

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA  
SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS**

**RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**CARACTERÍSTICAS DEL SECADO NATURAL EN APILADO TRIANGULAR Y EN  
CABALLETE DE LA ESPECIE *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. HUAMANZAMANA PARA  
LA ZONA DE TINGO MARÍA.**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**MENCIÓN FORESTALES**

**HANS ALBERTO ALVAREZ ESPINOZA**

**PROMOCIÓN 2008 - I**

**Tingo María – Perú**

**2009**

K50

A45

Alvarez Espinoza, Hans A.

Características del Secado Natural en Apilado Triangular y en Caballete de la Especie (*Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.). Huamanzamana para la Zona de Tingo María. Tingo María, 2009

70 h.; 17 cuadros; 24 fgrs.; 34 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

JACARANDA COPAIA / HIGROSCOPICIDAD / CURVA - SECADO /  
HUMEDAD / APILADO - MADERA / METODOLOGÍA / TINGO  
MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo Maria – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros de Jurados de tesis, reunidos con fecha 13 de agosto de 2009, a horas 7:10 p.m. en la sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

### “CARACTERÍSTICAS DEL SECADO NATURAL EN APILADO TRIANGULAR Y EN CABALLETE DE LA ESPECIE *Jacaranda copaia* (Aubl.) HUAMANZAMANA PARA LA ZONA DE TINGO MARIA”

Presentado por el Bachiller: **HANS ALBERTO ALVAREZ ESPINOZA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el jurado, se declara aprobado con el calificativo de “MUY BUENO”.

En consecuencia el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES, mención FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo Maria, 13 de agosto de 2009

  
.....  
Ing. M.Sc. RICARDO OCHOA CUYA  
Presidente

  
.....  
Ing. WARREN RIOS GARCIA  
Vocal

  
.....  
Ing. M.Sc. TANIA GUERRERO VEJARANO  
Vocal

  
.....  
Ing. JORGE LUIS VERGARA PALOMINO  
Asesor

## DEDICATORIA

*A mis queridos padres Consuelo Espinoza Gonzales y Luis Álvarez Plejo por su amor, dedicación y abnegado sacrificio.*

*A Marietta Dávila O. y mi Hija Adara Victoria Alvarez Dávila por su invaluable apoyo, comprensión e inspiración, para culminar con mi carrera profesional.*

*A mis abuelitas Victoria Durand, Francisca Gonzales y mi hermano Brayan Alvarez Q.E.P.D.D.G. que desde el cielo nos iluminan con sus bendiciones.*

*A mis queridas abuelitas Esmeralda Mori y Teresa Plejo y mi familia en general que con su muestra de valentía para salir adelante frente a las adversidades estuvieron siempre presentes.*

*A mis queridas(os) hermanas(os) Mirella Escalante, Claudia Alvarez, Bremen Alvarez, Yesenia Reátegui con cariño, por su constante apoyo y aliento para realizar una de mis metas.*

## **AGRADECIMIENTOS**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, "alma mater" de mi formación profesional, que en sus aulas me llevaron a la culminación de mi carrera profesional en sus aulas.
- A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, quienes contribuyeron en mi formación académica.
- Al Ing. Jorge Luís Vergara Palomino por su valiosa colaboración como asesor.
- Al Ing. M. Sc. Robert Pecho de la Cruz, Jefe del laboratorio taller de aprovechamiento y maquinaria forestal de la facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).
- A los Srs. Leyden Fuchs Donayre y Mario Soza Shapiama, por su valiosa colaboración en la ubicación, tumbado, aserrado y reaserrado de la especie en estudio.
- A todas aquellas personas que en forma directa e indirecta colaboraron para la culminación del presente trabajo.

## RESUMEN

El trabajo de investigación fue realizado en el laboratorio taller de aprovechamiento y maquinaria forestal de la facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), utilizando madera de la especie forestal *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don. "Huamanzamana" extraída del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS). Además de emplear tres niveles de corta en el árbol, base, medio y ápice; dos tipos de cortes, corte tangencial y corte radial, se evaluó el comportamiento de dos técnicas de secado, apilado en triángulo y con caballete. Los resultados muestran que *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" se puede apilar indistintamente de forma triangular o con caballete porque la diferencia en la pérdida de humedad no presentó diferencias estadísticas. De otro lado presenta mayor rapidez de secado natural en el corte tangencial en los primeros 20 días de evaluación alcanzando los 29,25 % de contenido de humedad en comparación al 32,15 % de contenido de humedad en el corte radial. También se halló que presenta diferencias significativas respecto al secado en los diferentes niveles de fuste, y muestra mayor rapidez de secado en el ápice del fuste alcanzado 23,33 % de contenido de humedad a los 30 días de evaluación.

Asimismo los resultados mostraron que el contenido de humedad es mayor en el nivel medio del fuste de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" llegando a los 96,97 % de contenido de humedad siendo menores en los niveles ápice y base del fuste. También se halló para la especie estudiada mayor contracción en el corte tangencial siendo la relación T/R igual a 1,33. Finalmente con relación a la presencia de defectos y deformaciones se encontró que la especie presenta mayor proporción de defectos en el corte tangencial y en el apilado en triángulo.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. Secado de la madera .....	3
2.1.1. Conceptos generales .....	3
2.1.2. Aspectos físicos relativos al secado de la madera.....	4
2.1.2.1. Cambios dimensionales.....	4
2.1.2.2. Higroscopicidad.....	6
2.1.2.3. Humedad relativa y humedad de la madera.....	7
2.1.2.4. Contenido de humedad de equilibrio (CHE).....	8
2.1.2.5. Punto de saturación de las fibras (PSF).....	9
2.1.2.6. Contenido de humedad.....	9
2.1.2.7. Curvas de secado.....	11
2.2. Secado natural o al aire libre de la madera.....	12
2.2.1. Apilado de madera aserrada en secado natural.....	13

2.2.1.1. Apilado en triángulo.....	13
2.2.1.2. Apilado en caballete.....	14
2.3. Defectos y deformaciones en la madera en el secado.....	15
2.3.1. Defectos grietas y rajaduras.....	15
2.3.2. Deformaciones (alabeos).....	16
2.3.2.1. Abarquillado.....	16
2.3.2.2. Arqueadura.....	16
2.3.2.3. Encorvadura.....	17
2.3.2.4. Torcedura.....	17
2.4. Características de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don.	
“Huamanzamana”.....	18
2.4.1. Descripción taxonómica.....	18
2.4.2. Ecología y distribución.....	18
2.4.3. Descripción dendrológica de la especie.....	18
2.4.4. Descripción de la madera.....	19
2.4.5. Características tecnológicas.....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1. Lugar de ejecución.....	20
3.1.1. Ubicación política.....	20

3.1.2. Ubicación geográfica .....	20
3.1.3. Zona de vida .....	21
3.1.4. Características climáticas .....	21
3.2. Materiales y equipos .....	22
3.2.1. Materiales .....	22
3.2.2. Herramientas y equipos necesarios .....	22
3.2.3. Materiales y equipos de laboratorio .....	22
3.3. Metodología.....	23
3.3.1. Ubicación y selección de la especie .....	23
3.3.2. Proceso de obtención de la madera .....	23
a) Apeo corte o talado.....	23
b) Trozado de los árboles .....	24
c) Transporte o traslado.....	25
d) Aserrado .....	26
e) Obtención de probetas o viguetas .....	26
3.3.3. Acondicionamiento de las probetas de madera de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" .....	27
a) Apilado.....	27
b) Apilado de las probetas según técnicas a trabajar .....	28

3.3.4. Estudio de la propiedades físicas de la madera .....	29
a) Determinación del contenido de humedad .....	31
b) Determinación del cambio dimensional de las muestras ....	31
c) Evaluación del secado .....	32
d) Evaluación de defectos y deformaciones.....	32
3.3.5. Análisis estadístico.....	33
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>36</b>
4.1. Secado al natural mediante apilado en triángulo y apilado con caballete.....	36
4.2. Curva de secado en el corte tangencial y radial.....	39
4.3. Secado para tres niveles de fuste.....	43
4.4. Contenido de humedad en los niveles base, medio y ápice del fuste.....	47
4.5. Contracción radial y tangencial de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" en el proceso de secado al natural.....	49
4.6. Presencia de defectos y deformaciones en el secado de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana".....	53
4.6.1. Defectos y deformaciones corte tangencial y corte radial.....	53

4.6.2. Defectos y deformaciones en técnicas en apilado en triángulo y apilado en caballete .....	58
V. CONCLUSIONES.....	62
VI. RECOMENDACIONES.....	63
VII. ABSTRAC.....	64
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	66
IX. ANEXOS.....	72

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Datos climáticos durante el periodo de investigación .....	21
2. Evaluación del diámetro y altura total de cada árbol de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana". .....	24
3. Esquema de análisis de varianza (ANVA) .....	35
4. ANVA del CH (%) en apilado triangular y con caballete .....	38
5. Prueba de Duncan para los promedios del CH (%) apilado.....	38
6. ANVA del CH (%) en tipos de corte radial y tangencial .....	42
7. Prueba de Duncan para los promedios del CH (%) cortes .....	43
8. ANVA para la pérdida del contenido de humedad en tres niveles de fuste estudiado de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana". .....	46
9. Prueba de Duncan para el contenido de humedad en los tres niveles de fuste estudiados para <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana". .....	46

10. ANVA para el CH (%) para niveles ápice, base y medio .....	47
11. Prueba de Duncan para el contenido de humedad por niveles del fuste evaluados para <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" .....	48
12. ANVA para la contracción radial en niveles ápice, base y medio para <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" .....	49
13. Prueba de Duncan para la contracción radial en los niveles base, medio y ápice de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" .....	50
14. ANVA para contracción tangencial en niveles ápice, medio y base para <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" .....	51
15. Prueba de Duncan para la contracción tangencial en los niveles base, medio y ápice de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" .....	51
16. Defectos y deformaciones presentados en los cortes tangencial y radial durante el secado natural para <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" .....	55

17. Defectos y deformaciones en apilado triangular y con caballete durante el secado natural para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don.

“Huamanzamana” ..... 59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Apilado en técnica de triángulo.....	13
2. Apilado en técnica de caballete.....	14
3. Tipos de defectos en el secado.....	16
4. Tipos de deformaciones en el secado.....	17
5. Curva de principales parámetros climáticos durante el secado.....	21
6. Corte del árbol.....	24
7. Apeo del árbol.....	24
8. Trozado de los árboles.....	25
9. Transporte o traslado.....	25
10. Aserrado de las trozas.....	26
11. Obtención de las probetas.....	27
12. Apilado de las probetas según técnicas a trabajar.....	28
13. Muestra de madera para la preparación de probetas.....	30
14. Observación de contenido de humedad por días de secado en técnicas de apilado con caballete y triángulo.....	36

15. Curva de secado mediante regresión potencial para apilado en triángulo y con caballete .....	37
16. Datos experimentales de pérdida del CH en cortes tangencial y radial por días de evaluación para <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana".....	40
17. Curva de secado mediante regresión potencial para los cortes tangencial y radial para <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana".....	41
18. Observación de los datos originales del secado por niveles base, medio y ápice.....	44
19. Ajustes de los datos a curva de secado mediante regresión potencial para los niveles base, medio y ápice.....	45
20. Contenido de humedad (CH) por niveles de fuste.....	48
21. Contracción radial por nivel de fuste de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana".....	50
22. Contracción tangencial por niveles de fustes para <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D Don. "Huamanzamana".....	53
23. Defectos y deformaciones corte tangencial y corte radial.....	56
24. Defectos y deformaciones en técnicas de apilado en triángulo y apilado en caballete.....	60

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú existen muchas especies de árboles, de las cuales sólo una poca cantidad se utilizan para construir y fabricar productos de madera. En el mundo, se calcula que existen unos 4 mil millones de hectáreas de bosques, que producen unos 2 mil millones de toneladas de madera comercial al año, lo que equivale a media tonelada de madera por cada habitante de la tierra. Este rendimiento, sólo representa el 1 % del volumen total de la madera en pie (árboles vivos en crecimiento).

Como se sabe, para obtener productos de madera de alta calidad se debe realizar una serie de procesos, como primer paso es el secado de la madera ya que es el proceso más importante para que la madera sea de calidad y esté en buen estado para su posterior transformación a productos terminados.

Toda empresa busca obtener altos rendimientos, las empresas madereras buscan obtener productos de calidad y a un corto tiempo, para esto hacemos mención a una práctica que va cayendo en desuso, como es el secado natural, esta práctica se contrapone con la premisa de control del clima, como es el secado artificial utilizando equipos especiales (hornos secadores), obteniendo productos a un corto tiempo en comparación con el secado natural. En el proceso del secado natural de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don.

“Huamanzamana” se obtuvieron productos estables dimensionalmente y competitivos en el mercado, es decir, cumplen estándares de calidad, para demostrar ello se planteó los siguientes objetivos.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

- Evaluar las características del secado natural en apilado triangular y en caballete de la especie *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. “Huamanzamana” para la zona de Tingo María.

### **1.1.2. Específicos**

- Determinar mediante la curva de secado la mejor técnica de apilado para el secado natural óptimo de la especie en estudio.
- Determinar la variación de la curva de secado en el corte tangencial y radial.
- Determinar la diferencia de las curva de secado en los tres niveles del fuste.
- Determinar la variación del contenido de humedad en los niveles base, medio y ápice del fuste.
- Determinar la variación de la contracción radial y tangencial en el proceso de secado al natural para la especie en estudio.
- Determinar la presencia de defectos y deformaciones en el secado natural de la especie en estudio.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Secado de la madera**

#### **2.1.1. Conceptos generales**

Secado, es definido como el proceso de eliminar el exceso de agua de la madera para facilitar su posterior procesamiento o uso final, sin embargo la definición o concepto de secado va más allá de un simple fenómeno de pérdida de agua, ya que el proceso abarca varios aspectos como, el conocimiento de la materia prima, de su comportamiento y de los equipos utilizados para adelantar un secado óptimo. De otro lado, se sabe que en el proceso de secado interviene varios factores, siendo uno de los principales la temperatura, en ese sentido POMACHAGUA (1993), menciona que el secado es un proceso gradual de pérdida de agua debido al incremento de la temperatura que experimenta la madera como consecuencia del calor.

Según INTA (2001), la acción de la temperatura promueve la evaporación, que es la acción del calor que evapora fácilmente el agua en la madera, por capilaridad, cuando las paredes celulares atrae el agua y la hacen subir hasta el perímetro del poro y salir de la madera, y por difusión, que es el proceso lento de pérdida de agua.

De otro lado también se señala que en el secado se necesita el calor para evaporar el agua de la madera y estos requerimientos energéticos van en aumento a medida que progresa el secado. El aire en contacto con la madera está en movimiento para transportar tanto calor como la humedad extraída (INTA, 2001).

ARÓSTEGUI (1974), sostiene que el proceso de secado se basa en aprovechar la capacidad de la madera para intercambiar humedad con el ambiente en que se ubique. Por su parte ANANÍAS (2005), manifiesta que la velocidad del secado de la madera puede ser representada por las variaciones temporales de la humedad de la madera. Teóricamente la velocidad del secado presenta una etapa constante al inicio, hasta el contenido de humedad crítico (CHC), luego es decreciente hasta el contenido de humedad de equilibrio (CHE).

## **2.1.2. Aspectos físicos relativos al secado de la madera**

### **2.1.2.1. Cambios dimensionales**

La madera cambia sus dimensiones a partir del punto de saturación de las fibras contrayéndose hasta perder todo el agua higroscópica; cuando la madera verde se seca, aparecen una nueva serie de fenómenos hasta llegar al punto comercial del valor de la humedad. Así, hasta llegar al punto de saturación de las fibras (PSF), la pérdida de agua incide solamente sobre el peso y la conservación de la madera. Pero, por debajo del PSF, se inician los defectos que afectan a las formas y medidas de las piezas que se someten al secado. La disminución de medidas en los planos de la madera, recibe el

nombre de “contracción” y se expresa en porcentaje, aplicando la siguiente fórmula:

$$C\% = \frac{M_i - M_f}{M_f} \times 100$$

Donde:

C% = Contracción, expresada en por ciento.

M<sub>i</sub> = Medida inicial (madera húmeda o verde).

M<sub>f</sub> = Medida final (madera seca o anhidra).

La contracción tangencial (C<sub>tg</sub>), es paralela a los anillos de crecimiento y puede ser dos veces mayor que la contracción radial (C<sub>r</sub>), que es perpendicular a los radios. Las maderas más pesadas se contraen en sentido tangencial, mientras que las livianas lo hacen en sentido radial.

No todas las partes de una pieza de madera alcanzan el PSF al mismo tiempo. Las capas superficiales al secarse, contraen hasta cierto grado y comprimen el interior de la madera, antes que ella haya llegado al PSF, produciendo defectos apreciables como el agrietamiento, endurecimiento superficial, y otros, fáciles de apreciar en la sección transversal de las piezas de madera.

La contracción de la madera es proporcional a la pérdida de humedad por debajo del PSF y por cada 1 % de pérdida de humedad, la madera se contrae aproximadamente 1/30. Para los fines prácticos, se puede considerar como hinchazón el reverso de la contracción, así por cada aumento de 1 % de humedad, la pieza experimentará una hinchazón igual al 1/30 parte

de la totalidad que pueda ocurrir, el agua libre no tiene ninguna influencia en estos cambios. GONZALES (1996), Asimismo, las maderas pesadas se contraen más que las maderas livianas, por ser más densas. Por esta misma razón la contracción puede variar entre la madera de primavera, que es menos densa, y la madera de verano que es más densa, dentro de un anillo de crecimiento. SALAS (2005), De otro lado la reducción de dimensiones que experimentan las piezas de madera cuando pierden humedad, según la dirección que se considere es conocido como cambio dimensional o contracción longitudinal, radial o tangencial (JUNAC, 1984).

#### **2.1.2.2. Higroscopicidad**

Según SALAS (2005), la madera es un material higroscópico (tiene apetencia por el agua) y va perdiendo o ganando agua en función de la temperatura y humedad relativa del ambiente en que se encuentre, hasta que alcanza una situación de equilibrio en su entorno.

El equilibrio higroscópico corresponde al equilibrio entre las presiones parciales de vapor de aire del ambiente y del producto húmedo. Para la mayoría de las especies el equilibrio higroscópico está entre el 12 % y el 18 % de contenido de humedad dependiendo del lugar donde se realiza el secado. En el secado natural, solo puede alcanzarse como resultado final del contenido de humedad de la madera, en equilibrio con las condiciones climáticas del lugar.

En cuanto a las curvas de equilibrio higroscópico, éstas establecen la variación de la humedad de equilibrio higroscópico (HEH) con la variación de las características higrotérmicas del medio.

Se sabe que la madera es más sensible a los cambios de humedad relativa que a los cambios de temperatura, esto es, en la variación de la humedad de equilibrio higroscópico (HEH) va a tener más peso la humedad relativa que la temperatura (MORALES, 2004).

### **2.1.2.3. Humedad relativa y la humedad de la madera**

La humedad relativa del aire influye directamente a la humedad de la madera, si la humedad relativa del aire aumenta, entonces aumenta la humedad de la madera, de igual forma se presenta esa influencia de manera inversa. Siempre y cuando la temperatura sea constante y el proceso se lleva a cabo en un sistema cerrado.

La madera es un material higroscópico que reacciona siguiendo las leyes que rigen para los cuerpos porosos por lo tanto, en contacto con un ambiente determinado ésta absorberá o perderá humedad, hasta tanto no exista igualdad entre las presiones parciales en vapor de aire circundante y el cuerpo húmedo, de lo contrario se dará una transferencia de humedad de la madera al medio o viceversa. La magnitud de esta transferencia depende de la humedad relativa del aire. Para un cuerpo saturado de agua, la transformación será nula si la humedad relativa es igual al 100 % y máxima cuando la humedad relativa es 0 %, mientras que si el cuerpo poroso está seco la absorción de humedad será máxima si la humedad relativa es 100 % y nula si

la humedad relativa es 0 % cuando una pieza de madera se deja cierto tiempo bajo condiciones de temperatura y humedad relativa constante se establece un equilibrio entre la presión de vapor de agua, del aire y la que existe en el interior de la pieza de madera (MORALES, 2004).

#### **2.1.2.4. Contenido de humedad de equilibrio (CHE)**

INTA (2001), indica que la madera, al ser un material higroscópico tiene la capacidad de absorber o ceder humedad del ambiente que la rodea, hasta que la cantidad de agua en la madera esté en equilibrio con las condiciones ambientales.

Cuando una pieza de madera se deja suficiente tiempo en un ambiente cuya característica de temperatura y humedad relativa permanecen constante, se establece un equilibrio entre la presión parcial del vapor de agua en el aire y la que existe en el interior de la pieza de madera. Cuando este equilibrio es alcanzado, la humedad de la madera no varía más y se dice que ha llegado al "Contenido de Humedad de Equilibrio" (ECH) o Humedad Límite. Este contenido de humedad permanecerá constante mientras las características del aire que rodean a la madera no cambian.

Es importante señalar que este equilibrio se alcanza instantáneamente y el tiempo implicado depende de varios factores, tales como la densidad de la madera, el espesor, cantidad y calidad de las sustancias extractivas presentes, la humedad inicial, etc. Los valores de la humedad de equilibrio de la madera se han determinado en función de las características del aire que la rodean, a presión atmosférica constante se pueden hacer variar los

parámetros humedad relativa y temperatura del aire y a partir de ellos establecer los valores de la humedad de equilibrio de la madera correspondiente a cada condición dada (MORALES, 2004).

#### **2.1.2.5. Punto de saturación de las fibras (PSF)**

Según MORALES (2004), el PSF representa el porcentaje de humedad de la madera cuando se ha alcanzado la máxima hinchazón; si disminuye la humedad también lo hará el volumen, pero si aquella aumenta, el volumen permanece prácticamente constante. Las variaciones de volumen expuestas no son suficientes, en general, para darse cuenta de la complejidad de los fenómenos que intervienen en el movimiento de la madera y que tienen como resultado las variaciones lineales de sus tres dimensiones: axial, tangencial y radial, con contracciones muy diferentes para cada una, como consecuencia de ser la madera un material anisótropo.

#### **2.1.2.6. Contenido de humedad**

JUNAC (1984), Respecto al contenido de humedad nos dice que es sin duda, la propiedad que más influye sobre todas las demás propiedades, la madera recién aserrada contiene cantidades variables de agua, que depende de la época de corta y la región que proceda. En general, las maderas livianas contienen mayor agua que las maderas pesadas. La albura, formada por células cuya función es la conducción de sustancias nutritivas en soluciones acuosas, presenta un contenido de humedad mayor que en el duramen, tejido compuesto por células con acumulación de sustancias infiltradas en las cavidades celulares. Para KOLLMAN (1959), reafirma especificando que el

conocimiento del contenido de humedad es importante para la utilización de la madera ya que influye en el peso y afecta otras propiedades.

