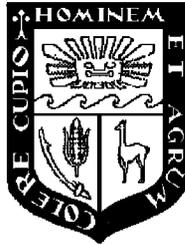


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

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

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. FLOR DE LIANA CAROLINA TORRES MEDINA, intitulado “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”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de .....

En consecuencia queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 13 de Julio de 2009

.....  
Ing. Miguel Meléndez Cárdenas  
Presidente

.....  
Ing. Julio Canchucaja Rojas  
Miembro

.....  
Ing. Fernando Bulnes Soriano  
Miembro

.....  
Ing. Moisés Acevedo Mallque  
Patrocinador

## *RESUMEN*

Se determinan las propiedades físico-mecánicas del Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) proveniente de plantaciones a campo abierto de 23 años de edad del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt en el departamento de Ucayali, y se propone sus aptitudes de uso.

La metodología empleada para determinar los resultados para la especie y analizar su variación mecánica a nivel longitudinal y radial se hizo de acuerdo a las normas ASTM: D 143 – 94 (Reapproved 2000) y D 5536 – 94 (Reapproved 2004), realizándose luego el análisis estadístico respectivo para determinar las diferencias significativas.

Los resultados demuestran para la madera de esta plantación, que presenta similar comportamiento en las propiedades físicas, tanto en nivel longitudinal como en radial. Mientras que en las propiedades mecánicas las diferencias a nivel longitudinal se presentan para dureza y tenacidad; y en sentido radial para el esfuerzo al límite proporcional y módulo de ruptura, en flexión estática. Clasificándola como de densidad y resistencia mecánica muy baja, recomendándose su uso en carpintería no estructural, cajonería liviana, encofrado, tablero de partículas y contrachapado, debiendo complementarse los dos últimos usos con estudios relacionados con adhesivos.

# 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> .....	7
2.6.2 <i>Características Anatómicas de la Madera</i> .....	7
2.6.3 <i>Propiedades Físicas y Mecánicas</i> .....	9
2.6.4 <i>Trabajabilidad y Durabilidad</i> .....	12
2.6.5 <i>Usos</i> .....	12
2.7 VARIABILIDAD DE LA MADERA.....	12
2.7.1 <i>Variabilidad dentro del Árbol</i> .....	13
2.7.2 <i>Variabilidad entre árboles de la misma especie</i> .....	14
2.8 DEFECTOS Y ANOMALÍAS DE LA MADERA .....	15
2.8.1 <i>Madera Juvenil</i> .....	16
2.8.2 <i>Madera de Reacción</i> .....	17
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> .....	21
3.2.2 <i>Equipos y Accesorios</i> .....	22
3.3 METODOLOGÍA.....	24
3.3.1 <i>Ubicación de la Zona</i> .....	24
3.3.2 <i>Colección y selección de muestras</i> .....	24
3.3.3 <i>Transformación de las Trozas a Listones</i> .....	26
3.3.4 <i>Codificación de Listones</i> .....	27
3.3.5 <i>Ensayos Experimentales</i> .....	28
3.3.6 <i>Procesamiento de Datos y Análisis de Resultados</i> .....	30
<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

## 1. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda mundial de madera de especies procedentes de plantaciones forestales, requiere de un conocimiento de las características de la materia prima, para obtener productos de mejor calidad y mayor valor agregado. Estas plantaciones podrían sin duda contribuir al suministro de madera y otros productos arbóreos, y disminuir la presión sobre los bosques naturales.

La valorización inadecuada de la madera de especies forestales nativas establecidas en plantaciones de la Región Amazónica Peruana, implica, el desconocimiento de los caracteres físicos, mecánicos y biológicos de la madera obtenida de las plantaciones. Aunque existe abundante información acerca de las características de las maderas de especies nativas procedentes de los bosques naturales amazónicos, la madera proveniente de plantaciones ha sido escasamente estudiada, lo cual obstaculiza su utilización y ocasiona una imagen negativa sobre su calidad. Esto conlleva además a pérdidas de ingresos actuales dejados de percibir debido a oportunidades no aprovechadas, afectando en forma general a toda la Región amazónica, principalmente a los productores dedicados a este tipo de actividad.

El conocimiento de las características físico-mecánicas y de trabajabilidad de la madera procedente de plantaciones forestales con especies nativas contribuirá al aumento del nivel de vida del poblador amazónico, debido a que proporciona el uso adecuado de la madera, incrementando la rentabilidad de las plantaciones y el consumo de la madera procedente de ellas.

En el presente trabajo, se determinaron las propiedades físico - mecánicas de la especie Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) de plantaciones de 23 años, proveniente del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt en Ucayali, dicho estudio se desarrolló en el marco del SUB PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ESTRATEGICA: “Opciones para la promoción e innovación tecnológica de maderas procedentes de plantaciones forestales con especies nativas de la región amazónica”, con lo cual se establecieron sus diferentes aptitudes de uso.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

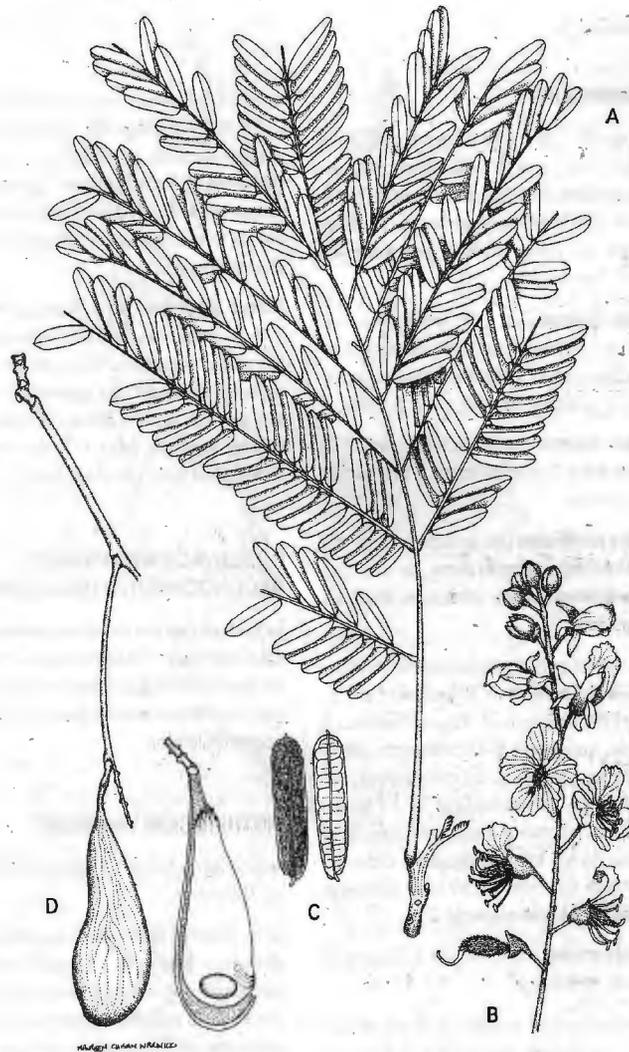
### 2.1 CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA

- División: Angiospermas
- Clase: Dicotiledóneas
- Orden: Fabales
- Familia: Leguminosas (Caesalpinaceas)
- Género: Schizolobium
- Nombre científico: *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke)
- Sinónimos Botánicos: *Schizolobium parahyba* (Vellozo) Blake
- Nombres comunes: “Pino chuncho”, “Pashaco”
- Nombres internacionales: Cerebó (Bol.), Pinho cuiabano (Bra.), Tambor (Col.), Pashaco (Ecu.), Palo de Judío o Palo de Picho (Mex.)
- Nombres comerciales: Guapuruvu, Quamwood

### 2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Reynel et. al. (2003) señala que el *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke, es una especie cuyo árbol mide de 30-70 cm de diámetro y 18-25 m de altura total, de fuste cilíndrico, con ramificación en el tercer tercio y la base del fuste recta. La corteza externa es lisa a agrietada, color marrón rojizo a grisáceo con ritidoma en placas rectangulares a cuadrangulares pequeñas de 1,5-4 cm de ancho; corteza interna homogénea de color amarillo blanquecino, con olor a legumbre.

El mismo autor menciona que las ramitas terminales con sección circular son de color marrón rojizo a marrón claro cuando secas, de unos 5-10 mm de diámetro, glabras; hojas compuestas bipinnadas, alternas y dispuestas en espiral, el peciolo de 6-12 cm de longitud, el raquis acanalado, las pinnas opuestas, 10-20 pares, los foliolulos oblongos, de 1,5-3 cm de longitud y 0,4-0,7 cm de ancho, enteros, los nervios secundarios 12-14 pares, prominulos en ambas caras, el ápice de los foliolulos rotundo y con un diminuto mucrón, la base rotunda, las hojas glabras o finamente pubescentes por el envés; inflorescencias panículas de 20-40 cm de longitud, multifloras, producidas en las ramitas defoliadas; flores de mediano tamaño, hermafroditas, zigomorfas, con cáliz y corola presentes, el pedicelo de 4-10 mm de longitud, el cáliz de 4-5 mm de longitud, la corola amarilla, de 2-2,5 cm de longitud, los estambres de 1-1,5 cm de longitud, el gineceo con un pistilo de ovario súpero y alargado, el estigma inconspicuo; frutos alargados y planos, oblanceolados, con el ápice rotundo, de 8-10 cm de longitud y 2,5-3,5 cm de ancho, la superficie lisa y glabra, color marrón rojizo o marrón oscuro, la semilla única y alada, de forma y tamaño similar al fruto, con el ala lateral. La Figura 1, ilustra las características botánicas de esta especie.



**Figura 1** Descripción botánica de la Especie, Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke):

**A.** Ramita con hoja (x 0,4), **B.** Inflorescencia (x 0,8), **C.** Laminas Foliarés (x 1), **D.** Fruto y semilla (x 0,4)

**Fuente:** Reynel, et. al. (2003)

### **2.3 FENOLOGÍA Y PROPAGACION**

Reynel et. al. (2003), señala que la floración de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke ocurre a fines de la estación seca, entre Octubre – Noviembre, y la fructificación a inicios de la estación de lluvias, Noviembre a Diciembre. El árbol se defolia antes de florear.

En relación a la propagación, el mismo autor, menciona que en la especie *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke es exitosa la propagación por semilla, la germinación se inicia a los 6 días de la siembra y finaliza a los 45 días, su poder germinativo es de 70 – 90% y alcanza los 20 – 30 cm de alto a los 60 días de la siembra.

### **2.4 DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT**

Reynel et al (2003), señala que la especie se encuentra en la región Amazónica, mayormente debajo de los 1200 msnm. Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, aunque también en ámbitos con una estación seca marcada; es una especie con tendencia heliófita y de crecimiento rápido, presente en bosques secundarios tempranos y tardíos; se le encuentra en claros en el bosque primario; prefiere suelos arenosos a limosos, de fertilidad media a alta, necesariamente bien drenados, con pedregosidad baja a media. Esta especie es muy sensible al anegamiento y no lo tolera, sobre todo cuando es una plántula.

### **2.5 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

La Estación Experimental Alexander von Humboldt se encuentra dentro del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt, a 225 msnm y 86 km de la ciudad de Pucallpa; entre 8°31'00 – 8°50'30 Latitud Sur y 74°14'27 – 74°55'10 Longitud Oeste. Políticamente pertenece al

Departamento de Ucayali, Provincia de Padre Abad y Distrito de Irazola. Geográficamente pertenece a la Cuenca del Río Amazonas.

De acuerdo a HOLDRIGE, el área del Bosque Nacional Alexander von Humboldt incluye las zonas de vida de bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo tropical.

Flores (2002), menciona que la temperatura media anual es 26,7 °C; la temperatura máxima promedio es de 29,3 °C y la temperatura mínima promedio es de 24 °C. La humedad relativa media anual es de 78,9 %. La precipitación anual promedio es de 3600 mm con una estación muy lluviosa (Noviembre – Marzo) y otra de menor precipitación (Abril – Octubre).

Vidaurre (1994), señala que el Bosque Nacional Alexander von Humboldt está ubicado a una altura entre 240 y 340 msnm, lo que a grandes rasgos muestra una zona plana sin ningún accidente topográfico, en la cual ocurre empozamiento de aguas en época de lluvias; una zona ondulada de ondas regulares de 5 a 10 m. dentro de estas áreas la parte alta tiene buen drenaje y la parte baja es húmeda y con mal drenaje y una zona colinosa con elevaciones de 10 a 50 m con pendientes muy pronunciadas en algunos lugares y drenaje óptimo por su talud entre mediano a pronunciado.

Flores (2002), precisa que los suelos son de origen sedimentario, de textura arcillosa a arcillo-arenosa, drenaje pobre, fácilmente compactable y pH promedio de 5.1.

El mismo autor añade que la plantación en estudio se estableció en suelo del tipo Acrisol o Ultisol, que está presente en terrenos con inundaciones frecuentes a temporales, en topografía plana y ondulada, sobre colinas bajas suaves y colinas altas accidentadas. Estos suelos están conformados por acumulación de arcillas roja - rojo parduzco y manchas rojas - arcillosas (Plinthic), acumuladas como resultado de la acción oxido-reductora del hierro por el movimiento vertical de la napa freática (agua subterránea). En general tiene buenas condiciones físicas y son bien estructurados. Sus principales problemas son la muy baja fertilidad, problemas de acidez, exceso de aluminio y deficiencias de P.

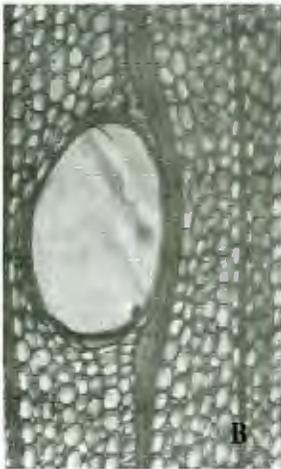
## **2.6 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE**

### **2.6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

CEDISA (2003), menciona que la madera seca al aire de esta especie es de color blanco cremoso; de grano entrecruzado; textura gruesa; posee veteado en arcos superpuestos en sección tangencial y líneas verticales en sección radial.

### **2.6.2 CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA MADERA**

Según Acevedo y Kikata (1994), es una madera de porosidad difusa, poros ligeramente visibles a simple vista, predominantemente solitarios de forma redonda y escasos múltiples radiales de dos a tres, con 1 a 3 poros/mm<sup>2</sup>; parénquima visible con lupa de 10x, paratraqueal, vasicéntrico, no estratificado; vasos de diámetro tangencial de 144 a 210  $\mu\text{m}$ , platina de perforación poco inclinada con perforación simple, punteado intervascular alterno con puntuaciones ovaladas y abertura incluida de forma oval, punteado radio vascular similar al intervascular; radios visibles con lupa de 10x, con 3 a 6/mm, homogéneos, multiseriados, no estratificados, altura entre 168 y 432  $\mu\text{m}$ ; fibras libriformes, no estratificadas; estas características se visualizan en la figura 2.



**Figura 2** Vistas macroscópicas y microscópicas de la especie, Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke):

A) Madera Patrón, B) Corte Transversal 100 X, C) Corte Tangencial 100 X, D) Corte Radial 100 X

**Fuente:** *Acevedo M.; Kikata Y.; (1994), Atlas de Maderas del Perú.*

### 2.6.3 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS

Arroyo (1983), menciona que las propiedades físicas de la madera dependen de su organización estructural. Estos factores pueden resumirse de la siguiente manera:

- Cantidad de sustancia que contiene la pared celular, la cual se mide mediante el peso específico o densidad de la madera.
- Cantidad de agua presente en la pared celular que afecta profundamente el comportamiento físico de la madera, no sólo porque la adición de agua en la pared celular cambia su densidad y dimensiones, sino también por su efecto sobre la plasticidad y transferencia de energía dentro de la pieza de madera.
- Proporción de los componentes primarios en la pared celular y la cantidad y naturaleza de las sustancias extrañas, responsable de las propiedades especiales de algunas maderas, así como de las desviaciones o variabilidades que presentan en su comportamiento cuantitativo.
- Arreglo y orientación de los materiales que forman las paredes celulares así como los tejidos, lo que es causa principal de la anisotropía de la madera.
- Tipo, tamaño, proporción y arreglo de las células que forman el tejido maderable.

El mismo autor, en relación a las propiedades mecánicas, la define como la aptitud o capacidad para resistir cargas o fuerzas externas. Este comportamiento puede sufrir variadas modificaciones, dependiendo del tipo de fuerza aplicada y de las diferencias básicas en su organización estructural.

Haygreen y Bowyer (1982), agregan que las propiedades físico-mecánicas de la madera son determinadas por tres características, la porosidad o proporción de volumen vacío, que puede ser estimado con la densidad; la organización estructural de las células, la cual incluye la microestructura de la pared celular y la variedad y proporción de los tipos de células que dependen principalmente de la especie; y el contenido de humedad.

JUNAC (1984), señala que la resistencia de la madera se ve afectada por la presencia de nudos y la inclinación del grano.

En relación a las propiedades físico-mecánicas de la especie *Schizolobium amazonicum*, SOTELO (1992) estableció los valores de estas propiedades para plantaciones de ocho años en Junín, CEDISA (2003) lo realizó en bosques secundarios de Tarapoto y Aróstegui (1970) determinó para maderas procedentes de bosque natural de Tingo María-Perú; los cuadros 1 y 2 muestran la información de estos estudios.

**Cuadro 1** Propiedades Físicas para Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), proveniente de plantación, bosque secundario y bosque natural.

Densidad				
a) Saturada	g/cm <sup>3</sup>	0,67*	0,70**	
b) Anhidra	g/cm <sup>3</sup>	0,26	0,39	0,25
c) Básica	-	0,24	0,36	0,24
Contracción				
a) Radial	%	1,83	3,13	2,40
b) Tangencial	%	5,12	6,36	6,10
c) Volumétrica	%	6,18	9,55	
Relación T/R	-	2,80	2,03	2,54

\* al 174,89% de Humedad

\*\* al 98,00% de Humedad

**Fuente:**

**Sotelo (1992)**, *Posibilidades del Pino Chuncho (Schizolobium amazonicum Huber ex. Ducke) en la Industria de cajonería.*

**CEDISA (2003)**, *Propiedades Físico – Mecánicas de cinco Especies Maderables Provenientes de Bosques Secundarios de Tarapoto.*

**Aróstegui (1970)**, *Estudio de las propiedades Físico-Mecánicas de 16 especies maderables del país.*

**Cuadro 2** Propiedades Mecánicas para Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), proveniente de plantación y bosque natural.

Mecánicas				
Flexión Estática	kg/cm <sup>2</sup>		17,75	
a) ELP		181,27		181,20
b) MOR		314,51		294,40
c) MOE (x10 <sup>3</sup> )		53,99		61,56
Compresión paralela	kg/cm <sup>2</sup>		15,67	
a) ELP		134,34		122,60
b) RM		183,39		180,40
c) MOE (x10 <sup>3</sup> )		62,36		68,47
Compresión perpendicular	kg/cm <sup>2</sup>		15,28	
a) ELP		20,97		19,49
Dureza	kg/cm <sup>2</sup>		15,53	
a) Extremos		191,05		209,50
b) Lados		106,94		97,30
Tenacidad	kg – m	0,54	14,00	0,51
a) Radial				
b) Tangencial				
Clivaje	kg/cm <sup>2</sup>			22,84
Cizallamiento	kg/cm <sup>2</sup>	49,95	14,46	41,90
a) Radial				
b) Tangencial				
Extracción de Clavos	kg		15,46	
a) Extremos		38,73		
b) Lados		45,54		

\* al 14,75% de Humedad

**Fuente:**

*Sotelo (1992), Posibilidades del Pino Chuncho (Schizolobium amazonicum Huber ex. Ducke) en la Industria de cajonería.*

*Aróstegui (1970), Estudio de las propiedades Físico-Mecánicas de 16 especies maderables del país.*

#### 2.6.4 TRABAJABILIDAD Y DURABILIDAD

CEDISA (2003), menciona que la especie es de aserrío fácil, comportamiento bueno al cepillado con ángulo de corte de 15°, bueno al moldurado, malo al torneado y regular al taladrado. Así mismo es una madera susceptible al ataque de hongos e insectos.

#### 2.6.5 USOS

CEDISA (2003), indica que la especie se usa localmente como leña, madera aserrada y cajonería. Así mismo, tiene aptitudes para revestimiento, juguetería y aerodelismo; Reynel et al (2003), agrega que en Ecuador es fuente importante de la industria del laminado para la producción de Triplay.

### 2.7 VARIABILIDAD DE LA MADERA

Panshin y De Zeeuw (1980), señalan que la variabilidad de las características tanto físicas como mecánicas de la madera es importante, pues influyen directamente en su aptitud de uso.

Los mismos autores indican que el entendimiento de la variabilidad de la madera es importante porque el uso de cada tipo de madera está relacionado a con ciertas características inherentes, así la calidad de la madera para un propósito particular está determinado por la variabilidad de una o más de sus características que afectan su estructura y por lo tanto sus propiedades físicas. Por ejemplo, menores cambios en el porcentaje del tipo de células y sus dimensiones, estructura de la pared celular y tasas de celulosa/lignina son importantes son importantes para garantizar la calidad de la pulpa. Muchas de las mismas variables son responsables por la variación en la densidad de la madera y todos los cambios que esta puede producir en las

propiedades físico-mecánicas de la madera. Estas variables medibles en la madera son influenciadas por varios factores:

- Cambios de en el cambium según su edad.
- Control genético, que gobierna la forma y crecimiento del árbol.
- Factores ambientales como las estaciones, condiciones geográficas, suministro de nutrientes. Estos pueden causar modificaciones sobre los patrones básicos, por variaciones de la madera independientemente del potencial genético del árbol.

Por ello la causa de la interacción de estas influencias, es difícil atribuir la variabilidad de las características de la madera a un solo factor o a una combinación de factores que afectan el crecimiento del árbol.

### 2.7.1 VARIABILIDAD DENTRO DEL ÁRBOL

Vignote y Jiménez (1996), mencionan que la madera no es un material homogéneo, sino un material muy diferente según el plano o la dirección que se considere. Como resultado de esa desigual configuración, presenta un desigual comportamiento. Es decir es un material anisotrópico y para dar una idea de cómo se comporta, la madera resiste mecánicamente entre 20 y 200 veces más en el sentido del eje del árbol, que en el sentido transversal.

Arroyo (1983) señala que los patrones de variación de los elementos estructurales y de las propiedades físicas están bien establecidos para árboles normales que han crecido bajo condiciones naturales en el bosque y hace referencia a la variabilidad de los elementos fibrosos y del peso específico de la madera; características que tienen primordial importancia como índices de las propiedades mecánicas.

Respecto a las propiedades físicas, Bamber y Burley (1983), indican que la densidad decrece con la altura; y que el contenido de humedad en la albura se incrementa con la altura. Fachin (1986), cita a Vásquez, quien hizo estudios en bosques naturales encontrando resultados

contradictorios, lo cual atribuye a la mayor disponibilidad de luz que consigue el árbol cuando alcanza mayor altura, lo que permite mejorar su estructura en la parte superior.

## 2.7.2 VARIABILIDAD ENTRE ÁRBOLES DE LA MISMA ESPECIE

Arroyo (1983), menciona que entre los factores indicativos de la variabilidad en las características de la madera, la apariencia, velocidad de crecimiento, densidad y orientación del grano, son los más fácilmente reconocibles. Por otra parte, las diferencias en las propiedades mecánicas, estabilidad dimensional o la durabilidad, pueden obedecer a razones menos evidentes, tales como tipos y organización de las células dentro de los anillos de crecimiento, composición y cantidades de extractivos, orientación de las microfibrillas en las paredes celulares, o el espesor y la estructura de la pared secundaria.

Tusset y Duran (1979), agregan que la madera es un material anisotrópico debido a las variaciones de las propiedades físico-mecánicas dentro de árboles de una misma especie proveniente de un mismo bosque como entre diferentes piezas de un mismo árbol, como consecuencia se constatan variaciones de las propiedades del leño, como también varían en función a una serie de factores como los climáticos, edafológicos y condiciones silvícolas de crecimiento, entre otros.

Panshin y De Zeeuw (1980) afirman que generalmente se asume la variabilidad de la madera dentro de una misma especie, pero se ha comprobado que diferentes piezas de madera no son iguales dentro de un mismo árbol e incluso también entre árboles de la misma especie. Este comportamiento puede ser resultado de las condiciones de crecimiento, tratamientos silviculturales, cambios del cambium con respecto a la edad, factores genéticos o del medio ambiente que influye en la forma y crecimiento de los árboles. Asimismo, Page (1971) añade que también influye la época en que se corta el árbol.

## 2.8 DEFECTOS Y ANOMALÍAS DE LA MADERA

Desde el punto de vista fisiológico, los defectos que se citan a continuación, no responden al concepto de defecto, dado que son particularidades de la estructura de la madera como consecuencia de la necesaria existencia del árbol. Debiéndose este concepto a los problemas que desde el punto de vista del usuario de la madera se le presenta, como son los siguientes:

En relación a nudos, Kollman (1959), señala que el veteado que se forma alrededor de los nudos pueden tener su utilidad para ciertos usos (zócalos, muebles rústicos, entarimados), pero a veces es despreciado. Los nudos, además de producir un mal efecto visual, disminuyen la resistencia de la madera, por lo que las maderas destinadas a la fabricación de chapas, instrumentos musicales, piezas sometidas a fuerzas de flexión (pilotes, apeas, durmientes), hormas, artículos de deporte, duelas, piezas para aviones y otros, deben estar desprovistas de nudos. Vignote y Jiménez (1996), añade que la presencia de nudos disminuye de forma notable la resistencia de la madera, sobre todo los esfuerzos de Tracción y Flexión. En este aspecto, cuanto mayor sea el diámetro y frecuencia del nudo mayor será la pérdida de resistencia.

Respecto a la medula Vignote y Jiménez (1996), indican que presenta características de blandura, escasa resistencia y color, que hace deprecia las piezas que la contienen. No existen medidas silvícolas que pueden reducir el tamaño de este defecto, solo se puede reducir su porcentaje en el total de la madera, aumentando el diámetro de corta, es decir el turno.

Sobre el colapso Vignote y Jiménez (1996), dicen que los factores que pueden favorecer el colapso son: el tamaño de la punteadura, el grosor de la pared celular y la aplicación de temperaturas elevadas en las primeras fases del secado. La madera del duramen ofrece mayor riesgo que la albura.

Respecto a las tensiones de crecimiento Malan (1989), indica que la madera con tensiones de crecimiento alto, poseen una longitud de fibras y de vasos y un espesor de la pared celular (y por tanto de la densidad) mayor que los árboles que tienen tensiones inferiores. Además, a medida que aumenta el crecimiento del árbol se incrementa las tensiones de crecimiento.

Pashin y De Zeeuw (1980), al investigar los defectos de crecimiento en la madera señalan la importancia de la madera quebradiza (denominada “Brashness”), indican que es una condición anormal y que causa en la madera una quebradura a través de todo el grano en niveles de esfuerzos más bajos que lo esperado.

### 2.8.1 MADERA JUVENIL

Pardos (1984), afirma que las tensiones que tiene que soportar el árbol en sus primeros años de vida, por el peso de la copa y del propio fuste, así como las externas; son mínimas comparadas con las de un árbol adulto, entonces las células que forma no deben ser especialmente resistentes, por lo que su tamaño es más pequeño y de pared delgada con menor porcentaje de celulosa y más de hemicelulosas que en células adultas.

Arroyo (1983), indica que la madera formada cerca de la médula se llama juvenil, formada en los primeros años de vida del árbol, caracterizado anatómicamente por un incremento progresivo en sus dimensiones y cambios correspondientes de forma, estructura y disposición de la células. La formación de madera juvenil está asociada a la prolongada influencia de los meristemas apicales en las partes activas de la copa durante el periodo de crecimiento. A medida que la copa se mueve hacia arriba el cambium de las partes más viejas del árbol, a una altura cualquiera, esta menos influenciado por el crecimiento primario o alargamiento de la copa y entonces la madera formada se conoce con el nombre de madera adulta

En los árboles de plantaciones la madera juvenil puede estar relacionada al crecimiento rápido cerca de la médula, pero los anillos anchos no están necesariamente asociados con ella en todos los árboles.

La duración de la formación de la madera juvenil varía de 5 a 20 años, y su terminación es abrupta en algunas especies y en otras está marcado por un periodo de transición hacia la madera adulta. Por regla general, la baja calidad de la madera juvenil es más significativa en coníferas que en latifoliadas.

Haygreen y Bowyer (1982) mencionan que la madera juvenil ha sido definida como un xilema secundario producido por regiones cambiales que son influenciadas por la actividad en el meristemo apical. Esta definición explica el porqué existe una transición gradual en las propiedades entre la madera juvenil y la madera madura. La madera juvenil es difícil de identificar mediante una observación visual, especialmente en coníferas, aunque diversas características normales son algunas veces modificadas. En latifoliadas, los vasos de la madera juvenil son frecuentemente más pequeños y arreglados de manera diferente a partir de aquellos característicos de una madera madura. Una característica consistente que normalmente se convierte en una variable en la madera juvenil es el tipo de perforaciones en platinas de vasos. Las perforaciones escaleriformes han sido reportadas en la madera juvenil de especies que normalmente tienen vasos con platinas de perforación simple.

## 2.8.2 MADERA DE REACCIÓN

Haygreen y Bowyer (1982), señalan que la madera de reacción en latifoliadas es denominada madera de tensión y en coníferas es llamada madera de compresión, ambas con la función de que el tallo o rama regrese a su posición original. La madera de tensión es de interés para la tecnología de productos forestales, pues su presencia genera propiedades considerablemente diferentes de aquellas que provienen de madera madura normal. Así en la manufactura de productos con madera sólida existe la presencia de superficies vellosas especialmente cuando se procesa en condición verde, lo que produce sobrecalentamiento de los discos y dificultan su acabado; en el secado se observa que tiende a colapsar irreversiblemente; se contrae excesivamente a lo largo del grano, aunque en menor proporción que la madera de compresión, usualmente es de 1% o menos. Respecto a su resistencia mecánica la mayoría de las mediciones resultaron menores a las de una madera normal de similar densidad, en especial en la resistencia a la compresión paralela al grano. Sin embargo en condición seca al aire, la madera de tensión es ligeramente más resistente al impacto que una madera normal. Este comportamiento contradictorio sugiere ser precavidos cuando la resistencia es un factor importante en estructuras de madera.

## 2.9 EFECTOS DE LA SILVICULTURA

Haygreen y Bowyer (1982), indican que la velocidad de crecimiento puede afectar significativamente la densidad. Particularmente ocurre en maderas latifoliadas de porosidad circular y semicircular que tienden a mostrar densidades y dureza crecientes con incrementos en la velocidad de crecimiento. Así mismo, señala que el crecimiento rápido a temprana edad no solo aumenta la proporción de madera juvenil si no también la madera de reacción.

En cuanto a la variación de densidades entre plantaciones de pinos, los mismos autores, señalan que es atribuible más a la edad que a la velocidad de crecimiento y especifican que para maderas latifoliadas esta tendencia se presenta con un aumento rápido de la densidad a través del periodo juvenil y luego se incrementa lenta y constante hasta su madurez. Larson citado por los mismos autores, señala que durante la formación de la madera numerosos factores dentro y fuera del árbol, nos llevan a la variación en tipo, número, forma, estructura física y composición química de los componentes de la madera. Ambos autores, añaden que esto conlleva al tema de calidad de la madera, al que define como una medida de las características de la madera que influyen las propiedades de los productos elaborados a partir de ella.

Herrera (1987), al estudiar Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) y Pumaquiro (*Aspidosperma macrocarpon* Mart.), precisa que la variación en diámetros de troza afectan en relación directa las propiedades físicas y mecánicas; específicamente sobre las densidades básica, anhidra y saturada observándose una tendencia de incremento de las propiedades con el aumento del diámetro de la troza.

Según Arroyo (1983), los tratamientos silviculturales han demostrado tener mayores efectos sobre algunas propiedades de la madera, tales como la manipulación del espacio entre árboles (distancia de siembra y posteriores aclareos) y la estimulación mediante el suministro de nutrientes y agua. A continuación se describen cada una de estas características:

- El tamaño de la copa y el espaciamiento entre árboles de coníferas ha demostrado ser muy importante para controlar la velocidad de crecimiento. Las comparaciones de árboles dominantes, codominantes y dominados ha mostrado que el peso específico aumenta con la

eliminación o aclareo para la misma edad y posición de la muestra en el tallo. Los árboles dominantes presentan mayores diámetros de traqueidas, menores longitudes y más bajos pesos específicos que los árboles dominados. Sin embargo, el espesor de la pared celular es máximo en los árboles codominantes a edades y posiciones similares. Controlando el número de árboles en un sitio es posible regular el espaciamiento entre árboles para producir la velocidad de crecimiento deseada. Por ejemplo, retardando el crecimiento de los árboles jóvenes de plantaciones, se reducirá a un mínimo la columna de madera juvenil y disminuirá la cantidad de material de baja densidad con características anormales o de contracción. El aclareo en parcelas de árboles jóvenes o maduros permite obtener el espaciamiento óptimo de las copas, lo cual produce incremento de las velocidades de crecimiento, aumento en las proporciones de madera temprana y disminución del incremento del peso específico. Por otra parte, el aclareo de parcelas de árboles sobremaduros de muchas coníferas origina un incremento del porcentaje de madera tardía y del peso específico.

- La aplicación de fertilizantes a los árboles en desarrollo puede producir un aumento del crecimiento, si los elementos nutritivos del sitio están por debajo del óptimo para la especie. En general, las velocidades de crecimiento de mediana a rápida, producidas por fertilización o aclareo, originan iguales efectos en las propiedades de la madera.
- Se ha demostrado que el agua disponible, ya sea en forma de lluvia, por riego, o como subterránea, influye en el porcentaje de madera tardía. En casi todas las coníferas, los estudios realizados indican que la humedad óptima durante todo el período de crecimiento estimula la formación de anillos anchos, tanto en la madera temprana como en la tardía, máximo porcentaje de madera tardía y el incremento del peso específico promedio para la misma especie y la misma posición en el tallo. El aumento del porcentaje de madera tardía en esta condición se debe al aumento en la producción de células de paredes gruesas, con diámetros relativamente grandes, en la primera madera tardía formada. El esfuerzo realizado por la escasez de humedad al principio del período de crecimiento, restringe la actividad en la copa del árbol y reduce la producción de auxina, con el consecuente inicio de la formación de madera tardía y el estrechamiento del incremento o anillo de crecimiento. La sequía prolongada durante todo el período de crecimiento también reduce

el porcentaje de madera tardía, porque bajo tales condiciones sólo pueden formarse las células planas de la madera tardía. Sin embargo, no todas las especies de coníferas reaccionan a la humedad de esta manera.

