

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



**“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA  
ESPECIE CHAL CHAL *Allophylus edulis* (St, Hil)  
PROCEDENTE DE LA COMUNIDAD DE RÍO CONCHAS”**

**Por:**

**FANNY LILIANA SANCHEZ LOPEZ**

Tesis presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Forestal.

**Febrero 2016**

**TARIJA – BOLIVIA**

**V°B°**

.....  
Ing. Javier Ariel Castillo Gareca  
**DOCENTE GUÍA**

.....  
Ing. Línder Espinoza Márquez  
**DECANO de la F.C.A.F**

.....  
Ing. Henry Esnor Valdez Huanca  
**VICEDECANO de la F.C.A.F**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
Ing. Pedro Brozovich Farfán

.....  
Ing. José Adel Molina Ramos

.....  
Ing. Carlos Alberto Cossío Narváez

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

## **DEDICATORIA**

Con infinita admiración y amor a mis padres Justo Sanchez Caro, María Luisa Lopez Calisaya y hermanos. Por haberme enseñado el respeto a las Personas, la responsabilidad de los compromisos y el afán de superación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por bendecirme y haber hecho realidad este sueño tan anhelado.

A la **Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”** por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional.

A mi docente Guía, Ing Javier Ariel Castillo Gareca., por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación ha logrado en mí que pueda terminar este trabajo de investigación con éxito.

Me gustaría agradecer al Ing Rider Mendieta Jurado por sus buenos consejos.

A todos mis compañeros de curso y amigos de Ingeniería Forestal.

<b>INTRODUCCIÓN</b>		<b>Página</b>
ANTECEDENTES		1
JUSTIFICACIÓN		2
HIPÓTESIS		2
OBJETIVOS		2
OBJETIVO GENERAL		2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS		2

## **CAPÍTULO I**

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

1.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA		3
1.1.1 CONTENIDO DE HUMEDAD		3
1.1.2 MOVIMIENTO DEL AGUA EN LA MADERA		4
1.1.3 FORMA EN LA QUE SE ENCUENTRA EL AGUA EN LA MADERA		4
1.1.4 CLASIFICACIÓN DE LA MADERA SEGÚN SU HUMEDAD		5
1.1.4.1 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD		6
1.1.4.2 MÁXIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		7
1.1.5 DENSIDAD		7
1.1.6 PESO ESPECÍFICO		8
1.1.7 POROSIDAD		8
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE		9
1.2.1 DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA		10
1.2.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA ESPECIE CHAL CHAL <i>Allophylus edulis</i> (St.Hil)		12

1.2.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE CHAL CHAL <i>Allophylus edulis</i> (St.Hil)	13
---	----

**CAPÍTULO II** **Página**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	14
2.2.1 LOCALIZACIÓN	14
2.2.2 ACCESIBILIDAD	15
2.2.3 GEOLOGÍA	15
2.2.4 GEOMORFOLOGÍA	15
2.2.5 FISIOGRAFÍA	16
2.2.6 SUELO	16
2.2.7 CLIMA	16
2.2.8 HIDROLOGÍA	17
2.2.9 VEGETACIÓN	17
2.2.10 ESTRATO ARBÓREO	18
2.2.11 ESTRATO ARBUSTIVO	19
2.2.12 ESTRATO HERBÁCEO	19
2.2.13 USO ACTUAL DE LA TIERRA	20
2.2.14 VÍAS DE COMUNICACIÓN	21
2.2.15 POBLACIÓN	21
2.2.16 EDUCACIÓN	21
2.3 MATERIALES Y MÉTODOS	22
2.3.1 MATERIAL	22
2.3.2 METODOLOGÍA	24
2.3.2.1 SELECCIÓN Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	24
2.3.2.2 DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN	24

2.3.2.3 SELECCIÓN DE LA ZONA	24
2.3.2.4 SELECCIÓN DE LOS ÁRBOLES	25
2.3.2.5 UBICACIÓN DEL ÁREA SELECCIONADA	26
2.3.2.6 IDENTIFICACIÓN Y DERRIBE DE LOS ÁRBOLES	26
2.3.2.7 SELECCIÓN DE LAS TROZAS	27
2.3.2.8 EXTRACCIÓN DE LAS TROZAS	27
2.3.2.9 SELECCIÓN DE LAS VIGUETAS DENTRO DE LAS TROZAS	27
2.3.2.10 OBTENCIÓN DE LAS PROBETAS DENTRO DE LAS VIGUETAS	28
2.3.2.11 CODIFICACIÓN DE LAS PROBETAS	28
2.4.1 EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICAS	30
2.4.2 PESO ESPECÍFICO Y DENSIDAD BÁSICA	31
2.4.3 CONTRACCIÓN	33
2.4.4 TAZA DE ESTABILIDAD	35
2.4.5 HÚMEDA MÁXIMA	35

