

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



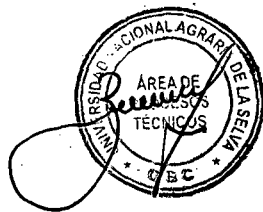
**“CARACTERÍSTICAS DEL SECADO NATURAL EN APILADO TRIÁNGULAR Y EN CABALLETE DE UCSHAQUIRO BLANCO (*Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr) EN TINGO MARÍA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**MENCIÓN FORESTALES**

**PRESENTADO POR:**

**MARÍA ANGÉLICA MOYA VENTURO**

**2015**



**T  
FOR**

**Moya Venturo, María Angélica**

“Características del secado natural en apilado triangular y en caballete de Ucshaquiro Blanco (*Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr) en Tingo María

84 páginas; 45 cuadros; 22 figuras.; 31 ref.; 30 cm.

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

1. **TACHIGALIA CAVIPES.**
2. **HUMEDAD**
3. **SECADO**
4. **APILADO Y CONTRACCIÓN**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Tingo María - Perú



**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 29 de setiembre de 2015, a horas 3:00 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 TRIÁNGULAR Y EN CABALLETE DE UCSHAQUIRO BLANCO (*Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr) EN TINGO MARÍA”**

Presentado por la Bachiller **MOYA VENTURO, María Angélica**, 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, la sustentante queda apta 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 María, 07 de octubre de 2015.

Ing. M.Sc. RICARDO OCHOA CUYA  
PRESIDENTE



Ing. JORGE LUIS VERGARA PALOMINO  
VOCAL

Ing. EDILBERTO DÍAZ QUINTANA  
VOCAL

Ing. MANUEL R. BRAVO MORALES  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A Dios; por darme la vida y por ser la fuente de sabiduría y bondad infinita.

A María del Carmen Venturo Lévano; por ser una madre ejemplar y luchadora, por su profundo amor, guía y apoyo incondicional en cada etapa y formación de mi vida personal y profesional. A mi padre Leoncio Teodulfo Moya Aguirre por su amor, firmeza y la confianza para mi formación como profesional.

A mis hermanos: Jorge Luis Moya Venturo y Carlos Alberto Moya Venturo; que fueron fuente de motivación para seguir adelante y obtener mis logros personales, los amo mucho.

A Jaime Reátegui Amasifuen; por su amor y apoyo incondicional en esta nueva etapa que iniciamos juntos, que con amor y comprensión prevalecerá.

A mis tias Amalia y Clara Ines Venturo Lévano; por ser como una segunda madre y por los sabios consejos que me dieron.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A mi asesor Ing. Manuel Reneyro Bravo Morales, por su valioso aporte y apoyo intelectual.
- A los catedráticos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, que compartieron sus conocimientos y experiencias.
- Al técnico Mario Soza Shapiama, personal del Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal perteneciente a la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por su apoyo durante la ejecución del trabajo de campo de la investigación.
- A mis amigos(as) por el apoyo en la ejecución de la investigación.
- A los alumnos del curso secado y preservado de la madera del ciclo académico 2014 – I, por el apoyo en la ejecución de la investigación.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. La madera.....	3
2.2. Propiedades físicas.....	3
2.2.1. Cambio dimensional o contracción.....	3
2.2.2. Higroscopicidad.....	6
2.2.3. Densidad .....	6
2.2.4. Contenido de humedad .....	9
2.3. El agua de la madera.....	10
2.3.1. Agua libre .....	10
2.3.2. Agua higroscópica.....	10
2.3.3. Agua de constitución .....	11
2.4. Movimiento del agua en la madera .....	11
2.5. Secado de la madera.....	12
2.5.1. Gradiente de humedad y punto crítico .....	13

2.5.2.	Secado al natural o a la intemperie .....	15
2.5.3.	Apilado de madera aserrada .....	16
2.5.4.	Preparación de la madera .....	18
2.5.5.	Techado de los apilados .....	18
2.5.6.	Defectos del secado .....	18
2.5.7.	Recomendaciones generales para secar madera .....	23
2.6.	Ucshaquiro blanco ( <i>Tachigalia cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr) ...	25
2.6.1.	Descripción del árbol en pie .....	25
2.6.2.	Descripción de la madera .....	25
2.6.3.	Propiedades físicas .....	26
2.6.4.	Propiedades mecánicas .....	26
2.6.5.	Características de la troza .....	26
2.6.6.	Aserrado y secado .....	27
2.6.7.	Durabilidad natural y usos .....	27
2.7.	Antecedentes sobre secado de la madera .....	28
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	31
3.1.	Lugar de ejecución .....	31
3.2.	Materiales y equipos .....	32

3.2.1.	Madera .....	32
3.2.2.	Herramientas y equipos utilizados en campo .....	32
3.2.3.	Materiales y equipos del laboratorio .....	32
3.3.	Metodología .....	33
3.3.1.	Ubicación y selección de la especie .....	33
3.3.2.	Toma de datos del árbol en pie .....	33
3.3.3.	Proceso de obtención de la madera .....	34
3.3.4.	Acondicionamiento de las tablas .....	37
3.3.5.	Apilado .....	38
3.3.6.	Distribución de las tablas según los métodos a trabajar ...	38
3.3.7.	Estudio de las propiedades físicas de la madera .....	40
3.4.	Componentes de estudio .....	47
3.4.1.	Factor A: Niveles del fuste.....	47
3.4.2.	Factor B: formas de secado .....	47
3.5.	Tratamientos en estudio.....	48
3.6.	Diseño estadístico.....	48
3.6.1.	Modelo aditivo lineal.....	49
3.6.2.	Esquema del análisis de varianza (ANVA).....	49



3.6.3. Variables: .....	51
3.7. Prueba estadística .....	51
IV. RESULTADOS .....	52
4.1. Curva de secado en el corte tangencial en tres niveles del fuste de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr .....	52
4.2. Curva de secado bajo las técnicas de apilado para el secado al natural en <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr .....	53
4.3. Contracción radial y tangencial en tres niveles del fuste de <i>T.</i> <i>cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr en el proceso de secado al natural.....	54
4.4. Contenido de humedad en ucshaquiro blanco ( <i>Tachigalia</i> <i>cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr) .....	58
4.5. Defectos y deformaciones en las técnicas de triángulo y caballete.....	60
4.5.1. Defecto por separación del leño.....	60
4.5.2. Defecto producido por aserrío .....	61
4.5.3. Defecto producido por secado de la madera.....	62
V. DISCUSIÓN.....	64
5.1. Curva de secado en el corte tangencial en tres niveles del fuste de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr .....	64

5.2.	Curva de secado bajo las técnicas de apilado para el secado al natural.....	66
5.3.	Contracción radial y tangencial en tres niveles del fuste de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr en el proceso de secado al natural.....	67
5.4.	Contenido de humedad en <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr .....	69
5.5.	Defectos y deformaciones en las técnicas de triángulo y caballete.....	71
VI.	CONCLUSIONES.....	73
VII.	RECOMENDACIONES .....	75
VIII.	ABSTRACT .....	76
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	78
	ANEXO .....	83

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Método de la tómbola aplicado para el árbol 1 (repetición 1).....	39
2. Método de la tómbola para el árbol 2 (repetición 2). ....	39
3. Método de la tómbola para el árbol 3 (repetición 3). ....	39
4. Método de la tómbola para el árbol 4 (repetición 4). ....	39
5. Método de la tómbola para el árbol 5 (repetición 5). ....	39
6. Tratamientos o combinaciones y unidad experimental.....	48
7. Esquema del ANVA con dos factores.....	50
8. Variación de humedad en tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr extraídas en diferentes niveles del fuste. ....	52
9. Variación de humedad bajo técnicas de apilado en tablas de <i>T.</i> <i>cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	53
10. ANVA para la contracción radial en tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	55
11. Prueba Tuckey para la contracción radial en tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr. bajo efectos de los niveles del fuste.....	55
12. Prueba Tuckey para la contracción radial en tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr. bajo la técnica de apilado.....	56

13.	ANVA para la contracción tangencial en tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	56
14.	Prueba Tuckey para la contracción tangencial en tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr. bajo efectos de los niveles del fuste....	57
15.	Prueba Tuckey para la contracción tangencial en tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr. bajo la técnica de apilado.....	57
16.	ANVA para el contenido de humedad en tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr extraídas de diferentes niveles del fuste.....	58
17.	Contenido de humedad en muestras de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr extraídas de diferentes niveles del fuste. ....	59
18.	Rajadura en tablas por separación del leño. ....	61
19.	Defecto producido por aserrío – arista faltante.....	62
20.	Defecto producido por secado de la madera.....	63
21.	Formato para datos de contenido de humedad.....	84
22.	Formato de medición para la contracción de la madera.....	84
23.	Características de los árboles utilizados en la investigación. ....	85
24.	Dimensiones de las trozas utilizadas en la investigación. ....	85
25.	Pérdida de humedad (%) en tablas extraídas del árbol 1.....	86
26.	Pérdida de humedad (%) en tablas extraídas del árbol 2.....	89

27.	Pérdida de humedad (%) en tablas extraídas del árbol 3.....	92
28.	Pérdida de humedad (%) en tablas extraídas del árbol 4.....	95
29.	Pérdida de humedad (%) en tablas extraídas del árbol 5.....	98
30.	Contracción (%) en las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr. ...	102
31.	ANVA para la contracción (%) del espesor (radial) en el lado A de las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	104
32.	Estadísticos para la contracción (%) del espesor (radial) en el lado A de las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	104
33.	ANVA para la contracción (%) del ancho (tangencial) en el lado A de las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	105
34.	Estadísticos para la contracción (%) del ancho (tangencial) en el lado A de las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	105
35.	ANVA para la contracción (%) del espesor (radial) en el lado B de las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	106
36.	Estadísticos para la contracción (%) del espesor (radial) en el lado B de las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	106
37.	ANVA para la contracción (%) del ancho (tangencial) en el lado B de las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	107
38.	Estadísticos para la contracción (%) del ancho (tangencial) en el lado B de las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	107

39.	ANVA para la contracción (%) del espesor (radial) 1 en el lado medio de las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	108
40.	Estadísticos para la contracción (%) del espesor (radial) 1 en el lado medio de las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	108
41.	ANVA para la contracción (%) del espesor (radial) 2 en el lado medio de las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	109
42.	Estadísticos para la contracción (%) del espesor (radial) 2 en el lado medio de las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	109
43.	ANVA para la contracción (%) del ancho (tangencial) en el lado medio de las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	110
44.	Estadísticos para la contracción (%) del ancho (tangencial) en el lado medio de las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	110
45.	Contenido de humedad (%) en las tablas de <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Apilado en triángulo.....	17
2. Apilado con caballetes.....	17
3. Muestra de la madera para la preparación de las tablas.....	35
4. Muestra de tabla codificada.....	37
5. Dimensiones para determinar la rajadura en tablas.....	42
6. Dimensiones para determinar la arista faltante en tablas.....	43
7. Dimensiones para determinar la arqueadura en tablas.....	44
8. Dimensiones para determinar la encorvadura en tablas.....	45
9. Dimensiones para determinar la torcedura en tablas.....	45
10. Curva de secado en tablas de T. cavipes (Spr. Ex Benth.) Macbr extraídas en diferentes niveles del fuste.....	53
11. Curva de secado bajo técnicas de apilado en tablas de T. cavipes (Spr. Ex Benth.) Macbr.....	54
12. Contenido de humedad en tablas de T. cavipes (Spr. Ex Benth.) Macbr extraídas de diferentes niveles del fuste.....	60
13. Trozado del fuste.....	113

