.3.- Fosforo.....	12
2.3.4.- Potasio .....	12
2.3.5.- PH del suelo .....	12
Figura Nª 2: Clasificación de pH del suelo (Fernández 2006).....	13
3.- MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
3.1.- Descripción de la zona de estudio .....	14
3.1.1.- Ubicación de la zona .....	14
3.1.2.- Clima .....	16
3.1.3.- Geomorfología.....	16
3.1.4.- Recursos hídricos .....	17
3.1.5.- Vegetación .....	17
3.1.6.- Fauna .....	18
3.1.7.- Características socio económicas .....	18
3.2.- MATERIALES .....	19
3.2.1.- Material de campo.....	19
3.2.2.- Material de gabinete.....	19
3.3.- METODOLOGÍA.....	20
3.3.1.- DIAGRAMA DE ACTIVIDADES.....	20
3.3.2.- Identificación de la zona de estudio .....	21
3.3.3.- Instalación de parcelas de muestreo .....	21
3.3.4.- Levantamiento dasométrico de la vegetación.....	22
3.3.5.- Levantamiento de características externas del suelo .....	23
3.3.6.- Levantamiento de características internas del suelo .....	23
3.3.7.- Análisis de laboratorio.....	25
3.3.8.- Variables a estudiar .....	25
3.3.9.- Aspectos Climatológicos .....	28
3.3.10.- Evaluación eda climática.....	28
3.3.11.- Determinación de la calidad de sitio .....	28
4. RESULTADOS.....	29

4.1 Descripción de las características del sitio del bosque de Pino de Cerro ( <i>Podocarpus Parlatoarei Pilg.</i> ).....	29
4.1.1 Características de la vegetación.....	29
Los resultados fueron elaborados de acuerdo a cada estado de las especies encontradas en el área de estudio, mediante claves y observaciones hechas en el área sobre la presencia de la regeneración tomando en cuenta los distintos estados brinzal, latizal y fustal y árboles maduros, como también se tomó en cuenta las especies asociadas, número de individuos altura y diámetro. ....	29
4.1.1.1. ....	29
4.1.1.2 Estado Latizal.....	30
4.1.1.3 Estado fustal.....	31
4.1.1.4 Árboles maduros.....	32
4.2 Descripción de las unidades de vegetación.....	34
.....	35
4.2.1. Bosque denso.....	35
4.2.2. Bosque Semidenso.....	36
4.2.3. Vegetación herbácea rala.....	36
4.3 Descripción del uso de la especie.....	36
4.3.1 Pino de Cerro ( <i>Podocarpus Parlatoarei Pilg.</i> ).....	36
4.4. Descripción de la fisiografía de los suelos.....	38
4.4.1 Montaña alta.....	39
4.5 Descripción de los suelos.....	40
4.5.1. Características externas del suelo.....	41
4.5.2. Características Internas del suelo.....	43
4.5.3 Variables Físicas.....	46
.....	49
4.5.4 Variables químicas.....	52
4.6 Descripción de uso actual de suelo.....	58
4.7 Requerimiento edafoclimático del Pino de cerro.....	60
4.7 Requerimiento edafoclimático del área de estudio.....	61
4.7.1 Confrontación de los requerimientos climáticos de la especie en estudio con el requerimiento de área de estudio.....	62
4.7.2 Confrontación de los requerimientos edáfico de la especie en estudio con el requerimiento de área de estudio.....	63



4.8 Descripción de la calidad de sitio del area de estudio en la comunidad del Rincón de la Victoria .....	64
Cuadro N° 22 Leyenda de la calidad de sitio.....	65
4.8. 1 Calidad de sitio para el Pino de Cerro ( <i>Podocarpus Parlatoresi Plig</i> ).....	65
4.8.2    Calidad de sitio: aptitud buena .....	65
4.9 DISCUSIÓN .....	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	67
5.1 Conclusión .....	67
5.2 Recomendaciones.....	68
BIBLIOGRAFÍA .....	69
ANEXOS N°1: CUADROS.....	15

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pagina</b>
<b>Figura N°1:</b> Triángulo de clases texturales de suelos.....	10
<b>Figura N°2:</b> Clasificación de pH del suelo .....	13
<b>Figura N°: 3</b> Parcela de estudio.....	22

## ÍNDICE DE MAPAS

	<b>Página</b>
<b>Mapa N° 1</b> Mapa de Ubicación del área de estudio Rincón de la Victoria.....	15
<b>Mapa N° 2</b> Mapa de vegetación del Rincón de la Victoria.....	34
<b>Mapa N°3</b> Mapa fisiográfico del Rincón de la Victoria.....	38
<b>Mapa N°4</b> Mapa de suelo del Rincón de la Victoria.....	40
<b>Mapa N°5</b> Mapa de uso de suelo de la Victoria .....	58
<b>Mapa N° 6</b> Mapa de calidad de sitio de la Victoria .....	64

