

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**



**DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA  
ESPECIE QUINA BLANCA (*Lonchocarpus lílloi-* (Hassler) Burkart),  
PROCEDENTE DE LA COMUNIDAD DE CHIQUIACA NORTE,  
MUNICIPIO DE ENTRE RÍOS - TARIJA**

**Por:**

**JIMENA GABRIELA PERALES SEGOVIA**

Tesis presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de licenciatura en Ingeniería Forestal.

**GESTIÓN 2022**

**TARIJA - BOLIVIA**

**V°B°**

.....  
M.Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía  
**DOCENTE GUÍA**

.....  
M.Sc.Ing. Henry Esnor Valdez Huanca  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

.....  
M.Sc.Ing. Juan Oscar Hiza Zuñiga  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

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

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

.....  
M.Sc. Ing. José Adel Molina Ramos  
**TRIBUNAL**

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:

La presente Tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres Marciano Perales Fernández y Elena Segovia Velásquez, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mis hermanas/os: Mariana, Yanet y Victor Perales Segovia, por sus palabras y su compañía.

A mi esposo Sergio López Paredes, por sus palabras y su confianza, por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

A mi amado hijo Daniel Sebastián López Perales gracias por existir y ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mis queridos suegros Dinaida Paredes y Liborio López, por el cariño y el amor que me brindaron dentro de su familia.

Y a toda mi familia y amigos que supieron creer en mí.

## 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. Sebastián Ramos Mejía, al Ing. Javier Ariel Castillo Gareca, al Ing. Pedro Brozovich y al Ing. Adel Molina por el apoyo brindado en la realización de mi trabajo de tesis.

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

Me gustaría agradecer a la Ing. Norah Estrada Gareca por sus buenos consejos.

A mis amigos y compañeros por los lindos momentos de amistad y compañerismo.

## ÍNDICE

Dedicatoria	
Agradecimiento	
Resumen	
	<b>Página</b>
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
HIPÓTESIS	4
OBJETIVOS	4
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4

## CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DE LA ESPECIE	5
1.1.Descripción dendrológica	5
1.1.1. Descripción botánica	5
1.1.2. Hojas	6
1.1.3. Flores	6
1.1.4. Fruto	6
1.1.5. Características generales de la madera	7
1.1.6. Distribución	7
1.1.7. Usos y aplicaciones	8
1.2.Propiedades físicas de la madera	8
1.2.1. Contenido de humedad	8
1.2.2. Movimiento del agua en la madera	9
1.2.3. Formas en que se encuentra el agua en la madera	9
1.2.4. Clasificación de la madera según su humedad	10
1.2.5. Determinación del contenido de humedad	11

1.2.6. Máximo contenido de humedad	12
1.3.Densidad	12
1.3.1. Peso específico de la madera	14
1.3.2. Peso específico real	14
1.3.3. Porosidad	15

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	16
2.1.Localización	16
2.1.1. Accesibilidad	17
2.1.2. Uso de la tierra	17
2.2.Características biofísicas	17
2.2.1. Clima	17
2.2.2. Vientos	18
2.2.3. Vegetación	18
2.2.4. Suelo	20
2.2.5. Relieve	20
2.2.6. Fisiografía	20
2.2.7. Hidrografía	20
2.3.MATERIALES	21
2.4.METODOLOGÍA	23
2.4.1. Selección y recolección de las muestras	23
2.4.2. Definición de la población	23
2.4.3. Selección de la zona	24
2.4.4. Selección de los árboles	24
2.4.5. Selección de las trozas	25
2.4.6. Selección de viguetas dentro de las trozas	26
2.4.7. Obtención de las probetas	26

2.4.8. Codificación de las probetas	28
2.4.9. Preparación de las probetas – propiedades físicas	28
2.5.Ejecución de los ensayos de propiedades físicas	28
2.6.Peso específico y densidad básica	30
2.7.Contenido de humedad	31
2.8.Contracción	32
2.9.Tasa de estabilidad	33
2.10. Humedad máxima	34
2.11. Porosidad	35
2.12. Peso específico al 12 % CH	36

### **CAPÍTULO III**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS	37
3.1.Estimación de la varianza	37
3.2.Determinación del coeficiente de variación	39
3.3.Cálculo del intervalo de confianza para el valor promedio total	39
4. RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA QUINA BLANCA	42
4.1.Contenido de humedad	42
4.2.Peso específico aparente	42
4.3.Peso específico básico	42
4.4.Contracciones	43
4.5.Tasa de estabilidad	43
4.6.Porosidad	43
4.7.Máximo contenido de humedad	44
4.8.Discusión	45



**CAPÍTULO IV**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5. CONCLUSIONES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS	46
5.1.1. Peso específico	46
5.1.2. Contracción	46
5.1.3. Tasa de estabilidad	46
5.1.4. Humedad máxima	46
5.1.5. Porosidad	
5.2.RECOMENDACIONES	47

