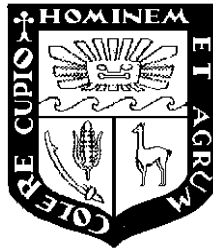


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

*Facultad de Ciencias Forestales*



**Evaluación de las propiedades físico  
mecánicas de la especie Pino chuncho  
(*Schizolobium amazonicum* Huber ex  
Ducke) proveniente de plantaciones del  
Bosque Nacional Alexander Von  
Humboldt-Ucayali**

*Tesis para optar el Título de*  
**INGENIERO FORESTAL**

**Flor de Liana Carolina Torres Medina**

Lima – Perú  
2009

# ÍNDICE

	Página
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE CUADROS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
2.1 CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA .....	2
2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	2
2.3 FENOLOGÍA Y PROPAGACION .....	5
2.4 DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT .....	5
2.5 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	5
2.6 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.....	7
2.6.1 <i>Características Generales.....</i>	<i>7</i>
2.6.2 <i>Características Anatómicas de la Madera .....</i>	<i>7</i>
2.6.3 <i>Propiedades Físicas y Mecánicas.....</i>	<i>9</i>
2.6.4 <i>Trabajabilidad y Durabilidad .....</i>	<i>12</i>
2.6.5 <i>Usos.....</i>	<i>12</i>
2.7 VARIABILIDAD DE LA MADERA.....	12
2.7.1 <i>Variabilidad dentro del Árbol .....</i>	<i>13</i>
2.7.2 <i>Variabilidad entre árboles de la misma especie.....</i>	<i>14</i>
2.8 DEFECTOS Y ANOMALÍAS DE LA MADERA .....	15
2.8.1 <i>Madera Juvenil .....</i>	<i>16</i>
2.8.2 <i>Madera de Reacción.....</i>	<i>17</i>
2.9 EFECTOS DE LA SILVICULTURA.....	18
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN.....	21
3.2 MATERIALES Y EQUIPOS.....	21
3.2.1 <i>Materiales.....</i>	<i>21</i>
3.2.2 <i>Equipos y Accesorios.....</i>	<i>22</i>
3.3 METODOLOGÍA.....	24
3.3.1 <i>Ubicación de la Zona .....</i>	<i>24</i>
3.3.2 <i>Colección y selección de muestras.....</i>	<i>24</i>
3.3.3 <i>Transformación de las Trozas a Listones.....</i>	<i>26</i>
3.3.4 <i>Codificación de Listones.....</i>	<i>27</i>
3.3.5 <i>Ensayos Experimentales .....</i>	<i>28</i>
3.3.6 <i>Procesamiento de Datos y Análisis de Resultados .....</i>	<i>30</i>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
4.1 PROPIEDADES FÍSICAS .....	33
4.2 PROPIEDADES MECÁNICAS .....	44
4.3 USOS.....	61
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>63</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>64</b>

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>69</b>
PLANTACIÓN DE SCHIZOLOBIUM AMAZONICUM DE 23 AÑOS DE EDAD EN EL ANEXO VON HUMBOLDT .....	69
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>70</b>
TROZAS PERTENECIENTES A LOS 5 ÁRBOLES DE SCHIZOLOBIUM AMAZONICUM SELECCIONADOS AL AZAR.....	70
<b>ANEXO 3.....</b>	<b>71</b>
PROBETAS ENSAYADAS. ....	71
<b>ANEXO 4.....</b>	<b>75</b>
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS FÍSICOS. ....	75
<b>ANEXO 5.....</b>	<b>84</b>
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS MECÁNICOS. ....	84
<b>ANEXO 6.....</b>	<b>122</b>
REGRESIONES PARA LOS CAMBIOS DIMENSIONALES.....	122
<b>ANEXO 7.....</b>	<b>126</b>
REGRESIONES PARA PROPIEDADES MECÁNICAS .....	126

