

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**



**“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANATÓMICAS DE  
LA ESPECIE QUEÑUA (*Polylepis tomentella Wedd*),  
PROVENIENTE DE LA COMUNIDAD DE RAMADAS-  
YUNCHARA-TARIJA”**

**POR:**

**NANSI MAVEL MIRANDA DELGADO**

Tesis presentada de la “UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Forestal.

**GESTION 2024**

**TARIJA-BOLIVIA**

V°B°

.....  
M.Sc. Ing. José Adel Molina Ramos  
**DOCENTE GUÍA**

.....  
M.Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguín  
**DECANO**  
**FACULTAD CIENCIAS AGRÍCOLAS**  
**Y FORESTALES**

.....  
M.Sc. Ing. Víctor Enrique Zenteno López  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD CIENCIAS AGRÍCOLAS**  
**Y FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNALES:**

.....  
Ing. Javier Ariel Castillo Gareca  
**TRIBUNAL**

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

.....  
M.Sc. Ing. Pedro Brozovich Farfan  
**TRIBUNAL**

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

## **DEDICATORIA**

Este trabajo realizado va dedicado a mis padres: Hugo Miranda y Grabiela Delgado por el apoyo incondicional durante todo este proceso.

A mi querida hija Mileth Analy Cari M, “Eres mi sol, con tu luz continuo fuerte caminando por mí y por ti, nuestros corazones están unidos por un amor inexplicable”.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por permitirme hacer realidad este sueño anhelado, a mis hermanos Efraín M. y Alex M. por su comprensión y por el apoyo brindado.

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

A mi docente M.Sc. Ing. Fidel Ibarra, al Ing. Ing. Javier Ariel Castillo Gareca, e M.Sc. Ing. Pedro Brozovich Farfán por el apoyo brindado en la realización de mi tesis de grado.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal de la U.A.J.M.S. por compartir sus conocimientos teóricos y prácticos.

## ÍNDICE GENERAL

El Tribunal Calificador	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Resumen	xvi
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1.1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>2</b>
<b>1.3. HIPÓTESIS</b>	<b>2</b>
<b>1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>2</b>
<b>1.5. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
1.5.1 Objetivo General	3
1.5.2. Objetivos Específicos	3
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
<b>2.1. PROPIEDADES ANATÓMICAS DE LA MADERA</b>	<b>4</b>
2.1.1. La madera	4
2.1.2. Tipos de secciones o cortes	4
<b>2.2. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS</b>	<b>5</b>
2.2.1. Vasos	6
2.2.2. Placas de Perforación	6
2.2.3. Fibras	6
2.2.4. Estructura Ultramicroscópica: Composición de la Pared Celular	8
<b>2.3. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA</b>	<b>12</b>

2.3.1. Color	12
2.3.2. Olor	12
2.3.3. Sabor	13
2.3.4. Grano	13
2.3.5. Textura	13
2.3.6. Brillo	14
2.3.7. Figura o Veteado	14
<b>2.4. CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DE LA MADERA</b>	<b>14</b>
2.4.1. Estructura Macroscópica	15
2.4.2. Elementos anatómicos	16
<b>2.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA QUEÑUA</b>	<b>19</b>
<i>(Polylepis tomentella Wedd)</i>	
2.5.1. Importancia del género Polylepis	19
2.5.2. Distribución del género Polylepis	20
2.5.3. Las especies que existen en Bolivia	20
2.5.4. Estado de conservación de los bosques y la importancia que reviste dentro de la R.B.C.S.	20
2.5.5. Usos	21
2.5.6. Respecto a la ecología	21
2.5.7. Propagación por vía sexual	22
2.5.8. Crecimiento vegetativo	22
2.5.9. Descripción taxonómica de la especie Queñua <i>(Polylepis tomentella Wedd)</i> .	23
2.5.10. Descripción dendrológica	23

**CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA Y EXTENSIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>25</b>
<b>3.2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS</b>	<b>26</b>
3.2.1. Clima	26
3.2.2. Temperatura	26
3.2.3. Heladas	27
3.2.4. Suelo	28
3.2.5. Vegetación	28
3.2.6. Relieve	30
<b>3.3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>30</b>
3.3.1. Materiales	30
3.3.2. Material y equipo de campo	30
3.3.3. Material y equipo de gabinete	30
3.3.4. Material de aserradero	31
3.3.5. Reactivos y colorantes	31
3.3.6. Material biológico	31
3.3.7. Materiales de laboratorio	31
<b>3.4. METODOLOGÍA</b>	<b>32</b>
3.4.1. Selección y Recolección de Muestras	32
3.4.2. Definición de la población	33
3.4.3. Selección de las parcelas	33
3.4.4. Selección de los árboles	33
3.4.5. Selección de las trozas	34
3.4.6. Probetas para el estudio anatómico	34

<b>3.5. ESTUDIO MICROSCÓPICO</b>	<b>34</b>
3.5.1. Obtención de las probetas	34
3.5.2. Tratamiento de las probetas	35
3.5.3. Hidratación y ablandamiento	36
3.5.4. Afilado de cuchillas	36
3.5.5. Obtención de los Cortes	37
3.5.6. Coloración de los cortes	38
3.5.7. Montaje de los cortes	38
3.5.8. Obtención de Microfotografías	38
3.5.9. Medición de los Elementos Anatómicos	39
<b>3.5. CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS Y ORGANOLÉPTICAS</b>	<b>39</b>
3.5.1. Muestras y dimensiones para las macroscópicas y organolépticas	40
3.5.2. Muestras para el estudio macroscópico	41
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
<b>4.1. RESULTADOS: DESCRIPCIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS.</b>	<b>42</b>
4.1.1. Color.	42
4.1.2. Transición de albura a duramen.	42
4.1.3. Alteración de color.	42
4.1.4. Sabor.	42
4.1.5. Olor.	42
4.1.6. Lustre o brillo.	42
4.1.7. Albura.	43

4.1.8. Duramen.	43
4.1.9. Anillos de crecimiento.	43
4.1.10. Veteado o figura.	43
4.1.11. Grano.	44
4.1.12. Textura.	44
<b>4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS.</b>	<b>45</b>
4.2.1. Poros.	45
4.2.1.1. Distribución.	45
4.2.1.2. Concentración.	45
4.2.1.3. Tamaño.	45
4.2.1.4. Forma.	45
4.2.1.5. Contenidos.	46
4.2.2. Parénquima.	46
4.2.2.1. Visibilidad	46
4.2.2.2. Distribución	46
4.2.3. Radios.	46
4.2.3.1. Espesor	46
4.2.3.2. Número de radios	46
4.2.3.3. Canales intercelulares axiales	47
<b>4.3. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS</b>	<b>47</b>
4.3.1. Vasos.	47
4.3.1.1. Tamaño.	47

4.3.1.2. Longitud de los elementos vasculares.	47
4.3.1.3. Platinas de perforación.	47
4.3.1.4. Tipo de perforación	48
4.3.1.5. Contenido.	48
4.3.1.6. Punteado intravascular.	48
4.3.2. Parénquima en la sección transversal	48
4.3.2.1. Parénquima apotraqueal	48
4.3.2.2. Parénquima en la sección tangencial con safranina	48
4.3.3. Radios.	48
4.3.3.1. Clases de radios. En la sección radial y tangencial	48
4.3.4. Fibras.	49
4.3.4.1. Dimensiones	49
4.3.4.2. Forma	49
4.3.4.3. Punteado	49
<b>4.4. DISCUSIONES</b>	<b>50</b>
4.4.1. Descripción Macroscópicas:	51
4.4.2. Características Microscópicas:	52
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
<b>5.1. CONCLUSIONES</b>	<b>53</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES</b>	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b><u>Numero de Imagen</u></b>	<b><u>Página</u></b>
Imagen N° 1: Tipos de secciones o cortes	5
Imagen N° 2: Estructura microscópica	5
Imagen N° 3: Composición de la pared celular	9
Imagen N° 4: Molécula de la celulosa	10
Imagen N° 5: La Madera	15
Imagen N° 6: La Corteza	15
Imagen N° 7: Parénquima axial de leño de dicotiledóneas – esquemas en transcorte Vasos azules, parénquima verde	19