- La ubicación geográfica sumada a los efectos climáticos relativos a la temperatura y precipitación, producen variaciones entre los árboles de una misma especie.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN**

El estudio se realizó en el Laboratorio de Ensayos Tecnológicos de la Madera del Departamento Académico de Industrias Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

#### **3.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **3.2.1 MATERIALES**

Las muestras para el estudio fueron colectadas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y corresponden a 5 árboles de Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), seleccionados al azar, de la plantación demostrativa dentro de la estación experimental Alexander Von Humboldt.

Las muestras fueron recepcionadas en la Universidad Nacional Agraria La Molina en forma de bloques orientados cardinalmente y la preparación de probetas se realizó en el Taller de Trabajabilidad.

Las características de la plantación de Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), proveniente de la Estación Experimental Alexander Von Humboldt son:

- Código: 202
- Año de Plantación: 1984
- Tipo de Plantación: Campo abierto.
- Fisiografía y Suelo: Plana a ondulada y suelos principalmente de tipo acrisol.
- Área Plantada: 1 hectárea, espaciamiento entre plantas de 5 x 5 metros. 400 plantas/ha
- Vegetación anterior: El terreno utilizado fue un campo de cultivo con 7 años de abandono.
- Establecimiento: Plantones con pan de tierra.
- Mantenimiento: En los primeros años se realizaron limpiezas y un raleo.

### 3.2.2 EQUIPOS Y ACCESORIOS

Para la preparación de las probetas de los ensayos físicos y mecánicos se emplearon maquinas y herramientas de carpintería tales como:

- Garlopa
- Sierra de cinta
- Sierra circular
- Sierra radial
- Taladro
- Wincha
- Escuadra
- Lupa de 10x

- Cuchilla
- Lápiz de cera

En la determinación de las propiedades físicas de densidad básica y contenido de humedad se utilizaron:

- Balanza digital con precisión de 0,05 g
- Campanas desecadoras de humedad provistas de silicagel
- Estufas eléctricas “Mettler” de hasta 220 °C
- Pinzas

Para la determinación de contracción tangencial y radial se utilizaron:

- Micrómetros digitales “Mitutoyo” de rangos de 25 a 50 mm y de 75 a 100 mm; con una precisión de 0,001 mm
- Vernier digital “Mitutoyo” con precisión de 0.01 mm

Para los ensayos mecánicos y para la obtención de probetas de humedad se utilizó:

- Prensa de ensayos universal “Tinius Olsen” y accesorios
- Equipo probador de tenacidad “Wiedemann Baldwin”
- Paquímetro digital “Mitutoyo” con precisión de 0.01 mm
- Sierra circular portátil

Para el registro de información:

- Cámara Panasonic “Lumix”
- Formatos diseñados para la toma de datos
- Computadora Pentium IV con software apropiado Microsoft Word, Excel y Minitab 15.0
- Scanner

### **3.3 METODOLOGÍA**

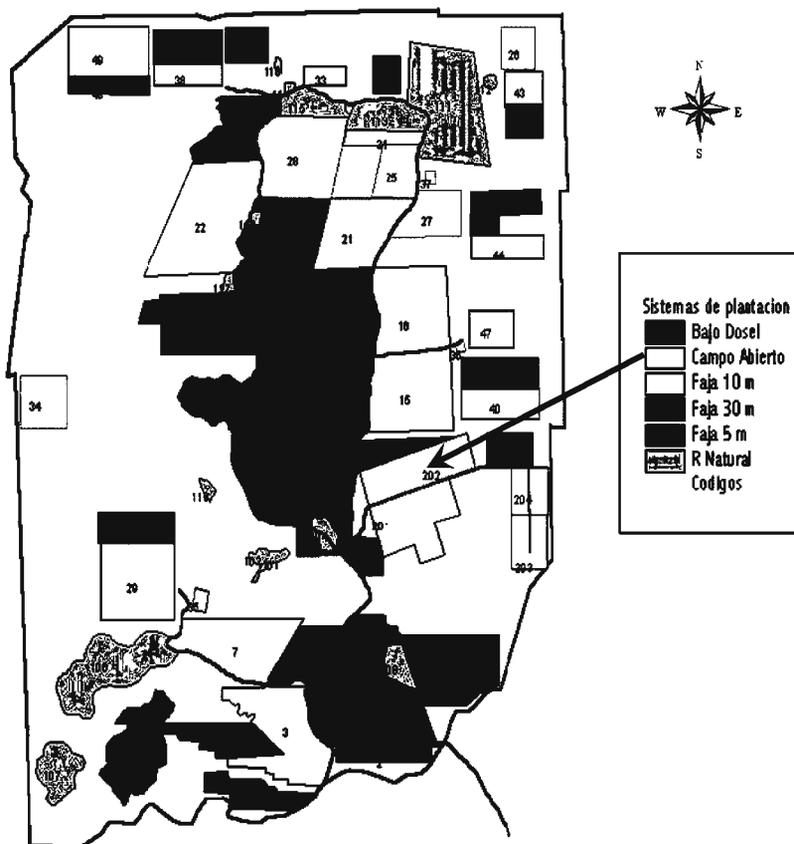
#### **3.3.1 UBICACIÓN DE LA ZONA**

La Estación Experimental Alexander Von Humboldt (Fig. 3) se encuentra dentro del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt, a 225 msnm y 86 km de la ciudad de Pucallpa; entre 8°31'00 – 8°50'30 Latitud Sur y 74°14'27 – 74°55'10 Longitud Oeste. Políticamente pertenece al Departamento de Ucayali, Provincia de Padre Abad y Distrito de Irazola. Geográficamente pertenece a la Cuenca del Río Amazonas.

#### **3.3.2 COLECCIÓN Y SELECCIÓN DE MUESTRAS**

La colección de las muestras de madera fue realizada por el INIA – Pucallpa, de acuerdo a lo especificado en la norma American Society for Testing and Materials (ASTM) Designación: D5536 – 94 (Reapproved 2004) Standard Test Methods for Sampling Forest Trees Determination of Clear Wood Properties. De cada árbol se extrajo la cantidad de trozas según la altura comercial. En el cuadro 3 se muestran los diámetros de las trozas, de ocho pies de longitud, extraídas de cada árbol en el año 2007.

**Área experimental de los Sistemas de Plantaciones ensayados  
en la Estación Experimental Alexander von Humboldt.**



**Figura 3** Área de la Estación Experimental Alexander von Humboldt.

**Fuente:**

*INIA (2007), Informe Técnico-Científico de la evaluación de las plantaciones seleccionadas según el sistema de plantaciones empleado, tipo de suelo y topografía.*

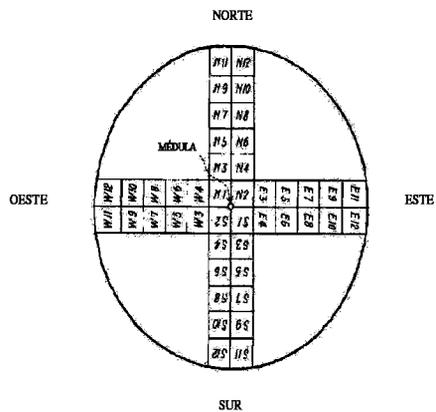
**Cuadro 3** Características morfológicas de los árboles extraídos de la Estación Experimental del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt.

02	63,7	35,2	recto	10,0	2	Central	60,0	56,0	57,5	54,0	
55	61,8	28,2	Poco sinuoso	10,0	2	Central	58,5	59,5	53,0	55,0	
83	55,7	32,0	recto	8,0	2	Central	52,0	52,0	49,5	48,0	
97	59,5	32,5	recto	9,0	2	Central	52,0	51,0	57,0	55,0	
101	54,1	31,3	Poco sinuoso	10,0	1	Central	51,5	52,0	49,0	51,5	
					2	Central	52,0	52,0	53,0	51,0	
					3	Central	48,5	47,0	52,0	52,0	

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.3.3 TRANSFORMACIÓN DE LAS TROZAS A LISTONES

De acuerdo a la norma (ASTM) Designación: D5536 – 94 (2004), las trozas fueron marcadas, codificadas y aserradas longitudinalmente, obteniendo de cada troza tres tablonces de madera de cinco pulgadas de espesor por cuatro pies de longitud y ancho variable, los cuales fueron recepcionados en la UNALM y transformados a listones, para la preparación de probetas en el Laboratorio de Procesamiento de la madera del Departamento Académico de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el esquema del método de marcado de listones se ilustra en la Figura N° 4.



**Figura 4** Método de corte para las trozas y arado de listones.

### 3.3.4 CODIFICACIÓN DE LISTONES

Cada listón se identificó con un código compuesto por:

- Tipo de Plantación (Tratamiento): 202
- Número de árbol: 02, 55, 83, 97, 101
- Troza (Posición Basal - Copa): 1, 2, 3
- Orientación: Norte (N), Sur (S), Este (E), Oeste (W)
- Listón (Posición Médula – Corteza): 1, 2, 3, 4, 5, 6
- Subtroza: A, B, C, D, E

### 3.3.5 ENSAYOS EXPERIMENTALES

#### A) PROPIEDADES FÍSICAS

La determinación de estas propiedades se realizaron de acuerdo a lo estipulado por la Norma (ASTM) Designación: D143 – 94 (2000)- “Standard Test Methods for small Clear Specimens of Timber”. El número de probetas totales se muestran en los cuadros 4 y 5.

#### B) PROPIEDADES MECÁNICAS

La determinación de estas propiedades se realizó en condición seca al aire y se ciñeron a lo estipulado en la norma ASTM D143 – 94 (2000).

El número de probetas totales se muestran en los cuadros 4 y 5.

**Cuadro 4** Ensayos y Número de Probetas para el análisis por altura del árbol seleccionado.

Ensayos	Árbol 101					Total por ensayo
	A	B	C	D	E	
Contracción Radial	3	4	4	4	8	23
Contracción Tangencial	3	4	4	8	8	27
Contracción Volumétrica/Densidad	3	3	4	2	6	18
Flexión Estática	5	3	5	5	9	27
Compresión Paralela	9	7	9	9	8	42
Compresión Perpendicular	3	1	3	2	4	13
Dureza	1	2	2	4	4	13
Tensión Perpendicular	8	4	6	6	8	32
Clivaje	6	6	6	4	8	30
Cizallamiento	4	8	6	6	6	30
Extracción de Clavos	3	3	3	3	6	18
Tenacidad	14	20	27	23	25	109
<b>Total por Altura</b>	<b>62</b>	<b>65</b>	<b>79</b>	<b>76</b>	<b>100</b>	<b>382</b>

**Cuadro 5** Ensayos y Número de Probetas para el análisis de la especie.

<i>Ensayos</i>	<i>Árbol</i>					<i>Total por ensayo</i>
	<i>02</i>	<i>55</i>	<i>83</i>	<i>97</i>	<i>101</i>	
Contracción Radial	8	13	8	4	8	41
Contracción Tangencial	4	12	4	12	12	44
Contracción Volumétrica/Densidad	7	6	6	7	6	32
Flexión Estática	10	12	11	11	10	54
Compresión Paralela	18	19	20	17	18	92
Compresión Perpendicular	5	5	7	4	5	26
Dureza	5	7	5	6	6	29
Tensión Perpendicular	10	10	14	12	12	58
Clivaje	10	10	14	12	10	56
Cizallamiento	10	10	14	12	12	58
Extracción de Clavos	5	6	6	6	6	29
Tenacidad	32	32	38	32	50	184
<b>Total por Árbol</b>	124	142	147	135	155	703

### 3.3.6 PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los datos se ordenaron e ingresaron para procesarlos mediante software Microsoft Excel para Windows y para el análisis estadístico de los resultados, se utilizó el programa Minitab 15.0.

Se realizó un análisis básico de los datos, antes de la ejecución del análisis propiamente dicho; es decir, se elaboraron cuadros y gráficos, así como la obtención de medidas estadísticas descriptivas: media, intervalos de confianza ( $\alpha = 0,05$ ) y coeficiente de variación.

#### *A) ANÁLISIS A DIFERENTES ALTURAS*

El análisis, se realizó sobre cinco alturas A, B, C, D, y E, de nivel basal a nivel apical respectivamente, la figura 5 detalla la posición de estas alturas en el árbol.

Se realizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) para el Análisis de Variancia, con pruebas paramétricas, si se cumplían los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad de los errores y pruebas no paramétricas, si es que al menos uno de los dos supuestos anteriores no se cumplían; si el DCA resultaba significativo, en las pruebas paramétricas, se utilizó la prueba Tukey y en las no paramétricas la prueba Kruskal-Wallis para comparar promedios a diferentes alturas.

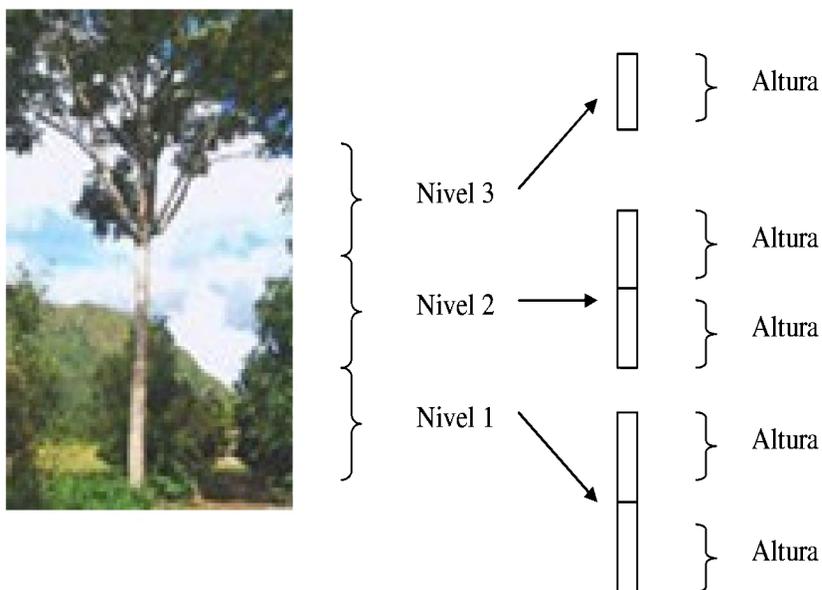
#### *B) ANÁLISIS PARA LA ESPECIE.*

El análisis de la variancia para la especie, se realizó considerando tres posiciones a, b y c, desde la médula hacia la corteza en el nivel transversal del árbol. La figura 6 detalla estas posiciones.

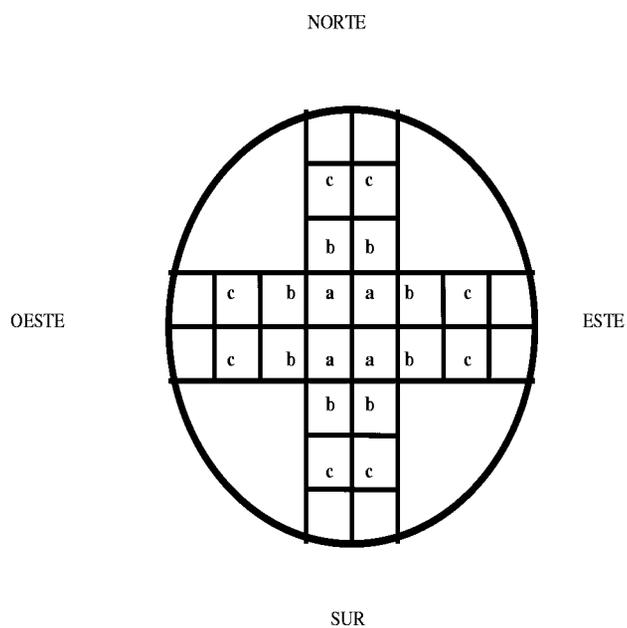
Al igual que en el análisis a diferentes Alturas, también se realizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) para el Análisis de Variancia, con pruebas paramétricas, y no paramétricas según se cumplieran o no los supuestos; si el DCA resultaba significativo, en las pruebas paramétricas, se realizó la prueba Tukey y en las no paramétricas la prueba Kruskal-Wallis para poder comparar promedios.

### *C) ANÁLISIS DE REGRESIÓN*

Se realizó el análisis de regresión entre la densidad básica como variable independiente, con los ensayos de Contracción radial, tangencial, longitudinal y volumétrica como variables dependientes, y entre el Peso Específico como variable independiente, con los ensayos de Flexión Estática (Esfuerzo al límite proporcional, Módulo de ruptura y Módulo de elasticidad), Compresión Paralela (Esfuerzo al límite proporcional, Resistencia máxima y Módulo de elasticidad), Compresión Perpendicular (Esfuerzo al límite proporcional) y Dureza (lados y extremos) como variables dependientes; obteniéndose las respectivas ecuaciones y los coeficientes de correlación y determinación.



**Figura 5** Alturas respecto a la Posición de la sub-troza en el árbol.



(a) Listones N1, N2, S1, S2; (b) Listones N3, N4, S3, S4, E3, E4, W3, W4; (c) Listones N5, N6, S5, S6, E5, E6, W5, W6.

**Figura 6** Posiciones de médula a corteza.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

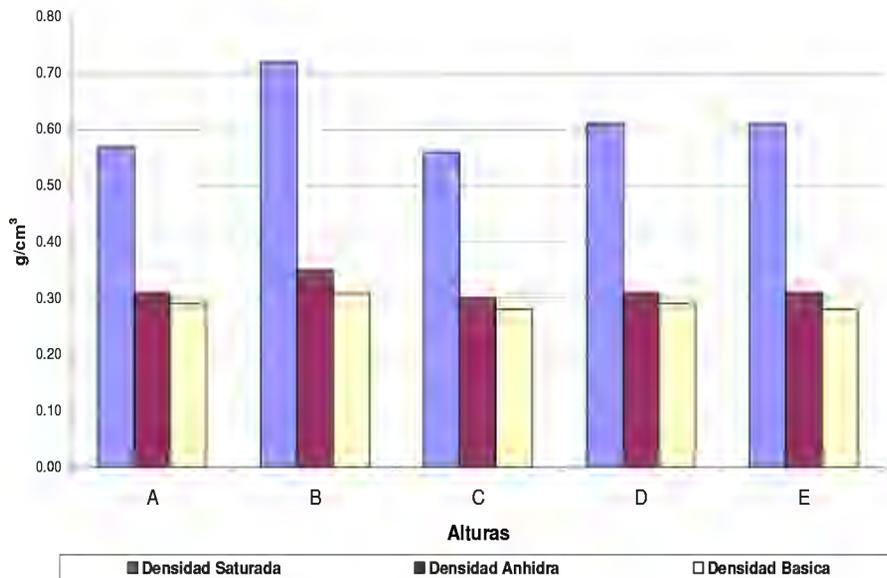
### **4.1 PROPIEDADES FÍSICAS**

Los resultados de las propiedades físicas obtenidas para cinco alturas diferentes estudiadas en el árbol seleccionado al azar se presentan en el cuadro 6, que incluye los promedios rangos y coeficientes de variación de las propiedades. Nótese que la contracción longitudinal presenta los más altos coeficientes de variación y una distribución no normal. Esto podría ser causado por la probable presencia de madera juvenil que implica una mayor inclinación de las microfibrillas, acentuada por la dimensión de la muestra. En las figuras 7 y 8 se ilustran las diferencias en las propiedades físicas entre las alturas. Los detalles de los valores experimentales se incluyen en el anexo 4.

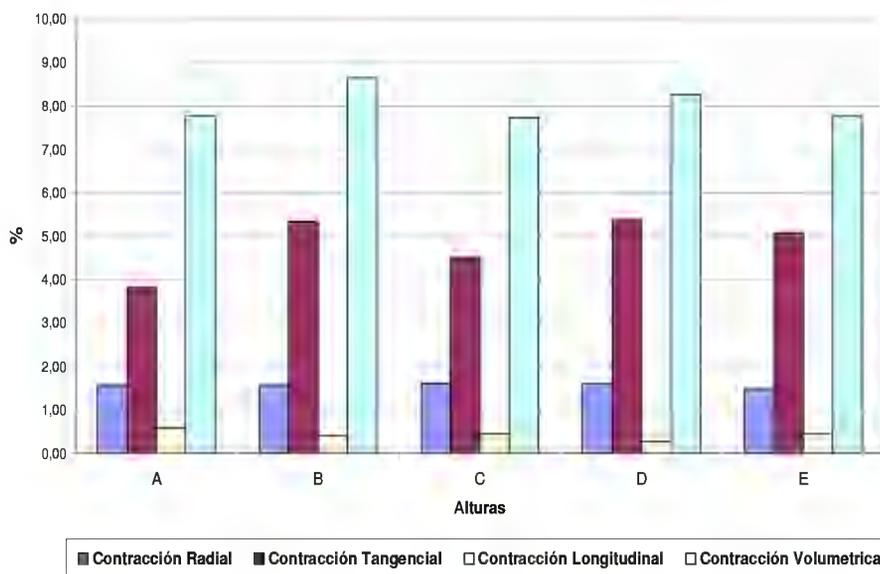
Con respecto a la variación en sentido longitudinal de la densidad básica y contracción volumétrica, los resultados muestran para ambas una tendencia irregular. El análisis de variancia correspondiente no encuentra diferencias significativas para estas propiedades.

Los resultados obtenidos a nivel longitudinal indican que no hay diferencias en el comportamiento de las variables estudiadas.





**Figura 7** Valores promedio de Densidad para cada una de las Alturas de un árbol.



**Figura 8** Valores promedio de Contracción para cada una de las Alturas de un árbol.

Para la especie, la tendencia de los resultados de las propiedades anteriores muestran en sentido radial que la densidad básica disminuye desde la médula hacia la corteza y para la contracción volumétrica sucede lo contrario (cuadro 7). Sin embargo, el análisis de variancia respectivo no encuentra diferencias significativas. En las figuras 9 y 10 se ilustran las diferencias en las propiedades físicas de acuerdo al sentido radial. Los detalles de los valores experimentales se incluyen en el anexo 4.

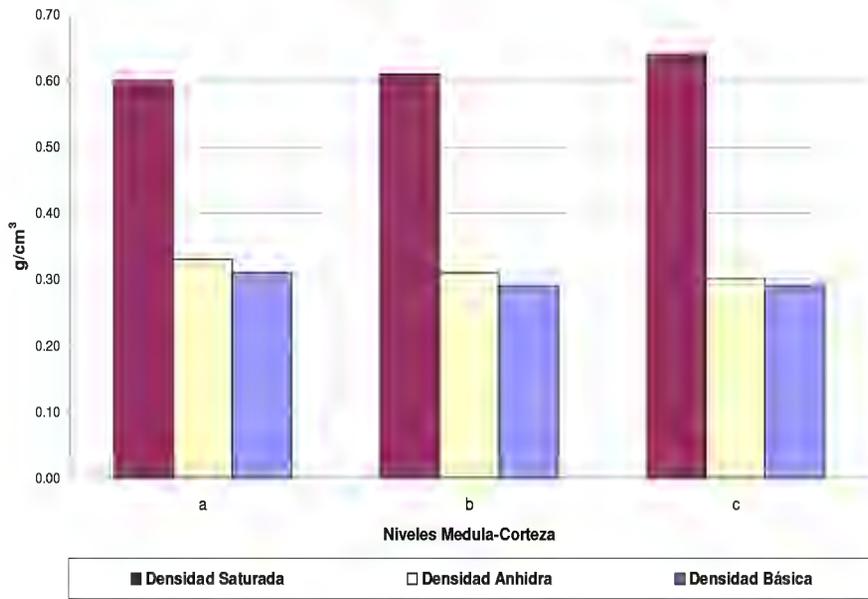
En el cuadro 8 se presentan los promedio totales, intervalos de confianza y coeficientes de variación de la especie. Nótese que el coeficiente de variación de la contracción longitudinal también alcanza un alto valor (68,21%).

Los resultados obtenidos permiten clasificar a la especie como una madera de muy baja densidad básica y de contracción volumétrica baja. Su comportamiento es similar a nivel longitudinal y radial.

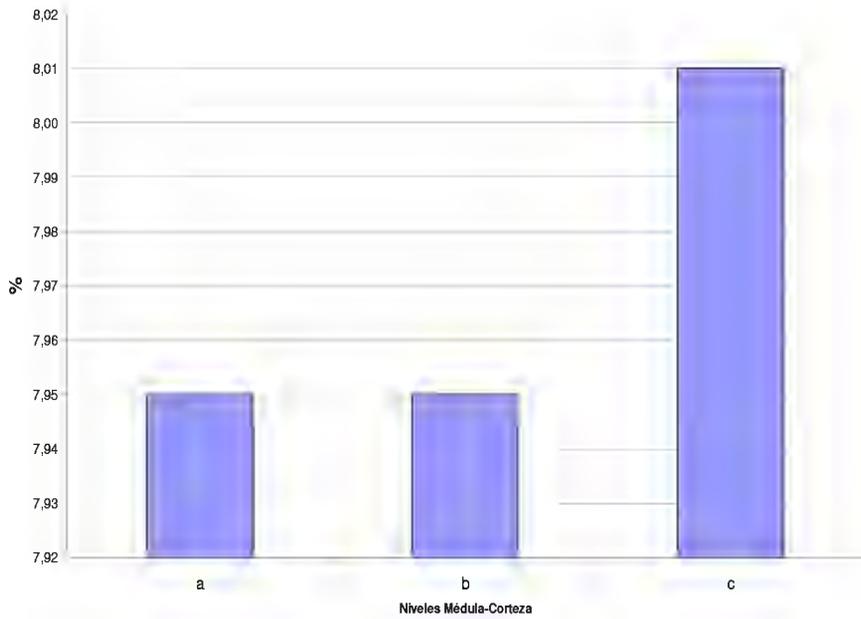
En relación a la variación de las propiedades físicas los mayores coeficientes de variación se presentan entre árboles a excepción de la contracción volumétrica. Estos coeficientes comparados con los propuestos por Wood Handbook (1974) son menores excepto en la densidad básica. El cuadro 9 ilustra estos resultados.

Los resultados demuestran que la densidad básica no es un buen estimador de los cambios dimensionales totales, que se pone de manifiesto por bajos valores de los coeficientes de determinación encontrados. El cuadro 10 muestra estos resultados.





**Figura 9** Valores promedio de Densidad en sentido radial.



**Figura 10** Valores promedio de Contracción Volumétrica en sentido radial.

**Cuadro 8** Valores Promedio, intervalos de confianza y coeficientes de Variación para la especie.

Densidad					
a) Saturada	g/cm <sup>3</sup>	0,61	0,57	0,65	13,88
c) Anhidra	g/cm <sup>3</sup>	0,31	0,30	0,39	11,98
d) Básica		0,29	0,28	0,30	10,90
Contracción					
a) Radial	%	1,67	1,63	1,70	6,99
b) Tangencial	%	4,87	4,74	5,00	8,67
c) Longitudinal	%	0,35	0,30	0,40	68,21
d) Volumétrica	%	7,76	7,53	7,99	8,09
Relación T/R		2,92			

**Cuadro 9** Coeficientes de Variación de las propiedades físicas.

Densidad				
a) Saturada	28,82	13,85	13,88	
c) Anhidra	22,69	9,83	11,98	
d) Básica	19,91	8,81	10,90	10,00
Contracción				
a) Radial	12,23	6,14	6,99	15,00
b) Tangencial	15,20	7,69	8,67	14,00
c) Longitudinal	97,87	66,37	68,21	
d) Volumétrica	3,53	8,56	8,09	16,00

**Cuadro 10** Ecuaciones y coeficiente de determinación entre los cambios dimensionales y la densidad básica.

<i>Propiedades Físicas</i>		<i>Ecuaciones</i>	<i>R<sup>2</sup></i>
Contracción Radial	1	$Y = 1,31 + 1,26 X$	3,0
	2	$Y = -5,167 + 47,03 X - 80,61 X^2$	8,1
	3	$Y = -4,34 + 38,1 X - 49 X^2 - 38 X^3$	8,1
Contracción Tangencial	1	$Y = 3,77 + 3,75 X$	9,4
	2	$Y = -17,77 + 141,4 X - 215,8 X^2$	36,4
	3	$Y = 53,86 - 560,7 X + 2058 X^2 - 2429 X^3$	38,6
Contracción Longitudinal	1	$Y = 0,413 - 0,234 X$	0,1
	2	$Y = 2,534 - 13,94 X + 21,85 X^2$	1,1
	3	$Y = 22,75 - 213 X + 669,3 X^2 - 694,7 X^3$	1,7
Contracción Volumétrica	1	$Y = 6,91 + 2,72 X$	1,9
	2	$Y = 2,756 + 28,99 X - 40,69 X^2$	3,3
	3	$Y = -97,89 + 1022 X - 3254 X^2 + 3400 X^3$	11,1

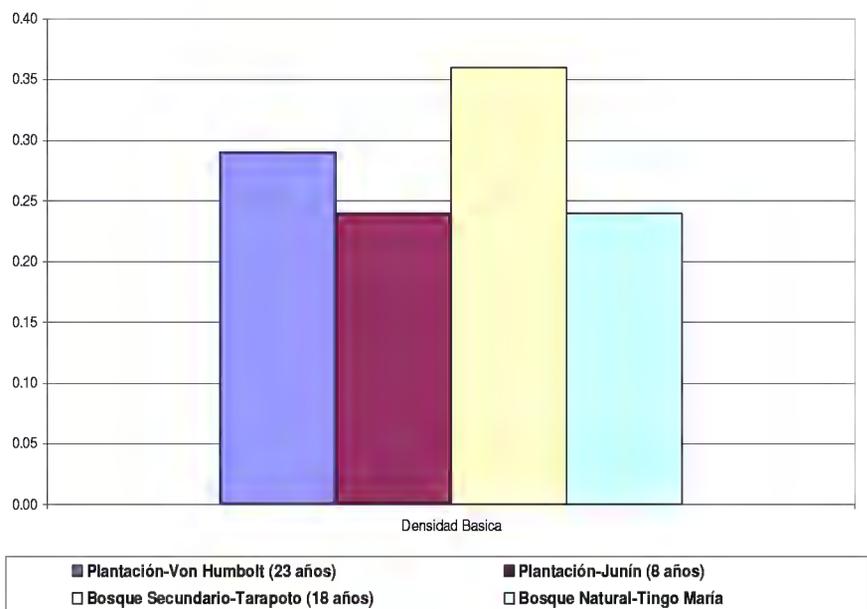
1: Ecuación lineal    2: Ecuación Cuadrática    3: Ecuación Cúbica

Y: Contracción    X: Densidad Básica

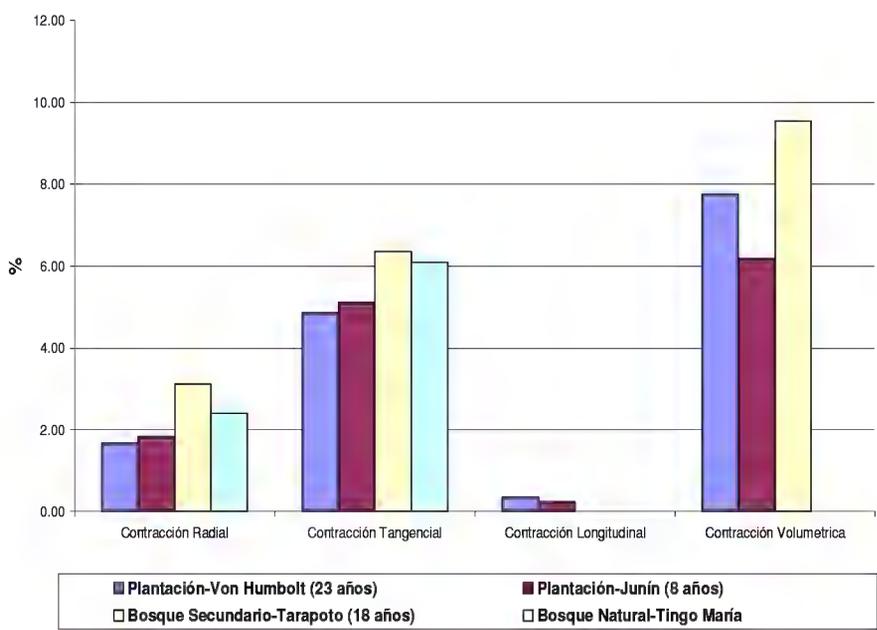
La especie en estudio presenta una densidad básica superior a la Plantación de Junín de 8 años, probablemente influenciada por la edad y a la de bosque natural de Tingo María; pero inferior al reportado por CEDISA para bosque secundario de Tarapoto, que se desarrollan en fincas con suelos franco arenos arcillosos y terreno inclinado, condiciones más óptimas para la especie. Las figuras 11 y 12 ilustran estas diferencias.

En relación a los cambios dimensionales la especie en estudio tiene un comportamiento similar con la madera de plantación de Junín en contracción radial, tangencial y relación T/R: 2,92 y 2,80 respectivamente. Dichos valores indican una mayor tendencia a que la madera desarrolle defectos de secado. En contracción longitudinal (0,35%) es mayor a las normales (0,1 a 0,2%), esto podría explicarse por la mayor inclinación de las microfibrillas en la madera juvenil, mientras que la contracción volumétrica es mayor a la de plantación de Junín pero inferior a la madera de bosques secundarios. En consecuencia la especie en estudio es menos estable que las de bosques secundarios y natural. La figura 11 ilustra estas diferencias.

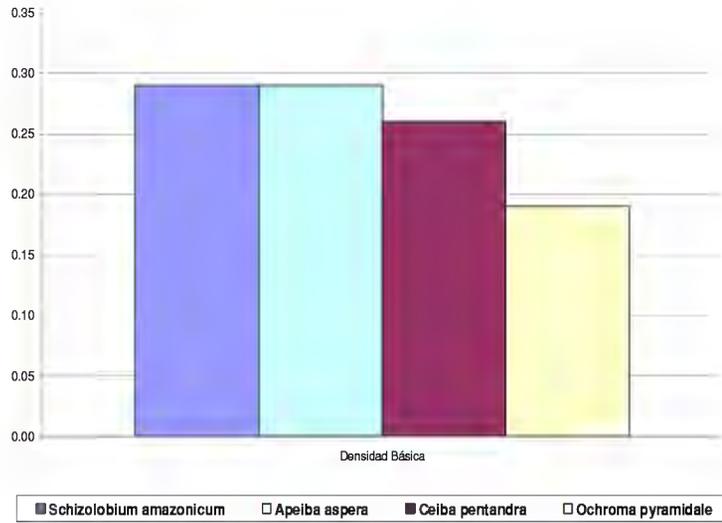
La especie en estudio comparada con madera de similar densidad de bosque natural, pese a tener mayor densidad básica muestra un menor cambio dimensional pero mayor relación T/R que indica una madera más inestable, las figuras 13 y 14 ilustran esta comparación.



