

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



**TESIS DE GRADO**

**DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANATÓMICAS Y  
ORGANOLEPTICAS DE LA ESPECIE ALISO (*Alnus acuminata H.B.K*)  
PROVENIENTE DE LA COMUNIDAD DE CAMACHO, PROVINCIA ARCE  
DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA**

**POR:**

**HENRY VARGAS ANDRADE**

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

**Gestión 2021**  
**TARIJA – BOLIVIA**

V° B°

.....  
M. Sc. Ing. Javier Ariel Castillo Gareca  
**DOCENTE GUÍA**

.....  
M.Sc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

.....  
M.Sc.Ing. Juan Oscar Hiza Zúñiga  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADO POR:**

.....  
M. Sc. Ing. Pedro Brozovich Farfán  
**TRIBUNAL**

.....  
M. Sc. Ing. Deimer Moreno Molina  
**TRIBUNAL**

.....  
M. Sc. Ing. Carlos Cossío Narváez  
**TRIBUNAL**

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.

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente a Dios y al Patrono San Roque por haberme brindado salud, a mis padres y hermanos por el apoyo que me brindaron, al Ing. Ariel Castillo por el gran apoyo y paciencia que me dio al elaborar este trabajo, a todos mis docentes que fueron parte de mi formación académica.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo, lo dedico especialmente a mis padres, Manuel Vargas y Rosa Andrade; por el apoyo que me brindaron durante toda mi vida, y ser parte fundamental en todo mi proceso de formación educativa.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Hoja de aprobación

Resumen

Dedicatoria

Agradecimiento

### INTRODUCCIÓN

	<b>Página</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>2</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
Objetivo general .....	2
Objetivos específicos.....	3

### CAPÍTULO I

#### MARCO TEORICO

<b>1.1. Descripción Dendrológica</b> .....	<b>4</b>
1.1.1. La raíz .....	5
1.1.2. Las hojas .....	5
1.1.3. Las flores.....	5
1.1.4. Los frutos .....	6
1.1.5. La semilla.....	6
1.1.6. La madera .....	6
1.1.7. Densidad .....	6
<b>1.2. Distribución Geográfica</b> .....	<b>6</b>
<b>1.3. Estructura de la Madera</b> .....	<b>7</b>
1.3.1. La madera .....	7
1.3.2. Características anatómicas de especies latifoliadas .....	7
1.3.3. Planos de corte de la madera.....	7
<b>1.4. Estructura Macroscópica de la Madera</b> .....	<b>8</b>
1.4.1. Corteza .....	9
1.4.2. Cambium.....	9

1.4.3. Albura .....	9
1.4.4. Duramen.....	10
1.4.5. Médula.....	10
1.4.6. Anillos de crecimiento.....	10
1.4.7. Diferenciación macroscópica entre coníferas y latifoliadas .....	10
<b>1.5. Estructura Microscópica de la Madera.....</b>	<b>12</b>
1.5.1. Vasos.....	12
1.5.2. Elementos Parenquimáticos en Latifoliadas .....	13
1.5.3. Traqueidas basculares.....	15
1.5.4. Traqueidas vasicéntricas.....	16
1.5.5. Fibras .....	16
<b>1.6. Características Organolepticas de la Madera.....</b>	<b>16</b>
1.6.1. Color .....	16
1.6.2.- Sabor.....	17
1.6.3. Olor .....	17
1.6.4. Grano .....	18
1.6.5. Textura.....	18
1.6.6. Brillo .....	19
1.6.7. Veteado .....	19

## CAPÍTULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>2.1. Descripción del Área de Estudio .....</b>	<b>21</b>
2.1.1. Ubicación.....	21
2.1.2. Accesibilidad .....	21
2.1.3. Mapa de ubicación de extracción de los árboles.....	22
2.1.4. Características Biofísicas.....	24
2.1.4.1. Descripción Fisiográfica.....	24
2.1.4.2. Suelo .....	24
2.1.5. Clima.....	24
2.1.6. Características Bióticas.....	26
<b>2.2.- MATERIALES.....</b>	<b>28</b>

