

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**

**ESTUDIO DE PROPIEDADES ANATOMICAS DE LA MADERA DE LA  
ESPECIE PALTA (*Persea americana* Mill), PROVENIENTE DE LA  
COMUNIDAD DE PAMPA GRANDE, MUNICIPIO DE SAN LORENZO -  
TARIJA**

**Por:**

**ERLINDA VIRGINIA NARVAEZ GARCIA**

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

**TARIJA – BOLIVIA**

V°B°

.....  
Ing. Javier Ariel Castillo Gareca

**PROFESOR GUÍA**

.....  
MSc. Ing. Freddy Castro Salinas

**DECANO a.i. FACULTAD  
CIENCIAS AGRICOLAS Y  
FORESTALES**

.....  
MSc. Ing. Luis Arandia Mendivil

**VICEDECANO a.i. FACULTAD  
CIENCIAS AGRÍCOLAS Y  
FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
Ing. Carlos Alberto Cossío Narváez

.....  
Ing. Pedro Brozovich Farfán

.....  
Ing. José Adel Molina Ramos

El tribunal calificador de la presente tesis, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en la misma, siendo únicamente responsabilidad del autor.

## **DEDICATORIA**

Con todo mi corazón, este trabajo es dedicado a mis padres Rafael Narváez, y Eva García por haberme apoyado en mis estudios. También se lo dedico a mi preciosa hija Samira Vega y a su padre Leodan Vega, por todo el apoyo y cariño incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por la vida, a mis padres por su apoyo incondicional, a mi familia, a mi profesor guía Ing. Ariel Castillo y al ing. José Adel molina Docentes de la Facultad y a todos mis compañeros y amigos.

## ÍNDICE

**Dedicatoria**

**Agradecimientos**

**Resumen**

|                          | <b>Paginas</b> |
|--------------------------|----------------|
| INTRODUCCIÓN.....        | 1              |
| JUSTIFICACIÓN.....       | 2              |
| OBJETIVOS.....           | 3              |
| Objetivo general .....   | 3              |
| Objetivo específico..... | 3              |

## CAPITULO I

### MARCO TEÓRICO

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1.1. Descripción taxonómica .....    | 4 |
| 1.2. Descripción dendrológica.....   | 4 |
| 1.2.1. Árbol.....                    | 4 |
| 1.2.2. Hojas.....                    | 4 |
| 1.2.3. Inflorescencia.....           | 5 |
| 1.2.4. Fruto .....                   | 5 |
| 1.2.5. Semilla.....                  | 5 |
| 1.2.6. Usos .....                    | 5 |
| 1.2.7. Distribución geográfica ..... | 5 |
| 1.3. La anatomía de las maderas..... | 5 |

|   |    |
|---|----|
| 1.3.1. La madera .....  | 5  |
| 1.4. Características anatómicas.....                                | 6  |
| 1.4.1. Estructura macroscópica.....                                 | 6  |
| 1.4.1.1Corteza.....   | 7  |
| 1.4.1.2. Anillos de crecimiento.....                                | 7  |
| 1.4.1.3. Radios .....   | 10 |
| 1.4.1.4. Medula.....  | 11 |
| 1.4.1.5. Estructura microscópica .....                              | 11 |
| 1.4.1.6. Elementos longitudinales.....                              | 11 |
| 1.4.1.7. Parenquimatosos.....                                       | 11 |
| 1.4.1.8. Elementos transversales.....                               | 18 |
| 1.4.1.8.1. Parenquimatosos.....                                     | 18 |
| 1.5. Otras estructuras anatómicas de las maderas de frondosas ..... | 19 |
| 1.5.1. Células de aceite y /o mucilagos .....                       | 19 |
| 1.5.2. Canales intercelulares.....                                  | 20 |
| 1.5.3. Tubos laticíferos y taníferos .....                          | 20 |
| 1.5.4. Floema incluido .....  | 20 |
| 1.6. Inclusiones minerales .....                                    | 21 |
| 1.6.1. Cristales .....  | 20 |
| 1.6.2. Sílice.....  | 20 |
| 1.7. Planos de corte.....   | 21 |
| 1.8. Propiedades organolépticas .....                               | 22 |
| 1.8.1. Color.....   | 22 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1.8.2. Olor.....                  | 23 |
| 1.8.3. Gusto.....                 | 23 |
| 1.8.4. Grano .....                | 23 |
| 1.8.4.1. Gano recto o lineal..... | 23 |
| 1.8.4.2. Grano irregular .....    | 23 |
| 1.8.5. Textura.....               | 23 |
| 1.8.6. Brillo.....                | 24 |
| 1.8.7. Figura.....                | 24 |

