

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



**“ESTUDIO DE TRABAJABILIDAD DE LA MADERA, ESPECIE
TOBOROCHI BLANCO (*Chorisia insignis* HBK.), PROVENIENTE
DE LA COMUNIDAD DE COTOTO MUNICIPIO DE
VILLA MONTES – TARIJA”**

Por:

JERSON LLAMPA PRIETO

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

TARIJA-BOLIVIA

GESTIÓN 2021

V° B°

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

.....
M.Sc. Ing. Juan Oscar Hiza Zúñiga
DECANO a.i.
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
M.Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía
VICEDECANO a.i.
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

APROBADO POR:
TRIBUNAL:

.....
M.Sc Ing. Javier Ariel Castillo Gareca

.....
M.Sc Ing. Pedro Brozovich

.....
M.Sc. Ing. Deimer Jesus Moreno

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esta responsabilidad del autor.

DEDICATORIAS:

El presente trabajo lo dedico a mi querida madre Romualdina Prieto Aramayo a quien agradezco por haber sido padre y madre, trabajaste mucho para darnos a tus hijos lo mejor, gracias por la ayuda que me has brindado, formado bases de gran importancia en mi camino. Gracias por darme una excelente educación, enseñarme los valores de la vida, con ese incansable apoyo para darme la herencia más linda y valiosa el “estudio”. por el aliento incondicional que me brindó durante mi paso por la universidad.

A mi hermano Willy Llampá P. de igual manera a Katerin Karina Llampá P. y a mis amigos de mi carrera. por el apoyo moral.

A toda mi familia que supo creer en mí y valoró la carrera que elegí.

AGRADECIMIENTOS:

- ✓ A DIOS por guiarme e iluminarme en este tiempo confuso, pues es a veces difícil creer.
- ✓ A mi madre y familia por el apoyo incondicional, y por estar a mi lado en todo momento.
- ✓ A mi docente guía Ing. Adel Molina Ramos, al Ing. Ariel Castillo Gareca, Ing. Pedro Brozovich y al Ing. Deimer Jesús Moreno por el apoyo en la realización de mi trabajo.
- ✓ A la Universidad Autónoma “Juan Misales Saracho” y a todos los catedráticos de la Carrera de Ing. Forestal por sus sabias enseñanzas que me brindaron en mi formación profesional.
- ✓ A mis amigos y compañeros por los lindos momentos de amistad compartidos durante nuestro paso por la Carrera.

ÍNDICE

Hoja de aprobación.

Dedicatoria.

Agradecimiento.

Resumen.

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Justificación.....	2
1.2	Hipótesis	2
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	<i>Objetivo General</i>	2
1.3.2	<i>Objetivos Específicos</i>	3
2	MARCO TEÓRICO	4
2.1	La Madera.....	4
2.1.1	<i>Tipos de Corte de la Madera</i>	4
2.2	Secado al Aire Libre.....	4
2.3	Características de la Madera que Influyen en su Trabajabilidad	5
2.3.1	<i>Factores Climáticos que Influyen en el Secado al Aire</i>	5
2.3.2	<i>Temperatura</i>	5
2.3.3	<i>Contenido de Humedad</i>	5
2.3.4	<i>Porosidad</i>	6
2.3.5	<i>Elasticidad</i>	6
2.3.6	<i>Densidad</i>	6
2.3.7	<i>Dirección del Hilo</i>	6
2.4	Defectos en el Secado de la Madera	6
2.4.1	<i>Coloración.</i>	6
2.4.2	<i>Ataque de Hongos.</i>	6