14. Aserrío de cuartones. ....	113
15. Aserrío con sierra circular. ....	114
16. Cepillada de tablas por la calibradora. ....	114
17. Codificación de las tablas en estudio. ....	115
18. Apilado en triángulo de las tablas en estudio. ....	115
19. Pesada de las tablas. ....	116
20. Medición de defectos durante el secado. ....	116
21. Mapa de ubicación del Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal. ....	123
22. Mapa de dispersión de la especie <i>T. cavipes</i> (Spr. Ex Benth.) Macbr. ....	124



## RESUMEN

Determinar las propiedades en *Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr son importantes debido a la limitada información e influencia sobre el peso, resistencia mecánica, contracción, entre otros aspectos que están afectados por las variaciones climáticas que ocasionan cambios dimensionales, causando defectos durante el secado, tales como grietas y deformaciones. Los objetivos para la especie *Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr fueron: determinar la curva de secado en los tres niveles del fuste, la mejor técnica para el secado de acuerdo a las técnicas de apilado, la variación de la contracción radial y tangencial en los tres niveles del fuste, el contenido de humedad, la presencia de defectos y deformaciones en las técnicas de apilado. La investigación se desarrolló en el Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal de la Facultad de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en Tingo María, región Huánuco. Se utilizó las normas técnicas peruanas NTP - 251.008:1980, NTP - 251.010:2004 y NTP - 251.012:2004, PNTP 251. XXX: 2006; los datos fueron procesados bajo un diseño completo al azar (DCA) con arreglo factorial 3A X 2B con cinco repeticiones. Los resultados indican que la pérdida de humedad en las tablas de la parte basal del fuste (56.22%) superan a las de la parte media (53.42%) y apical (49.90%), con la curva de secado rápido hasta los 16 primeros días y estabilizándose a los 36 días; existe más pérdida de la humedad en tablas apiladas en triángulo, mientras que la rapidez de secado se observó en tablas apiladas en caballete; la contracción radial en la técnica caballete (1.82%) superó al triángulo (1.81%),

influenciada por el nivel de fuste basal (2.03%), media (1.79%) y apical (1.63%), mientras que en el tangencial el apilado en caballete (2.36%) superó al triángulo (2.16%), y el efecto de los niveles del fuste fue para la base (2.31%), la parte media (2.30%) y el apical (2.18%); el contenido de la humedad disminuyó desde la parte basal del fuste hacia la parte apical, siendo 67.34% en promedio; secar madera bajo el apilado en caballete repercute con más arqueadura (0.35%), torcedura (0.25%), abarquillado (0.21%) y encorvadura (0.20%).

## I. INTRODUCCIÓN

La madera es un material de múltiples propiedades como la higroscopicidad, la cual permite que la madera gane o pierda humedad según condiciones del medio que la rodea. Por lo tanto, la humedad relativa (HR), la temperatura y el contenido de humedad en equilibrio (CHE) son determinantes para que la madera adquiera un equilibrio higroscópico, que disminuirá considerablemente sus movimientos (contracciones e hinchamientos).

La madera obtendrá estabilidad dimensional cuando su contenido de humedad (CH) alcance un equilibrio con el contenido de humedad del ambiente, sin embargo, es importante la reducción del contenido de humedad de la madera para aumentar la resistencia contra la pudrición, manchas, ataques de insectos y abaratar el costo de transporte del producto.

Determinar aspectos como el contenido de humedad, densidad básica y anisotropía en ucshaquiro blanco (*Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr) son aspectos importantes debido a la limitada información y tiene influencia sobre el peso, resistencia mecánica, contracción, expansión, conductibilidad térmica y acústica, durabilidad y permeabilidad, aspectos que están afectados por las variaciones climáticas que ocasionan cambios dimensionales, causando defectos durante el secado, tales como grietas y deformaciones.

La importancia de la investigación, radica en conocer las características del secado natural con dos técnicas de apilado, que permite dar el uso adecuado en los diferentes valores agregados que se le puedan designar y tal es así que la justificación está enmarcado en el uso sostenible del aprovechamiento que se le asigne a esta especie. Surge entonces la interrogante: ¿Tendrá buenas características en el secado natural bajo dos técnicas de apilado de ucshaquiro blanco (*Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr)? Se ha determinado que la hipótesis nula respecto al proceso de secado natural de ucshaquiro blanco (*Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr), al confirmar que se obtienen productos estables dimensionalmente y competitivos en el mercado, es decir, cumplen estándares de calidad. En base a esta Los objetivos planteados fueron:

- Determinar la curva de secado del corte tangencial en tres niveles del fuste.
- Determinar mediante las curva de secado la mejor técnica para el secado al natural de acuerdo a las técnicas de apilado en triángulo y en caballete.
- Calcular la variación de la contracción radial y tangencial en los tres niveles del fuste de ucshaquiro blanco (*Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr) en el proceso de secado al natural.
- Determinar el contenido de humedad de ucshaquiro blanco (*Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr).
- Determinar la presencia de defectos y deformaciones en las técnicas de triángulo y caballete.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. La madera**

Según GUTIÉRREZ (1990), la madera puede definirse como el conjunto de tejidos de xilema que forman el tronco, raíces y ramas de los vegetales leñosos.

Matte (2011), citado por ZEVALLOS (2012), menciona que la madera contiene pequeños tubos que transportan agua desde las raíces a las hojas, estos vasos conductores están dispuestos verticalmente en el tronco y son los que forman su veta.

Matte (2011), citado por ZEVALLOS (2012), menciona que las maderas se clasifican en duras y blandas, según el árbol del que se obtienen. La madera de los árboles de hoja caduca (caducifolios) es madera dura, en tanto las de las coníferas están clasificadas como blanda.

### **2.2. Propiedades físicas**

#### **2.2.1. Cambio dimensional o contracción**

Es la disminución o pérdida de volumen de la madera, bajo el PSF y se expresa como porcentaje de la dimensión de la madera en estado verde.

Además es una de las características más indeseables de la madera y es la responsable en gran medida de los inconvenientes y dificultades que se encuentran con ella en la construcción (PÉREZ, 1983).

La causa de los cambios dimensionales se debe a la pérdida o ganancia del agua higroscópica entre la estructura celulósica de la pared celular, se puede considerar que las maderas con mayor densidad contienen más agua higroscópica que las de menor densidad y por eso las de mayor densidad tienen mayor contracción que las de menor densidad. Cuanto mayor es la diferencia en la contracción radial y tangencial, significa que la distorsión será mayor en el secado eventualmente, la madera llega a estabilizar sus dimensiones con un equilibrio de 12% de contenido de humedad (DÍAZ, 2005).

Como la madera tiene un comportamiento anisotrópico, los cambios dimensionales normales de la madera son de magnitud diferentes en las direcciones tangenciales, radiales y longitudinales. La contracción tangencial es 1.5 a 3 veces mayor que la contracción radial y la contracción longitudinal es normalmente despreciable en la madera. Las diferencias entre contracción tangencial y radial son debidas por una parte al potencial favorecimiento 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. La limitada contracción longitudinal es debida a la orientación longitudinal de los principales tejidos constituyentes de la madera (ANANÍAS, 1992).

La contracción y expansión de la madera son los cambios dimensionales tanto en sentido radial, tangencial y longitudinal, que sufre la madera como consecuencia del cambio de su contenido de humedad por debajo del punto de saturación de las fibras. La causa de estos cambios dimensionales se debe principalmente a la pérdida o entrada del agua higroscópica entre la estructura celulósica de la pared celular. El agua libre no tiene ninguna influencia en estos cambios (ARÓSTEGUI, 1982).

RODRÍGUEZ (1998) agrega que en el proceso de hinchamiento o expansión, la toma de agua por la madera hasta alcanzar el punto de saturación de las fibras se realiza mediante los mecanismos siguientes:

- Sorción molecular superficial (hasta alcanzar el 8%)
- Adsorción superficial (hasta alcanzar el 15 – 16%)
- Condensación capilar (hasta alcanzar el 30%)

La contracción es una de las características más indeseables de la madera y es la responsable en gran medida, de los inconvenientes y dificultades que se encuentran con ella en la construcción (PÉREZ, 1983).

La contracción en la dirección tangencial es siempre más importante que la contracción radial y más característica del comportamiento de una madera en cuanto a estabilidad durante el proceso de secado.

La contracción corrientemente se estudia en tres modalidades: radial, tangencial y volumétrica; la relación tangencial - radial permite predecir

si la madera sufrirá agrietamientos, torceduras u otros defectos durante el secado (JUNAC, 1988). La madera densa tiende a contraerse porque carece de espacios en las cavidades celulares (lúmenes), ocurriendo lo contrario en madera menos densas (ÁLVAREZ y FERNÁNDEZ, 1992).

### **2.2.2. Higroscopicidad**

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 (SOLANO, 1998).

#### **2.2.2.1. Curvas de equilibrio higroscópico**

Las curvas establecen la variación de la humedad de equilibrio higroscópico (HEH) con la variación de las características higrotérmicas del medio. La madera es más sensible a los cambios de humedad relativa que a los cambios de temperatura. En la variación de la humedad de equilibrio higroscópicos (HEH) va a tener más peso la Hr que la T° (SOLANO, 1998).

### **2.2.3. Densidad**

ANANÍAS (1992) describe que la densidad de la madera expresa la relación entre la masa de los distintos tipos de elementos que forman la madera y el volumen que ellos ocupan. Como la madera es un material poroso, debe considerarse al referirse a la densidad de la madera el volumen interno de espacios existentes. El contenido de humedad de madera influye sobre la



relación madera - volumen, es decir, es afectado el peso y las dimensiones de la madera.

Uno de los factores con mayor influencia sobre el proceso de secado es la densidad de la madera. Este hecho es debido a que al aumentar la densidad, los tiempos de secado se incrementan como consecuencia de la mayor resistencia al movimiento del agua hacia el exterior. Este fenómeno se produce porque las maderas densas tienen una estructura anatómica particular, con paredes celulares más gruesas y cavidades (lúmenes) más reducidas que las maderas más ligeras, por lo que ofrecen una mayor resistencia al paso del agua. Además, a igual contenido de humedad, una madera densa tiene una mayor capacidad de fijación de agua en su estructura.

Por ello, la edad de corta de la madera influye significativamente en el comportamiento durante el secado. De este modo, en caso de las maderas procedentes de eucalipto jóvenes (edad aproximada de 15 años) con una densidad reducida, presenta contenidos de humedad iniciales comparativamente más elevados aunque un ritmo de secado más rápidos (mayor proporción de agua libre fácilmente eliminable) que el de madera de eucaliptos de mayor edad (ANANÍAS *et al.*, 1994).

En caso de eucaliptos con edades aproximadas a los 30 años, la densidad no se distribuye uniformemente en el tronco del eucalipto, existiendo diferencias próximas al 100% entre la zona de la médula del tronco (valores cercanos a 500 kg/m<sup>3</sup>) y la zona cercana a la corteza con valores superiores a

900 kg/m<sup>3</sup>. Dado que las variaciones de densidad implican distintos comportamientos, será necesario considerar estas particularidades de la madera de esta especie a la hora de conducir su proceso de secado.

#### **2.2.3.1. Densidad básica de la madera**

Relaciona la masa anhidra de la madera y su volumen con humedad igual o superior al 30%. La densidad de un cuerpo es el coeficiente formado por masa y volumen.

En la madera, por ser higroscópica, la masa y el volumen varían con el contenido de humedad; por lo que resulta importante expresar la condición bajo la cual se obtiene la densidad. Esta es una de las características físicas más importantes, ya que está directamente relacionada con las propiedades mecánicas y durabilidad de la madera (CORPORACIÓN CHILENA DE LA MADERA, 2003).

