

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



**DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ESPECIE
ALGARROBILLA (*Caesalpinia paraguariensis*, Burkart) PROVENIENTE DE
LA COMUNIDAD DE CAMPO LARGO, MUNICIPIO DE CARAPARÍ**

POR:

WILSON CASTRO RÍOS

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

**GESTIÓN 2019
TARIJA – BOLIVIA**

V°B°

M. Sc. Ing. Adel Molina Ramos

PROFESOR 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. Fidel Ibarra Martínez

TRIBUNAL

M. Sc. Ing. Pedro Brozovich Farfán

TRIBUNAL

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

Con mucho amor y cariño a mi hija Paola Guadalupe Castro Lovera, e infinita admiración a mis padres Juan Pablo Castro Yebara, Máxima Ríos Fernández, por haberme enseñado el respeto a las Personas, la responsabilidad de los compromisos y el afán de superación.

AGRADECIMIENTO

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

A mis padres por haberme apoyado y confiado en mí durante toda esta etapa, y por su esfuerzo de hacer de mí una mejor persona.

A mi hija por ser el motor fundamental y a mi esposa por ser persona motivadora y esperanzadora, me decías que lo lograría perfectamente.

A mis hermanos por todo el apoyo que me brindaron.

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

A mi docente Guía, Ing. José Adel Molina, 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.

A mis docentes amigos Ing. Sebastián Ramos, Ing. Ariel Castillo, Ing. Fidel Ibarra e Ing. Pedro Brozobich por todo el apoyo brindado.

A todos mis amigos y amigas de Ingeniería Forestal.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	Pág.
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. HIPÓTESIS.....	2
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

	Pág.
2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL.....	4
2.1.1. Descripción botánica de la especie.....	4
2.1.2. Características de la Madera de Algarrobilla (<i>Caesalpinia paraguariensis</i> , Burkart).....	6
2.1.3. Descripción Macroscópica.....	7

2.1.4. Taxonomía de la Algarrobilla (<i>Caesalpinia paraguariensis</i> , Burkart)....	8
2.1.5. Fenología.....	9
2.1.6. Usos Posibles.....	10
2.2. LA MADERA.....	10
2.3. PARTES DE ÁRBOL.....	10
2.4. PARTES DE UN TRONCO.....	11
2.5. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA.....	13
2.5.1. Contenido de Humedad.....	13
2.5.2. Máximo Contenido de Humedad.....	14
2.5.3. Contracción o Cambios Dimensionales.....	14
2.5.4. Densidad.....	15
2.5.5. Peso Específico.....	16
2.5.6. Peso Específico Real.....	16
2.5.7. Porosidad.....	16
2.5.8. Hinchazón de la Madera.....	16
2.5.9. Higroscopicidad.....	17
2.6. MOVIMIENTO DEL AGUA EN LA MADERA.....	17
2.6.1. Formas en que se encuentra el agua en la madera.....	17
2.7. CLASIFICACIÓN DE LA MADERA SEGÚN SU HUMEDAD.....	18
2.8. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.....	19
2.9. SORCIÓN EN LA MADERA (ABSORCIÓN).....	21
2.10. ENCOGIMIENTO DE LA MADERA.....	21
2.11. ENCOGIMIENTO DE LA MADERA.....	21
2.12. IMPORTANCIA DE LA MADERA.....	22

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

	Pág.
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	23
3.1.1. Localización de procedencia del material vegetal.....	23
3.1.2. Ubicación.....	24
3.1.3. Accesibilidad.....	24
3.1.4. Geología.....	24
3.1.5. Geomorfología.....	24
3.1.6. Fisiografía.....	25
3.1.7. Suelo.....	25
3.2. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS.....	26
3.2.1. Clima.....	26
3.2.2. Hidrología.....	26
3.3. CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS.....	26
3.3.1. Vegetación.....	26
3.3.2. Estrato arbóreo.....	27
3.3.3. Estrato arbustivo.....	28
3.3.4. Estrato herbáceo.....	29
3.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	30
3.4.1. Uso actual de la tierra.....	30
3.4.2. Descripción de características biofísicas del lugar.....	30
3.5. MATERIALES.....	31
3.5.1. Materiales de gabinete.....	31
3.5.2. Material vegetal.....	31
3.5.3. Materiales de campo.....	32
3.5.4. Materiales de laboratorio.....	32
3.5.5. Materiales para el preparado de probetas.....	33

