UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE LA ESPECIE MORA *(Maclura tinctoria L.)* PROVENIENTE DEL MUNICIPIO DE VILLA MONTES, PROVINCIA GRAN CHACO DEPARTAMENTO – TARIJA

POR:

YERAL ELDER TRUJILLO CARDOZO

Tesis presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO" como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería forestal

GESTIÓN 2024

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

……..
Ing. Dilmar Mur Tarifa.
PROFESOR GUÍA

……	……
M.Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguin	M.Sc. Ing. Víctor Enrique Zenteno López
DECANO FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES	**VICEDECANO FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

APROBADA POR:

TRIBUNALES

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

…….
Ing. Javier Ariel Castillo Gareca
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 del (la) autor (a).

DEDICATORIA

Dedico, de todo corazón mi tesis a mis queridos padres; Luis Trujillo Gallo y Ofelia Cardozo Cespedez, por darme siempre su apoyo incondicional su ejemplo y forjarme con buenos valores.

A mi compañera de vida Ortencia Quiroga y mi hijita, que fueron un motor e inspiración para concluir mi carrera.

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a Dios; por guiarme siempre y darme la fortaleza para seguir adelante.

A mis padres agradecimiento infinito por el apoyo que siempre me brindaron.

A mis docentes por compartir sus sabias enseñanzas.

Un agradecimiento especial a mi profesor guía ing. Dilmar Mur y a todos mis amigos que me apoyaron.

ÍNDICE

Hoja de aprobación i.

Hoja de advertencia ii.

Dedicatoria iii.

Agradecimiento iv.

Resumen v.

CAPÍTULO I

CAPÍTULO I..... **¡Error! Marcador no definido.**

1.1. INTRODUCCIÓN ..... **¡Error! Marcador no definido.**

1.2. JUSTIFICACIÓN ..... **¡Error! Marcador no definido.**

1.3. HIPÓTESIS..... **¡Error! Marcador no definido.**

1.4. PLANTEAMIENTO EL PROBLEMA ..... **¡Error! Marcador no definido.**

1.5. OBJETIVOS ..... **¡Error! Marcador no definido.**

1.5.1 Objetivo general..... **¡Error! Marcador no definido.**

1.5.2. Objetivos específicos ..... **¡Error! Marcador no definido.**

CAPÍTULO II ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.1. MADERA. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.1 Fisiología vegetal ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.2. Composición química de la madera. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.3. PARED CELULAR ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.3.1. Estructura de la pared celular..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.3.2. Principales componentes de la madera ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.4. Estructura anatómica de la madera ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.5. Estructura macroscópica ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.6. Estructura microscópica ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.7. Propiedades físicas de la madera: ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.7.1. Factores que Influyen en las Propiedades Físicas ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.7.2. Contenido de humedad ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.7.3. Movimiento del agua en la madera ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.7.4. Formas en que se encuentra el agua en la madera ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.8. Clasificación de la madera según su humedad: .... **¡Error! Marcador no definido.**

2.9. Determinación del Contenido de Humedad: ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.10. Densidad: ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.10.1. Cambios dimensionales de la madera: ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.11. Peso específico de la madera: ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.12. Peso específico real: ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.13. Porosidad: ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.14. Punto de Saturación de las Fibras (PSF): ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.15. Fibras: ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.16. Descripción taxonómica de la especie ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.17. Madera: ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.18. Usos: ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.19. Ubicación ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.20. Importancia del Género: ..... **¡Error! Marcador no definido.**

CAPÍTULO III ..... **¡Error! Marcador no definido.**

3. MATERIALES Y MÉTODOS ..... **¡Error! Marcador no definido.**

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .. **¡Error! Marcador no definido.**

3.1.1. Localización ..... **¡Error! Marcador no definido.**

3.1.2. Accesibilidad ..... **¡Error! Marcador no definido.**

3.2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS ..... **¡Error! Marcador no definido.**