Materia de gabinete.....	28
Material vegetal .....	28
Material de aserradero .....	28
Material de laboratorio.....	29
<b>2.3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>30</b>
2.3.1. Colección de material para el estudio anatómico .....	30
2.3.2. Contenido de humedad .....	33
2.3.3. Características --- macroscópicas y organolépticas .....	33
2.3.4. Preparación de probetas para el estudio anatómico .....	34
2.3.5. Tratamiento de las Probetas .....	35
2.3.6. Obtención de microfotografías .....	39
2.3.7. Medición de los elementos anatómicos .....	39

### CAPÍTULO III

#### RESULTADOS Y DISCUSIONES

<b>3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS.....</b>	<b>40</b>
3.1.1. Color .....	40
3.1.2. Transición de albura a duramen.....	41
3.1.3. Alteración de color.....	41
3.1.4. Sabor .....	42
3.1.5. Olor .....	42
3.1.6. Lustre o brillo.....	42
3.1.7. Textura .....	42
3.1.8. Grano .....	43
3.1.9. Albura .....	44
3.1.10. Duramen.....	44
3.1.11. Anillos de crecimiento .....	45
3.1.12. Veteado o figura.....	46
<b>3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS ..</b>	<b>47</b>
3.2.1. Poros .....	47
3.2.2. Parénquima .....	47
3.2.3. Radios .....	47



3.2.3.1. Visibilidad.....	47
3.2.3.2. Espesor.....	48
3.2.3.3. Número de radios en 5 mm.....	49
<b>3.3. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA.....</b>	<b>50</b>
3.3.1. Poros .....	50
3.3.1.1. Tamaño .....	50
3.3.1.2. Longitud.....	51
3.3.1.3. Tipo de poros .....	52
3.3.1.4. Platina de perforación.....	53
3.3.1.4.1. Inclinación .....	53
3.3.1.4.2. Tipo de perforación.....	53
3.3.1.4.3. Engrosamiento en eserial.....	54
3.3.1.4. Contenidos .....	54
3.3.1.5. Promedio del número de poros en 1 mm <sup>2</sup> .....	55
3.3.1.6. Punteado intravascular.....	55
3.3.1.7. Forma de las punteaduras .....	56
3.3.1.8. Apertura .....	56
3.3.1.8.1. Disposicion .....	56
3.3.1.8.2. Forma de aperturas.....	56
3.3.2. Parenquiquima. ....	56
3.3.3. Radios .....	57
3.3.3.1. Dimensiones por número de células.....	57
3.3.3.2. Tipos de radios.....	57
3.3.3.3. Altura en micras.....	58
3.3.3.3. Relación entre los radios.....	58
3.3.3.4. Clases de radios .....	58
3.3.4. Fibras .....	59
3.3.4.1. Dimensiones.....	59
3.3.4.1.1. Longitud.....	59
3.3.4.1.2. Diámetro. ....	60
3.3.4.2.-Coeficiente de flexibilidad o de Peteri .....	60

3.3.5. Forma .....	60
3.3.6. Tipo de fibras .....	60
<b>3.4. Contenido de humedad .....</b>	<b>61</b>
<b>3.5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>63</b>

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

<b>4.1. Conclusiones.....</b>	<b>65</b>
<b>4.2. Recomendaciones.....</b>	<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>71</b>

## INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro N° 1. Ficha dendrológica.....	4
Cuadro N°2. Diferencias entre coníferas y latifoliadas.....	11
Cuadro N°3. Planilla climatológica. ....	26
Cuadro N°4. Flora existente.....	27
Cuadro N°5. Fauna existente en la comunidad de Camacho. ....	27
Cuadro N°6. Datos dasometricos de los árboles. ....	31
Cuadro N°7. Diferencias de color. ....	40
Cuadro N°8. Transición de albura y duramen.....	41
Cuadro N°9. Tipo de grano. ....	43
Cuadro N°10. Albura de cada árbol. ....	44
Cuadro N°11. Número de anillos.....	45
Cuadro N°12. Visibilidad de radios. ....	47
Cuadro N°13. Espesor de radios. ....	48
Cuadro N°14. Número de radios.....	49