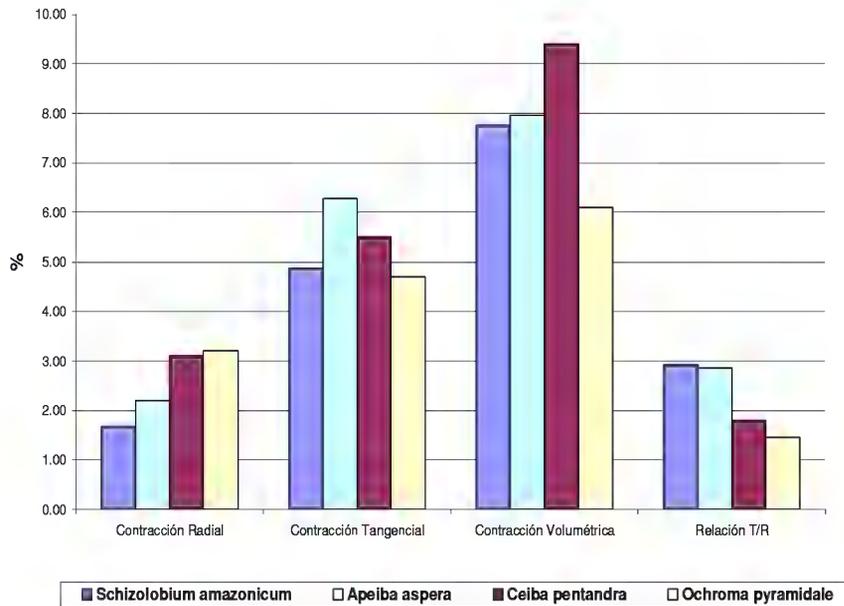
**Figura 11** Comparación de la Densidad en Plantación, Bosque Secundario y Bosque Natural.



**Figura 12** Comparación de los cambios dimensionales en Plantación, Bosques Secundario y Bosque Natural.



**Figura 13** Comparación de Densidad del Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum*) con otras especies de similar densidad provenientes de bosque natural.



**Figura 14** Comparación de los cambios dimensionales del Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum*) con otras especies de similar densidad provenientes de bosque natural.

## 4.2 PROPIEDADES MECÁNICAS

Los resultados de las propiedades mecánicas obtenidas para cinco alturas diferentes estudiadas que incluyen los promedios, rangos y coeficientes de variación, se presentan en el cuadro 11 y la figura 15 ilustra los resultados experimentales.

El análisis estadístico, que se muestra en el cuadro 12, sólo encontró diferencias significativas para dureza (extremos) y tenacidad; identificándose mediante la prueba de comparación de promedios que en dureza el nivel A difiere significativamente de los niveles C, D y E; y en tenacidad se muestra un comportamiento irregular, probablemente explicado por la presencia de madera quebradiza y el alto coeficiente de variabilidad (50,6%). Los detalles de los valores experimentales se incluyen en el anexo 5.

En relación a las propiedades mecánicas para la especie, los resultados muestran una tendencia decreciente de la médula hacia la corteza, tal como se aprecia en el cuadro 13 y se ilustra en la figura 16. Sin embargo el análisis de variancia evidencia diferencias significativas sólo en flexión estática: esfuerzo al límite proporcional y módulo de ruptura, estableciendo la prueba de comparación de medias que el nivel c difiere de los niveles a y b. Este comportamiento probablemente se explique por la mayor presencia de madera quebradiza y la presencia incipiente de hongos en el nivel c. El cuadro 14 ilustra los resultados del análisis de variancia. En el cuadro 15 se incluyen los valores promedios, intervalos de confianza y coeficiente de variación para la especie.

**Cuadro 11** Promedios, Rangos y Coeficientes de Variación de las Propiedades Mecánicas para cada una de las Alturas de un árbol.

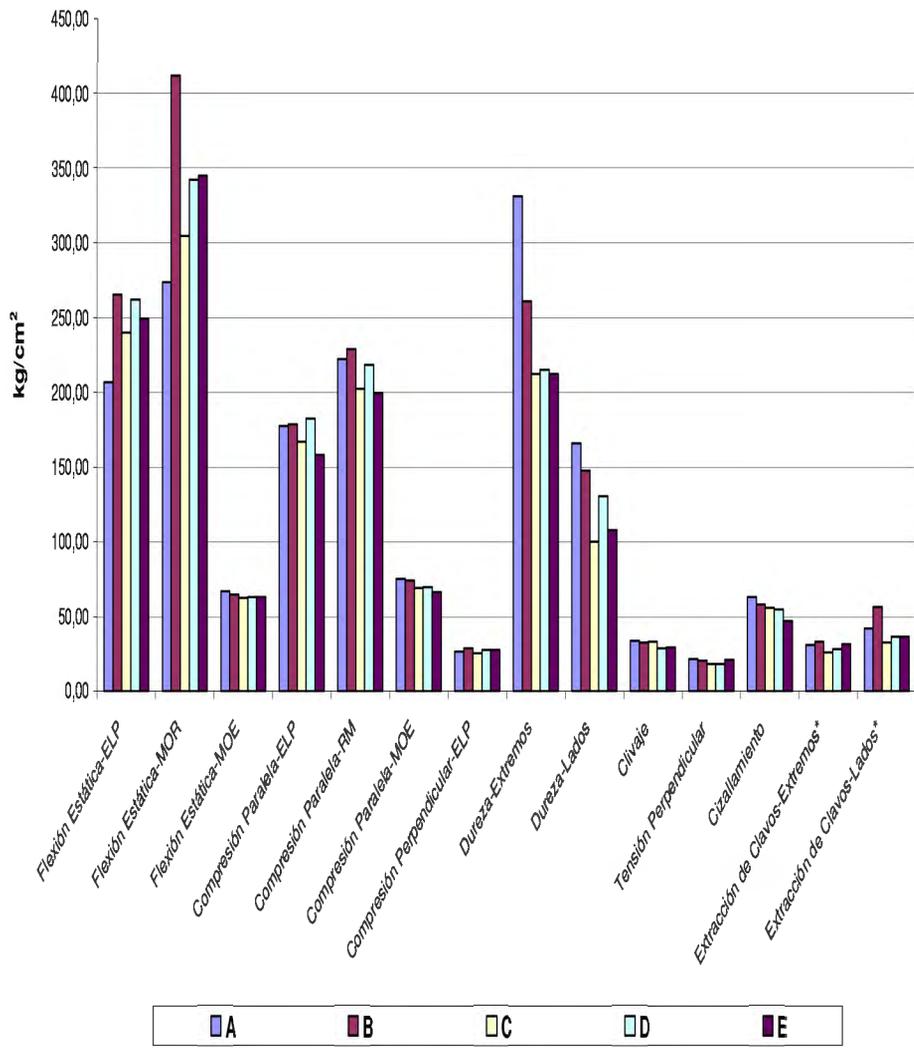
<i>Propiedades Mecánicas</i>	<i>Árbol 101</i>						
	<i>Unidades</i>	<i>Alturas</i>	<i>Promedio</i>	<i>Rango</i>		<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	<i>CH%</i>
				<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>		
<b>Flexión Estática</b>							
a) ELP	kg/cm <sup>2</sup>	A	206,80	115,30	265,60	27,51	15,34
		B	265,43	246,51	277,05	6,23	15,35
		C	239,89	230,85	257,54	4,66	15,08
		D	262,10	226,80	303,20	10,79	15,09
		E	248,94	223,32	287,66	9,08	15,44
b) MOR	kg/cm <sup>2</sup>	A	273,60	155,60	419,80	35,27	15,34
		B	411,40	389,30	429,20	4,93	15,35
		C	304,40	284,00	353,80	9,25	15,08
		D	342,00	267,20	410,70	19,60	15,09
		E	344,60	263,40	419,50	14,65	15,44
c) MOE x 10 <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	A	66,963	61,456	71,355	6,03	15,34
		B	64,645	61,213	70,585	7,99	15,35
		C	62,766	57,998	69,644	7,51	15,08
		D	63,226	59,194	66,714	4,64	15,09
		E	63,326	57,045	76,372	9,11	15,44
<b>Compresión Paralela</b>							
a) ELP	kg/cm <sup>2</sup>	A	177,73	106,12	204,62	16,75	15,70
		B	178,74	159,12	196,78	7,88	14,40
		C	167,17	138,97	192,28	11,58	14,17
		D	182,69	149,88	221,84	13,84	14,23
		E	158,10	107,16	194,04	13,30	14,21
b) RM	kg/cm <sup>2</sup>	A	222,10	132,60	272,20	17,76	15,70
		B	229,02	200,06	266,31	11,18	14,40
		C	202,16	170,23	220,25	8,17	14,17
		D	218,46	183,98	260,00	11,79	14,23
		E	199,69	160,75	225,13	9,05	14,21
c) MOE x 10 <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	A	75,025	52,224	91,124	15,10	15,70
		B	74,115	54,168	92,379	18,79	14,40
		C	68,980	61,244	77,047	7,84	14,17
		D	69,600	59,049	76,168	8,53	14,23
		E	66,445	46,097	85,467	11,91	14,21

**Cuadro 11** Promedios, Rangos y Coeficientes de Variación (continuación)

<i>Propiedades Mecánicas</i>	<i>Árbol 101</i>						
	<i>Unidades</i>	<i>Alturas</i>	<i>Promedio</i>	<i>Rango</i>		<i>Coficiente de Variación (%)</i>	<i>CH%</i>
				<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>		
Compresión Perpendicular							
a) ELP	kg/cm <sup>2</sup>	A	26,61	25,40	29,02	7,87	14,83
		B	29,02	29,02	29,02	*	14,26
		C	25,40	21,77	27,21	12,37	13,75
		D	28,12	25,40	30,84	13,69	13,79
		E	28,12	25,40	30,84	8,33	13,43
Dureza							
a) Extremos	kg/cm <sup>2</sup>	A	331,12	331,12	331,12	*	13,62
		B	260,80	240,40	281,20	11,07	13,33
		C	212,05	208,65	215,46	2,27	12,52
		D	214,90	179,20	244,90	13,96	11,92
		E	212,10	188,20	251,70	13,00	12,87
b) Lados	kg/cm <sup>2</sup>	A	165,56	165,56	165,56	*	13,62
		B	147,42	141,75	153,09	5,44	13,33
		C	100,40	85,00	115,70	21,57	12,52
		D	130,70	88,50	157,60	22,92	11,92
		E	108,01	89,58	123,60	16,81	12,87
Tenacidad	kg - m	A	0,30	0,02	0,63	59,52	15,21
		B	0,44	0,16	0,65	36,03	15,20
		C	0,38	0,06	0,64	50,62	15,16
		D	0,38	0,13	0,63	38,98	15,15
		E	0,26	0,02	0,62	57,94	15,16
Clivaje	kg/cm	A	33,57	25,65	37,97	14,35	12,81
		B	32,90	28,31	37,10	11,13	12,79
		C	33,20	25,78	39,12	17,03	12,78
		D	28,65	20,03	36,66	24,74	12,59
		E	29,19	21,01	37,35	16,01	12,35
Tensión Perpendicular	kg/cm <sup>2</sup>	A	21,45	11,92	31,80	30,49	13,00
		B	20,66	18,09	25,55	16,29	12,95
		C	18,12	13,50	24,40	20,02	12,92
		D	18,45	6,68	24,05	36,52	13,25
		E	20,95	13,87	31,20	23,86	13,14

**Cuadro 11** Promedios, Rangos y Coeficientes de Variación (continuación)

Cizallamiento	kg/cm <sup>2</sup>	A	63,11	57,20	67,84	7,00	11,76
		B	57,92	38,82	82,78	22,76	11,65
		C	56,07	46,16	62,58	13,06	10,98
		D	54,71	44,90	75,82	20,98	11,72
		E	46,97	25,70	64,39	24,65	12,09
Extracción de Clavos							
a) Extremos	kg	A	30,77	28,46	35,04	12,03	13,14
		B	33,20	25,31	41,19	23,92	13,48
		C	26,27	23,93	30,50	13,98	13,51
		D	28,26	18,37	37,87	34,55	12,83
		E	31,56	25,63	48,76	27,23	13,00
b) Lados	kg	A	42,37	35,04	47,91	15,62	13,14
		B	56,70	28,35	72,30	43,37	13,48
		C	32,56	30,16	35,55	8,42	13,51
		D	36,65	19,23	46,99	41,44	12,83
		E	36,31	26,08	53,30	25,81	13,00



**Figura 15** Promedios para las Propiedades Mecánicas para cada una de las alturas de un árbol.

\* kg/clavo

**Cuadro 12** Análisis de Variancia para los niveles de altura de la Plantación de Pino Chuncho.

Flexión Estática		
a) ELP	N.S.	
b) MOR	N.S.	
c) MOE x 10 <sup>3</sup>	N.S.	
Compresión Paralela		
a) ELP	N.S.	
b) RM	N.S.	
c) MOE x 10 <sup>3</sup>	N.S.	
Compresión Perpendicular		
a) ELP	N.S.	
Dureza		
a) Extremos	*	A__B D C E _____
b) Lados	N.S.	
Tenacidad	*	B__D__C A E _____ _____
Clivaje	N.S.	
Tensión Perpendicular	N.S.	
Cizallamiento	N.S.	
Extracción de Clavos		
a) Extremos	N.S.	
b) Lados	N.S.	

**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.

Propiedades Mecánicas	Unidades	Nivel Medula - Corteza	Promedio	Rango		Coeficiente de Variación (%)	CH%
				Mínimo	Máximo		
Flexión Estática							
a) ELP	kg/cm <sup>2</sup>	a	270,24	249,49	290,71	5,75	15,30
		b	263,00	254,31	277,13	3,29	15,19
		c	217,10	171,10	242,00	12,87	15,15
b) MOR	kg/cm <sup>2</sup>	a	376,50	343,50	418,70	8,78	15,30
		b	334,10	305,60	373,40	8,51	15,19
		c	266,50	198,30	311,50	18,27	15,15
c) MOE x 10 <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	a	60,919	57,041	63,478	4,02	15,30
		b	60,355	52,960	67,402	8,84	15,19
		c	60,040	55,171	63,958	5,77	15,15
Compresión Paralela							
a) ELP	kg/cm <sup>2</sup>	a	181,75	164,31	216,84	11,49	14,27
		b	181,09	172,16	191,24	4,70	13,99
		c	174,94	161,77	189,80	5,80	14,24
b) RM	kg/cm <sup>2</sup>	a	225,90	198,30	258,70	11,66	14,27
		b	224,41	208,11	244,94	7,04	13,99
		c	222,22	212,45	235,79	4,75	14,24
c) MOE x 10 <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	a	67,867	64,478	73,350	5,75	14,27
		b	66,162	59,985	76,129	10,23	13,99
		c	68,900	62,087	73,705	6,91	14,24
Compresión Perpendicular							
a) ELP	kg/cm <sup>2</sup>	a	33,56	25,40	40,82	17,31	13,37
		b	33,38	23,58	56,23	42,38	14,30
		c	25,64	20,86	29,02	13,79	13,52
Dureza							
a) Extremos	kg/cm <sup>2</sup>	a	262,20	192,80	340,20	21,54	12,96
		b	227,90	190,50	258,50	14,41	12,59
		c	229,80	196,20	253,30	10,48	12,79
b) Lados	kg/cm <sup>2</sup>	a	150,60	100,90	212,10	32,38	12,96
		b	129,46	110,56	151,58	15,46	12,59
		c	137,63	129,84	147,42	4,58	12,79
Tenacidad	kg - m	a	0,44	0,32	0,58	21,83	15,23
		b	0,34	0,17	0,47	33,21	15,16
		c	0,33	0,19	0,39	26,28	15,22

**Cuadro 13** Valores de las Propiedades Mecánicas, Rango y Coeficiente de Variación  
(continuación)

<i>Propiedades Mecánicas</i>	<i>Unidades</i>	<i>Nivel Medula - Corteza</i>	<i>Promedio</i>	<i>Rango</i>		<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	<i>CH%</i>
				<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>		
Clivaje	kg/cm	a	32,97	27,11	38,93	16,91	11,47
		b	34,09	31,22	40,45	10,70	12,30
		c	29,16	23,27	33,86	13,70	12,48
Tensión Perpendicular	kg/cm <sup>2</sup>	a	22,47	13,79	30,93	28,09	12,57
		b	20,65	18,12	24,67	13,82	12,68
		c	20,14	16,64	23,14	11,65	12,72
Cizallamiento	kg/cm <sup>2</sup>	a	50,95	40,21	66,85	19,18	11,94
		b	60,34	56,07	66,58	7,17	11,59
		c	54,75	50,63	61,93	8,40	11,48
Extracción de Clavos							
a) Extremos	kg	a	35,57	24,61	47,01	22,98	13,17
		b	32,63	30,14	35,19	6,14	13,18
		c	30,10	21,55	37,52	19,15	12,66
b) Lados	kg	a	34,47	30,39	38,90	11,19	13,17
		b	31,50	26,76	37,76	16,34	13,18
		c	27,93	22,23	35,15	18,64	12,66

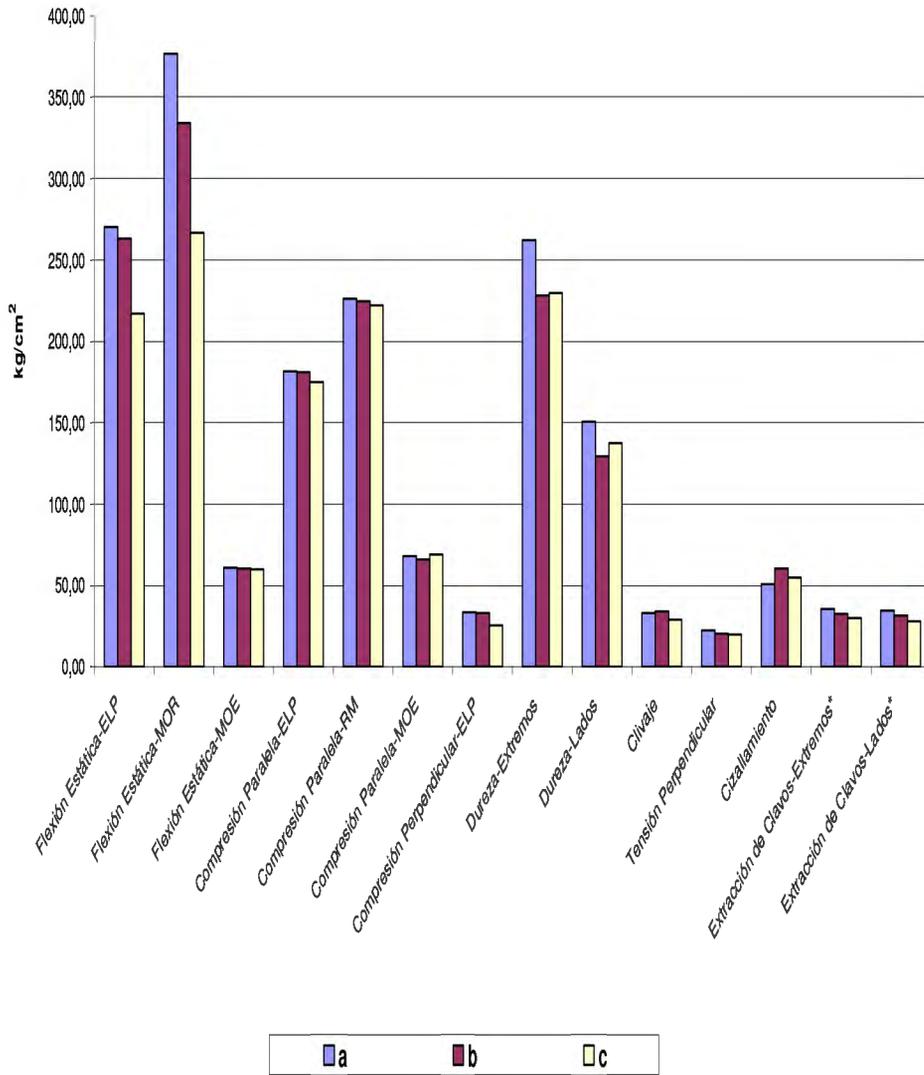


Figura 16 Promedios para las Propiedades Mecánicas en sentido radial.

\* kg/clavo

**Cuadro 14** Análisis de Variancia de las propiedades mecánicas para las posiciones de las muestras experimentales desde médula hasta la corteza.

Flexión Estática		
a) ELP	*	A__B C
b) MOR	*	A__B C
c) MOE x 10 <sup>3</sup>	N.S.	
Compresión Paralela		
a) ELP	N.S.	
b) RM	N.S.	
c) MOE x 10 <sup>3</sup>	N.S.	
Compresión Perpendicular		
a) ELP	N.S.	
Dureza		
a) Extremos	N.S.	
b) Lados	N.S.	
Tenacidad	N.S.	
Clivaje	N.S.	
Tensión Perpendicular	N.S.	
Cizallamiento	N.S.	
Extracción de Clavos		
a) Extremos	N.S.	
b) Lados	N.S.	

\* *Significativo*

*N.S. No significativo*

En relación a la variabilidad de esta madera, se nota una tendencia normal pues los coeficientes de variación entre árboles son mayores que dentro de árboles. Sin embargo la variación total comparada con los límites propuestos por Wood Handbook (1974) es superior en flexión (MOR), en compresión perpendicular y en los ensayos donde se consideraba la orientación radial-tangencial de la madera. Este último probablemente influenciado por la ausencia de probetas con cara radial y tangencial definidas. Es importante señalar que tenacidad presenta el más alto coeficiente de variación (63,4%). El cuadro 16 ilustra estos resultados.

La evaluación de posibles estimaciones de los valores de resistencia de la madera a partir de una propiedad física de fácil determinación, como el peso específico, han permitido identificar que esta propiedad es confiable para la dureza lados ( $r^2= 85,9\%$ ) y no así para extremos ( $r^2= 44,7\%$ ). En el cuadro 17 se incluyen los valores de  $r^2$  para las otras propiedades.

La especie en estudio presenta promedios mayores que los de plantaciones de Junín de 8 años de edad y bosque natural de Tingo María. La madera de Junín presenta un comportamiento singular en el módulo de ruptura. Un factor que podría explicar las diferencias al comparar maderas de plantaciones sería la edad. La figura 17 muestra estas diferencias.

La especie en estudio comparada con madera de similar densidad de bosque natural, tiene valores mayores que *Ceiba pentandra* y *Ochroma pyramidale* en todas las propiedades, y en comparación con *Apeiba aspera* ocurre lo contrario. La figura 18 muestra estas comparaciones.

Los resultados nos permiten clasificar a la especie como una madera de muy baja resistencia mecánica, según lo propuesto por Dávalos y Bárcenas (1999), como se muestra en el cuadro 18.

**Cuadro 15** Valores Promedio Totales, Intervalos de Confianza y Coeficientes de Variación para la especie.

Flexión Estática						15,19
a) ELP	kg/cm <sup>2</sup>	245,510	234,350	256,680	16,66	
b) MOR	kg/cm <sup>2</sup>	316,400	295,400	337,400	24,31	
c) MOE x 10 <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	60,279	58,888	61,670	8,45	
Compresión Paralela						14,14
a) ELP	kg/cm <sup>2</sup>	177,130	172,020	182,230	13,91	
b) RM	kg/cm <sup>2</sup>	223,560	218,390	228,720	11,15	
c) MOE x 10 <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	67,297	65,410	69,185	13,55	
Compresión Perpendicular						13,68
a) ELP	kg/cm <sup>2</sup>	29,790	25,880	33,700	32,50	
Dureza						12,74
a) Extremos	kg/cm <sup>2</sup>	237,90	223,54	252,27	15,88	
b) Lados	kg/cm <sup>2</sup>	135,92	125,02	146,82	21,08	
Tenacidad	kg - m	0,358	0,325	0,391	63,44	15,19
Clivaje	kg/cm	33,346	31,724	34,968	18,17	12,39
Tensión Perpendicular	kg/cm <sup>2</sup>	21,138	19,476	22,799	29,89	12,70
Cizallamiento	kg/cm <sup>2</sup>	57,200	54,460	59,950	18,25	11,67
Extracción de Clavos						13,04
a) Extremos	kg	30,78	28,51	33,04	19,33	
b) Lados	kg	32,90	30,28	35,51	20,90	

**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.

Flexión Estática				
a) ELP	16,07	16,71	16,66	22,00
b) MOR	36,62	23,01	24,31	16,00
c) MOE x 10 <sup>3</sup>	18,31	7,07	8,45	22,00
Compresión Paralela				
a) ELP	18,28	13,68	13,91	24,00
b) RM	26,58	9,88	11,15	18,00
c) MOE x 10 <sup>3</sup>	29,81	12,29	13,55	
Compresión Perpendicular				
a) ELP	30,14	32,94	32,50	28,00
Dureza				
a) Extremos	18,46	15,40	15,88	17,00
b) Lados	27,69	19,76	21,08	20,00
Tenacidad	76,31	63,13	63,44	34,00
Clivaje	16,29	18,32	18,17	
Tensión Perpendicular	33,52	29,62	29,89	25,00
Cizallamiento	11,06	18,67	18,25	14,00
Extracción de Clavos				
a) Extremos	23,76	18,47	19,33	
b) Lados	14,79	21,76	20,90	

**Cuadro 17** Ecuaciones y coeficientes de determinación entre las propiedades mecánicas y el peso específico.

<b>Propiedades Mecánicas</b>	<b>Ecuaciones</b>		<b>R<sup>2</sup> (%)</b>
<b>Flexión Estática</b>			
a) ELP	1	$Y = 142.8 + 346.4 X$	5.7
	2	$Y = 217.4 - 119 X + 715 X^2$	5.8
	3	$Y = 1234 - 9482 X + 29032 X^2 - 28053 X^3$	6.0
b) MOR	1	$Y = 99 + 734.8 X$	7.2
	2	$Y = 870 - 4078 X + 7392 X^2$	10.0
	3	$Y = 6279 - 55896 X + 158062 X^2 - 149270 X^3$	11.7
c) MOE	1	$Y = 39069 + 71698 X$	15.5
	2	$Y = -14114 + 403703 X - 509918 X^2$	18.5
	3	$Y = -144599 + 1605488 X - 4144605 X^2 + 3600926 X^3$	18.8
<b>Compresión Paralela</b>			
a) ELP	1	$Y = 67.31 + 353.8 X$	14.8
	2	$Y = -84.4 + 1310 X - 1494 X^2$	15.4
	3	$Y = -3414 + 32147 X - 95706 X^2 + 94879 X^3$	21.4
b) RM	1	$Y = 60.2 + 526.4 X$	29.4
	2	$Y = -125.2 + 16.95 X - 1826 X^2$	30.2
	3	$Y = -299.7 + 28290 X - 83078 X^2 + 81828 X^3$	34.2
c) MOE	1	$Y = -43374 + 350006 X$	20.8
	2	$Y = -131032 + 902677 X - 863461 X^2$	21.1
	3	$Y = 310137 - 3183190 X + 11619474 X^2 - 12571376 X^3$	21.2
<b>Compresión Perpendicular</b>			
a) ELP	1	$Y = -50.54 + 266.1 X$	39.9
	2	$Y = 165.9 - 1105 X + 2154 X^2$	42.5
	3	$Y = -2948 + 28789 X - 92957 X^2 + 100238 X^3$	46.4
<b>Dureza</b>			
a) Extremos	1	$Y = -126,9 + 1196 X$	44,3
	2	$Y = -1104 + 7693 X - 10731 X^2$	48,2
	3	$Y = -3355 + 30156 X - 84964 X^2 + 81283 X^3$	48,4
b) Lados	1	$Y = -212,7 + 1138 X$	85.9
	2	$Y = 151,0 - 1280 X + 3994 X^2$	87.0
	3	$Y = -494 + 5154 X - 17270 X^2 + 23284 X^3$	87.1

1: Ecuación Lineal

2: Ecuación Cuadrática

3: Ecuación Cúbica

X: Propiedades Mecánicas

Y: Peso Específico

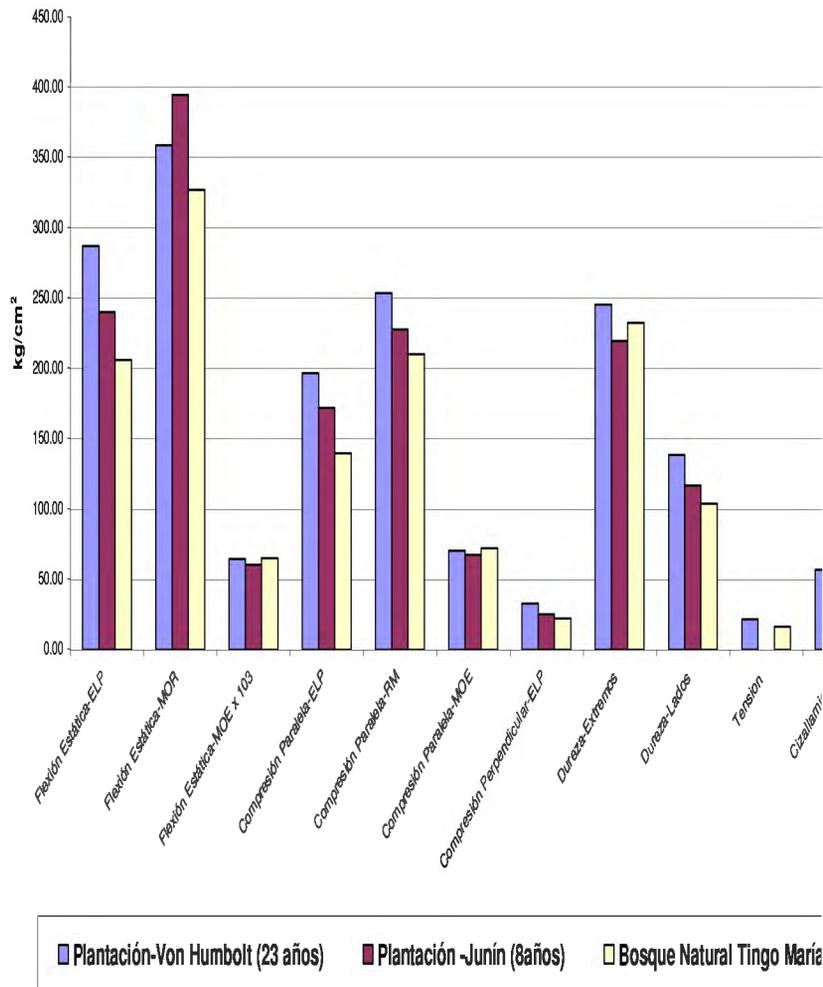


Figura 17 Comparación de las Propiedades Mecánicas en Plantación, Bosques Secundarios y Bosque Natural.

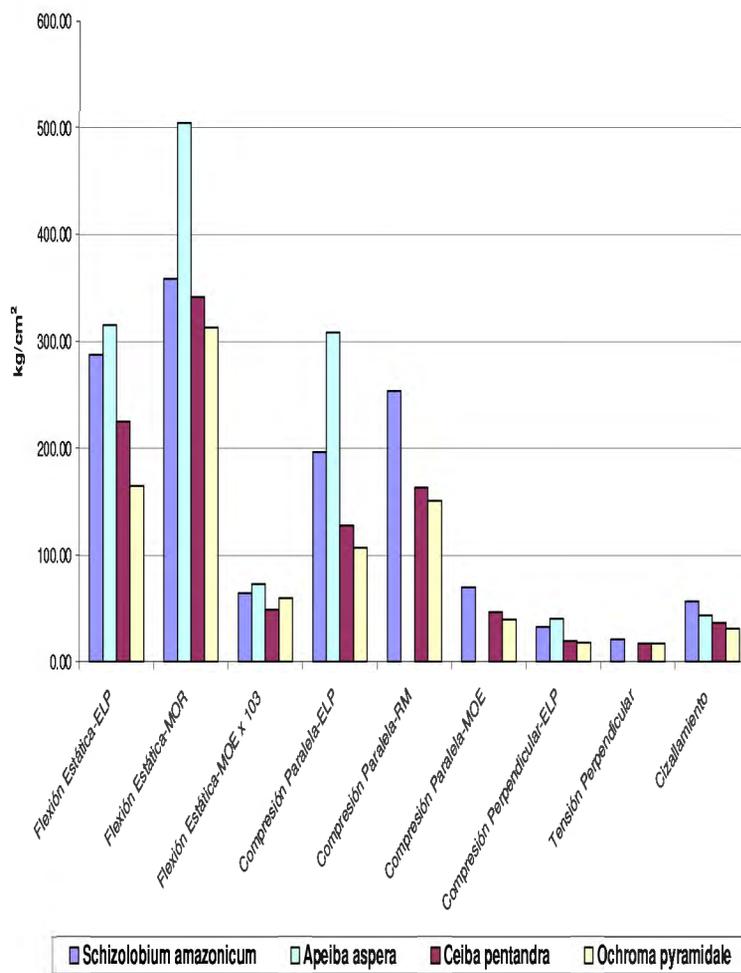


Figura 18 Comparación de las propiedades mecánicas del Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum*) con otras especies de similar densidad.