Cuando la madera está seca, su densidad indica la cantidad aproximada de espacios libres (cavidades celulares) disponibles para contener líquidos, en consecuencia, cuando mayor amplitud de estas cavidades celulares (lúmenes) menor será su densidad y mayor la absorción que pueda lograrse (ARÓSTEGUI, 1982).

#### **2.2.3.2. Contenido de humedad en base seca**

Es la cantidad de agua presente en la madera; se expresa como porcentaje del peso de la madera seca o anhidra y se calcula con la fórmula:

$$CH (\%) = \left( \frac{PI - PO}{PO} \right) \times 100$$

Donde:

CH= contenido de humedad (%)

Pi = peso inicial (g)

Po = peso en estado Anhidro (g)

### **2.2.3.3. Medición del contenido de humedad**

En la práctica, la cantidad de agua existente en la madera se determina según métodos principales: directo, por diferencias de peso, e indirecto, con ayuda de xilohigrómetros eléctricos.

### **2.2.4. Contenido de humedad**

CUEVAS (2003) afirma que en un árbol recién cortado, su madera contiene una importante cantidad de agua, variando el contenido según la época de año, región de procedencia y la especie forestal de que se trate. Las maderas livianas por ser más porosas, contienen mayor cantidad de agua que las pesadas.

Los modelos existentes para determinar el CH son los métodos de pesada, destilación y el empleo de medidores eléctricos. El método de secado en estufa o pesada, es el más exacto y confiable, excepto cuando se emplea algunas maderas que contienen un porcentaje de sustancias volátiles, ya que

en este caso se debe utilizar otro proceso. El método tiene desventajas, puesto que es destructivo, teniendo que cortar la madera que se desea estudiar y la obtención de resultados no es inmediata, porque el tiempo mínimo requerido dependerá de la evaporación total de humedad de madera (DÍAZ, 2005).

### **2.3. El agua de la madera**

POMACHAGUA (1993) indica que la madera está constituida por:

#### **2.3.1. Agua libre**

Se encuentra ocupando las cavidades celulares (lumen) de los elementos vasculares, limitada por el volumen del poro. La pérdida de esta agua se realiza con rapidez por evaporación ya que se encuentra retenida por fuerzas capilares muy débiles, la madera no experimenta cambios dimensionales aunque el peso disminuye.

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

Se considera como valor teórico una humedad del 30%. En esta condición las paredes celulares están completamente saturadas, pero sus cavidades vacías.

#### **2.3.2. Agua higroscópica**

Se halla contenida en las paredes celulares. Su eliminación ocurre con mayor lentitud.

### **2.3.2.1. Equilibrio higroscópico**

Es el estado de equilibrio de la madera con el medio ambiente que se la rodea. Se localiza en el rango de 12% y 18%.

El conocimiento de la humedad de equilibrio (CHE) de la madera es fundamental para la conducción del secado artificial, porque es el parámetro que ayuda a guiar la manipulación de la temperatura y la depresión psicrométrica en el interior del horno, hasta alcanzar el nivel de humedad al que la madera será procesada o utilizada (VISCARRA, 1998).

### **2.3.3. Agua de constitución**

Forma parte de la materia celular de la madera y que no puede ser eliminada. Se pierde por combustión.

Por lo anterior, puede afirmarse que existen dos etapas bien definidas en el proceso de secado: La eliminación del agua libre hasta el Punto de saturación de las fibras y la eliminación del agua de impregnación hasta el 7% máximo, contenido de humedad, ideal para el uso de madera en muebles de gran calidad (POMACHAGUA, 1993).

## **2.4. Movimiento del agua en la madera**

ARROYO (1983) manifiesta que el movimiento del agua no son las mismas en todas las direcciones con respecto a los ejes principales del árbol. En la dirección longitudinal, el movimiento del agua en forma de vapor es

favorecido por la estructura tubular de las células, moviéndose de 12 a 15 veces más rápidamente a lo largo del grano que a través de él, de tal manera que en una pieza de forma cúbica la mayor cantidad de agua se evapora por los extremos. En la práctica, sin embargo, como la longitud de los miembros estructurales es muy superior al espesor, la mayor cantidad de agua se pierde por los lados.

## **2.5. Secado de la madera**

Es el proceso de eliminar el exceso de agua de la madera para facilitar su posterior procesamiento y regularidad. Pero el concepto de secado va más allá de una simple definición, abarca el conocimiento de la materia prima, de su comportamiento y de los equipos utilizados para adelantar un procesamiento óptimo.

Según POMACHAGUA (1993) agrega, 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. Este proceso ocurre por 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.

Señala también 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.

Aróstegui (1974), citado por GALLO (2009), menciona que el proceso de secado se basa en aprovechar la capacidad de la madera para intercambiar humedad con el ambiente en que se ubique. En el secado en cámara, la madera se somete artificialmente a condiciones más severas, forzando ese intercambio de humedad.

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).

MORA (2014) indica que se debe secar la madera porque es una medida de protección contra hongos, tiene ventaja económica para el transporte y posee mayor estabilidad dimensional, disminuyendo la presencia de defectos.

### **2.5.1. Gradiente de humedad y punto crítico**

El gradiente de humedad es la diferencia en el contenido de humedad entre dos puntos de una pieza de madera; por ejemplo, si una pieza tiene un contenido de 85% de humedad en la zona central, en la superficie podrá tener 75%, la diferencia (10%) es el gradiente de humedad en ese

momento y entre esos dos puntos. La gradiente de humedad promueve la movilización de agua presente en las zonas internas, por difusión; de modo que se trata de una situación que interesa aprovechar para conseguir el secado. En piezas de poco espesor, normalmente se mantiene un gradiente de poca importancia entre las zonas internas y externas; en cambio en piezas espesas las condiciones de temperatura y humedad relativa del aire circundante pueden acelerar la evaporación superficial y provocar un gradiente importante o agudo entre ambas zonas (DURÁN, 1986).

Cuando al zona superficial de una pieza se ha secado a menos de 25% - 30% y la zona interior tiene un contenido de humedad mayor, la primera se contrae y comprime a la segunda; la zona interior (más húmeda) resiste la compresión y se desarrollan esfuerzos de tensión perpendiculares al grano en las zonas periféricas y sobre todo en los cortes transversales de las cabezas, donde la difusión es más rápida. La intensidad de aparición de estos defectos depende, por un lado de la intensidad del gradiente de humedad y, por otro lado, de las características particulares de la madera en secado.

De la interacción de estos dos factores, surge el denominado punto crítico; siendo definido como la combinación de condiciones de secado que por su severidad provocan la aparición de defectos en una madera. La aparición de grietas superficiales es sin duda la manifestación más común, pero también pueden aparecer rajaduras, grietas internas, alabeos y colapso. El punto crítico es variable con las maderas y constituye una forma de comportamiento característico en el secado (bajo cualquiera de las diferentes técnicas posibles),



de cada especie o grupos de especies. En general las coníferas son maderas de fácil secado, teniendo puntos críticos elevados, de modo que por lo común no presentan problemas importantes durante el proceso de secado y se puede aplicar en ellas técnicas de secado acelerado y con altas temperaturas en hornos. En latifoliadas, hay especies que también son de fácil secado, mientras que hay otras que requieren un proceso cuidadoso y, en especial, condiciones suaves de secado antes de que baje su contenido de humedad al nivel del punto de saturación de las fibras.

### **2.5.2. Secado al natural o a la intemperie**

Este sistema consiste en secar la madera en las condiciones de circulación natural de la atmósfera externa y sin ningún tipo de construcción, salvo las bases para el encastillado (o apilado) de la madera (DURÁN, 1986). Consiste en estacionar madera verde en un lugar abierto un determinado periodo de tiempo, durante el cual la madera entrega humedad a la atmosfera y tiende a llegar al punto de equilibrio higroscópico con el ambiente; es la forma más sencilla y en muchos casos la más barata entre los métodos de secado (ANANÍAS, 2005).

Algunas veces, el objetivo es bajar el contenido de humedad de la madera a su nivel de equilibrio con las condiciones climáticas. Otras, es secar la madera lo suficiente como para permitir un transporte más económico, o como presecado 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 principales factores que influyen en un buen secado al natural son: Contar con un lugar adecuado (patio o pampa). Para exponer la madera al natural y, el apilado, debe ser efectuado de tal modo, que el aire circule alrededor de cada una de las piezas de madera.

El mejor método de apilar madera para un secado rápido, con el mínimo de agrietamiento y torcimiento, es el apilado plano. Sin embargo, para que las maderas se 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 triangulo o rectángulo” (ANANÍAS, 2005).

El secado se consigue por la interacción de una serie de factores, que deben ser bien conocidos para manejarlos de modo que se obtengan buenos resultados. Dichos factores son: movilidad del aire, temperatura ambiente, humedad relativa del aire, insolación, sistema de encastillado y comportamiento de la madera (DURÁN, 1986).

### **2.5.3. Apilado de madera aserrada**

#### **2.5.3.1. Apilado en triángulo**

Se utiliza especialmente para tablonos y no requiere de viguetas o separadores para permitir la circulación del aire ya que es el espacio se logra a través del entrecruzamiento de los extremos de las tablas (Figura 1). Es conveniente protegerlos de la lluvia y de la incidencia directa del sol a través de una cubierta o techo (ANANÍAS, 2005).



Figura 1. Apilado en triángulo.

### 2.5.3.2. Apilado con caballetes

Utilizado en especies que tienen alto contenido de humedad inicial 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 (Figura 2), permitiendo una velocidad de secado rápida en la parte superior de las viguetas (ANANÍAS, 2005).

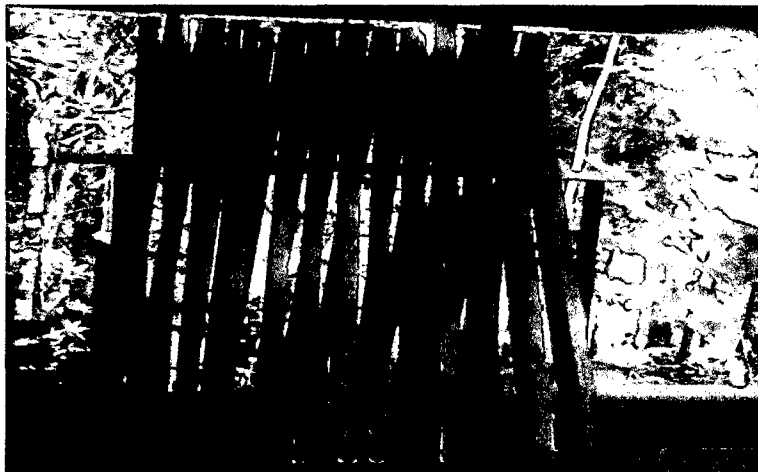


Figura 2. Apilado con caballetes.

#### **2.5.4. Preparación de la madera**

Durante el secado natural es conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos a fin de contrarrestar los agentes biodegradantes como insectos, hongos, sol, la lluvia entre otros que son agresivos, y la posible formación de grietas, rajaduras y deformaciones. Aplicar, por aspersion o inmersión, sustancias inmunizantes para evitar el ataque de hongos e insectos.

#### **2.5.5. Techado de los apilados**

Es necesario en casi todos los casos, techar las pilas de madera, para no retrasar el secado y evitar la pérdida de madera por desclasificación. Para mejorar la eficacia, el techo debe sobresalir en los costados y extremos de las pilas. El techo debe sobresalir unos 30 cm en el frente, unos 80 cm en la parte posterior y unos 20 cm por los costados. El techo debe seguir un declive que permita el fácil escurrimiento del agua hacia su parte posterior (pendiente de 10 - 25%).

