

**UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**



**EVALUACION DE LA CALIDAD DE SITIO PARA MEJORAR EL  
RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DEL Nugal *Serr* INJERTADO  
EN LA COMUNIDAD DE ERQUIS CEIBAL**

**Por:**

**TERESA BEJARANO MARTINEZ**

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

**Gestión 2016**

**TARIJA - BOLIVIA**

**VºBº**

.....  
Ing. Cesar Giovanni Ríos Ríos  
**PROFESOR GUIA**

.....  
M. Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRICOLAS Y FORESTALES**

.....  
M. Sc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRICOLAS Y FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
M. Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez

.....  
M. Sc. Ing. Carlos Alberto Cossío Narváez

.....  
M. Sc. Ing. Víctor Adolfo Villarroel Valdez

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

## **DEDICATORIA**

La tesis va dedicada a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto, para realizarme como persona y como profesional, que gracias a él he logrado concluir mi carrera. A mi madre Jacqueline Martínez por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores y nunca haberme dejado sola. A mi padre Robert Bejarano, a ambos por el valor mostrado de salir adelante y más que nada por su amor. Este trabajo de tesis también está dedicada a dos personas muy especiales en mi vida, a mis abuelos Isidro Martínez y Teresa Riera, aunque ya no se encuentren físicamente conmigo, yo sé que en todo momento al desarrollar este trabajo estuvieron ahí junto a mí, en las investigaciones, en mis desvelos, en mis momentos más difíciles les dedico mi esfuerzo y amor donde se encuentren, hasta luego por que algún día nos volveremos a ver.

TERESA

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias al Instituto Nacional de innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), por la colaboración durante el proceso de la realización de la tesis, un agradecimiento en especial que en vida fue a don Osvaldo Tavera por haberme dejado realizar el estudio en su finca el Chilenito.

A mi familia por su apoyo moral, en especial a mi Tía Rosa Rueda por el apoyo que siempre me brindo y consejos.

Al docente de mi carrera al Ing. Sebastián Ramos por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación y apoyarnos en todo momento.

A mis amigos que nos apoyamos mutuamente, por haberme ayudado en trabajos de campo y por sus palabras de aliento que siempre me brindaron, Abigail Díaz, Jorge Flores, Maicol Mendía y Abraham Carmona, a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

Gracias a todos.

Todos podemos tener éxito. Si te dices esto suficientes veces a ti mismo, puedes tenerlo. No somos mejores que cualquier otro. ¿Qué es el talento? No lo sé ¿Se nace con él? ¿Se descubre después? El talento básico es la confianza de ser capaz de hacer algo.

*John Lennon*

## INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	3
HIPOTESIS.....	4
OBJETIVOS.....	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4

## CAPITULO I MARCO TEÓRICO

1.1. CALIDAD DE SUELO.....	5
1.1.1. Medición de la calidad del suelo.....	5
1.1.2. Indicadores de la calidad.....	6
1.1.3. Evaluación de la calidad de sitio.....	8
1.1.4 Componentes del suelo.....	8
1.2. PROPIEDADES FÍSICAS.....	8
1.2.1. Infiltración.....	9
1.2.1.1. Capacidad de infiltración.....	9
1.2.2. Densidad Aparente.....	12
1.2.3. Porosidad.....	13
1.2.4. Textura.....	15
1.2.5. Conductividad Hidráulica.....	16

1.3. PROPIEDADES QUIMICAS.....	17
1.3.1. Materia Orgánica.....	17
1.3.2. Nitrógeno.....	18
1.3.3. Fósforo.....	19
1.3.4. Potasio.....	20
1.3.4.1. Formas del potasio en el suelo.....	20
1.3.5. Potencial de Hidrógeno.....	21
1.3.6. Conductividad Eléctrica.....	22
1.4. CARACTERÍSTICAS DEL NOGAL <i>serr</i> .....	23
1.4.1. Características de la variedad <i>serr</i> .....	25
1.4.2. Características del sistema radicular.....	25
1.4.3. Exigencias de la variedad <i>serr</i> .....	26
1.4.3.1. Temperatura.....	26
1.4.3.2. Agua.....	26
1.4.3.3. Suelo.....	26
1.4.4. Plagas y Enfermedades.....	27
1.4.4.1 Plagas.....	27
1.4.4.1.1. Carpocapsa o gusano de la nuez ( <i>Cydia pomonella</i> ).....	27
1.4.4.2. Enfermedades.....	29
1.4.4.2.1 Bacteriosis o mal seco del nogal ( <i>Xanthomonas juglandis</i> ) .....	29
1.4.4.2.2. Tinta del nogal o mal negro ( <i>Phytophthora cinnamomi</i> ) .....	31
1.4.4.2.3. Antracnosis del nogal ( <i>Gnomonia leptostyla</i> ) .....	32
1.4.4.2.4. La Agalla de corona.....	34
1.5. RAÍZ.....	36
1.5.1. Sistema radicular.....	36
1.5.2. Selección del mejor método para el estudio de raíces.....	37

**CAPITULO II**  
**DESCRIPCIÓN DE LA ZONA**



2.1. ERQUIS CEIBAL.....	38
2.2. CLIMA.....	40
2.3. RELIEVE.....	41
2.4. SUELOS.....	41
2.5. VEGETACIÓN.....	42
2.6. FACTORES SOCIOECONÓMICOS.....	43