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y METODOS**

|  |    |
|--|----|
| 2.1. Descripción de la zona de estudio ..... | 25 |
| 2.1.1. Ubicación.....                        | 25 |
| 2.1.2. Accesibilidad .....                   | 25 |
| 2.1.3. Geología .....                        | 25 |
| 2.1.4. Fisiografía.....                      | 25 |
| 2.1.5. Suelo.....                            | 26 |
| 2.1.6. Clima .....                           | 26 |
| 2.1.7. Vegetación .....                      | 27 |
| 2.1.8. Uso actual de la tierra .....         | 28 |
| 2.1.9. Aspectos socioeconómicos .....        | 29 |
| 2.1.10. Población .....                      | 29 |



|   |    |
|---|----|
| 2.2. Materiales .....   | 29 |
| 2.2.1. Materiales de gabinete .....                                   | 29 |
| 2.2.2. Material y equipo de campo .....                               | 30 |
| 2.2.3. Material vegetal .....   | 30 |
| 2.2.4. Material de aserradero .....                                   | 30 |
| 2.2.5. Material laboratorio .....                                     | 30 |
| 2.3. Metodología.....   | 31 |
| 2.3.1. Selección de la zona de estudio .....                          | 31 |
| 2.3.2. Selección de los arboles.....                                  | 32 |
| 2.3.3. Colección del material .....                                   | 32 |
| 2.3.4. Extracción de las trozas .....                                 | 32 |
| 2.3.5. Tratamiento profiláctico .....                                 | 32 |
| 2.4. Muestras y dimensiones.....                                      | 32 |
| 2.4.1. Características generales macroscópicas y organolépticas.....  | 32 |
| 2.4.1.1. Muestras y dimensiones .....                                 | 32 |
| 2.4.1.2. Preparación de las muestras y ejecución de los ensayos ..... | 33 |
| 2.4.2. Características organolépticas .....                           | 33 |
| 2.4.3. Características macroscópicas .....                            | 33 |
| 2.4.4. Características microscópicas.....                             | 34 |
| 2.4.4.1. Obtención de as probetas.....                                | 35 |
| 2.4.4.1.1. Ablandamiento en agua fría.....                            | 35 |
| 2.4.4.1.2. Afilado de cuchillas .....                                 | 35 |
| 2.4.1.3. Obtención de los cortes en el micrótopo .....                | 36 |

|   |    |
|---|----|
| 2.4.4.1.4. Coloración de los cortes .....             | 37 |
| 2.4.4.1.5. Montaje de los cortes .....                | 38 |
| 2.4.4.1.5. Obtención de las microfotografías.....     | 39 |
| 2.4.4.1.7. Medición de los elementos anatómicos ..... | 39 |