Cuadro N°15. Tamaño de poros-vasos. ....	50
Cuadro N°16. Longitud de poros-vasos. ....	51
Cuadro N°17. Tipos de poros-vasos. ....	52
Cuadro N°18. Tipo de perforaciones. ....	53
Cuadro N°19. Poros-vasos en 1 mm <sup>2</sup> . ....	55
Cuadro N°20. Dimensiones de radios. ....	57
Cuadro N°21. longitud de fibras. ....	59
Cuadro N°22. Diámetro de fibras. ....	60
Cuadro N°23. Contenido de humedad. ....	61

## ÍNDICE DE IMÁGENES

	Página
Imagen N°1. Tipos de parénquima apotraqueal. ....	14
Imagen N°2. Tipos de parénquima paratraqueal. ....	15
Imagen N°3. Colores de la madera. ....	17
Imagen N°4. Tipos de grano. ....	18
Imagen N°5. Tipos de textura. ....	19
Imagen N°6. Tipos de veteado. ....	20
Imagen N°7. Troceo de sección. ....	32
Imagen N°8. Obtención de tablonos principales. ....	33
Imagen N°9. Tipos de corte. ....	35
Imagen N°10. Hidratación de la madera. ....	35
Imagen N°11. Corte con la cuchilla en el microtomo. ....	36
Imagen N°12. Afilador de cuchillas. ....	37
Imagen N°13. Muestras pigmentadas y marcadas. ....	38

## ÍNDICE DE FOTOS

	Página
Foto 1.- Alteración de color .....	41
Foto 2. Lustre – Brillo .....	42
Foto 3. Tipos de grano .....	43
Foto 4. Duramen excéntrico de los tres árboles .....	44
Foto 5. Número de anillos .....	45
Foto 6.- Sección radial: líneas verticales.....	46
Foto 7. Sección tangencial: arcos superpuestos. ....	46
Foto 8.- Tipos de poros. ....	52
Foto N°9. Perforaciones escaliforme .....	54
Foto N°10. Perforaciones simples.....	54
Foto 11.- Poros con tílois.....	54
Foto 12.- Formas de punteaduras.....	56
Foto 13.- Tipos de radios. ....	58

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°1. Selección del árbol 1.

Anexo N°2. selección de árbol 2.

Anexo N°3. Selección de el árbol 3.

Anexo N°4. Volteo y desrame del árbol.

Anexo N°5. Troceo del árbol.

Anexo N°6. Probetas de determinación de contenido de humedad.

Anexo N°7. Introducción de probeta a la estufa.

Anexo N°8. Pesaje a 103°.

Anexo N°9. Aserrío de la madera.

Anexo N°10. Cepillado de xilotecas.

Anexo N°11. Probetas de 5x5.

Anexo N°12. Lijado de laterales de xilotecas.

Anexo N°13. Rodaja en corte transversal con el conteo de anillos de crecimiento.

Anexo N°14. Anillos de crecimiento en 5cm.

Anexo N°15. Brillo en xilotecas.

Anexo N°16. Veteado.

Anexo N°17. Grano inclinado y grano inclinado ligeramente entrecruzado.

Anexo N°18. Observación de poros y radios.

Anexo N°19. Corte de muestras.

Anexo N°20. Selección de muestras.

Anexo N°21. Arreglo de muestras.

Anexo N°22. Colocación de muestras.

Anexo N°23. Coloración de muestras.

Anexo N°24. Secado de muestras en la estufa.

Anexo N°25. Observación de las muestras.

Anexo N°26. Hidratación de probetas.

Anexo N°27. Corte transversal con safranina.

Anexo N°28. Corte radial safranina.

Anexo N°29. Corte tangencial con safranina.

Anexo N°30. Corte transversal con hipoclorito.

Anexo N°31. Corte radial con hipoclorito.

Anexo N°32. Corte tangencial con hipoclorito.

Anexo N°33. Corte transversal con alcohol.

Anexo N°34. Corte radial con alcohol.

Anexo N°35. Corte tangencial con alcohol.

Anexo N°36. Corte transversal con agua.

Anexo N°37. Corte radial con agua.

Anexo N°38. Corte tangencial con agua.