2.5	Secado de la Madera en Lugares Demasiado secos.....	7
2.5.1	<i>Grietas.....</i>	7
2.5.2	<i>Deformaciones.....</i>	7
2.5.3	<i>Fendas de Testa.....</i>	7
2.5.3.1	Alabeos	7
2.5.3.2	Abarquillado	7
2.5.3.3	Arqueadura o Combado.....	8
2.5.3.4	Encorvadura.....	9
2.5.3.5	Torcedura o Revirado	9
2.5.4	<i>Factores que afectan el Corte de la Madera</i>	10
2.5.4.1	Factores inherentes a la Madera.....	10
2.5.4.2	Especie.....	10
2.5.4.3	Contenido de Humedad	10
2.5.4.4	Temperatura de la Madera	10
2.5.4.5	Coeficiente de Fricción en Corte	11
2.5.4.6	Orientación del Grano.....	11
2.5.5	<i>Factores Inherentes a las Condiciones de Corte</i>	11
2.5.5.1	Ancho de Corte	11
2.5.5.2	Profundidad de Corte.....	11
2.5.5.3	Velocidad de Corte	11
2.5.5.4	Velocidad de Alimentación	11
2.5.5.5	Factores inherentes a la Herramienta.....	11
2.5.5.6	Ángulo de Corte.....	11
2.5.5.7	Ángulo de Hierro	12
2.5.5.8	Ángulo Libre.....	12
2.5.5.9	Ángulo de Deslizamiento.....	12
2.5.5.10	Calidad de Filo.....	12
2.6	Trabajabilidad de la Madera	12
2.6.1	<i>Maquinado.....</i>	12
2.6.2	<i>Cepillado.....</i>	13

2.6.3	<i>Taladrado</i>	16
2.6.4	<i>Brocas para Madera</i>	17
2.6.5	<i>Moldurado</i>	18
2.6.6	<i>Lijado</i>	19
2.6.6.1	Lijadora de Banda.....	19
2.6.6.2	Fases del Lijado	20
2.6.7	<i>Defectos comunes del maquinado en la Madera (Trabajabilidad)</i>	20
2.6.7.1	Grano Astillado.....	21
2.6.7.2	Grano Apelusado	21
2.6.7.3	Grano Levantado.....	21
2.6.7.4	Marcas de Astilla	21
2.6.7.5	Grano Rasgado.....	21
2.6.7.6	Rayones.....	21
2.6.7.7	Calificación de las pruebas de Trabajabilidad	22
2.6.8	<i>Torneado</i>	22
2.6.8.1	Cabezal.....	23
2.6.8.2	Bancada.....	23
2.6.8.3	Eje Principal.....	24
2.6.8.4	Contra Cabezal o Contrapunto.....	24
2.6.8.5	El Formón.	24
2.6.8.6	La Gubia.	25
2.6.8.7	Gubias Planas.....	25
2.6.8.8	Gubias Curvas o con Forma de U.....	25
2.6.8.9	Gubias Punta de Lanza o en Vértice.....	25
2.6.9	<i>Descripción de la Especie</i>	25
2.6.10	<i>Descripción Dendrológicas</i>	26
2.6.10.1	Hojas y Flores de la Especie Taborochi blanco.....	27
2.6.10.2	El Fruto	27
2.6.10.3	Plántulas.....	27
2.6.10.4	Ecología.....	28

2.6.10.5	Distribución Geográfica.....	28
3	MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1	Descripción del Área de Extracción de los Arboles.....	29
3.1.1	<i>Ubicación</i>.....	35
3.1.2	<i>Accesibilidad</i>.....	35
3.1.3	<i>Características Biofísicas</i>.....	35
3.1.3.1	Clima.....	35
3.1.3.2	Vegetación	35
3.1.3.3	Fauna.....	38
3.1.3.4	Relieve	40
3.1.3.5	Suelo	40
3.1.3.6	Fisiografía	40
3.1.3.7	Precipitación	41
3.1.3.8	Temperatura.....	41
3.1.3.9	Vientos.....	42
3.2	Materiales.....	42
3.2.1	<i>Materiales de Campo</i>.....	42
3.2.2	<i>Materiales de gabinete</i>	42
3.2.3	<i>Material de trabajabilidad</i>.....	43
3.2.4	<i>Material Biológico</i>.....	43
3.3	Metodología.....	43
3.3.1	<i>Normas a Emplear</i>	44
3.3.2	<i>Selección y Colección de las Muestras</i>	44
3.3.2.1	Selección de la zona.....	45
3.3.2.2	Selección de Arboles.	46
3.3.2.3	Selección de la Troza.	46
3.3.3	<i>Extracción de las Trozas</i>.....	47
3.3.3.1	Selección de las Viguetas Dentro de la Troza y Obtención de las Probetas.	47
3.3.3.2	Tratamiento Profiláctico.	47