### **CAPITULO III**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

|  |    |       |
|--|----|-------|
| 3.1. Descripción de las propiedades organolépticas ..... | 40 | 3.1.1 |
| Color .....  | 40 |       |
| 3.1.2. Transición albura a duramen .....                 | 41 |       |
| 3.1.3. Alteración de color .....                         | 41 |       |
| 3.1.4. Sabor.....  | 41 |       |
| 3.1.5. Olor .....  | 41 |       |
| 3.1.6. Lustre o brillo .....                             | 41 |       |
| 3.1.7. Albura .....                                      | 41 |       |
| 3.1.8. Duramen .....                                     | 41 |       |
| 3.1.9. Anillo de crecimiento .....                       | 41 |       |
| 3.1.9.1. Numero de anillo por cada 5cm de radio.....     | 42 |       |
| 3.1.10. Veteado o figura .....                           | 42 |       |
| 1.3.11. Grano .....                                      | 42 |       |
| 3.1.12. Textura.....                                     | 43 |       |
| 3.2. Textura de las características macroscópicas .....  | 44 |       |

|   |    |
|---|----|
| 3.2.1. Poros .....  | 44 |
| 3.2.1.1. Distribución .....                                 | 44 |
| 3.2.1.2. Concentración .....                                | 44 |
| 3.2.1.3. Tamaño .....                                       | 44 |
| 3.2.1.4. Forma.....   | 44 |
| 3.2.1.5. Contenido .....                                    | 44 |
| 3.2.2. Parénquima .....                                     | 44 |
| 3.2.2.1. Visibilidad .....                                  | 44 |
| 3.2.2.2. Distribución del parénquima paratraqueal.....      | 44 |
| 3.2.3. Radios .....   | 44 |
| 3.2.3.1. Visibilidad .....                                  | 45 |
| 3.2.3.2. Espesor .....                                      | 45 |
| 3.3. Descripción de las características microscópicas ..... | 46 |
| 3.3.1. Vasos .....  | 46 |
| 3.3.1.1. Tamaño .....                                       | 46 |
| 3.3.1.2. Longitud de los elementos vasculares .....         | 46 |
| 3.3.1.3. Platinos de perforación .....                      | 46 |
| 3.3.1.4. Contenido .....                                    | 46 |
| 3.3.1.5. Punteaduras intervasculares.....                   | 46 |
| 3.3.1.6. Parénquima .....                                   | 46 |
| 3.3.1.7. Radios .....                                       | 47 |
| 3.3.1.7.1. Tipo.....  | 47 |

## **CAPITULO IV**

### **CONCULCACIONES Y RECOMENDACIONES**

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 4.1. Conculcaciones .....  | 49 |
| 4.2. Recomendaciones ..... | 50 |

## **INDICE DE FIGURAS**

|  |    |
|--|----|
| Figura N° 1. Estructura de la madera ..... | 7  |
| Figura N°2 Anillos de Crecimiento.....     | 8  |
| Figura N°3 Tipos de Radios .....           | 11 |
| Figura N°4 Tipos de Vasos.....             | 12 |
| Figura N° 5 Tipos de Perforaciones .....   | 13 |

|   |    |
|---|----|
| Figura N° 6 Punteaduras Alternas .....  | 14 |
| Figura N° 7 Punteaduras Opuestas .....  | 14 |
| Figura N° 8 Punteaduras Ornadas .....   | 15 |
| Figura N° 9 Planos anatómicos de Corte.....   | 22 |
| Figura N° 10 Obtención de un cubo con las tres secciones correctas de estudio ..... | 37 |
| Figura N° 11 Características microscópicas de la madera .....                       | 38 |

## ÍNDICE DE FOTOS

|  |    |
|--|----|
| Fotografía N° 1 Ablandamiento de las probetas en agua fría.....          | 39 |
| Fotografía N° 2 Afiladora de cuchillas.....                              | 39 |
| Fotografía N° 3 Micrótomo manual de cortes y obtención de muestras ..... | 40 |
| Fotografía N° 4 Coloración de los Cortes .....                           | 41 |
| Fotografía N° 7y8 Rodajas en verde y seco al aire .....                  | 43 |
| Fotografía N° 9 anillos de crecimiento.....                              | 44 |

|   |    |
|---|----|
| Fotografía N° 10 Grano recto (cubos 5*5*5 cm) ..... | 45 |
| Fotografía N° 11 Vaso con tilosis .....             | 47 |

0.

