

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES**

**CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**



**TESIS DE GRADO**

**“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA  
ESPECIE LUCUMA *Pouteria lúcuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze  
PROVENIENTE DE IXIAMAS - LA PAZ”**

**Por:**

**NILSON GUALBERTO ESCALANTE PIMENTEL**

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

**Gestión 2016**

**TARIJA – BOLIVIA**

**VºBº**

.....  
**DOCENTE GUÍA**

M. Sc. Ing. Fidel Ibarra Martínez.

.....  
M. Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez  
**DECANO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRICOLAS Y  
FORESTALES**

.....  
M. Sc. Ing. Henry Valdez Huanca  
**VICEDECANO DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS AGRICOLAS Y  
FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
Ing. Javier Ariel Castillo Gareca.

.....  
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 el presente trabajo, siendo únicamente responsabilidad del autor.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dirigido a mis queridos padres **Paulo Escalante Romero** y **Cresencia Pimentel Soliz** por brindarme su apoyo en cada momento de mi formación y por su inagotable esfuerzo y sacrificio en querer hacer de mí una persona mejor.

A mis hermanos y a Estela por apoyarme y confiar en mí durante esta etapa de mi vida y a toda mi familia que comparten esta alegría conmigo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios**, por iluminarme, cuidarme, guiarme y permitirme dar un paso más en el largo camino de la vida.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, en especial a mi **Carrera de Ingeniería Forestal**, a mis docentes, por compartir sus conocimientos y experiencias en mi formación académica y a todos mis amigos y compañeros que me ayudaron en el transcurso de este proceso de formación.

<b>CAPÍTULO I</b>		<b>Página</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>		
1.1	Antecedentes	2
1.2	Justificación	3
1.3	Objetivos	3
1.3.1	Objetivo general	3
1.3.2	Objetivos específicos	3
<b>CAPÍTULO II</b>		<b>Página</b>
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>		
2.1	Clasificación taxonómica	6
2.2	Descripción dendrológica de la especie	6
2.2.1	Árbol	6
2.2.2	Copa	7
2.2.3	Hoja	7
2.2.4	Flores	8
2.2.5	Fruto	8
2.2.6	Corteza interna y externa	8
2.3	Distribución de la especie	9
2.4	Propiedades físicas de la madera	9
2.4.1	Contenido de humedad de la madera (CH)	9
2.4.2	Formas en la que se encuentra el agua en la madera	10
2.4.2.1	Agua de constitución o agua de combinada	10
2.4.2.2	Agua de impregnación o de saturación	10
2.4.2.3	Agua libre	11
2.4.3	Peso específico de la madera	12
2.4.3.1	Pes específico	12
2.4.3.2	Peso específico aparente	12
2.4.4	Densidad	13

2.4.4.1 Densidad verde (D.V)	13
2.4.4.2 Densidad seca al aire (D.S.A)	13
2.4.4.3 Densidad anhidra (D.A)	13
2.4.4.4 Densidad básica (D.B)	13
2.4.5 Contracción	14
2.4.6 Porosidad	14
2.5 Clasificación de la madera según su contenido de humedad	14
2.5.1 Madera verde	14
2.5.2 Madera seca al aire	14
2.5.3 Madera desecada	15
2.5.4 Madera anhidra	15
2.6 Factores que influyen en el peso específico	15
2.6.1 Factores propios de la madera	15
2.6.2 Factores externos de la madera	15
2.6.3 Fenómenos climáticos	15
2.7 Características de la zona de estudio	16
2.7.1 Localización	16
2.7.2 Geología y suelo	18
2.7.3 Clima	18
2.7.4 Precipitación	19
2.7.5 Temperatura	19
2.7.6 Vientos	19
2.7.7 Vegetación	20
2.7.8 Fauna	21
2.7.9 Hidrografía	23

**CAPITULO III**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

	<b>Página</b>
3.1 Materiales	26
3.1.1 Materiales de gabinete	26
3.1.2 Material de campo	26
3.1.3 Material biológico	26
3.1.4 Material de laboratorio	26
3.1.5 Material para preparar las probetas	27
3.2 Metodología	27
3.2.1 Selección y recolección de muestra	28
3.2.2 Definición de la población	28
3.2.3 Selección de la zona	28
3.2.4 Selección y ubicación de los arboles	28
3.2.5 Identificación y derribe de los arboles	29
3.2.6 Selección de las trozas	29
3.2.7 Selección de la vigueta dentro de la troza	29
3.2.8 Obtención de las probetas dentro de las viguetas	30
3.2.9 Codificación de las probetas	30
3.2.10 Figura N° 1	31
3.3 Ejecución de los ensayos de las propiedades físicas	32
3.3.1 Estado verde	32
3.3.2 Estado seco al aire	32
3.3.3 Estado seco al horno	32
3.4 Peso específico y densidad básica	33
3.4.1 Densidad	33
3.4.1.1 Densidad verde	33
3.4.1.2 Densidad seca al aire	33
3.4.1.3 Densidad anhidra	33
3.4.2 Densidad básica	34
3.4.3 Peso específico ajustado al 12%	34