#### **2.5.6. Defectos del secado**

##### **2.5.6.1. Grietas superficiales**

Ocurren en las caras de las tablas durante las primeras etapas del secado. Las causas más comunes del agrietamiento superficial son el rápido secado en las primeras etapas del estacionamiento o la súbita aplicación de un severo aumento en la tasa de secado, en las últimas etapas. Frecuentemente

los lados de las grietas se cierran en la superficie al final del proceso, cuando se invierten los esfuerzos y no son visibles en la superficie hasta que la tabla sea cepillada.

Una segunda causa del agrietamiento superficial es la aplicación de un tratamiento de elevada humedad a tablas cuyo centro ha secado bajo el punto de saturación de las fibras, seguido de un rápido resecado de la superficie. Por ejemplo, este problema puede ser causado por humedecimiento debido a la lluvia y un subsecuente rápido resecado (VISCARRA, 1998).

#### **2.5.6.2. Grietas internas**

Comienzan generalmente en las últimas etapas del secado como resultado directo de rigurosas condiciones de secado en las primeras etapas, que originan esfuerzos intensos de tensión en la superficie y de compresión en el centro. Las grietas se generan en el interior de la tabla pudiendo extenderse hasta la superficie. El excesivo agrietamiento interno se denomina "apanalamiento".

#### **2.5.6.3. Rajaduras**

Son separaciones longitudinales de las fibras que atraviesa de una cara a la otra de la pieza. Ocurren en los extremos de una tabla debido a una rápida pérdida de agua que origina esfuerzos de tensión. De los agrietamientos experimentados, éste es probablemente el más común y severo.

#### **2.5.6.4. Prevención del agrietamiento**

El método adecuado de prevención del agrietamiento es aplicar las condiciones de secado más apropiadas para cada especie a ser secada. La severidad de los esfuerzos puede ser controlada por la condición de gradiente de humedad, la cual depende de la depresión del bulbo húmedo; por ello, en la mayoría de los casos, los primeros estados del secado deberían ser llevados a altas humedades relativas, o sea, utilizando una pequeña depresión psicrométrica.

Si las grietas son severas, se debe someter la carga a un corto tratamiento de elevada humedad a una temperatura de bulbo seco de alrededor de 11 °C, más alta que la utilizada, con una depresión de bulbo húmedo de no más de 3 °C. La duración de este tratamiento no se prolongará más de 1 ó 2 horas, lo suficiente sólo para que las capas exteriores tomen 1 ó 2% de contenido de humedad y luego resecar en condiciones menos severas que las empleadas antes del tratamiento de elevada humedad.

El agrietamiento y rajaduras de los extremos se puede también evitar por el sellado de los extremos de las tablas con una adecuada pintura impermeabilizante (VISCARRA, 1998).

#### **2.5.6.5. Colapso**

Se produce durante la salida del agua libre de las células, en maderas de baja permeabilidad, al generarse una tensión capilar muy elevada

que puede llegar a superar la resistencia mecánica de la madera produciendo un aplastamiento irregular de la estructura celular.

Este defecto, por lo tanto, solo tiene lugar durante las primeras etapas del secado cuando la madera está todavía muy húmeda (por encima del PSF) y su aparición está vinculada a la existencia de temperaturas elevadas.

El colapso se manifiesta externamente mediante ondulaciones (características de los despieces radiales) y otras deformaciones de la madera. En ocasiones también puede provocar la aparición de fendas en el interior de la madera, aunque esto es menos habitual. La forma más razonable de evitar la aparición de colapso, consiste en emplear temperaturas reducidas durante las primeras etapas del secado, mientras no se alcance el valor del punto de saturación de la fibra.

Cuando el colapso no produce fendas internas, sus defectos pueden disminuirse considerablemente sometiendo la madera a un tratamiento de vaporización. Otra opción consiste en eliminar las irregularidades superficiales de la madera colapsada mediante cepillado, lo que afectará sensiblemente al rendimiento final del proceso (ÁLVAREZ-NOVES y FERNÁNDEZ-GOLFÍN, 1996).

#### **2.5.6.6. Torceduras**

El término "torceduras" generalmente se considera en alguno de los siguientes casos:

- a. Acanaladura o abarquillado, que es la tendencia de algunas tablas de corte plano a desarrollar una curvatura a lo ancho de la pieza.
- b. Revirado, es la distorsión en el largo de la pieza.
- c. Combadura o arqueado, cuando la curvatura se encuentra a lo largo de la cara de la tabla.
- d. Encorvadura, que es la curvatura del lado o canto de una tabla.

Probablemente, el mayor factor causante de torceduras sea el apilado incorrecto. Cuando la madera está sujeta a una alta temperatura, se vuelve más plástica y, por ello, adopta la forma que le dictan los esfuerzos aplicados a ella y de ahí se puede ver que, si el espaciamiento de los separadores en una pila no está alineado verticalmente, el peso de la madera sobre una tabla particular ocasiona que la pieza se flexione alrededor del separador que está desalineado. La madera que está en esa posición adquiere deformaciones permanentes.

En forma similar, si los espaciamientos de los separadores son muy grandes la tabla puede tender a hundirse entre ellos.

La variación en la tasa de contracción radial y tangencial es generalmente responsable de la tendencia de las tablas anchas de corte plano a desarrollar acanaladuras. En este caso, la cara de la tabla cerca al centro del tronco se aproxima más a un corte radial, comparado con las superficies opuestas y por ello se contrae menos en ancho y a esto se deben las



diferencias, ya que los cantos exteriores de la tabla tienden a curvarse desde el centro o corazón.

De lo anterior se puede deducir que el método más efectivo de minimizar las torceduras es que las pilas estén cuidadosa y exactamente construidas y que los separadores sean de un espesor uniforme, igualmente espaciados y en un perfecto alineamiento vertical sobre el centro de los apoyos. Luego, cuando la madera a ser secada es mayormente de corte plano o de una especie susceptible a las torceduras, los separadores deben ser ubicados lo más cercanos entre sí.

Si a pesar de las precauciones ocurren las torceduras, éstas pueden ser eliminadas aplicando el tratamiento de vaporizado. Este debe ser ejecutado cuando la carga ha alcanzado el contenido de humedad final deseado y en un período de tiempo suficiente como para enderezar las piezas. La carga debería entonces ser enfriada y se debe evaporar la humedad absorbida por la madera durante el reacondicionamiento, antes de que los pesos sean removidos (VISCARRA, 1998).

### **2.5.7. Recomendaciones generales para secar madera**

**Clasificación de la madera.**- Es muy importante que la partida a secar este formada de madera homogénea en cuanto a su densidad. Para ello debe evitarse mezclar en una misma partida la madera procedente de la parte central del tronco (con una reducida densidad) con el resto del despiece.

Por otro lado, los defectos presentes en la madera (nudos, desviación de la fibra, etc.), producen durante el secado deformaciones en la zona de influencia afectada. Para evitar este hecho, es conveniente realizar una preselección de la madera, desechando aquella fracción que por sus características no sea apta para el proceso de secado. La desviación de la fibra tiene una gran influencia al provocar importantes deformaciones no recuperables en las tablas (ÁLVAREZ-NOVES y FERNÁNDEZ-GOLFÍN, 1996).

Para VISCARRA (1998), la homogeneización de la carga de madera facilita el secado en hornos. Tal uniformidad del material se logra seleccionándolo por: especie, espesor, nivel de humedad, tipo de madera (albura y duramen) y cortes radiales o tangenciales.

Aunque en el medio no se aplican todos los procedimientos de selección, es aconsejable su implementación para el mejor desempeño del trabajo, ya que los programas de secado se conducen según las condiciones del material más difícil de secar o el que limite la aceleración del proceso.

**Pauta de aserrado radial.**- La obtención de piezas radiales en el despiece de la madera en rollo, minimizará la incidencia de posibles deformaciones de la madera una vez puesta en servicio. Esto debido al carácter anisótropo de la madera con una marcada diferencia entre los coeficientes de contracción en dirección tangencial y radial.

La mayoría de las especies forestales presentan variaciones dimensionales en sentido tangencial que, prácticamente, duplican a las

obtenidas en sentido radial. Por ello, los despieces más estables serán aquellos con orientación radial y en los que la anchura de la tabla sea aproximadamente el doble de su espesor (ÁLVAREZ-NOVES y FERNÁNDEZ-GOLFÍN, 1996).

## **2.6. Ucshaquiro blanco (*Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr)**

Según la CONFEDERACIÓN PERUANA DE LA MADERA (2008), describe las características de esta especie a continuación:

### **2.6.1. Descripción del árbol en pie**

El fuste es recto, cilíndrico, base de forma irregular, 30 metros de altura total promedio. Altura comercial de 19 metros. Diámetro a la altura del pecho promedio de 70 cm. La copa es grande, aparasolada. La corteza externa es de color marrón oscuro de textura poco arenosa, apariencia ligeramente fisurada. Su espesor es de 3 cm. La corteza interna de color marrón pálido, de textura lisa.

### **2.6.2. Descripción de la madera**

- Brillo: Alto.
- Grano: Entrecruzado.
- Textura: Gruesa.
- Veteado: Sin veteado característico.
- Olor: Ausente cuando fresca, característico.

### **2.6.3. Propiedades físicas**

- Densidad básica: 0.32 g/cm<sup>3</sup>
- Contracción volumétrica: 9.80%
- Relación T/R: 2
- Contracción tangencial: 6.60%
- Contracción radial: 3.40%

### **2.6.4. Propiedades mecánicas**

- Módulo de elasticidad en flexión: 110 tn/cm<sup>2</sup>
- Módulo de ruptura en flexión: 699 kg/cm<sup>2</sup>
- Comprensión paralela: 391 kg/cm<sup>2</sup>
- Comprensión perpendicular: 64 kg/cm<sup>2</sup>
- Corte paralelo a las fibras: 81 kg/cm<sup>2</sup>
- Dureza de lados: 308 kg/cm<sup>2</sup>
- Tenacidad: 2.28 kg-m

### **2.6.5. Características de la troza**

- Diámetro: Diámetro promedio de 28 pulgadas.
- Forma: Cilíndrica, recta.
- Defectos: No significativos.

- Conservación: Los insectos y los hongos pueden atacar a las trozas de ucshaquiro blanco y por tanto se recomienda acortar el tiempo de almacenamiento en el bosque y aplicarle un tratamiento fungicida e insecticida.

#### **2.6.6. Aserrado y secado**

Aserrío moderadamente difícil. Trabajabilidad es regular a excelente. Presenta una resistencia mecánica de baja a media.

Presenta un excelente comportamiento al cepillado, regular comportamiento al torneado, buen comportamiento al taladrado y excelente comportamiento al moldurado. De secado natural rápido. Presenta un buen comportamiento al secado artificial con un programa moderado.

#### **2.6.7. Durabilidad natural y usos**

- Durabilidad natural: Tiene una resistencia moderada al ataque biológico.
- Preservación: Es moderadamente fácil de preservar por sistema baño caliente – frío y fácil de preservar por el sistema de vacío a presión.
- Usos: Estructuras. Carpintería de obra. Mueblería. Encofrados. Carrocerías. Cajonerías livianas.