## ÍNDICE DE CUADROS

Página

<b>Cuadro N° 1</b> Estado Brinzal de las especies arbóreas del Rincón De La Victoria ...	29
<b>Cuadro N° 2</b> Estado Latizal de las especies arbóreas del Rincón De La Victoria...	30
<b>Cuadro N°3</b> Estado Fustal de las especies arbóreas del Rincón De La Victoria .....	31
<b>Cuadro N° 4</b> Arboles Maduros de las especies arbóreas del Rincón De La Victoria	32
<b>Cuadro N° 5</b> Leyenda de la cobertura del Rincón de la Victoria.....	35
<b>Cuadro N° 6</b> Clases de formación de la zona de estudio.....	35
<b>Cuadro N° 7</b> Leyenda de la Fisiografía del Rincón de la Victoria.....	39
<b>Cuadro N° 8</b> Fisiografía de la zona de estudio.....	39
<b>Cuadro N° 9</b> Leyenda Fisiográfica del Rincón de la Victoria.....	41
<b>Cuadro N° 10</b> Características externas del suelo de la parcela N°1 Zona con poca vegetación con presencia de pino poco desarrollado.....	41
<b>Cuadro N° 11</b> Características externas del suelo de la parcela N°2 Zona con vegetación con presencia de Pino de Cerro más desarrollado.....	42
<b>Cuadro N° 12</b> Características Externas del suelo de la parcela N°3 Zona con vegetación donde predomina el Pino de Cerro.....	42
<b>Cuadro N° 13</b> Características internas del suelo de la parcela N°1 Zona con poca vegetación con presencia de pino poco desarrollado.....	43
<b>Cuadro N° 14</b> Características externas del suelo de la parcela N°2 Zona con vegetación con presencia de Pino de Cerro más desarrollado.....	44
<b>Cuadro N° 15</b> Características internas del suelo de la parcela N°3 Zona con vegetación donde predomina el Pino de Cerro.....	46
<b>Cuadro N°16:</b> Leyenda del uso del suelo de Rincón de Victoria.....	59
<b>Cuadro N° 17</b> Leyenda del uso del suelo de la zona de estudio.....	59

<b>Cuadro N° 18</b> Requerimiento edafoclimatico del Pino de Cerro.....	60
<b>Cuadro N° 19</b> Requerimiento edafoclimatico del área de estudio.....	61
<b>Cuadro N° 20</b> Confrontación de los requerimientos climática de la especie en estudio con el requerimiento de área de estudio.....	62
<b>Cuadro N° 21</b> Confrontación de los requerimientos edáfico de la especie en estudio con el requerimiento de área de estudio.....	63
<b>Cuadro N° 22</b> Leyenda de la calidad de sitio.....	65
<b>Cuadro N° 23</b> Índice del valor de importancia arbórea.....	66

## ÍNDICE DE GRAFICAS

**Pagina**

<b>Gráfica N° 1</b> Velocidad de infiltración de suelo de la parcela N° 1 Zona con poca vegetación con presencia de Pino de Cerro poco desarrollado.....	46
<b>Gráfica N° 2</b> Velocidad de infiltración de suelo de la parcela N° 2 Zona con vegetación con presencia de Pino de Cerro más desarrollado.....	46
<b>Gráfica N° 3</b> Velocidad de infiltración de suelo de la parcela N° 3 Zona con vegetación donde predomina el Pino de Cerro.....	47
<b>Gráfica N° 4</b> Densidad aparente de suelo de las tres parcelas.....	48
<b>Gráfica N° 5</b> Porosidad de suelo de las tres parcelas.....	49
<b>Gráfica N° 6</b> Clasificación de la textura de los suelos de las parcelas de estudio...	51
<b>Gráfica N° 7</b> Materia orgánica de las tres parcelas.....	52
<b>Gráfica N° 8</b> Nitrógeno de las tres parcelas.....	53
<b>Gráfica N° 9</b> Fósforo de las tres parcelas.....	54
<b>Gráfica N° 10</b> Potasio de las tres parcelas.....	55
<b>Gráfica N° 11</b> pH de las tres parcelas.....	56

## ÍNDICE DE TABLA

## Página

<b>Tabla N°1</b> Densidad aparente de suelo de las tres parcelas.....	48
<b>Tabla N°2:</b> Porosidad de suelo de las tres parcelas.....	50
<b>Tabla N°3</b> Clasificación de la textura de los suelos de las parcelas de estudio.....	51
<b>Tabla N°4:</b> materia orgánica de las tres parcelas.....	52
<b>Tabla N°5:</b> Nitrógeno de las tres parcelas.....	53
<b>Tabla N°6:</b> Fosforo de las tres parcelas.....	54
<b>Tabla N°7:</b> potasio de las tres parcelas.....	55
<b>Tabla N°8:</b> pH de las tres parcelas.....	56

