

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



**ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y ACÚSTICAS  
DEL SUIQUILLO (*Diatenopteryx sorbifolia Radlkofer*)**

**Por:**

**VIVIANA VALDEZ FLORES**

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

**Abril del 2013**

**TARIJA - BOLIVIA**

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

## **DEDICATORIAS**

Este trabajo es dedicado a mis padres Bernarda Flores, Rosendo Valdez y hermanos por el sacrificio, esfuerzo, y apoyo inmenso a lo largo del camino, que hizo posible mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor Ing. Dionicio Cruz, por su orientación, que permitió la elaboración del presente estudio.

Al Ing. Ariel Castillo por su dedicación, amistad y colaboración en la realización del presente trabajo.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>Página</b>
1.INTRODUCCIÓN	1
1.1JUSTIFICACIÓN	2
1.2HIPÓTESIS	2
1.3OBJETIVOS	2
1.3.1OBJETIVO GENERAL	2
1.3.2OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3

## **CAPÍTULO II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

2.LA MADERA	4
2.1PARTES DEL ÁRBOL	4
2.1.1PARTES DE UN TRONCO	4
2.1.2 CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DE LA MADERA	5
2.1.3CLASIFICACIÓN DE LAS MADERAS	5
2.1.3.1MADERAS DURAS	6
2.1.3.2MADERAS BLANDAS	6
2.2PROPIEDADES MECÁNICAS	6
2.2.1LOS NUDOS	7
2.3FLEXIÓN ESTÁTICA	7
2.4COMPRESIÓN PARALELA AL GRANO	8
2.5COMPRESIÓN PERPENDICULAR AL GRANO	9
2.6DUREZA	9
2.7 CIZALLAMIENTO	10
2.8PROPIEDADES ACÚSTICAS	10

2.8.1 AISLAMIENTO ACÚSTICO FRENTE A RUIDOS AÉREOS EXTERNOS	10
2.8.2 AISLAMIENTO ACÚSTICO FRENTE A RUIDOS AÉREOS INTERNOS	11
2.8.3 AISLAMIENTO ACÚSTICO FRENTE A IMPACTOS	11
2.8.4 TRANSMISIÓN ACÚSTICA	11
2.9 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	13
2.9.1 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA	13
2.9.2 DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA	14

### **CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS**

3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	19
3.1 UBICACIÓN	19
3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	20
3.2.1 GEOLOGÍA	20
3.2.2 GEOMORFOLOGÍA	20
3.2.3 FISIOGRAFÍA	20
3.2.4 SUELO	21
3.3 CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS	21
3.3.1 CLIMA	21
3.2.2 HIDROLOGÍA	21
3.4 CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS	22
3.4.1 VEGETACIÓN	22
3.4.1.1 ESTRATO ARBÓREO	22
3.4.1.2 ESTRATO ARBUSTIVO	25
3.4.1.3 ESTRATO HERBÁCEO	25

3.5 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	26
3.5.1 USO ACTUAL DE LA TIERRA	26
3.5.2 VÍAS DE COMUNICACIÓN	27
3.5.3 POBLACIÓN	27
3.5.4 EDUCACIÓN	27
3.6 MATERIALES	28
3.6.1 MATERIAL BIOLÓGICO	28
3.6.2 MATERIAL DE CAMPO	28
3.6.3 MATERIAL DE ASERRADERO	28
3.6.4 MATERIAL DE LABORATORIO	29
3.6.5 MATERIAL DE GABINETE	29
3.7 MÉTODOS	30
3.7.1 SELECCIÓN Y COLECCIÓN DE LAS MUESTRAS	30
3.7.1.1 DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN	31
3.7.1.2 SELECCIÓN DE LA ZONA	31
3.7.1.3 SELECCIÓN DE LOS ÁRBOLES	31
3.7.1.4 SELECCIÓN DE LAS TROZAS	32
3.7.1.5 SELECCIÓN DE LAS VIGUETAS DENTRO DE LAS TROZAS	33
3.7.1.6 OBTENCIÓN DE LAS PROBETAS DENTRO DE LAS VIGUETAS	33
3.7.1.7 CODIFICACIÓN DE LAS PROBETAS	34
3.8 REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS	35
3.8.1 FLEXIÓN ESTÁTICA	36
3.8.2 COMPRESIÓN PERPENDICULAR AL GRANO	40
3.8.3 COMPRESIÓN PARALELA AL GRANO	43
3.8.4 DUREZA	48
3.8.5 CIZALLAMIENTO	50
3.8.6 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ACÚSTICAS	52
3.8.7 CONTENIDO DE HUMEDAD	53

