

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL



ESTUDIO DE TRABAJABILIDAD DE LA MADERA DE LA ESPECIE

**PALTA (*Persea americana* Mill) PROVENIENTE DE LA COMUNIDAD DE PAMPA
GRANDE, MUNICIPIO DE SAN LORENZO - TARIJA**

Por:

ERICK ALBERTO CLAROS

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

Gestión - 2017

TARIJA – BOLIVIA

V° B°

.....
M.Sc. ING. SEBASTIAN RAMOS MEJIA
DOCENTE GUÍA

.....
M.Sc. ING. FREDDY CASTRO SALINAS
DECANO a.i.
FAC. CIENCIAS AGRÍCOLAS Y
FORESTALES

.....
M.Sc. ING. LUIS ARANDIA MENDIVIL
VICEDECANO a.i.
FAC. CIENCIAS AGRÍCOLAS Y
FORESTALES

TRIBUNAL:

.....
ING. JAVIER ARIEL CASTILLO GARECA

.....
ING. PEDRO BROZOVICH FARFAN

.....
M.Sc. ING. HENRY ESNOR VALDEZ HUANCA

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

DEDICATORIA:

A mis queridos padres William Marín A. y Nelly Claros U. por todo el apoyo recibido en todos estos años de mi formación universitaria.

A mi Esposa Jimena Sánchez y a mi hijo Fabio Andre, por darme fortaleza y el apoyo incondicional para superarme y lograr este objetivo tan anhelado.

A mis hermanos Carmen, Romina y Brayán por la confianza que me brindan, en cada proyecto que llevo adelante.

A mi amigo Ing. Juan Hiza por su desinteresado apoyo en esta etapa importante de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por sobre toda las cosas.

A mi Familia por la paciencia, comprensión y total apoyo durante estos años de estudio.

Un agradecimiento especial a los docentes de la carrera de ingeniería Forestal por compartir conmigo sus conocimientos, experiencias y profesionalismo que fueron transcendentales para mi formación académica.

A mis compañeros gracias por su amistad, momentos compartidos y la ayuda brindada en cada situación.

No pude nombrarlos a todos, porque me quedaba corto el espacio en el papel, pero les aseguro están grabados en lo profundo de mi corazón.

Mil gracias a todos...!!!

ÍNDICE

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
HIPÓTESIS.....	2
OBJETIVOS.....	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos.....	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 La Madera.....	4
2.2 Estructura de la madera.....	4
2.3 Planos de corte de la madera.....	4
2.4 Características de la madera que influyen en su trabajabilidad.....	5
2.4.1 Densidad.....	5
2.4.2 Contenido de humedad.....	6
2.4.3 Dirección del hilo.....	6
2.4.4 Grano.....	6
2.4.5 Textura.....	6

2.4.6 Porosidad.....	6
2.4.7 Contenido de extractivos.....	6
2.4.8 Elasticidad.....	7
2.4.9 Número de anillos de crecimiento por centímetro.....	7
2.4.10 Temperatura.....	7
2.5. Características de las herramientas de corte	7
2.5.1 Acero con alto contenido de Cromo (HLS).....	8
2.5.2 Acero rápido al molibdeno (SSE).....	8
2.5.3 Acero súper-rápido al Cobalto (HSSco).....	8
2.5.4 Hart Metal (HM).....	9
2.6 Trabajabilidad de la madera.....	9
2.6.1 Torneado.....	9
2.6.1.1 Maquinaria.....	10
2.6.1.2 Herramientas para el torneado.....	11
2.6.2 Cepillado.....	12
2.6.2.1 Maquinaria.....	13
2.6.2.2 Principales factores que afectan la calidad superficial.....	14
2.6.3 Taladrado.....	15
2.6.4 Lijado.....	16
2.7 Defectos más comunes en el maquinado de madera.....	16
2.7.1 Grano arrancado o astillado.....	16
2.7.2 Grano veloso o algodónado.....	17
2.7.3 Grano levantado.....	18

2.7.4 Grano rugoso.....	18
2.8 Descripción de la especie del estudio.....	19
2.8.1 Hojas.....	19
2.8.2 Flores.....	19
2.8.3. Fruto.....	20
2.9. Taxonomía.....	21

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	22
3.1.1 Ubicación.....	22
3.1.2 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS.....	22
3.1.2.1. Clima.....	22
3.1.2.2 Suelo.....	24
3.1.2.3 Vegetación.....	24
3.1.2.4. Fauna.....	28
3.1.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	31
3.1.3.1 Uso de la Tierra.....	31
3.1.3.2 Población.....	31
3.1.3.3 Accesibilidad	31
3.2 MATERIALES.....	32

3.2.1 Materiales de campo.....	32
3.2.2 Material del taller de trabajabilidad.....	32
3.2.3 Material de gabinete.....	33
3.2.4 Material biológico.....	33
3.3 METODOLOGÍA.....	33
3.3.1. Selección y Colección de las Muestras.....	34
3.3.2 Selección de la Zona.....	34
3.3.3 Selección de los Árboles.....	34
Fuente: Elaboración propia, 2017.....	35
3.3.4. Selección de las Trozas.....	35
3.3.5 Extracción de las trozas.....	35
3.3.6 Tratamiento profiláctico.....	35
3.3.7 Selección de las viguetas dentro de la troza y obtención de las probetas	35
3.3.8 Obtención de probetas para el estudio.....	36
3.3.9 ENSAYO DE CEPILLADO.....	36
3.3.9.1 Maquinaria.....	36
3.3.9.2 Probetas.....	36
3.3.9.3 Procedimiento.....	37
3.3.9.4 Ensayo en condiciones comunes.....	37
3.3.9.5. Resultados de ensayos de cepillado.....	38
3.3.9.6. Calificación.....	38
3.3.10 ENSAYO DE TORNEADO.....	39
3.3.10.1 Maquinaria.....	39