3.2.1. Clima: ..... **¡Error! Marcador no definido.**

3.2.2. Vegetación..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.2.3. Flora: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.3. Relieve: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.3.1. Llanura chaqueña: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.3.2. Fauna: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.4. Aspectos Socioeconómicos: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.5. Población: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.6. MATERIALES ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.6.1. Material de gabinete: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.6.2. Material vegetal: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.6.3. Materiales de campo ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.6.4. Materiales de laboratorio: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.7. METODOLOGÍA ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.7.1. Método de investigación: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.7.2. Técnicas y Normas a emplear: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.7.3. Selección y recolección de las muestras: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.7.4. Definición de la población: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.7.5. Selección de la zona: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.7.6. Selección de los árboles: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.7.7. Selección de las trozas: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.7.8. Extracción de la troza: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.7.9. Selección de viguetas dentro de la troza: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.7.10. Obtención de las probetas ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.7.11. Codificación de las probetas: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
CAPÍTULO IV ..... **¡Error! Marcador no definido.**
RESULTADOS ..... **¡Error! Marcador no definido.**
4. EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICAS ..... **¡Error! Marcador no definido.**
4.1. Estado verde ..... **¡Error! Marcador no definido.**
4.2. Estado seco al aire ..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.3. Estado seco al horno..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.4. PESO ESPECÍFICO Y DENSIDAD BÁSICA. .. **¡Error! Marcador no definido.**

4.4.1. Contenido de humedad..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.4.2. Contracción. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.4.3. Tasa de estabilidad. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.4.4. Humedad máxima. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.4.5. Porosidad..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.4.6. Peso específico aparente al 12 % ..... **¡Error! Marcador no definido.**

CAPÍTULO V ..... **¡Error! Marcador no definido.**

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS..... **¡Error! Marcador no definido.**

5.1. Estimación de la varianza..... **¡Error! Marcador no definido.**

5.2. Determinación del coeficiente de variación..... **¡Error! Marcador no definido.**

5.3. Cálculo del intervalo de confianza para el valor promedio total ..... **¡Error! Marcador no definido.**

5.4. RESULTADOS PARA LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ESPECIE MORA..... **¡Error! Marcador no definido.**

5.4.1. Peso específico básico..... **¡Error! Marcador no definido.**

5.4.2. Contracciones..... **¡Error! Marcador no definido.**

5.4.3. Tasa de estabilidad. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

5.4.4. Porosidad..... **¡Error! Marcador no definido.**

5.5.5. Máximo contenido de humedad. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

CAPÍTULO VI..... **¡Error! Marcador no definido.**

6. CONCLUSIONES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

6.1. Peso específico. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

6.2. Contracción. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

6.3. Tasa de estabilidad. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

6.4. Humedad máxima. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

6.5. Porosidad..... **¡Error! Marcador no definido.**

6.6. RECOMENDACIONES..... **¡Error! Marcador no definido.**

BIBLIOGRAFÍA. .....

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Albura y Duramen..... **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 2: Torta-Anillos de Crecimiento ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 3: Cuadro agua libre dentro de una estructura anatómica.....**¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 4: Agua de impregnación dentro de una estructura anatómica .....**¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 5: Agua de constitución dentro de una estructura anatómica.....**¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 6: Distribución de nivel de fuste del árbol **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 7: Vista lateral y frontal de la probeta..... **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: Normas Técnicas de la Comisión Panamericana "COPANT"..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO 2: Datos dasométricos de los árboles. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO 3: Selecciones de las trozas ..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO 4: Dimensiones y número de probetas para los ensayos de propiedades físicas. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO 5: Densidad en verde, densidad seca al aire, densidad anhidra y densidad básica. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO 6: Contenido de humedad. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO 7: Contracciones, tangencial normal, radial normal, y volumétrica normal. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO 8: Contracciones secas al horno, tangencial total, radial total, y volumétrica total..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO 9: Tasa de estabilidad (seca al aire y seca al horno o anhidro) ..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO 10: Humedad máxima ..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO 11: Porosidad..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO 12: Peso específico al 12 % CH ..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO 13: Determinación de las variaciones(s12; s22; sT2)... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO 14: Propiedades físicas: Análisis estadístico: Contenido de humedad en verde (chv) %..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO 15: Contracciones tangencial, radial y volumétrica .. **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Planilla para dimensiones en estado seco al aire.....

ANEXO 2: Planilla para dimensiones en estado seco al aire.....

ANEXO 3: Planilla para dimensiones en estado seco al aire.....

ANEXO 4: Formulas a emplear en propiedades físicas.....

ANEXO 5: Clave para la clasificación de maderas arostegui a. 1975.....

ANEXO 6: Clasificación de las especies según los posibles usos de la madera mediante las propiedades físicas (hannes hoheisel.1972).....

ANEXO 7: Taxonomía de la especie (Mora chaqueña).....

ANEXO 8: Informe de laboratori .....

ANEXO 9: Toma de datos .....

ANEXO 10: Cuadro de resultados.....

ANEXO 11: Ubicación general de las cinco parcelas

ANEXO 12: Proceso de estudio de la especie .....