3.6. METODOLOGÍA.....	33
3.6.1. Selección y recolección de muestras.....	34
3.6.2. Definición de la población.....	34
3.6.3. Selección de la zona.....	34
3.6.4. Selección de los árboles.....	35
3.6.5. Selección de la troza.....	35
3.6.6. Selección de la vigueta dentro de la troza.....	35
3.6.7. Obtención de las probetas dentro de las viguetas.....	35
3.6.8. Clasificación de las probetas.....	36
3.6.9. Preparación de las probetas – propiedades físicas.....	37
3.7. EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICAS.....	37
3.7.1. Contenido de humedad.....	39
3.7.2. Peso específico y densidad básica.....	39
3.7.3. Contracción.....	40
3.7.4. Tasa de estabilidad.....	41
3.7.5. Humedad máxima.....	42
3.8. PESO ESPECÍFICO APARENTE AL 12 %.....	42

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

	Pág.
4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS.....	44
<i>a. Valor promedio de los valores individuales por árbol.....</i>	44
<i>b. Estimación de la varianza.....</i>	45
<i>c. Determinación del coeficiente de variación.....</i>	46
<i>d. Cálculo del intervalo de confianza para el valor promedio total.....</i>	47

4.2. RESULTADOS PARA LAS PROPIEDADES FÍSICAS.....	51
4.2.1. Contenido de Humedad.....	51
4.2.2. Peso Específico Aparente.....	51
4.2.3. Peso Específico Básico.....	51
4.3. CONTRACCIONES.....	52
4.4. TAZA DE ESTABILIDAD.....	52
4.5. POROSIDAD.....	53
4.6. MÁXIMO CONTENIDO DE HUMEDAD.....	53
4.7. USOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ALGARROBILLA....	53
4.8. DISCUSION.....	56

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pág.
5.1. CONCLUSIONES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS.....	58
5.1.1. Peso Específico.....	58
5.1.2. Contracción.....	58
5.1.3. Taza de Estabilidad.....	58
5.1.4. Porosidad.....	59
5.2. RECOMENDACIONES.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
FIGURA 1 Hojas.....	5
FIGURA 2 Corteza.....	6
FIGURA 4 Dimensión de la Pobreta.....	36

ÍNDICE DE MAPA

	Pág.
MAPA 3 Mapa de Ubicación.....	23

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 1 Taxonomía de la especie Algarrobilla.....	8
Cuadro N° 2 Fenología del árbol.....	9
Cuadro N° 3 Estrato Arbóreo.....	27
Cuadro N° 4 Estrato Arbustivo.....	29
Cuadro N° 5 Estrato Herbáceo.....	30
Cuadro N° 6 Normas “COPANT MADERAS”.....	33
Cuadro N° 7 Peso Específico y Densidad Básica.....	40
Cuadro N° 8 Dimensiones Radial, Tangencial y Volumétrica.....	41
Cuadro N° 9 Determinación de las variaciones.....	45
Cuadro N° 10 Valores Estadísticos.....	47
Cuadro N° 11 Análisis Estadístico: (CHV).....	48
Cuadro N° 12 Contracciones Tangencial, Radial y Volumétrica.....	52
Cuadro N° 13 Taza de Estabilidad.....	52
Cuadro N° 14 Datos de Propiedades Físicas de la Especie.....	54

ANEXOS

ANEXO N°1 DATOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

ANEXO N°2 PLANILLAS DE LEVANTAMIENTO DE DATOS PARA LABORATORIO

ANEXO N°3 PLANILLA DE SELECCIÓN Y COLECCIÓN DE MUESTRAS

ANEXO N°4 FÓRMULAS UTILIZADAS EN PROPIEDADES FÍSICAS

ANEXO N°5 CLAVE PARA LA CLASIFICACIÓN DE MADERAS

ANEXO N°6 HANNES HOHEISEL (1.972)

ANEXO N°7 ANTONIO AROSTEGUI V. (1.982)

ANEXO N°8 FOTOGRAFÍAS