3.3.3.3	Obtención de las Probetas Dentro de las Trozas para el Estudio...	47
3.3.3.4	Método de Apilado	48
3.3.3.5	Apilado de la Madera.....	48
3.3.3.6	Orientación de la Pila.....	48
3.3.4	<i>Procedimiento para el control de Secado</i>	48
3.3.4.1	Registro de Datos del Secado De la Madera.....	49
3.3.4.2	Determinación de contenido de Humedad.....	52
3.3.4.3	Evaluación de Defectos	52
3.4	Ensayo de cepillado.	53
3.4.1	<i>Probetas - Ensayos con Madera Seca</i>	53
3.4.2	<i>Procedimiento</i>	53
3.4.3	<i>Resultados de Ensayos de Cepillado</i>	54
3.5	Ensayo de Taladrado.	54
3.5.1	<i>Equipo</i>	54
3.5.2	<i>Probetas</i>	54
3.5.3	<i>Procedimiento</i>	55
3.5.4	<i>Calificación del Taladrado</i>	55
3.6	Ensayo de Torneado.	55
3.6.1	<i>Equipo</i>	55
3.6.2	<i>Probetas</i>	55
3.6.3	<i>Herramientas</i>	56
3.6.4	<i>Determinación de Angulo de Corte para Observación Paralela al Grano</i>	56
3.6.5	<i>Calificación</i>	56
3.7	Ensayo de lijado.	57
3.7.1	<i>Equipo</i>	57
3.7.2	<i>Materiales</i>	57
3.7.3	<i>Probetas</i>	57
3.7.4	<i>Requisitos Generales</i>	57
3.7.5	<i>Procedimiento del ensayo de Lijado</i>	58

3.7.6	<i>Calificación</i>	58
3.7.7	<i>Calificación con Lija N° 60</i>	58
3.7.8	<i>Calificación de lija N° 100</i>	59
3.8	Ensayo de moldurado	59
3.8.1	<i>Equipo</i>	59
3.8.2	<i>Probetas</i>	60
3.8.3	<i>Procedimiento</i>	60
3.8.4	<i>Calificación</i>	61
3.8.5	<i>Clasificación de los defectos en base a su extensión y severidad</i>	61
3.8.6	<i>Grado, Calificación, Area de Defecto en Porcentaje, Gravedad del Defecto</i>	62
3.8.7	<i>Sistema de evaluación de probetas de Maquinado.</i>	63
3.8.8	<i>Rango, calidad, grado.</i>	63
3.8.9	<i>Calificación de probetas en función del porcentaje de piezas libres de Defecto</i>	64
4	Contenido de Humedad inicial	65
4.1	Fórmula para el control del Contenido de Humedad	68
4.2	Registro de Datos del Secado de la Madera	68
4.3	Resultados de ensayos de Cepillado	69
4.3.1	<i>Reporte de defectos secundarios del cepillado.</i>	70
4.4	Resultados del ensayo de Lijado	73
4.5	Resultados del ensayo de Moldurado	73
4.5.1	<i>Resultados del Moldurado (corte simple)</i>	74
4.6	Resultados de Ensayos de Taladrado	75
4.6.1	<i>Reporte de Defectos Secundarios del Taladrado.</i>	75
4.6.2	<i>REPORTE SECUNDARIO DEL TALADRADO A 1000 RPM</i>	76
4.7	Resultados de Ensayos de Torneado	78
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
5.1	Conclusiones	81
5.2	Recomendaciones	83