## *Lista de cuadros*

		Página
CUADRO 1	PROPIEDADES FÍSICAS PARA PINO CHUNCHO (SCHIZOLOBIUM AMAZONICUM HUBER EX DUCKE), PROVENIENTE DE PLANTACIÓN, BOSQUE SECUNDARIO Y BOSQUE NATURAL.....	10
CUADRO 2	PROPIEDADES MECÁNICAS PARA PINO CHUNCHO (SCHIZOLOBIUM AMAZONICUM HUBER EX DUCKE), PROVENIENTE DE PLANTACIÓN Y BOSQUE NATURAL.....	11
CUADRO 3	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS ÁRBOLES EXTRAÍDOS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL BOSQUE NACIONAL ALEXANDER VON HUMBOLDT.....	26
CUADRO 4	ENSAYOS Y NÚMERO DE PROBETAS PARA EL ANÁLISIS POR ALTURA DEL ÁRBOL SELECCIONADO.....	28
CUADRO 5	ENSAYOS Y NÚMERO DE PROBETAS PARA EL ANÁLISIS DE LA ESPECIE.....	29
CUADRO 6	PROMEDIOS, RANGOS Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS PARA CADA UNA DE LAS ALTURAS DE UN ÁRBOL.....	34
CUADRO 7	VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, RANGO Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA ESPECIE PARA CADA UNA DE LAS POSICIONES DESDE LA MÉDULA HACIA LA CORTEZA.....	37
CUADRO 8	VALORES PROMEDIO, INTERVALOS DE CONFIANZA Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN PARA LA ESPECIE.....	39
CUADRO 9	COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS.....	39
CUADRO 10	ECUACIONES Y COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN ENTRE LOS CAMBIOS DIMENSIONALES Y LA DENSIDAD BÁSICA.....	40
CUADRO 11	PROMEDIOS, RANGOS Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA CADA UNA DE LAS ALTURAS DE UN ÁRBOL.....	45
CUADRO 12	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LOS NIVELES DE ALTURA DE LA PLANTACIÓN DE PINO CHUNCHO.....	49
CUADRO 13	VALORES DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS, RANGO Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA ESPECIE PARA CADA UNA DE LAS POSICIONES DESDE LA MEDULA HASTA LA CORTEZA.....	50
CUADRO 14	ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA LAS POSICIONES DE LAS MUESTRAS EXPERIMENTALES DESDE MÉDULA HASTA LA CORTEZA.....	53
CUADRO 15	VALORES PROMEDIO TOTALES, INTERVALOS DE CONFIANZA Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN PARA LA ESPECIE.....	55
CUADRO 16	COEFICIENTES DE VARIACIÓN ENTRE, DENTRO Y TOTALES DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS, PARA LA PLANTACIÓN DE PINO CHUNCHO Y SU COMPARACIÓN CON LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN SEGÚN WOOD HANDBOOK.....	56
CUADRO 17	ECUACIONES Y COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN ENTRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y EL PESO ESPECÍFICO.....	57
CUADRO 18	CLASIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PINO CHUNCHO CON OTRAS ESPECIES DE SIMILAR DENSIDAD.....	60
CUADRO 19	USOS DE LA ESPECIE EN ESTUDIO Y OTRAS DE SIMILAR DENSIDAD.....	62

## Lista de figuras

	Página
<b>FIGURA 1</b>	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA ESPECIE, PINO CHUNCHO ( <i>SCHIZOLOBIUM AMAZONICUM</i> HUBER EX DUCKE):..... 4
<b>FIGURA 2</b>	VISTAS MACROSCÓPICAS Y MICROSCÓPICAS DE LA ESPECIE, PINO CHUNCHO ( <i>SCHIZOLOBIUM AMAZONICUM</i> HUBER EX DUCKE):..... 8
<b>FIGURA 3</b>	ÁREA DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL ALEXANDER VON HUMBOLDT..... 25
<b>FIGURA 4</b>	MÉTODO DE CORTE PARA LAS TROZAS Y MARCADO DE LISTONES..... 27
<b>FIGURA 5</b>	ALTURAS RESPECTO A LA POSICIÓN DE LA SUB-TROZA EN EL ÁRBOL..... 32
<b>FIGURA 6</b>	POSICIONES DE MÉDULA A CORTEZA..... 32
<b>FIGURA 7</b>	VALORES PROMEDIO DE DENSIDAD PARA CADA UNA DE LAS ALTURAS DE UN ÁRBOL..... 35
<b>FIGURA 8</b>	VALORES PROMEDIO DE CONTRACCIÓN PARA CADA UNA DE LAS ALTURAS DE UN ÁRBOL..... 35
<b>FIGURA 9</b>	VALORES PROMEDIO DE DENSIDAD EN SENTIDO RADIAL..... 38
<b>FIGURA 10</b>	VALORES PROMEDIO DE CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA EN SENTIDO RADIAL..... 38
<b>FIGURA 11</b>	COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD EN PLANTACIÓN, BOSQUE SECUNDARIO Y BOSQUE NATURAL. 42
<b>FIGURA 12</b>	COMPARACIÓN DE LOS CAMBIOS DIMENSIONALES EN PLANTACIÓN, BOSQUES SECUNDARIO Y BOSQUE NATURAL..... 42
<b>FIGURA 13</b>	COMPARACIÓN DE DENSIDAD DEL PINO CHUNCHO ( <i>SCHIZOLOBIUM AMAZONICUM</i> ) CON OTRAS ESPECIES DE SIMILAR DENSIDAD PROVENIENTES DE BOSQUE NATURAL..... 43
<b>FIGURA 14</b>	COMPARACIÓN DE LOS CAMBIOS DIMENSIONALES DEL PINO CHUNCHO ( <i>SCHIZOLOBIUM AMAZONICUM</i> ) CON OTRAS ESPECIES DE SIMILAR DENSIDAD PROVENIENTES DE BOSQUE NATURAL..... 43
<b>FIGURA 15</b>	PROMEDIOS PARA LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA CADA UNA DE LAS ALTURAS DE UN ÁRBOL..... 48
<b>FIGURA 16</b>	PROMEDIOS PARA LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN SENTIDO RADIAL..... 52
<b>FIGURA 17</b>	COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PLANTACIÓN, BOSQUES SECUNDARIOS Y BOSQUE NATURAL..... 58
<b>FIGURA 18</b>	COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PINO CHUNCHO ( <i>SCHIZOLOBIUM AMAZONICUM</i> ) CON OTRAS ESPECIES DE SIMILAR DENSIDAD..... 59