## **ANEXOS N°1: CUADROS**

**Cuadro N° 1:** Factor Edafoclimatico enumerado en orden de importancia desde mayor a menor efecto.

**Cuadro: N° 2** Índice de clasificación de sitios forestales en base a factores edáficos y climáticos

**Cuadro: N° 3** Índice de clasificación de sitio

**Cuadro N° 4** Determinación de la calidad de sitio

**Cuadro: N° 5** Clasificación de infiltración

**Cuadro N° 6** Categoría para la densidad aparente

**Cuadro N° 7** Interpretación para la porosidad

**Cuadro N° 8** Clasificaciones de tipos de texturas

**Cuadro N° 9** Clasificación de acuerdo a la importancia y cantidad de las variables químicas

**Cuadro N° 10** Clasificación de la Materia Orgánica

**Cuadro: N° 11** Clasificación de nitrógeno

**Cuadro N° 12** Clasificación del fosforo

**Cuadro N° 13** Clasificación del potasio

**Cuadro N° 14** Clasificación de rangos de pH

**Cuadro N° 15** Clases de pendientes

**Cuadro N°16** Profundidad Efectiva

**Cuadro N° 17** Datos climáticos de la estación meteorológica de COSSALT

**Cuadro N° 18** Análisis de propiedades físicas



**Cuadro N° 19** Análisis de propiedades químicas

**Cuadro N° 20** Resumen de cálculos dasométricos en estado brinzal

**Cuadro N° 21** Resumen de cálculos dasométricos en estado latizal

**Cuadro N° 22** Resumen de cálculos dasométricos en estado fustal

**Cuadro N° 23** Resumen de cálculos dasométricos en los arboles maduros

## **ANEXO N° 2: PLANILLAS**

**Planilla N°1:** Planilla de Infiltración

**Planilla N° 2:** Planilla de identificación y levantamiento de datos del suelo

**Planilla N° 3:** Planilla de infiltración de la parcela N°1

**Planilla N° 4:** Planilla de infiltración parcela N°2

**Planilla N° 5:** Planilla de infiltración N°3

**Planilla N° 6:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°1

**Planilla N° 7:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°1

**Planilla N° 8:** Planills del levantamiento dasométrico parcela N°1

**Planilla N° 9:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°2

**Planilla N° 10:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°2

**Planilla N° 11:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°2

**Planilla N° 12:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°2

**Planilla N° 13:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°2

**Planilla N° 14:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°2

**Planilla N° 15:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°2

**Planilla N° 16:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°2

**Planilla N° 17:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°3

**Planilla N° 18:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°3

**Planilla N° 19:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°3

**Planilla N° 20:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°3

**Planilla N° 21:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°3

**Planilla N° 22:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°3

**Planilla N° 23:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°3

**Planilla N° 24:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°3

**Planilla N° 25:** Planilla del levantamiento dasométrico parcela N°3

**Planilla N° 26:** Planilla de resultados de laboratorio parcela N°1

**Planilla N° 27:** Planilla de resultados de laboratorio parcela N°1

**Planilla N°28:** Planilla de resultados de laboratorio parcela N°3

### **ANEXOS N° 3: FOTOGRAFÍAS**

**Fotografía N° 1 Parcela N° 2** Zona con vegetación con presencia de Pino de Cerro más desarrollado.

**Fotografía N° 2 Parcela N° 1** Zona con poca vegetación con presencia de Pino de Cerro poco desarrollado.

**Fotografía N° 3 Parcela N° 3** Zona con vegetación donde predomina el Pino de Cerro.

**Fotografía N° 4 y N° 5** Ubicación de los puntos con ayuda de la brújula y el clinómetro.

**Fotografía N° 6 y N° 7** Medición y marcación de las parcelas a estudiar.

**Fotografía N° 8 y N° 9** Toma de apuntes, marcación y señalización de los puntos de las subparcelas.

**Fotografía N° 10 y N° 11** Medición dasométrica de los árboles de las parcelas de estudio.

**Fotografía N° 12** Levantamiento de datos en las sub parcelas de latizales.

**Fotografía N° 13** Herramientas utilizada en la evaluación de infiltración.

**Fotografía N° 14** Instalación de los cilindros doble anillo para el estudio.

**Fotografía N° 15** Medición de la altura del cilindro.

**Fotografía N° 16** Llenado de agua a los cilindros para el comienzo de la evaluación.

**Fotografía N° 17** Toma de datos de la evaluación de infiltración.

**Fotografía N° 18 y 19** Excavación de las calicatas para el levantamiento de información de las características internas suelo.

**Fotografía N° 20 Y 21** Levantamiento de información de los colores húmedos y secos del suelo con la tabla munsell.

**Fotografía N° 22 y 23** Levantamiento de muestra de suelo para determinar los tipos de colores textura estructura consistencia, presencia de fragmentos y delimitar los perfiles.

**Fotografía N° 24 y 25** Levantamientos de muestra de suelo para el análisis de laboratorio.

**Fotografía N° 26** Terminado con el levantamiento de información, posteriormente reposición de suelo de la calicata.