**Cuadro 18** Clasificación de las propiedades mecánicas del pino chuncho con otras especies de similar densidad.

Propiedades Mecánicas	Schizolobium amazonicum		Apeiba aspera		Ceiba pentandra		Ochroma pyramidale	
	Valor	Clasificación*	Valor	Clasificación*	Valor	Clasificación*	Valor	Clasificación*
Flexión Estática								
a) Módulo de Ruptura (kg/cm <sup>2</sup> )	358,57	Muy Bajo	504,00	Muy Bajo	341,14	Muy Bajo	312,90	Muy Bajo
b) Módulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> ) (x 1000)	64,21	Muy Bajo	73,00	Muy Bajo	48,73	Muy Bajo	59,91	Muy Bajo
Compresión Paralela								
a) Esfuerzo Máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	253,25	Muy Bajo			162,90	Muy Bajo	150,90	Muy Bajo
Compresión Perpendicular								
a) Esfuerzo al Límite Proporcional (kg/cm <sup>2</sup> )	32,59	Muy Bajo	40,00	Bajo	19,40	Muy Bajo	17,90	Muy Bajo
Cizallamiento								
a) Esfuerzo Máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	56,63	Bajo	43,50	Muy Bajo	36,62	Muy Bajo	30,90	Muy Bajo
Dureza								
a) Lados (kg)	138,43	Muy Bajo	172,00	Bajo	102,83	Muy Bajo	86,10	Muy Bajo
b) Extremos (kg)	244,91	Bajo	249,00	Bajo	183,43	Bajo	166,40	Bajo

\* Dávalos y Bárcenas (1999); Clasificación de las propiedades mecánicas de las maderas mexicanas en condición "seca".

### 4.3 USOS

En consideración a los resultados físicos-mecánicos obtenidos, se seleccionaron especies de similar densidad básica de uso conocido, tal como se ilustra en el cuadro 19, identificándose la aptitud de uso de esta madera; las cuales se evaluaron teniendo en consideración los requisitos de usos. Así, Aróstegui (1970) menciona que para obras interiores, carpintería y cajonería, la madera debe presentar las siguientes características: buen comportamiento al trabajo con maquinas de carpintería, buen comportamiento al secado (relación T/R igual o menor a 2,0), contracción volumétrica baja o moderadamente baja (menor a 12%), buena apariencia, textura media o fina, de acabado regular a bueno, facilidad para encolado, proceder de árboles de diámetro adecuado con alta proporción de maderas limpias, buen veteado (medio o pronunciado), ausencia de sílice, de suficiente resistencia mecánica (peso específico de 0,30 a 0,60), liviana a moderadamente pesada, exenta de olores y secreciones, y buen comportamiento al clavado.

Por otro lado Viscarra y Lara (1992), precisan que para ser empleadas en la industria del embalaje los requisitos son: fácil trabajabilidad o procesamiento mecánico, densidad y resistencia mecánica óptima (acorde a los esfuerzos que tengan que soportar los embalajes, generalmente las maderas no deben rebasar los 0,75 gr/cm<sup>3</sup> de densidad seca al aire y cargas de ruptura en compresión paralela y flexión de 600 Kg/cm<sup>2</sup> y 1400 Kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente), compatibilidad y olor (que no influya en las conservación del producto embalado) y alguna resistencia al ataque de insectos y hongos o que puedan ser impregnadas con una sustancia preservante, inocua para la salud humana. El mismo autor señala que para encofrados o moldes de hormigón la madera debe ser fácil de procesar, con densidad relativamente baja, fácil de clavar y no poseer extractivos que impiden o demoren el fraguado del hormigón. En relación al contrachapado debe destacar la facilidad de encolado y estar libre de torceduras y grietas superficiales así como apropiada resistencia mecánica

En consecuencia, en vista que la madera de Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) posee la mayoría de las características antes mencionadas, puede ser usada para obras interiores, carpintería, cajonería liviana, contrachapado y encofrados sin otro tipo de acabado o para el armado de estructuras especiales (cáscaras en forma de bóvedas, cúpulas, parábolas hiperbólicas, etc.), así como en revestimiento de viviendas.

**Cuadro 19** Usos de la especie en estudio y otras de similar densidad.

<b>Nombre de las maderas</b>	<b>Carpintería en general</b>	<b>Revestimiento de viviendas</b>	<b>Encofrados</b>	<b>Muebles ordinarios</b>	<b>Cajonería</b>	<b>Laminado</b>	<b>Contrachapado</b>	<b>Chapas decorativas</b>	<b>Juguetería</b>	<b>Artesanía</b>
Schizolobium amazonicum	x	x	x	x	x	x	x			
Apeiba aspera	x				x					x
Ceiba pentandra					x	x		x	x	x
Ochroma pyramidale									x	x

## 5. CONCLUSIONES

- La especie Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) de 23 años de edad proveniente de plantaciones del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt, presenta similar comportamiento en las propiedades físicas, tanto en nivel longitudinal como en radial. Sin embargo hay diferencias significativas para dureza y tenacidad en el nivel longitudinal; y en el esfuerzo al límite proporcional y modulo de ruptura, en flexión estática en el sentido radial.
- La madera de estudiada se clasifica como de densidad y resistencia mecánica muy baja.
- La plantación de Pino chuncho de 23 años produce madera con valores promedios superiores a los reportados para bosque natural excepto en tenacidad. Esto indicaría que la madera habría alcanzado su madurez.
- El peso específico es un buen estimador solo para la dureza de lados.
- Los usos recomendados para la madera estudiada, son: carpintería no estructural, cajonería liviana, encofrado. Así mismo tablero de partículas y contrachapado por su diámetro y densidad, debiendo complementarse los estudios relacionados con adhesivos.

## 6. **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar evaluaciones físicas y mecánicas de dicha especie en diferentes sitios, para encontrar el lugar óptimo en el cual tenga un mejor y más rápido desarrollo. Estas evaluaciones deben complementarse con estudios anatómicos y tecnológicos.
- Tratándose de maderas de plantaciones se recomienda hacer estudios dendrocronológicos a los árboles de la especie *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke, mediante la aplicación de la densitometría de rayos X, para determinar con mayor exactitud las zonas de madera juvenil, transición y madura.
- Realizar estudios de durabilidad natural y comportamiento a la preservación por ser susceptible al ataque de hongos e insectos.

## *BIBLIOGRAFÍA*

1. Acevedo, M.; Kikata, Y. 1994. Atlas de maderas del Perú. Lima, PE, Publifor. 202 p.
2. Aróstegui, A. 1970. Descripción, propiedades físico mecánicas y usos de la madera del Perú. Lima, PE, UNALM. 76 p.
3. Aróstegui, A. 1982. Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de maderas peruanas. Lima, PE, Proyecto PNUD/FAO/PER/71/511. 57 p. (Documento de Trabajo N° 2).
4. Arroyo, J. 1983. Propiedades físico-mecánicas de la madera. Mérida, VE, Universidad de los Andes. 186 p.
5. ASTM (American Society for Testing and Materials). 2000. Standard test methods for small clear specimens of timber, Designation: D 143-94 (Reapproved 2000) – Primary methods. Philadelphia, US. 31 p.
6. ASTM (American Society for Testing and Materials). 2004. Standard test methods for small clear specimens of timber, Designation: D 5536-94 (Reapproved 2004) - Primary methods. Philadelphia, US. 9 p.
7. Bamber, R. K.; Burley, J. 1983. The wood properties of Radiata pine. Commonwealth Agricultural Bureaux. England. 84 p.

8. CEDISA (Centro de Desarrollo e Investigación de la Selva Alta), 2003. Propiedades físico – mecánicas de cinco especies maderables provenientes de bosques secundarios de Tarapoto. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 67 p.
9. Dávalos, R.; Barcenás, G. 1999. Clasificación de las propiedades mecánicas de las maderas mexicanas en condición seca. (en línea). Madera y Bosques. 9(1). Consultado 15 feb. 2009. Disponible en <http://www.inecol.edu.mx/myb/resúmenes/5.1/pdf/Davalos%20y%20Barcenás%201999.PDF>.
10. Fachin, C. 1986. Estudio de las propiedades físico-mecánicas y su variación en el tronco de la *Parkia velutina* R. Benth (Pashaco curtidor), en las plantaciones de Jenaro Herrera. Tesis (Ing. Forestal). Iquitos, PE, UNAP. [sp.]
11. Flores, Y.; Angulo, W.; Amasifuen, T. 2007. Informe técnico-científico de la evaluación de las plantaciones seleccionadas según el sistema de plantaciones empleado, tipo de suelo y topografía. Pucallpa, PE, s.e. 15 p.
12. Haygreen, J.; Bowyer, J. 1982. Forest products and wood science. An introduction. Iowa, US, The Iowa State University Press. 495 p.
13. Herrera, Z. 1987. Interrelación entre la densidad básica y las características anatómicas del Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) y Pumaquiro (*Aspidosperma macrocarpon* Mart). Tesis (Mag Sc). Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 217 p.
14. INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), 2007. Informe técnico-científico de la evaluación de las plantaciones seleccionadas según el sistema de plantaciones empleado, tipo de suelo y topografía. Pucallpa. PE. 15 p.

15. JUNAC (Junta Nacional del Acuerdo de Cartagena). 1984. Manual de diseño para maderas del grupo andino. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima, PE. 3:25-27 p.
16. Kollman, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Instituto Forestal de Investigaciones, Experiencias y Servicios de la Madera. Tomo primero. Madrid. ES. 675 p.
17. Malan, F. 1989. The Wood Properties of South African Grown *Eucalyptus grandis*: Some Notes on their variation and association. *Wood South African* 14(5): 71.
18. Page, H. 1971. El versátil Pino radiata: Surgimiento de un árbol maravilla. Traducido de la revista *World Wood* por Julio Saavedra. *Periódico Chile Forestal*. CL. 70: 15 p.
19. Pardos, J. 1985. Apuntes de fisiología vegetal. Madrid. ES. ETSIM. 465 p.
20. Panshin, A.; De Zeeuw, C. 1980. *Textbook of wood technology*. 4 ed. New York, US, McGraw-Hill. 722 p.
21. Reynel, C.; Pennington, R.; Pennington, T.; Flores, C.; Daza, A. 2003. Árboles útiles de la amazonía peruana. Lima, PE, Darwin Initiative, ICRAF. 509 p.
22. Sotelo, A. 1992. Posibilidades del Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) en la industria de cajonería. Tesis (Mag Sc). Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 74 p.
23. Tusset; Duran, P. 1979. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Montevideo. UY. 668 p.

24. USAD (U.S. Department of Agriculture) 1974. Wood Handbook: Wood as an Engineering Material. Forest Service. Forest Products Laboratory. Wisconsin, USA. 389 p. (General Technical Report N°72).
  
25. USAD (U.S. Department of Agriculture) 1955. Wood Handbook: Basic Information on Wood as a Material of Construction with Data for its Use Design and Specifications. Washington, DC. USA. 528 p.
  
26. Vidaurre, H. 1994. Balance de experiencias silviculturales con *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Mimosoideae) en la región de Pucallpa, Amazonia Peruana. Tesis (Mg. Sc.) Turrialba, CR. CATIE. 111p.
  
27. Vignote, S.; Jiménez, F. 1996. Tecnología de la madera. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid. ES. 602 p.
  
28. Viscarra, S.; Lara, R. 1992. Maderas de Bolivia (Características y usos de 55 maderas tropicales). Santa Cruz. BO. 263 p.

## ANEXO 1

### PLANTACIÓN DE SCHIZOLOBIUM AMAZONICUM DE 23 AÑOS DE EDAD EN EL ANEXO VON HUMBOLDT



A. y B. Diferentes vistas de un árbol de la especie en estudio. C. Área de plantación de la especie.

## ANEXO 2

### TROZAS PERTENECIENTES A LOS 5 ÁRBOLES DE SCHIZOLOBIUM AMAZONICUM SELECCIONADOS AL AZAR.



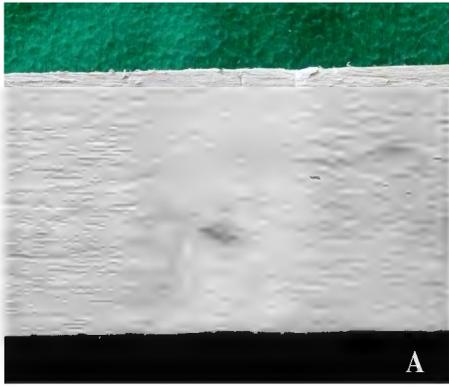
**A.** Trozas recién cortadas en el Bosque. **B.** Trozas apiladas par ser transportadas. **C.** Trozas en el aserradero del INIA-Pucallpa.

## *ANEXO 3*

### **PROBETAS ENSAYADAS.**



**A.** Probeta ensayada de cizallamiento. **B.** Probeta ensayada de clivaje. **C.** Probeta ensayada de tensión perpendicular.



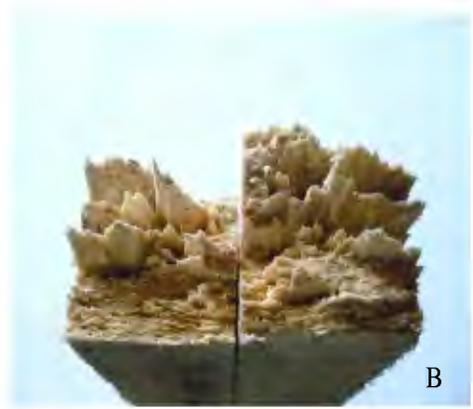
Probeta ensayada de flexión estática

A. Tope B. Fondo C. Lado D. Lado



Probetas ensayadas de compresión paralela

A. Probeta 1 B. Probeta 2 C. Probeta 3



Probeta ensayada de Tenacidad

**A. y B.** Probeta 1 **C. y D.** Probeta 2

## ANEXO 4

### RESULTADOS DE LOS ENSAYOS FÍSICOS.

#### Ensayo de Contracción Radial

Probeta						Dat								Resultados	
						Saturado				Seco al Horno					
Plantación	Árbol	Troza	Sub Troza	Orientación	Nº	Peso (g)	Volumen (cm3)	Lado Rd (mm)	Longitud (mm)	Peso (g)	Volumen (g)	Lado Rd (mm)	Longitud (mm)	Contracción Rd (%)	Contracción Log (%)
202	02	2	C	NO	1	78,44	87,11	100,968	31,721	23,45	78,70	99,324	31,665	1,628	0,177
202	02	2	C	NO	2	88,66	94,36	100,902	31,808	22,95	82,26	99,370	31,702	1,518	0,333
202	02	2	C	SO	1	70,85	95,31	101,133	31,681	25,77	88,64	99,430	31,589	1,684	0,290
202	02	2	C	SO	2	72,94	95,78	101,265	31,824	25,66	89,19	99,494	31,663	1,749	0,506
202	02	2	D	NO	1	84,79	96,30	101,118	31,945	25,89	89,73	99,408	31,938	1,691	0,022
202	02	2	D	NO	2	71,49	96,47	100,746	31,891	25,83	89,71	99,061	31,786	1,673	0,329
202	02	2	D	SO	1	71,39	97,51	100,845	32,007	25,52	89,79	99,222	31,847	1,609	0,500
202	02	2	D	SO	2	85,79	96,27	101,130	31,852	25,60	89,82	99,507	31,823	1,605	0,091
202	55	2	C	NO	1	86,49	92,21	100,966	31,027	27,11	85,61	99,114	30,790	1,834	0,764
202	55	2	C	NO	2	81,02	94,77	100,702	30,818	27,23	88,22	98,908	30,716	1,781	0,331
202	55	2	C	NO	4	78,35	94,75	100,674	30,929	28,23	87,71	99,063	30,901	1,600	0,091
202	55	2	C	SO	1	88,58	94,11	104,530	30,753	27,33	86,91	102,510	30,565	1,932	0,611
202	55	2	C	SO	2	87,48	100,30	107,300	30,788	28,25	93,45	105,330	30,676	1,836	0,364
202	55	2	C	SO	3	88,74	98,29	106,450	30,581	26,67	90,53	104,680	30,343	1,663	0,778
202	55	2	C	SO	4	88,40	93,45	104,480	30,200	27,40	85,43	102,540	30,167	1,857	0,109

Ensayo de Contracción Radial (continuación)

Probeta						Datos								Resultados	
						Saturado				Seco al Horno					
Plantación	Árbol	Troza	Sub Troza	Orientación	Nº	Peso (g)	Volumen (cm3)	Lado Rd (mm)	Longitud (mm)	Peso (g)	Volumen (g)	Lado Rd (mm)	Longitud (mm)	Contracción Rd (%)	Contracción Log (%)
202	55	2	D	NE	1	79,14	94,42	101,027	31,037	26,18	87,35	99,256	30,892	1,753	0,467
202	55	2	D	NE	2	77,81	94,03	100,865	31,000	25,36	87,50	99,093	30,854	1,757	0,471
202	55	2	D	SO	1	79,77	87,32	101,360	30,519	23,58	81,30	99,768	30,319	1,571	0,655
202	55	2	D	SO	2	79,84	87,92	101,321	30,376	27,48	87,05	99,533	30,337	1,765	0,128
202	55	2	D	SO	3	73,88	85,39	101,355	30,223	24,22	79,20	99,539	29,975	1,792	0,821
202	55	2	D	SO	4	89,34	93,24	101,224	30,283	26,62	86,45	99,587	30,267	1,617	0,053
202	83	2	D	NE	1	70,30	94,45	101,056	31,101	27,66	88,41	99,258	31,051	1,779	0,161
202	83	2	D	NE	2	83,40	93,12	101,195	30,365	28,20	91,16	99,649	30,208	1,528	0,517
202	83	2	D	NE	3	86,05	96,92	101,260	31,372	29,03	87,56	99,575	31,228	1,664	0,459
202	83	2	D	NE	4	77,51	89,54	99,116	30,026	27,71	83,44	97,343	29,873	1,789	0,510
202	83	2	D	SE	1	72,81	96,28	101,097	31,667	28,65	89,59	99,192	31,443	1,884	0,707
202	83	2	D	SE	2	77,78	91,12	99,611	30,375	26,47	85,46	98,162	30,281	1,455	0,309
202	83	2	D	SE	3	84,30	91,54	101,263	30,269	28,08	85,90	99,673	30,057	1,570	0,700
202	83	2	D	SE	4	81,75	92,58	101,049	30,036	27,21	86,13	99,341	29,968	1,690	0,226
202	97	2	C	NE	1	79,41	94,60	101,159	31,069	28,42	88,72	99,574	31,018	1,567	0,164
202	97	2	C	NE	2	76,54	90,41	101,103	31,334	25,60	84,01	99,519	31,289	1,567	0,144
202	97	2	C	SE	1	77,68	94,47	101,000	31,034	28,00	89,42	99,360	30,978	1,624	0,180
202	97	2	C	SE	2	75,57	91,67	101,048	31,198	25,11	85,90	99,544	31,166	1,488	0,103
202	101	1	A	SO	1	82,16	93,17	100,903	30,180	28,00	87,50	99,383	30,145	1,506	0,116
202	101	1	A	SO	3	82,24	93,30	100,812	30,486	31,17	90,91	99,471	30,316	1,330	0,558
202	101	1	A	SO	4	79,38	92,84	101,102	31,688	30,14	89,79	99,233	31,512	1,849	0,555

Ensayo de Contracción Radial (continuación)

Probeta						Datos								Resultados	
						Saturado				Seco al Horno					
Plantación	Árbol	Troza	Sub Troza	Orientación	Nº	Peso (g)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Lado Rd (mm)	Longitud (mm)	Peso (g)	Volumen (g)	Lado Rd (mm)	Longitud (mm)	Contracción Rd (%)	Contracción Log (%)
202	101	1	B	NE	1	81,08	83,90	101,063	29,245	25,28	78,23	99,524	29,190	1,523	0,188
202	101	1	B	NE	2	80,71	91,92	100,898	30,672	29,53	86,18	99,501	30,500	1,385	0,561
202	101	1	B	NE	3	80,87	85,23	101,071	30,227	26,17	78,88	99,437	30,208	1,617	0,063
202	101	1	B	NE	4	79,04	91,59	100,954	30,443	31,41	85,05	99,234	30,315	1,704	0,420
202	101	2	C	NE	1	84,39	89,93	101,004	30,661	26,99	82,71	99,312	30,643	1,675	0,059
202	101	2	C	NE	2	83,39	90,12	100,779	30,698	26,76	83,42	99,158	30,660	1,608	0,124
202	101	2	C	SE	1	72,22	94,22	100,883	30,737	28,32	84,39	99,318	30,577	1,551	0,521
202	101	2	C	SE	2	75,87	95,04	101,037	30,974	30,26	86,88	99,403	30,860	1,617	0,368
202	101	2	D	NO	1	69,07	88,24	101,475	29,373	24,74	81,58	99,880	29,306	1,572	0,228
202	101	2	D	NO	2	68,21	91,08	101,548	30,678	26,46	85,04	99,855	30,651	1,667	0,088
202	101	2	D	SO	1	81,55	92,10	101,150	30,223	25,61	84,17	99,419	30,080	1,711	0,473
202	101	2	D	SO	2	77,51	91,51	101,156	30,171	24,58	82,44	99,671	30,122	1,468	0,162
202	101	3	E	NO	1	78,15	93,95	100,419	30,061	25,36	84,43	98,910	30,017	1,503	0,146
202	101	3	E	NO	2	88,13	92,36	100,584	30,463	24,24	86,14	99,313	30,352	1,264	0,364
202	101	3	E	NO	3	87,27	92,67	100,651	30,485	24,71	86,65	99,305	30,306	1,337	0,587
202	101	3	E	NO	4	79,00	90,85	100,272	30,019	25,60	84,13	98,819	29,902	1,449	0,390
202	101	3	E	SO	1	90,11	92,40	101,055	30,094	26,57	85,83	99,343	30,049	1,694	0,150
202	101	3	E	SO	2	80,12	91,08	100,866	29,901	25,60	84,64	99,331	29,871	1,522	0,100
202	101	3	E	SO	3	90,41	92,12	100,873	30,076	25,36	85,72	99,426	29,987	1,434	0,296
202	101	3	E	SO	4	85,50	92,44	101,117	30,190	26,42	85,26	99,490	30,147	1,609	0,142

Ensayo de Contracción Tangencial

Probeta						Datos								Resultados	
						Saturado				Seco al Homo					
Plantación	Árbol	Troza	Sub Troza	Orientación	Nº	Peso (g)	Volumen (cm3)	Lado Tg (mm)	Longitud (mm)	Peso (g)	Volumen (g)	Lado Tg (mm)	Longitud (mm)	Contracción Tg (%)	Contracción Log (%)
202	02	2	D	NE	1	88,96	98,11	101,833	31,820	30,70	91,63	96,806	31,738	4,937	0,258
202	02	2	D	NE	2	97,93	99,17	101,806	31,844	36,33	92,43	96,639	31,706	5,075	0,433
202	02	2	D	SE	1	98,62	99,59	102,170	31,775	36,97	95,53	96,973	31,607	5,087	0,529
202	02	2	D	SE	2	93,24	97,51	101,868	31,773	27,84	91,83	97,335	31,745	4,450	0,088
202	55	2	D	SE	1	85,69	92,29	101,353	30,106	26,93	85,38	95,738	30,099	5,540	0,023
202	55	2	D	SE	2	87,45	89,50	99,784	31,222	24,16	82,70	95,196	31,031	4,598	0,612
202	55	2	D	SE	3	79,25	87,72	101,079	30,809	26,44	80,73	96,373	30,393	4,656	1,350
202	55	2	D	SE	4	84,79	90,86	101,116	30,007	25,18	84,46	95,976	29,892	5,083	0,383
202	55	2	D	SE	5	86,61	87,12	99,797	30,975	24,26	81,30	95,087	30,779	4,720	0,633
202	55	2	D	SE	6	76,72	88,08	101,947	30,607	26,15	81,78	96,222	30,523	5,616	0,274
202	55	2	D	NO	1	88,89	88,12	99,890	31,418	24,94	82,40	94,958	31,231	4,937	0,595
202	55	2	D	NO	2	89,28	89,22	100,177	30,398	23,60	82,98	95,326	30,240	4,842	0,520
202	55	2	D	NO	3	85,78	85,41	99,756	30,396	23,68	79,87	94,929	30,350	4,839	0,151
202	55	2	D	NO	4	90,53	90,26	100,389	30,365	24,05	83,81	95,424	30,280	4,946	0,280
202	55	2	D	NO	5	93,13	91,09	100,708	30,389	25,69	84,67	95,584	30,224	5,088	0,543
202	55	2	D	NO	6	87,77	88,53	100,044	30,171	22,73	82,63	95,189	30,002	4,853	0,560
202	83	2	C	NO	1	97,11	94,41	102,261	30,640	36,18	87,97	97,587	30,598	4,571	0,137
202	83	2	C	NO	2	94,49	93,70	102,271	30,192	34,68	87,43	97,542	30,123	4,624	0,229
202	83	2	C	SO	1	83,49	92,77	101,892	30,323	34,40	86,21	96,480	30,170	5,312	0,505
202	83	2	C	SO	2	85,94	92,12	101,630	30,397	33,66	85,38	96,276	30,258	5,268	0,457
202	97	2	D	SO	1	78,98	90,99	101,503	30,285	24,83	86,04	97,064	30,228	4,373	0,188

Ensayo de Contracción Tangencial (continuación)

Probeta						Datos								Resultados	
						Saturado				Seco al Homo					
Plantación	Árbol	Troza	Sub Troza	Orientación	Nº	Peso (g)	Volumen (cm3)	Lado Tg (mm)	Longitud (mm)	Peso (g)	Volumen (g)	Lado Tg (mm)	Longitud (mm)	Contracción Tg (%)	Contracción Log (%)
202	97	2	D	SO	2	77,91	92,83	102,330	30,361	24,48	87,59	97,755	30,217	4,471	0,474
202	97	2	D	SO	3	77,24	92,97	102,186	30,440	24,41	88,07	97,632	30,350	4,457	0,296
202	97	2	D	SO	4	73,36	90,74	101,575	30,226	25,40	87,62	96,521	30,224	4,976	0,007
202	97	2	D	SO	5	85,84	93,81	102,213	30,725	24,91	88,91	97,981	30,715	4,140	0,033
202	97	2	D	SO	6	73,72	92,06	101,844	30,362	26,65	86,21	96,762	30,353	4,990	0,030
202	97	2	D	NE	7	81,91	92,81	102,218	30,499	25,87	88,36	97,798	30,484	4,324	0,049
202	97	2	D	NE	8	72,66	85,93	100,324	30,380	23,97	81,41	95,935	30,374	4,375	0,020
202	97	2	D	NE	9	73,80	85,60	100,437	30,559	24,44	80,93	95,771	30,271	4,646	0,942
202	97	2	D	NE	10	77,79	91,82	101,631	30,459	24,11	87,08	97,078	30,330	4,480	0,424
202	97	2	D	NE	11	76,29	90,81	101,622	30,002	24,68	85,74	97,074	29,953	4,475	0,163
202	97	2	D	NE	12	79,63	92,42	101,896	30,703	25,39	86,99	97,344	30,575	4,467	0,417
202	101	1	A	NO	1	87,47	96,39	102,488	31,713	31,00	90,12	97,537	31,590	4,831	0,388
202	101	1	A	NO	2	88,95	97,23	102,908	31,455	28,19	86,53	99,343	31,161	3,464	0,935
202	101	1	A	NO	3	88,28	97,18	102,625	31,537	28,11	87,27	99,423	31,237	3,120	0,951
202	101	1	B	SE	1	83,34	90,96	101,195	29,989	30,11	84,12	95,308	29,852	5,817	0,457
202	101	1	B	SE	2	88,98	91,83	102,910	30,282	28,76	85,88	97,537	30,078	5,221	0,674
202	101	1	B	SE	3	81,02	89,33	100,422	29,987	28,03	83,43	95,411	29,925	4,990	0,207
202	101	1	B	SE	4	90,34	92,32	103,120	30,289	28,80	86,23	97,631	30,130	5,323	0,525
202	101	2	C	NO	1	89,23	94,60	101,985	31,406	25,09	88,55	97,411	31,099	4,485	0,978
202	101	2	C	NO	2	88,76	95,01	102,356	31,331	24,97	88,98	97,579	31,272	4,667	0,188
202	101	2	C	SO	1	74,76	88,61	101,198	31,515	24,60	82,54	96,568	31,243	4,575	0,863

Ensayo de Contracción Tangencial (continuación)

Probeta						Datos								Resultados	
						Saturado				Seco al Homo					
Plantación	Árbol	Troza	Sub Troza	Orientación	Nº	Peso (g)	Volumen (cm3)	Lado Tg (mm)	Longitud (mm)	Peso (g)	Volumen (g)	Lado Tg (mm)	Longitud (mm)	Contracción Tg (%)	Contracción Log (%)
202	101	2	C	SO	2	75,36	89,11	101,411	31,233	23,72	83,63	97,087	31,103	4,264	0,416
202	101	2	D	NE	1	90,46	93,39	100,325	31,439	26,79	87,09	95,039	31,390	5,269	0,156
202	101	2	D	NE	2	91,62	93,22	100,336	31,258	27,55	86,55	95,014	31,169	5,304	0,285
202	101	2	D	NE	3	80,16	97,74	102,113	31,298	26,56	87,33	96,865	31,132	5,139	0,530
202	101	2	D	NE	4	85,15	95,88	101,200	31,249	27,16	88,33	95,737	31,158	5,398	0,291
202	101	2	D	SE	1	74,03	94,72	102,264	31,049	27,97	87,53	96,560	30,944	5,578	0,338
202	101	2	D	SE	2	74,31	94,34	102,460	30,934	28,94	87,02	96,347	30,888	5,966	0,149
202	101	2	D	SE	3	76,78	93,76	102,041	31,018	24,83	87,51	97,154	30,882	4,789	0,438
202	101	2	D	SE	4	85,93	96,02	101,400	31,148	27,43	88,64	95,838	31,134	5,485	0,045
202	101	3	E	NE	1	87,66	94,10	101,960	30,366	27,47	87,05	96,453	30,310	5,401	0,184
202	101	3	E	NE	2	92,38	94,67	102,359	30,433	27,42	87,43	96,878	30,409	5,355	0,079
202	101	3	E	NE	3	79,20	89,02	102,025	30,364	25,52	82,72	96,245	30,185	5,665	0,590
202	101	3	E	NE	4	87,02	89,29	101,802	30,449	23,46	83,40	97,082	30,306	4,636	0,470
202	101	3	E	SE	1	78,64	93,58	102,670	30,681	25,36	87,70	98,036	30,581	4,513	0,326
202	101	3	E	SE	2	74,20	88,13	102,288	30,361	25,38	82,14	97,245	30,108	4,930	0,833
202	101	3	E	SE	3	77,01	89,91	102,800	29,291	26,12	83,36	97,684	29,087	4,977	0,696
202	101	3	E	SE	4	93,08	93,82	103,470	30,101	28,00	86,33	97,661	29,821	5,614	0,930

Ensayo de Densidad y Contracción Volumétrica

Nº de Probeta					Datos				Resultados			
					Saturado		Seco al Horno					
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	Sub Troza	Peso Saturado	Volumen Saturado	Peso Seco	Volumen Seco	DS	Do	DB	CV
202	02	2	N2	C	215,46	394,71	98,53	363,23	0,546	0,2713	0,2496	7,9755
202	02	2	N6	C	250,62	394,85	113,15	362,41	0,635	0,3122	0,2866	8,2158
202	02	2	O3	D	217,69	392,66	110,29	366,96	0,554	0,3006	0,2809	6,5451
202	02	2	O3	D	212,25	390,18	110,62	363,26	0,544	0,3045	0,2835	6,8994
202	02	2	E4	C	198,62	390,18	103,89	363,42	0,509	0,2859	0,2663	6,8584
202	02	2	E6	D	227,24	397,34	112,25	361,80	0,572	0,3103	0,2825	8,9445
202	02	2	O5	C	232,43	388,95	109,40	353,47	0,598	0,3095	0,2813	9,1220
202	02	2	O7	D	215,27	395,38	95,26	368,81	0,544	0,2583	0,2409	6,7201
202	02	2	O8	C	252,02	388,17	93,44	361,45	0,649	0,2585	0,2407	6,8836
202	55	2	S2	D	220,08	386,80	103,08	356,08	0,569	0,2895	0,2665	7,9421
202	55	2	E3	D	216,05	387,38	106,94	357,69	0,558	0,2990	0,2761	7,6643
202	55	2	N3	D	227,29	392,13	110,58	361,20	0,580	0,3061	0,2820	7,8877
202	55	2	S4	C	204,75	380,60	101,71	350,31	0,538	0,2903	0,2672	7,9585
202	55	2	O5	C	214,51	390,68	108,71	359,34	0,549	0,3025	0,2783	8,0219
202	55	2	N6	D	292,71	390,88	116,93	362,14	0,749	0,3229	0,2991	7,3526
202	83	2	S1	C	281,32	396,50	159,19	365,33	0,710	0,4357	0,4015	7,8613
202	83	2	S1	C	276,66	397,04	158,47	365,26	0,697	0,4339	0,3991	8,0042
202	83	2	E3	D	221,41	395,82	118,64	367,90	0,559	0,3225	0,2997	7,0537
202	83	2	S3	D	232,21	394,36	123,96	366,74	0,589	0,3380	0,3143	7,0038
202	83	2	E5	C	249,24	394,17	114,35	366,08	0,632	0,3124	0,2901	7,1264
202	83	2	E5	C	230,15	395,16	113,81	361,00	0,582	0,3153	0,2880	8,6446

Ensayo de Densidad y Contracción Volumétrica (continuación)

Nº de Probeta					Datos				Resultados			
					Saturado		Seco al Horno					
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	Sub Troza	Peso Saturado	Volumen Saturado	Peso Seco	Volumen Seco	DS	Do	DB	CV
202	97	2	S2	D	227,68	392,40	126,80	361,71	0,580	0,3506	0,3231	7,8211
202	97	2	E3	D	247,49	394,26	118,32	359,10	0,628	0,3295	0,3001	8,9180
202	97	2	E5	C	277,06	389,35	114,00	359,78	0,712	0,3169	0,2928	7,5947
202	97	2	E5	C	304,51	389,14	113,86	361,84	0,783	0,3147	0,2926	7,0155
202	97	2	O4	C	376,69	387,54	108,53	357,20	0,972	0,3038	0,2800	7,8289
202	97	2	O6	D	289,70	396,82	115,80	367,37	0,730	0,3152	0,2918	7,4215
202	97	2	O6	D	309,10	397,36	118,35	368,59	0,778	0,3211	0,2978	7,2403
202	97	2	O8	C	277,76	378,38	108,13	350,32	0,734	0,3087	0,2858	7,4158
202	101	1	N1	A	198,19	393,25	100,28	361,90	0,504	0,2771	0,2550	7,9720
202	101	1	N3	B	300,17	397,69	134,32	364,08	0,755	0,3689	0,3378	8,4513
202	101	1	S3	B	240,30	396,95	127,72	361,70	0,605	0,3531	0,3218	8,8802
202	101	1	E4	A	235,39	388,36	123,90	356,64	0,606	0,3474	0,3190	8,1677
202	101	1	N5	A	230,92	385,78	114,41	358,05	0,599	0,3195	0,2966	7,1880
202	101	1	E6	B	320,12	398,32	115,54	364,20	0,804	0,3172	0,2901	8,5660
202	101	2	S2	D	233,83	386,01	116,15	354,75	0,606	0,3274	0,3009	8,0982
202	101	2	N4	C	219,03	393,57	113,12	363,36	0,557	0,3113	0,2874	7,6759
202	101	2	E4	C	212,25	393,79	107,83	364,21	0,539	0,2961	0,2738	7,5116
202	101	2	O4	C	223,45	394,01	111,33	362,33	0,567	0,3073	0,2826	8,0404
202	101	2	S4	C	230,09	392,33	104,78	362,22	0,586	0,2893	0,2671	7,6747
202	101	2	S6	D	249,35	394,71	107,86	361,50	0,632	0,2984	0,2733	8,4138
202	101	3	N1	e	211,55	390,30	113,48	360,75	0,542	0,3146	0,2908	7,5711

