

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



**“ESTUDIO DE PROPIEDADES DE TRABAJABILIDAD DE LA MADERA
DE ALISO (*Alnus acuminata*) H.B.K. PROVENIENTE DE LA COMUNIDAD
CAMACHO, PROVINCIA AVILES, DEPARTAMENTO DE TARIJA”**

Por:

Saúl Manuel Vargas Andrade

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

Noviembre del 2017

TARIJA-BOLIVIA

V° B°

.....
Ing. Adel Molina Ramos
PROFESOR GUÍA

.....
Ing. Fredy Castro Salinas.
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
Ing. Luis Arandia Mendival.
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Ariel Castillo Gareca.

.....
Ing. Pedro Brosovich Farfán.

.....
Ing. Deimer Moreno Molina.

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 del autor.

DEDICATORIA:

A DIOS

Y la santísima por brindarme la paciencia y el conocimiento para poder concluir mis estudios de forma favorable en todo el transcurso de estos 5 años de estudio.

A MIS PADRES

Manuel Vargas Rodríguez, Rosa Andrade López. quienes supieron darme su apoyo desmedido, ayuda incondicional, darme la educación, el respeto y la humildad, para enfrentar el camino de la vida lo cual considero como la herencia más valiosa que me pueden dar en el corto paseo de la vida.

A MIS HERMANOS

Nelsi Daniela Vargas Andrade,
Henry Vargas Andrade por su
comprensión y apoyo en los
momentos de más incertidumbres
y preocupantes en el camino de
mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS:

De antemano agradecer a todos mis amigos por su apoyo y colaboración que me brindaron.

Al plantel docente de la Carrera por haberme colaborado y transmitido todos sus conocimientos en especial a los ingenieros Sebastián Ramos, Ariel Castillo, Pedro Brozovich, Deimer Moreno, Carlos Cossío y a mi profesor guía Adel Molina por brindarme su apoyo en la elaboración del presente documento el cual me permitirá gozar de la titulación como Ingeniero Forestal en el grado académico.

ÍNDICE

Hoja de aprobación.

Dedicatorias.

Agradecimientos.

Resumen.

CAPÍTULO I

1.- Introducción.....	1
1.1.-justificacion	2
1.2.- Hipótesis	2
1.3.- Objetivos.....	2
1.3.1.- Objetivo general.....	2
1.3.2.- Objetivos específicos.....	3

CAPÍTULO II

2.- Revisión bibliográfica	4
2.1.- Concepto sobre estructura de la madera	4
2.1.2.- Planos de corte de la madera	4
2.1.3.- La madera	5
2.2.- Características de la especie en estudio	5
2.3.- Descripción dendrológica e identificación.....	6
2.3.1.- Generalidades de la especie	6
2.3.2.- Morfología.....	6
2.3.3.- La raíz.....	7

2.3.4.- Las hojas.....	7
2.3.5.- Las flores	8
2.3.6.- Los frutos.....	8
2.3.7.- La semilla	9
2.3.8.- La madera	9
2.4.- Operaciones de maquinado	9
2.5.- Características de la madera que influyen en su trabajabilidad	10
2.5.1.- Densidad	10
2.5.2.- Contenido de humedad	10
2.5.3.- Dirección del hilo	10
2.5.4.- Grano.....	10
2.5.5.- Textura	11
2.5.6.- Porosidad.....	11
2.5.7.- Contenido de extractivos	11
2.5.8.- Elasticidad.....	11
2.5.9.- Temperatura	11
2.6.- Características de las herramientas de corte	11
2.6.1.- Acero con alto contenido de cromo (hls)	12
2.6.2.- Acero rápido al molibdeno (sse)	12
2.6.3.- Acero súper rápido al cobalto (hssco)	12

2.6.4.- Hart metal (hm)	12
2.7.- Trabajabilidad	12
2.7.1.- Cepillado.....	13
2.7.1.1.- Maquinaria.....	13
2.7.2.- Moldurado.....	15
2.7.2.1.- La fresadora vertical o tupi	16
2.7.3.- Torneado	17
2.7.3.1.- Maquinaria.....	17
2.7.3.2.- Cabezal	18
2.7.3.3.- Bancada	18
2.7.3.4.- Eje principal.....	18
2.7.3.5.- Contra cabezal o contrapunto	18
2.7.3.6.- Herramientas para el torneado	19
2.7.3.6.1.- El formón.....	19
2.7.3.6.2.- La gubia	19
2.7.3.6.3.- Gubias planas.....	19
2.7.3.6.4.- Gubias curvas o con forma de u	19
2.7.3.6.5.- Gubias punta de lanza o en vértice	19
2.7.4.- Lijado.....	20
2.7.5.- Taladrado	20
2.8.- Defectos comunes en el maquinado de madera	21
2.8.1.- Grano arrancado o astillado	21

2.8.2.- Grano veloso o algodónado	22
2.8.3.- Grano levantado	22
2.8.4.- Grano rugoso	22
2.9.- Calificación de las pruebas de maquinado.....	23

CAPÍTULO III

3.- materiales y métodos	24
3.1.- Descripción de la zona de estudio	24
3.1.1.- Ubicación.....	24
3.1.2.- Accesibilidad	24
3.2.- Características biofísicas	24
3.2.1.- Aspectos físico – naturales	24
3.2.2.- Descripción fisiográfica.....	24
3.2.3.- Suelos	25
3.2.3.1.- Consociación Fluvisol	25
3.2.3.2.- Paisaje de colina media con disección fuerte	25
3.2.3.3.- Paisaje de colina media con disección ligera	26
3.2.3.4.- Paisajes de llanura fluvio lacustre	26
3.2.3.5.- Paisaje de llanura fluvio lacustre	26
3.3.- Características meteorológicas	27
3.3.1.- Clima.....	27
3.3.2.- Precipitaciones pluviales	27
3.4.- Características bióticas (vegetación y fauna)	29
3.4.1.- Vegetación	29
3.4.2.- Fauna.....	30