### **CAPÍTULO III**

#### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS**

3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS	36
3.3.1 ESTIMACIÓN DE LA VARIANZA	37
3.3.3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN	39
3.3.4 CÁLCULO DEL INTERVALO DE CONFIANZA PARA EL VALOR PROMEDIO TOTAL	39

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

	<b>Página</b>
4.1 RESULTADOS PARA LAS PROPIEDADES FÍSICAS	43
4.4.1 CONTENIDO DE HUMEDAD	43
4.4.3 PESO ESPECÍFICO APARENTE	43
4.4.4 PESO ESPECÍFICO BÁSICO	43
4.4.5 CONTRACCIONES	44
4.4.6 TAZA DE ESTABILIDAD	44
4.4.7 POROSIDAD	44
4.4.8 MÁXIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	45

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

	<b>Página</b>
5.1 CONCLUSIONES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS	
	46
5.1.1 PESO ESPECÍFICO	46
5.1.2 CONTRACCIÓN	46
5.1.3 TAZA DE ESTABILIDAD	46
5.2 RECOMENDACIONES	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>FIGURA 1</b> TROZADO Y ASERRADO DE LA MADERA	29

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1</b> ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO	18
<b>CUADRO 2</b> ESPECIES DE ESTRATO ARBUSTIVO	19
<b>CUADRO 3</b> ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO	20
<b>CUADRO 4</b> : DENSIDAD EN VERDE, SECA AL AIRE, ANHIDRA Y BÁSICA	32
<b>CUADRO 5</b> CONTRACCIÓN TANGENCIAL NORMAL, RADIA NORMAL Y VOLUMÉTRICA NORMAL	33
<b>CUADRO 6</b> CONTRACCIÓN TANGENCIAL TOTAL, RADIAL TOTAL Y VOLUMÉTRICA TOTAL	34
<b>CUADRO 7</b> DETERMINACIÓN DE LAS VARIACIONES	37
<b>CUADRO 8</b> VALORES ESTADÍSTICOS	40
<b>CUADRO 9</b> PROPIEDADES FÍSICAS: ANÁLISIS ESTADÍSTICO: CONTENIDO DE HUMEDAD EN VERDE	41

## ÍNDICE DE FOTOS

	<b>Página</b>
<b>FOTO 1</b> ESPECIE ARBÓREA CHAL CHAL ( <i>Allophylus edulis</i> )	10
<b>FOTO 2</b> COPA Y RAMIFICACIÓN DE LA ESPECIE CHAL CHAL ( <i>Allophylus edulis</i> )	10
<b>FOTO 3</b> CORTEZA EXTERNA E INTERNA DE LA ESPECIE CHAL CHAL ( <i>Allophylus edulis</i> )	11

<b>FOTO 4</b> HOJAS Y CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA ESPECIE	11
--	----

### **ÍNDICE DE ANEXOS**

	<b>Página</b>
<b>ANEXO 1</b> DATOS DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL CHAL CHAL	50
<b>ANEXO 2</b> CUADRO DE RESULTADOS	51
<b>ANEXO 3</b> PLANILLAS DE TOMA DE DATOS	52
<b>ANEXO 4</b> PLANILLA DE SELECCIÓN Y COLECCIÓN DE MUESTRAS	55
<b>ANEXO 5</b> FÓRMULAS UTILIZADAS EN PROPIEDADES FÍSICAS	56
<b>ANEXO 6</b> CLAVE PARA LA CLASIFICACIÓN DE MADERAS	62

### **ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS**

#### **EN ANEXOS**

<b>FOTOGRAFÍA 1</b> DERRIBE DEL ÁRBOL DEL CHAL CHAL	66
<b>FOTOGRAFÍA 2</b> SEPARACIÓN DE LA TROZA	66
<b>FOTOGRAFÍA 3</b> MATERIAS EMPLEADOS EN EL ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL CHAL CHAL	67
<b>FOTOGRAFÍA 4</b> PESANDO LAS PROBETAS EN LA BALANZA DE PRECISIÓN	67
<b>FOTOGRAFÍA 5</b> MEDICIÓN DE LAS PROBETAS CARA RADIAL, TANGENCIAL	68
<b>FOTOGRAFÍA 6</b> INTRODUCCIÓN DE LAS PROBETAS AL CUBO DE AGUA PARA CALCULAR EL VOLUMEN	68
<b>FOTOGRAFÍA 7</b> COLOCADO DE LAS PROBETAS A LA ESTUFA	69