## 2.7. Antecedentes sobre secado de la madera

En Tingo María, ÁLVAREZ (2009) utilizó madera de la especie forestal Huamanzamana (*Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don.) extraída del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS). Se cortó tablas de tres niveles del fuste, dos tipos de cortes y se evaluó el comportamiento de dos técnicas de secado, apilado en triángulo y con caballete. Los resultados muestran que esta especie se puede apilar indistintamente de forma triangular o con caballete sin diferencias estadísticas; presenta mayor pérdida de contenido de humedad en la técnica de caballete llegando a menor de 30% a los 25 días de evaluación q en la de triángulo; con mayor rapidez de secado natural en el corte tangencial en los primeros 20 días de evaluación alcanzando 29.25% de contenido de humedad en comparación al 32.15% en el corte radial; mayor rapidez de secado ocurre en el ápice del fuste alcanzando 23.33% de contenido de humedad a 30 días de evaluación; el contenido de humedad es mayor en el nivel medio del fuste con 96.97%, siendo menores en los niveles ápice y base del fuste; la presencia de defectos y deformaciones ocurrió en mayor proporción en el corte tangencial y el apilado en triángulo.

En Tingo María, GALLO (2009) realizó la investigación con la finalidad de determinar las características de secado al natural en la especie forestal *Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker F. Ex Chuman "Capirona" a tres niveles del fuste, en la zona de Tingo María, en donde manifiesta que existe alta diferencias significativas para el contenido de

humedad entre los bloques (árboles) presentes en los niveles base, medio y ápice del fuste de la capirona, específicamente indica que el contenido de humedad en los niveles del fuste es ascendente desde la parte basal hasta el ápice, hay menor contenido de humedad en la parte basal (62.75%), seguido de la parte media (65.25%) y la parte del apical (68.63%) con mayor contenido de humedad, en cuanto a la técnica de secado obteniendo mayor velocidad de secado a los 11 días con 29.69% de CH en la técnica de caballete. Además, Kollman (1970), citado por el mismo autor en mención, añade que el contenido de agua en el árbol varía según la altura y el radio del tronco, así como de la temporada del año, también dice que en los árboles jóvenes la humedad es más alta y sus variaciones durante el año son mayores que en los árboles viejos.

En Tingo María, SEGURA (2012) determinó la densidad básica entre árboles y niveles del fuste (base, media y ápice) de la especie forestal bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.), registrando el promedio total de la densidad básica determinado en  $0.33 \text{ g/cm}^3$ , encontrando diferencias estadísticas significativas de disminución de valores en el fuste entre la densidad de la base ( $0.38 \text{ g/cm}^3$ ) con la densidad del nivel medio ( $0.30 \text{ g/cm}^3$ ) y en la parte apical ( $0.31 \text{ g/cm}^3$ ), pero no hubo diferencias significativas entre los cinco árboles posiblemente debido a la homogeneidad del terreno de donde se extrajo los individuos.

La duración del proceso de secado natural depende de la clase de madera y de su espesor. Cuando al madera tiene ya una humedad

determinada, se lleva bajo tinglado hasta su secado final; el tinglado no ha de obstruir la circulación del aire, pero si proteger contra la lluvia y el sol. La evaporación del agua de la superficie de la madera depende fundamentalmente de la humedad, temperatura y movimiento del aire y del tamaño de la superficie. Al talar un árbol el agua se encuentra como agua libre en las cavidades celulares y como agua higroscópica en las paredes de las células. El agua libre se cede con relativa rapidez por que el movimiento del agua hacia el exterior se ve facilitado por la estructura tubular de las células. En cambio el agua ocluida elimina lentamente el agua, pues únicamente puede producirse por difusión hacia el exterior (NUTSCH, 1996).

El contenido de humedad en equilibrio depende de la temperatura del aire circundante, de la humedad relativa y de las condiciones de secado a las cuales haya sido sometida previamente la madera. Maderas que son aparentemente iguales, generalmente no alcanzan el mismo contenido de humedad de equilibrio bajo idénticas condiciones atmosféricas, debido a las variaciones en los contenidos de extractivos o a condiciones previas de secado, las cuales pueden originar uniones permanentes de los grupos hidroxilos y en consecuencia una disminución de la capacidad de la madera para absorber humedad (ARROYO, 1983).



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

El presente estudio se desarrolló en el Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables pertenecientes a la Universidad Nacional Agraria de la Selva "UNAS", ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia Leoncio de Prado, distrito de Rupa Rupa y región de Huánuco.

Ecológicamente, de acuerdo a la clasificación de zonas de vida y el diagrama bioclimático (ONERN, 1976), Tingo María se encuentra en la formación vegetal de Bosque muy húmedo Premontano Tropical (Bmh - PT) y de acuerdo a las regiones naturales del Perú, corresponde a Rupa Rupa o Selva Alta.

GALLO (2009) indica que la ciudad de Tingo María registra una temperatura máxima media anual de 29.3 °C y una temperatura mínima media anual de 19.5 °C, siendo la temperatura media anual de 24.2 °C. La humedad relativa media anual es cercana al 80%. La precipitación media anual es de 3,300 milímetros. La época de lluvia comienza en octubre y se prolonga hasta abril.

## **3.2. Materiales y equipos**

### **3.2.1. Madera**

Se emplearon maderas de corte tangencial de la especie forestal ucshaquiro blanco (*Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr) extraídos del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

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

- Wincha de 30 m
- Wincha de 5 metros
- Sistema de posicionamiento global (GPS) GARMIN Map 62 S.
- Motosierra STIHL MS 660
- Garlopa eléctrica COMAHE 5 Hp
- Sierra circular 6 Hp
- Cepilladora calibradora DELTA 3 Hp
- Cámara fotográfica LUMIX 12.8 pixeles

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

- Estufa eléctrica provista de termostato para mantener la temperatura entre 103 y 105 °C.

- Desecador de laboratorio, provisto de sustancia higroscópica.
- Balanza electrónica, con una precisión de 0.1 g y con una capacidad de 3,200 g.
- Balanza analítica, con una precisión de 0.0001 g y una capacidad de 250 g
- Vernier mecánico (precisión de 0.05 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 ser seleccionadas de acuerdo a la norma técnica peruana NTP- 251.008: 1980, se contó con el apoyo del docente en Dendrología de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para la identificación de la especie certificándolo mediante un documento (Anexo 4).

#### **3.3.2. Toma de datos del árbol en pie**

Luego de seleccionar los cinco árboles, se registró los puntos correspondientes con el GPS. Posteriormente se determinó todos los datos correspondientes del árbol así como diámetro mínimo y máximo de 36.92 y 38.83 cm, respectivamente, y con alturas totales en un rango de 21 a 25 m sin evidencia de daño o enfermedad.

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

Luego de ubicar y seleccionar los árboles en estudio se procedió a la colección de los mismos, el cual se ha tenido en cuenta la norma técnica peruana NTP-251.008: 1980.

El proceso de la obtención de las muestras tuvo una duración de aproximadamente 14 horas (de 8:00 am a 10:00 pm) por cada árbol desde la tumba del árbol hasta la toma de los primeros datos de las tablas, siguiendo las actividades que se describe a continuación:

#### **3.3.3.1. Apeo, corte o talado**

En este proceso se cortaron los cinco árboles en estudio, utilizando una motosierra teniendo en cuenta la dirección de caída con la finalidad que facilite las actividades consecuentes desde el marcado del fuste hasta la obtención de cuartones.

#### **3.3.3.2. Marcado de los niveles del árbol**

Se procedió a marcar los niveles del árbol en estudio (base, medio y ápice), para obtener la ubicación precisa de estos niveles, se midió la longitud total del árbol desde la base hasta la primera ramificación del fuste, esta dimensión se ha tenido que dividir entre dos para luego con el valor obtenido empezar la medición del fuste realizando el marcado en la base, en el medio y la parte apical del fuste.

### 3.3.3.3. Trozado de los árboles

Se procedió a trozar los árboles apeados de tal manera para obtener tres trozas (base, medio y ápice) por árbol con una longitud de 1.30 m, se codificaron cada troza para diferenciar a que árbol y a qué nivel correspondía. Así mismo se marcó con el código "A" el lado que está en dirección a la base y "B" el lado que está en dirección al ápice (Figura 3).

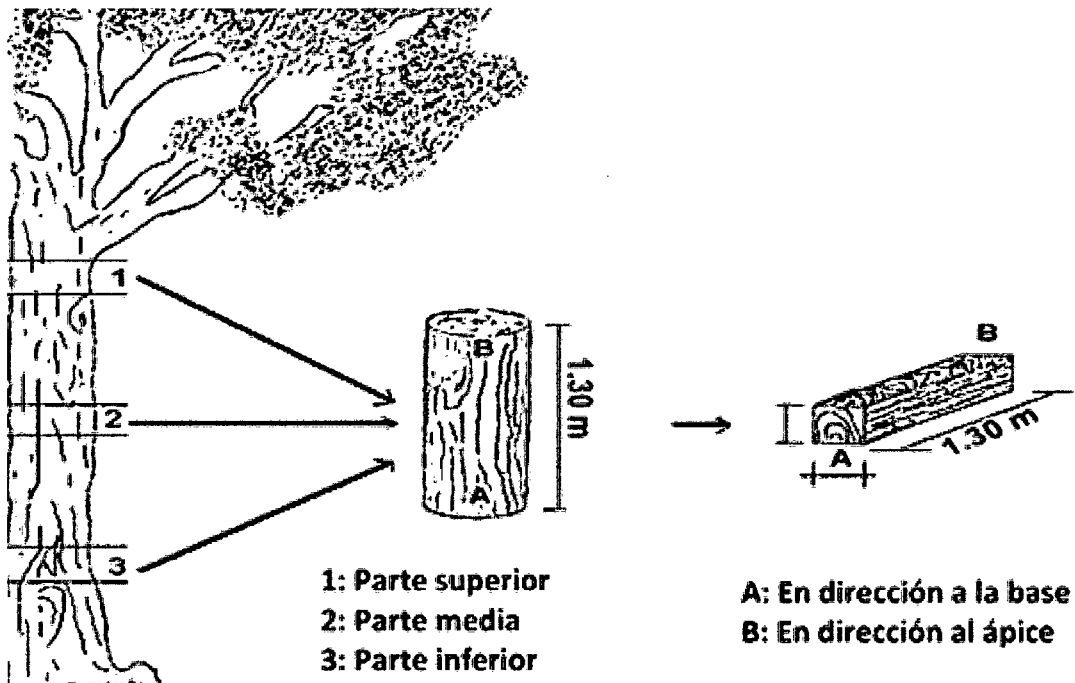


Figura 3. Muestra de la madera para la preparación de las tablas.

### 3.3.3.4. Trozado y marcado de cuarterones

Una vez trozado los árboles se tomó en cuenta la dirección de la médula para iniciar el corte de los cuarterones, luego se prosiguió a marcarlos con sus respectivos niveles y lados A y B (Figura 3).

### **3.3.3.5. Transporte de los cuartones**

En esta fase, se trasladó los cuartones obtenidos con los respectivos cortes y códigos, las mismas que fueron llevadas al Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal de la Facultad de Recursos Naturales.

### **3.3.3.6. Aserrado**

En esta fase se procedió a usar la garlopa, sierra circular y cepilladora para aserrar las trozas obtenidas, con la finalidad de obtener bloques o tablones.

### **3.3.3.7. Obtención de tablas**

En esta operación se obtuvo las tablas con las dimensiones de 2.5 cm x 10 cm x 1.20 m para el proceso de secado al aire libre.

### **3.3.3.8. Codificación de las tablas**

Se codificaron las tablas obtenidas de cada árbol por niveles.