6 BIBLIOGRAFÍA	85
-----------------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1: ABARQUILLADO O ACANALADURA.....	8
FIGURA N°2: ARQUEADURA COMBADO DE LA MADERA.....	8
FIGURA N°3: ENCORVADURA DE LA MADERA	9
FIGURA N°4: TORCEDURA DE LA MADERA	10
FIGURA N°5: MAQUINA CEPILLADO	14
FIGURA N°6: NOMENCLATURA USADA EN CUCHILLAS DE CEPILLADORA.....	15
FIGURA N°7: ESQUEMA DE MODIFICACION DEL ÁNGULO DE CORTE POR MEDIO DEL BISEL.....	15
FIGURA N°8: MAQUINA TALADRADORA DE COLUMNA.....	16
FIGURA N°9: BROCA PARA MADERA.....	17
FIGURA N°10: PARTES DE UNA BROCA.....	17
FIGURA N°11: FRESADORA VERTICAL.....	19
FIGURA N°12 LIJADORA.....	20
FIGURA N°13: TORNO MANUAL.....	24
FIGURAN°14 TOBOROCHI BLANCO.....	26
FIGURAS N°15 Y 16 CORTEZA EXTERNA E INTERNA.....	27
FIGURA N°17: TROZADO Y ASERRADO DE LA MADERA.....	46
FIGURA N°18: ENSAYO DE MOLDURADO EN CUCHILLA SOBRESALIDA.....	60

FIGURA N°19: ZONAS DE CALIFICACIÓN DE PROBETAS DE MOLDURADO.....	61
---	-----------

INDICE DE CUADROS

CUADRO N°25: PESO DE MUESTRAS PARA CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MOLDURADO.....	66
--	-----------

CUADRO N°26: PESO DE MUESTRAS PARA CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL.....	67
--	-----------

CUADRO N°27: CONTROL DE PESO PARA PROBETAS DE TALADRADO.....	68
---	-----------

CUADRO N°28: RESULTADOS DE ENSAYOS DE CEPILLADO.....	69
---	-----------

CUADRO N°29: REPORTE DE DEFECTOS DEL CEPILLADO.....	70
--	-----------

CUADRO N°30: DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD DEL DEFECTO TANGENCIAL CON DIRECCIÓN →.....	71
--	-----------

CUADRO N°31: REPORTE DE DEFECTOS SECUNDARIOS DEL CEPILLADO A 30°.....	72
--	-----------

CUADRO N° 32: RESULTADOS DEL ENSAYO DE LIJADO.....	73
---	-----------

CUADRO N°33 RESULTADOS DEL ENSAYO DE MOLDURADO (CALIFICACIÓN EN CORTE DOBLE).....	73
--	-----------

CUADRO N°34: RESULTADOS DEL ENSAYO DE MOLDURADO (CALIFICACIÓN EN CORTE SIMPLE).....	74
--	-----------

CUADRO N° 35: RESULTADO DEL ENSAYO DE TALADRADO.....	75
---	-----------

CUADRO N°36: REPORTE SECUNDARIO DEL TALADRADO A 500 RPM.....	75
---	-----------

CUADRO N°37: REPORTE SECUNDARIO DEL TALADRADO A 500 RPM.....	76
---	-----------

CUADRO N°38: REPORTE SECUNDARIO DEL TALADRADO A 500 RPM.....	76
---	-----------

CUADRO N°39: REPORTE SECUNDARIO DEL TALADRADO A 1000 RP.....	76
CUADRO N°40: REPORTE SECUNDARIO DEL TALADRADO A 1000 RPM.....	77
CUADRO N°41: REPORTE SECUNDARIO DEL TALADRADO A 1000 RPM.....	77
CUADRO N°42: RESULTADOS DEL ENSAYO DE TORNEADO.....	78
CUADRO N°43: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE TRABAJABILIDAD APROXIMADO AL 16,71% DE C.H.	78
CUADRO N°44: CALIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS DE LIJADO, TALADRADO, CEPILLADO, MOLDURADO, TORNEADO.....	83

INDICE DE MAPAS

MAPA N°1 UBICACIÓN DEL LUGAR DE EXTRACCIÓN.....	29
MAPA N°2 MAPA DE SUELOS.....	30
MAPA N°3 UBICACIÓN DE ARBOLES DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO.....	31
MAPA N°4 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	32
MAPA N°5 MAPA DE USO DE SUELO.....	33
MAPA N°6 MAPA DE COBERTURA VEGETAL.....	34