El contenido de humedad según ANANÍAS (2002), es la cantidad de agua presente en la madera; se expresa como porcentaje del peso de la madera seca o anhidra y se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$CH (\%) = \frac{P_i - P_o}{P_o} \times 100$$

Donde:

CH= contenido de humedad (%)

P<sub>i</sub>= peso inicial (g)

P<sub>o</sub>= peso en estado Anhidro (g)

INTA (2001) indica que el agua en la madera está presente en varias formas; agua libre que se ubica en los lúmenes o espacios de las células, agua higroscópica que está en la pared celular, agua de constitución que forma parte de la estructura química y agua en forma de vapor. Es la cantidad de agua con respecto a la cantidad de sustancia leñosa (exclusivamente pared celular). El contenido de humedad, generalmente, es referido como porcentaje del peso seco o anhidro, pero en algunos casos se refiere a la base húmeda. El contenido de humedad depende de la relación albura duramen, madera juvenil madera adulta, relación madera primavera verano y densidad. La albura tiene más humedad que el duramen. Si la humedad inicial es de 100 %, significa que de 100 kg de madera 50 kg son de agua y 50 kg son de leño.

Si la humedad inicial es de 150 %, significa que de 100 kg de madera es 60 kg de agua y 40 kg son de leño.

#### **2.1.2.7. Curvas de secado**

Según ANANIAS (2002), las curvas de secado representan la variación de la humedad de la madera con el tiempo de secado o la velocidad de evaporación con el tiempo de secado. Asimismo el autor indica que en ambos casos se observan dos fases o etapas características del proceso de secado: a) fase de velocidad de secado constante, b) fase de velocidad de secado decreciente. La etapa de velocidad de secado constante, se presenta al inicio del secado cuando la superficie de la madera se encuentra completamente húmeda. En el secado a partir del estado verde, la superficie de la madera está cubierta de una delgada película de agua líquida y la evaporación se mantiene a una velocidad constante, esta etapa es más larga en maderas de menor espesor y de mayor permeabilidad y es muy corta en maderas de mayor grosor y es casi imperceptible en maderas previamente secada o presecada. En la fase de velocidad de secado decreciente se observan dos sub-etapas: 1) etapa de secado con la superficie parcialmente cubierta de agua líquida, periodo que se produce cuando aparecen los primeros sectores de la superficie seca, esta sub-etapa puede ser también bastante corta o prolongarse hasta alrededor del punto de saturación de las fibras. 2) sub-etapa de secado por debajo del punto de saturación de las fibras, este periodo es gobernado por el movimiento interno de humedad, y en

maderas refractarias de difícil secado puede representar prácticamente toda la curva de secado.

## **2.2. Secado al natural ó al aire libre de la madera**

De acuerdo con INTA (2001), el secado natural consiste en estacionar madera verde en un lugar abierto un determinado periodo de tiempo, durante el cual la madera entrega humedad a la atmósfera y tiende a llegar al punto de equilibrio higroscópico con el ambiente, pues algunas veces, el objetivo es bajar el contenido de humedad de la madera a su nivel de equilibrio con las condiciones climáticas, y en otras puede ser, secar la madera lo suficiente como para permitir un transporte más económico, o como pre secado para posteriores procesos de secado. En todos los casos, la intención es secar la madera aserrada en el tiempo más breve posible y con el mínimo deterioro.

Los factores que influyen en un buen proceso de secado al natural según INTA (2001), son:

- Contar con un lugar adecuado (patio o cancha) para exponer la madera al aire libre pero protegido directamente de los rayos solares.
- El apilado, debe ser efectuado de tal modo, que el aire circule alrededor de cada una de las piezas de madera.

### 2.2.1. Apilado de madera aserrada en secado natural

En cuanto al apilado de la madera RUEDA (2007), menciona que mejor método de apilar o encastillar madera para un secado rápido, con el mínimo de agrietamiento y torcimiento, es el apilado plano. Sin embargo, el autor añade que las maderas que secan con facilidad y no se agrietan ni tuercen mucho, se pueden apilar en forma más sencilla por el método “en caballete o V invertida”, “apilado en pie” y “apilado en triángulo o rectángulo”.

#### 2.2.1.1. Apilado en triángulo

Según RUEDA (2007), se utiliza especialmente para tablonés y no requiere de viguetas o separadores para permitir la circulación del aire ya que el espacio se logra a través del entrecruzamiento de los extremos de las tablas. Es conveniente protegerlos de la lluvia y de la incidencia directa del sol a través de una cubierta o techo.

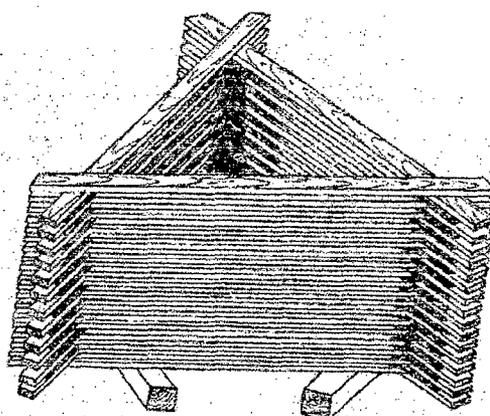


Figura 1. Apilado en técnica de triángulo.

### 2.2.1.2. Apilado con caballete

RUEDA (2007), sostiene que esta técnica es utilizada en especies que tienen alto contenido de humedad inicial (>100 %), alcanzado el contenido de humedad del punto de saturación de las fibras entre los 20 – 35 días. y que no son susceptibles a sufrir deformaciones inmediatamente después del aserrado. Las piezas de madera se colocan de canto sobre un travesaño o caballete y se apoya sobre uno de los extremos, permitiendo una velocidad de secado rápida en la parte superior de las viguetas.

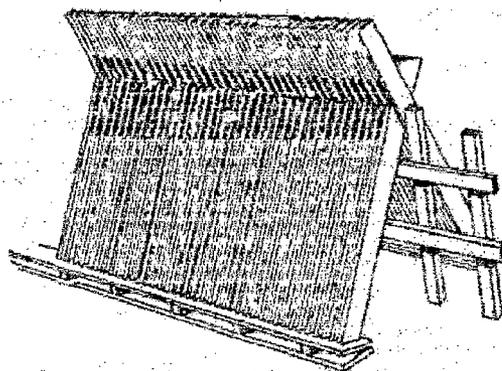


Figura 2. Apilado en técnica de caballete

Respecto a las formas de apilado TROYA *et al.*, (2000), reporta que después de evaluar durante cinco meses, defectos de secado: abarquillados, combados, torceduras, rajaduras y grietas superficiales; así como también el contenido de equilibrio de humedad en las maderas de *Triplaris cumingiana* y *Cordia alliodora* en los métodos de apilamiento en caballetes y cuadrados horizontales, en el secado de tablas de tres secciones

del árbol (basal, media y terminal), no existieron diferencias significativas entre los métodos de apilamiento ni entre las secciones del árbol. Se determinó que es suficiente con 90 días de secado a la intemperie para que la madera de ambas especies alcance el contenido de humedad de equilibrio.

Si se considera las condiciones climáticas del sitio donde se llevó a cabo el ensayo, se deduce que la humedad relativa promedio (84 %) de los meses en que se realizó el experimento, fue probablemente uno de los factores determinantes para que sea relativamente largo el tiempo (90 días) para que *Triplaris cumingiana* y *Cordia alliodora* bajen su alto contenido de humedad hasta alcanzar un contenido de humedad de equilibrio (CH: 18 – 19 %). (TROYA *et al.*, 2000).

### **2.3. Defectos y deformaciones de la madera en el secado**

#### **2.3.1. Defectos (grietas y rajaduras)**

Se originan en general debido a un secado muy rápido, especialmente durante las primeras etapas o como consecuencia de un secado irregular a lo largo de una pieza de madera. Las grietas pueden ser superficiales, terminales o internas, pueden reducirse con un secado gradual, ya sea disminuyendo la velocidad del viento entre las pilas o manteniendo una alta humedad relativa.

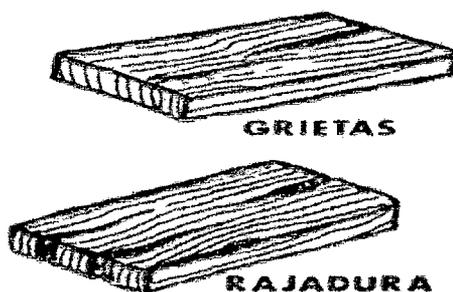


Figura 3. Tipos de defectos en el secado.

### 2.3.2. Deformaciones (alabeos)

Estas deformaciones se deben a tensiones internas que presenta el árbol, a un secado irregular o a un deficiente sistema de apilado. En este último caso, la deformación es causada por la contracción diferenciada de corte de la madera en las tres direcciones.

**2.3.2.1. Abarquillado.** Es la distancia o curvatura del eje transversal de una pieza de madera aserrada. Aquellas tablas aserradas en sentido tangencial a los anillos, se deforman más que en sentido radial. Las cortadas en la periferia de la trozas tienen menos distorsión que las obtenidas cerca de la medula. Entre mayor es el espesor, mayor es la tendencia al abarquillado. Si se hace un presecado al aire y se evitan los programas severos de secado, se puede reducir el abarquillado, pero la mejor forma de controlarlo es mediante un correcto apilado.

**2.3.2.2. Arqueadura.** Es el alabeo o curvatura a lo largo de la cara de la pieza. Se asocia con una contracción longitudinal excesiva en la madera cercana a la medula juvenil, o madera de reacción, tanto por compresión en

coníferas como de tracción en latifoliadas cuando los árboles han crecido en pendientes o torcidos. También cuando en la pieza aserrada existe grano inclinado. Se puede controlar en forma semejante que el abarquillado.

**2.3.2.3. Encorvadura.** Es el alabeo o curvatura a lo largo del canto de la pieza de madera, se forma por las mismas causas que la arqueadura, pero es más difícil de controlar que está.

**2.3.2.4. Torcedura.** Es el alabeo que se presenta cuando la esquina de la pieza de madera no se encuentra en el mismo plano. Se presenta en madera con grano espiralado, ondulado, entrecruzado, desviado o distorsionado por nudos.

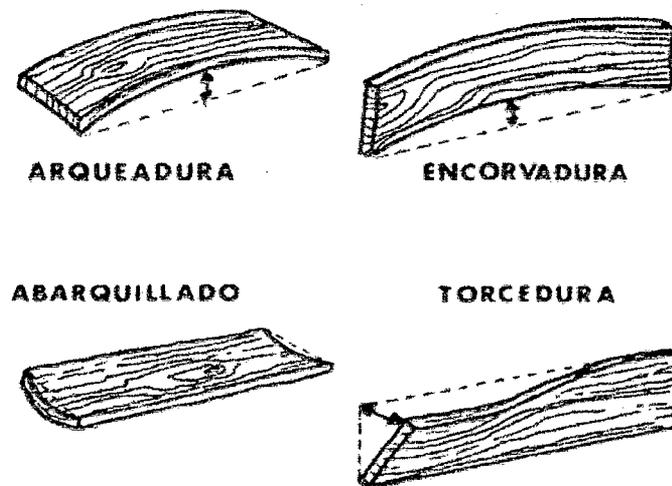


Figura 4. Tipos de deformaciones en el secado.

## 2.4. Características de la *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. “Huamanzamana”.

### 2.4.1. Descripción taxonómica

CRONQUIST (1984); citado por MUÑOZ (2005), clasifica a la especie de la siguiente manera:

División	: MAGNOLIOPHYTA
Clase	: MAGNOLIOPSIDA
Subclase	: ROSIDAE
Orden	: SCROPHULARIALES
Familia	: BIGNONIACEAE
Género	: <i>Jacaranda</i>
Especie	: <i>copaia</i>
Nombre científico	: <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.
Nombre común	: “Huamanzamana”

### 2.4.2. Ecología y distribución

Especie distribuida en el Perú se encuentra en los departamentos de Amazonas, Huánuco, Loreto, Madre Dios, Pasco, San Martín y Ucayali, entre 0 y 1500 m.s.n.m. (MADERAS DEL PERÚ, 2000).

### 2.4.3. Descripción dendrológica de la especie

La *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. “Huamanzamana” es un árbol de hasta 45 m de altura, con fuste recto y cilíndrico, raíces engrosadas. La copa está formada por pocas ramas casi verticales y hojas compuestas. La

corteza externa es rugosa de color gris claro, mientras la corteza interna de color blanco, se oscurece bastante en contacto con el aire. (ARÓSTEGUI, 1974).

#### 2.4.4. Descripción de la madera

El tronco recién cortado presenta las capas externas de madera (albura) de color marrón muy pálido y las capas internas (duramen) de color similar a la albura, no observándose entre ambas capas contraste del color. Suele presentar decoloración producida por hongos. En madera seca, la albura se toma a color blanco rosáceo 8/2 7.5YR y el duramen a marrón pálido 7/4 10YR. (MADERAS DEL PERÚ, 2000).

#### 2.4.5. Características tecnológicas

Propiedades físicas:

Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )	:	0,31
Contracción tangencial (%)	:	8,20
Contracción radial (%)	:	5,40
Contracción volumétrica (%)	:	13,90
Relación T/R	:	1,50

La *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana" es una madera de densidad baja, blanda y liviana, de fácil aserrío, de fácil secado, se recomienda secar en forma artificial en horario de secado de T5-C3 para evitar deformaciones. Tiene durabilidad natural baja. (MADERAS DEL PERÚ, 2000).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio taller de aprovechamiento y maquinaria forestal, en la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

##### **3.1.1. Ubicación política**

Localidad : Tingo María.  
Distrito : Rupa Rupa.  
Provincia : Leoncio Prado.  
Departamento : Huánuco.

##### **3.1.2. Ubicación geográfica**

Latitud : 09° 09' 00"  
Longitud : 75° 57' 00"  
Altitud : 660 m.s.n.m.

### 3.1.3. Zona de vida

Según HOLDRIDGE (1986), el lugar de investigación se encuentra en la formación vegetal de Bosque muy Húmedo Sub Tropical (bmh - ST).

### 3.1.4. Características climáticas

Las características climáticas del lugar de estudio se resume en el Cuadro 1 y Figura 5.

Cuadro 1. Datos climáticos durante el periodo de investigación.

PARAMETROS	Medidas	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
Temperatura máxima	(°C)	30,3	30,8	29,2	29,1	29,1
Temperatura mínima	(°C)	20,2	21,2	20,7	20,6	20,6
Temperatura media	(°C)	25,2	26,0	24,9	24,8	24,9
Humedad relativa	(%)	85	85	89	89	89

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología (UNAS).

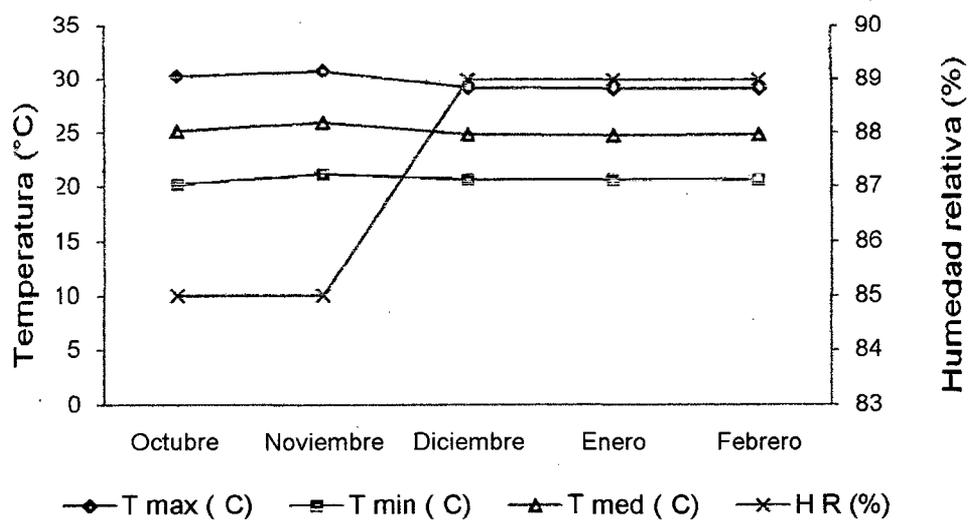


Figura 5. Curva de principales parámetros climáticos durante secado.

## **3.2. Materiales y equipos**

### **3.2.1. Materiales**

Se utilizó maderas de corte radial y corte tangencial de la especie forestal *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana" extraídos del Bosque Reservado de la UNAS (BRUNAS), llevado al área del laboratorio taller de aprovechamiento y maquinaria forestal de la facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

### **3.2.2. Herramientas y equipos necesarios en campo**

Se utilizó una cinta métrica de 30 m, una wincha de 5 metros, GPS Gárrmin 12XL, una sierra circular, una motosierra marca STIHL, modelo 250, una garlopa eléctrica, una cámara, una libreta de campo, regla, lápiz y plumones indelebles.

### **3.2.3. Materiales y equipos de laboratorio**

Se utilizó una estufa eléctrica de marca MERMENT provista de termostato para mantener la temperatura entre 101 y 105°C, desecador de laboratorio provisto de sustancia higroscópica, balanza electrónica, con una precisión de 0,1 g y con una capacidad de 400 g, balanza gramera con precisión de 5 g con capacidad de 2000 g, computadora, impresora marca HP Deskjet D2460, lápiz, regla, corrector y vernier digital (precisión de 0,01 mm).

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Ubicación y selección de la especie**

Se realizó la identificación y ubicación de la especie en estudio para luego ser seleccionadas de acuerdo a la norma técnica peruana (NTP)-PR-251.008, seleccionando para esto 5 árboles y a cada árbol seleccionado se tomaron los puntos correspondientes con el GPS. Posteriormente se tomó todos los datos correspondientes del árbol así como diámetro, altura y calidad de fuste.

#### **3.3.2. Proceso de obtención de la madera**

Teniendo en cuenta la norma técnica peruana (NTP)-PR-251-008 las muestras (cada árbol) se cortaron en tres niveles de altura fustal que fueron nivel bajo, medio y superior. Para sacar las muestras se ha proseguido con las siguientes actividades secuenciales.

##### **a) Apeo, corte o talado**

En este proceso se cortaron los árboles en estudio, utilizando una motosierra además se tuvo en cuenta la dirección de caída, y se tomaron las siguientes medidas mostrados en el cuadro 2:

Cuadro 2. Evaluación del diámetro y altura total de cada Árbol de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana".

Árbol	Diámetro (cm.)	Altura total (m.)
1	54,1	31,07
2	52,6	26,08
3	51,9	29,00
4	44,9	28,53
5	45,1	30,20



Figura 6. Corte del árbol.



Figura 7. Apeado del árbol.

### b) Trozado de los árboles

Se procedió a trozar los árboles apeados de tal manera que se pueda obtener tres trozas, así mismo tres niveles por árbol con una longitud de 1,3 m, se codificó cada troza para diferenciar a que árbol y el nivel al que corresponda.

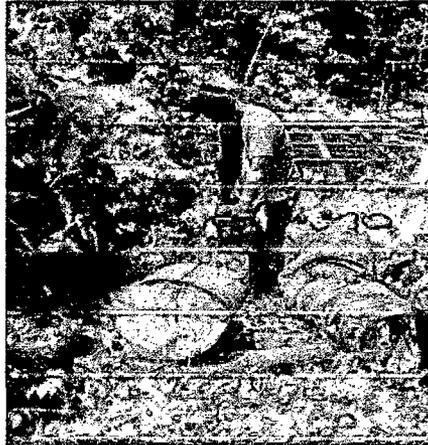


Figura 8. Trozado de los árboles.

### c) Transporte o traslado

Las trozas cortadas se trasladaron del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), al laboratorio taller de aprovechamiento y maquinaria forestal de la facultad de Recursos Naturales Renovables.



Figura 9. Transporte o traslado.

#### **d) Aserrado**

En esta fase se procedió a usar la sierra circular para aserrar las trozas obtenidas en forma longitudinal, con la finalidad de obtener bloques o tablonés para ser utilizadas en el secado natural de las formas de apilamiento propuestas como tratamiento. En esta etapa también se seleccionaron los tablonés de forma radial y tangencial en sus respectivos niveles, se selecciono tales como problemas fitosanitarios y/o defectos de aserrado.



Figura 10 Aserrado de las trozas.

#### **e) Obtención de probetas o viguetas.**

En esta operación se obtuvieron las probetas o viguetas de las dimensiones establecidas y en las respectivas orientaciones (tangencial y radial según el total, por parte del fuste) para el proceso de secado al aire libre.



Figura 11. Obtención de las probetas.

### **3.3.3. Acondicionamiento de las probetas de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana".**

Luego de obtener las probetas de corte paralelo a la médula, se colocaron éstas en un ambiente teniendo en cuenta una buena disposición entre probetas para obtener un adecuado y uniforme secado natural. Para ello se procedió con los siguientes pasos:

#### **a) Apilado**

Para realizar un correcto secado al natural fue indispensable realizar un buen apilado de la madera verde para permitir la circulación del aire y evitar defectos en la madera tales como: grietas, rajaduras, torceduras, entre otros, para ello se tuvo en cuenta:

- Colocar la madera sobre una base de pilones entre 40 a 45 cm del piso como mínimo, a fin de facilitar la circulación del aire y evitar el contacto directo con el suelo que permita la infestación de hongos e insectos.
- El apilado fue manual, que la altura no superó los 2 metros.
- Los caballetes empleados para la separación de la madera estuvieron secos, libre de hongos y deformaciones.
- Se utilizó madera más densa que la apilada y con alta durabilidad.

### **b) Apilado de las probetas según técnicas a trabajar**

Para evitar el sesgo, las posiciones de las probetas en cada método, de apilado triángulo o caballete para la prueba de secado natural, fueron colocadas de una forma completamente al azar. De esta manera se aseguró de no generar preferencia de algunas de las formas de apilado.



Figura 12. Apilado de las probetas según técnicas de trabajar.

### 3.3.4. Estudio de las propiedades físicas de la madera

Para determinar las propiedades físicas de la especie *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana" se empleó una estufa con temperaturas a  $103 \pm 105$  °C. Como referencia se utilizó la norma ASTM D2017-71 que establece:

- Las probetas de la madera utilizadas en los ensayos de laboratorio se obtuvieron de trozas de 1,30 metros de longitud y 40 cm a más de diámetro, provenientes de 5 árboles de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana" procedentes del BRUNAS.

- De cada árbol se sacaron un promedio de 3 trozas, principalmente una próxima a la base, otra del centro y finalmente de la parte más alta, teniendo cuidado en cada caso de escoger la mejor parte del tronco. De esta manera se obtuvieron tres grupos iguales en nivel base, medio y ápice como se muestra en la Figura 13.