Ensayo de Densidad y Contracción Volumétrica (continuación)

Nº de Probeta					Datos				Resultados			
					Saturado		Seco al Horno					
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	Sub Troza	Peso Saturado	Volumen Saturado	Peso Seco	Volumen Seco	DS	Do	DB	CV
202	101	3	N3	e	243,85	387,51	114,89	359,45	0,629	0,3196	0,2965	7,2411
202	101	3	O3	e	203,86	393,37	105,80	357,81	0,518	0,2957	0,2690	9,0398
202	101	3	N4	e	231,18	386,84	109,73	357,60	0,598	0,3069	0,2837	7,5587
202	101	3	S4	e	221,56	385,64	114,70	354,64	0,575	0,3234	0,2974	8,0386
202	101	3	E6	e	298,67	386,16	99,50	358,71	0,773	0,2774	0,2577	7,1085

## ANEXO 5

### RESULTADOS DE LOS ENSAYOS MECÁNICOS.

Ensayo de Flexión Estática

Probeta					Datos									Resultados			
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	Sub. Troza	Ancho (cms)	Espesor (cms)	P' (Lb)	P (Lb)	Y (x10 <sup>3</sup> Pulg)	Peso Inicial	Vol. Inicial	Peso Seco	Vol. Seco	CH (%)	ELP (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOR (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOE (Kg/cm <sup>2</sup> )
202	02	2	N1	C	5,073	5,070	680	856	294	21,14	66,30	18,30	63,85	15,52	248,3103	312,5788	53573,0411
202	02	2	N3	C	5,031	5,068	760	976	340	21,23	65,17	18,41	62,94	15,32	280,0610	359,6573	52268,9766
202	02	2	N5	D	5,053	5,090	440	458	210	21,01	69,14	18,25	67,11	15,12	160,0422	166,5893	48150,8762
202	02	2	N6	C	5,068	5,115	560	582	228	21,54	64,36	18,64	61,90	15,56	201,1068	209,0074	55456,5844
202	02	2	N8	C	5,099	5,122	480	500	239	20,60	66,04	17,89	64,07	15,15	170,8613	177,9805	44886,2227
202	02	2	S2	D	5,057	5,139	800	1050	295	26,90	66,84	23,26	64,52	15,65	285,2373	374,3740	60507,9755
202	02	2	S4	C	5,095	5,079	600	646	261	22,82	67,13	19,84	66,28	15,02	217,3788	234,0445	52735,7800
202	02	2	E3	D	5,055	5,000	760	890	340	19,52	62,82	16,99	60,58	14,89	286,3644	335,3478	54172,2608
202	02	2	E5	C	5,073	5,073	800	954	274	23,88	66,73	20,74	64,31	15,14	291,7843	347,9528	67507,7188
202	02	2	E7	C	5,062	5,108	600	764	250	18,85	65,21	16,42	63,92	14,80	216,3186	275,4457	54476,5873
202	02	2	O4	C	5,037	5,091	640	804	280	20,20	67,17	17,58	64,85	14,90	233,4363	293,2544	52664,0384
202	02	2	O6	C	5,066	5,101	560	572	210	22,90	68,70	19,90	66,14	15,08	202,2920	206,6269	60731,0842
202	02	2	O8	C	5,101	5,116	440	472	215	18,10	67,13	15,69	64,88	15,36	156,9289	168,3419	45881,8313
202	55	2	N2	D	5,064	4,935	760	982	305	20,14	63,03	17,43	60,60	15,55	293,4352	379,1491	62694,8753
202	55	2	N3	D	5,045	5,091	680	858	263	20,56	66,83	17,89	62,19	14,92	247,6328	312,4543	59477,9732
202	55	2	N4	C	5,019	5,082	720	868	265	21,70	64,23	18,87	62,82	15,00	264,4920	318,8598	63159,5319
202	55	2	N6	D	5,178	5,042	640	812	240	22,57	68,95	19,56	66,59	15,39	231,5148	293,7345	61527,8331

Ensayo de Flexión Estática (continuación)

Probeta					Datos									Resultados			
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	Sub. Troza	Ancho (cms)	Espesor (cms)	P' (Lb)	P (Lb)	Y(x10 <sup>3</sup> Pulg)	Peso Inicial	Vol. Inicial	Peso Seco	Vol. Seco	CH (%)	ELP (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOR (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOE (Kg/cm <sup>2</sup> )
202	55	2	S2	D	5,035	5,071	720	916	290	19,48	62,87	16,97	61,32	14,79	264,7966	336,8801	57906,5445
202	55	2	S3	D	4,987	5,085	720	878	255	24,74	69,92	21,46	67,12	15,28	265,8752	324,2200	65940,6971
202	55	2	S4	C	5,053	5,010	680	974	290	20,76	65,35	18,05	63,19	15,01	255,3000	365,6797	56509,5563
202	55	2	E3	D	5,152	5,113	680	986	269	23,20	71,13	20,13	68,92	15,25	240,4075	348,5909	56211,7179
202	55	2	E5	C	5,082	5,051	720	866	267	23,72	69,27	20,62	66,63	15,03	264,4294	318,0498	63056,2191
202	55	2	E6	D	5,083	5,132	480	660	185	19,54	59,91	16,93	58,40	15,42	170,7318	234,7562	57831,2946
202	55	2	O3	D	5,052	5,072	760	1118	290	21,30	65,72	18,50	63,24	15,14	278,4571	409,6251	60881,8689
202	55	2	O5	C	5,035	5,107	760	1102	275	22,43	68,52	19,51	65,78	14,97	275,5808	399,5922	63104,0609
202	55	2	O7	D	5,058	5,097	680	720	230	22,52	67,92	19,54	65,64	15,25	246,4152	260,9102	67597,6828
202	83	2	O9	C	5,023	5,142	400	420	189	23,57	68,96	20,37	66,26	15,71	143,4165	150,5874	47458,3079
202	83	2	N2	D	5,060	5,114	840	1140	298	22,61	67,33	19,65	64,97	15,06	302,2553	410,2036	63782,8311
202	83	2	N4	C	5,091	5,137	720	744	282	24,40	70,02	21,09	67,35	15,69	255,1978	263,7044	56653,2791
202	83	2	N5	C	5,053	5,151	560	680	225	23,88	68,70	20,78	66,42	14,92	198,8942	241,5144	55189,3169
202	83	2	N6	D	5,081	5,117	440	478	182	23,92	68,50	20,82	66,30	14,89	157,4850	171,0860	54382,5165
202	83	2	S2	D	5,109	5,168	800	1144	275	25,89	67,21	22,38	64,22	15,68	279,1744	399,2195	63172,3937
202	83	2	S4	C	5,112	5,117	680	988	258	25,30	69,09	21,91	66,73	15,47	241,9100	351,4810	58928,5247
202	83	2	S6	D	5,018	5,060	440	478	195	25,00	71,38	21,69	68,70	15,26	163,0751	177,1588	53150,7400
202	83	2	E4	C	4,964	5,068	800	1184	320	23,13	64,85	20,18	62,66	14,62	298,7800	442,1945	59247,7518
202	83	2	E6	D	5,086	5,165	480	510	190	23,84	69,73	20,67	67,41	15,34	168,4577	178,9863	55204,4085
202	83	2	O4	C	5,092	5,085	720	478	281	22,45	62,83	19,50	60,86	15,13	260,3927	172,8718	58605,4989
202	83	2	O6	D	5,110	5,167	480	638	180	23,79	64,04	20,64	61,97	15,26	167,5367	222,6842	57930,3171
202	97	2	N1	C	5,060	5,079	720	1164	250	26,07	69,47	22,54	66,81	15,66	262,6589	424,6319	66524,3731

Ensayo de Flexión Estática (continuación)

Probeta					Datos									Resultados			
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	Sub. Troza	Ancho (cms)	Espesor (cms)	P' (Lb)	P (Lb)	Y(x10 <sup>3</sup> Pulg)	Peso Inicial	Vol. Inicial	Peso Seco	Vol. Seco	CH (%)	ELP (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOR (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOE (Kg/cm <sup>2</sup> )
202	97	2	N3	D	5,011	5,030	760	970	260	23,86	65,84	20,75	63,25	14,99	285,4433	364,3158	70191,6327
202	97	2	N5	C	5,118	5,114	720	1054	254	23,27	70,46	20,17	67,86	15,37	256,1400	374,9605	63414,6771
202	97	2	S1	C	5,072	5,124	680	1048	280	20,48	66,87	17,83	64,60	14,86	243,1521	374,7403	54502,6641
202	97	2	S2	D	5,069	5,095	800	1262	280	35,03	70,79	30,34	67,22	15,46	289,4982	456,6835	65260,5241
202	97	2	S3	D	5,152	5,124	800	1152	255	26,34	70,55	22,86	67,93	15,22	281,6193	405,5319	69313,8540
202	97	2	S5	D	5,061	5,119	480	680	165	21,80	67,75	18,95	65,05	15,04	172,3460	244,1568	65620,4229
202	97	2	E4	C	5,048	5,144	640	848	220	25,82	63,90	22,33	61,92	15,63	228,1525	302,3021	64834,8522
202	97	2	E6	D	5,136	5,134	720	880	250	21,24	67,48	18,48	65,25	14,94	253,2575	309,5370	63456,0943
202	97	2	E8	C	5,048	5,098	640	938	260	27,41	69,64	23,65	67,45	15,90	232,2884	340,4477	56358,7360
202	97	2	O3	D	5,084	5,129	880	1184	301	21,28	56,57	18,52	54,92	14,90	313,3129	421,5483	65265,8495
202	97	2	O5	C	5,073	5,176	600	752	240	22,19	66,32	19,33	63,95	14,80	210,2154	263,4699	54420,9102
202	101	1	N2	B	5,068	5,117	760	1158	280	24,86	73,27	21,52	70,44	15,52	272,7173	415,5351	61213,3520
202	101	1	N4	A	5,045	5,058	720	1138	240	26,34	66,01	22,85	63,93	15,27	265,6319	419,8460	70371,5419
202	101	1	N6	A	5,055	5,109	560	640	207	21,77	64,19	18,85	62,37	15,49	202,0978	230,9689	61455,7144
202	101	1	S2	B	5,124	5,049	760	1068	284	20,05	62,03	17,37	59,68	15,43	277,0514	389,3301	62136,0265
202	101	1	S4	A	5,103	5,090	320	432	112	19,72	66,04	17,15	64,43	14,99	115,2538	155,5927	65016,9359
202	101	1	E3	B	5,086	5,082	680	1184	221	22,89	63,25	19,83	60,99	15,43	246,5073	429,2128	70584,5677
202	101	1	E5	A	5,078	5,156	600	790	185	22,98	61,32	19,97	59,34	15,07	211,6408	278,6603	71354,5312
202	101	1	O3	A	5,137	5,133	680	804	225	27,33	70,30	23,65	68,26	15,56	239,2343	282,8594	66615,6844
202	101	2	N1	D	4,929	5,100	720	972	258	20,85	62,87	18,12	60,86	15,07	267,4237	361,0220	65360,7312
202	101	2	N3	D	5,095	5,135	640	754	240	20,77	68,04	18,04	66,90	15,13	226,8410	267,2470	59193,8596
202	101	2	N5	C	4,870	5,081	680	774	250	21,92	66,27	19,03	64,21	15,19	257,5421	293,1435	65202,7355

Ensayo de Flexión Estática (continuación)

Probeta					Datos									Resultados			
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	Sub. Troza	Ancho (cms)	Espesor (cms)	P' (Lb)	P (Lb)	Y(x10 <sup>3</sup> Pulg)	Peso Inicial	Vol. Inicial	Peso Seco	Vol. Seco	CH (%)	ELP (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOR (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOE (Kg/cm <sup>2</sup> )
202	101	2	S1	C	5,070	5,095	640	978	252	19,13	65,81	16,63	63,77	15,03	231,5529	353,8418	57997,9131
202	101	2	S3	D	5,090	5,074	680	758	252	23,79	71,77	20,69	69,50	14,98	247,0909	275,4337	62145,9253
202	101	2	S5	C	4,972	5,102	640	772	250	20,92	66,25	18,22	63,83	14,82	235,4694	284,0350	59369,1650
202	101	2	E3	D	5,041	5,055	720	1070	270	21,48	67,16	18,61	64,76	15,42	266,1583	395,5409	62713,6406
202	101	2	E5	C	5,111	5,095	680	814	250	21,50	65,19	18,62	63,14	15,47	244,0514	292,1438	61617,4776
202	101	2	O3	D	5,017	5,128	840	1138	285	23,03	70,63	20,04	68,35	14,92	303,1836	410,7416	66714,4229
202	101	2	O5	C	5,026	5,125	640	828	208	23,40	68,56	20,38	66,06	14,82	230,8534	298,6666	69644,3683
202	101	3	N1	e	5,036	5,109	740	1158	268	23,60	72,38	20,48	70,08	15,23	268,0654	419,4861	62961,7737
202	101	3	N3	e	5,019	5,067	680	934	250	22,36	66,47	19,45	64,66	14,96	251,2792	345,1393	63792,9159
202	101	3	S1	e	5,063	5,149	720	1054	270	22,41	62,13	19,45	60,85	15,22	255,4144	373,8983	59083,4147
202	101	3	S3	e	4,939	5,047	760	1032	240	22,71	70,97	19,74	68,20	15,05	287,6567	390,6076	76372,4756
202	101	3	E4	e	4,981	5,068	600	912	230	20,66	65,74	18,03	63,53	14,59	223,3202	339,4468	61612,7385
202	101	3	E6	e	5,088	5,113	640	826	226	20,68	68,25	18,05	66,48	14,57	229,1120	295,6977	63763,2599
202	101	3	O3	e	4,972	5,061	600	880	230	21,41	67,04	18,53	64,51	15,54	224,3438	329,0376	61980,7376
202	101	3	O5	e	4,973	5,080	680	710	280	20,04	65,62	17,36	63,48	15,44	252,3072	263,4384	57044,6268

Ensayo de Compresión Paralela al Grano

Probeta					Datos								Resultados				
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	Sub Troza	Ancho (cms)	Espesor (cms)	P (Libras)	P' (Libras)	Y(x 10 <sup>4</sup> Pulg)	Peso Inicial	Volumen Inicial	Peso Seco	Volumen Seco	CH (%)	ELP (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOR (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOE (Kg/cm <sup>2</sup> )
202	02	2N1	C	C	5,059	5,002	11950	10000	175	22,34	65,52	19,49	62,96	14,62	179,2128	214,1592	60476,7464
202	02	2S1	C	C	5,091	5,041	10500	7500	120	25,77	66,17	22,46	63,83	14,74	132,5314	185,5439	65222,1419
202	02	2N2	C	C	5,038	5,044	9100	7000	140	18,89	65,98	16,54	63,99	14,21	124,9229	162,3998	52695,2655
202	02	2S2	C	C	5,134	5,061	13250	7500	94	26,79	66,91	23,42	63,85	14,39	130,9020	231,2602	82238,6632
202	02	2N3	C	C	5,109	5,034	11850	9000	230	21,43	67,34	18,77	65,12	14,17	158,6977	208,9520	40747,4460
202	02	2S3	D	D	5,071	5,126	14150	11000	150	26,17	69,07	22,88	66,99	14,38	191,9101	246,8661	75555,1457
202	02	2E3	D	D	5,045	5,104	12050	9500	180	20,98	66,10	18,42	64,07	13,90	167,3128	212,2230	54892,6374
202	02	2O3	D	D	5,077	5,079	11800	9500	165	22,10	66,88	19,41	64,97	13,86	167,0766	207,5267	59798,3387
202	02	2N4	D	D	5,109	5,080	11600	10000	165	21,23	66,36	18,61	64,30	14,08	174,7341	202,6916	62539,0493
202	02	2S4	C	C	5,087	5,090	12800	10500	163	24,27	65,94	21,20	63,96	14,48	183,9023	224,1856	66628,0355
202	02	2E4	C	C	5,051	5,115	12200	10000	160	21,57	65,52	19,91	63,66	8,34	175,5312	214,1480	64787,5929
202	02	2O4	C	C	5,102	5,059	10400	9000	170	19,81	68,48	17,34	66,55	14,24	158,1301	182,7282	54931,7314
202	02	2N5	D	D	5,104	5,038	8600	7000	160	20,60	66,44	18,09	64,70	13,88	123,4544	151,6725	45566,3312
202	02	2E5	C	C	5,108	5,084	13350	12000	180	24,09	66,21	21,04	63,85	14,50	209,5570	233,1321	68752,2862
202	02	2O5	C	C	5,069	5,036	12750	10500	153	22,01	66,10	19,28	64,00	14,16	186,5342	226,5059	71998,7057
202	02	2N6	C	C	5,144	5,060	12850	11000	180	23,19	68,96	20,36	66,72	13,90	191,6543	223,8870	62878,6975
202	02	2E6	D	D	5,031	5,108	12800	10000	145	22,40	66,87	19,66	64,16	13,94	176,4705	225,8822	71872,3137
202	02	2O6	C	C	5,133	5,046	12200	8000	110	21,91	67,25	19,16	65,12	14,35	140,0712	213,6085	75199,2701
202	02	2E7	C	C	5,064	5,072	8400	6000	130	19,76	65,84	17,33	64,09	14,02	105,9389	148,3145	48124,8945
202	02	2O7	D	D	5,162	5,094	12750	7500	125	20,11	67,16	17,66	65,35	13,87	129,3486	219,8926	61109,5581
202	02	2N8	C	C	5,105	5,059	9200	6500	122	21,12	66,56	18,52	64,86	14,04	114,1380	161,5492	55249,4468
202	02	2E8	C	C	5,001	5,066	11000	8500	133	21,63	67,55	19,00	65,80	13,84	152,1508	196,9010	67558,5125

Ensayo de Compresión Paralela al Grano (continuación)

Probeta				Datos										Resultados			
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	Sub Troza	Ancho (cms)	Espesor (cms)	P (Libras)	P' (Libras)	Y (x 10 <sup>4</sup> Pulg)	Peso Inicial	Volumen Inicial	Peso Seco	Volumen Seco	CH (%)	ELP (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOR (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOE (Kg/cm <sup>2</sup> )
202	02	2O8	C		5,093	5,060	9600	7500	135	19,19	65,87	16,84	64,13	13,95	131,9819	168,9368	57734,8625
202	55	2N1	C		4,966	5,110	12300	8000	92	20,73	66,83	18,19	64,28	13,96	142,9683	219,8137	91771,8271
202	55	2S1	C		5,132	4,992	11900	8000	115	21,27	66,98	18,67	64,94	13,93	141,6140	210,6508	72721,9902
202	55	2N2	D		5,038	5,075	12800	11000	220	21,12	66,06	18,57	63,96	13,73	195,1083	227,0351	52373,3831
202	55	2S2	D		5,097	5,011	12000	10000	160	21,62	65,88	18,96	63,65	14,03	177,5572	213,0686	65535,3789
202	55	2N3	D		5,071	5,025	12350	10000	160	22,75	64,20	19,96	62,11	13,98	177,9703	219,7934	65687,8692
202	55	2S3	D		5,075	5,014	11450	9500	155	22,42	65,10	19,63	62,99	14,21	169,3092	204,0621	64506,9287
202	55	2E3	D		5,105	5,027	12200	9000	180	22,38	66,54	19,65	64,73	13,89	159,0432	215,5919	52179,5352
202	55	2O3	D		4,981	5,038	12350	11000	193	20,53	64,10	18,04	62,26	13,80	198,7903	223,1873	60826,8750
202	55	2N4	C		5,118	5,084	11950	10000	180	22,50	66,54	19,81	64,93	13,58	174,2896	208,2761	57181,6266
202	55	2S4	C		4,954	4,963	12750	10000	164	21,12	63,57	18,48	61,69	14,29	184,4493	235,1729	66418,7516
202	55	2E4	C		5,052	5,088	13100	9000	140	22,44	66,96	19,67	64,89	14,08	158,7850	231,1203	66979,0314
202	55	2O4	C		5,110	5,071	12750	10500	164	20,53	66,66	18,02	64,92	13,93	183,7605	223,1377	66170,7069
202	55	2N5	C		5,099	5,054	12200	10000	126	23,29	67,28	20,40	64,81	14,17	175,9775	214,6925	82479,1239
202	55	2S5	C		5,093	5,006	12850	10500	170	22,93	66,41	20,12	64,24	13,97	186,7678	228,5682	64879,9774
202	55	2E5	C		5,060	5,085	13200	10000	132	24,24	66,45	21,25	64,02	14,07	176,2527	232,6536	78853,2193
202	55	2O5	C		5,000	5,106	13150	11500	180	22,49	66,01	19,70	63,44	14,16	204,2793	233,5889	67020,7609
202	55	2N6	D		5,100	4,993	13300	10500	142	23,42	65,54	20,53	36,25	14,08	186,9971	236,8630	77768,5580
202	55	2E6	D		5,099	4,998	12600	10500	150	23,65	65,86	20,72	63,37	14,14	186,8467	224,2160	73561,6751
202	55	2O6	D		5,099	5,046	14100	12000	175	23,99	67,46	21,06	65,33	13,91	211,5077	248,5216	71374,9428
202	55	2O7	D		5,052	5,048	8150	6500	140	20,27	66,79	17,74	64,97	14,26	115,5867	144,9280	48757,0551
202	55	2O8	C		5,057	4,979	12800	9500	130	22,83	64,95	19,93	62,43	14,55	171,1062	230,5431	77728,4499

Ensayo de Compresión Paralela al Grano (continuación)

Probeta					Datos								Resultados				
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	Sub Troza	Ancho (cms)	Espesor (cms)	P (Libras)	P' (Libras)	Y (x 10 <sup>4</sup> Pulg)	Peso Inicial	Volumen Inicial	Peso Seco	Volumen Seco	CH (%)	ELP (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOR (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOE (Kg/cm <sup>2</sup> )
202	55	2O9	C		5,048	5,122	12550	9000	130	24,49	65,45	21,50	63,43	13,91	157,8559	220,1213	71709,2319
202	83	2N1	C		5,107	5,050	12550	11500	205	23,43	66,06	20,58	64,04	13,85	202,2171	220,6804	58253,4401
202	83	2S2	D		5,014	5,049	15000	12000	200	26,13	65,76	22,79	63,21	14,66	214,9655	268,7069	63474,0755
202	83	2S1	C		5,092	5,077	17450	14000	210	32,00	66,89	27,96	63,86	14,45	245,5895	306,1098	69063,4098
202	83	2N2	D		5,021	5,077	13450	11500	180	23,93	65,05	20,95	62,92	14,22	204,5869	239,2777	67121,6748
202	83	2N3	D		5,087	5,095	14350	11500	190	24,78	66,71	21,70	64,33	14,19	201,2191	251,0864	62542,1990
202	83	2S3	D		5,098	5,082	14700	13000	210	26,62	67,42	23,31	65,01	14,20	227,5549	257,3121	63991,8108
202	83	2E3	D		5,127	5,071	13400	11500	190	24,74	68,76	21,65	66,29	14,27	200,5941	233,7358	62347,9452
202	83	2O3	D		5,106	5,074	13500	11000	195	25,28	67,05	22,12	64,95	14,29	192,5479	236,3087	58312,4964
202	83	2N4	C		5,079	5,093	13150	11000	193	23,48	64,80	20,49	62,41	14,59	192,8493	230,5426	59009,0090
202	83	2S4	C		5,018	5,057	13100	9000	145	25,75	66,65	22,51	64,40	14,39	160,8408	234,1127	65506,7013
202	83	2E4	C		5,066	5,012	13250	10000	165	23,98	65,93	20,98	63,95	14,30	178,6081	236,6557	63925,5748
202	83	2O4	C		5,087	5,074	12100	10000	170	22,69	65,42	19,84	63,82	14,36	175,6973	212,5937	61034,2640
202	83	2N5	C		5,050	5,096	11700	9500	162	23,24	64,86	20,33	62,92	14,31	167,4095	206,1780	61027,0851
202	83	2S5	C		5,068	5,109	12250	11000	170	26,48	66,49	23,02	63,99	15,03	192,6626	214,5561	66927,7290
202	83	2E5	C		5,055	5,072	12300	9000	145	22,54	67,06	19,74	65,23	14,18	159,1913	217,5615	64834,9136
202	83	2O5	C		5,096	5,154	11300	8500	150	26,59	66,99	23,33	64,88	13,97	146,7650	195,1111	57781,4807
202	83	2N6	D		5,059	5,127	12550	10000	170	24,38	67,26	21,34	65,37	14,25	174,8434	219,4285	60737,6403
202	83	2S6	D		4,978	5,103	15000	9000	145	24,63	65,46	21,53	63,57	14,40	160,6717	267,7861	65437,8287
202	83	2E6	D		4,994	5,094	12150	8000	155	20,49	65,41	17,85	63,46	14,79	142,6132	216,5938	54335,7472
202	83	2O6	D		5,050	5,089	10750	8500	135	25,05	67,71	21,88	65,83	14,49	149,9935	189,6976	65613,9468
202	97	2N1	C		5,072	5,062	13450	8500	127	23,13	67,18	20,29	64,91	14,00	150,1395	237,5736	69814,9856

Ensayo de Compresión Paralela al Grano (continuación)

Probeta					Datos								Resultados				
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	Sub Troza	Ancho (cms)	Espesor (cms)	P (Libras)	P' (Libras)	Y (x 10 <sup>4</sup> Pulg)	Peso Inicial	Volumen Inicial	Peso Seco	Volumen Seco	CH (%)	ELP (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOR (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOE (Kg/cm <sup>2</sup> )
202	97	2N2	D		4,993	5,088	14650	10500	140	28,38	66,72	24,81	63,78	14,39	187,4381	261,5208	79065,5741
202	97	2S2	D		5,007	5,084	13800	11500	170	25,32	66,78	22,15	64,31	14,31	204,8764	245,8517	71170,5988
202	97	2N3	D		5,054	4,996	13300	9000	134	23,75	65,81	20,84	63,61	13,96	161,6449	238,8753	71238,5182
202	97	2E3	D		5,108	5,093	14200	12500	182	25,86	68,55	22,64	66,01	14,22	217,9028	247,5375	70704,7993
202	97	2O3	D		5,082	5,067	13650	11000	170	24,36	66,33	21,35	64,18	14,10	193,7244	240,3944	67296,5860
202	97	2N4	C		5,126	5,041	13950	12500	187	24,09	66,90	21,10	64,45	14,17	219,3775	244,8252	69280,0099
202	97	2S4	C		4,962	5,066	13550	12000	165	25,29	65,03	22,14	62,56	14,23	216,4894	244,4526	77483,6713
202	97	2E4	C		5,080	5,035	14700	8000	85	25,26	65,77	22,13	63,25	14,14	141,8418	260,6342	98546,8412
202	97	2O4	C		4,947	5,049	13100	9500	130	25,04	66,74	21,92	64,58	14,23	172,4859	237,8490	78355,1968
202	97	2N5	C		5,082	5,006	12950	11000	165	21,61	65,78	18,93	63,54	14,16	196,0850	230,8456	70180,7603
202	97	2O5	C		4,996	5,067	11000	8000	90	22,14	66,09	19,32	63,81	14,60	143,3158	197,0592	94039,2112
202	97	2E5	C		4,990	5,082	13700	10000	140	25,15	66,51	22,02	64,35	14,21	178,8307	244,9981	75434,7737
202	97	2O5	C		5,030	5,084	16650	11000	174	22,53	65,93	19,73	63,75	14,19	195,0727	295,2691	66207,1272
202	97	2S6	D		5,070	4,996	12150	9500	165	21,92	65,85	19,20	63,96	14,17	170,0868	217,5320	60875,7193
202	97	2E6	D		5,059	5,135	13050	9500	142	22,83	68,22	20,02	66,41	14,04	165,8425	227,8152	68970,7530
202	97	2O6	D		5,036	5,129	13500	10000	150	24,34	68,22	21,26	65,81	14,49	175,5735	237,0242	69123,4099
202	97	2E8	C		5,138	5,094	12350	9000	144	25,48	66,57	22,23	64,66	14,62	155,9433	213,9889	63953,1309
202	97	2O8	C		4,952	5,073	11400	9000	138	21,72	63,25	19,05	61,51	14,02	162,4704	205,7959	69526,8828
202	101	1N1	A		5,121	5,007	7500	6000	120	18,02	65,14	15,75	63,17	14,41	106,1197	132,6497	52224,2812
202	101	1S1	A		5,130	4,997	13300	11500	155	24,85	66,55	21,74	63,91	14,31	203,4457	235,2893	77512,9493
202	101	1N2	B		5,090	5,088	12600	11000	210	22,84	66,39	19,98	64,14	14,31	192,6216	220,6393	54168,0672
202	101	1S2	B		4,960	5,012	12000	10000	165	22,76	65,00	17,98	60,80	26,59	182,4251	218,9101	65291,7262

Ensayo de Compresión Paralela al Grano (continuación)

Probeta					Datos								Resultados				
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	Sub Troza	Ancho (cms)	Espesor (cms)	P (Libras)	P' (Libras)	Y (x 10 <sup>4</sup> Pulg)	Peso Inicial	Volumen Inicial	Peso Seco	Volumen Seco	CH (%)	ELP (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOR (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOE (Kg/cm <sup>2</sup> )
202	101	1N3	B	B	5,128	5,031	15150	10500	135	28,90	65,59	25,22	63,02	14,59	184,5713	266,3101	80739,8672
202	101	1S3	B	B	5,130	5,000	11800	9000	105	25,50	64,86	22,25	62,51	14,61	159,1228	208,6277	89495,3920
202	101	1E3	B	B	5,053	5,017	12650	11000	175	23,67	65,28	20,73	62,76	14,18	196,7780	226,2947	66404,2798
202	101	1O3	B	B	5,086	5,014	14750	9500	108	27,98	64,91	24,52	62,16	14,11	168,9430	262,3062	92379,1577
202	101	1N4	A	A	5,050	5,047	15300	11500	159	27,25	66,28	23,86	63,31	14,21	204,6211	272,2350	75999,5231
202	101	1S4	A	A	5,132	5,042	11800	10000	134	23,30	66,91	20,36	64,73	14,44	175,2620	206,8092	77239,6943
202	101	1E4	A	A	5,043	5,022	13350	11000	160	25,79	63,80	22,56	61,30	14,32	196,9719	239,0523	72701,2469
202	101	1O4	A	A	5,019	5,092	14150	10000	115	25,95	66,64	22,69	63,86	14,37	177,4482	251,0893	91123,7120
202	101	1N5	A	A	4,986	5,057	12900	10500	130	25,70	66,40	22,40	63,69	14,73	188,8519	232,0181	85789,7797
202	101	1E5	A	A	4,990	5,102	12600	10000	135	24,13	66,26	21,07	63,85	14,52	178,1297	224,4434	77921,9954
202	101	1N6	A	A	5,097	5,009	11550	9500	154	23,58	67,88	20,66	65,99	14,13	168,7467	205,1604	64710,0973
202	101	1E6	B	B	5,070	5,097	11400	9500	140	23,87	66,26	20,89	64,03	14,27	166,7164	200,0597	70324,6874
202	101	2N1	D	D	5,125	4,926	13050	11000	188	21,63	65,90	18,94	63,54	14,20	197,5976	234,4226	62069,9496
202	101	2S1	C	C	5,098	5,121	9800	8000	134	28,82	65,64	25,15	63,11	14,59	138,9673	170,2350	61244,2634
202	101	2N2	D	D	5,159	5,113	11000	9000	132	22,12	66,54	19,38	64,11	14,14	154,7314	189,1162	69224,8609
202	101	2S2	D	D	5,065	5,003	13000	10000	150	23,84	66,08	20,86	63,74	14,29	178,9647	232,6541	70458,5372
202	101	2N3	D	D	5,074	5,028	10350	9000	160	20,20	66,22	17,72	64,27	14,00	159,9831	183,9805	59048,8751
202	101	2S5	C	C	5,093	5,029	11500	9000	145	21,20	65,84	18,60	64,00	13,98	159,3546	203,6197	64901,3946
202	101	2S3	D	D	5,107	5,024	13350	11000	155	22,93	65,17	20,05	62,94	14,36	194,4261	235,9625	74076,4792
202	101	2E3	D	D	5,091	5,071	12700	12000	164	21,51	67,38	18,87	65,27	13,99	210,7957	223,0922	75905,8983
202	101	2O3	D	D	5,122	5,031	12250	10000	154	22,07	66,69	19,36	64,71	14,00	175,9881	215,5855	67487,0153
202	101	2S4	C	C	5,110	5,038	10250	8000	128	20,47	66,28	17,95	64,24	14,04	140,9251	180,5602	65018,3266

Ensayo de Compresión Paralela al Grano (continuación)

