

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL



**“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL
PALQUI (*Acacia feddeana* Harms.) PROVENIENTE DEL
MUNICIPIO DE COTAGAITA”**

Por:

JIMENA FELIX BURGOS

Tesis 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° B°

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

.....
M.Sc. Ing. Henry Valdez Huanca
**DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGRICOLAS Y
FORESTALES**

.....
M.Sc. Ing. Juan Oscar Hiza Zúñiga
**VICEDECANO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS AGRICOLAS Y
FORESTALES**

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

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

.....
Ing. Pedro Brozovich Farfán.
TRIBUNAL

.....
Ing. Carlos Alberto Cossío Narváez.
TRIBUNAL

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

DEDICATORIA

Este trabajo está dirigido a mis queridos padres **Cirilo Félix y Juana Burgos** por brindarme su apoyo en cada momento de mi formación y por su inagotable esfuerzo y sacrificio en querer hacer de mí una persona mejor.

A mi pequeño **Roberto Sergio** por ser mi motivo y más grande inspiración.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por la salud, la vida, la fuerza y la sabiduría para culminar esta etapa de mi vida sin importar las dificultades y problemas que se me presentaron a lo largo de la Carrera.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, en especial a mi **Carrera de Ingeniería Forestal**, a mis docentes, por haberme brindado sus conocimientos y experiencias en mi formación académica y hacer de mí una profesional.

A todas las personas que directa o indirectamente me apoyaron y colaboraron para la realización y culminación de este trabajo.

INDICE

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

	INTRODUCCIÓN	Página
Antecedentes		1
Justificación		2
Objetivos		3
Objetivo general		3
Objetivos específicos		3

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Propiedades físicas de la madera		4
1.1.1 Contenido de humedad		4
1.1.2 Movimiento de agua en la madera		4
1.1.3 Formas en que se encuentran el agua en la madera		5
a) Agua libre		5
b) Agua de impregnación		5
c) Agua de constitución		5
1.2 Clasificación de la madera según su humedad		6
1.2.1 Estado de la madera verde		6
1.2.2 Estado de la madera seca al aire		6
1.2.3 Estado de la madera anhidra		7
1.3 Determinación del contenido de humedad		7
a) Secado al horno o por pesadas		7
1.4 Cambios dimensionales de la madera		7
a) Contracción y dilatación de la madera		8

b) Anisotropía	8
c) Estabilidad dimensional	8
1.5 Densidad	8
1.6 Peso específico	8
1.7 Factores que influyen en el peso específico	8
1.7.1 Factores propios de la madera	9
1.7.2 Factores externos de la madera	9
1.7.3 Fenómenos climáticos	9
1.8 Porosidad	9
1.9 Descripción de la especie	9
1.10 Descripción dendrológica	10
a) Copa	11
b) Hojas y fruto	13
1.11 Distribución geográfica	14

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1 Localización	15
2.2 Fisiografía y características geomorfológicas	15
Mapa de ubicación	16
2.2 Suelo	17
2.4 Relieve y topografía	17
2.5 Precipitación	18
2.6 Características físico-biológicas	18
2.6.1 Pisos ecológicos	18
a) Templados (Puna baja-Cabecera de valle)	18
b) Valle	19
c) Fríos (Puna alta - alto andino)	19
2.7 Clima	20
2.7.1 Temperaturas máxima y mínima	21
2.7.2 Precipitaciones pluviales	22

2.7.3	Riesgos climáticos	22
a)	Heladas	23
b)	Granizadas	23
c)	Sequía	23
d)	Lluvias (riadas)	23
e)	Vientos	24
2.8	Zonas y grados de erosión	24
2.9	Flora	26
a)	Especies nativas	26
b)	Especies principales	27
2.10	Fauna	29
2.11	Recursos hídricos	32
a)	Fuente de agua disponibilidad y características	32
b)	Cuencas, subcuencas y ríos existentes	32
2.12	Comportamiento ambiental	33
2.13	Población	33
2.14	Salud	33
2.15	Energía	33