**CAPÍTULO IV**  
**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS**

4.1 VALOR PROMEDIO TOTAL DE TODOS LOS VALORES INDIVIDUALES	54
4.2 ESTIMACIÓN DE LA VARIANZA	55
4.3 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN	56
4.4 CÁLCULO DEL INTERVALO DE CONFIANZA PARA EL VALOR PROMEDIO	56
4.5 DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DEL INTERVALO DE CONFIANZA	57

**CAPÍTULO V**  
**PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS**

5.1 PROPIEDADES MECÁNICAS Y PROPIEDADES ACÚSTICAS	58
---	----

**CAPÍTULO VI**

6.1 CONCLUSIONES	70
6.2 RECOMENDACIONES	74



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pagina</b>
<b>FIGURA 1</b> TROZADO Y ASERRADO DE LA MADERA	35
<b>FIGURA 2</b> ESQUEMA DEL ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA	39
<b>FIGURA 3</b> ESQUEMA DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR AL GRANO	42
<b>FIGURA 4</b> ESQUEMA DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA AL GRANO	46
<b>FIGURA 5</b> TIPOS DE FALLAS DE COMPRESIÓN PARALELA AL GRANO	47
<b>FIGURA 6</b> ESQUEMA DEL ENSAYO DE DUREZA	49
<b>FIGURA 7</b> ESQUEMA DEL ENSAYO DE CIZALLAMIENTO	51

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pagina</b>
<b>CUADRO 1</b> ESTRATO ARBÓREO	23
<b>CUADRO 2</b> ESTRATO ARBUSTIVO	25
<b>CUADRO 3</b> ESTRATO HERBÁCEO	26
<b>CUADRO 4</b> NORMAS PARA REALIZAR LOS ENSAYOS	30
<b>CUADRO 5</b> DIMENSIONES Y CANTIDAD DE PROBETAS PARA LOS ENSAYOS	34
<b>CUADRO 6</b> RESUMEN DE PROPIDADES MECÁNICAS	61
<b>CUADRO 7</b> FLEXIÓN ESTÁTICA	62
<b>CUADRO 8</b> COMPRESIÓN PERPENDICULAR	63
<b>CUADRO 9</b> COMPRESIÓN PARALLA	64
<b>CUADRO 10</b> DUREZA	65
<b>CUADRO 11</b> CIZALLAMIENTO	66
<b>CUADRO 12</b> VELOCIDAD DEL SONIDO PARALELA	67
<b>CUADRO 13</b> VELOCIDAD DEL SONIDO PERPENDICULAR	68
<b>CUADRO 14</b> DIFERENCIA ENTRE LA VELOCIDAD DEL SONIDO PARALELA Y PERPENDICULAR	69

## ÍNDICE DE FOTOS

	<b>Pagina</b>
<b>FOTO 1</b> ESPECIE ARBÓREA	14
<b>FOTO 2</b> CORTEZA EXTERNA E INTERNA DE LA ESPECIE	15
<b>FOTO 3</b> RAMIFICACIÓN Y COPA DE LA ESPECIE	15
<b>FOTO 4</b> HOJAS Y (ARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA ESPECIE	16
<b>FOTO 5</b> DIBUJO DE LA ESPECIE	18

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pagina</b>
<b>GRÁFICO 1</b> CURVA DE LA DEFORMACIÓN FLEXIÓN ESTÁTICA	38
<b>GRÁFICO 2</b> CURVA DE LA DEFORMACIÓN COMPRESIÓN PERPENDICULAR	41
<b>GRÁFICO 3</b> CURVA DE LA DEFORMACIÓN COMPRESIÓN PARALELA	45

## **ÍNDICE DE FOTOS**

**FOTO 1** UBICACIÓN Y LEVANTAMIENTOS DE DATOS

**FOTO 2** ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA

**FOTO 3** FALLAS DE FLEXIÓN ESTÁTICA

**FOTO 4** ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA

**FOTO 5** FALLAS DE COMPRESIÓN PARALELA

**FOTO 6** ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

**FOTO 7** PENETRACIÓN DE LA PLACA METÁLICA

**FOTO 8** ENSAYO DE DUREZA

**FOTO 9** PENETRACIÓN DE LA ESFERA

**FOTO 10** ENSAYO DE DUREZA

**FOTO 11** MUESTRA DE LA ESPECIE

## **ÍNDICE DE PLANILLAS**

**PLANILLA 1 ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA**

**PLANILLA 2 ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA**

**PLANILLA 3 ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR**

**PLANILLA 4 ENSAYO DE DUREZA**

**PLANILLA 5 ENSAYO DE CIZALLAMIENTO**

**PLANILLA 6 SELECCIÓN Y COLECCIÓN DE MUESTRAS**