**CAPITULO III**  
**MATERIALES Y METODOS**

3.1. MATERIALES.....	44
3.2. MÉTODOS.....	45
3.3. DIAGRAMA DE METODOLOGÍA.....	46
3.4. ELABORACIÓN DE MAPAS.....	47
3.5. ESTRATIFICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.....	48
3.6. CARACTERIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN NOGAL.....	50
3.7. MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD.....	52
3.8. LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL SUELO.....	53
3.9. LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL SUELO AGENTES EXTERNOS...	56
3.10. INFILTRACIÓN.....	56
3.11. ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	57
3.12. ANALISIS DE LA RAÍZ.....	57
3.13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	59
3.14. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SITIO.....	62
3.15. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE SITIO.....	63

**CAPITULO IV**  
**ANALISIS DE RESULTADOS**

4.1. PROPIEDADES FÍSICAS.....	64
4.1.1. Densidad Aparente.....	64
4.1.2. Porosidad.....	66
4.1.3. Textura.....	70
4.1.4. Infiltración del suelo.....	71
4.2. PROPIEDADES QUÍMICAS.....	75
4.2.1. Materia orgánica.....	76
4.2.2. Nitrógeno.....	77
4.2.3. Fosforo.....	79
4.2.4. Potasio.....	80
4.2.5. pH.....	82
4.2.6. Conductividad eléctrica.....	84
4.3. MEDICION DE RAICES.....	85
4.4. RENDIMIENTO DEL NOGAL SERR.....	86
4.5. USO DEL NOGAL.....	88
4.6. DETERMINACION DE LA CALIDAD DE SITIO.....	90
4.7. EXIGENCIAS DEL NOGAL <i>Serr</i> .....	93

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. CONCLUSIONES.....	95
5.2. RECOMENDACIONES.....	97
BIBLIOGRAFIA.....	98
ANEXOS	

## INDICE MAPAS

MAPA N° 1 Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	39
MAPA N° 2 Mapa base.....	47
MAPA N° 3 Mapa de estratificación del área.....	49
MAPA N° 4 Mapa de los árboles seleccionados.....	51
MAPA N° 5 Determinación de la calidad de sitio.....	92

## INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1 Indicadores Físicos.....	7
CUADRO N° 2 Indicadores Químicos.....	7
CUADRO N° 3 Terminología Textura.....	16
CUADRO N° 4 Ficha Técnica.....	23
CUADRO N° 5 Características del Árbol y Fruto.....	25
CUADRO N° 6 Estrato Arbóreo.....	42
CUADRO N° 7 Estrato Arbustivo.....	42
CUADRO N° 8 Frutales.....	43
CUADRO N° 9 Características del uso de Tierra.....	88
CUADRO N° 10 Matriz General con Valores Reales.....	90
CUADRO N° 11 Matriz General.....	91

## INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA N° 1 Niveles de Densidad Aparente.....	64
GRAFICA N° 2 Resultados de Porosidad.....	68
GRAFICA N° 3 Infiltración sitio 1.....	71
GRAFICA N° 4 Infiltración sitio 2.....	72
GRAFICA N° 5 Infiltración sitio 3.....	72
GRAFICA N° 6 Infiltración sitio 4.....	73
GRAFICA N° 7 Infiltración sitio 5.....	73
GRAFICA N° 8 Disponibilidad de Materia Orgánica.....	76
GRAFICA N° 9 Disponibilidad de Nitrógeno.....	77
GRAFICA N° 10 Presencia de Fosforo en el suelo.....	79
GRAFICA N° 11 Presencia de Potasio en el suelo.....	80
GRAFICA N° 12 Presencia del PH en el suelo.....	82
GRAFICA N° 13 Presencia de la Conductividad Eléctrica.....	84
GRAFICA N° 14 Longitud de la Raíz.....	85
GRAFICA N° 15 Disponibilidad de la Nuez.....	86

## INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 Interpretación de resultados de Infiltración.....	11
TABLA N° 2 Categorías para la Densidad Aparente.....	13
TABLA N° 3 Interpretación de la Porosidad.....	14
TABLA N° 4 Interpretación según la Textura del suelo.....	15
TABLA N° 5 Categorías de la Materia Orgánica.....	18
TABLA N° 6 Niveles de Nitrógeno.....	19
TABLA N° 7 Categorías del Fosforo.....	19
TABLA N° 8 Valores de Potasio.....	21
TABLA N° 9 Interpretación del PH.....	22
TABLA N° 10 Tabla de la Conductividad Eléctrica.....	23
TABLA N° 11 Coordenadas de la Zona de Estudio.....	38
TABLA N° 12 Coordenadas de las Calicatas.....	54

## INDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N° 1 Fruto del Nogal.....	24
IMAGEN N° 2 Presencia de Carpocapsa en el Fruto.....	27
IMAGEN N° 3 Larva penetrada en el Fruto.....	27
IMAGEN N° 4 Productos Químicos para el control del Carpocapsa.....	29
IMAGEN N° 5 Aplicación del Producto Químico.....	29
IMAGEN N° 6 Frutos afectados por la Bacteriosis.....	30
IMAGEN N° 7 Daño por la Phytophthora o Mal de Tinta.....	31
IMAGEN N° 8 Cancros en el Tallo.....	33
IMAGEN N° 9 Presencia de Cancros en las hojas.....	33
IMAGEN N° 10 Zona de Estudio.....	38
IMAGEN N° 11 Posición de las calicatas en la zona de estudio.....	54
IMAGEN N° 12 Forma de las calicatas.....	55
IMAGEN N° 13 Excavación para el análisis de raíz.....	58
IMAGEN N° 14 Malla de Acero.....	58