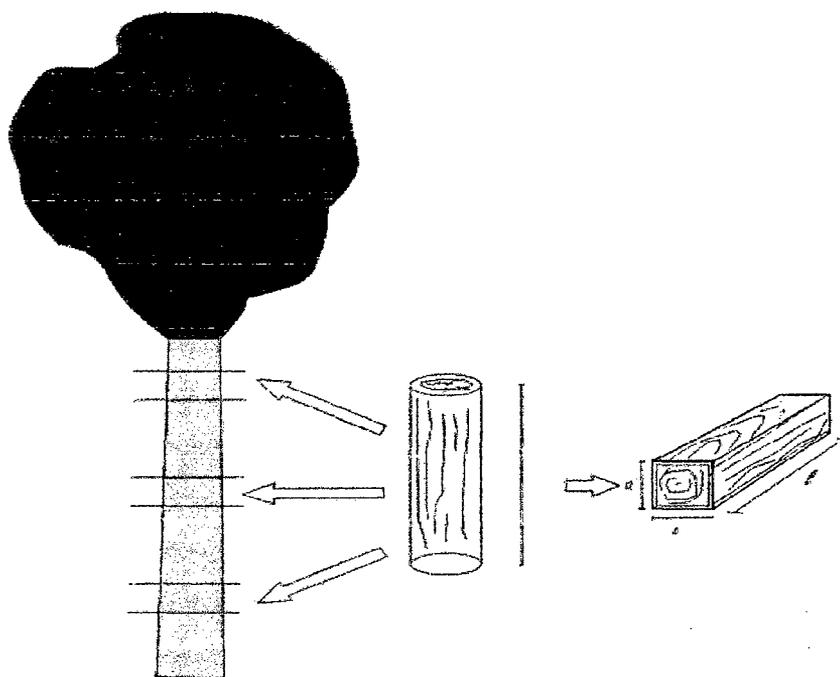


Figura 13. Metodología de obtención de las muestra de madera para la preparación de probetas.

Los ensayos se efectuaron de acuerdo a las especificaciones técnicas propuestas por ARÓSTEGUI (1975), quien propone las mismas dimensiones de las piezas para cada grupo, obteniendo muestras de 2,5 x 10 x 120 cm, convenientemente orientadas a los cortes radial y tangencial. En la Figura 13 se detalla cómo se obtuvieron las muestras para los grupos mencionados, se tuvo cuidado de que las trozas sean lo más uniforme para la obtención de las probetas y tablillas para ser probadas en el secado.

**a) Determinación del contenido de humedad**

Una vez que se obtuvieron las piezas se determinó el contenido de humedad, siguiendo la Norma técnica peruana (NTP) 251.010; para lo cual se realizaron pesadas de las probetas en peso húmedo (PH), en forma diaria hasta obtener un peso constante en el punto de humedad de equilibrio y luego se llevaron a estufa, donde se les aplicó un calentamiento gradual por día de, 40° C, 50° C, 60° C, 70° C, 80° C, 90° C y finalmente a 103° C, dejándolas a esta temperatura no menos de 20 horas. Seguidamente se retiraron las probetas de la estufa, dejándolas enfriar en un desecador por espacio de 10 minutos, posteriormente se registró el peso para el análisis de los resultados del peso seco al horno (Psh).

$$CH (\%) = \frac{Ph - Psh}{Psh} \times 100$$

Donde:

CH = Contenido de humedad (%).

PH = Peso húmedo de la muestra (g).

PSH = Peso seco al horno (g).

**b) Determinación del cambio dimensional de las muestras**

Para determinar la contracción o los cambios dimensionales en los cortes de las caras tangenciales (T) y las radiales (R) de las probetas de la madera se siguió la Norma técnica peruana (NTP) 251.012.

- Cálculo de la contracción tangencial total (CTt).

$$CTt = \frac{Dth - Dtsh}{Dtsh} \times 100$$

- Cálculo de la contracción radial total (CRt).

$$CRt = \frac{Drh - Drsh}{Drsh} \times 100$$

- Cálculo de la relación T/R

$$T/R = \frac{\text{Contracción tangencial}}{\text{Contracción radial}} \times 100$$

Donde:

Dth, Drh = Dimensión tan., rad. de la probeta húmeda.

Dtsh Drsh = Dimensión tang., rad. de la probeta seca al natural.

### c) Evaluación del secado

Después de tumbado los árboles y se pesaron en forma diaria los tablones y con los valores del peso seco de cada uno de éstos se determinó a contenido de humedad diario y se diseñó la curva de secado al natural hasta llegar a un peso constante con el ambiente.

### d) Evaluación de defectos y deformaciones

La evaluación de las clases de los defectos se realizó de acuerdo con la metodología de ARÓSTEGUI (1970), la cual se realizó por inspección

visual y con medición directa se evaluaron defectos de secado, básicamente grietas y rajaduras, y deformaciones: arqueadura, encorvadura, abarquillado y torcedura. Las clases consideradas fueron:

- Grupo A: Maderas que secan sin defectos ni deformaciones. Puede admitirse rajaduras y grietas en ambos extremos, siempre que no pasen el 1 % de la longitud de la pieza y en alabeos es leve.
- Grupo B: Maderas que secan con ligeros defectos y deformaciones. Puede admitirse rajaduras y grietas de hasta 5 % de la longitud total en ambos extremos y en alabeos moderado.
- Grupo C: Maderas que secan presentando deformaciones de 1-3 % en cualquiera de sus dimensiones y rajaduras y grietas hasta 10 % en cada uno de sus extremos y en alabeos de mala calidad.

### **3.3.5. Análisis Estadístico**

Para el análisis del comportamiento de la madera de *Jacaranda copaia* (Aubl) D Don. sobre las dos formas de secado al aire libre, se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con sub unidades de muestreo, para lo cual se le asignó 3 tratamientos y 5 bloques y 2 sub unidad de muestreo.

### Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} + \lambda_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Es el resultado que se obtendrá en la k-ésima sub unidad, correspondiente a la unidad experimental del j-ésimo árbol, a la cual se le asignó el i-ésimo nivel del fuste.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del fuste.

$\beta_j$  = Efecto del J-ésimo Árbol.

$\varepsilon_{ij}$  = Es el efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación, perteneciente al j-ésimo árbol, a la cual se le asignó el i-ésimo nivel del fuste.

$\lambda_{ijk}$  = Es el efecto aleatorio del error de muestreo obtenido en la k-ésima sub unidad, del j-ésimo árbol a la cual se le asignó el i-ésimo nivel del fuste.

Donde:

$i = 1, 2, 3$  Tratamientos.

$j = 1, 2, 3, 4, 5$ , Bloques o repeticiones.

$k = 2$  sub unidades.

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza (ANVA)

FV	GL	SC
Bloque	$B - 1(3)$	SC bloques
Tratamiento	$T - 1(2)$	SC tratamientos
Error experimental	$B * T(6)$	
Error	(24)	SC error
TOTAL	$TB - 1(35)$	SC total

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Secado al natural mediante apilado en triángulo y apilado con caballete.

La Figura 14 muestra la observación de los datos originales y la curva de secado que se forma para las técnicas de apilado respectivamente. Se aprecia que las curvas de secado para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" en la zona de Tingo María no difieren notablemente lo cual evidencia gráficamente el resultado hallado en el ANVA del Cuadro 4.

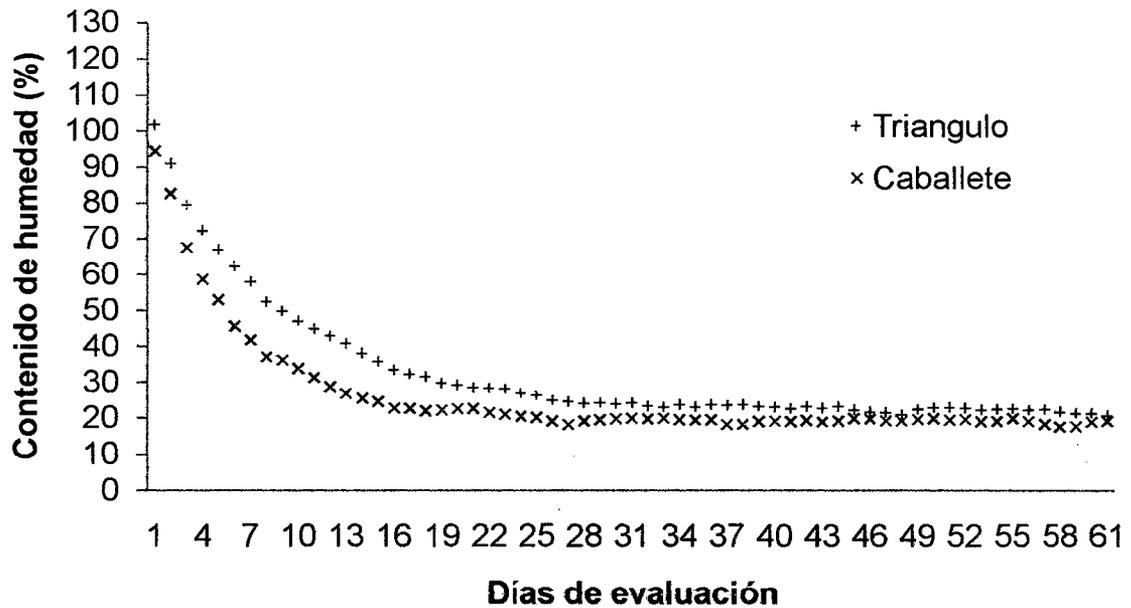


Figura 14. Observación de contenido de humedad por días de secado en técnicas de apilado con caballete y en triángulo.

En la Figura 15 se representa el ajuste de las curvas de secado natural en las técnicas probadas. Los resultados mostraron una mejor función de ajuste para el apilado en triángulo, que fue igual a  $y = 121,3x^{0,44}$  con  $R^2 = 0,960$  valor que expresa una muy buena bondad de ajuste de la función matemática para la pérdida de humedad teórico en dicha técnica.

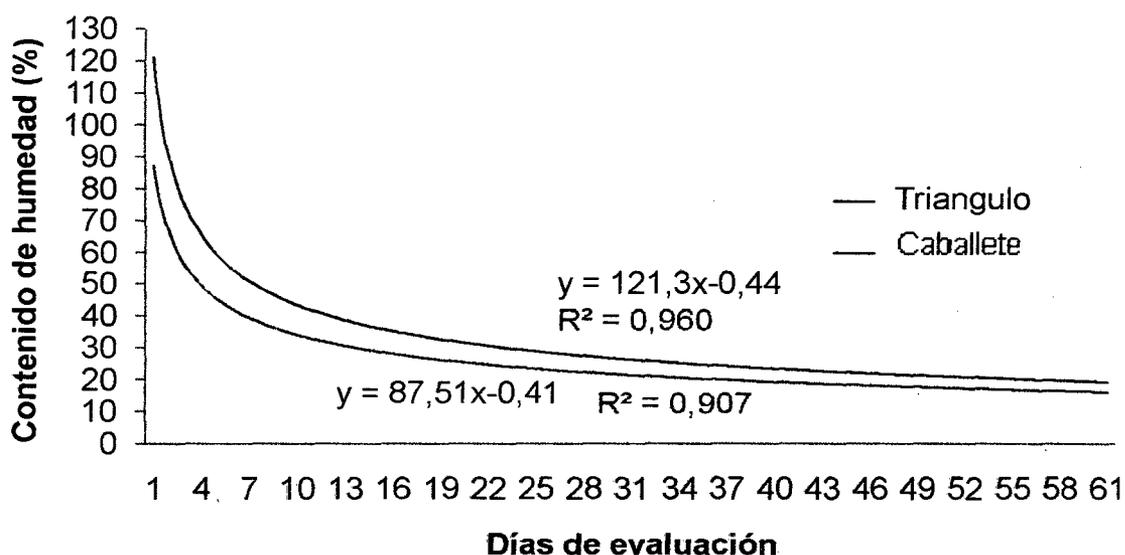


Figura 15. Curva de secado mediante regresión potencial para apilado en triángulo y con caballete.

El Cuadro 4 presenta el análisis de varianza (ANVA) de los resultados transformados al arco seno  $\sqrt{x}$  para la variable respuesta porcentaje de contenido de humedad (CH) el cual indica que no significancia estadística para los tipos de apilamiento para los días 10, 20, 30, 40, 50 y 60 de evaluación, lo que sugiere que no hubo diferencias notables en el tiempo de secado natural para las formas de apilado probadas en el estudio. Sin embargo cabe hacer notar que existe una leve superioridad en la rapidez de pérdida de

agua en el apilado en caballete, en el cual podemos notar menores promedios en el contenido de humedad para los días evaluados.

Cuadro 4. ANVA del CH (%) en apilado triangular y con caballete.

FV	g.l	Día 10	Día 20	Día 30	Día 40	Día 50	Día 60
Ttos.	1	77,31 NS	16,40 NS	8,59 NS	6,66 NS	6,5 NS	1,02 NS
E.E	3	22,5	13,07	15,38	13,9	6,16	6,57
Total	4						
CV (%)=		12,21	11,76	13,85	13,62	8,97	9,62

NS= No significativo

En el Cuadro 5. Se presenta la Prueba de Duncan para un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , de los promedios del contenido de humedad para las 6 evaluaciones realizadas. Los resultados de la prueba corroboran que efectivamente no existió significancia estadística para el contenido de humedad, es decir no hubo diferencias en el secado natural para las técnicas de apilado triangular y con caballete.

Cuadro 5. Prueba de Duncan para los promedios del CH (%) con  $\alpha = 0.05$ .

Tto.	Día 10	Día 20	Día 30	Día 40	Día 50	Día 60
Triángulo*	42,05 a	32,21 a	29,39 a	28,31 a	28,59 a	27,01 a
Caballete*	34,02 a	28,51 a	26,71 a	25,96 a	26,26 a	26,09 a

En cuanto a la superioridad en la pérdida del contenido de humedad en el apilado en caballete, se puede explicar porque el agua retenida por la madera es más acelerada, ocasionado por la gravedad como refiere ANANIAS (2002), Como se sabe en el apilado en caballete las tablas son colocadas de forma tal que la dirección de los vasos y poros (que contiene en mayor proporción el agua libre en la madera) queda casi verticalmente por lo

que existe mayor pérdida de humedad por los extremos de cada tabla. Cabe indicar que estas diferencias sólo son notables en la pérdida inicial del contenido de humedad, hasta el 30 % de CH aproximadamente (que en el trabajo se alcanzó a los 25 días de evaluación), nivel donde se pierde el agua libre en la madera que ocupa los lúmenes o espacios de las células, este comportamiento mencionado por INTA (2001), guarda relación con los resultados obtenidos. Asimismo, el contenido de humedad para el punto de saturación de las fibras se localizó a los 25 días de secado natural concordando con lo manifestado por RUEDA (2007), También los resultados hallados para las formas de apilado, respecto al tiempo de secado guardan relación con lo reportado por TROYA *et al.* (2000), para el secado natural de las maderas de *Triplaris cumingiana* y *Cordia alliodora* en los métodos de apilamiento en caballetes y cuadrados horizontales, no encontró diferencias significativas entre los métodos de apilamiento.

#### **4.2. Curva de secado en el corte tangencial y radial**

La Figura 16 muestra la observación de los datos originales y la curva de secado tanto para el corte radial y tangencial respectivamente observando que hay una gran diferencia al inicio del proceso del secado de estos cortes hasta el día 20 donde comienzan a tener más semejanza en la curvatura del secado de los dos cortes.

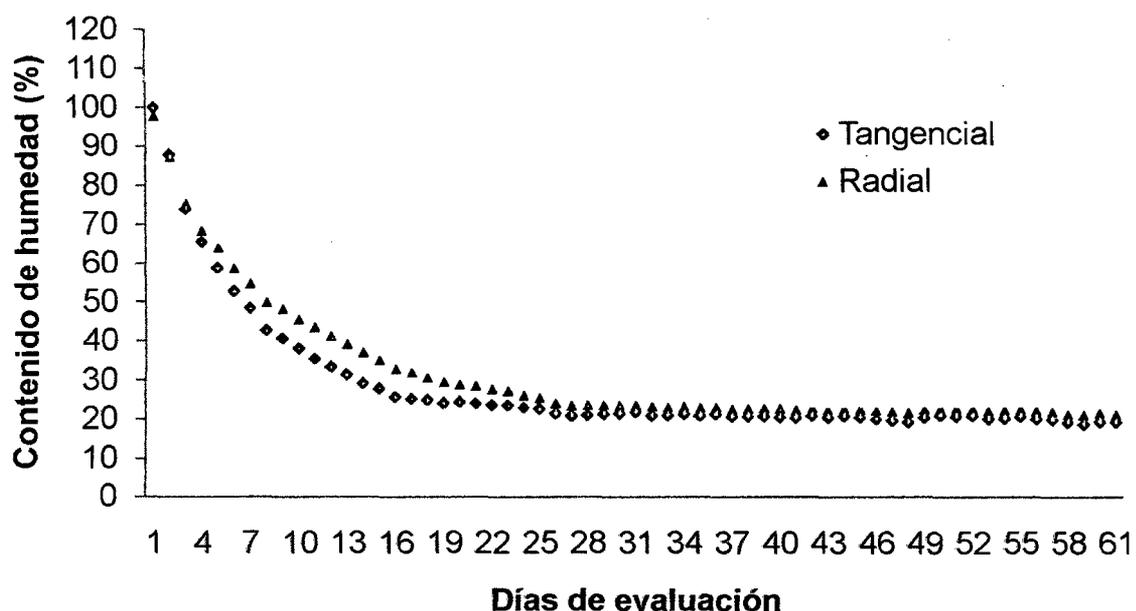


Figura 16. Datos experimentales de pérdida de CH en cortes tangencial y radial por días de evaluación para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana".

En la Figura 17 se puede observar las curvas de secado con respecto a los cortes tangencial y radial de la especie forestal *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana" en el corte radial podemos notar una pérdida de contenido de humedad (CH) en menor velocidad con respecto al corte tangencial. Esta ventaja es apreciable el día 20 de evaluación, haciéndose no significativo a partir del día 30 como ya se mencionó anteriormente. De acuerdo con este comportamiento de pérdida de humedad en los cortes y en el método de apilado queda claro que el punto de saturación de las fibras para la especie en estudio está entre el 30 % de contenido de humedad.

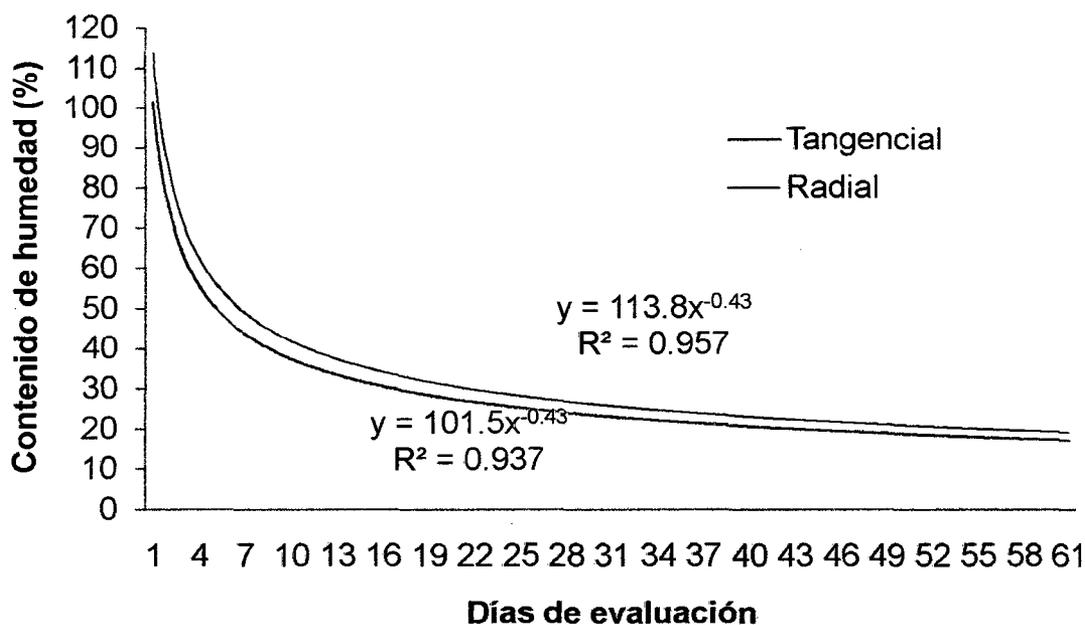


Figura 17. Curva de secado mediante regresión potencial para los cortes tangencial y radial para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana".

Como se conoce, en la mayoría de especies forestales existe mayor predisposición a perder humedad en la dirección del corte tangencial. En ese sentido, en el trabajo realizado los datos obtenidos corroboran lo mencionado, ya que la velocidad de pérdida del contenido de humedad, en relación a los cortes tangencial y radial, conforme a los resultados del análisis de varianza (ANVA) de los datos transformados al arco seno  $\sqrt{x}$  muestra según el Cuadro 6 que existe alta significancia estadística para el día 10 de evaluación, esto quiere decir que hubo alta diferencia en la pérdida de humedad en los tipos de corte en los primeros días de evaluación. De otro lado los resultados muestran solamente significancia estadística para el día 20 de

evaluación, lo que se puede interpretar como menor diferencia en la pérdida de humedad respecto a los cortes. Así mismo los días 30, 40, 50 y 60 de evaluación no presentan significancia estadística, lo que sugiere que no existe diferencias en la pérdida de la humedad posteriores a los 20 días de secado natural en los cortes tangencial y radial probadas en el estudio.

Cuadro 6. ANVA del CH (%) en tipos de cortes radial y tangencial.

FV	g.l	Día 10	Día 20	Día 30	Día 40	Día 50	Día 60
BQ_Árboles	4	73,209 **	28,034 **	27,573 **	24,503 **	7,837 *	9,088 *
Tto_Cortes	1	57,927 **	21,08 *	3,188 NS	2,326 NS	4,42 NS	3,317 NS
E.E	4	1,623	1,593	1,109	1,998	1,61	1,157
Totales	9						
CV (%) =		3,28	4,11	3,72	5,17	4,59	4,04

\* = Muy Significativo

\*\* = Significativo

Según la prueba de Duncan mostrado en el Cuadro 7 existen diferencias estadísticas en los promedios del contenido de humedad en los cortes tangencial y radial para los días 10 y 20 de evaluación. Obteniéndose mayor pérdida de humedad en el corte tangencial. Por lo tanto se puede establecer que existe mayor velocidad inicial de pérdida de humedad en el corte tangencial. Este comportamiento se explica por la estructura anatómica que se presenta en los cortes tangencial y radial, en el primero las orientaciones de las células de los radios y vasos quedan más expuestas por lo que se acelera la evaporación de la humedad dentro de las estructuras anatómicas, en el segundo caso, la menor velocidad de pérdida de humedad se puede deber a que en el corte radial las células de los vasos y de radios quedan menos expuestas y además en el corte radial las tablillas que se

obtienen generalmente provienen de partes centrales del fuste por la naturaleza del corte, donde la densidad de la madera es ligeramente mayor. Pero por otro lado parece paradójico, pues de acuerdo a INTA (2001), el contenido de humedad es menor en las partes centrales del fuste que corresponde al duramen propiamente dicho. De otro lado, se conoce que existe mayor contracción de la madera en el corte tangencial (la contracción tangencial generalmente es 1,5 – 3,5 veces la contracción radial), por lo tanto se puede relacionar una mayor velocidad de pérdida del contenido de humedad con una contracción superior en el corte tangencial, los resultados hallados en el trabajo realizado así lo demuestran para la especie estudiada.

Cuadro 7. Prueba de Duncan para los promedios del CH (%) con  $\alpha = 0.05$ .