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b><u>Número de Fotografías</u></b>	<b><u>Páginas</u></b>
Fotografía N° 1: Hidratación de las probetas	36
Fotografía N° 2: Afilador de Cuchilla	37
Fotografía N° 3: El Microtomo	37
Fotografía N°4: Cubos de 5x5x5 cm, para los análisis macroscópicos.	41
Fotografía N° 5: Muestras de Xilotecas de 15 x 10 x 2 cm.	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b><u>Número de Figura</u></b>	<b><u>Páginas</u></b>
Figura N° 1: Preparación de las probetas y ejecución de los ensayos	35
Figura N° 2: Montaje de los cortes	38

Figura N° 3: Obtención de las probetas para Macroscópicas y Organolépticas 40

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

<u>Número de gráficos</u>	<u>Páginas</u>
Gráfico N°1: Diagrama de Temperatura Anual y Precipitación	27
Gráfico N°2: Frecuencia de heladas día, del año 2022	28

### ÍNDICE DE MAPAS

<u>Número de Mapas</u>	<u>Páginas</u>
Mapa N° 1: Localización de la zona de la extracción de la madera	25

### ÍNDICE DE CUADROS

<u>Número de Cuadros</u>	<u>Páginas</u>
Cuadro N° 1: Composición básica	12
Cuadro N°2: Datos climáticos	26
Cuadro N°3: Frecuencia de heladas (Días), del año 2022	27
Cuadro N° 4: Arbustos (Comunidad de Ramadas)	29
Cuadro N° 5: Pastos (Comunidad de Ramadas)	29
Cuadro N° 6: Árboles (Comunidad de Ramadas)	29
Cuadro N° 7: Selección de los árboles	33

### ÍNDICE DE ANEXOS

<u>Número de anexos</u>	<u>Páginas</u>
ANEXO N° 1: Planilla N° 1: Selección y colección de muestras	
ANEXO N° 2: Planilla N° 2: Descripción del árbol	

ANEXO N° 3	Planilla N° 2: Datos de la troza	
ANEXO N° 4:	Taxonomía de la especie Queñua ( <i>Polylepis tomentella</i> ), Fac. de Ciencias Agrícolas y Forestales “Herbario Regional”	
ANEXO N° 5:	Mapa de Ubicación	
ANEXO N° 6:	Parcela N° 1	
ANEXO N° 7:	Datos de la Parcela N° 1	
ANEXO N° 8:	Parcela N° 2	
ANEXO N° 9:	Datos de la Parcela N° 2	
ANEXO N° 10:	Parcela N° 3	
ANEXO N° 11:	Datos De La Parcela N° 3	
ANEXO N° 12:	Parcela N° 4	
ANEXO N° 13:	Datos de la Parcela N° 4	
ANEXO N° 14:	Parcela N° 5	
ANEXO N° 15:	Datos de la Parcela N° 5	
<b>ANEXOS N° 16:</b>	<b>FOTOS</b>	
	Fotografía N° 1: Ubicación y levantamiento de datos generales	
	Fotografía N° 2 Derribe del árbol	
	Fotografía N° 3: Trozado del árbol	
	Fotografía N°4: Determinación de las viguetas	
	Fotografía N° 5: Tortas o rodajas	
	Fotografía N°6: Material preparado en el aserradero, para el respectivo estudio anatómico.	
	Fotografía N° 7: Xiloteca 15 x 10 x 2 cm, en la sección tangencial (veteado), en la sección radial (los radios).	9
	Fotografía N° 8: Ablandamiento y codificación de probetas	80
<b>ANEXO N° 17:</b>	<b>NORMA COPANT (COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS): 30: 1-19, mayo de 1974</b>	<b>81</b>