

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



**“ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MAQUINADO DE
LA MADERA DE CIPRÉS (*Cupressus sp*), PROVENIENTE DE LA
PROVINCIA CERCADO, DEPARTAMENTO DE TARIJA”**

Por:

ZAIDA NOELIA HIGUERAS GALLARDO

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

Gestión 2018

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

MSc. Ing. Sebastián Ramos Mejía

PROFESOR GUÍA

MSc. Ing. Freddy Castro Salinas

DECANO

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

MSc. Ing. Luis Arandia Mendivil

VICEDECANO

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

MSc. Ing. Deimer Jesús Moreno Molina

MSc. Ing. Pedro Brozovich Farfán

Ing. Javier Ariel Castillo Gareca

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

DEDICATORIA:

A MI MADRE

Adela Gallardo Jerez, a quien agradezco por haber sido padre y madre, trabajaste duro para darnos a tus hijos lo mejor, gracias por la ayuda que me has brindado han formado bases de gran importancia en mi camino. Gracias por darme una excelente educación, enseñarme los valores de la vida, brindarme tu apoyo para darme la herencia más linda y valiosa el “estudio”. Te amo mami.

A MI PADRE

Santos Atilio Higuera Ordoñez (+), aunque no estés en estos momentos conmigo sé que eres mi ángel guardián que me cuida y me guía te amo y te extraño papito.

A MI PAREJA

Claudio Federico Castillo Vargas, tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo incluso en los momentos más difíciles, siempre motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían. Gracias te amo.

AGRADECIMIENTOS:

Mi agradecimiento se dirige a quienes han forjado mi camino y me han dirigido en el sendero correcto, a Dios y la Virgen, los que en todo momento están conmigo para ayudarme a aprender de mis errores y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi vida.

A todos mis amigos e incluyo a mi cuñada Moira Velasco (+) por sus palabras sabias de aliento y que de alguna manera estuvieron conmigo en momentos difíciles y tristes, motivándome a seguir adelante y cumplir mis metas.

Al plantel docente de la Carrera por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión: Ingenieros Sebastián Ramos, Ariel Castillo, Pedro Brozovich, Deimer Moreno, por brindarme su apoyo y amistad en todo el transcurso de mis estudios y siempre guiarme, motivarme a desarrollarme como persona y profesional.

PENSAMIENTO:

Un día despertarás y descubrirás que no
tienes más tiempo para hacer lo que
soñabas.

“El momento es ahora”

¡¡¡ACTÚA!!!

Paulo Coelho

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

	Página
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Hipótesis.....	3
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3

CAPÍTULO II
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Concepto sobre estructura de la madera	4
2.2 Partes del tronco.....	4
2.2.1 Corteza.....	4
2.2.2 Cambium vascular.....	4
2.2.3 La médula.....	4
2.2.4 Anillos de crecimiento.....	4
2.2.5 Albura y duramen.....	5

2.3 Planos de corte de la madera.....	5
2.4 Defectos de la madera.....	7
2.4.1 Defectos naturales de la madera.....	7
2.4.2 Defectos de la madera atribuibles al secado.....	8
2.5 Operaciones del maquinado.....	9
2.6 Características de la madera que influyen en su trabajabilidad.....	10
2.6.1 Densidad.....	10
2.6.2 Elasticidad.....	10
2.6.3 Contenido de humedad.....	10
2.6.4 Nudos.....	11
2.6.5 Dirección del hilo.....	11
2.6.6 Textura.....	11
2.6.7 Porosidad.....	11
2.6.8 Contenido de extractivos.....	11
2.6.9 Numero de anillos de crecimiento por centímetro.....	11
2.6.10 Temperatura.....	12
2.7 Características de las herramientas de corte.....	12
2.7.1 Acero con alto contenido de cromo (HLS).....	12
2.7.2 Acero rápido al molibdeno (SSE).....	12
2.7.3 Acero súper rápido al cobalto (HSSco).....	12
2.7.4 Hart Metal (HM).....	13
2.8.1 Cepillado.....	13
2.8.2 Lijado.....	16

2.8.3 Moldurado.....	17
2.8.4 Torneado.....	19
2.8.5 Taladrado.....	22
2.9 Defectos en el maquinado de madera.....	23
2.9.1 Grano arrancado.....	23
2.9.2 Grano vellosos o alodonado.....	24
2.9.3 Grano levantado o astillado.....	25
2.9.4 Grano rugoso.....	25
2.10 Calificación de las pruebas de maquinado.....	26

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción de la zona de extracción de las muestras.....	27
3.1.1 Localización.....	28
3.2 Características biofísicas.....	29
3.2.1 Clima.....	29
3.2.2 Suelos.....	30
3.2.3 Hidrografía.....	30
3.2.4 Hidrología.....	30
3.3 Aspectos socioeconómicos.....	31
3.3.1 Población.....	31
3.3.2 Ocupación principal.....	32
3.4 Características de la especie en estudio.....	32
3.4.1 Taxonomía.....	32