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Materiales	34
a)	Materiales de gabinete	34
b)	Material vegetal	35
c)	Materiales de campo	35
d)	Material de laboratorio	36
e)	Material para el preparado de probetas	37
3.2	Metodología	37
a)	Selección y recolección de muestra	37
b)	Definición de la población	37
c)	Selección de la zona	38
d)	Selección de los árboles	38

e)	Ubicación de los árboles	38
f)	Identificación y derribe de los árboles	39
g)	Extracción de las trozas	39
h)	Selección de la troza	39
i)	Selección de la vigueta dentro de la troza	39
j)	Obtención de las probetas dentro de las viguetas	39
k)	Codificación de las probetas	41
l)	Figura N° 2	42
3.3	Ejecución de los ensayos de las propiedades físicas	42
a)	Estado verde	42
b)	Estado seco al aire	43
c)	Estado seco al horno	44
3.4	Peso específico y densidad básica	44
3.5	Contracción	45
3.6	Peso específico ajustado al 12 %	46
3.7	Tasa de estabilidad	46
a)	Tasa de estabilidad seca al aire	46
b)	Tasa de estabilidad seca al horno	46
3.8	Porosidad	46
3.9	Humedad máxima	47
3.10	Análisis estadístico de los resultados	47
3.10.1	Valor promedio (\bar{X}) de los valores individuales por árbol	47
3.10.2	Estimación de la varianza	49
3.10.3	Determinación del coeficiente de variación	
3.10.4	Cálculo del intervalo de confianza para el valor promedio total	50

53

CAPÍTULO IV

53

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
4.1 Resultados para las propiedades físicas del Palqui	
4.1.1 Contenido de humedad	53
4.1.2 Peso específico aparente	54
4.1.3 Densidad básica y peso específico ajustado al 12%	54
4.1.4 Contracciones	55
4.1.5 Tasa de estabilidad	55
4.1.6 Porosidad	
4.1.7 Contenido máximo de humedad	
CAPÍTULO V	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1 Conclusiones de las propiedades físicas	
5.2 Recomendaciones	
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO 1 Especie arbórea Palqui (*Acacia feddeana*)

FOTO 2 Copa de la especie Palqui (*Acacia feddeana*)

FOTO 3 Hojas y fruto de la especie Palqui (*Acacia feddeana*)

11

ÍNDICE DE CUADROS

12

CUADRO 1: Zonas agroecológicas del municipio de Cotagaita

13

CUADRO 2 Registros meteorológicos: temperatura °C

CUADRO 3 Registros meteorológicos: precipitación mm.

CUADRO 4 Frecuencia relativa de especies nativas

20

arbóreas y arbustivas en peligro de extinción

21

CUADRO 5 Vegetación por nombre común y científico

CUADRO 6 Frecuencia relativa de existencia de especies

22

de fauna

CUADRO 7 Datos para el cálculo de peso específico o

26

densidad básica

27

CUADRO 8 Datos para el cálculo de contracciones

CUADRO 9 Datos para el análisis estadístico

30

CUADRO 10 Determinación de variaciones

CUADRO 11 Valores estadísticos

44

CUADRO 12 Análisis estadístico. Contenido de humedad

45

en verde %

47

CUADRO 13 Grados de libertad

48

50

51

INDICE DE ANEXOS

PLANILLA N° 1 Toma de datos.

PLANILLA N° 2 Cuadro de resultados.

PLANILLA N° 3 Toma de datos de cada estado.

PLANILLA N° 4 Selección y recolección de muestras.

PLANILLA N° 5 Taxonomía virtual del Palqui.

PLANILLA N° 6 Formulas empleadas en propiedades físicas.

PLANILLAS N° 7 Claves para la clasificación de maderas.

PLANILLA N° 8 Clasificación según los posibles usos de la madera.

INDICE DE FOTOGRAFIAS

EN ANEXOS

FOTOGRAFÍA 1 Desrame de árbol de Palqui.

FOTOGRAFÍA 2 Marcado de trozas.

FOTOGRAFÍA 3 Cepillado de viguetas en aserradero.

FOTOGRAFÍA 4 Medición de probetas en sus diferentes dimensiones.

FOTOGRAFÍA 5 Pesado de probetas para sacar el volumen por método de inmersión.

FOTOGRAFÍA 6 Preparado de probetas para ser puestas en estufa.

FOTOGRAFIA 7 Probetas puestas en estufa a 100 °C.

FOTOGRAFIA 8 Pesaje de volumen de probetas parafinadas por método de inmersión.