Probeta					Datos									Resultados			
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	Sub Troza	Ancho (cms)	Espesor (cms)	P (Libras)	P' (Libras)	Y (x 10 <sup>4</sup> Pulg)	Peso Inicial	Volumen Inicial	Peso Seco	Volumen Seco	CH (%)	ELP (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOR (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOE (Kg/cm <sup>2</sup> )
202	101	2N4	C	C	5,161	5,069	11750	10000	140	23,21	68,40	20,35	66,43	14,05	173,3489	203,6850	73122,4355
202	101	2E4	C	C	5,107	5,080	12600	11000	164	21,39	66,54	18,77	64,58	13,96	192,2828	220,2512	69239,5283
202	101	2O4	C	C	5,052	5,028	11300	9500	130	22,15	66,65	19,35	64,50	14,47	169,6064	201,7424	77047,1318
202	101	2N5	C	C	5,104	5,029	12000	10500	169	21,96	66,12	19,24	64,32	14,14	185,5130	212,0148	64825,3883
202	101	2E5	C	C	5,108	5,049	12200	9000	124	21,01	65,71	18,37	63,67	14,37	158,2572	214,5265	75370,1533
202	101	2O5	C	C	5,052	5,061	12000	10500	157	23,62	66,53	20,68	64,13	14,22	186,2374	212,8427	70052,6875
202	101	2E6	D	D	5,058	5,052	14650	12500	172	25,23	64,81	22,06	62,43	14,37	221,8427	259,9996	76168,2948
202	101	2O6	D	D	5,105	5,038	10850	8500	123	23,71	65,25	20,72	63,09	14,43	149,8795	191,3168	71960,5938
202	101	3N1	e	e	5,085	5,037	12500	9000	132	21,75	65,34	19,00	63,10	14,47	159,3518	221,3219	71291,9517
202	101	3S1	e	e	5,116	5,070	10650	8000	132	21,29	67,35	18,64	65,07	14,22	139,8714	186,2037	62576,6622
202	101	3E3	e	e	5,094	5,053	11950	10000	160	23,26	65,87	20,35	63,47	14,30	176,1850	210,5411	65028,9306
202	101	3N4	e	e	5,076	5,038	11550	10000	148	22,20	65,47	19,45	63,39	14,14	177,3362	204,8234	70760,8990
202	101	3O3	e	e	5,058	4,995	11650	9000	154	20,79	65,66	18,18	63,66	14,36	161,5494	209,1168	61950,1418
202	101	3S4	e	e	5,021	5,015	12500	9000	112	24,62	64,82	21,53	62,27	14,35	162,0909	225,1263	85466,9413
202	101	3E6	e	e	5,067	5,025	9750	8500	140	20,14	61,82	17,65	59,91	14,11	151,3942	173,6581	63861,4468
202	101	3O6	e	e	5,006	5,015	11170	10000	150	22,63	66,72	19,89	64,53	13,78	180,6407	201,7756	71118,3697

Ensayo de Compresión Perpendicular al Grano

N° de Probeta					Datos				Resultados	
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	SubTroza	P' (Libras)	Peso inicial	Volumen Inicial	Peso seco	ELP (Kg/cm <sup>2</sup> )	CH (%)
202	02	2	N1	C	1400	18,39	58,71	16,26	25,396	13,10
202	02	2	S2	D	3100	24,77	58,13	21,67	56,234	14,31
202	02	2	E3	D	1400	19,26	61,94	16,90	25,396	13,96
202	02	2	N5	D	900	19,76	59,83	17,27	16,326	14,42
202	02	2	O6	C	1400	19,53	60,15	17,10	25,396	14,21
202	02	2	E7	C	1400	18,81	59,48	16,56	25,396	13,59
202	55	2	N2	D	1400	18,87	58,53	16,65	25,396	13,33
202	55	2	S4	C	1600	19,19	56,45	16,83	29,024	14,02
202	55	2	E5	C	1600	21,35	60,82	18,66	29,024	14,42
202	55	2	O4	C	1000	19,31	56,74	17,62	18,140	9,59
202	55	2	N6	D	1600	21,42	58,74	18,73	29,024	14,36
202	55	2	O9	C	1300	20,14	59,02	16,86	23,582	19,45
202	83	2	N1	C	1900	20,00	59,08	17,76	34,466	12,61
202	83	2	N1	C	1900	20,23	59,00	17,52	34,466	15,47
202	83	2	S1	C	2200	20,46	59,00	18,00	39,908	13,67
202	83	2	N4	C	2100	21,28	59,07	18,54	38,094	14,78
202	83	2	S6	D	1500	23,00	59,40	20,68	27,210	11,22
202	83	2	E6	D	1100	18,08	59,32	15,83	19,954	14,21
202	83	2	O6	D	1200	20,27	59,18	17,85	21,768	13,56
202	97	2	N1	C	1900	19,46	59,59	17,23	34,466	12,94
202	97	2	E4	C	3100	23,76	58,68	20,77	56,234	14,40
202	97	2	N5	C	1300	19,48	59,99	17,03	23,582	14,39
202	97	2	O5	C	1800	20,35	58,73	17,87	32,652	13,88

Ensayo de Compresión Perpendicular al Grano (continuación)

<i>N° de Probeta</i>					<i>Datos</i>				<i>Resultados</i>	
<i>Plantación</i>	<i>Árbol</i>	<i>Troza</i>	<i>Orientación</i>	<i>SubTroza</i>	<i>P' (Libras)</i>	<i>Peso inicial</i>	<i>Volumen Inicial</i>	<i>Peso seco</i>	<i>ELP (Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>CH (%)</i>
202	97	2	E8	C	1900	23,71	57,93	20,74	34,466	14,32
202	101	1	N2	B	1600	20,78	59,22	17,94	29,024	15,83
202	101	1	S4	A	1400	20,82	58,83	18,19	25,396	14,46
202	101	1	E5	A	1600	20,97	57,58	18,36	29,024	14,22
202	101	1	N6	A	1400	19,39	58,51	16,97	25,396	14,26
202	101	2	N1	D	1700	18,84	57,31	16,68	30,838	12,95
202	101	2	S3	C	1200	20,51	58,87	17,96	21,768	14,20
202	101	2	O3	D	1400	19,59	58,54	17,17	25,396	14,09
202	101	2	N5	C	1500	19,40	58,55	17,06	27,210	13,72
202	101	2	E5	C	1500	18,89	58,47	16,59	27,210	13,86
202	101	3	N1	e	1700	20,14	59,89	17,79	30,838	13,21
202	101	3	S1	e	1600	18,98	60,83	16,72	29,024	13,52
202	101	3	O3	e	1400	19,96	61,85	17,57	25,396	13,60
202	101	3	E4	e	1500	19,39	59,75	17,10	27,210	13,39

Ensayo de Dureza

Probeta					Datos									Resultados			
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	SubTroza	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Peso		C.H.	Carga	Carga	Carga	Carga
					Máxima	Máxima	Máxima	Máxima	Máxima	Máxima	Inicial	P.S.H.		Máxima	Máxima	Máxima	Máxima
					Tg 1	Tg 2	Rd 1	Rd 2	Extremos	Extremos	(grs)	(grs)	(%)	Lados	Extremos	Lados	Extremos
					(Lbs)	(Lbs)	(Lbs)	(Lbs)	1 (Lbs)	2 (Lbs)				Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
														(Lbs)	(Lbs)	(Kg)	(Kg)
202	02	2	S1	C	450	470	410	360	640	570	20.00	18.00	11.11	422.50	605.00	191.64	274.42
202	02	2	S4	C	400	320	340	260	460	550	23.35	20.57	13.51	330.00	505.00	149.69	229.06
202	02	2	O4	C	220	180	220	220	320	400	17.89	15.88	12.66	210.00	360.00	95.25	163.29
202	02	2	E5	C	340	240	280	400	590	560	21.32	18.90	12.80	315.00	575.00	142.88	260.82
202	02	2	O5	C	330	300	240	300	530	550	22.64	19.80	14.34	292.50	540.00	132.68	244.94
202	02	2	N8	C	190	210	280	120	570	440	18.79	16.33	15.06	200.00	505.00	90.72	229.06
202	02	2	O8	C	180	200	200	130	280	320	17.84	15.91	12.13	177.50	300.00	80.51	136.08
202	55	2	S2	D	240	260	180	210	420	430	19.76	17.54	12.66	222.50	425.00	100.92	192.78
202	55	2	E3	D	260	220	250	220	510	580	20.10	17.85	12.61	237.50	545.00	107.73	247.21
202	55	2	O3	D	290	220	290	240	450	520	21.29	18.86	12.88	260.00	485.00	117.93	219.99
202	55	2	N4	C	300	190	260	240	560	510	20.27	17.91	13.18	247.50	535.00	112.26	242.67
202	55	2	S5	C	320	360	340	280	600	590	21.00	18.50	13.51	325.00	595.00	147.42	269.89
202	55	2	E6	D	410	240	310	290	610	580	22.32	20.00	11.60	312.50	595.00	141.75	269.89
202	55	2	O6	D	240	330	250	240	500	470	19.96	17.80	12.13	265.00	485.00	120.20	219.99
202	55	2	O7	D	260	220	250	160	420	460	19.84	17.63	12.54	222.50	440.00	100.92	199.58
202	83	2	N2	D	300	170	360	350	730	770	23.04	20.30	13.50	295.00	750.00	133.81	340.19
202	83	2	S4	C	520	350	300	320	610	650	24.28	21.47	13.09	372.50	630.00	168.96	285.76
202	83	2	E4	C	300	350	280	310	540	560	21.49	19.03	12.93	310.00	550.00	140.61	249.48
202	83	2	O4	C	380	320	280	300	610	440	21.84	19.48	12.11	320.00	525.00	145.15	238.14
202	83	2	N6	D	320	280	350	350	530	440	23.43	20.70	13.19	325.00	485.00	147.42	219.99

Ensayo de Dureza (continuación)

Probeta					Datos									Resultados			
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	SubTroza	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Peso		C.H.	Carga	Carga	Carga	Carga
					Máxima	Máxima	Máxima	Máxima	Máxima	Máxima	Inicial	P.S.H.		Máxima	Máxima	Máxima	Máxima
					Tg 1	Tg 2	Rd 1	Rd 2	Extremos	Extremos	(grs)	(grs)	(%)	Lados	Extremos	Lados	Extremos
					(Lbs)	(Lbs)	(Lbs)	(Lbs)	1 (Lbs)	2 (Lbs)				Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
														(Lbs)	(Lbs)	(Kg)	(Kg)
202	97	2	N2	D	400	450	520	500	630	600	22.78	20.30	12.22	467.50	615.00	212.05	278.96
202	97	2	N3	D	350	310	260	280	550	480	21.98	19.45	13.01	300.00	515.00	136.08	233.60
202	97	2	S3	D	400	310	180	420	520	600	22.68	20.13	12.67	327.50	560.00	148.55	254.01
202	97	2	O3	D	360	460	320	320	690	580	22.72	20.23	12.31	365.00	635.00	165.56	288.03
202	97	2	N5	C	300	360	300	340	480	430	20.46	18.07	13.23	325.00	455.00	147.42	206.38
202	97	2	E6	D	320	320	180	170	400	420	20.57	18.26	12.65	247.50	410.00	112.26	185.97
202	101	1	E3	B	460	260	280	250	540	520	24.11	21.22	13.62	312.50	530.00	141.75	240.40
202	101	1	O3	B	360	260	420	310	560	680	25.64	22.68	13.05	337.50	620.00	153.09	281.23
202	101	1	N4	A	370	380	380	330	700	760	26.13	23.00	13.61	365.00	730.00	165.56	331.12
202	101	2	S1	C	160	150	240	200	500	450	17.91	15.94	12.36	187.50	475.00	85.05	215.46
202	101	2	S2	D	420	240	340	270	500	530	21.59	19.16	12.68	317.50	515.00	144.02	233.60
202	101	2	N3	D	170	290	150	170	430	460	19.46	17.94	8.47	195.00	445.00	88.45	201.85
202	101	2	E3	D	400	250	240	280	390	400	19.91	17.62	13.00	292.50	395.00	132.68	179.17
202	101	2	O5	C	280	240	260	240	440	480	21.69	19.17	13.15	255.00	460.00	115.67	208.65
202	101	2	E6	D	350	360	270	410	530	550	23.47	20.76	13.05	347.50	540.00	157.62	244.94
202	101	3	N3	E	380	180	280	250	550	560	20.97	18.57	12.92	272.50	555.00	123.60	251.74
202	101	3	S3	E	260	290	280	260	460	430	21.66	19.17	12.99	272.50	445.00	123.60	201.85
202	101	3	O5	E	310	200	180	150	450	460	19.58	17.40	12.53	210.00	455.00	95.25	206.38
202	101	3	E6	E	220	210	180	180	410	420	18.55	16.41	13.04	197.50	415.00	89.58	188.24

## Ensayo de Tenacidad

<i>Plantación</i>	<i>Árbol</i>	<i>Troza</i>	<i>Orientación</i>	<i>Sub Troza</i>	<i>Sección</i>	<i>Nº</i>	<i>Tenacidad (Lbs/Pulg)</i>	<i>Tenacidad (Kg-m)</i>
202	02	2 C	N1	Tg		1	8,0	0,09
202	02	2 C	N1	Rd		2	21,8	0,25
202	02	2 C	N3	Tg		1	96,0	1,10
202	02	2 C	N3	Tg		2	12,7	0,15
202	02	2 C	N3	Rd		2	4,9	0,06
202	02	2 C	N6	Tg		1	25,6	0,29
202	02	2 C	N6	Tg		2	2,5	0,03
202	02	2 C	N6	Rd		2	17,9	0,21
202	02	2 C	N8	Tg		1	48,8	0,56
202	02	2 C	N8	Rd		1	21,3	0,24
202	02	2 D	S2	Tg		1	64,3	0,74
202	02	2 D	S2	Rd		1	51,9	0,60
202	02	2 C	S4	Tg		2	17,3	0,20
202	02	2 C	S4	Rd		1	1,3	0,01
202	02	2 D	E3	Tg		1	96,0	1,10
202	02	2 D	E3	Tg		2	13,3	0,15
202	02	2 D	E3	Rd		1	7,4	0,09
202	02	2 C	E5	Tg		1	27,3	0,31
202	02	2 C	E5	Tg		2	96,0	1,10
202	02	2 C	E5	Rd		1	29,9	0,34
202	02	2 C	E5	Rd		2	52,8	0,61

<i>Plantación</i>	<i>Árbol</i>	<i>Troza</i>	<i>Orientación</i>	<i>Sub Troza</i>	<i>Sección</i>	<i>Nº</i>	<i>Tenacidad (Lbs/Pulg)</i>	<i>Tenacidad (Kg-m)</i>
202	02	2 C	E7	Rd		1	7,4	0,09
202	02	2 D	N2	Tg		1	73,8	0,85
202	02	2 D	N2	Tg		2	24,1	0,28
202	02	2 C	O4	Tg		1	21,3	0,24
202	02	2 C	O4	Rd		1	30,9	0,36
202	02	2 C	O6	Tg		1	30,9	0,36
202	02	2 C	O6	Rd		1	37,5	0,43
202	02	2 C	O6	Rd		2	22,9	0,26
202	02	2 C	N1	Rd		3	26,7	0,31
202	02	2 C	N3	Tg		2	1,3	0,01
202	02	2 D	S2	Tg		2	68,5	0,79
202	55	2 D	N2	Tg		1	43,8	0,50
202	55	2 D	N2	Tg		2	58,6	0,67
202	55	2 D	N2	Rd		2	9,7	0,11
202	55	2 D	N3	Tg		1	25,6	0,29
202	55	2 D	N3	Tg		2	8,6	0,10
202	55	2 D	N3	Rd		1	14,5	0,17
202	55	2 D	N3	Rd		2	19,6	0,23
202	55	2 C	N4	Tg		1	4,9	0,06
202	55	2 C	N4	Tg		2	0,6	0,01
202	55	2 C	N4	Rd		1	12,1	0,14

<i>Plantación</i>	<i>Árbol</i>	<i>Troza</i>	<i>Orientación</i>	<i>Sub Troza</i>	<i>Sección</i>	<i>Nº</i>	<i>Tenacidad (Lbs/Pulg)</i>	<i>Tenacidad (Kg-m)</i>
202	55	2 C	N4	Rd		2	25,6	0,29
202	55	2 D	S3	Tg		1	26,2	0,30
202	55	2 D	S3	Rd		1	17,3	0,20
202	55	2 C	S4	Tg		1	29,9	0,34
202	55	2 C	S4	Rd		1	4,4	0,05
202	55	2 D	E3	Rd		1	18,5	0,21
202	55	2 C	E5	Tg		1	54,1	0,62
202	55	2 C	E5	Tg		2	59,4	0,68
202	55	2 C	E5	Tg		3	40,0	0,46
202	55	2 C	E5	Tg		4	61,7	0,71
202	55	2 C	E5	Rd		1	13,3	0,15
202	55	2 C	E5	Rd		2	16,2	0,19
202	55	2 C	E5	Rd		3	17,3	0,20
202	55	2 C	E5	Rd		4	14,5	0,17
202	55	2 D	E6	Tg		1	0,6	0,01
202	55	2 C	O5	Tg		1	45,2	0,52
202	55	2 C	O5	Tg		2	18,5	0,21
202	55	2 C	O5	Rd		1	39,1	0,45
202	55	2 C	O5	Rd		2	39,1	0,45
202	55	2 D	O7	Tg		1	36,6	0,42
202	55	2 D	O7	Tg		2	25,6	0,29
202	55	2 D	O7	Tg		3	11,0	0,13
202	55	2 D	O7	Rd		1	35,6	0,41
202	55	2 D	O7	Rd		2	21,3	0,24

<i>Plantación</i>	<i>Árbol</i>	<i>Troza</i>	<i>Orientación</i>	<i>Sub Troza</i>	<i>Sección</i>	<i>Nº</i>	<i>Tenacidad (Lbs/Pulg)</i>	<i>Tenacidad (Kg-m)</i>
202	55	2 C	N4	Tg		3	0,6	0,01
202	55	2 D	O3	Rd		4	9,7	0,11
202	83	2 D	N2	Tg		1	1,8	0,02
202	83	2 D	N2	Rd		1	1,8	0,02
202	83	2 D	N2	Rd		2	30,0	0,35
202	83	2 C	N4	Tg		1	49,3	0,57
202	83	2 C	N4	Tg		2	24,1	0,28
202	83	2 C	N4	Rd		2	20,8	0,24
202	83	2 D	N6	Tg		1	51,9	0,60
202	83	2 D	N6	Rd		1	17,9	0,21
202	83	2 D	S2	Tg		1	35,7	0,41
202	83	2 D	S2	Rd		1	30,8	0,35
202	83	2 C	S4	Tg		1	7,0	0,08
202	83	2 C	S4	Tg		2	38,5	0,44
202	83	2 C	S4	Tg		3	37,5	0,43
202	83	2 C	S4	Tg		4	21,8	0,25
202	83	2 C	S4	Rd		1	12,7	0,15
202	83	2 C	S4	Rd		3	28,9	0,33
202	83	2 C	S4	Rd		4	32,0	0,37
202	83	2 C	E4	Tg		1	61,0	0,70
202	83	2 D	E6	Tg		1	9,7	0,11
202	83	2 C	O4	Tg		1	0,6	0,01
202	83	2 C	O4	Rd		1	17,4	0,20
202	83	2 D	O6	Tg		1	48,8	0,56

<i>Plantación</i>	<i>Árbol</i>	<i>Troza</i>	<i>Orientación</i>	<i>Sub Troza</i>	<i>Sección</i>	<i>Nº</i>	<i>Tenacidad (Lbs/Pulg)</i>	<i>Tenacidad (Kg-m)</i>
202	83	2 D	O6	Rd		1	25,1	0,29
202	83	2 D	N2	Tg		4	21,6	0,25
202	83	2 D	N2	Rd		5	25,8	0,30
202	83	2 D	N6	Tg		2	2,5	0,03
202	83	2 D	S2	Tg		3	57,9	0,67
202	83	2 D	S2	Tg		6	46,2	0,53
202	83	2 C	E4	Rd		1	40,5	0,47
202	83	2 C	E4	Rd		3	81,1	0,93
202	83	2 C	O4	Rd		2	3,7	0,04
202	83	2 C	O4	Tg		6	28,9	0,33
202	97	2 C	N1	Tg		1	56,2	0,65
202	97	2 C	N1	Rd		1	52,4	0,60
202	97	2 D	N3	Tg		1	34,0	0,39
202	97	2 D	N3	Tg		2	52,4	0,60
202	97	2 D	N3	Rd		1	40,5	0,47
202	97	2 D	N3	Rd		2	58,2	0,67
202	97	2 C	N5	Tg		1	3,2	0,04
202	97	2 C	N5	Rd		1	34,0	0,39
202	97	2 D	S2	Tg		1	60,2	0,69
202	97	2 D	S2	Tg		2	40,0	0,46
202	97	2 D	S2	Rd		1	47,5	0,55
202	97	2 D	S2	Rd		2	54,9	0,63
202	97	2 D	S3	Tg		1	15,0	0,17
202	97	2 D	S3	Rd		1	54,5	0,63

<i>Plantación</i>	<i>Árbol</i>	<i>Troza</i>	<i>Orientación</i>	<i>Sub Troza</i>	<i>Sección</i>	<i>Nº</i>	<i>Tenacidad (Lbs/Pulg)</i>	<i>Tenacidad (Kg-m)</i>
202	97	2 D	S3	Rd		2	47,5	0,55
202	97	2 D	S3	Rd		3	13,9	0,16
202	97	2 D	S5	Tg		1	30,9	0,36
202	97	2 D	S5	Rd		1	28,9	0,33
202	97	2 D	O3	Tg		1	56,2	0,65
202	97	2 D	O3	Tg		2	48,4	0,56
202	97	2 D	O3	Rd		1	45,7	0,53
202	97	2 D	O3	Rd		2	43,8	0,50
202	97	2 C	O5	Tg		3	12,1	0,14
202	97	2 C	O5	Tg		4	14,5	0,17
202	97	2 C	O5	Rd		1	11,0	0,13
202	97	2 C	O5	Rd		2	1,9	0,02
202	97	2 C	O5	Rd		3	19,1	0,22
202	97	2 C	O5	Rd		4	8,6	0,10
202	97	2 D	S2	Rd		1	41,0	0,47
202	97	2 D	E6	Tg		3	16,8	0,19
202	101	1 A	N4	Tg		1	26,2	0,30
202	101	1 A	N4	Rd		1	34,0	0,39
202	101	1 B	S2	Tg		1	34,0	0,39
202	101	1 B	S2	Tg		2	44,8	0,52
202	101	1 B	S2	Tg		3	56,5	0,65
202	101	1 B	S2	Tg		4	47,1	0,54
202	101	1 B	S2	Rd		1	50,6	0,58
202	101	1 B	S2	Rd		2	42,9	0,49

<i>Plantación</i>	<i>Árbol</i>	<i>Troza</i>	<i>Orientación</i>	<i>Sub Troza</i>	<i>Sección</i>	<i>Nº</i>	<i>Tenacidad (Lbs/Pulg)</i>	<i>Tenacidad (Kg-m)</i>
202	101	1 B	S2	Rd		3	46,6	0,54
202	101	1 B	S2	Rd		4	53,2	0,61
202	101	1 B	E3	Tg		1	50,6	0,58
202	101	1 B	E3	Tg		2	48,0	0,55
202	101	1 B	E3	Rd		1	52,8	0,61
202	101	1 A	E5	Tg		1	37,5	0,43
202	101	1 A	E5	Tg		2	26,2	0,30
202	101	1 A	E5	Tg		4	17,9	0,21
202	101	1 A	E5	Rd		1	29,9	0,34
202	101	1 A	E5	Rd		2	25,1	0,29
202	101	1 A	E5	Rd		4	11,5	0,13
202	101	1 B	O3	Tg		1	16,2	0,19
202	101	1 B	O3	Tg		2	30,4	0,35
202	101	1 B	O3	Tg		3	13,9	0,16
202	101	1 B	O3	Tg		4	23,5	0,27
202	101	1 B	O3	Rd		3	15,6	0,18
202	101	1 B	O3	Rd		4	39,1	0,45
202	101	1 B	N2	Rd		2	38,0	0,44
202	101	1 A	N4	Rd		3	54,5	0,63
202	101	1 A	N4	Rd		5	54,5	0,63
202	101	1 A	N6	Tg		5	25,6	0,29
202	101	1 A	N6	Tg		6	10,4	0,12
202	101	1 A	S4	Tg		3	2,5	0,03
202	101	1 A	S4	Rd		4	10,4	0,12

<i>Plantación</i>	<i>Árbol</i>	<i>Troza</i>	<i>Orientación</i>	<i>Sub Troza</i>	<i>Sección</i>	<i>Nº</i>	<i>Tenacidad (Lbs/Pulg)</i>	<i>Tenacidad (Kg-m)</i>
202	101	1 B	E3	Tg		2	20,2	0,23
202	101	1 B	E3	Rd		3	46,1	0,53
202	101	2 D	N1	Tg		1	48,4	0,56
202	101	2 D	N1	Tg		2	36,6	0,42
202	101	2 D	N1	Tg		3	32,5	0,37
202	101	2 D	N1	Tg		4	14,5	0,17
202	101	2 D	N1	Rd		2	22,4	0,26
202	101	2 D	N3	Tg		1	11,0	0,13
202	101	2 D	N3	Tg		2	35,1	0,40
202	101	2 D	N3	Tg		3	15,6	0,18
202	101	2 D	N3	Tg		4	42,4	0,49
202	101	2 D	N3	Rd		3	41,9	0,48
202	101	2 D	N3	Rd		4	41,0	0,47
202	101	2 C	N5	Tg		1	25,1	0,29
202	101	2 C	N5	Tg		2	25,6	0,29
202	101	2 C	N5	Tg		3	11,5	0,13
202	101	2 C	N5	Tg		4	50,6	0,58
202	101	2 C	N5	Rd		1	21,8	0,25
202	101	2 C	N5	Rd		2	32,0	0,37
202	101	2 C	N5	Rd		3	21,8	0,25
202	101	2 C	N5	Rd		4	6,8	0,08
202	101	2 C	S1	Tg		1	48,4	0,56
202	101	2 C	S1	Tg		2	5,6	0,06
202	101	2 C	S1	Tg		3	34,0	0,39

<i>Plantación</i>	<i>Árbol</i>	<i>Troza</i>	<i>Orientación</i>	<i>Sub Troza</i>	<i>Sección</i>	<i>Nº</i>	<i>Tenacidad (Lbs/Pulg)</i>	<i>Tenacidad (Kg-m)</i>
202	101	2 C	S1	Tg		4	51,1	0,59
202	101	2 C	S1	Rd		3	41,9	0,48
202	101	2 C	S1	Rd		4	50,6	0,58
202	101	2 C	S5	Tg		1	6,2	0,07
202	101	2 C	S5	Tg		2	55,7	0,64
202	101	2 C	S5	Tg		3	11,0	0,13
202	101	2 C	S5	Tg		4	40,5	0,47
202	101	2 C	S5	Rd		3	8,0	0,09
202	101	2 D	E3	Tg		1	35,6	0,41
202	101	2 D	E3	Rd		1	48,0	0,55
202	101	2 D	O3	Tg		1	26,2	0,30
202	101	2 D	O3	Tg		2	38,0	0,44
202	101	2 D	O3	Tg		3	37,1	0,43
202	101	2 D	O3	Tg		4	20,7	0,24
202	101	2 D	O3	Rd		1	51,9	0,60
202	101	2 D	O3	Rd		2	32,0	0,37
202	101	2 D	O3	Rd		3	27,3	0,31
202	101	2 D	O3	Rd		4	54,5	0,63
202	101	2 C	O5	Tg		1	53,6	0,62
202	101	2 C	O5	Tg		2	51,5	0,59
202	101	2 C	O5	Tg		3	50,2	0,58
202	101	2 C	O5	Tg		4	32,5	0,37
202	101	2 C	O5	Rd		1	49,3	0,57
202	101	2 C	O5	Rd		2	37,1	0,43

<i>Plantación</i>	<i>Árbol</i>	<i>Troza</i>	<i>Orientación</i>	<i>Sub Troza</i>	<i>Sección</i>	<i>Nº</i>	<i>Tenacidad (Lbs/Pulg)</i>	<i>Tenacidad (Kg-m)</i>
202	101	2 C	O5	Rd		3	34,0	0,39
202	101	2 C	O5	Rd		4	46,1	0,53
202	101	3 E	N1	Tg		1	30,9	0,36
202	101	3 E	N1	Tg		2	35,6	0,41
202	101	3 E	N1	Rd		1	35,6	0,41
202	101	3 E	N1	Rd		2	26,7	0,31
202	101	3 E	N3	Tg		1	3,7	0,04
202	101	3 E	N3	Tg		2	27,3	0,31
202	101	3 E	N3	Tg		3	26,7	0,31
202	101	3 E	N3	Tg		4	27,3	0,31
202	101	3 E	N3	Rd		1	49,7	0,57
202	101	3 E	N3	Rd		2	30,9	0,36
202	101	3 E	N3	Rd		3	3,7	0,04
202	101	3 E	E4	Tg		1	27,8	0,32
202	101	3 E	E4	Tg		2	3,7	0,04
202	101	3 E	E4	Rd		1	21,8	0,25
202	101	3 E	E4	Rd		2	9,7	0,11
202	101	3 E	E6	Tg		1	17,9	0,21
202	101	3 E	E6	Rd		1	32,5	0,37
202	101	3 E	E6	Rd		2	4,9	0,06
202	101	3 E	E6	Rd		3	16,8	0,19
202	101	3 E	E6	Rd		4	17,9	0,21
202	101	3 E	O3	Rd		1	30,9	0,36
202	101	3 E	O3	Rd		2	53,6	0,62

Ensayo de Clivaje

Probeta						Datos				Resultados	
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	SubTroza	Corte	Ancho (cm)	Carga Máxima (Lbs)	Peso Inicial (grs)	P.S.H. (grs)	C.H. (%)	Resistencia al Clivaje (kg/cm)
202	02	2 S1	C	T	5,05	426,50	23,07	20,08	14,89	38,29	
202	02	2 S1	C	R	5,09	412,00	34,14	30,24	12,90	36,69	
202	02	2 S1	C	T	4,99	393,00	20,65	18,07	14,28	35,70	
202	02	2 S1	C	R	4,98	495,00	34,13	30,24	12,86	45,05	
202	02	2 N4	D	T	5,03	374,00	26,46	24,64	7,39	33,71	
202	02	2 N4	D	R	5,13	325,00	28,46	24,92	14,21	28,73	
202	02	2 O5	C	T	5,07	389,50	35,20	31,33	12,35	34,85	
202	02	2 O5	C	R	5,01	330,00	28,32	25,00	12,86	29,90	
202	02	2 E6	D	T	5,04	367,00	31,55	27,87	13,20	33,04	
202	02	2 E6	D	R	5,09	323,00	19,55	17,50	11,71	28,81	
202	02	2 E8	C	T	5,04	322,50	28,57	25,59	11,65	29,05	
202	02	2 E8	C	R	5,05	302,00	20,39	18,10	12,65	27,12	
202	55	2 N1	C	T	4,97	328,00	26,90	24,09	11,66	29,92	
202	55	2 N1	C	R	5,09	272,50	16,16	14,27	13,24	24,31	
202	55	2 E4	C	T	5,00	411,00	29,29	26,20	11,79	37,31	
202	55	2 E4	C	R	5,11	397,50	35,83	32,09	11,65	35,26	
202	55	2 O4	C	T	4,99	352,00	27,54	24,51	12,36	32,01	
202	55	2 O4	C	R	5,07	280,00	26,54	23,46	13,13	25,03	
202	55	2 S5	C	T	5,01	444,00	25,44	22,65	12,32	40,22	
202	55	2 S5	C	R	5,11	366,00	23,95	21,19	13,03	32,46	
202	55	2 O6	D	T	5,01	412,00	35,94	32,19	11,65	37,30	
202	55	2 O6	D	R	5,08	285,00	26,55	23,61	12,45	25,45	

Ensayo de Clivaje (continuación)

Probeta						Datos				Resultados	
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	SubTroza	Corte	Ancho (cm)	Carga Máxima (Lbs)	Peso Inicial (grs)	P.S.H. (grs)	C.H. (%)	Resistencia al Clivaje (kg/cm)
202	55	2	O8	C	T	4,94	496,50	25,18	22,24	13,22	45,63
202	55	2	O8	C	R	5,04	315,00	33,97	30,01	13,20	28,33
202	83	2	N1	C	T	5,04	379,50	27,62	24,58	12,37	34,16
202	83	2	N1	C	R	5,06	227,00	15,30	13,78	11,03	20,37
202	83	2	N3	D	T	5,06	459,00	37,83	33,55	12,76	41,17
202	83	2	N3	D	R	5,09	525,00	11,11	9,89	12,34	46,80
202	83	2	S3	D	T	5,08	469,00	28,46	25,36	12,22	41,88
202	83	2	S3	D	R	5,09	427,00	30,92	27,25	13,47	38,03
202	83	2	E3	D	T	5,09	468,00	21,62	19,19	12,66	41,74
202	83	2	E3	C	R	5,08	434,00	44,08	38,83	13,52	38,74
202	83	2	O3	D	T	5,09	420,00	34,32	30,43	12,78	37,46
202	83	2	O3	D	R	5,12	427,00	34,30	30,32	13,13	37,80
202	83	2	E5	C	T	4,95	378,00	29,34	26,21	11,94	34,61
202	83	2	E5	D	R	5,11	321,00	25,29	22,31	13,36	28,47
202	83	2	O5	C	T	4,97	256,00	35,27	31,58	11,68	23,38
202	83	2	O5	C	R	5,14	312,50	23,20	20,54	12,95	27,57
202	97	2	N2	D	T	4,97	456,00	22,72	20,29	11,98	41,66
202	97	2	N2	D	R	5,00	368,00	23,00	22,19	3,65	33,39
202	97	2	E3	D	T	5,02	393,00	27,25	24,33	12,00	35,54
202	97	2	E3	D	R	5,10	326,00	42,47	37,95	11,91	29,02
202	97	2	N4	C	T	5,07	386,00	31,98	28,10	13,81	34,57
202	97	2	N4	C	R	5,08	397,50	29,91	26,48	12,95	35,51

Ensayo de Clivaje (continuación)