3.4.2 Descripción dendrológica del Cupressus sp.....	32
3.4MATERIALES.....	35
3.5.1 Materiales de campo.....	35
3.5.2 Materiales de gabinete.....	36
3.5.3 Maquinaria de carpintería.....	36
3.5.4 Herramientas menores de carpintería.....	36
3.5.5 Material biológico.....	36
3.6 METODOLOGÍA.....	36
3.6.1 Normas empleadas:.....	37
3.6.2 Selección y colección de muestra.....	37
3.6.3 Selección de la zona.....	37
3.6.4 Selección de árboles.....	37
3.6.5 Selección de la troza.....	38
3.6.6 Extracción de las trozas.....	38
3.6.7 Selección de las viguetas dentro de la troza y obtención de las probetas.....	38
3.6.8 Tratamiento profiláctico.....	38
3.7 Ensayo de cepillado.....	38
3.7.1 Equipo.....	38
3.7.2 Probetas - ensayos con madera seca.....	39
3.7.3 Procedimiento.....	40
3.7.4 Ensayo en condiciones comunes.....	40
3.7.5 Resultados de ensayos de cepillado.....	41
3.8 Ensayo de lijado.....	41

3.8.1 Equipo.....	41
3.8.2 Materiales.....	41
3.8.3 Probetas.....	41
3.8.4 Requisitos Generales.....	41
3.8.5 Procedimientos.....	42
3.8.6 Calificación.....	42
3.9 Ensayo de taladrado.....	43
3.9.1 Equipo.....	43
3.8.2 Probetas.....	43
3.9.3 Procedimiento.....	44
3.9.4 Calificación.....	44
3.10 Ensayo de torneado.....	45
3.10.1 Equipo.....	45
3.10.2 Probetas.....	45
3.10.3 Determinación de ángulo de corte para observación paralela al grano.....	45
3.10.4 Calificación.....	46
3.11 Ensayo de moldurado.....	47
3.11.1 Equipo.....	47
3.11.2 Probetas.....	48
3.11.3 Procedimiento.....	49
3.11.4 Calificación.....	49
3.12 Clasificación de los defectos en base a su extensión y severidad.....	50
3.12.1 Rango, calidad, grado.....	50

3.12.2 Sistema de evaluación de probetas de maquinado.....	51
3.13 Calificación de probetas en función del porcentaje de piezas libres de defecto.....	52

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de ensayos de cepillado.....	54
4.1.1 Reporte de defectos secundarios del cepillado.....	55
4.2 Resultados de ensayos de lijado.....	57
4.3 Resultados de ensayos de taladrado.....	58
4.3.1 Reporte de defectos secundarios del taladrado.....	59
4.4 Resultados de ensayos de torneado.....	62
4.5 Resultados de ensayos de moldurado.....	63

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	67
5.2 Recomendaciones.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes del tronco	5
Figura 2 Plano de cortes de la madera	7
Figura 3 Cepilladora.....	15
Figura 4 Nomenclaturas usadas en cuchillas de cepilladora.....	16
Figura 5 Esquema de modificación del ángulo de corte por medio del bisel	16
Figura 6 Lijadora de banda	17
Figura 7 Fresadora o tupi	18
Figura 8 Torno	21
Figura 9 Maquina taladradora	23
Figura 10 Grano arrancado.....	24
Figura 11 Grano vellosa.....	25
Figura 12 Localización de la zona de estudio	28
Figura 13 Ubicación de los ejemplares en estudio.....	28
Figura 14 hojas y flores del ciprés	35
Figura 15 Fruto del ciprés	36
Figura 16 Probeta de ensayo del lijado	41
Figura 17 Observación y calificación de la lija y la probeta.....	44
Figura 18 Probeta para ensayo de taladrado	45
Figura 19 Probetas y ángulos de corte en el ensayo de torneado.....	47
Figura 20 Tupi con guía de seguridad.....	48

Figura 21 Cuchilla para ensayo de machihembrado	49
Figura 22 Probetas de moldurado	49
Figura 23 Ensayo de moldurado en cuchilla sobresalida	50
Figura 24 Zonas de calificación de probetas de moldurado.....	51
Figura 25 Defectos más frecuentes en el ensayo de cepillado del Ciprés.....	57
Figura 26 Rayado en la probeta de ensayo y calificación de desgaste la lija n°100.	59
Figura 27 Defectos ensayo de taladrado	60
Figura 28 Resultados ensayo de torneado	64
Figura 29 Resultados del corte simple y doble en el ensayo de moldurado	64

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Evaluación y clasificación de las probetas de ensayo	26
Cuadro 3 Lista de especies arbóreas de la provincia Cercado-Tarija	31
Cuadro 4 Taxonomía de la especie en estudio	32
Cuadro 5 Normas empleadas	37
Cuadro 6 Rango, calidad y grado	50
Cuadro 7 Extensión y severidad de los defectos.....	51
Cuadro 8 porcentajes de piezas sin defectos	53
Cuadro 9 Grado, calificación, área de defecto en %, gravedad del defecto.....	53
Cuadro 10 Resumen de los resultados de trabajabilidad aproximado al 15% de C.H.	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen climatológico.....	29
Tabla 2 Sistema de evaluación de probetas de maquinado.....	53
Tabla 3 Resultados del ensayo de cepillado.....	55
Tabla 4 Reporte de defectos secundarios del cepillado	56
Tabla 5 Resultados del ensayo de Lijado.....	58
Tabla 6 Resultados del ensayo de Taladrado	59
Tabla 7 Reporte secundario del taladrado a 500 r.p.m.....	61
Tabla 8 Reporte secundario de taladrado a 1000 r.p.m.....	62
Tabla 9 Resultados del ensayo de Torneado.....	63
Tabla 10 Resultados del ensayo de Moldurado (calificación corte doble)	65
Tabla 11 Resultados del ensayo de Moldurado, (calificación en corte simple).....	66

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS N°1
PLANILLAS PARA LLENADO DE
RESULTADOS

ANEXOS N° 2
FOTOGRAFÍAS DE LOS ENSAYOS