FV	Día 10	Día 20	Día 30	Día 40	Día 50	Día 60
Corte Tag.*	36,39 a	29,25 a	27,74 a	26,67 a	26,98 a	26,01 a
Corte Rad.*	41,21 b	32,15 b	28,87 a	28,03 a	28,31 a	27,25 a

#### 4.3. Secado para tres niveles de fuste

En la figura 18 se observa las evaluaciones del contenido de humedad por nivel de fuste, para los días evaluados. En nivel base y medio apreciamos que el contenido de humedad inicial fue 107,56 % y 102,22 % respectivamente, siendo sólo 88,75 % para el ápice del fuste. Se nota también que después del día 30 de evaluación la velocidad de pérdida de humedad decrece, pero no llegan a ser iguales. Lo anterior demuestra las diferencias de proceso de secado natural en los niveles de fuste en un árbol, contrastándose claramente en la Figura 19.

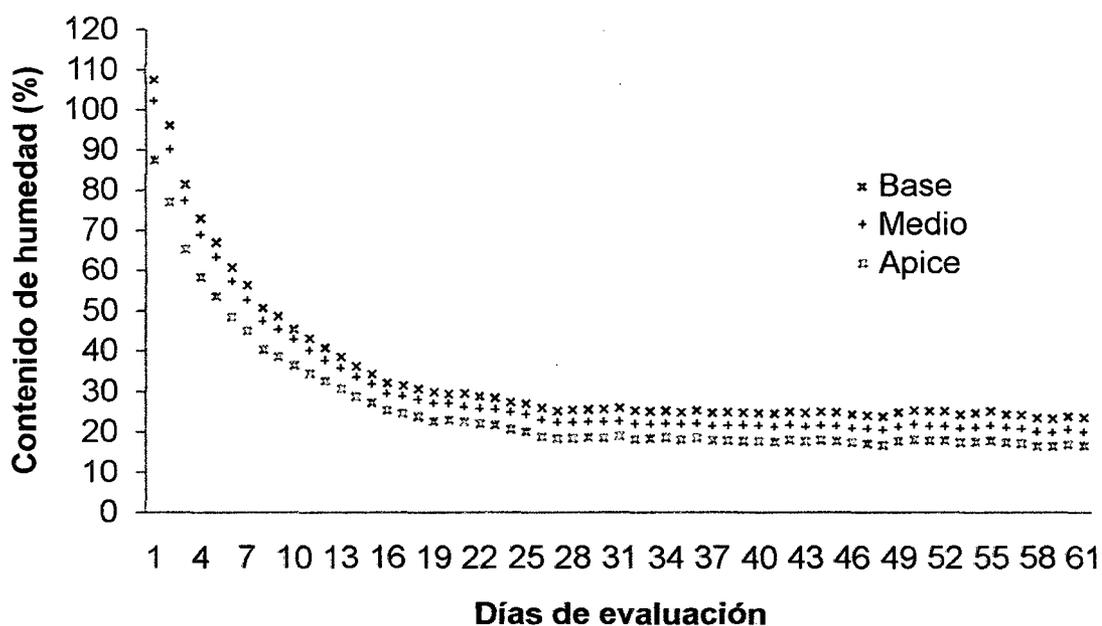


Figura 18. Observaciones de los datos originales del secado por niveles base, medio y ápice.

En la Figura 19 se muestra el ajuste a la curva de secado para los tres niveles estudiados. Los resultados encontrados en el trabajo concuerdan con lo señalado por GRIGORIEV (1985), que afirma que la humedad en el tronco del árbol varía según la altura; donde en las latifoliadas la humedad del duramen disminuye hacia arriba. Esta característica parece explicarse en función a los mecanismos fisiológicos con que el agua es transportada a través de fuste de un árbol, donde se espera mayor concentración de la humedad en la parte basal debido al mayor potencial hídrico en la zona (por ser el suelo fuente de la absorción del agua). A todo ello, puede influir también el tamaño de los poros (visibles de 1 a 5) y vasos de diámetro tangencial grande que facilitarían con mayor velocidad la pérdida de agua en los niveles superiores del

fuste resolviéndose esto en un menor contenido de humedad para el nivel apical.

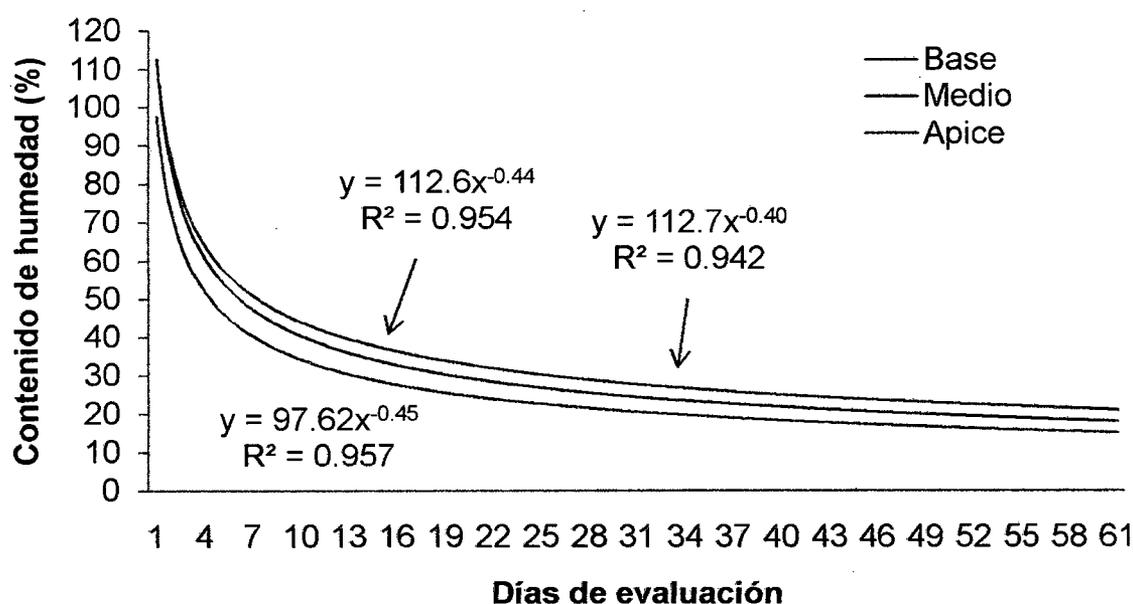


Figura 19. Ajuste de los datos a curva de secado mediante regresión potencial para los niveles base, medio y ápice.

Como se conoce la madera es un material muy complejo, y el proceso de secado es diferente en las partes de un árbol. Los resultados del trabajo mostrados en el Cuadro 8 demuestran este comportamiento para los niveles del fuste de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana" Según el análisis de varianza (ANVA) de los datos transformados al arco seno  $\sqrt{x}$  para el contenido de humedad (CH), existió alta significancia estadística para los niveles de fuste en relación a la pérdida de humedad para los 10, 20, 30, 40 y 50 de evaluación y sólo significancia estadística para el día 60 de evaluación.

Por lo que se puede afirmar que hay diferencias en el secado natural de tablas provenientes de diferentes niveles de fuste.

Cuadro 8. ANVA para pérdida del contenido de humedad en 3 niveles de fuste estudiados para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana".

FV	gl	Día 10	Día 20	Día 30	Día 40	Día 50	Día 60
BQ_Árboles	4	135,26 **	54,60 **	54,10 **	48,87 *	27,14 *	34,30 NS
Tto_Niveles	2	66,43 **	86,79 **	60,26 **	60,59 **	53,53 **	54,77 *
E.E	8	3,29	5,7	6,21	7,02	6,42	7,19
Totales	14						
CV (%)=		4,99	8,09	9,04	10	9,45	10,37

\* = Muy Significativo

\*\* = Significativo

La prueba de Duncan mostrado en el Cuadro 9 indica que existe menor contenido de humedad para el nivel superior del fuste (ápice) en todas las evaluaciones realizadas. De otro lado, el contenido de humedad para el nivel medio y base del fuste no difieren estadísticamente para el mismo periodo de evaluación.

Cuadro 9. Prueba de Duncan para el contenido de humedad en los 3 niveles de fuste estudiados para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" ( $\alpha = 0,05$ ).

Ttos.	Día 10	Día 20	Día 30	Día 40	Día 50	Día 60
Ápice	32,18 a	25,04 a	23,66 a	22,57 a	23,21 a	22,14 a
Medio	37,73 b	30,20 b	28,70 b	27,68 b	27,7 b	26,88 b
Base	39,05 b	33,29 b	30,31 b	29,22 b	29,6 b	28,51 b

#### 4.4. Contenido de humedad en los niveles base, medio y ápice del fuste

El contenido de humedad en los niveles de fuste, según el análisis de varianza mostrado en el Cuadro 10 muestra que no existe significancia estadística para el contenido de humedad en los niveles de fuste.

Cuadro 10. ANVA para CH (%) para niveles Ápice, Base y Medio.

FV	GL	SC	CM	F	Sig.
BQ_Árboles	4	454,94	113,73	4,39	*
Tto_Niveles	2	41,91	20,61	0,8	NS
E.E	8	207,19	25,9		
Totales	14				
CV (%)=	5,4				

\* = Muy Significativo

NS = No Significativo

Es importante señalar que de acuerdo a la prueba de Duncan (Cuadro 11) existió un mayor contenido de humedad para el nivel medio con 96,97 %, 94,26 % para el nivel de la base y sólo 92,21 % para el ápice. Naturalmente se podría esperar un contenido mayor en la base del fuste de acuerdo con lo mencionado por ARÓSTEGUI (1975), tal resultado no fue hallado en el trabajo, ya que se encontró mayor contenido de humedad en el nivel medio. La explicación estaría sujeta a las características anatómicas y fisiológicas particulares de la especie, pudiendo ésta depositar agua en el nivel medio del fuste en mayor proporción.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para el contenido de humedad por niveles del fuste evaluados para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana".

Ttos.	Promedio	Sig.
Ápice	92,21	a
Base	94,26	a
Medio	96,97	a

El contenido de humedad hallado en promedio, se encuentra dentro del rango mencionado por SANDOVAL (2004), quien manifiesta que en especies de baja densidad la humedad inicial de la madera verde varía entre 85 % y 135 %. Los resultados también concuerdan con lo reportado por KOLLMANN (1970), quien menciona que contenido de agua en el árbol varía según la altura como se muestra en la Figura 20.

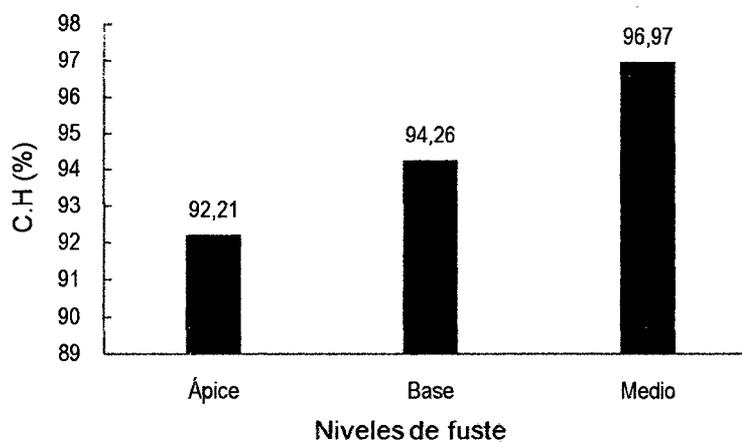


Figura 20. Contenido de humedad (CH) por nivel de fuste.

#### 4.5. Contracción radial y tangencial de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. “Huamanzamana” en el proceso de secado al natural

En cuanto a los cambios dimensionales, de acuerdo al análisis de varianza presentado en el Cuadro 12 no se encontró significancia estadística para la contracción en los diferentes niveles del fuste en el corte radial. Los resultados guardan relación con lo mencionado por BOYD (1974), quien afirma que una de las razones de este comportamiento es el efecto restrictivo de las células horizontales de los rayos medulares. Por lo tanto de acuerdo a los resultados se puede afirmar que no habrá diferencias significativas en la contracción radial para diferentes niveles de fuste en relación al corte radial.

Cuadro 12. ANVA para contracción radial en niveles ápice, base y medio para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. “Huamanzamana”.

FV	GL	SC	CM	F	Sig.
BQ_Arboles	3	0,95	0,32	1,76	NS
Tto_Niveles	2	0,1	0,05	0,27	NS
E.E	6	1,08	0,18		
Totales	11				
CV (%)=		10,98			

Sin embargo, aunque estadísticamente no existen diferencias entre promedios de contracción radial en niveles estudiados, cabe señalar de acuerdo al Cuadro 13 el nivel base presentó mayor contracción con 3,99 % mientras que los niveles medio y ápice presentan promedios casi similares. Este comportamiento de la contracción parece demostrar que las paredes

celulares que conforman la madera en el nivel basal del fuste se contraen más que las de niveles superiores.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para la contracción radial en los niveles base, medio y ápice de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana".

Tto.	Promedio	Sig
Medio	3,79	a
Ápice	3,81	a
Base	3,99	a

En la figura 21 podemos observar que la contracción radial es más representativo en el nivel basal, alcanzando una superioridad de 3,99 % con respecto a la parte apical y media que no existe mucha diferencia entre los dos con 3,79 % y 3,81 % respectivamente.

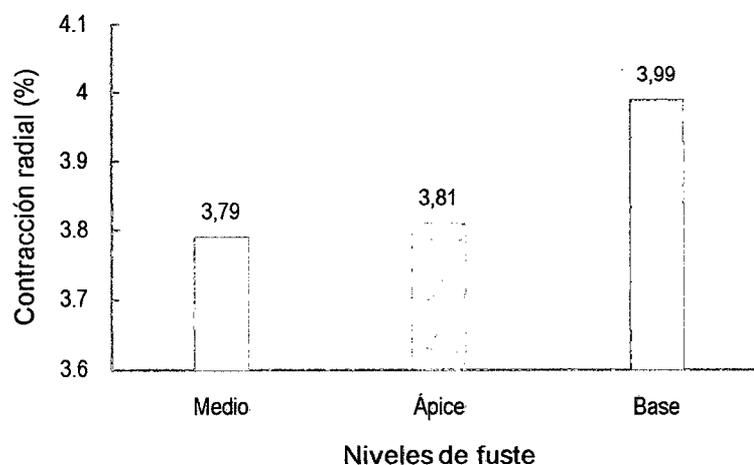


Figura 21. Contracción radial por nivel de fuste para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana".

De igual manera los cambios dimensionales en el corte tangencial, de acuerdo al análisis de varianza presentado en el Cuadro 14, no presentan significancia estadística para la contracción en los diferentes niveles del fuste en el mencionado corte.

Cuadro 14. ANVA para contracción tangencial en niveles ápice, base y medio para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana".

FV	GL	SC	CM	F	SIG
BQ_Arboles	3	7,41	2,47	2,32	NS
Tto_Niveles	2	0,48	0,24	0,23	NS
E.E	6	6,38	1,06		
Totales	11				
CV (%)=		19,94			

Similares resultados se observan en el Cuadro 15 para la prueba de Duncan donde no se halló significancia estadística entre los promedios evaluados.

Cuadro 15. Prueba de Duncan para la contracción tangencial en los niveles base, medio y ápice de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana".

Ttos.	Promedio	Sig.
Base	5,00	a
Ápice	5,06	a
Medio	5,45	a

En cuanto a la magnitud de la relación de la contracción tangencial con la radial resulto 1,31 ligeramente menor que los rangos reportados por MADERAS DEL PERU (2000), quien refiere que la contracción tangencial es 1,5 a la contracción radial para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana" Las diferencias entre contracción tangencial y radial son debidas por una parte al potencial a favor de la contracción en el sentido tangencial que hacen las bandas de madera de verano, particularmente en coníferas, y por otra a la restricción a los cambios dimensionales que ejercen los radios leñosos en la dirección radial de la madera. De otro lado BOSSHARD (1956); KATO y NAKATO (1968), mencionan que las paredes radiales de las células de la madera presentan un contenido de lignina mayor que el contenido en las paredes tangenciales, lo que explica que los valores menores de contracción en la dirección radial, ya que la lignina al ser más rígida y menos higroscópica que las holocelulosas limita las contracciones. Finalmente se puede establecer que *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" presenta buenas condiciones de secado natural en cuanto que la relación T/R es cercano a la unidad KOLLMAN (1959).

En la Figura 22 se observa que la contracción tangencial es más representativa en el nivel medio, alcanzando una superioridad de 5,45 % con respecto a la parte apical y basal que no tiene mucha diferencia entre ellas con 5,06 % y 5,00 % respectivamente.

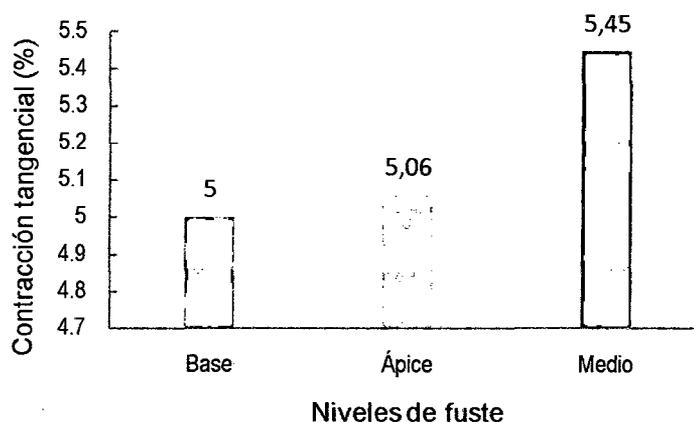


Figura 22. Contracción tangencial por niveles de fuste para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana".

#### 4.6. Presencia de defectos y deformaciones en el secado de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana".

##### 4.6.1. Defectos y deformaciones corte tangencial y corte radial

En el Cuadro 16 se observa el número de tablas que presentaron defectos y deformaciones de secado; podemos observar en *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" un número no significativo de defectos y deformaciones, para los cortes que se trabajó para el secado. En el corte tangencial podemos apreciar que es donde se encuentra más concentrado los defectos y las deformaciones del total de 99 tablones evaluados en los diferentes criterios, arqueadura con calidad A se obtuvo 85 tablones, con calidad B obtuvo 14 tablones y con calidad C no se apreció ni un tipo de defecto o deformación. En el abarquillado con calidad A se obtuvo 95 tablones, con calidad B se obtuvo 3 tablones y con calidad C sólo un tablón de pobre calidad. En la encorvadura con calidad A 95 tablones, con calidad B 4 tablones

y con calidad C no se observó ni un sólo defecto o deformación. En torcedura en la calidad A 94 tablones, en calidad B 5 tablones y con calidad C no se observó nada de defectos y deformaciones. En grieta con calidad A 95 tablones, con calidad B 3 tablones y con calidad C un tablón de pobre calidad y por último rajadura con calidad A 92 tablones, con calidad B 7 tablones y con calidad C no se observó ni un solo defecto ni deformación. En el corte radial en sus 31 tablones que se estudio podemos observar que es la que mejor resultados se obtuvo ya que con la calidad A se tuvo el 100 % del resultados que tanto en la calidad B y C no tuvieron un solo tipo de defectos o deformaciones.

Cuadro 16. Defectos y deformaciones presentados en los cortes tangencial y radial durante el secado natural para la especie *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana".

Evaluación defectos y deformaciones de cortes					
		A	B	C	Total
Tangencial	Arqueadura	85	14	0	99
	Abarquillado	95	3	1	99
	Encorvadura	95	4	0	99
	Torcedura	94	5	0	99
	Grieta	95	3	1	99
	Rajadura	92	7	0	99
Radial	Arqueadura	31	0	0	31
	Abarquillado	31	0	0	31
	Encorvadura	31	0	0	31
	Torcedura	31	0	0	31
	Grieta	31	0	0	31
	Rajadura	31	0	0	31
Total		742	36	2	780

En la Figura 23 se presenta el histograma de los defectos y deformaciones para los tipos de corte tangencial y radial presentados en el Cuadro 16.

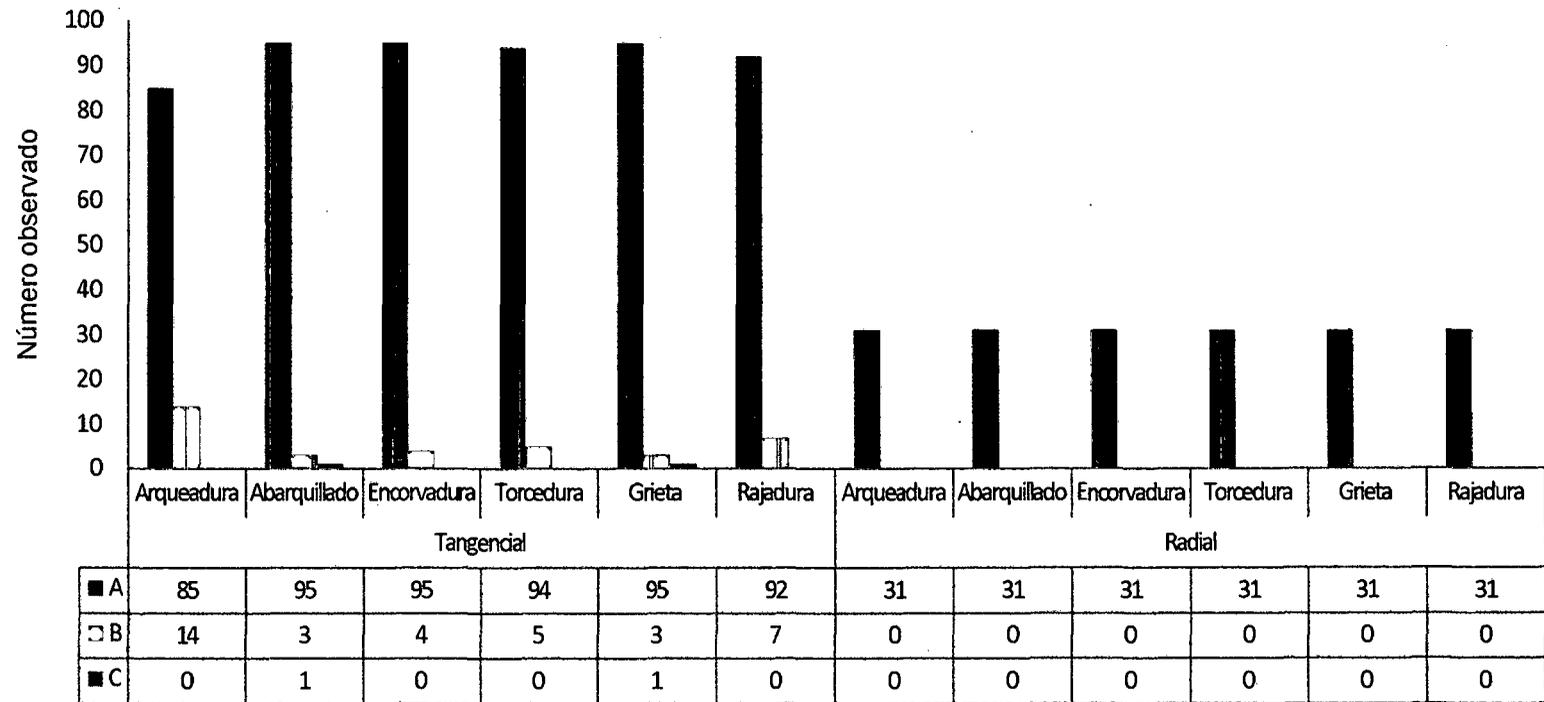


Figura 23. Defectos y deformaciones en el corte tangencial y corte radial.