Probeta						Datos				Resultados	
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	SubTroza	Corte	Ancho (cm)	Carga Máxima (Lbs)	Peso Inicial (grs)	P.S.H. (grs)	C.H. (%)	Resistencia al Clivaje (kg/cm)
202	97	2	S4	C	T	5,00	467,00	33,00	29,17	13,13	42,33
202	97	2	S4	C	R	5,08	318,00	23,84	21,06	13,20	28,42
202	97	2	O4	C	T	4,97	336,00	22,62	20,21	11,92	30,67
202	97	2	O4	C	R	5,02	323,00	7,00	6,32	10,76	29,20
202	97	2	S6	D	T	5,02	314,00	21,12	18,89	11,81	28,37
202	97	2	S6	D	R	5,11	323,00	30,52	26,91	13,42	28,67
202	101	1	N1	A	T	5,04	383,50	22,84	20,30	12,51	34,52
202	101	1	N1	A	R	4,95	280,00	14,45	12,93	11,76	25,65
202	101	1	N3	B	T	5,06	354,00	38,82	34,28	13,24	31,72
202	101	1	N3	B	R	5,11	319,00	28,87	25,30	14,11	28,31
202	101	1	S3	B	T	5,07	411,00	25,55	22,49	13,61	36,79
202	101	1	S3	B	R	5,14	384,00	22,16	19,85	11,64	33,89
202	101	1	E4	A	T	5,01	413,00	37,45	33,32	12,39	37,40
202	101	1	E4	A	R	4,97	416,00	27,38	24,30	12,67	37,97
202	101	1	N5	A	T	4,95	392,00	24,78	21,99	12,69	35,90
202	101	1	N5	A	R	5,11	338,00	19,73	17,57	12,29	29,98
202	101	1	E6	B	T	5,01	410,00	29,26	25,90	12,97	37,10
202	101	1	E6	B	R	5,12	334,00	28,97	25,47	13,74	29,60
202	101	2	N2	D	T	4,96	401,00	20,32	18,10	12,27	36,66
202	101	2	N2	D	R	5,14	356,00	39,12	35,23	11,04	31,42
202	101	2	N4	C	T	4,93	425,00	27,06	23,81	13,65	39,12
202	101	2	N4	C	R	5,13	391,00	27,32	24,12	13,27	34,56

Ensayo de Clivaje (continuación)

Probeta						Datos				Resultados	
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	SubTroza	Corte	Ancho (cm)	Carga Máxima (Lbs)	Peso Inicial (grs)	P.S.H. (grs)	C.H. (%)	Resistencia al Clivaje (kg/cm)
202	101	2	E4	C	T	5,06	432,00	39,06	34,64	12,76	38,75
202	101	2	E4	C	R	5,10	290,00	34,65	30,48	13,68	25,78
202	101	2	O4	C	T	5,00	373,00	21,48	19,14	12,23	33,84
202	101	2	O4	C	R	5,10	305,00	32,74	28,90	13,29	27,15
202	101	2	O6	D	T	5,03	222,00	21,02	18,57	13,19	20,03
202	101	2	O6	D	R	5,10	298,00	17,43	15,61	11,66	26,51
202	101	3	S2	e	T	4,99	373,00	25,73	22,97	12,02	33,93
202	101	3	S2	e	R	5,03	305,00	19,05	17,04	11,80	27,51
202	101	3	E3	e	T	4,97	357,00	27,44	24,64	11,36	32,58
202	101	3	E3	e	R	5,09	300,00	35,29	31,20	13,11	26,72
202	101	3	N4	e	T	5,01	353,00	24,26	21,51	12,78	31,96
202	101	3	N4	e	R	5,07	352,00	18,58	16,98	9,42	31,52
202	101	3	O6	e	T	4,99	295,00	21,64	18,06	19,82	26,83
202	101	3	O6	e	R	5,06	262,50	30,51	26,61	14,66	23,51

## Ensayo de Tensión Perpendicular

Probeta						Datos					Resultados	
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	SubTroza	Corte	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Carga Máxima (Lbs)	Peso Inicial (grs)	P.S.H. (grs)	C.H. (%)	Esf. Unit. (kg/cm2)
202	02	2	S1	C	T	2,66	5,06	1072,00	24,61	21,86	12,58	36,16
202	02	2	S1	C	R	2,72	5,06	780,00	17,28	15,33	12,72	25,70
202	02	2	S3	D	T	2,55	5,05	194,00	23,19	20,55	12,85	6,85
202	02	2	S3	D	R	3,01	5,12	546,00	18,78	16,56	13,41	16,06
202	02	2	N4	D	T	2,83	5,08	920,00	16,51	14,57	13,32	29,11
202	02	2	N4	D	R	3,12	5,13	744,00	22,10	19,72	12,07	21,14
202	02	2	O5	C	T	2,91	5,04	498,00	10,21	9,07	12,57	15,40
202	02	2	O5	C	R	2,87	5,05	588,00	16,98	14,95	13,58	18,43
202	02	2	E6	D	T	3,02	5,01	938,00	12,73	11,40	11,67	28,11
202	02	2	E6	D	R	2,80	5,09	680,00	14,33	12,69	12,92	21,67
202	02	2	E8	C	T	2,92	5,03	674,00	19,10	16,99	12,42	20,87
202	02	2	E8	C	R	2,74	5,10	368,00	14,34	12,79	12,12	11,97
202	55	2	N1	C	O	2,72	5,06	366,00	10,70	9,82	8,96	12,07
202	55	2	N1	C	O	2,89	5,03	498,00	11,05	9,57	15,46	15,52
202	55	2	E4	C	T	2,99	5,07	786,00	22,36	19,99	11,86	23,50
202	55	2	E4	C	R	3,30	5,09	572,00	19,81	17,58	12,68	15,45
202	55	2	O4	C	T	2,84	4,98	748,00	11,62	10,35	12,27	23,97
202	55	2	O4	C	R	2,99	5,01	520,00	16,88	15,07	12,01	15,72
202	55	2	S5	C	T	2,72	5,00	1052,00	18,04	16,01	12,68	35,09
202	55	2	S5	C	R	2,97	5,11	640,00	20,56	18,07	13,78	19,15
202	55	2	O6	D	T	2,86	5,00	662,00	14,98	13,31	12,55	21,00
202	55	2	O6	D	R	2,81	5,10	548,00	17,96	15,91	12,88	17,35

Ensayo de Tensión Perpendicular (continuación)

Probeta						Datos					Resultados	
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	SubTroza	Corte	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Carga Máxima (Lbs)	Peso Inicial (grs)	P.S.H. (grs)	C.H. (%)	Esf. Unit. (kg/cm2)
202	55	2	O8	C	T	2,88	4,96	774,00	21,31	18,85	13,05	24,58
202	55	2	O8	C	R	2,70	5,05	540,00	24,16	21,18	14,07	18,01
202	83	2	N1	C	T	2,94	5,03	854,00	19,11	16,98	12,54	26,19
202	83	2	N1	C	R	2,69	5,06	728,00	16,73	14,94	11,98	24,29
202	83	2	N3	D	T	2,77	5,01	908,00	23,76	21,04	12,93	29,70
202	83	2	N3	D	R	2,69	5,08	902,00	23,69	20,99	12,86	29,91
202	83	2	S3	D	T	2,96	5,07	868,00	17,87	15,89	12,46	26,25
202	83	2	S3	D	R	2,84	5,08	876,00	22,36	19,83	12,76	27,50
202	83	2	E3	D	T	2,78	5,05	514,00	11,57	10,27	12,66	16,64
202	83	2	E3	D	R	2,70	5,09	738,00	19,30	17,10	12,87	24,33
202	83	2	O8	D	T	2,81	5,05	854,00	25,61	22,72	12,72	27,32
202	83	2	O8	D	R	2,65	5,09	468,00	23,22	20,59	12,77	15,74
202	83	2	E5	C	T	2,74	5,02	764,00	17,26	15,49	11,43	25,25
202	83	2	E5	C	R	2,86	5,08	610,00	20,68	18,38	12,51	19,08
202	83	2	O5	C	T	2,56	5,06	544,00	23,12	20,58	12,34	19,05
202	83	2	O5	C	R	2,75	5,14	556,00	20,29	17,93	13,16	17,83
202	97	2	N2	D	T	3,10	4,93	912,00	23,20	20,55	12,90	27,10
202	97	2	N2	D	R	3,16	4,97	468,00	17,04	15,11	12,77	13,53
202	97	2	E3	D	T	2,68	5,03	926,00	22,14	19,65	12,67	31,19
202	97	2	E3	D	R	2,76	5,11	606,00	9,17	8,11	13,07	19,49
202	97	2	N4	C	T	2,86	5,04	896,00	18,29	16,23	12,69	28,22
202	97	2	N4	C	R	3,01	5,12	424,00	17,08	15,08	13,26	12,47

Ensayo de Tensión Perpendicular (continuación)

<i>Probeta</i>						<i>Datos</i>					<i>Resultados</i>	
<i>Plantación</i>	<i>Árbol</i>	<i>Troza</i>	<i>Orientación</i>	<i>SubTroza</i>	<i>Corte</i>	<i>Espesor (cm)</i>	<i>Ancho (cm)</i>	<i>Carga Máxima (Lbs)</i>	<i>Peso Inicial (grs)</i>	<i>P.S.H. (grs)</i>	<i>C.H. (%)</i>	<i>Esf. Unit. (kg/cm2)</i>
202	97	2	S4	C	T	3,01	4,98	1000,00	17,00	15,22	11,70	30,31
202	97	2	S4	C	R	2,71	5,05	542,00	20,85	18,57	12,28	17,94
202	97	2	O4	C	T	2,63	4,97	674,00	15,56	13,82	12,59	23,46
202	97	2	O4	C	R	2,92	5,07	552,00	16,33	14,49	12,70	16,91
202	97	2	S6	D	T	2,65	4,99	676,00	13,54	12,12	11,72	23,15
202	97	2	S6	D	R	2,99	5,09	548,00	15,79	14,03	12,54	16,31
202	101	1	N1	A	T	3,07	5,01	632,00	15,99	14,19	12,68	18,66
202	101	1	N1	A	R	3,09	5,10	414,00	8,89	7,96	11,68	11,92
202	101	1	S3	B	T	2,93	4,96	642,00	15,24	13,36	14,07	20,09
202	101	1	S3	B	R	2,79	5,06	588,00	21,85	19,19	13,86	18,89
202	101	1	E4	A	T	2,68	5,04	946,00	22,20	19,68	12,80	31,80
202	101	1	E4	A	R	2,69	5,08	446,00	24,52	21,60	13,52	14,81
202	101	1	O4	A	T1	2,76	5,11	682,00	24,19	21,50	12,51	21,96
202	101	1	O4	A	R1	2,69	5,03	654,00	20,76	18,39	12,89	21,94
202	101	1	O4	A	T	2,84	5,02	892,00	24,66	21,93	12,45	28,43
202	101	1	O4	A	R	2,71	5,08	672,00	18,92	16,51	14,60	22,11
202	101	1	E6	B	T	2,87	5,06	818,00	18,82	16,75	12,36	25,55
202	101	1	E6	B	R	2,99	5,10	608,00	21,60	19,22	12,38	18,09
202	101	2	N2	D	T	2,91	5,02	742,00	12,21	10,79	13,16	23,05
202	101	2	N2	D	R	3,08	5,13	734,00	18,52	16,45	12,58	21,06
202	101	2	N4	C	T	2,90	4,91	522,00	12,68	11,28	12,41	16,65
202	101	2	N4	C	R	2,80	5,14	572,00	20,36	18,01	13,05	18,04

Ensayo de Tensión Perpendicular (continuación)

<i>Probeta</i>						<i>Datos</i>					<i>Resultados</i>	
<i>Plantación</i>	<i>Árbol</i>	<i>Troza</i>	<i>Orientación</i>	<i>SubTroza</i>	<i>Corte</i>	<i>Espesor (cm)</i>	<i>Ancho (cm)</i>	<i>Carga Máxima (Lbs)</i>	<i>Peso Inicial (grs)</i>	<i>P.S.H. (grs)</i>	<i>C.H. (%)</i>	<i>Esf. Unit. (kg/cm2)</i>
202	101	2	E4	C	T	2,72	5,03	736,00	12,90	11,50	12,17	24,40
202	101	2	E4	C	R	2,92	5,11	554,00	20,49	17,95	14,15	16,87
202	101	2	O4	C	T	3,11	5,02	662,00	22,08	19,45	13,52	19,25
202	101	2	O4	C	R	2,93	5,09	444,00	18,38	16,40	12,07	13,50
202	101	2	E6	D	T	2,72	5,03	654,00	18,38	16,28	12,90	21,70
202	101	2	E6	D	R	2,95	5,16	224,00	19,48	17,02	14,45	6,68
202	101	2	O6	D	T	2,82	5,03	442,00	18,15	16,02	13,30	14,13
202	101	2	O6	D	R	2,72	4,97	716,00	19,33	17,07	13,24	24,05
202	101	3	S2	e	T	2,87	4,98	718,00	16,97	15,02	12,98	22,81
202	101	3	S2	e	R	2,89	4,98	476,00	13,87	12,21	13,60	15,00
202	101	3	N4	e	T	3,06	5,02	944,00	16,24	14,49	12,08	27,92
202	101	3	N4	e	R	2,51	5,07	576,00	16,75	14,57	14,96	20,53
202	101	3	O4	e	T	2,61	4,97	668,00	15,79	12,75	23,84	23,43
202	101	3	O4	e	R	3,03	4,93	802,00	19,46	17,21	13,07	24,35
202	101	3	O6	e	T	2,73	5,00	628,00	10,38	9,18	13,07	20,87
202	101	3	O6	e	R	2,92	5,02	542,00	11,78	10,52	11,98	16,79

Ensayo de Cizallamiento Paralelo al Grano

Probeta						Datos					Resultados	
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	SubTroza	Corte	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Carga Máxima (Lbs)	Peso Inicial (grs)	P.S.H. (grs)	C.H. (%)	Resistencia al Cizallamiento (kg/cm2)
202	02	2	S1	C	T	5,024	5,018	3640	18,11	15,89	13,9711	65,4918
202	02	2	S1	C	R	5,098	4,879	3740	16,01	14,30	11,9580	68,2035
202	02	2	S3	D	T	5,070	4,870	3660	16,69	14,93	11,7883	67,2372
202	02	2	S3	D	R	5,085	4,920	4180	14,36	12,95	10,8880	75,7855
202	02	2	N4	D	T	5,065	5,015	3030	13,15	11,79	11,5352	54,1076
202	02	2	N4	D	R	5,095	4,990	3070	13,28	11,98	10,8514	54,7721
202	02	2	O5	C	T	5,065	4,910	3050	14,66	13,11	11,8230	55,6294
202	02	2	O5	C	R	5,065	4,885	2950	14,34	12,88	11,3354	54,0809
202	02	2	E6	D	T	5,005	4,785	1940	14,84	13,38	10,9118	36,7436
202	02	2	E6	D	R	5,075	5,005	3140	14,02	12,62	11,0935	56,0732
202	02	2	E8	C	T	5,025	4,925	2810	13,06	11,78	10,8659	51,5027
202	02	2	E8	C	R	5,025	5,090	2740	13,67	12,21	11,9574	48,5917
202	55	2	N1	C	T	4,968	4,986	3160	14,19	12,57	12,8878	57,8654
202	55	2	N1	C	R	5,065	4,935	2170	11,93	10,74	11,0801	39,3785
202	55	2	E4	C	T	5,000	4,950	4000	16,22	14,41	12,5607	73,3079
202	55	2	E4	C	R	5,105	4,910	3380	15,34	13,81	11,0789	61,1653
202	55	2	O4	C	T	5,030	4,880	2850	13,49	12,15	11,0288	52,6651
202	55	2	O4	C	R	5,100	4,750	2450	13,50	12,13	11,2943	45,8742
202	55	2	S5	C	T	5,030	5,090	3990	17,06	15,15	12,6073	70,6892
202	55	2	S5	C	R	5,075	4,859	2490	14,90	13,42	11,0283	45,8018
202	55	2	O6	D	T	5,035	4,990	3510	15,21	13,49	12,7502	63,3684

Ensayo de Cizallamiento Paralelo al Grano (continuación)

Probeta						Datos					Resultados	
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	SubTroza	Corte	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Carga Máxima (Lbs)	Peso Inicial (grs)	P.S.H. (grs)	C.H. (%)	Resistencia al Cizallamiento (kg/cm2)
202	55	2	O6	D	R	5,075	4,925	3740	14,22	12,80	11,0938	67,8727
202	55	2	O8	C	T	4,985	4,980	3630	14,72	13,15	11,9392	66,3251
202	55	2	O8	C	R	5,080	4,960	2810	14,45	12,94	11,6692	50,5856
202	83	2	N1	C	T	5,090	4,840	1880	16,04	14,44	11,0803	34,6147
202	83	2	N1	C	R	5,075	4,820	2470	14,71	13,07	12,5478	45,8015
202	83	2	N3	D	T	4,945	4,922	3390	15,51	13,71	13,1291	63,1768
202	83	2	N3	D	R	5,090	4,895	3930	12,82	11,56	10,8997	71,5464
202	83	2	S3	D	T	5,078	4,911	3370	17,91	15,77	13,5701	61,2961
202	83	2	S3	D	R	5,035	4,975	3920	14,29	12,84	11,2928	70,9838
202	83	2	E3	D	T	5,025	5,025	3350	15,75	14,12	11,5439	60,1781
202	83	2	E3	D	R	5,050	4,890	3860	14,00	12,62	10,9350	70,9011
202	83	2	O3	D	T	5,035	4,945	3640	19,88	17,63	12,7623	66,3134
202	83	2	O3	D	R	5,100	4,810	3690	15,18	13,65	11,2088	68,2302
202	83	2	E5	C	T	5,067	4,872	3470	15,88	14,05	13,0249	63,7583
202	83	2	E5	C	R	5,080	4,940	2780	14,51	13,08	10,9327	50,2481
202	83	2	O5	C	T	4,990	4,775	2830	15,83	14,25	11,0877	53,8739
202	83	2	O5	C	R	5,080	4,900	2410	16,16	14,55	11,0653	43,9160
202	97	2	N2	D	T	5,020	5,015	2570	16,38	14,72	11,2772	46,3046
202	97	2	N2	D	R	5,014	5,009	2760	14,41	12,91	11,6189	49,8471
202	97	2	E3	D	T	5,062	4,867	2260	16,51	14,53	13,6270	41,6093
202	97	2	E3	D	R	5,065	4,930	3440	14,82	13,23	12,0181	62,4882

Ensayo de Cizallamiento Paralelo al Grano (continuación)

Probeta						Datos					Resultados	
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	SubTroza	Corte	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Carga Máxima (Lbs)	Peso Inicial (grs)	P.S.H. (grs)	C.H. (%)	Resistencia al Cizallamiento (kg/cm2)
202	97	2	N4	C	T	5,015	4,975	4290	17,83	15,94	11,8570	77,9936
202	97	2	N4	C	R	5,075	4,985	3800	15,13	13,66	10,7613	68,1315
202	97	2	S4	C	T	5,000	5,075	3110	15,79	14,14	11,6690	55,5930
202	97	2	S4	C	R	5,077	4,962	3130	14,70	13,22	11,1952	56,3568
202	97	2	O4	C	T	4,977	5,054	2850	14,83	13,07	13,4660	51,3934
202	97	2	O4	C	R	5,035	4,795	2610	13,21	11,74	12,5213	49,0364
202	97	2	S6	D	T	5,025	4,890	2980	16,78	15,09	11,1995	55,0094
202	97	2	S6	D	R	5,110	4,925	2680	14,24	12,83	10,9899	48,3029
202	101	1	N1	B	T	4,965	4,820	2700	13,27	11,89	11,6064	51,1756
202	101	1	N1	B	R	5,095	4,885	2130	12,92	11,65	10,9013	38,8183
202	101	1	N3	B	T	5,000	4,888	4460	18,81	16,62	13,1769	82,7750
202	101	1	N3	B	R	5,105	5,000	3880	18,46	16,58	11,3390	68,9496
202	101	1	S3	B	T	5,100	4,990	2810	17,91	16,10	11,2422	50,0843
202	101	1	S3	B	R	5,105	4,730	3000	14,94	13,39	11,5758	56,3547
202	101	1	E4	A	T	4,965	4,875	3620	15,99	14,36	11,3510	67,8392
202	101	1	E4	A	R	4,915	4,905	3040	15,18	13,66	11,1274	57,1975
202	101	1	N5	A	T	4,949	4,992	3440	17,35	15,29	13,4729	63,1586
202	101	1	N5	A	R	5,020	4,910	3490	16,22	14,61	11,0198	64,2253
202	101	1	E6	B	T	5,035	4,855	3040	15,00	13,36	12,2754	56,4093
202	101	1	E6	B	R	5,085	4,900	3230	16,72	15,04	11,1702	58,8005
202	101	2	N2	D	T	4,960	4,920	3070	16,49	14,76	11,7209	57,0634

Ensayo de Cizallamiento Paralelo al Grano (continuación)

Probeta						Datos					Resultados	
Plantación	Árbol	Troza	Orientación	SubTroza	Corte	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Carga Máxima (Lbs)	Peso Inicial (grs)	P.S.H. (grs)	C.H. (%)	Resistencia al Cizallamiento (kg/cm2)
202	101	2	N2	D	R	5,141	4,871	2480	14,03	12,61	11,2609	44,9212
202	101	2	N4	C	T	4,965	4,920	3370	13,92	12,85	8,3268	62,5765
202	101	2	N4	C	R	5,070	5,035	2710	14,67	13,05	12,4138	48,1535
202	101	2	E4	C	T	5,065	4,985	3120	15,04	13,55	10,9963	56,0500
202	101	2	E4	C	R	5,098	4,838	2510	13,17	11,85	11,1392	46,1608
202	101	2	O4	C	T	4,950	4,895	3270	15,30	13,63	12,2524	61,2147
202	101	2	O4	C	R	5,090	5,010	3500	14,68	13,16	11,5502	62,2556
202	101	2	E6	D	T	5,000	4,870	4070	16,99	15,21	11,7028	75,8161
202	101	2	E6	D	R	5,089	4,903	2470	15,95	14,27	11,7730	44,9023
202	101	2	O6	D	T	5,110	5,000	2860	15,21	13,60	11,8382	50,7739
202	101	2	O6	D	R	5,055	4,945	3020	15,95	14,34	11,2273	54,8006
202	101	3	S3	e	T	5,047	5,010	3160	12,61	11,14	13,1957	56,6868
202	101	3	S3	e	R	5,040	4,940	2280	13,36	12,03	11,0557	41,5378
202	101	3	N4	e	T	4,983	4,852	2680	14,38	12,38	16,1551	50,2793
202	101	3	N4	e	R	5,049	5,028	2360	15,01	13,48	11,3501	42,1674
202	101	3	O6	e	T	5,015	4,860	3460	14,94	13,13	13,7852	64,3924
202	101	3	O6	e	R	5,025	5,050	2440	14,21	12,72	11,7138	43,6142















# ANEXO 6

## REGRESIONES PARA LOS CAMBIOS DIMENSIONALES

### Contracción Radial

#### Análisis de regresión: CRd vs. DB

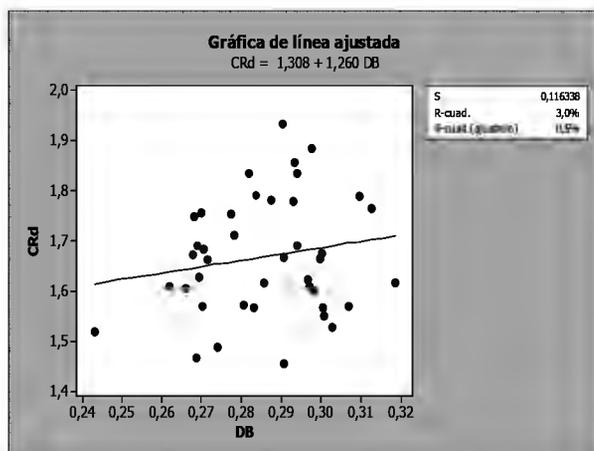
La ecuación de regresión es

$$\text{CRd} = 1,31 + 1,26 \text{ DB}$$

Predictor	Coef.	Coef. de EE	T	P
Constante	1,3083	0,3279	3,99	0,000
DB	1,260	1,146	1,10	0,279

S = 0,116338    R-cuad. = 3,0%  
R-cuad. (ajustado) = 0,5%

Correlación de Pearson de CRd y DB = 0,173  
Valor P = 0,279

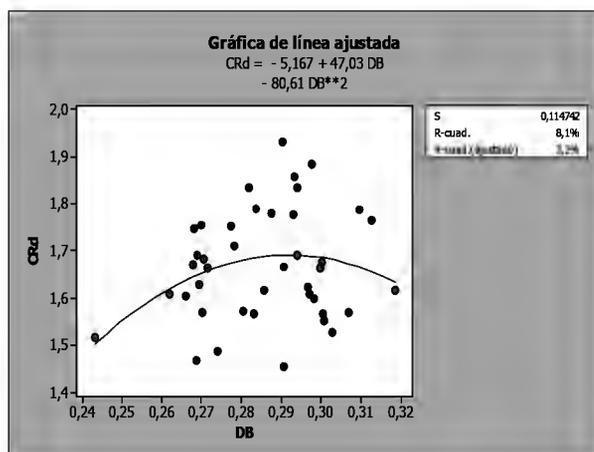


#### Análisis de regresión polinomial: CRd vs. DB

La ecuación de regresión es

$$\text{CRd} = - 5,167 + 47,03 \text{ DB} - 80,61 \text{ DB}^2$$

S = 0,114742    R-cuad. = 8,1%  
R-cuad. (ajustado) = 3,2%

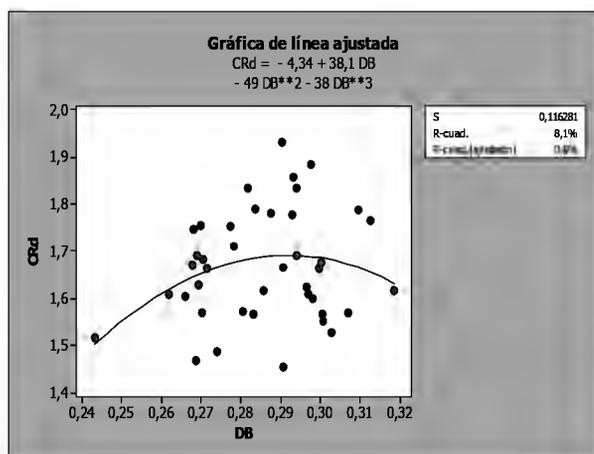


#### Análisis de regresión polinomial: CRd vs. DB

La ecuación de regresión es

$$\text{CRd} = - 4,34 + 38,1 \text{ DB} - 49 \text{ DB}^2 - 38 \text{ DB}^3$$

S = 0,116281    R-cuad. = 8,1%  
R-cuad. (ajustado) = 0,6%



## Contracción Tangencial

### Análisis de regresión: CTg vs. DB

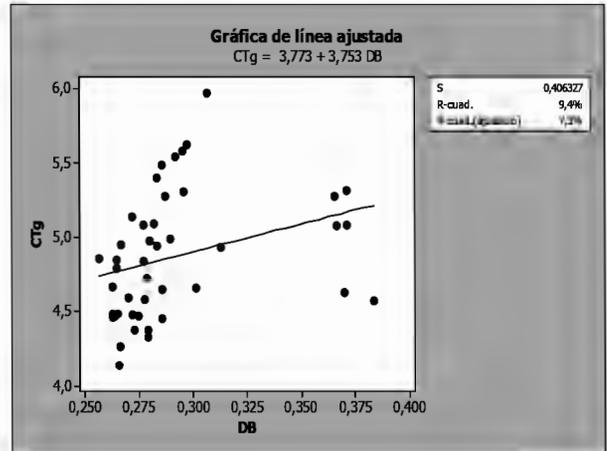
La ecuación de regresión es

$$CTg = 3,77 + 3,75 DB$$

Predictor	Coef.	Coef. de EE	T	P
Constante	3,7731	0,5270	7,16	0,000
DB	3,753	1,796	2,09	0,043

S = 0,406327 R-cuad. = 9,4%  
R-cuad. (ajustado) = 7,3%

Correlación de Pearson de CTg y DB = 0,307  
Valor P = 0,043

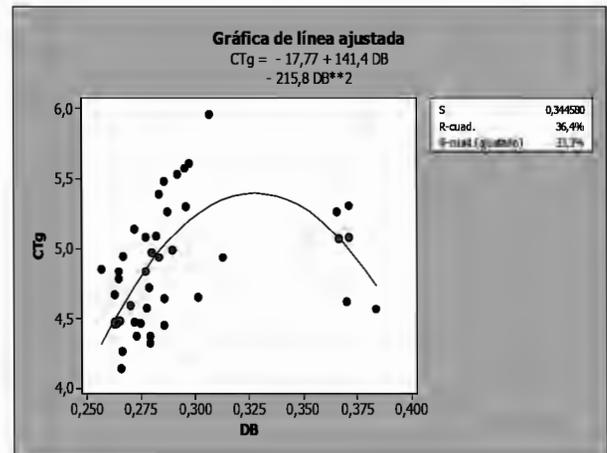


### Análisis de regresión polinomial: CTg vs. DB

La ecuación de regresión es

$$CTg = -17,77 + 141,4 DB - 215,8 DB^{**2}$$

S = 0,344580 R-cuad. = 36,4%  
R-cuad. (ajustado) = 33,3%

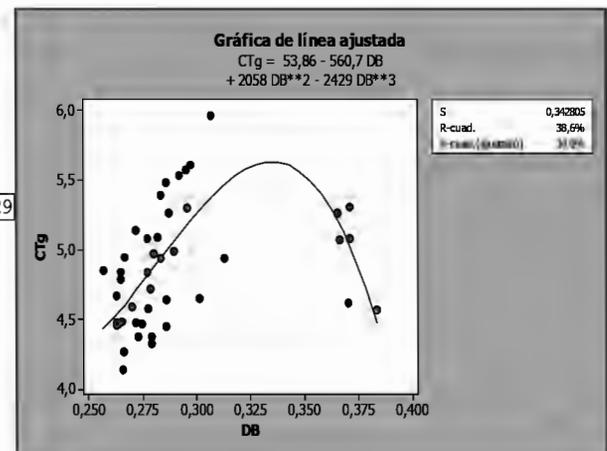


### Análisis de regresión polinomial: CTg vs. DB

La ecuación de regresión es

$$CTg = 53,86 - 560,7 DB + 2058 DB^{**2} - 2429 DB^{**3}$$

S = 0,342805 R-cuad. = 38,6%  
R-cuad. (ajustado) = 34,0%



## Contracción Longitudinal

### Análisis de regresión: CLog vs. DB

La ecuación de regresión es

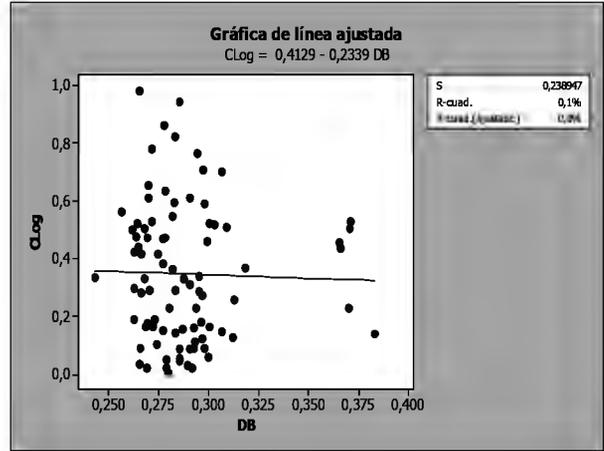
$$CLog = 0,413 - 0,234 DB$$

Predictor	Coef.	Coef. de EE	T	P
Constante	0,4129	0,2779	1,49	0,141
DB	-0,2339	0,9589	-0,24	0,808

$$S = 0,238947 \quad R\text{-cuad.} = 0,1\%$$

$$R\text{-cuad. (ajustado)} = 0,0\%$$

Correlación de Pearson de CLog y DB = -0,027  
Valor P = 0,808



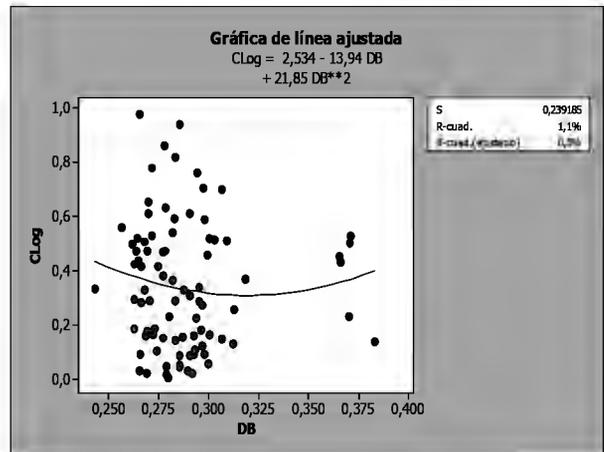
### Análisis de regresión polinomial: CLog vs. DB

La ecuación de regresión es

$$CLog = 2,534 - 13,94 DB + 21,85 DB^{**2}$$

$$S = 0,239185 \quad R\text{-cuad.} = 1,1\%$$

$$R\text{-cuad. (ajustado)} = 0,0\%$$



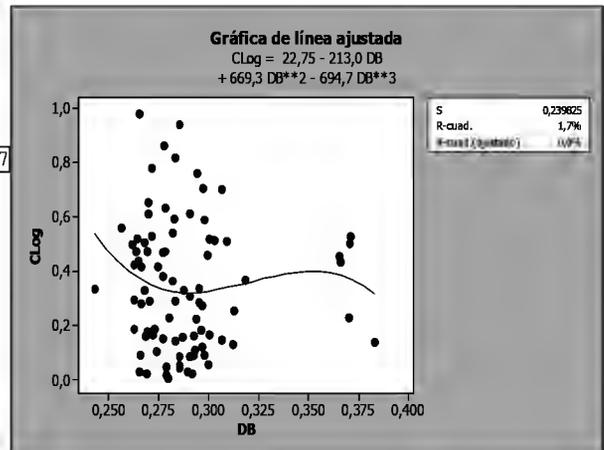
### Análisis de regresión polinomial: CLog vs. DB