**1BT1**

Donde:

1: Árbol N° 1 (1, 2, 3,4 ,5)

B: Nivel del fuste base (base "B", medio "M", ápice "A")

T: Tipo de apilado (triángulo "T", caballete "C")

1: Probeta (número de variable por cada nivel y árbol)

También, se codificó los extremos de la probeta bajo los códigos "A" y "B" del cual a cinco centímetros se trazó una línea perpendicular al eje longitudinal de la probeta para dibujar una equis ubicando el medio de los lados "A" y "B"; y en la mitad de la probeta en una dimensión de 60 cm se codificó bajo los códigos de los números "1" y "2" como se puede dimensionar bajo el esquema de la Figura 4.

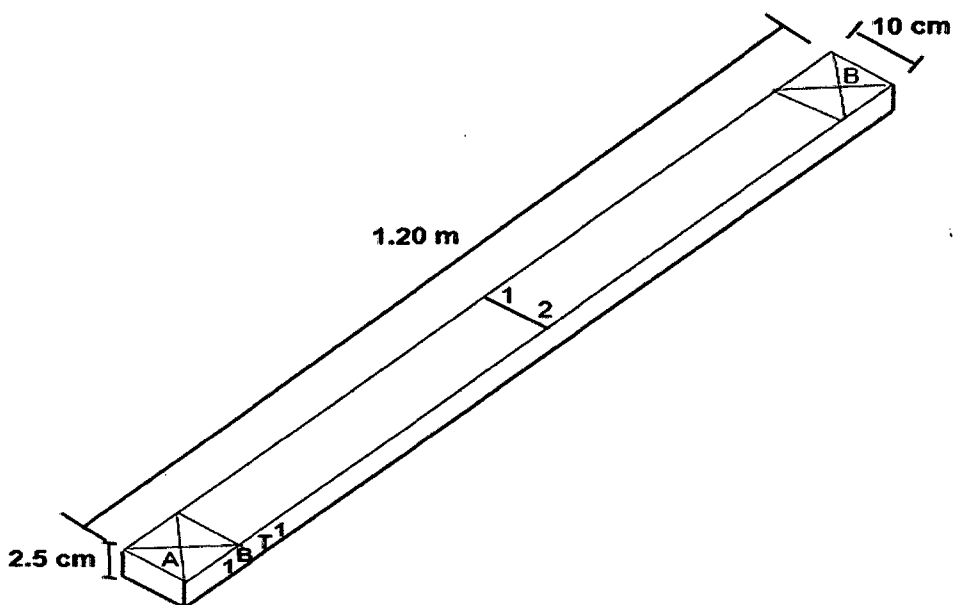


Figura 4. Muestra de tabla codificada.

### 3.3.4. Acondicionamiento de las tablas

Luego de obtener las tablas, se colocaron éstas en un ambiente ventilado, teniendo en cuenta una homogénea disposición entre las tablas y se procedió al secado de éstas con respecto al tiempo.

### **3.3.5. Apilado**

Se realizó un buen apilamiento de las tablas para permitir la circulación del aire y evitar defectos en la madera tales como grietas, rajaduras, torceduras, entre otros, para ello se ha tenido en cuenta que:

La tabla se colocó sobre una base de madera a una altura de 45 cm del piso como mínimo para facilitar la circulación del aire y evitar el contacto directo con el suelo que permita la infestación de hongos e insectos.

Para la separación de la madera se emplearon caballetes y separadores para la técnica de secado en caballete y triángulo (solo para la separación entre la base y la primera fila de tablas) respectivamente. Los cuales estuvieron secos, libre de hongos y deformaciones, siendo de una madera más densa que la apilada, con alta durabilidad natural y con dimensiones parecidas al espesor de las tablas entre 2.5 cm y 3 cm.

### **3.3.6. Distribución de las tablas según los métodos a trabajar**

La distribución de los tratamientos, ha consistido en numerar todos los elementos de las combinaciones para la investigación, después se hicieron papeles pequeños en donde se le registró mediante un código, uno por cada combinación, donde la selección de tablas fue al azar (Cuadro 1 al Cuadro 5), prosiguiendo el método propuesto por HERNÁNDEZ *et al.* (2010) denominado método de la tómbola.



Cuadro 1. Método de la tómbola aplicado para el árbol 1 (repetición 1).

3	5	4	6	1	2
MT	AT	MC	AC	BT	BC

MT: Probeta extraída de la parte media del fuste apilada en triángulo.

AT: Probeta extraída de la parte apical del fuste apilada en triángulo.

MC: Probeta extraída de la parte media del fuste apilada en caballete.

AC: Probeta extraída de la parte apical del fuste apilada en caballete.

BT: Probeta extraída de la parte basal del fuste apilada en triángulo.

BC: Probeta extraída de la parte basal del fuste apilada en caballete.

Cuadro 2. Método de la tómbola para el árbol 2 (repetición 2).

4	6	1	3	5	2
MC	AC	BT	MT	AT	BC

Cuadro 3. Método de la tómbola para el árbol 3 (repetición 3).

1	5	6	4	2	3
BT	AT	AC	MC	BC	MT

Cuadro 4. Método de la tómbola para el árbol 4 (repetición 4).

2	3	5	1	6	4
BC	MT	AT	BT	AC	MC

Cuadro 5. Método de la tómbola para el árbol 5 (repetición 5).

5	4	2	6	3	1
AT	MC	BC	AC	MT	BT

### **3.3.7. Estudio de las propiedades físicas de la madera**

#### **3.3.7.1. Evaluación de secado**

El peso de las tablas fueron registradas diariamente, desde la tumba del árbol hasta llegar a mantener el equilibrio con el ambiente; con los valores obtenidos se elaboró una curva del secado al natural, ésta actividad se realizó para todas las tablas provenientes de los cinco árboles, en los tres niveles del fuste.

#### **3.3.7.2. Determinación del cambio dimensional**

Para determinar la contracción radial y tangencial de verde a seco al aire de la especie a trabajar se tuvo en cuenta la norma técnica peruana NTP 251.012: 2004 denominada método de determinación de contracción.

Para esta prueba se tomaron las dimensiones del ancho (tangencial) y espesor (radial) de las tablas empleando el vernier en los cuatro lados de la tabla ("A", "B" y en el medio de la probeta "1" y "2") mostrado en la Figura 4.

La contracción normal de la madera considerada desde el momento donde se obtuvo (húmeda) hasta el tiempo en que se secó en el aire libre, se calcularon con las fórmulas siguientes y los resultados se representaron en valores porcentuales (%).

– **Contracción tangencial normal (C<sub>tn</sub>)**

$$C_{tn} = \left( \frac{d_{vt} (CH > 30\%) - d_{st} (CH \cong 12\%)}{d_{vt} (CH > 30\%)} \right) \times 100$$

Donde:

$C_{tn}$  = Contracción en el sentido tangencial del estado verde (CH > 30%) al estado seco al aire (CH  $\cong$  12%)

$d_{vt}$  (CH > 30%) = Dimensión tangencial de la tabla verde (CH > 30%).

$d_{st}$  (CH  $\cong$  12%) = Dimensión tangencial de la tabla seca al aire (CH > 12%).

– **Contracción radial normal (C<sub>rn</sub>)**

$$C_{rn} = \left( \frac{d_{vr} (CH > 30\%) - d_{sr} (CH \cong 12\%)}{d_{vr} (CH > 30\%)} \right) \times 100$$

Donde:

$C_{rn}$  = Contracción en el sentido radial del estado verde (CH > 30%) al estado seco al aire (CH  $\cong$  12%)

$d_{vr}$  (CH > 30%) = Dimensión radial de la tabla verde (CH > 30%).

$d_{sr}$  (CH  $\cong$  12%) = Dimensión tangencial de la tabla seca al aire (CH > 12%).

### 3.3.7.3. Evaluación de defectos y deformaciones

Mediante inspección visual y con medición directa se evaluaron defectos producidos por separación del leño (rajadura), por aserrío (arista faltante) y por secado de la madera (abarquillado, arqueadura, encorvadura y torcedura), que las fórmulas o clasificaciones fueron considerados del anexo n° 1 denominado defectos: clasificación y medición de la propuesta de norma técnica peruana – PNTP 251. XXX: 2006. Las fórmulas utilizadas fueron:

– **En caso de la rajadura:**

$$\text{Rajadura (\%)} = (L_r / L) \times 100$$

Donde:

$L_r$  = Longitud de la rajadura en mm

$L$  = Longitud de la probeta en mm

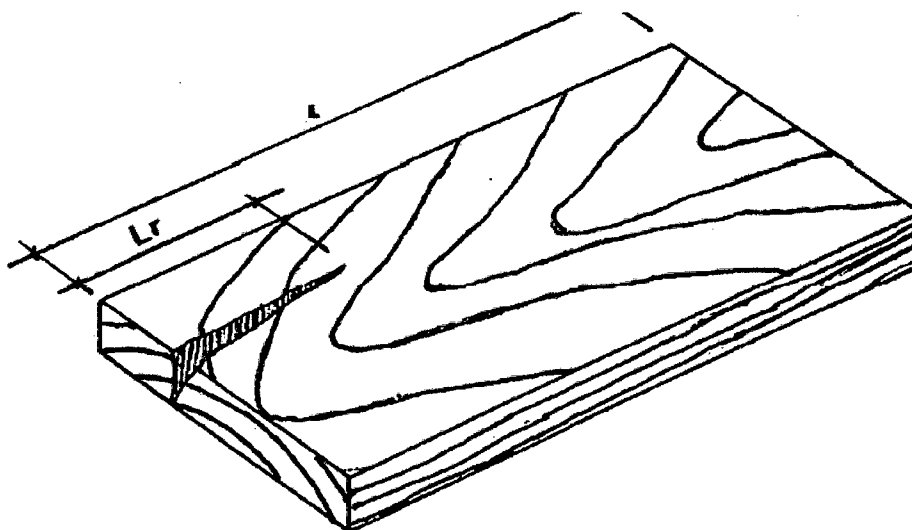


Figura 5. Dimensiones para determinar la rajadura en tablas.

– **En caso de la arista faltante:**

$$\text{Espesor (\%)} = (ea/ e) \times 100$$

$$\text{Ancho (\%)} = (aa/ a) \times 100$$

$$\text{Longitud (\%)} = (la/ L) \times 100$$

Donde:

ea = Espesor de la arista faltante en mm

aa = Ancho de la arista faltante en mm

la = Longitud de la arista faltante en mm

e = Espesor de la pieza en mm

a = Ancho de la pieza en mm

L = Longitud de la pieza en mm

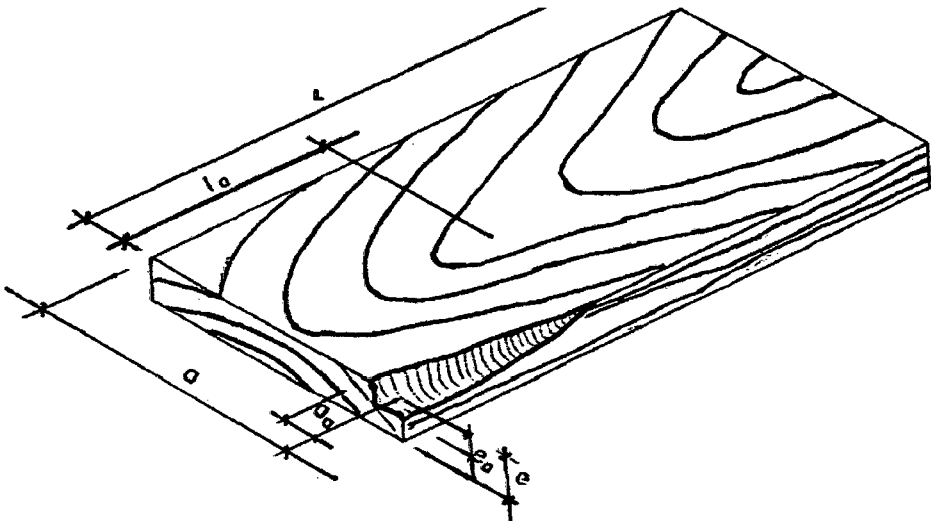


Figura 6. Dimensiones para determinar la arista faltante en tablas.