Según BOYD (1974), indica que la madera de baja densidad presenta una fuerte evaporación superficial, generando altos gradientes de humedad, contracciones prematuras a nivel de superficie y tensiones de secado bajo el P.S.F, originando grietas superficiales e internas. Cuando el colapso es severo, debido a la baja resistencia mecánica de la pared celular de la madera, se generan grietas superficiales e internas en la madera.

Según BOSSHARD (1956), la presencia de grietas en especies de baja densidad, donde la madera tangencial presenta un mayor porcentaje de grietas respecto de la radial se debe a fuertes gradientes de humedad durante el secado, situación que produce un resecamiento superficial y una prematura contracción, con la consecuente generación de grietas superficiales debido a la débil resistencia de la pared celular, resultante de su facilidad para evaporar el agua desde la superficie. Las grietas internas en tanto, se generan por acción de dos efectos durante el secado. El primero, por efecto del colapso, particularmente en el anillo de primavera, donde el esfuerzo producido supera la resistencia mecánica de ésta y se produce la fractura o grieta en dicha pared.

Este efecto es de mayor incidencia en la madera de corte tangencial en virtud a que la madera, por acción del colapso, debe moverse en el ancho de la pieza y su capacidad de fluencia es mínima. De la misma forma, en la madera de corte radial, la contracción de dos anillos consecutivos de primavera, debido al colapso, produce una tracción en el anillo de verano intermedio y grietas superficiales sobre éste.

#### **4.6.2. Defectos y deformaciones en técnicas en apilado en triángulo y apilado en caballete.**

En el Cuadro 17 podemos observar las técnicas de apilados tanto con caballete como apilado en triángulo para defectos y deformaciones. En el apilado en triángulo podemos notar más concentrado los defectos y las deformaciones del total de 79 tablones evaluados en los diferentes criterios la arqueadura con calidad A se obtuvo 66 tablones, con calidad B obtuvo 13 tablones y con calidad C no se apreció ni un tipo de defecto o deformación. En el abarquillado con calidad A se obtuvo 76 tablones, con calidad B se obtuvo 2 tablones y con calidad C sólo un tablón de pobre calidad. En la encorvadura con calidad A 77 tablones, con calidad B 2 tablones y con calidad C no se observó ni un solo defecto o deformación. En torcedura en la calidad A 77 tablones, en calidad B 2 tablones y con calidad C no se observó nada de defectos y deformaciones. En grieta con calidad A 76 tablones, con calidad B 2 tablones y con calidad C un tablón de pobre calidad y por último rajadura con calidad A 75 tablones, con calidad B 4 tablones y con calidad C no se observó ni un solo defecto ni deformación. En el apilado con caballete en sus 51 tablones que se estudió podemos observar que es la que mejor resultados se obtuvo, la arqueadura con calidad A se obtuvo 50 tablones, con calidad B obtuvo 1 tablón. En el abarquillado con calidad A se obtuvo 50 tablones, con calidad B se obtuvo 1 tablón. En la encorvadura con calidad A 49 tablones, con calidad B 2 tablones. En torcedura en la calidad A 48 tablones, en calidad B 3 tablones. En grieta con calidad A 50 tablones, con calidad B 1 tablón y por último rajadura con calidad A 48 tablones, con calidad B 3 tablones y con

calidad C no se observó ni un defecto o deformación en la técnica de apilado en caballete.

Cuadro 17. Defectos y deformaciones presentados en los métodos de apilado triangular y con caballete durante el secado natural para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana".

Evaluación defectos y deformaciones en modelos					
		A	B	C	Total
Triángulo	Arqueadura	66	13	0	79
	Abarquillado	76	2	1	79
	Encorvadura	77	2	0	79
	Torcedura	77	2	0	79
	Grieta	76	2	1	79
	Rajadura	75	4	0	79
Caballete	Arqueadura	50	1	0	51
	Abarquillado	50	1	0	51
	Encorvadura	49	2	0	51
	Torcedura	48	3	0	51
	Grieta	50	1	0	51
	Rajadura	48	3	0	51
Total		742	36	2	780

En la Figura 24 se presenta el histograma de los defectos y deformaciones para las técnicas de apilado triángulo y apilado en caballete presentados en el Cuadro 17.

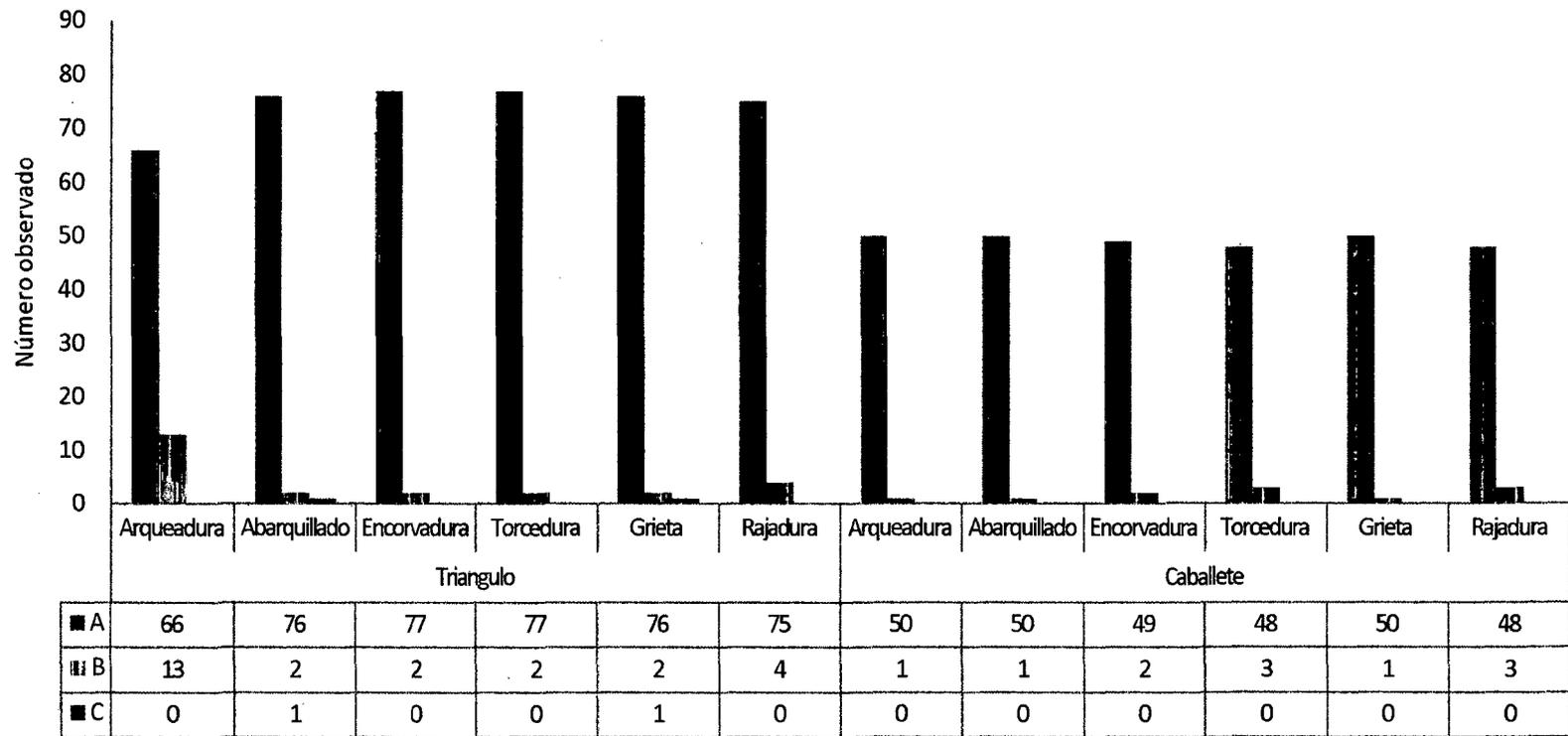


Figura 24. Defectos y deformaciones en técnicas de apilado triángulo y apilado en caballete.

El elevado porcentaje de rajaduras se puede atribuir a muchos factores, entre las más importante se menciona: rajaduras antes de instalar las pilas de secado, a raíz de las tensiones internas existentes en la madera, calidad de corte de la sierra, manipuleo de las tablas durante el transporte, entre otros; posteriormente por efecto del secado, éstas rajaduras fueron incrementándose a raíz de los cambios bruscos de los factores climatológicos, propiciando la migración acelerada de la humedad en la madera y a los diferentes parámetros que intervinieron directamente para el armado de las pilas en cada método. Se logrará reducir estos defectos controlando mejor todos estos factores que intervinieron durante el secado. Así mismo, es de notar que estos defectos son influenciados por la estructura celular de la madera, por ejemplo los alabeos, además de estar ligados con los factores antes mencionados, tiene mucha relación con la dirección del grano de la madera. Si bien es cierto que estos defectos afectan en mayor o menor grado la calidad de la madera y dado a los rangos de clasificación estipulados durante la evaluación, es necesario que antes de su utilización y comercialización se efectúe una clasificación final de la madera secada a fin de propiciar su mejor uso (SCHREWE, 1983).

## V. CONCLUSIONES

1. Que *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. "Huamanzamana" se pueden apilar indistintamente de forma triangular o con caballete por que la diferencia en la pérdida de humedad no presenta diferencias estadísticas.
2. Que *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" presenta mayor rapidez de secado natural en el corte tangencial en los primeros 20 días de evaluación alcanzando los 29,25 % de contenido de humedad en comparación al 32,15 % de contenido de humedad en el corte radial.
3. Que *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" presenta diferencias significativas respecto al secado en los diferentes niveles de fuste, y muestra mayor rapidez en el secado en el ápice del fuste alcanzado 23,33 % de contenido de humedad a los 30 días de evaluación.
4. Que el contenido de humedad es mayor en el nivel medio del fuste de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" llegando a los 96,97 % de contenido de humedad.
5. Que la especie estudiada presenta mayor contracción en el corte tangencial siendo la relación T/R igual a 1,33.
6. Que la especie estudiada presenta mayor proporción de defectos en el corte tangencial (14,14 %) y en el apilado en triángulo (16,45 %).

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Realizar trabajos similares en secado natural en triángulo y con caballete para otras especies conocidas, para determinar su efectividad en la obtención de productos de buena calidad.
2. Comprobar con otras especies la mayor rapidez de pérdida en contenido de humedad en el corte tangencial.
3. Trabajar con otras especies para comprobar el mejor comportamiento del nivel ápice del fuste en el secado natural.
4. Realizar investigación a cerca de la influencia del contenido de humedad inicial en el proceso de secado natural de la madera.
5. Evaluar con trabajos similares la presencia de defectos y deformaciones en el secado natural bajo técnicas de apilado triangular y con caballete para otras especies de interés comercial.

## VII. ABSTRACT

The research work was conducted in the laboratory workshop for the use and forestry machinery of the faculty of Recursos Naturales Renovables of the Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), using wood from the forest species *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" Gift from the Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS). In addition to using three levels of cuts in the tree base, middle and apex, two types of cut, cut tangential and radial cut, the behavior was assessed two techniques for drying, stacked in a triangle and stand. The results showed that *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" can stack whatever form or triangular stands because the difference in moisture loss does not present statistical differences. On the other hand was faster drying natural cut tangentially in the first 20 days of evaluation reaching 29.25 % of moisture content in comparison to 32.15 % of moisture content in the radial cut. It also found significant differences in regard to drying at different levels of stem and shows more rapid drying in the tip of the shaft reached 23.33 % of moisture content to 30 days for evaluation.

Also the results showed that the moisture content is higher in the middle of the shaft of the *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" reaching

96.97 % of moisture content is lower at the apex and base of the shaft. It was also found for the species studied increased contraction in the tangential cutting the ratio T/R equal to 1.33. Finally with regard to the presence of defects and deformities was found that the species has increased proportion of defects in the tangential cutting and stacking in delta.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANANÍAS, R. 2005. Estudio de la cinética del secado convencional y bajo vacío del pino radiata. Maderas. Ciencia y Tecnología. Universidad del Bio – Bio. Concepcion, Chile. 21 p.
- ANANÍAS, R. 2002. Física de la madera. Departamento ingeniería en maderas. Universidad del Bio – Bio, Chile. 41 p.
- ANANÍAS, R. 1987. Water Diffusion in Wood. Actas VI reunión sobre investigación y desarrollo en productos forestales, universidad del Bio – Bio, Concepción 8 p.
- APNB. 1985. Anteproyecto de Norma Boliviana. Procedimientos para el secado natural de madera verde 25 p.
- ARÓSTEGUI, A. 1968. Penetración y retención de pentaclorofenol y boliden mediante tratamiento sin presión en maderas de Tingo María. En: Revista Forestal del Perú Vol 2(1): 23 – 24 p.
- ARÓSTEGUI, A. 1970. Estudio tecnológico de maderas del Perú. Vol II. Métodos y especificaciones para ensayos tecnológicos con maderas. Lima. UNAMINA. 104 p.
- ARÓSTEGUI, A. 1974. Estudios tecnológicos de maderas del Perú. Características y uso de las maderas de 145 especies del país. Documento de trabajo. Lima, Perú. 57p.
- ARÓSTEGUI, V. A. et al. 1975. Estudio tecnológico de las maderas del Perú. Tomo II. Ensayos tecnológicos. Métodos y procedimientos. UNAMA. Lima. 152 p.
- BOSSHARD, H. H. 1956. Über die anisotropie der holzschwindung. Holz – als – Roh und werkstoff 14:285-295.
- BOYD, J.D. 1974. Anisotropic shrinkage of wood: Identification of the dominant determinants. Mokuzai Gakkaishi 20:473 – 482.
- CIURLO, F. 2004. conceptos básicos del secado de la madera. Ekamant Colombia E.U. [en línea]: ([www.revista-MM.com](http://www.revista-MM.com), 23 de mayo 2009).

CONFERENCIA NACIONAL DE LA MADERA 1994. Compendio de información técnica de 32 especies forestales. 137-139 p.

FAO-PAFBOL Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia.: [en línea]: ([http://www2.fpl.fs.fed.us/publications/Bolivia\\_134\\_species.pdf](http://www2.fpl.fs.fed.us/publications/Bolivia_134_species.pdf), PROYECTO FAO-GCP/BOL/028/NET, 15 Mar. 2007).

GERALD, Jr. 1996. Comportamiento al secado natural de cuatro especies maderables de bosques secundarios [en línea]: ([www.google.com/search:folia8-nº 1](http://www.google.com/search:folia8-nº1). PDF, 18 de enero).

GONZALES, R. 1970. Durabilidad natural de 53 especies forestales de Yurimaguas. Revista Forestal del Perú Vol IV. Nº 1-2. 74p.

GONZALES, F.R. 1996. Secado de la madera, documento de trabajo Nº 2. Lima, Perú 164 p.

GRIGORIEV, M. 1985. Estudio de materiales para ebanistas y carpinteros. Editorial MIR MOSCU – URSS. Rusia 240p.

INTA, 2001. Contenido adecuado de humedad para de madera. Estación experimental Balcarce EE INTA Balcarce. Buenos Aires, Argentina. 16 p

IRAM9544. 1985. Método para la determinación de la densidad aparente. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales: 10p.

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (JUNAC). 1984. Manual de secado de las maderas del grupo andino. Lima. 549 p.

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (JUNAC). 1988. Secado y preservado de la madera, documento técnico, Lima, Perú 105 p.

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (JUNAC). 1989. Utilización de la madera del eucalipto, documento técnico, Lima, Perú 114 p.

KATO, H. y NAKATO, K. 1968. The transverse anisotropic shrinkage of Wood and its relation to cell wall structure I. the lignin distribution in the radial and tangential walls of coniferous wood tracheids. University forestry bulletin. Kyoto. 284 – 292 p.

- KOLLMANN, F. 1959. Tecnología de la Madera y sus aplicaciones. Traducido por instituto forestal de investigación y experiencias y el servicio de la madera. Tomo I, 2da. Edición. Madrid, España.
- KOLLMANN, F. 1970. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Madrid, España. 6 – 18p.
- LEVANO, C. J. 1989. Clasificación de tierras por capacidad de uso mayor del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María.
- MORALES, E. 2004 Humedad de equilibrio higroscópico y sus valores característicos: [En línea]: ([http://www.google.com/search/Humedad de equilibrio higroscópico y sus valores característicos.com](http://www.google.com/search/Humedad+de+equilibrio+higroscópico+y+sus+valores+característicos.com), 12 Ene. 2009)
- POMACHAGUA, J. 1993. Industria de la madera. 1ra. Ed. Huancayo, Perú. 42 p.
- SALAS, M. 2005. Tecnología de la madera, documento técnico N° 1, Talca, Chile 51 p.
- RUEDA, R. 2007. NORMA TECNICA NTC COLOMBIANA 947-1: [En línea]: (<http://www.footword.edu.co/mpp/html>, documento, 15 Dic. 2008).
- SCHREWE, H. 1983. Manual de secado de la madera. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002. Lima, Perú 84 p.
- TROYA, F. SAUTUNCE, J. BLANCO, G. 2000. Secado a la intemperie mediante apilado en caballetes y cuadrados horizontales de *Triplaris cumingiana* Fish. Mey. (fernansánchez ) y *Cordia alliodora* Ruiz & Pav. (laurel) Ecuador. [En línea]: (<http://www.uteq.edu.ec/facultades/ambientales/pdf.doc>, 12 Ene. 2009)
- UNIVERSIDAD DEL TOLIMA 2003. Programas y secado de la madera: [En línea]: (<http://www.ut.edu.co/fif/0941/mpp/mpp1.html>, documento, 20 Mar. 2007).
- ZAVALA, D. 2000. Secado de maderas tropicales en estufas convencionales. Maderas y bosques. Instituto de nacional de investigaciones forestales y agropecuarias. SAGAR. México. 6(1): 41 – 54 p.

## **ANEXOS**

## CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud del señor ALVAREZ ESPINOZA, Hans Alberto. Se proporciona la identidad de los especímenes indicados.

ZONA DE COLECCIÓN : Bosque Reservado de la Universidad Agraria  
de la Selva.  
Tingo María 660 m.s.n.m.

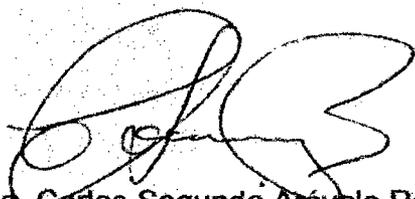
Nombre común : "Huamanzamana"

El Nombre Científico de las 5 muestras botánicas recibidas:

*Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.

FAMILIA : Bignoniaceae

Determinador :

  
Ing. Carlos Segundo Arévalo Ramírez

DNI: 22960631

Tingo María, 20 de Agosto Del 2009.

- ROGAMOS AL USUARIO TENER ESPECIAL CUIDADO EN TRANSCRIBIR CORRECTAMENTE LOS NOMBRES PROPORCIONADO.

**Cuadro1.** Datos de los contenidos de humedad para los apilado en triangulo y caballete en los días de evaluación.

Días	Promedio Árbol 1	Promedio Árbol 2	Promedio Árbol 3	Promedio Árbol 4	Promedio Árbol 5	Triangulo	Caballete
0	90,04	86,86	114,09	102,29	100,88	101,67	94,57
1	85,25	77,11	99,20	88,47	88,42	90,96	82,79
2	73,19	62,19	89,13	73,11	75,85	79,39	67,65
3	67,40	53,53	80,44	64,30	68,88	72,24	58,91
4	64,68	46,54	72,21	59,83	64,08	66,99	53,18
5	61,42	41,27	67,57	50,42	58,04	62,34	45,84
6	55,54	35,59	63,77	48,33	54,68	57,99	41,96
7	48,76	30,11	57,26	44,43	51,31	52,44	37,27
8	43,45	29,57	55,65	43,21	50,46	49,85	36,39
9	39,87	26,37	52,11	41,61	49,30	47,09	33,99
10	36,58	25,14	50,65	37,81	47,47	44,90	31,48
11	34,20	23,70	49,28	34,18	45,40	42,96	28,94
12	32,32	21,56	47,33	32,52	42,85	40,83	27,04
13	30,16	21,15	42,93	30,26	41,24	38,11	25,71
14	28,40	20,96	41,59	28,64	37,54	35,84	24,80
15	27,11	18,40	38,55	27,55	34,73	33,46	22,98
16	26,08	20,21	36,98	25,63	33,95	32,34	22,92
17	25,07	18,83	36,02	25,59	33,49	31,53	22,21
18	24,26	19,43	33,51	25,42	31,50	29,76	22,43
19	23,34	19,35	33,45	26,29	30,91	29,23	22,82
20	22,48	18,93	32,97	26,88	30,10	28,52	22,91
21	21,78	17,17	33,33	26,11	30,11	28,41	21,64
22	21,01	17,01	33,65	25,52	30,02	28,23	21,26
23	19,57	16,80	32,32	24,63	29,11	27,00	20,71
24	17,91	16,91	31,76	23,96	29,69	26,45	20,44
25	16,97	17,02	30,56	21,72	27,68	25,07	19,37
26	16,37	15,80	30,38	20,90	27,25	24,67	18,35
27	16,37	16,85	28,27	21,94	28,13	24,26	19,39
28	17,25	16,97	27,54	22,45	28,26	24,35	19,71
29	16,04	18,49	28,52	21,41	27,66	24,07	19,95
30	16,46	18,99	28,08	21,45	28,44	24,33	20,22
31	16,73	18,77	26,58	21,23	26,89	23,40	20,00
32	16,14	18,52	26,72	21,83	26,57	23,14	20,18
33	17,14	17,50	26,45	21,95	27,79	23,80	19,72
34	15,40	17,89	26,94	21,44	27,15	23,16	19,66
35	16,39	16,65	27,29	22,84	27,56	23,75	19,74
36	16,60	15,85	26,75	20,99	27,43	23,59	18,42
37	16,82	16,20	27,17	20,62	27,27	23,75	18,41
38	16,85	16,70	25,98	21,81	27,16	23,33	19,26
39	17,33	15,67	25,42	22,79	26,38	23,04	19,23
40	16,27	16,05	26,12	22,47	25,63	22,68	19,26
41	16,75	16,03	26,83	23,08	26,10	23,23	19,55
42	16,50	16,61	26,11	21,66	25,99	22,87	19,14
43	16,33	17,06	26,78	21,64	26,59	23,23	19,35
44	16,53	17,34	25,26	22,95	25,22	22,34	20,15
45	16,19	18,25	25,35	21,75	23,87	21,80	20,00
46	16,77	16,64	26,77	22,29	21,34	21,63	19,46
47	16,53	16,02	25,90	22,99	20,54	20,99	19,51
48	17,38	17,05	25,69	22,59	24,24	22,44	19,82
49	18,17	18,01	26,14	22,16	24,53	22,95	20,08

50	18,36	18,05	26,04	21,14	24,55	22,99	19,60
51	18,08	18,73	25,73	20,91	24,63	22,81	19,82
52	16,78	17,08	24,99	21,35	25,08	22,28	19,21
53	17,53	17,07	24,57	21,52	25,43	22,51	19,30
54	16,66	18,15	25,33	22,17	25,80	22,59	20,16
55	16,19	17,35	25,20	21,27	25,36	22,25	19,31
56	16,71	17,50	25,51	19,59	25,10	22,44	18,55
57	16,87	17,97	24,54	17,61	23,90	21,77	17,79
58	15,70	17,96	23,30	17,74	25,08	21,36	17,85
59	16,35	17,66	23,44	20,59	24,28	21,36	19,13
60	16,27	17,78	21,68	20,94	24,23	20,73	19,36

Cuadro 2. Datos del contenido de humedad para los cortes tangencial y radial por día de evaluación.