La ecuación de regresión es

$$CLog = 22,75 - 213,0 DB + 669,3 DB^{**2} - 694,7 DB^{**3}$$

$$S = 0,239825 \quad R\text{-cuad.} = 1,7\%$$

$$R\text{-cuad. (ajustado)} = 0,0\%$$



## Contracción Volumétrica

### Análisis de regresión: CV vs. DB

La ecuación de regresión es

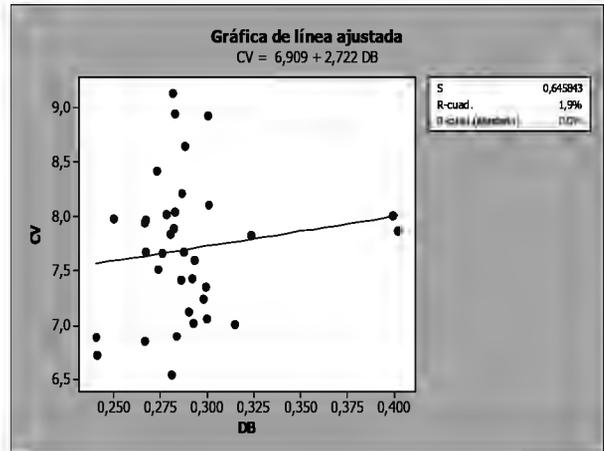
$$CV = 6,91 + 2,72 DB$$

Predictor	Coef.	Coef. de EE	T	P
Constante	6,9086	0,9838	7,02	0,000
DB	2,722	3,380	0,81	0,426

S = 0,645843 R-cuad. = 1,9%

R-cuad. (ajustado) = 0,0%

Correlación de Pearson de CV y DB = 0,139  
Valor P = 0,426



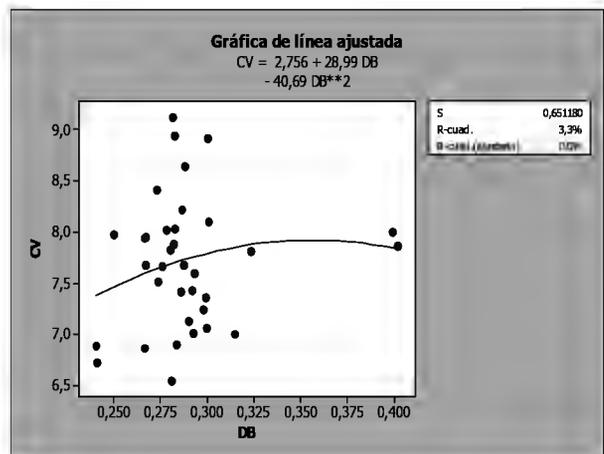
### Análisis de regresión polinomial: CV vs. DB

La ecuación de regresión es

$$CV = 2,756 + 28,99 DB - 40,69 DB^{**2}$$

S = 0,651180 R-cuad. = 3,3%

R-cuad. (ajustado) = 0,0%



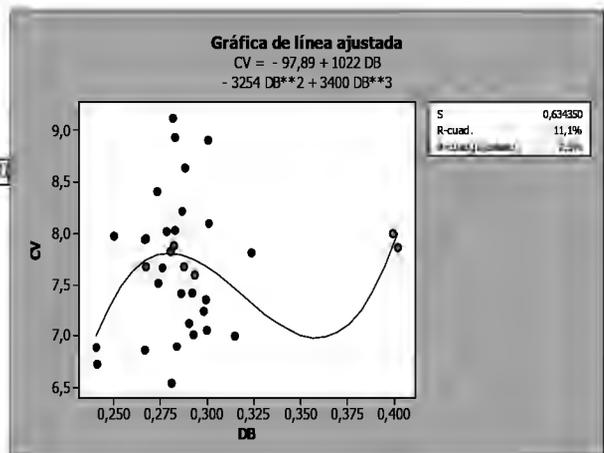
### Análisis de regresión polinomial: CV vs. DB

La ecuación de regresión es

$$CV = -97,89 + 1022 DB - 3254 DB^{**2} + 3400 DB^{**3}$$

S = 0,634350 R-cuad. = 11,1%

R-cuad. (ajustado) = 2,5%



# ANEXO 7

## REGRESIONES PARA PROPIEDADES MECÁNICAS

### Flexión Estática

#### a) Esfuerzo en el límite proporcional

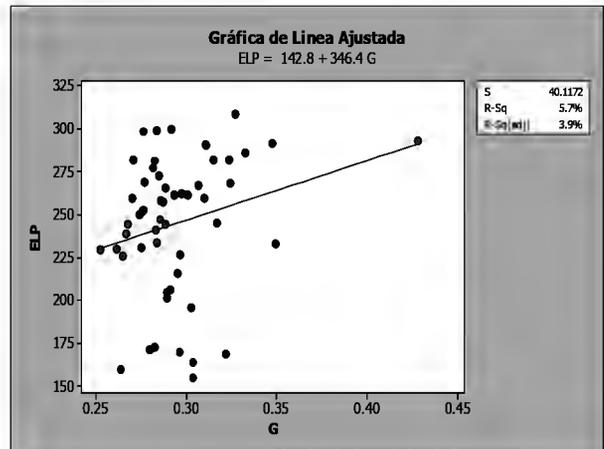
#### Regression Analysis: ELP vs. G

The regression equation is

$$ELP = 142.8 + 346.4 G$$

S = 40.1172    R-Sq = 5.7%    R-Sq(adj) = 3.9%

Pearson correlation of G and ELP = 0.238  
P-Value = 0.083

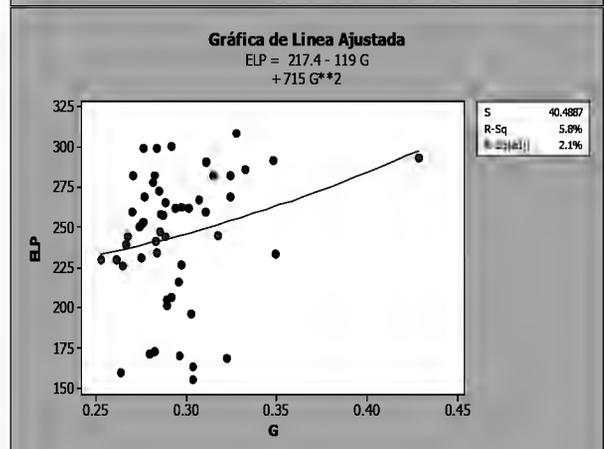


#### Polynomial Regression Analysis: ELP vs. G

The regression equation is

$$ELP = 217.4 - 119 G + 715 G^{**2}$$

S = 40.4887    R-Sq = 5.8%    R-Sq(adj) = 2.1%

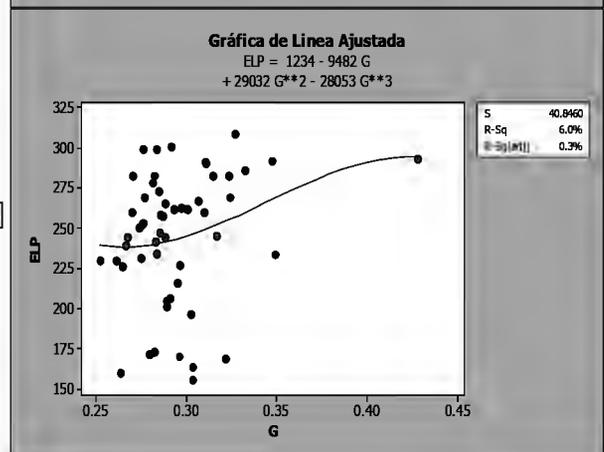


#### Polynomial Regression Analysis: ELP vs. G

The regression equation is

$$ELP = 1234 - 9482 G + 29032 G^{**2} - 28053 G^{**3}$$

S = 40.8460    R-Sq = 6.0%    R-Sq(adj) = 0.3%



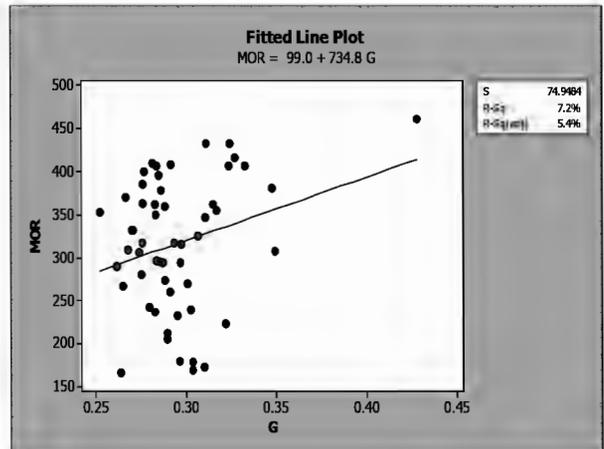
b) Modulo de Ruptura

Regression Analysis: MOR vs. G

The regression equation is  
 $MOR = 99.0 + 734.8 G$

S = 74.9484    R-Sq = 7.2%  
 R-Sq(adj) = 5.4%

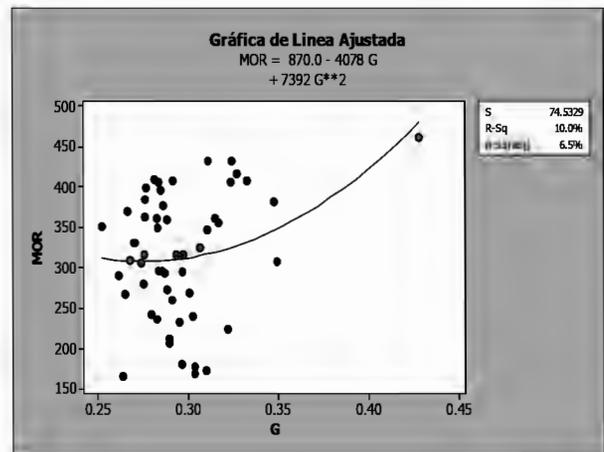
Pearson correlation of G and MOR = 0.268  
 P-Value = 0.050



Polynomial Regression Analysis: MOR vs. G

The regression equation is  
 $MOR = 870.0 - 4078 G + 7392 G^{**2}$

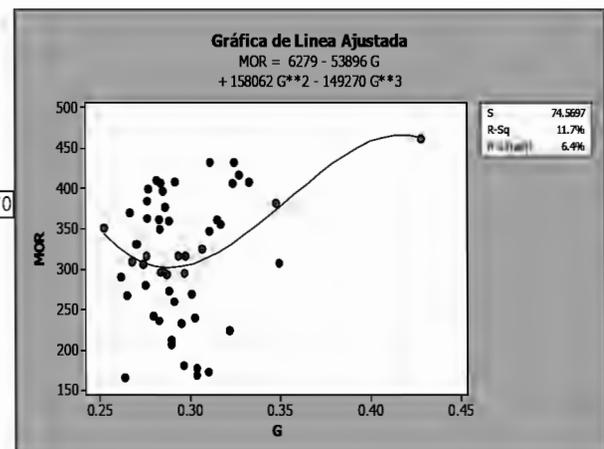
S = 74.5329    R-Sq = 10.0%  
 R-Sq(adj) = 6.5%



Polynomial Regression Analysis: MOR vs. G

The regression equation is  
 $MOR = 6279 - 53896 G + 158062 G^{**2} - 149270 G^{**3}$

S = 74.5697    R-Sq = 11.7%  
 R-Sq(adj) = 6.4%



c) Modulo de Elasticidad

Regression Analysis: MOE vs G

The regression equation is

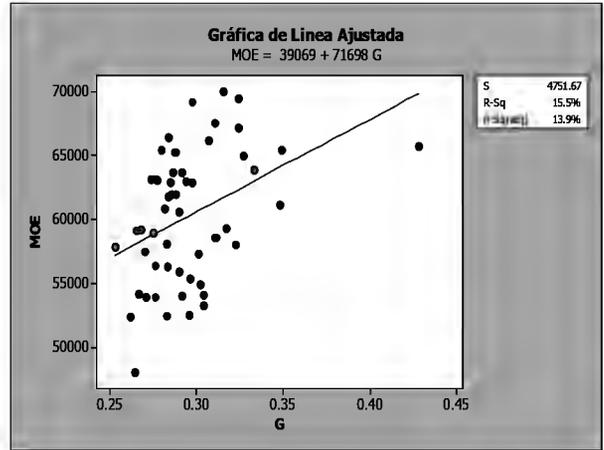
$$MOE = 39069 + 71698 G$$

S = 4751.67 R-Sq = 15.5%

R-Sq(adj) = 13.9%

Pearson correlation of G and MOE = 0.394

P-Value = 0.003



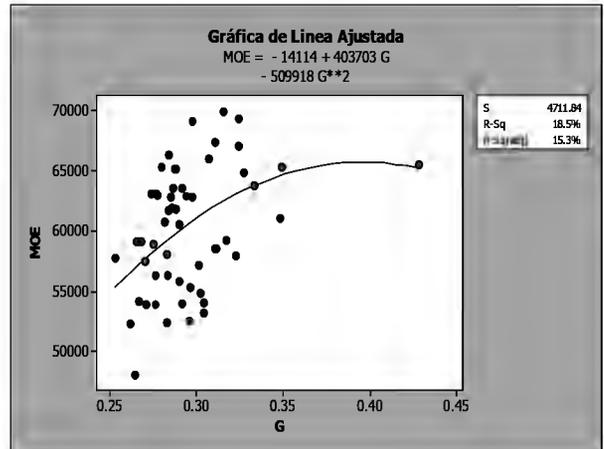
Polynomial Regression Analysis: MOE vs G

The regression equation is

$$MOE = -14114 + 403703 G - 509918 G^{**2}$$

S = 4711.84 R-Sq = 18.5%

R-Sq(adj) = 15.3%



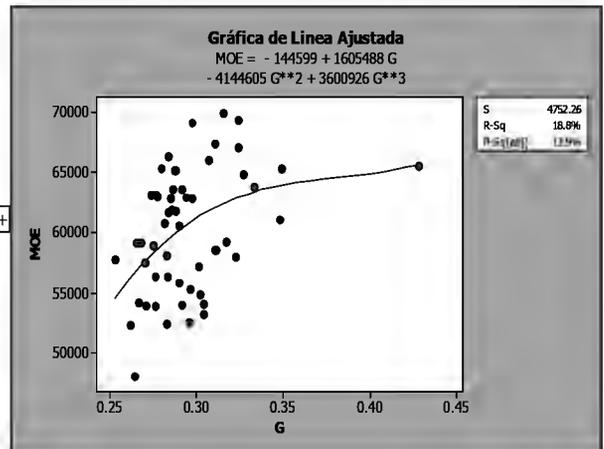
Polynomial Regression Analysis: MOE vs G

The regression equation is

$$MOE = -144599 + 1605488 G - 4144605 G^{**2} + 3600926 G^{**3}$$

S = 4752.26 R-Sq = 18.8%

R-Sq(adj) = 13.9%



## Compresión Paralela

### a) Esfuerzo al Límite Proporcional

#### Regression Analysis: ELP vs G

The regression equation is

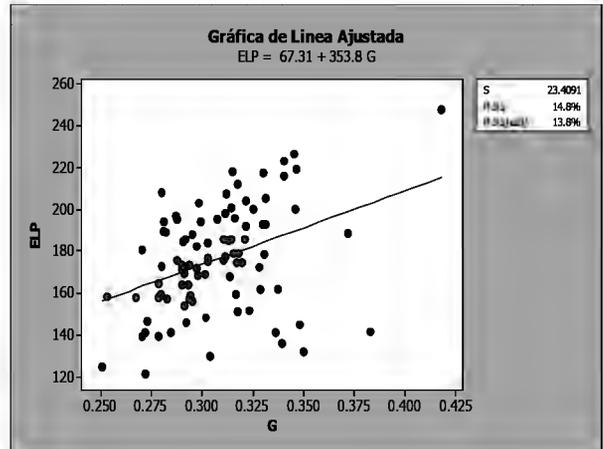
$$ELP = 67.31 + 353.8 G$$

S = 23.4091 R-Sq = 14.8%

R-Sq(adj) = 13.8%

Pearson correlation of G and ELP = 0.384

P-Value = 0.000



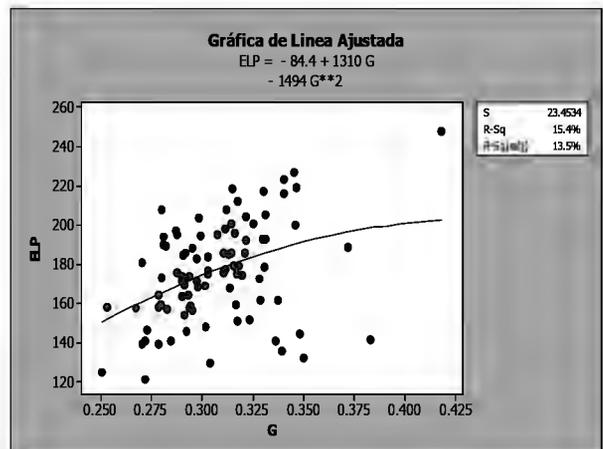
#### Polynomial Regression Analysis: ELP vs G

The regression equation is

$$ELP = -84.4 + 1310 G - 1494 G^{**2}$$

S = 23.4534 R-Sq = 15.4%

R-Sq(adj) = 13.5%



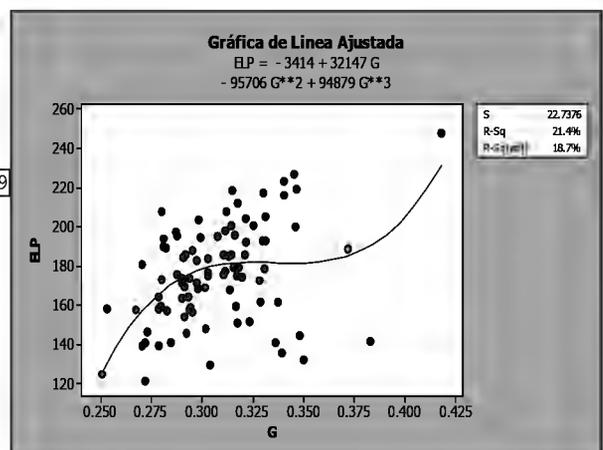
#### Polynomial Regression Analysis: ELP vs G

The regression equation is

$$ELP = -3414 + 32147 G - 95706 G^{**2} + 94879 G^{**3}$$

S = 22.7376 R-Sq = 21.4%

R-Sq(adj) = 18.7%



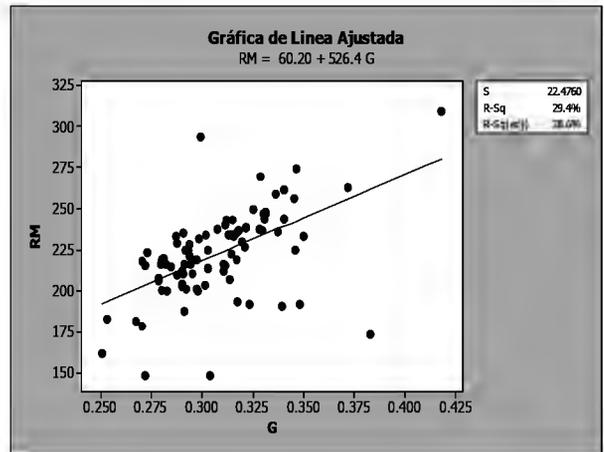
b) Esfuerzo Máximo

Regression Analysis: RM vs G

The regression equation is  
 $RM = 60.20 + 526.4 G$

S = 22.4760    R-Sq = 29.4%  
 R-Sq(adj) = 28.6%

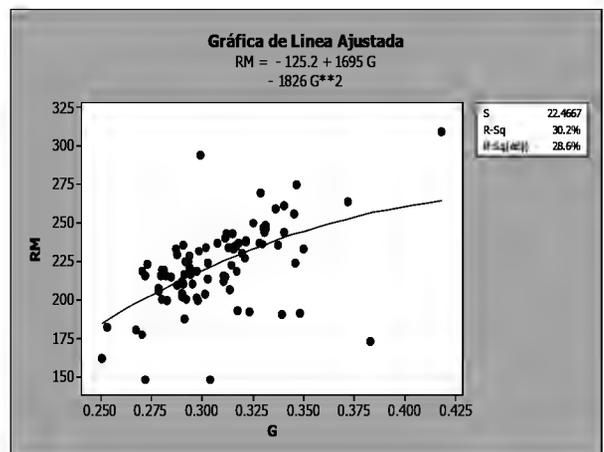
Pearson correlation of G and RM = 0.542  
 P-Value = 0.000



Polynomial Regression Analysis: RM vs G

The regression equation is  
 $RM = -125.2 + 1695 G - 1826 G^{**2}$

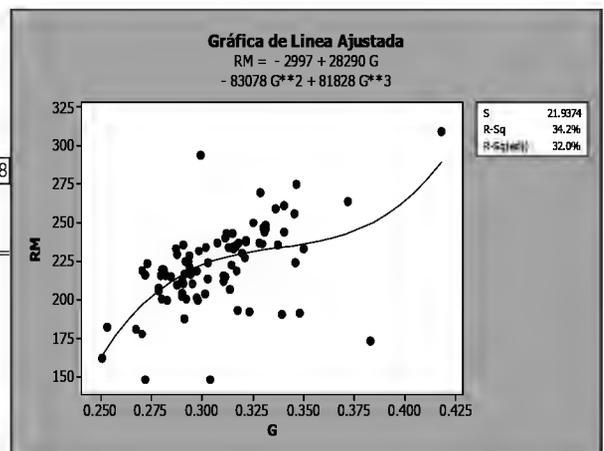
S = 22.4667    R-Sq = 30.2%  
 R-Sq(adj) = 28.6%



Polynomial Regression Analysis: RM vs G

The regression equation is  
 $RM = -2997 + 28290 G - 83078 G^{**2} + 81828 G^{**3}$

S = 21.9374    R-Sq = 34.2%    R-Sq(adj) = 32.0%



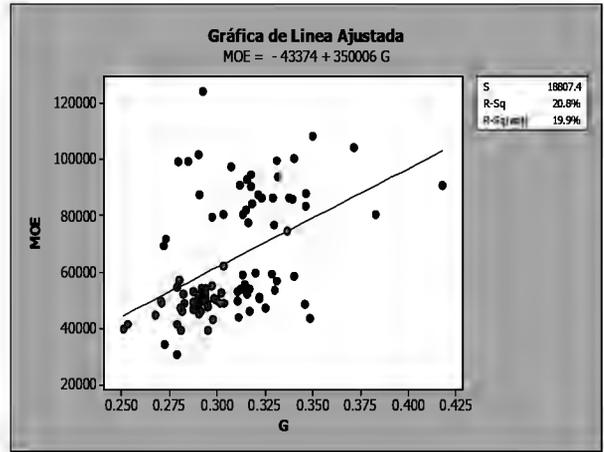
c) Modulo de Elasticidad

Regression Analysis: MOE vs G

The regression equation is  
 $MOE = -43374 + 350006 G$

S = 18807.4    R-Sq = 20.8%  
 R-Sq(adj) = 19.9%

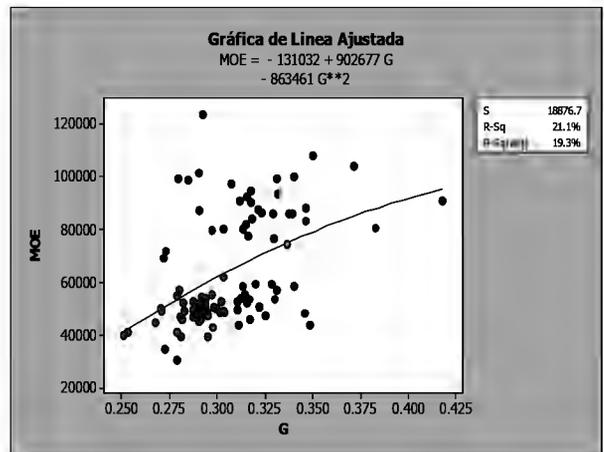
Pearson correlation of G and MOE = 0.456  
 P-Value = 0.000



Polynomial Regression Analysis: MOE vs G

The regression equation is  
 $MOE = -131032 + 902677 G - 863461 G^{**2}$

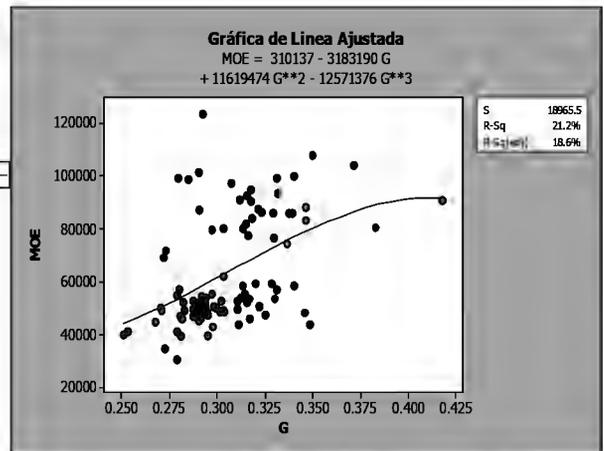
S = 18876.7    R-Sq = 21.1%  
 R-Sq(adj) = 19.3%



Polynomial Regression Analysis: MOE vs G

The regression equation is  
 $MOE = 310137 - 3183190 G + 11619474 G^{**2} - 12571376 G^{**3}$

S = 18965.5    R-Sq = 21.2%  
 R-Sq(adj) = 18.6%



# Compresión Perpendicular

## a) Esfuerzo al Límite Proporcional

### Regression Analysis: ELP vs G

The regression equation is

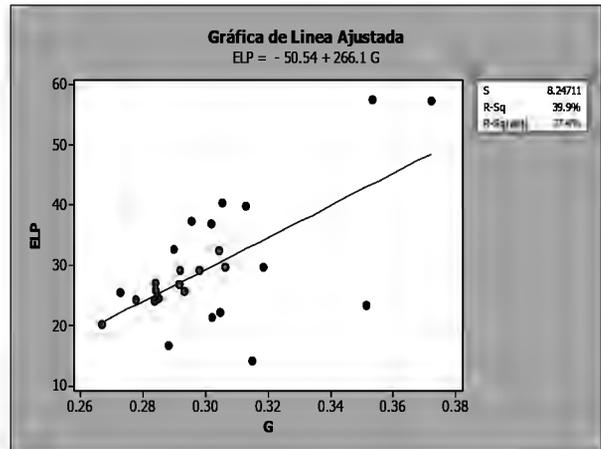
$$ELP = - 50.54 + 266.1 G$$

S = 8.24711 R-Sq = 39.9%

R-Sq(adj) = 37.4%

Pearson correlation of G and ELP = 0.631

P-Value = 0.001



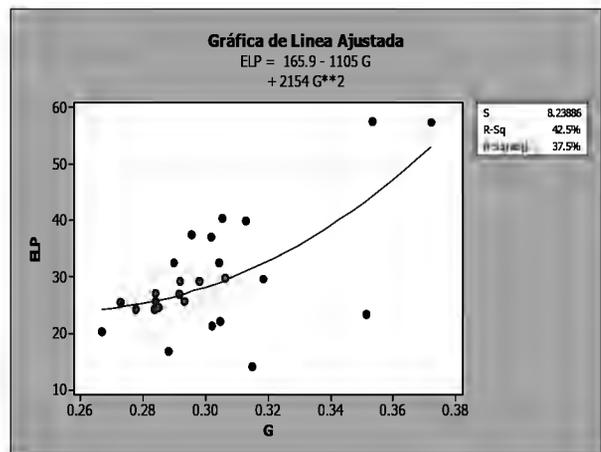
### Polynomial Regression Analysis: ELP vs G

The regression equation is

$$ELP = 165.9 - 1105 G + 2154 G^{**2}$$

S = 8.23886 R-Sq = 42.5%

R-Sq(adj) = 37.5%



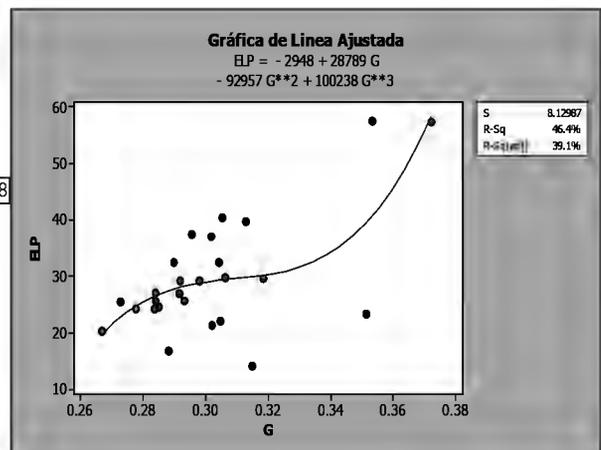
### Polynomial Regression Analysis: ELP vs G

The regression equation is

$$ELP = - 2948 + 28789 G - 92957 G^{**2} + 100238 G^{**3}$$

S = 8.12987 R-Sq = 46.4%

R-Sq(adj) = 39.1%



# Dureza

## a) Extremos

### Regression Analysis: D-E vs G

The regression equation is

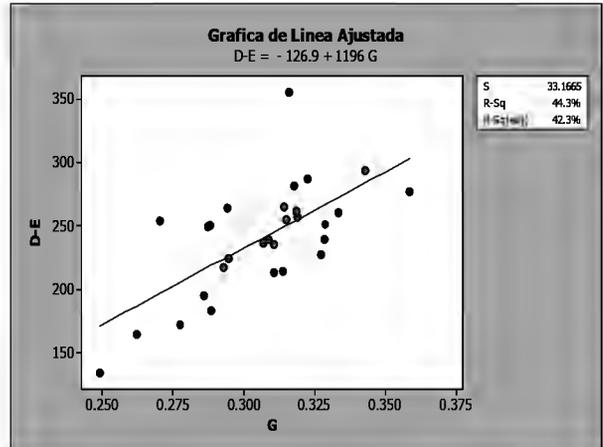
$$D-E = -126.9 + 1196 G$$

S = 33.1665 R-Sq = 44.3%

R-Sq(adj) = 42.3%

Pearson correlation of G and D-E = 0.666

P-Value = 0.000



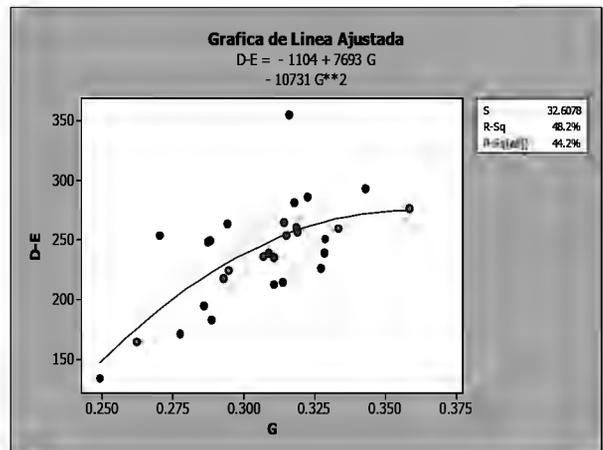
### Polynomial Regression Analysis: D-E vs G

The regression equation is

$$D-E = -1104 + 7693 G - 10731 G^2$$

S = 32.6078 R-Sq = 48.2%

R-Sq(adj) = 44.2%



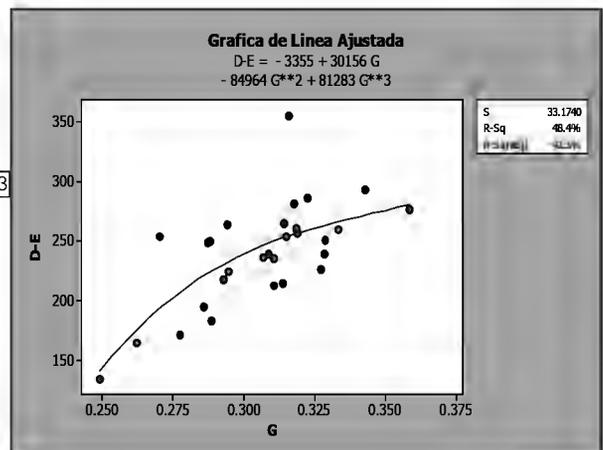
### Polynomial Regression Analysis: D-E vs G

The regression equation is

$$D-E = -3355 + 30156 G - 84964 G^2 + 81283 G^3$$

S = 33.1740 R-Sq = 48.4%

R-Sq(adj) = 42.3%



b) Lados

Regression Analysis: D-L vs G

The regression equation is

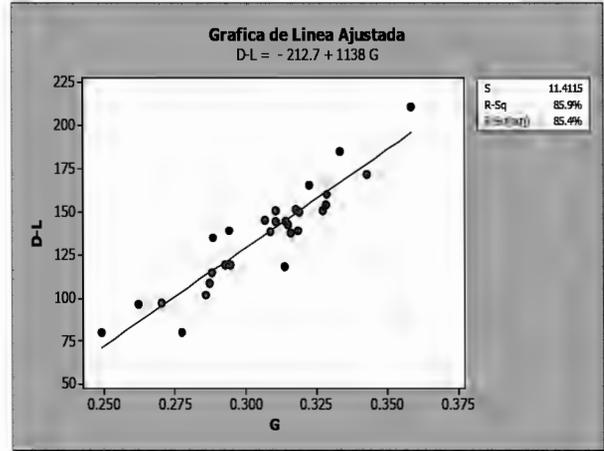
$$D-L = -212.7 + 1138 G$$

S = 11.4115    R-Sq = 85.9%

R-Sq(adj) = 85.4%

Pearson correlation of G and D-L = 0.927

P-Value = 0.000



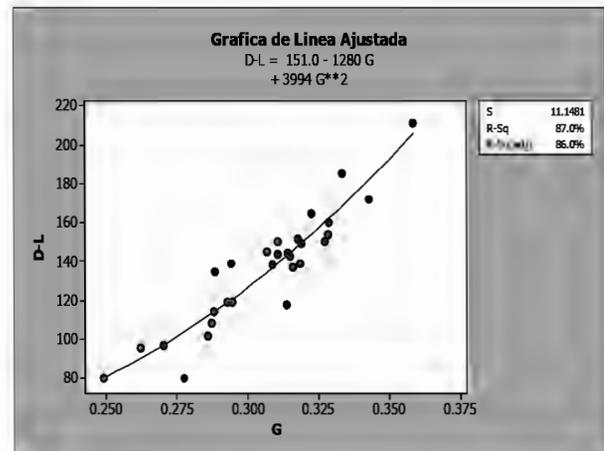
Polynomial Regression Analysis: D-L vs G

The regression equation is

$$D-L = 151.0 - 1280 G + 3994 G^{**2}$$

S = 11.1481    R-Sq = 87.0%

R-Sq(adj) = 86.0%



Polynomial Regression Analysis: D-L vs G

The regression equation is

$$D-L = -494 + 5154 G - 17270 G^{**2} + 23284 G^{**3}$$

S = 11.3498    R-Sq = 87.1%

R-Sq(adj) = 85.5%