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
FIGURA N° 1: Tipos de porosidad	15
FIGURA N° 2: Obtención de las viguetas	26
FIGURA N°3: Dimensiones de las probetas	28

**página**

## ÍNDICE DE FOTOS

FOTOGRAFÍA 1: Hojas de la especie Quina blanca ( <i>lonchocarpus lílloi-hassler</i> ) burkart)	6
FOTOGRAFÍA 2: Corteza de la especie Quina blanca ( <i>lonchocarpus lílloi-hassler</i> ) burkart)	6
	7
FOTOGRAFÍA 3: Madera de la especie Quina blanca ( <i>lonchocarpus lílloi-hassler</i> ) burkart)	

**página**

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°1. Taxonomía de la Quina blanca	5
CUADRO N°2. Especies arbóreas de la zona	19
CUADRO N°3: Normas Técnicas de la Comisión Panamericana “COPANT”	23
CUADRO N° 4. Datos dasométricos de los árboles	25
CUADRO N° 5. Selección de las trozas	25
CUADRO N° 6. Dimensiones y número de probetas para los ensayos de propiedades físicas.	27
CUADRO N°7. Densidad en verde, densidad seca al aire, densidad anhidra y densidad básica.	30
CUADRO N°8. Contenido de humedad	31

CUADRO N° 9. Contracciones, tangencial normal, radial normal, y volumétrica normal.	32
CUADRO N° 10. Contracciones secas al horno o anhidra, tangencial total, radial total, y volumétrica total.	33
CUADRO N° 11. Tasa de estabilidad (seca al aire y seca al horno o anhidro)	34
CUADRO N° 12. Humedad máxima	35
CUADRO N° 13. Porosidad	35
CUADRO N° 14. Peso específico al 12 % CH	36
CUADRO N° 15. Determinación de las variaciones ( $S_1^2$ ; $S_2^2$ ; $S_T^2$ ).	38
CUADRO N° 16. Valores estadísticos	39
CUADRO N° 17. Propiedades físicas: análisis estadísticos: contenido de humedad en verde (CHV) %	40
CUADRO N° 18. Contracciones tangencial, radial y volumétrica	43
CUADRO N° 19. Tasa de estabilidad	43

**Página**

### ÍNDICE DE MAPAS

MAPA N° 1: Localización zona de obtención de la madera	16
--	----

**Página**

### ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1 Planillas para dimensiones en estado verde	51
ANEXO N° 2 Planillas para dimensiones en estado seco al aire	52
ANEXO N° 3 Planillas para dimensiones en estado seco al horno	53
ANEXO N° 4 Selección y colección de muestras	54
ANEXO N° 5 Fórmulas utilizadas en propiedades físicas	55
ANEXO N° 6 Clave para la clasificación de maderas	61
ANEXO N° 7 Clasificación de las especies según los posibles usos de la madera mediante las propiedades físicas	63
ANEXO N° 8 Taxonomía de la especie Quina blanca ( <i>Lonchocarpus lilloi</i> )	65

ANEXO N° 9 Permiso otorgado por la ABT	66
ANEXO N° 10 Pesos, volúmenes y dimensiones para determinar: P. Esp., C.H. y contracción de propiedades físicas	67
ANEXO N° 11 Cuadro de resultados	71
ANEXO N° 12 Mapa de ubicación	73
ANEXO N° 13 Mapa de ubicación general de las cinco parcelas	74
ANEXO N° 14 Mapa de la parcela N° 1	75
ANEXO N° 15 Mapa de la parcela N° 2	78
ANEXO N° 16 Mapa de la parcela N° 3	81
ANEXO N° 17 Mapa de la parcela N° 4	84
ANEXO N° 18 Mapa de la parcela N° 5	87

### **ANEXOS DE FOTOS**

FOTOGRAFÍA 1: Reconocimiento del área de estudio	90
FOTOGRAFÍA 2: Medición del DAP, de la especie Quina blanca ( <i>lonchocarpus lílloi</i> )	90
FOTOGRAFÍA 3: Seccionamiento de la madera Quina blanca ( <i>lonchocarpus lílloi</i> )	91
FOTOGRAFÍA 4: Codificación de las trozas	91
FOTOGRAFÍA 5: Obtención de las viguetas	92
FOTOGRAFÍA 6: Preparación de las probetas	92
FOTOGRAFÍA 7: Medición de las dimensiones de las probetas Quina blanca ( <i>lonchocarpus lílloi</i> )	93
FOTOGRAFÍA 8: Método de secado en estufa en el (Laboratorio de Tecnología de la Madera) en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho	93
FOTOGRAFÍA 9: Determinación del volumen por el método de inmersión en agua destilada	94
FOTOGRAFÍA 10: Pesando las probetas en la balanza de precisión	94
FOTOGRAFÍA 11: Parafinando las probetas	95

# **INTRODUCCIÓN**

**CAPÍTULO I**  
**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

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

**CAPÍTULO III**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



## **CAPÍTULO IV**

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# **BIBLIOGRAFÍA**

# **ANEXOS**