Días	Árbol 1	Árbol 2	Árbol 3	Árbol 4	Árbol 5	Árbol 1	Árbol 2	Árbol 3	Árbol 4	Árbol 5	Tg	Rd
0	85,44	88,69	114,77	106,24	104,52	94,65	85,03	113,40	98,34	97,25	99,93	97,74
1	80,39	77,35	99,28	92,12	90,73	90,12	76,87	99,13	84,83	86,11	87,97	87,41
2	67,85	62,38	88,44	74,26	76,75	78,53	61,99	89,83	71,95	74,95	73,94	75,45
3	62,57	51,97	79,96	64,21	68,86	72,22	55,08	80,91	64,38	68,90	65,52	68,30
4	59,73	43,27	70,08	58,77	62,73	69,63	49,81	74,35	60,88	65,43	58,92	64,02
5	56,39	37,81	64,92	48,34	56,41	66,45	44,73	70,22	52,50	59,68	52,77	58,71
6	50,81	31,82	61,91	45,56	52,55	60,27	39,37	65,63	51,09	56,80	48,53	54,63
7	43,45	25,89	54,83	41,16	49,15	54,07	34,32	59,68	47,70	53,47	42,89	49,85
8	37,50	25,55	52,60	39,77	48,36	49,40	33,59	58,70	46,65	52,55	40,76	48,18
9	34,38	22,64	48,97	37,87	46,86	45,35	30,10	55,24	45,36	51,75	38,14	45,56
10	30,32	20,98	47,40	33,92	45,07	42,83	29,30	53,90	41,71	49,87	35,54	43,52
11	28,26	20,01	45,74	30,03	43,06	40,13	27,39	52,81	38,33	47,73	33,42	41,28
12	26,41	18,48	43,64	28,74	40,43	38,23	24,64	51,01	36,30	45,27	31,54	39,09
13	24,40	18,21	39,62	25,66	38,75	35,91	24,09	46,23	34,86	43,74	29,33	36,97
14	22,71	18,55	38,19	24,65	35,08	34,09	23,37	44,98	32,64	40,00	27,83	35,02
15	21,59	16,49	34,88	23,68	32,06	32,63	20,31	42,21	31,42	37,40	25,74	32,79
16	20,75	18,51	33,42	22,13	31,45	31,41	21,90	40,55	29,13	36,45	25,25	31,89
17	20,03	17,84	32,98	22,71	31,49	30,11	19,81	39,07	28,47	35,49	25,01	30,59
18	19,41	18,30	30,73	22,72	29,82	29,10	20,55	36,30	28,12	33,19	24,20	29,45
19	18,88	18,61	30,96	24,80	29,39	27,80	20,10	35,93	27,79	32,44	24,53	28,81
20	18,17	17,96	30,63	24,95	28,65	26,78	19,90	35,32	28,81	31,55	24,07	28,47
21	17,76	16,38	31,12	24,45	29,17	25,81	17,97	35,53	27,77	31,04	23,78	27,62
22	17,27	16,68	31,51	23,81	29,04	24,75	17,34	35,79	27,22	31,00	23,66	27,22
23	16,14	16,61	30,82	22,99	28,35	23,00	16,98	33,83	26,26	29,87	22,98	25,99
24	14,86	16,77	30,40	22,89	28,96	20,96	17,05	33,12	25,03	30,43	22,77	25,32
25	13,82	17,05	29,28	20,55	27,16	20,13	17,00	31,85	22,90	28,21	21,57	24,02
26	12,97	15,74	29,17	19,81	26,98	19,77	15,86	31,59	21,99	27,51	20,94	23,35
27	13,09	16,99	26,75	21,13	27,78	19,64	16,71	29,79	22,75	28,49	21,15	23,48
28	14,25	17,04	25,80	22,12	27,70	20,25	16,90	29,29	22,77	28,82	21,38	23,61
29	13,08	18,67	26,50	21,49	27,54	18,99	18,30	30,54	21,33	27,77	21,46	23,39
30	14,14	18,95	26,92	21,19	28,32	18,78	19,04	29,24	21,70	28,56	21,90	23,47
31	13,39	19,15	25,13	20,71	26,45	20,07	18,39	28,03	21,75	27,33	20,96	23,11
32	12,85	18,94	25,58	21,15	26,34	19,43	18,10	27,87	22,51	26,80	20,97	22,94
33	14,02	17,82	25,22	21,72	27,63	20,26	17,18	27,69	22,17	27,96	21,28	23,05
34	12,28	18,30	25,91	21,01	26,88	18,52	17,47	27,97	21,87	27,41	20,88	22,65

35	13,82	16,75	26,32	22,40	27,35	18,96	16,55	28,26	23,28	27,77	21,33	22,96
36	13,83	15,93	25,91	20,56	27,18	19,37	15,76	27,59	21,42	27,68	20,68	22,37
37	13,89	16,45	26,03	20,03	26,95	19,74	15,96	28,30	21,22	27,60	20,67	22,57
38	14,02	16,93	24,95	21,16	26,90	19,68	16,47	27,02	22,46	27,41	20,79	22,61
39	14,26	15,77	24,20	22,19	25,96	20,40	15,58	26,63	23,39	26,80	20,48	22,56
40	13,24	16,36	25,01	22,10	25,16	19,30	15,74	27,23	22,84	26,11	20,37	22,24
41	13,79	16,31	25,91	22,51	25,76	19,71	15,75	27,74	23,65	26,44	20,86	22,66
42	13,58	16,77	25,06	21,22	25,80	19,42	16,46	27,15	22,11	26,19	20,49	22,26
43	13,53	17,06	25,85	21,40	26,63	19,13	17,07	27,71	21,87	26,55	20,89	22,47
44	13,93	17,10	24,04	22,53	25,04	19,13	17,58	26,48	23,37	25,40	20,53	22,39
45	13,11	18,26	23,98	21,30	23,49	19,27	18,25	26,71	22,20	24,24	20,03	22,13
46	13,92	16,72	25,38	21,80	20,76	19,63	16,55	28,17	22,78	21,92	19,71	21,81
47	13,65	15,94	24,50	22,37	19,87	19,41	16,10	27,30	23,61	21,21	19,26	21,53
48	14,57	17,18	24,70	21,98	24,02	20,18	16,92	26,69	23,19	24,47	20,49	22,29
49	15,45	18,22	25,09	21,69	24,57	20,90	17,80	27,18	22,62	24,49	21,01	22,60
50	15,46	18,08	24,89	20,48	24,59	21,27	18,02	27,19	21,81	24,51	20,70	22,56
51	15,37	18,85	24,65	20,62	24,66	20,80	18,62	26,81	21,20	24,60	20,83	22,41
52	14,11	16,95	23,60	20,93	25,12	19,44	17,20	26,38	21,77	25,04	20,14	21,97
53	14,77	16,92	23,20	21,01	25,46	20,29	17,23	25,95	22,03	25,40	20,27	22,18
54	13,68	18,27	24,13	21,73	25,77	19,63	18,03	26,53	22,61	25,82	20,72	22,52
55	13,07	17,35	24,01	20,74	25,27	19,31	17,36	26,39	21,81	25,45	20,09	22,06
56	13,67	17,62	24,70	18,85	25,09	19,75	17,38	26,32	20,32	25,10	19,99	21,78
57	14,03	17,98	23,80	16,73	23,64	19,72	17,95	25,29	18,50	24,15	19,24	21,12
58	12,90	17,97	22,03	16,24	25,06	18,51	17,95	24,57	19,24	25,10	18,84	21,07
59	13,71	17,90	22,04	19,60	23,99	18,99	17,43	24,84	21,58	24,56	19,45	21,48
60	13,91	17,83	20,41	20,60	23,97	18,62	17,73	22,96	21,29	24,49	19,34	21,02

Cuadro 3. Datos del contenido de humedad para el nivel base por día de evaluación.

Días	Árbol 1		Árbol 2		Árbol 3		Árbol 4		Árbol 5	
	Tg	Rd	Tg	Rd	Tg	Rd	Tg	Rd	Tg	Rd
0	98,96	103,60	97,99	93,52	122,04	123,53	113,45	100,49	116,34	104,84
1	94,02	100,91	86,30	83,94	106,43	109,19	100,68	85,42	102,16	92,65
2	81,70	87,16	69,64	68,45	95,27	96,11	78,51	72,86	84,99	79,91
3	76,10	79,86	59,56	60,07	87,81	83,39	68,71	66,47	75,90	73,11
4	72,00	76,89	47,79	54,59	75,86	79,07	62,53	62,68	68,62	70,56
5	69,20	73,92	42,83	47,15	71,01	73,55	51,66	54,48	61,28	62,62
6	63,28	66,62	36,06	42,15	67,83	68,47	48,59	53,25	57,24	60,36
7	53,35	59,08	31,12	37,16	60,71	62,64	43,89	49,63	52,67	57,52
8	46,71	54,75	30,44	36,67	58,26	61,08	42,60	48,88	52,18	55,82
9	42,01	48,81	26,60	32,13	54,93	57,47	40,11	47,37	50,31	55,54
10	38,46	47,35	24,49	31,89	52,89	56,21	35,74	43,52	48,04	52,71
11	36,65	44,24	23,97	29,51	51,66	54,86	31,58	39,66	45,90	50,72
12	34,36	42,41	21,75	26,17	49,75	52,72	30,30	37,67	42,80	47,89
13	31,66	39,59	21,78	26,17	45,30	48,49	26,40	36,17	40,73	46,19
14	29,92	37,31	22,11	25,68	44,37	47,20	25,49	33,27	36,52	41,66
15	28,99	36,12	19,86	21,86	40,41	44,29	24,86	33,55	33,10	39,10
16	27,99	34,93	22,11	22,81	38,95	42,67	23,42	30,80	32,85	38,26
17	27,46	33,75	21,39	21,39	38,57	40,40	24,20	30,02	33,38	37,12
18	26,73	33,20	21,81	22,34	36,50	37,52	24,57	30,26	31,91	34,57
19	26,31	32,01	21,97	21,63	36,62	37,46	26,22	27,18	31,67	33,72
20	25,49	30,83	21,79	21,63	36,67	37,52	27,02	31,53	30,56	32,59

21	25,18	29,64	19,76	19,49	36,65	38,19	26,47	30,26	30,86	32,31
22	24,71	28,55	19,72	19,49	37,34	38,13	25,65	29,30	30,45	31,46
23	23,16	27,36	19,62	19,24	36,19	35,56	24,65	28,30	29,78	30,61
24	21,50	24,71	19,81	18,99	36,14	35,56	24,36	27,79	30,77	32,03
25	20,47	24,44	20,02	19,49	35,37	33,93	22,35	25,44	28,55	29,76
26	19,43	23,89	18,73	17,56	34,82	34,58	21,58	23,69	28,36	29,19
27	19,69	24,34	20,11	18,76	32,14	32,92	23,24	24,96	29,14	30,32
28	20,13	25,08	19,89	18,53	31,37	32,25	24,38	24,96	29,88	30,32
29	19,49	23,57	22,02	19,96	32,52	33,54	23,51	23,69	29,13	29,19
30	20,51	23,25	21,85	20,91	32,21	32,92	23,32	24,20	30,14	30,04
31	19,22	24,99	22,26	20,44	30,51	32,28	22,76	24,04	27,98	28,91
32	18,30	25,08	21,79	20,21	31,29	30,99	23,31	24,45	27,86	28,63
33	19,29	25,63	20,79	18,53	30,99	31,02	23,40	24,42	29,21	30,04
34	17,85	22,98	21,54	18,77	31,51	31,64	22,62	23,93	28,68	28,91
35	19,93	23,89	19,66	18,05	31,97	31,91	24,36	25,47	29,15	29,47
36	19,28	24,76	19,00	17,81	31,51	31,30	22,28	23,69	29,14	29,19
37	19,87	25,08	19,45	17,80	31,37	32,28	21,68	23,72	28,89	29,47
38	19,86	25,08	19,88	18,28	30,69	30,96	22,88	24,45	28,93	28,62
39	20,21	26,00	18,44	17,08	29,84	30,35	24,17	25,50	27,77	28,06
40	19,06	24,76	19,27	17,56	30,44	31,30	24,21	25,23	26,89	27,77
41	19,76	25,08	19,41	17,81	31,07	31,97	24,29	26,25	27,66	27,77
42	19,58	24,81	19,96	18,05	30,45	31,60	23,22	23,96	27,89	28,05
43	19,64	23,80	20,24	19,00	31,13	31,91	23,40	24,20	28,80	28,62
44	19,69	24,17	20,42	19,47	29,15	30,99	24,46	26,52	27,04	27,49
45	19,35	23,89	21,27	20,44	28,93	31,64	23,33	24,69	25,10	26,07
46	19,87	24,44	19,86	18,52	30,46	33,26	23,68	25,71	22,14	23,81
47	19,50	24,44	19,12	17,81	29,83	32,31	24,33	26,74	21,41	23,52
48	20,90	25,67	20,64	18,77	29,83	31,33	23,74	25,98	26,26	26,35
49	21,61	26,27	21,27	19,72	30,13	32,25	23,31	25,71	26,54	26,36
50	21,66	26,27	21,16	20,19	29,84	32,28	22,92	24,69	26,59	26,64
51	21,68	26,54	22,08	20,91	29,52	31,94	22,82	23,66	26,77	26,92
52	20,03	25,08	19,96	19,00	28,30	30,62	23,11	23,93	27,13	27,21
53	20,74	26,00	19,75	19,24	28,48	30,96	22,87	24,20	27,69	27,49
54	19,76	24,44	21,31	20,20	29,31	31,64	23,78	25,20	27,93	27,77
55	19,12	23,89	20,42	19,24	29,30	30,65	22,76	23,93	27,28	27,77
56	19,65	24,81	20,64	19,72	29,90	31,33	20,42	22,64	26,99	27,21
57	20,06	23,80	21,15	19,72	28,90	30,65	17,95	20,86	25,45	26,36
58	18,66	23,80	21,02	19,96	26,94	29,06	17,33	21,19	27,20	27,21
59	19,70	24,44	21,00	19,49	27,23	29,06	21,15	23,93	25,59	26,64
60	19,94	24,81	20,87	19,72	24,70	27,47	22,66	23,42	25,97	26,36

Cuadro 4. Datos del contenido de humedad para el nivel medio por día de evaluación.

Días	Árbol 1		Árbol 2		Árbol 3		Árbol 4		Árbol 5	
	Tg	Rd	Tg	Rd	Tg	Rd	Tg	Rd	Tg	Rd
0	85,70	98,04	95,30	76,31	115,32	112,11	116,53	106,50	108,375	107,44
1	80,50	92,71	83,80	68,77	101,65	93,57	98,95	93,12	94,65	93,88
2	70,25	82,14	68,04	54,78	88,73	88,51	79,94	79,40	81,52	80,46
3	64,73	74,65	56,29	48,77	79,39	81,45	70,02	68,71	73,89	71,30
4	62,41	71,41	47,83	44,26	69,83	73,11	64,93	65,75	67,83	66,79
5	57,72	69,17	42,07	40,61	63,77	70,68	52,65	55,85	61,42	58,63
6	52,57	61,70	35,37	34,60	60,43	65,41	49,63	53,97	57,54	55,76
7	45,72	55,60	29,78	29,00	53,31	59,53	44,57	50,48	54,56	52,52
8	40,00	49,50	28,64	28,57	51,36	59,28	42,94	49,15	53,51	51,33

9	37,64	47,87	25,42	24,26	47,11	55,57	41,49	48,06	51,79	49,92
10	31,51	45,20	23,85	22,97	45,89	54,22	37,19	43,78	50,12	46,95
11	29,67	42,18	22,80	21,25	43,53	52,58	32,92	40,29	48,03	44,16
12	28,17	40,56	21,36	19,10	41,26	51,58	31,52	37,89	45,29	41,59
13	26,24	37,90	21,28	18,45	36,96	46,19	28,99	36,01	43,88	39,94
14	24,31	35,87	21,93	17,19	35,63	44,88	27,67	33,60	40,45	37,03
15	22,83	34,44	19,70	14,38	31,91	41,42	26,52	31,98	37,25	34,62
16	21,91	32,83	21,54	16,73	30,85	40,60	24,84	29,84	36,41	33,13
17	20,99	31,22	20,96	14,15	29,76	38,99	25,96	29,04	36,31	32,67
18	20,44	29,60	21,67	15,01	27,50	36,32	25,98	29,04	34,31	31,67
19	19,58	27,99	22,01	14,58	27,41	35,32	28,45	29,84	33,74	31,79
20	18,65	26,97	20,78	13,94	26,61	34,50	28,22	28,77	33,13	30,95
21	18,33	25,96	19,63	12,01	27,59	34,18	27,47	27,96	33,75	30,85
22	17,72	25,13	20,15	11,36	27,50	34,47	27,19	27,96	33,69	30,83
23	16,43	23,29	20,18	11,36	27,15	33,11	26,72	27,16	33,28	30,22
24	15,46	21,47	20,29	11,35	26,52	31,83	26,82	26,36	33,59	29,97
25	13,94	20,85	20,62	11,36	25,48	30,47	24,09	23,67	32,04	27,85
26	13,02	20,65	19,31	10,72	25,11	29,90	23,09	22,86	31,78	27,32
27	13,46	20,44	20,54	11,36	22,63	27,55	24,07	23,39	32,61	28,00
28	14,62	20,63	20,76	11,57	21,47	27,02	25,12	23,93	32,35	28,14
29	13,33	19,43	22,48	13,08	21,98	27,84	24,89	22,59	32,35	27,47
30	14,49	18,83	22,77	13,94	22,62	26,20	24,12	22,59	33,16	27,88
31	14,09	19,84	22,63	13,29	21,05	24,88	23,49	22,85	31,10	26,97
32	13,49	18,83	22,65	12,65	20,94	24,84	24,26	23,66	30,89	27,28
33	14,73	20,03	21,40	12,00	20,53	24,56	24,81	22,86	32,23	27,55
34	13,25	19,01	21,82	12,86	21,06	25,05	24,41	23,12	31,37	27,24
35	14,04	18,41	20,21	11,57	21,44	25,09	25,71	24,46	31,87	28,17
36	14,51	19,22	19,31	10,93	21,30	24,56	24,04	21,79	31,79	26,79
37	14,27	19,73	19,98	11,79	21,21	24,84	23,57	21,79	31,49	26,64
38	14,40	19,82	20,63	12,43	19,80	23,74	24,97	23,67	31,21	27,44
39	14,97	20,63	19,23	11,35	19,12	23,45	25,88	23,93	30,45	27,19
40	13,86	19,01	19,97	11,36	20,10	23,74	25,68	23,40	29,52	26,46
41	14,08	20,03	19,81	10,72	21,32	24,02	26,12	23,93	30,22	27,08
42	13,61	19,43	20,26	11,79	20,36	23,20	24,29	23,13	29,95	26,54
43	13,16	20,03	20,35	12,22	21,08	23,74	24,75	22,86	30,93	26,90
44	14,18	19,22	20,31	12,44	19,58	22,92	26,10	23,93	29,30	26,62
45	12,79	20,03	22,09	13,08	19,15	22,42	24,41	22,86	27,90	25,38
46	13,96	20,44	20,19	11,57	20,13	24,02	25,19	23,13	25,45	24,29
47	13,82	19,61	19,24	11,36	19,45	23,20	25,82	24,20	24,31	24,26
48	14,51	20,03	20,53	12,00	19,67	22,92	25,35	23,93	28,00	25,97
49	15,44	21,45	21,97	12,87	20,27	22,92	25,53	23,13	28,93	26,03
50	15,43	21,87	21,52	12,87	20,03	22,92	22,99	22,59	28,85	25,72
51	15,31	20,74	22,44	13,30	20,03	22,38	23,69	21,79	28,73	25,26
52	14,41	19,43	20,37	12,01	18,99	22,70	23,81	22,59	29,27	25,93
53	14,95	20,44	20,50	11,79	18,36	21,92	24,35	22,86	29,64	26,25
54	13,67	20,44	21,94	12,86	19,25	22,42	25,07	23,40	30,33	26,86
55	12,87	20,44	20,68	12,44	19,05	22,70	23,91	22,86	29,70	26,28
56	13,54	20,74	21,16	12,22	19,77	22,38	22,19	21,25	29,62	25,43
57	14,02	21,25	21,50	13,09	19,09	21,06	20,44	19,10	27,92	23,51
58	12,75	19,43	21,48	13,08	16,92	20,81	20,10	20,45	29,22	24,83
59	13,45	20,03	21,12	12,22	16,92	21,35	23,45	22,59	28,65	25,62
60	13,69	18,41	21,42	12,43	15,86	18,96	24,11	22,05	28,43	25,24

Cuadro 5. Datos del contenido de humedad para el nivel ápice por día de evaluación.