- **En caso de la arqueadura:**

$$\text{Arqueadura (\%)} = (H / L) \times 100$$

Donde:

H = Altura máxima de la cara cóncava en mm

L = Longitud de la pieza en mm

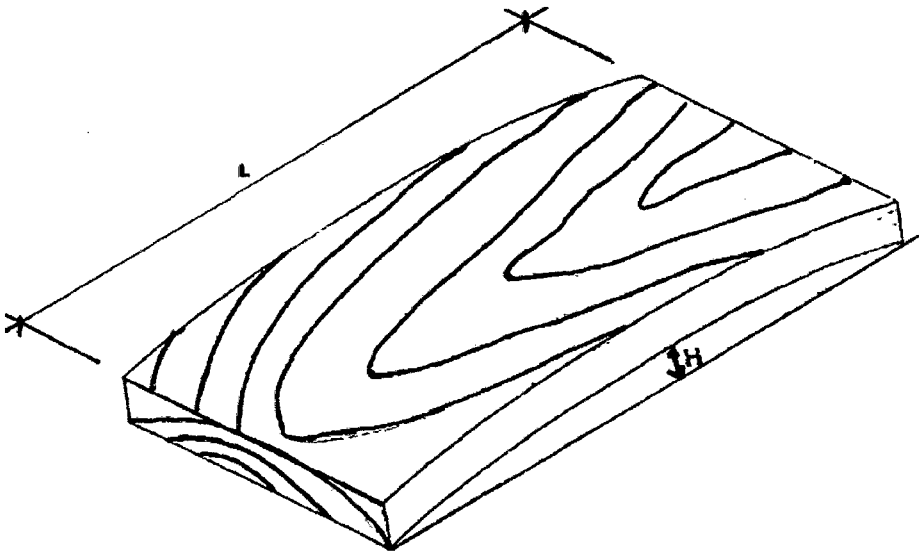


Figura 7. Dimensiones para determinar la arqueadura en tablas.

- **En caso de la encorvadura:**

$$\text{Encorvadura (\%)} = (H / L) \times 100$$

Donde:

H = Altura máxima del canto cóncavo de la pieza en mm

L = Longitud de la pieza en mm

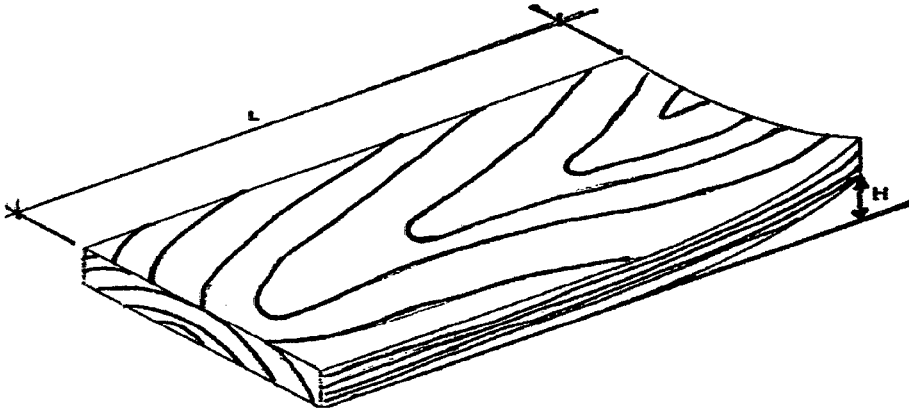


Figura 8. Dimensiones para determinar la encorvadura en tablas.

– **En caso de la torcedura:**

$$\text{Torcedura (\%)} = (H / L) \times 100$$

Donde:

H = Altura máxima de la arista levantada en mm

L = Longitud de la pieza en mm

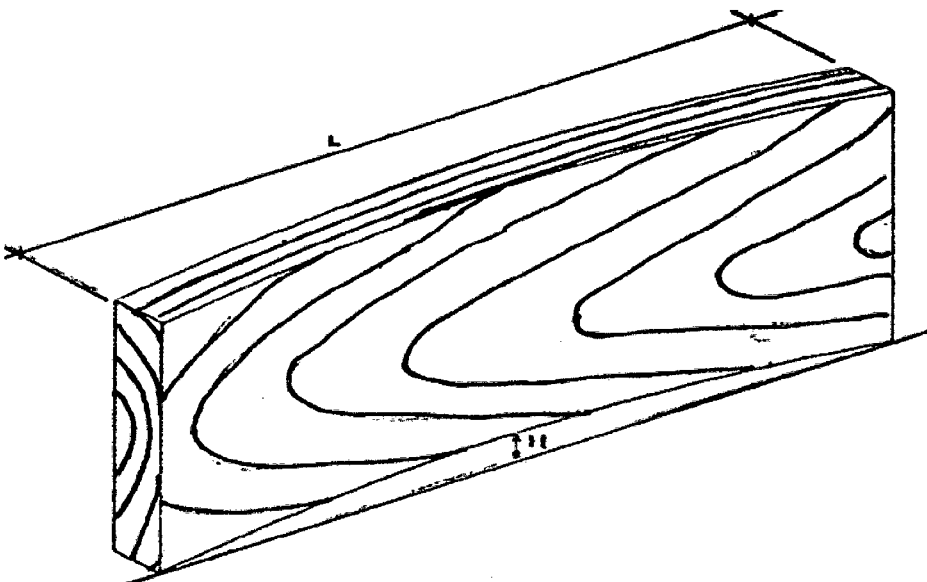


Figura 9. Dimensiones para determinar la torcedura en tablas.

### 3.3.7.4. Cálculo del contenido de humedad en base seca

Una vez en equilibrio las tablas, se cortó probetas del lado A de éstas con dimensiones de 2.5 cm x 2.5 cm x 10 cm, luego se colocó a estufa hasta obtener un peso constante aplicando un calentamiento gradual hasta alcanzar los 103 °C. Para el cálculo del contenido de humedad se acondicionó el esquema de la norma técnica peruana NTP - 251.010: 2004.

$$CH (\%) = \left( \frac{PH - PSH}{PSH} \right) \times 100$$

Donde:

CH = Contenido de humedad (%)

PH = Peso húmedo de la muestra (g)

PSH = Peso seco al horno (g)

#### - Cálculo del peso seco de la muestra (PSH)

Se calculó el peso seco de las probetas mediante la fórmula:

$$PSH = \left( \frac{PH}{100 + CH} \right) \times 100$$

Para determinar el contenido de humedad diaria en las tablas, se determinó la masa anhidra, empezando del último día (116), donde PH representó el peso de la tabla en el día 116 y CH correspondió al contenido de humedad de la probeta, luego se reemplazó PSH en la fórmula de CH (%).



### 3.3.7.5. Interpretación de resultados

Según el procedimiento empleado por Aróstegui (1974), citado por GALLO (2009) y en base a la velocidad de secado, las maderas pueden clasificarse en:

- **Secado rápido**, aquellas maderas que alcanzan un contenido de humedad de 20% en 120 días.
- **Secado moderado**, se refieren a las maderas que si llegan al 20% de contenido de humedad entre 121 - 240 días.
- **Secado lento**, maderas cuando alcanzan un 20% de contenido de humedad en más de 240 días.

## 3.4. Componentes de estudio

### 3.4.1. Factor A: Niveles del fuste

- B = Base
- M = Medio
- A = Ápice

### 3.4.2. Factor B: formas de secado

- T = Triángulo
- C = Caballete

### 3.5. Tratamientos en estudio

Los tratamientos o combinaciones se formaron al juntarse los niveles de dos factores en estudio, motivo por el cual la investigación fue realizada bajo un diseño completo al azar (DCA) con arreglo factorial.

Cuadro 6. Tratamientos o combinaciones y unidad experimental.

Tratamiento	Combinación/tratamiento	Sub unidad
T <sub>1</sub>	BT	2
T <sub>2</sub>	BC	2
T <sub>3</sub>	MT	2
T <sub>4</sub>	MC	2
T <sub>5</sub>	AT	2
T <sub>6</sub>	AC	2

UE: unidad experimental de la investigación constituido por dos tablas (sub unidades) debido a que se tuvo limitantes de número irregular de tablas al querer obtener mayor número UE ya que este aspecto está en base al diámetro del fuste de los árboles.

### 3.6. Diseño estadístico

Para el análisis del comportamiento de la madera de ucshaquiro blanco (*Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr) sobre las dos técnicas de secado al aire libre, se utilizó un Diseño Completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de la forma 3A x 2B con cinco repeticiones, donde A

representa a los niveles donde fueron extraídas las tablas, B son las técnicas de apilado y las cinco repeticiones fueron los árboles talados.

### 3.6.1. Modelo aditivo lineal

Las observaciones o variable respuesta están influenciadas por diferentes variables independientes que se representó mediante la ecuación:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijl}$  = Es la variable respuesta.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$A_i$  = Efecto del factor nivel del fuste

$B_j$  = Efecto del factor técnica de apilado

$AB_{ij}$  = Efecto de la interacción entre el factor nivel del fuste y técnica de apilado.

$\epsilon_{ijk}$  = Efecto aleatorio del error experimental.

### 3.6.2. Esquema del análisis de varianza (ANVA)

El ANVA o ANOVA están constituidos por el análisis de los dos factores en estudio, la interacción de las mismas y el error experimental que es un efecto aleatorio ya que puede ser medido y está influenciado desde las

características de los árboles, calidad de sitio donde crecieron y las faltas incurridas durante la investigación.

La interpretación se consideró en base a la aceptación o rechazo de la hipótesis planteada sobre la existencia de similitud o diferencia de efectos de los tratamientos, para lo cual solo se observó a significancia de las mismas, siendo menor a 0.05 (significativo) y en caso de ser mayor o igual a 0.05 para no ser significativo estadísticamente.

Cuadro 7. Esquema del ANVA con dos factores.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F exp.
Factor A	$SCA = \sum_{i=1}^a \frac{(Y_{i..})^2}{n_i} - \frac{(Y_{...})^2}{n_{..}}$	a-1	$CMA = \frac{SCA}{gla}$	$\frac{CMA}{CMD}$
Factor B	$SCB = \sum_{j=1}^b \frac{(Y_{.j})^2}{n_j} - \frac{(Y_{...})^2}{n_{..}}$	b-1	$CMB = \frac{SCB}{glb}$	$\frac{CMB}{CMD}$
Interacción A x B	$SCAB = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{(Y_{ij})^2}{n_{ij}} - \frac{(Y_{...})^2}{n_{..}}$	(a-1)(b-1)	$CMAB = \frac{SCAB}{glab}$	$\frac{CMAB}{CMD}$
EE	$SCE = SCT - SCA - SCB - SCAB$	$glE = glt - gla - glb - glab$	$CMD = \frac{SCD}{gld}$	
Total	$SCT = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^{n_{jk}} Y_{ijk}^2 - \frac{(Y_{...})^2}{n_{..}}$	N-1		

EE: error experimental. A y B son los niveles de los factores considerados en la investigación.