3.5.- Características socioculturales	30
3.5.1.- Características demográficas	30
3.5.2.- Producción	31
3.6.- Materiales.....	32
3.6.1.- Materiales de gabinete	32
3.6.2.- Materiales y equipos de campo	33
3.6.2.1.- Maquinaria de carpintería	33
3.6.3.- Material biológico	33
3.7.- Metodología.....	33
3.7.1.- Normas empleadas	34
3.7.1.1.- Selección y colección de muestra	34
3.7.1.1.1.- Selección de la zona	34
3.7.1.1.2.- Selección de árboles	35
3.7.1.1.3.- Selección de la troza	35
3.7.1.1.4.- Extracción de las trozas.	35
3.7.1.1.5.- Tratamiento profiláctico	36
3.7.1.1.6.- Obtención de las probetas dentro de las trozas	36
3.8.- Ensayo de cepillado	36
3.8.1.- Se utilizará cepilladora con las siguientes características	36
3.8.2.- Accesorios	37
3.8.3.- Ensayos con madera seca	37
3.8.3.1.- Probetas.....	37
3.8.4.- Procedimiento	37
3.8.5.- Ensayo en condiciones comunes	38
3.8.6.- Resultados de ensayos de cepillado	38
3.9.- Ensayo de taladrado	39
3.9.1.- Probetas.....	39

3.9.2.- Procedimiento	49
3.9.3.- Calificación	40
3.10.- Ensayo de torneado	40
3.10.1.- Probetas.....	40
3.10.2.- Determinación del ángulo de corte para observación paralela al grano...41	
3.10.3.- Ensayo de corte oblicuo	41
3.10.4.- Calificación.....	42
3.11.- Ensayo de lijado	42
3.11.1.- Probetas.....	43
3.11.2.- Requisitos generales	43
3.11.3.- Procedimientos.....	43
3.11.4.- Calificación.....	44
3.12.- Ensayo de moldurado	45
3.12.1.- Probetas.....	46
3.12.1.- Procedimiento	46
3.12.2.- Calificación.....	47
3.13.- Clasificación de los defectos en base a su extensión y severidad	48
3.13.1.- Sistema de evaluación de probetas de maquinado	49
3.13.2.- Rango, calidad, grado	50
3.14.- Calificación de probetas en función del porcentaje de piezas libres de defecto.....	50

CAPÍTULO IV

4.- Resultados y discusión	51
4.1.- Resultados de ensayos de cepillado	51
4.1.1.- Reporte de defectos secundarios del cepillado	52
4.2.- Resultados de ensayos de taladrado	54
4.2.1.- Reporte de defectos secundarios del taladrado	55

4.3.- Resultados de ensayos de torneado	56
4.4.- Resultados de ensayos de lijado	57
4.5.- Resultados de ensayos de moldurado	69

CAPÍTULO V

5.- Conclusiones y recomendaciones	62
5.1.- Conclusiones.....	62
5.2.- Recomendaciones.....	63
Bibliografía.....	65

ANEXOS

FOTOGRAFIAS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.- Planos de corte de la madera, radial, tangencial y transversal.....	5
Figura N° 2.- Morfología del Aliso	6
Figura N° 3.- Hojas del Aliso	7
Figura N° 4.- Las flores del Aliso	8
Figura N° 5.- Los frutos del Aliso	8
Figura N° 6.- Cepilladora	14
Figura N° 7.- Nomenclatura usada en cuchillas de cepillado	15
Figura N° 8.- Esquema de modificación del ángulo de corte promedio de bisel .	15
Figura N° 9.- Fresadora o tupi	16
Figura N° 10.- Torno	18
Figura N° 11.- Herramientas para el torneado	19
Figura N° 12.- lijadora de banda	20
Figura N° 13.- Taladro de banco	21
Figura N° 14.- Broca para ensayo de taladrado	39
Figura N° 15.- Probetas para ensayo de taladrado	39
Figura N° 16.- Tipos de corte en ensayo de torneado	41
Figura N° 17.- Forma de corte oblicuo para ensayo de torneado	42
Figura N° 18.- Tupi con guía de seguridad	45
Figura N° 19.- Cuchilla para ensayo de machimbrado	46
Figura N° 20.- Ensayo de moldurado con cuchilla sobresalida	47
Figura N° 21.- Zona de calificación de la probeta de moldurado.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1.- Descripción taxonómica de la especie de estudio	5
Cuadro N° 2.- Evaluación y clasificación de las probetas de ensayo	23
Cuadro N° 3.- Resumen climatológico	28
Cuadro N° 4.- Lista de especies arbóreas	29
Cuadro N° 5.- Lista de especies gramíneas	30
Cuadro N° 6.- Población, superficie y densidad	31
Cuadro N° 7.- Selección y colección de muestra	34
Cuadro N° 8.- Selección de árboles por parcela	35
Cuadro N° 9.- Extensión y severidad de los defectos	48
Cuadro N° 10.- Grado, calificación, área de calificación en %, gravedad del defecto	49
Cuadro N° 11.- Sistema de evaluación de evaluación de probetas de maquinado.....	49
Cuadro N° 12.- Rango, calidad y grado.....	50
Cuadro N° 13.- Porcentaje de piezas sin defecto	50