Días	Árbol 1		Árbol 2		Árbol 3		Árbol 4		Árbol 5	
	Tg	Rd	Tg	Rd	Tg	Rd	Tg	Rd	Tg	Rd
0	71,65	82,31	72,77	85,25	106,95	104,57	88,73	88,04	88,84	85,00
1	66,64	76,74	61,94	77,89	89,75	94,62	76,73	75,94	75,37	74,32
2	51,59	66,29	49,45	62,75	81,32	84,87	64,33	63,60	63,75	63,87
3	46,88	62,16	40,06	56,42	72,69	77,90	53,90	57,96	56,80	58,65
4	44,78	60,60	34,20	50,58	64,54	70,87	48,85	54,22	51,75	55,54
5	42,24	56,25	28,53	46,42	59,99	66,42	40,72	47,16	46,52	51,25
6	36,57	52,47	24,01	41,36	57,46	63,02	38,47	46,05	42,87	48,46
7	31,27	47,53	16,78	36,81	50,47	56,87	35,00	42,99	40,20	44,67
8	25,78	43,95	17,57	35,53	48,18	55,75	33,77	41,92	39,40	44,18
9	23,50	39,38	15,88	33,92	44,88	52,67	32,00	40,64	38,47	43,72
10	20,98	35,95	14,58	33,03	43,42	51,28	28,83	37,82	37,06	42,03
11	18,47	33,98	13,26	31,42	42,04	51,01	25,60	35,04	35,26	40,38
12	16,69	31,71	12,33	28,64	39,92	48,75	24,39	33,33	33,19	37,78
13	15,30	30,25	11,58	27,64	36,59	44,02	21,60	32,42	31,64	36,83
14	13,90	29,09	11,61	27,25	34,57	42,87	20,79	31,04	28,26	33,75
15	12,95	27,34	9,92	24,70	32,32	40,93	19,66	28,73	25,84	31,84
16	12,35	26,48	11,89	26,14	30,45	38,38	18,12	26,74	25,10	30,43
17	11,65	25,37	11,18	23,89	30,60	37,82	17,98	26,34	24,78	29,48
18	11,06	24,51	11,43	24,31	28,18	35,05	17,62	25,07	23,24	27,09
19	10,75	23,40	11,84	24,09	28,86	35,02	19,72	26,34	22,75	27,35
20	10,37	22,54	11,32	24,12	28,60	33,93	19,62	26,14	22,26	26,38
21	9,77	21,83	9,74	22,42	29,13	34,22	19,40	25,07	22,92	25,68
22	9,39	20,57	10,17	21,17	29,68	34,76	18,60	24,40	22,98	26,14
23	8,82	18,35	10,04	20,34	29,13	32,81	17,61	23,32	22,00	24,97
24	7,61	16,69	10,21	20,81	28,52	31,97	17,49	20,96	22,52	24,97
25	7,04	15,08	10,50	20,14	26,99	31,14	15,20	19,59	20,91	23,08
26	6,45	14,78	9,19	19,31	27,59	30,29	14,76	19,43	20,80	22,11
27	6,13	14,14	10,31	20,00	25,49	28,90	16,07	19,90	21,58	23,06
28	8,00	15,04	10,47	20,59	24,55	28,61	16,86	19,43	20,88	23,77
29	6,43	13,97	11,52	21,87	25,00	30,26	16,05	17,72	21,14	22,60
30	7,42	14,27	12,21	22,26	25,92	28,61	16,13	18,32	21,66	23,57
31	6,85	15,38	12,54	21,42	23,82	26,93	15,88	18,36	20,27	22,11
32	6,75	14,38	12,37	21,45	24,51	27,78	15,88	19,43	20,29	21,65
33	8,03	15,13	11,26	21,01	24,14	27,49	16,96	19,23	21,44	22,60
34	5,73	13,57	11,55	20,78	25,15	27,21	15,99	18,56	20,59	22,37
35	7,50	14,57	10,39	20,03	25,55	27,78	17,12	19,90	21,04	22,62
36	7,71	14,14	9,49	18,53	24,91	26,93	15,37	18,79	20,61	22,62
37	7,52	14,42	9,92	18,28	25,52	27,78	14,83	18,16	20,45	22,37
38	7,80	14,14	10,30	18,70	24,35	26,37	15,63	19,27	20,54	22,37
39	7,61	14,57	9,63	18,31	23,65	26,09	16,52	20,74	19,66	21,65
40	6,82	14,12	9,83	18,28	24,49	26,65	16,41	19,90	19,07	20,70
41	7,53	14,02	9,71	18,73	25,36	27,21	17,10	20,78	19,41	21,41
42	7,55	14,02	10,10	19,53	24,36	26,65	16,15	19,23	19,55	20,93
43	7,80	13,56	10,60	19,98	25,33	27,49	16,05	18,56	20,15	21,18
44	7,93	14,02	10,58	20,84	23,39	25,53	17,02	19,67	18,76	19,98
45	7,20	13,89	11,42	21,23	23,87	26,08	16,16	19,07	17,48	19,29
46	7,93	14,02	10,10	19,56	25,55	27,21	16,53	19,50	14,68	17,40
47	7,62	14,16	9,48	19,14	24,21	26,38	16,95	19,90	13,89	16,68
48	8,31	14,85	10,37	20,00	24,59	25,82	16,85	19,67	17,78	20,00
49	9,30	14,98	11,41	20,81	24,88	26,38	16,24	19,03	18,24	19,77
50	9,28	15,68	11,55	21,01	24,82	26,38	15,52	18,16	18,34	19,54

51	9,11	15,13	12,03	21,64	24,39	26,09	15,34	18,16	18,47	19,52
52	7,90	13,82	10,53	20,59	23,50	25,81	15,87	18,79	18,97	20,00
53	8,61	14,42	10,52	20,64	22,75	24,96	15,79	19,03	19,04	20,24
54	7,62	14,01	11,56	21,03	23,84	25,53	16,34	19,23	19,06	20,96
55	7,22	13,59	10,95	20,39	23,70	25,81	15,55	18,63	18,84	20,96
56	7,80	13,71	11,06	20,20	24,43	25,26	13,95	17,08	18,66	20,49
57	7,99	14,12	11,31	21,03	23,40	24,14	11,79	15,54	17,55	19,29
58	7,29	12,30	11,40	20,81	22,22	23,85	11,28	16,08	18,75	20,73
59	7,99	12,50	11,57	20,59	21,97	24,12	14,20	18,23	17,75	19,98
60	8,12	12,65	11,20	21,03	20,66	22,46	15,03	18,39	17,53	19,78

**Cuadro 6** Contenido de humedad.

Códigos	Ph (g)	Psh (g)	Ch %
1BTg1	40.3	19.65	105.09
1BTg2	42.7	21.9	94.98
1BTg3	48.95	26.83	82.45
1BTg4	44.33	22.49	97.11
1BTg5	33.84	17.13	97.55
Promedio			95.43
1BRd1	42.84	24.21	76.95
1BRd2	40.76	21.14	92.81
1BRd3	35.66	18.76	90.09
Promedio			86.62
1MTg1	90.37	47.46	90.41
1MTg2	101.67	53.90	88.63
1MTg3	101.67	53.64	89.54
1MTg4	93.52	45.22	106.81
Promedio			93.85
1MRd1	93.83	46.16	103.27
1MRd2	97.93	51.56	89.93
Promedio			96.60
1ATg1	125.3	65.36	91.71
1ATg2	145.04	73.84	96.42
1ATg3	115.12	58.06	98.28
1ATg4	100.11	54.89	82.38
Promedio			92.20
1ARd1	128.73	63.14	103.88
1ARd2	116.26	59.31	96.02
Promedio			99.95
2BTg1	81.12	40.95	98.10
2BTg2	77.04	38.48	100.21
2BTg3	101.43	52.15	94.50
2BTg4	101.68	51.13	98.87
2BTg5	104.02	53.83	93.24
2BTg6	83.69	42.03	99.12
2BTg7	93.37	48.35	93.11
Promedio			96.73
2BRd1	84.55	42.99	96.67
2BRd2	90.82	45.59	99.21
Promedio			97.94
2MTg1	88.69	47.11	88.26
2MTg2	89.69	45.82	95.74
2MTg3	86.8	43.9	97.72
2MTg4	81.61	42.49	92.07
2MTg5	73.42	41.28	77.86

2MTg6	87.34	45.41	92.34
2MTg7	99.59	49.67	100.50
2MTg8	99.73	51.82	92.45
Promedio			92.12
2MRd1	88.59	46.78	89.38
2MRd2	92.48	48.36	91.23
Promedio			90.30
2ATg1	82.14	44.73	83.64
2ATg2	97.17	52.06	86.65
2ATg3	113.51	58.38	94.43
2ATg4	76.41	42.26	80.81
2ATg5	90.82	48.35	87.84
2ATg6	108.12	55.12	96.15
Promedio			88.25
2ARd1	83.61	42.38	97.29
2ARd2	95.56	46.26	106.57
Promedio			101.93
3BTg1	82.98	41.78	98.61
3BTg2	66.98	33.41	100.48
3BTg3	72.75	36.78	97.80
3BTg4	62.85	31.26	101.06
3BTg5	74.7	35.01	113.37
3BTg6	69.07	34.71	98.99
3BTg7	81.93	43.12	90.00
3BTg8	70.13	35.67	96.61
Promedio			99.61
3BRd1	60.09	31.31	91.92
3BRd2	68.58	34.68	97.75
Promedio			94.84
3MTg1	65.53	31.39	108.76
3MTg2	70.76	32.93	114.88
3MTg3	76.6	31.65	142.02
3MTg4	56.93	29.20	94.97
3MTg5	68.53	32.03	113.96
3MTg6	80.65	36.98	118.09
3MTg7	80.38	39.99	101.00
3MTg8	79.23	40.83	94.05
3MTg9	69.76	36.72	89.98
Promedio			108.63
3MRd1	74.72	36.49	104.77
3MRd2	62.55	30.43	105.55
Promedio			105.16
3ATg1	70.44	36.66	92.14
3ATg2	55.08	28.9	90.59
3ATg3	56.11	29.33	91.31
3ATg4	76.38	40.08	90.57
3ATg5	86.18	47.39	81.85
3ATg6	76.42	39.79	92.06
3ATg7	92.94	48.19	92.86
3ATg8	79.31	40.48	95.92
Promedio			90.91
3ARd1	78.15	40.55	92.73
3ARd2	64.12	33.37	92.15
Promedio			92.44
4BTg1	57.91	30.41	90.43
4BTg2	55.02	28.82	90.91
4BTg3	72.93	36.18	101.58
4BTg4	78.35	39.09	100.43

4BTg5	55.18	27.93	97.57
4BTg6	89.77	44.77	100.51
4BTg7	79.99	39.39	103.07
Promedio			97.79
4BRd1	84.02	41.73	101.34
4BRd2	72.17	37.05	94.79
Promedio			98.07
4MTg1	65.10	32.02	103.31
4MTg2	83.38	41.52	100.82
4MTg3	77.32	39.35	96.49
4MTg4	76.72	35.50	116.11
4MTg5	73.27	36.32	101.73
4MTg6	82.45	41.34	99.44
Promedio			102.99
4MRd1	84.41	43.9	92.28
4MRd2	75.92	38.82	95.57
Promedio			93.92
4ATg1	80.65	40.69	98.21
4ATg2	77.33	38.10	102.97
4ATg3	89.07	44.34	100.88
4ATg4	83.43	41.37	101.67
4ATg5	85.19	43.67	95.08
Promedio			99.76
4ARd1	83.89	42.07	99.41
4ARd2	93.97	46.52	102.00
Promedio			100.70
5BTg1	53.70	31.71	69.35
5BTg2	59.63	33.32	78.96
5BTg3	66.94	37.77	77.23
5BTg4	67.11	37.51	78.91
5BTg5	72.88	38.42	89.69
5BTg6	61.59	36.24	69.95
5BTg7	66.31	35.04	89.24
5BTg8	59.12	31.08	90.22
5BTg9	70.50	36.68	92.20
Promedio			81.75
5BRd1	68.85	35.77	92.48
5BRd2	68.23	35.81	90.53
Promedio			91.51
5MTg1	57.29	31.42	82.34
5MTg2	63.28	32.54	94.47
5MTg3	66.61	34.53	92.90
5MTg4	59.06	34.45	71.44
5MTg5	55.10	32.05	71.92
5MTg6	65.30	36.56	78.61
5MTg7	66.79	34.31	94.67
Promedio			83.76
5MRd1	76.94	40.05	92.11
5MRd2	60.41	31.95	89.08
Promedio			90.59
5ATg1	81.09	43.66	85.73
5ATg2	75.69	40.05	88.99
5ATg3	75.04	38.98	92.51
5ATg4	65.50	34.18	91.63
5ATg5	66.33	34.95	89.79
5ATg6	76.67	40.15	90.96
Promedio			89.93
5ARd1	84.97	44.47	91.07

5ARd2	73.96	39.12	89.06
Promedio			90.07

Cuadro 7. Datos de contracción radial y tangencial en árbol 2.

Códigos	Del 18 – Nov.		Al 17 – Ene.		Contracción		Contracción	
	Ancho	Espesor	Ancho	Espesor	Tangencial	Radial	Tangencial	Radial
2BTg1a	100,91	26,60	96,94	26,30	3,93	1,13	4,04	1,65
2BTg1b	101,07	27,08	96,88	26,49	4,15	2,18		
2BTg2a	101,21	26,00	96,06	25,65	5,09	1,35	5,47	1,83
2BTg2b	101,81	26,77	95,86	26,15	5,84	2,32		
2BTg3a	102,87	26,97	96,78	26,60	5,92	1,37	5,00	1,68
2BTg3b	101,94	26,78	97,78	26,25	4,08	1,98		
2BTg4a	101,50	26,29	96,96	25,86	4,47	1,64	6,49	2,88
2BTg4b	101,80	26,69	93,14	25,59	8,51	4,12		
2BTg5a	101,50	26,44	96,70	25,94	4,73	1,89	4,74	2,04
2BTg5b	102,09	27,44	97,24	26,84	4,75	2,19		
2BTg6a	102,07	26,45	97,23	26,11	4,74	1,29	3,95	1,44
2BTg6b	101,48	26,45	98,27	26,03	3,16	1,59		
2BTg7a	101,80	27,62	98,30	27,33	3,44	1,05	3,86	1,43
2BTg7b	101,76	27,53	97,40	27,03	4,28	1,82		
Promedio							4,79	1,85
2BRd1a	102,25	27,71	99,33	25,92	6,46	2,94	5,37	2,91
2BRd1b	101,95	26,42	99,09	25,29	4,28	2,89		
2BRd2a	101,27	27,64	99,51	26,44	4,34	1,77	5,34	2,08
2BRd2b	102,41	26,83	100,01	25,13	6,34	2,40		
Promedio							5,35	2,50
2MTg1a	101,42	26,68	98,40	26,27	2,98	1,53	4,00	2,16
2MTg1b	102,02	27,62	96,89	26,85	5,03	2,79		
2MTg2a	101,51	26,06	99,42	25,73	2,06	1,27	3,25	2,01
2MTg2b	101,64	27,51	97,12	26,75	4,45	2,76		
2MTg3a	101,32	26,72	97,15	26,02	4,12	2,62	3,78	2,02
2MTg3b	102,23	27,34	98,71	26,95	3,44	1,43		
2MTg4a	102,72	26,96	99,31	26,52	3,32	1,63	2,53	1,25
2MTg4b	102,09	26,77	100,32	26,54	1,73	0,86		
2MTg5a	101,69	27,25	98,01	26,85	3,62	1,47	3,91	2,14
2MTg5b	102,30	27,47	98,00	26,70	4,20	2,80		
2MTg6a	101,97	27,74	96,95	26,98	4,92	2,74	4,76	2,84
2MTg6b	101,80	28,21	97,13	27,38	4,59	2,94		
2MTg7a	102,30	28,01	99,04	27,71	3,19	1,07	3,35	1,67
2MTg7b	101,68	27,27	98,11	26,65	3,51	2,27		
2MTg8a	102,80	27,18	99,94	26,90	2,78	1,03	2,76	1,11
2MTg8b	101,31	27,08	98,54	26,76	2,73	1,18		
Promedio							3,54	1,90

2MRd1a	101,41	27,21	96,57	25,19	7,42	4,77	6,97	4,07
2MRd1b	102,00	28,24	98,57	26,40	6,52	3,36		
2MRd2a	103,15	27,41	98,51	25,47	7,08	4,50	6,53	3,46
2MRd2b	102,12	26,88	99,64	25,27	5,99	2,43		
Promedio							6,75	3,77
2ATg1a	102,35	26,51	99,23	26,15	3,05	1,36	2,91	1,49
2ATg1b	102,82	27,91	99,98	27,46	2,76	1,61		
2ATg2a	100,98	27,28	96,58	26,49	4,36	2,90	3,15	1,99
2ATg2b	101,87	26,84	99,89	26,55	1,94	1,08		
2ATg3a	101,88	26,67	96,41	25,75	5,37	3,45	4,38	2,84
2ATg3b	101,45	26,56	98,01	25,97	3,39	2,22		
2ATg4a	102,25	26,57	97,56	26,03	4,59	2,03	4,68	2,46
2ATg4b	102,66	27,45	97,75	26,66	4,78	2,88		
2ATg5a	101,95	26,95	98,05	26,46	3,83	1,82	4,51	2,50
2ATg5b	102,65	27,06	97,31	26,20	5,20	3,18		
2ATg6a	103,07	26,67	99,10	26,21	3,85	1,72	4,07	2,16
2ATg6b	101,62	26,24	97,27	25,56	4,28	2,59		
Promedio							3,95	2,24
2ARd1a	102,50	26,97	99,33	25,67	4,82	3,09	5,24	3,03
2ARd1b	101,79	27,70	98,77	26,13	5,67	2,97		
2ARd2a	101,70	27,64	96,74	25,70	7,02	4,88	6,80	4,66
2ARd2b	102,24	27,48	97,69	25,67	6,59	4,45		
Promedio							6,02	3,85

Cuadro 8. Datos de contracción radial y tangencial en árbol 3.

Códigos	Del 26 – Nov.		Al 25 – Ene.		Contracción		Contracción	
	Ancho	Espesor	Ancho	Espesor	Tangencial	Radial	Tangencial	Radial
3BTg1a	102,28	26,85	97,94	26,18	4,24	2,50	4,37	2,02
3BTg1b	102,88	27,13	98,26	26,71	4,49	1,55		
3BTg2a	102,07	26,42	98,24	26,06	3,75	1,36	3,55	1,33
3BTg2b	103,30	25,39	99,84	25,06	3,35	1,30		
3BTg3a	101,90	25,68	97,61	25,05	4,21	2,45	4,24	2,38
3BTg3b	103,09	25,23	98,68	24,65	4,28	2,30		
3BTg4a	103,08	25,76	99,56	25,18	3,41	2,25	3,39	1,80
3BTg4b	103,37	26,05	99,89	25,70	3,37	1,34		
3BTg5a	103,37	25,68	99,16	25,10	4,07	2,26	4,44	2,53
3BTg5b	103,32	26,70	98,35	25,95	4,81	2,81		
3BTg6a	101,88	26,15	97,78	25,53	4,02	2,37	4,00	2,10
3BTg6b	103,55	25,76	99,43	25,29	3,98	1,82		
3BTg7a	102,04	25,54	98,64	25,03	3,33	2,00	3,73	2,24
3BTg7b	102,39	24,94	98,17	24,32	4,12	2,49		
3BTg8a	102,30	25,60	99,25	25,28	2,98	1,25	3,75	1,23
3BTg8b	103,10	24,85	98,44	24,55	4,52	1,21		

Promedio							3,93	1,95
3BRd1a	102,06	25,91	99,63	24,25	6,41	2,38	5,92	2,36
3BRd1b	102,14	25,93	99,75	24,52	5,44	2,34		
3BRd2a	102,01	25,80	99,47	24,33	5,70	2,49	6,03	2,59
3BRd2b	102,75	27,03	99,98	25,31	6,36	2,70		
Promedio							5,98	2,48
3MTg1a	102,97	25,41	98,25	24,81	4,58	2,36	3,91	2,16
3MTg1b	101,98	25,49	98,67	24,99	3,25	1,96		
3MTg2a	101,77	25,68	98,53	25,18	3,18	1,95	3,11	1,62
3MTg2b	102,14	26,40	99,03	26,06	3,04	1,29		
3MTg3a	102,26	26,05	99,52	25,70	2,68	1,34	3,40	1,62
3MTg3b	102,26	27,03	98,66	26,52	3,52	1,89		
3MTg4a	102,07	25,70	98,58	25,25	3,42	1,75	3,44	1,80
3MTg4b	102,05	25,01	98,52	24,55	3,46	1,84		
3MTg5a	102,09	26,90	98,83	26,35	3,19	2,04	4,16	2,36
3MTg5b	102,26	25,88	97,01	25,19	5,13	2,67		
3MTg6a	102,34	27,36	98,01	26,81	4,23	2,01	3,98	1,98
3MTg6b	102,02	25,58	98,21	25,08	3,73	1,95		
3MTg7a	102,10	26,04	98,14	25,57	3,88	1,80	3,73	1,57
3MTg7b	102,00	25,45	98,34	25,11	3,59	1,34		
3MTg8a	102,06	25,63	98,58	25,29	3,41	1,33	3,91	1,95
2MTg8b	102,97	25,71	98,43	25,05	4,41	2,57		
3MTg9a	102,96	25,44	98,33	25,08	4,50	1,42	3,65	1,39
3MTg9b	102,54	24,89	99,66	24,55	2,81	1,37		
Promedio							3,67	1,83
3MRd1a	103,05	25,36	100,77	24,12	4,89	2,21	4,55	2,42
3MRd1b	102,32	26,18	99,63	25,08	4,20	2,63		
3MRd2a	102,60	25,70	99,80	24,24	5,68	2,73	5,19	2,26
3MRd2b	102,39	25,35	100,56	24,16	4,69	1,79		
Promedio							4,87	2,34
3ATg1a	102,06	25,86	97,39	25,20	4,58	2,55	5,03	2,81
3ATg1b	106,78	25,70	100,93	24,91	5,48	3,07		
3ATg2a	102,10	25,74	97,76	25,21	4,25	2,06	4,05	2,31
3ATg2b	102,67	25,72	98,71	25,06	3,86	2,57		
3ATg3a	102,07	26,13	98,3	25,67	3,69	1,76	3,70	1,92
3ATg3b	102,49	25,99	98,70	25,45	3,70	2,08		
3ATg4a	102,56	25,31	98,54	24,85	3,92	1,82	3,58	1,94
3ATg4b	101,99	25,10	98,68	24,58	3,25	2,07		
3ATg5a	101,88	25,72	98,93	25,29	2,90	1,67	3,45	2,07
3ATg5b	102,10	25,84	98,02	25,20	4,00	2,48		
3ATg6a	102,26	25,72	98,2	25,32	3,97	1,56	3,68	1,61
3ATg6b	102,15	25,84	98,68	25,41	3,40	1,66		
3ATg7a	102,85	26,34	99,36	25,91	3,39	1,63	4,09	2,21
3ATg7b	102,53	25,87	97,62	25,15	4,79	2,78		

3ATg8a	102,39	25,38	97,82	24,73	4,46	2,56	4,11	1,99
3ATg8b	102,07	25,28	98,23	24,92	3,76	1,42		
Promedio							3,96	2,11
3ARd1a	105,22	25,67	103,51	24,91	2,96	1,63	3,83	1,82
3ARd1b	102,74	26,56	100,66	25,31	4,71	2,02		
3ARd2a	102,21	26,45	99,88	25,34	4,20	2,28	4,47	2,43
3ARd2b	102,81	25,34	100,16	24,14	4,74	2,58		
Promedio							4,15	2,13

Cuadro 9. Datos de contracción radial y tangencial en el árbol 4.