3.3.10.2. Herramientas.....	39
3.3.10.3. Probetas.....	39
3.3.10.4. Determinación de ángulo de corte para la observación paralela al grano....	39
3.3.10.5 Ensayo de corte oblicuo.....	40
3.3.10.6 Calificación.....	40
3.3.11. ENSAYO DE LIJADO.....	41
3.3.11.1. Equipo.....	41
3.3.11.2. Probetas.....	41
3.3.11.3 Requisitos Generales.....	41
3.3.11.4 Procedimientos.....	41
3.3.11.5 Calificación.....	42
3.3.12. ENSAYO DE TALADRADO.....	43
3.3.12.1. Maquinaria y materiales.....	43
3.3.12.2. Probetas.....	44
3.3.12.3 Procedimiento.....	44
3.3.12.4 Calificación.....	44
3.4. CLASIFICACIÓN DE LOS DEFECTOS EN BASE A SU EXTENSIÓN Y SEVERIDAD.....	45
3.5. SISTEMA DE EVALUACIÓN DE PROBETAS DE MAQUINADO.....	46
3.6. RANGO, CALIDAD, GRADO.....	47
3.7. CALIFICACIÓN DE PROBETAS EN FUNCIÓN DEL PORCENTAJE DE PIEZAS LIBRES DE DEFECTO.....	48

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
4.1. ENSAYOS DE CEPILLADO.....	49
4.2. REPORTE DE DEFECTOS SECUNDARIOS DEL CEPILLADO.....	50
4.3. RESULTADOS DE ENSAYOS DE TALADRADO	52
4.3.1. REPORTE DE DEFECTOS SECUNDARIOS DEL TALADRADO.....	53
4.4. RESULTADOS DE ENSAYOS DE TORNEADO.....	54
4.5. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LIJADO.....	55

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
5.1. CONCLUSIONES.....	57
5.2. RECOMENDACIONES.....	59
BIBLIOGRAFÍA.....	60
ANEXO N° 1.....	62
ANEXO N° 2.....	63
ANEXO N° 3.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Vegetación.....	25
Tabla N° 2 Especies Nativas de Fauna.....	29
Tabla N° 3 Normas (COPANT).....	33
Tabla N° 4 Selección de la Zona.....	34
Tabla N° 5 Clasificación de rango y calidad.....	38
Tabla N° 6 Porcentaje de piezas sin defecto.....	48
Tabla N° 7 Resultado de ensayo de taladro.....	52
Tabla N° 8 Reporte de defecto secundario de taladro.....	53
Tabla N° 9 Ensayos de torneado.....	54
Tabla N° 10 Resultados de los ensayos de lijado.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 Planos de corte de la madera: Radial, Tangencial y Transversal.....	15
FIGURA N° 2 Nomenclatura usada en cuchillas de cepilladura.....	14
FIGURA N° 3 Esquema de modificación del ángulo de corte por medio del bisel.....	15
FIGURA N° 4 Grano arrancado o astillado.....	17
FIGURA N° 5 Grano vellosa o algodonado.....	18
FIGURA N° 6 Tipos de cortes en ensayo de torneado.....	40
FIGURA N° 7 Forma de corte oblicuo para ensayo de torneado.....	40
FIGURA N° 8 Probeta para ensayo de taladro.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1 Rangos de Clasificación Climática según Caldas.....	23
CUADRO N° 2 Coordenadas de los árboles seleccionados.....	35
CUADRO N° 3 Extensiones y severidad de los defectos.....	45
CUADRO N° 4 Grado, calificación, área de defecto en %, gravedad del defecto.....	45
CUADRO N° 5 Sistema de evaluación de probetas de maquinado.....	46
CUADRO N° 6 Rango, calidad, grado.....	17
CUADRO N° 7 Ensayo de cepillado.....	49
CUADRO N° 8 Ensayo de cepillado.....	50

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1 Apeo del árbol.....	66
Fotografía N° 2 Extracción de las troncas.....	67
Fotografía N° 3 Traslado de las trozas.....	68
Fotografía N° 4 Descortezado de la troza.....	69
Fotografía N° 5 Aserrado del listón.....	69
Fotografía N° 6 Obtención de tablas.....	70
Fotografía N° 7 Apilado horizontal.....	70
Fotografía N° 8 Corte de la madera.....	71
Fotografía N° 9 Probetas para los diferentes ensayos.....	71
Fotografía N° 10 Trabajo de cepillado.....	72
Fotografía N° 11 Perforado de la probeta con el taladro.....	72
Fotografía N° 12 Lijado de las probetas.....	73
Fotografía N° 13 Trabajo de torneado en el gabinete de la FCAYF.....	73