3.5 Contracción	34
3.5.1 Contracción seca al aire	34
3.5.1.1 Contracción tangencial normal (ctn)	34
3.5.1.2 Contracción radial normal(crn)	35
3.5.1.3 Contracción volumétrica normal(cvn)	35
3.5.2 Contracción seca al horno o anhidra	35
3.5.2.1 Contracción tangencial total (ctt)	35
3.5.2.2 Contracción radial total(crt)	35
3.5.2.3 Contracción volumétrica total(cvt)	35
3.6 Tasa de estabilidad (T/R)	36
3.6.1 Tasa de estabilidad seca al aire	36
3.6.2 Tasa de estabilidad seca al horno	36
3.7 Humedad máxima	36
3.8 Análisis estadístico de los resultados	36
3.8.1 Valor promedio ( $\bar{X}$ ) de los valores individuales por árbol	37
3.8.2 Estimación de la varianza	37
3.8.3 Determinación del coeficiente de variación	39
3.8.4 Calculo del intervalo de confianza para el valor promedio total	40

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

	<b>Página</b>
4.1 Resultados para las propiedades físicas de la lúcuma	43
4.1.1 Contenido de humedad	43
4.1.2 Peso específico aparente	43
4.1.3 Densidad básica y peso específico ajustado al 12%	43
4.1.4 Contracciones	44
4.1.5 Tasa de estabilidad	44

4.1.6	Porosidad	45
4.1.7	Máximo contenido de humedad	45

## **CAPÍTULO V**

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>Página</b>
5.1	Conclusiones de las propiedades físicas	47
5.1.1	Peso específico	47
5.1.2	Contracción	47
5.1.3	Tasa de estabilidad	47
5.2	Recomendaciones	48

<b>BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA</b>	<b>Página</b>
--------------------------------	---------------

<b>ANEXOS</b>	<b>Página</b>
---------------	---------------

### **ÍNDICE DE FOTOS**

<b>FOTO 1</b>	Especie arbórea lúcuma ( <i>Pouteria lúcuma</i> )	6
<b>FOTO 2</b>	Copa de la especie lúcuma ( <i>Pouteria lúcuma</i> )	7
<b>FOTO 3</b>	Hojas de la especie lúcuma ( <i>Pouteria lúcuma</i> )	8
<b>FOTO 4</b>	Fruto y sus características	8

### **INDICE DE MAPAS**

<b>MAPA 1</b>	Ubicación del Municipio de Ixiamas en el departamento de La Paz	16
<b>MAPA 2</b>	Ubicación de la AAA (Área de Aprovechamiento Anual) de la ASL San Antonio	17

### **ÍNDICE DE CUADROS**

<b>CUADRO 1</b>	Especies de fauna y sus estados de conservación	22
<b>CUADRO 2</b>	Selección y ubicación de los árboles	29
<b>CUADRO 3</b>	Datos para el análisis estadístico	36
<b>CUADRO 4</b>	Determinación de la variación	37
<b>CUADRO 5</b>	Valores estadísticos	40
<b>CUADRO 6</b>	Análisis estadístico: contenido de humedad en verde (CH. V %)	40

<b>INDICE DE ANEXOS</b>	<b>Página</b>
<b>PLANILLA N° 1</b> Toma de datos	54
<b>PLANILLA N° 2</b> Cuadro de resultados	55
<b>PLANILLA N° 3</b> Toma de datos de cada estado	56
<b>PLANILLA N° 4</b> Selección y recolección de muestras	59
<b>PLANILLA N° 5</b> Formulas empleadas en propiedades físicas	60
<b>PLANILLAS N° 6</b> Claves para la clasificación de maderas	66
<b>PLANILLA N° 7</b> Clasificación según los posibles usos de la madera	68

**INDICE DE FOTOGRAFIAS  
EN ANEXOS**

	<b>Página</b>
<b>FOTOGRAFÍA 1</b> Probetas en proceso de secado al aire	69
<b>FOTOGRAFÍA 2</b> Pesando las probetas seco al aire en la balanza de precisión	69
<b>FOTOGRAFÍA 3</b> Probetas sacadas de la estufa para ser pesadas en la balanza	70
<b>FOTOGRAFÍA 4</b> Pesado de las probetas en estado anhidro	70
<b>FOTOGRAFÍA 5</b> Parafinado de las probetas para sacar el volumen por inmersión	71
<b>FOTOGRAFÍA 6</b> Sacando el volumen después del parafinado	71

**INDICE MAPAS EN  
ANEXOS**

	<b>Página</b>
<b>MAPA 3</b> Árboles aprovechables de la ASL San Antonio	72
<b>MAPA 4</b> Ubicación de los árboles que fueron seleccionados para el estudio	73