Códigos	Del 28 – Nov.		Al 27 – Ene.		Contracción		Contracción	
	Ancho	Espesor	Ancho	Espesor	Tangencial	Radial	Tangencial	Radial
4BTg1a	103,32	28,17	99,69	27,87	3,51	1,06	3,89	1,28
4BTg1b	103,63	28,05	99,20	27,63	4,27	1,50		
4BTg2a	103,68	27,21	99,93	26,72	3,62	1,80	4,01	2,24
4BTg2b	104,00	27,67	99,42	26,93	4,40	2,67		
4BTg3a	103,18	28,02	99,11	27,59	3,94	1,53	3,23	1,57
4BTg3b	103,27	27,48	100,67	27,04	2,52	1,60		
4BTg4a	104,81	26,46	102,47	26,10	2,23	1,36	2,93	1,41
4BTg4b	103,48	27,47	99,72	27,07	3,63	1,46		
4BTg5a	103,46	27,29	99,26	26,82	4,06	1,72	4,23	2,20
4BTg5b	103,85	26,86	99,28	26,14	4,40	2,68		
4BTg6a	103,93	27,38	99,02	26,96	4,72	1,53	4,72	1,44
4BTg6b	103,70	26,60	98,81	26,24	4,72	1,35		
4BTg7a	103,84	29,96	98,23	29,28	5,40	2,27	4,16	1,75
4BTg7b	102,86	27,60	99,85	27,26	2,93	1,23		
Promedio							3,88	1,70
4BRd1a	105,62	27,21	101,67	25,66	5,70	3,74	6,63	3,67
4BRd1b	103,93	26,97	100,18	24,93	7,56	3,61		
4BRd2a	103,62	26,97	100,56	24,82	7,97	2,95	8,07	3,00
4BRd2b	103,27	27,21	100,13	24,99	8,16	3,04		
Promedio							7,35	3,34
4MTg1a	104,30	27,94	98,89	27,16	5,19	2,79	4,31	2,34
4MTg1b	102,95	28,01	99,42	27,48	3,43	1,89		
4MTg2a	104,10	27,31	100,10	26,83	3,84	1,76	4,07	2,19
4MTg2b	102,97	27,54	98,55	26,82	4,29	2,61		
4MTg3a	104,00	28,41	99,25	28,08	4,57	1,16	4,10	1,31
4MTg3b	103,27	27,38	99,52	26,98	3,63	1,46		
4MTg4a	104,31	28,66	98,68	27,69	5,40	3,38	5,21	2,96
4MTg4b	103,68	28,00	98,47	27,29	5,03	2,54		
4MTg5a	104,36	27,61	98,67	26,96	5,45	2,35	4,92	2,12
4MTg5b	103,37	27,62	98,83	27,10	4,39	1,88		
4MTg6a	104,78	26,71	99,81	26,32	4,74	1,46	4,70	2,17

4MTg6b	103,70	27,83	98,87	27,03	4,66	2,87		
Promedio							4,55	2,18
4MRd1a	103,15	27,29	100,15	25,96	4,87	2,91	5,28	2,49
4MRd1b	102,28	26,58	100,16	25,07	5,68	2,07		
4MRd2a	102,62	27,40	100,22	26,15	4,56	2,34	4,51	2,25
4MRd2b	102,48	27,36	100,27	26,14	4,46	2,16		
Promedio							4,89	2,37
4ATg1a	103,10	27,37	99,10	26,82	3,88	2,01	4,21	2,23
4ATg1b	103,31	26,63	98,61	25,98	4,55	2,44		
4ATg2a	103,11	26,76	98,52	25,97	4,45	2,95	3,66	2,23
4ATg2b	102,83	27,07	99,89	26,66	2,86	1,51		
4ATg3a	104,20	26,77	99,49	26,18	4,52	2,20	4,03	1,67
4ATg3b	102,91	27,14	99,26	26,83	3,55	1,14		
4ATg4a	104,77	27,28	100,36	26,67	4,21	2,24	3,53	1,85
4ATg4b	103,83	27,29	100,86	26,89	2,86	1,47		
4ATg5a	103,14	26,63	98,34	25,84	4,65	2,97	3,87	2,33
4ATg5b	103,41	27,14	100,21	26,68	3,09	1,69		
Promedio							3,86	2,06
4ARd1a	103,31	28,01	100,28	26,42	5,68	2,93	5,30	2,13
4ARd1b	102,68	26,82	101,31	25,50	4,92	1,33		
4ARd2a	103,68	26,88	100,54	25,44	5,36	3,03	5,41	3,17
4ARd2b	103,63	27,48	100,19	25,98	5,46	3,32		
Promedio							5,35	2,65

Cuadro 10. Datos de contracción radial y tangencial en el árbol 5.

Códigos	Del 9 – Dic.		Al 7 – Feb.		Contracción		Contracción	
	Ancho	Espesor	Ancho	Espesor	Tangencial	Radial	Tangencial	Radial
5BTg1a	99,73	25,03	97,61	24,74	2,13	1,16	2,40	1,15
5BTg1b	98,90	25,48	96,25	25,19	2,68	1,14		
5BTg2a	99,75	25,49	96,24	24,98	3,52	2,00	3,28	1,67
5BTg2b	99,86	25,47	96,82	25,13	3,04	1,33		
5BTg3a	100,24	25,52	97,49	25,11	2,74	1,61	2,42	1,50
5BTg3b	100,36	25,10	98,26	24,75	2,09	1,39		
5BTg4a	100,12	25,42	97,19	24,98	2,93	1,73	3,43	1,79
5BTg4b	99,96	25,29	96,02	24,82	3,94	1,86		
5BTg5a	100,98	25,55	96,80	24,96	4,14	2,31	3,78	2,18
5BTg5b	100,94	24,94	97,49	24,43	3,42	2,04		
5BTg6a	101,22	25,63	97,62	25,14	3,56	1,91	3,06	1,70
5BTg6b	100,31	25,56	97,73	25,18	2,57	1,49		
5BTg7a	101,10	25,93	96,23	25,38	4,82	2,12	3,43	1,69
5BTg7b	100,83	25,60	98,78	25,28	2,03	1,25		

5BTg8a	100,96	25,20	96,71	24,64	4,21	2,22	4,14	2,21
5BTg8b	100,42	24,56	96,34	24,02	4,06	2,20		
5BTg9a	101,01	26,02	96,94	25,55	4,03	1,81	4,32	1,94
5BTg9b	100,87	25,58	96,22	25,05	4,61	2,07		
Promedio							3,36	1,76
5BRd1a	100,49	25,86	98,27	24,87	3,83	2,21	3,94	2,00
5BRd1b	100,27	25,61	98,48	24,57	4,06	1,79		
5BRd2a	100,25	25,24	98,01	23,99	4,95	2,23	5,60	2,38
5BRd2b	100,50	25,44	97,96	23,85	6,25	2,53		
Promedio							4,77	2,19
5MTg1a	100,47	25,94	97,11	25,42	3,34	2,00	3,53	1,88
5MTg1b	100,33	25,75	96,61	25,30	3,71	1,75		
5MTg2a	100,29	25,67	96,74	25,08	3,54	2,30	3,56	2,07
5MTg2b	100,14	25,43	96,56	24,96	3,57	1,85		
5MTg3a	100,23	25,29	96,47	24,90	3,75	1,54	3,16	1,44
5MTg3b	100,04	25,25	97,47	24,91	2,57	1,35		
5MTg4a	99,90	25,65	96,49	25,19	3,41	1,79	3,92	1,64
5MTg4b	100,17	25,62	95,73	25,24	4,43	1,48		
5MTg5a	100,63	25,77	96,42	25,15	4,18	2,41	3,57	1,82
5MTg5b	100,23	25,73	97,27	25,41	2,95	1,24		
5MTg6a	100,17	25,48	97,32	25,08	2,85	1,57	3,22	1,78
5MTg6b	100,18	25,75	96,57	25,24	3,60	1,98		
5MTg7a	100,15	25,42	97,27	25,02	2,88	1,57	2,75	1,32
5MTg7b	100,44	25,13	97,80	24,86	2,63	1,07		
Promedio							3,39	1,71
5MRd1a	100,46	25,85	98,20	24,65	4,64	2,25	5,54	2,65
5MRd1b	100,25	25,94	97,19	24,27	6,44	3,05		
5MRd2a	100,32	25,48	97,75	24,06	5,57	2,56	5,04	2,30
5MRd2b	100,43	25,24	98,38	24,10	4,52	2,04		
Promedio							5,29	2,48
5ATg1a	100,21	26,24	96,31	25,67	3,89	2,17	4,12	2,41
5ATg1b	99,71	26,11	95,38	25,42	4,34	2,64		
5ATg2a	99,73	25,75	95,93	25,32	3,81	1,67	3,96	2,07
5ATg2b	100,17	25,59	96,05	24,96	4,11	2,46		
5ATg3a	99,86	25,08	96,45	24,51	3,41	2,27	3,63	2,23
5ATg3b	100,12	24,33	96,28	23,80	3,84	2,18		
5ATg4a	100,98	26,19	98,34	25,78	2,61	1,57	2,58	1,52
5ATg4b	100,51	25,74	97,95	25,36	2,55	1,48		
5ATg5a	102,02	25,12	97,98	24,53	3,96	2,35	3,67	1,99
5ATg5b	100,27	25,17	96,89	24,76	3,37	1,63		
5ATg6a	102,07	25,37	99,34	24,96	2,67	1,62	2,90	1,80
5ATg6b	100,61	25,32	97,47	24,82	3,12	1,97		
Promedio							3,47	2,00
5ARd1a	100,04	25,61	98,02	24,49	4,37	2,02	4,63	2,25

5ARd1b	100,25	25,78	97,76	24,52	4,89	2,48		
5ARd2a	100,61	25,60	98,02	24,36	4,84	2,57	4,83	2,40
5ARd2b	100,11	25,73	97,88	24,49	4,82	2,23		
Promedio							4,73	2,33

Cuadro 11. Defectos y deformaciones

Modelos	Códigos	ARQ	ABAR	ENCOR	RETOR	RAJA	GRIE
Triángulo	1BTg1	A	B	A	A	A	A
	1BTg2	B	A	A	A	A	A
	1BTg3	A	A	A	A	A	A
	1BTg4	A	A	A	A	A	A
	1BTg5	B	A	A	A	B	A
	1BRd1	A	A	A	A	A	A
	1BRd2	A	A	A	A	A	A
	1BRd3	A	A	A	A	A	A
	1MTg1	A	A	A	A	A	A
	1MTg2	A	A	A	A	A	C
	1MTg3	B	A	A	A	A	A
	1MTg4	A	A	A	A	A	A
	1MRd1	A	A	A	A	A	A
	1MRd2	A	A	A	A	A	A
	1ATg1	A	A	A	A	A	A
	1ATg2	B	A	A	A	B	A
	1ATg3	A	A	A	A	A	A
	1ATg4	A	A	A	A	A	A
Caballote	1ARd1	A	A	A	A	A	A
	1ARd2	A	A	A	A	A	A
	2BTg1	A	A	A	A	A	A
	2BTg2	A	A	B	A	A	A
	2BTg3	A	A	A	A	A	A
	2BTg4	A	A	A	A	A	A
	2BTg5	A	A	A	A	A	A
	2BTg6	A	A	A	A	A	A
	2BTg7	A	A	A	A	B	A
	2BRd1	A	A	A	A	A	A
	2BRd2	A	A	A	A	A	A
	2MTg1	A	A	A	A	A	A
	2MTg2	A	A	A	A	A	A
	2MTg3	A	A	A	A	A	A
	2MTg4	A	A	A	A	A	A
	2MTg5	A	A	A	A	A	A
	2MTg6	A	A	B	A	A	A
	2MTg7	A	A	A	A	A	A
	2MTg8	A	A	A	A	A	A
	2MRd1	A	A	A	A	A	A
	2MRd2	A	A	A	A	A	A
	2ATg1	A	A	A	A	A	A
	2ATg2	A	A	A	A	A	B
	2ATg3	A	A	A	A	A	A
2ATg4	A	A	A	A	A	A	
2ATg5	A	B	A	A	A	A	
2ATg6	A	A	A	A	B	A	

	2ARd1	A	A	A	A	A	A
	2ARd2	A	A	A	A	A	A
Triángulo	3BTg1	A	A	A	A	A	A
	3BTg2	A	A	A	A	A	A
	3BTg3	B	A	A	A	A	B
	3BTg4	A	A	A	A	A	A
	3BTg5	A	A	A	A	A	A
	3BTg6	A	B	A	A	A	A
	3BTg7	A	A	A	A	A	A
	3BTg8	B	A	A	A	A	A
	3BRd1	A	A	A	A	A	A
	3BRd2	A	A	A	A	A	A
	3MTg1	A	A	A	A	A	A
	3MTg2	A	A	A	A	B	A
	3MTg3	A	C	A	A	A	A
	3MTg4	B	A	A	A	A	A
	3MTg5	A	A	A	A	A	A
	3MTg6	A	A	A	A	A	A
	3MTg7	B	A	A	A	A	A
	3MTg8	A	A	A	A	A	A
	3MTg9	A	A	A	A	A	A
	3MRd1	A	A	A	A	A	A
	3MRd2	A	A	A	A	A	A
	3ATg1	A	A	A	A	A	A
	3ATg2	B	A	A	A	A	A
	3ATg3	A	A	A	A	A	A
	3ATg4	A	A	A	A	A	A
	3ATg5	A	A	A	A	A	A
	3ATg6	A	A	A	B	A	A
	3ATg7	B	A	A	A	A	A
	3ATg8	A	A	A	A	A	A
	3ARd1	A	A	A	A	A	A
	3ARd2	A	A	A	A	A	A
	Caballete	4BTg1	A	A	A	A	A
4BTg2		A	A	A	A	A	A
4BTg3		A	A	A	A	A	A
4BTg4		B	A	A	A	A	A
4BTg5		A	A	A	A	A	A
4BTg6		A	A	A	A	A	A
4BTg7		A	A	A	B	A	A
4BRd1		A	A	A	A	A	A
4BRd2		A	A	A	A	A	A
4MTg1		A	A	A	A	A	A
4MTg2		A	A	A	A	A	A
4MTg3		A	A	A	A	A	A
4MTg4		A	A	A	A	A	A
4MTg5		A	A	A	B	A	A
4MTg6		A	A	A	A	A	A
4MRd1		A	A	A	A	A	A
4MRd2		A	A	A	A	A	A
4ATg1		A	A	A	A	A	A
4ATg2		A	A	A	A	B	A
4ATg3		A	A	A	A	A	A
4ATg4		A	A	A	A	A	A
4ATg5		A	A	A	B	A	A
4ARd1		A	A	A	A	A	A
4ARd2		A	A	A	A	A	A
5BTg1	A	A	A	A	A	A	

5BTg2	A	A	B	A	A	A
5BTg3	A	A	A	A	A	A
5BTg4	A	A	A	B	A	A
5BTg5	B	A	A	A	A	A
5BTg6	A	A	A	A	A	A
5BTg7	A	A	A	A	A	A
5BTg8	A	A	A	A	A	A
5BTg9	A	A	B	A	A	A
5BRd1	A	A	A	A	A	A
5BRd2	A	A	A	A	A	A
5MTg1	A	A	A	A	A	A
5MTg2	A	A	A	A	A	A
5MTg3	A	A	A	A	A	A
5MTg4	A	A	A	A	A	A
5MTg5	A	A	A	A	A	A
5MTg6	A	A	A	A	A	B
5MTg7	B	A	A	A	A	A
5MRd1	A	A	A	A	A	A
5MRd2	A	A	A	A	A	A
5ATg1	A	A	A	A	A	A
5ATg2	A	A	A	A	A	A
5ATg3	B	A	A	A	A	A
5ATg4	A	A	A	A	A	A
5ATg5	A	A	A	A	A	A
5ATg6	A	A	A	A	B	A
5ARd1	A	A	A	A	A	A
5ARd2	A	A	A	A	A	A

Cuadro 12. Datos generales del árbol uno.

Especie: Huamanzamana	Árbol N° 1
Nombre científico: <i>Jacaranda copaia</i>	Altitud: 670 m.s.n.m.
Cap: 170 cm	Fecha: 30/10/2008
Dap = 54,113 cm	Observación: Tocón 39 cm
Altura total: 31,07 m	Coordenadas: Este 390694
Altura comercial: 19,87 m	UTM 8970672

Cuadro 13. Datos generales del árbol dos.

Especie: Huamanzamana	Árbol N° 2
Nombre científico: Jacaranda copaia	Altitud: 676 m.s.n.m.
Cap: 165,2 cm	Fecha: 18/11/2008
Dap = 52,585 cm	Observación: Tocón 30 cm
Altura total: 26,08 m	Coordenadas: Este 390980
Altura comercial: 11,78 m	UTM 8970625

Cuadro 14. Datos generales del árbol tres.

Especie: Huamanzamana	Árbol N° 3
Nombre científico: Jacaranda copaia	Altitud: 681 m.s.n.m.
Cap: 163 cm	Fecha: 26/11/2008
Dap = 51,885 cm	Observación: Tocón 23 cm
Altura total: 29 m	Coordenadas: Este 390775
Altura comercial: 12,78 m	UTM 8970603

Cuadro 15. Datos generales del árbol cuatro.

Especie: Huamanzamana	Árbol N° 4
Nombre científico: Jacaranda copaia	Altitud: 661 m.s.n.m.
Cap: 141 cm	Fecha: 28/11/2008
Dap = 44,882 cm	Observación: Tocón 16 cm
Altura total: 28,53 m	Coordenadas: Este 390704
Altura comercial: 15,60 m	UTM 8970599

Cuadro 16. Datos generales del árbol cinco.

Especie: Huamanzamana	Árbol N° 5
Nombre científico: Jacaranda copaia	Altitud: 658 m.s.n.m.
Cap: 142 cm	Fecha: 09/12/2008
Dap = 45,120 cm	Observación: Tocón 19 cm
Altura total: 30,20 m	Coordenadas: Este 390703
Altura comercial: 15,20 m	UTM 8970590

IMÁGENES DEL TRABAJO REALIZADO



Figura 1. Apeo y trozado de arboles



Figura 3. Transporte de tablonnes



Figura 2. Movilización de las trozas

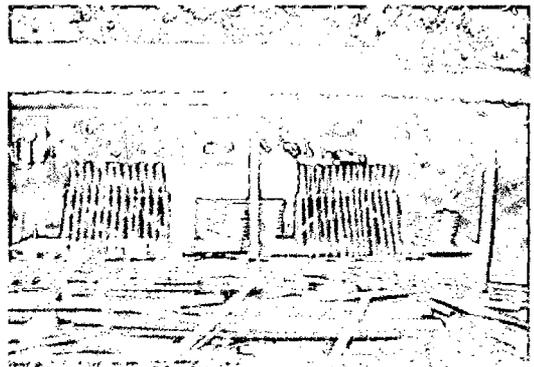


Figura 4. Vista del taller de secado.

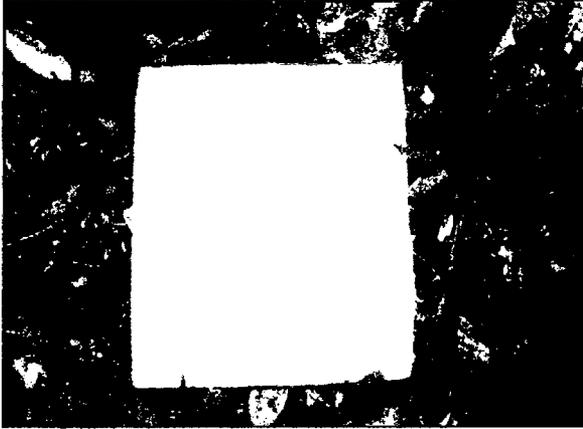


Figura 5. Corte radial del fuste

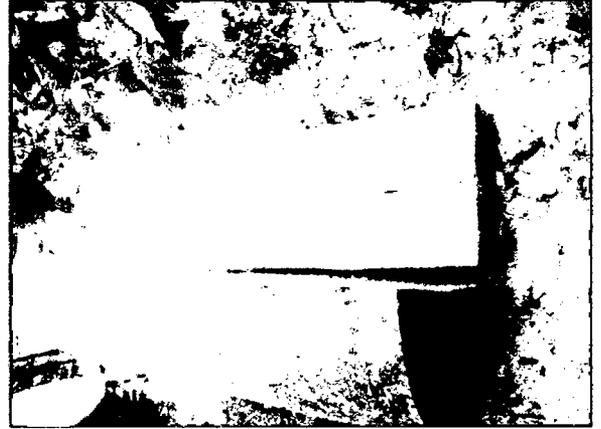


Figura 6. Corte tangencial del fuste



Figura 7. Preparado de las tablas



Figura 8. Apilado con caballete

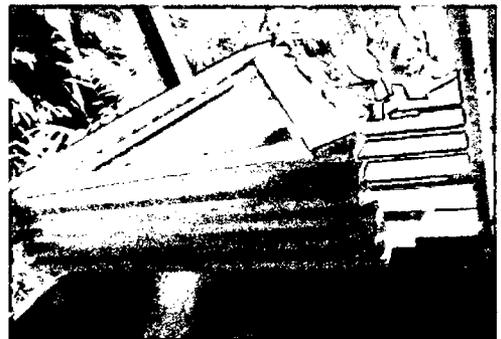


Figura 9. Apilado en triángulo



Figura 10. Marcado de los tablonos.



Figura 11. Evaluación de las tablonos.



Figura 12 peso de las tablillas para CH.



Figura 13. Marca de extremos espesor para contracción.



Figura 14. Evaluación de los tablones para contracción.

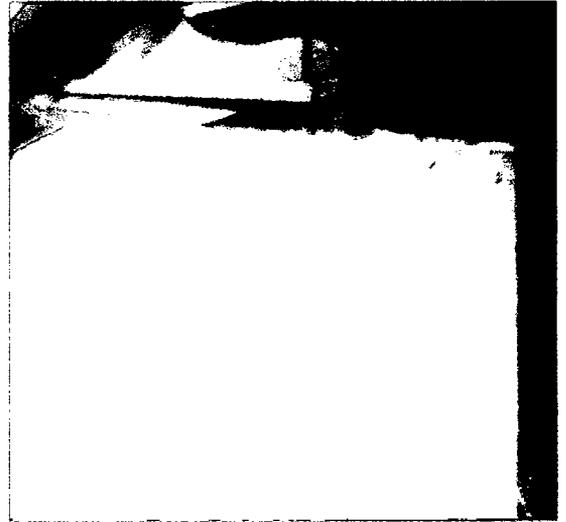


Figura 15. Marca de extremos ancho para contracción.

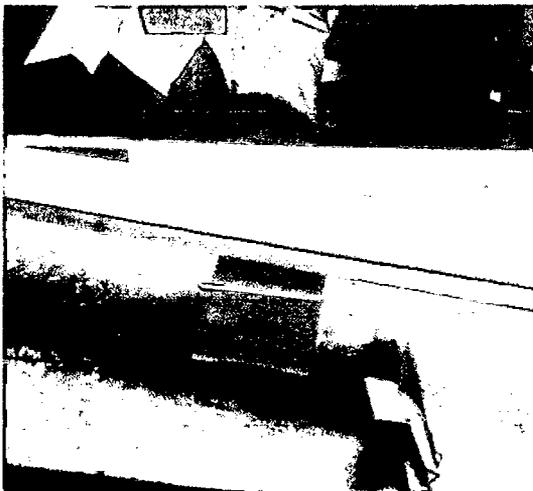


Figura 16. Peso diario de los tablones.



Figura 17. Anotación de los pesos de los tablones