### 3.6.3. Variables:

- **Variables independientes:**

X<sub>1</sub>: Técnica de apilado de la madera (triángulo y caballete)

X<sub>2</sub>: Niveles del fuste (base, medio y apical)

- **Variables dependientes:**

Y<sub>1</sub>: Pérdida de humedad (%)

Y<sub>2</sub>: Contenido de humedad (%)

Y<sub>3</sub>: Cambio dimensional (%)

### 3.7. Prueba estadística

Para el presente trabajo se realizó el análisis de varianza y la comparación de promedios o rangos múltiples de Tukey por utilizar tablas de maderas procedentes de cinco árboles que crecieron bajo condiciones no controladas, pero su análisis fue muy riguroso en condiciones de laboratorio.

También se realizó el análisis de datos hasta obtener los estadísticos descriptivos como la media y el porcentaje que tienen validez como objetivo de la investigación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Curva de secado en el corte tangencial en tres niveles del fuste de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr

La variación referida a la pérdida de humedad en las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr extraídas de la parte basal del fuste fue superior a las que se extrajeron de la parte media y apical. También se determinó mayor humedad inicial en la parte basal del fuste (Cuadro 8).

Cuadro 8. Variación de humedad en tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr extraídas en diferentes niveles del fuste.

Nivel del fuste	Humedad inicial (%)	Humedad final (%)	Variación (%)
Base	70.11	13.89	56.22
Medio	67.41	13.99	53.42
Ápice	64.50	14.60	49.90

Al secar las tablas extraídas de los tres niveles del fuste, se resalta que durante los primeros 16 días de secado, la humedad de la madera se pierde con mayor facilidad, uniformizándose o ganando estabilidad a partir del día 36, en adelante la variación de la humedad fue casi homogéneo hasta el día 116 (3.87 meses) desde iniciada el secado (Figura 10).

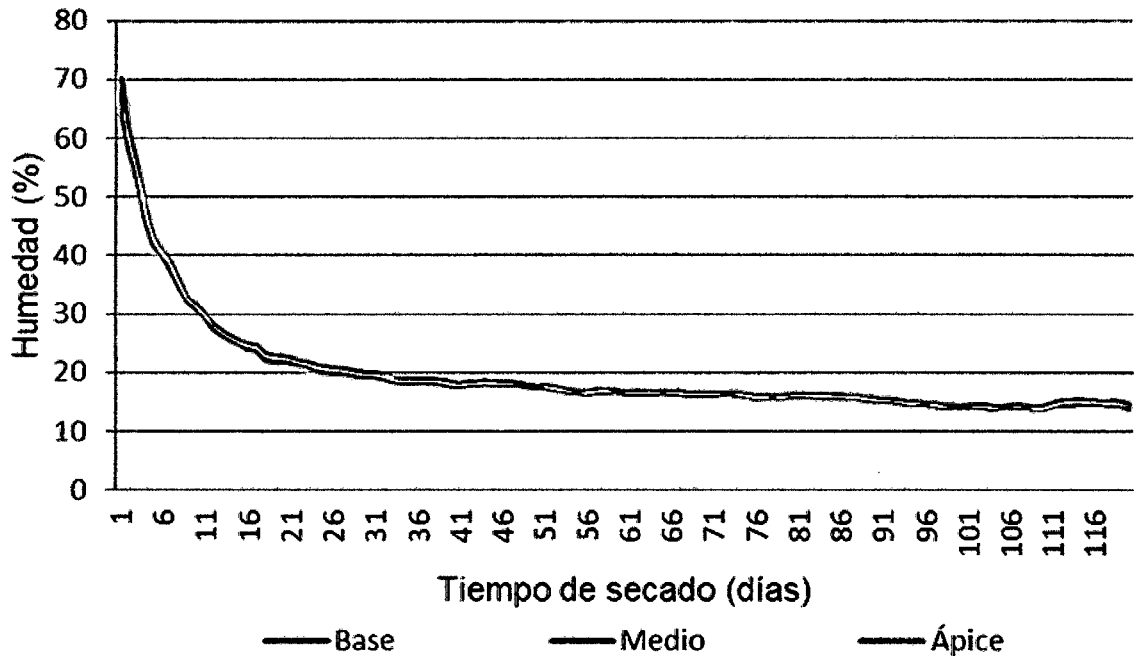


Figura 10. Curva de secado en tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr extraídas en diferentes niveles del fuste.

#### 4.2. Curva de secado bajo las técnicas de apilado para el secado al natural en *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr

La variación o pérdida de la humedad fue superior en las tablas apiladas en triángulo con 55.55% de humedad (Cuadro 9).

Cuadro 9. Variación de humedad bajo técnicas de apilado en tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Técnica de apilado	Humedad inicial (%)	Humedad final (%)	Variación (%)
Triángulo	69.61	14.06	55.55
Caballote	65.07	14.26	50.81

Las tablas colocadas bajo el apilado en caballete tuvieron mayor rapidez en la pérdida de humedad para la especie *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr, recién homogenizándose las dos técnicas de apilado a los 41 días de iniciado el proceso de secado (Figura 11).

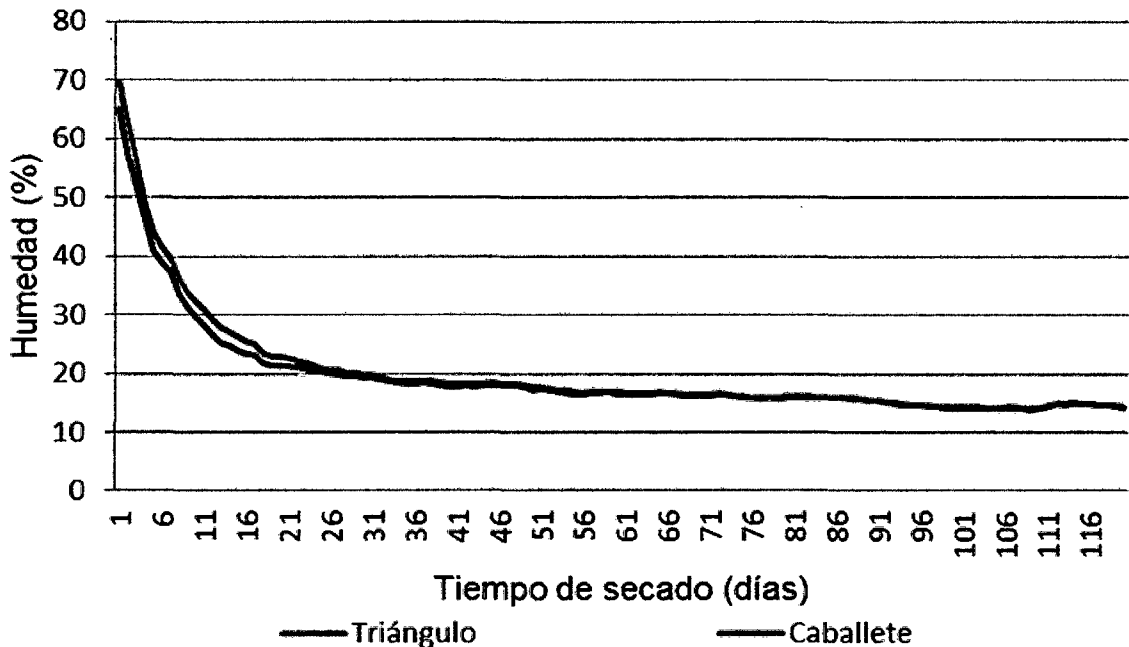


Figura 11. Curva de secado bajo técnicas de apilado en tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

#### 4.3. Contracción radial y tangencial en tres niveles del fuste de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr en el proceso de secado al natural

En el ANVA, se determinó que los diferentes niveles del fuste no presentaron diferencias estadísticas significativas sobre la contracción radial de las tablas; en caso del factor tipo de apilado, no se encontró diferencias estadísticas significativas sobre la contracción mencionada. Además, no hubo interacción de entre los niveles de cada factor en estudio (Cuadro 10).



Cuadro 10. ANVA para la contracción radial en tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Niveles del fuste	2	0.800	0.400	0.882	0.427 <sup>ns</sup>
Técnica de apilado	1	0.000	0.000	0.000	0.985 <sup>ns</sup>
Niveles * Apilado	2	0.319	0.160	0.352	0.707 <sup>ns</sup>
Error experimental	24	10.887	0.454		
Total	29	12.007			

ns: No presenta diferencias estadística significativa ( $p > 0.05$ ). CV = 37.10%.

Numéricamente, el valor porcentual de la contracción radial fue decreciendo desde la base hacia el ápice del fuste, con valores promedios de 2.03% para la zona basal, 1.79% para la parte media y 1.63% para las tablas extraídas de la parte apical (Cuadro 11).

Cuadro 11. Prueba Tuckey para la contracción radial en tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr. bajo efectos de los niveles del fuste.

OM	Niveles del fuste	Contracción radial (%)	Subconjunto
1	Base	2.03	a
2	Medio	1.79	a
3	Ápice	1.63	a

Letras diferentes muestran significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

Los efectos de contracción radial por influencia de las técnicas de apilado no fueron diferentes estadísticamente, registrándose valores promedios de 1.82% para el apilado en caballete y 1.81% para el apilado en triángulo.

Cuadro 12. Prueba Tuckey para la contracción radial en tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr. bajo la técnica de apilado.

OM	Apilado de la madera	Contracción radial (%)	Subconjunto
1	Caballete	1.82	a
2	Triángulo	1.81	a

Letras diferentes muestran significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

El ANVA para la contracción tangencial no presentó diferencias estadísticas en los dos factores en estudio, además, no se ha determinado interacción entre los niveles de cada factor (Cuadro 13).

Cuadro 13. ANVA para la contracción tangencial en tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Niveles del fute	2	0.104	00.052	00.218	0.806 <sup>ns</sup>
Técnica de apilado	1	0.304	0.304	1.268	0.271 <sup>ns</sup>
Niveles * Apilado	2	0.199	0.100	0.416	0.665 <sup>ns</sup>
Error experimental	24	5.753	0.240		
Total	29	66.360			

ns: No presenta diferencias estadística significativa ( $p > 0.05$ ). CV = 21.66%.

Numéricamente, la contracción tangencial fue decreciendo desde la base hacia el ápice, con valores promedios de 2.31% para la base, 2.30% para la parte media y 2.18% para las tablas de la parte apical (Cuadro 14).

Cuadro 14. Prueba Tuckey para la contracción tangencial en tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr. bajo efectos de los niveles del fuste.

OM	Niveles del fuste	Contracción tangencial (%)	Subconjunto
1	Base	2.31	a
2	Medio	2.30	a
3	Ápice	2.18	a

Letras diferentes muestran significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

Numéricamente, la contracción tangencial fue superior al utilizar la técnica del apilado en caballete en comparación al apilado en triángulo, los valores porcentuales promedios fueron de 2.36% y 2.16% respectivamente (Cuadro 15).

Cuadro 15. Prueba Tuckey para la contracción tangencial en tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr. bajo la técnica de apilado.

OM	Apilado de la madera	Contracción tangencial (%)	Subconjunto
1	Caballete	2.36	a
2	Triángulo	2.16	a

Letras diferentes muestran significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

#### 4.4. Contenido de humedad en ucshaquiro blanco (*Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr)

En el análisis de variancia considerando como factores a los niveles del fuste y la parte de la madera extraída describe que:

En los diferentes niveles del fuste de donde se extrajo la muestra de madera, no presentó diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de contenido de humedad.

Las muestras extraídas de diferentes niveles del fuste no presentaron diferencias estadísticas significativas sobre el porcentaje del contenido de humedad, de la misma manera en las tablas secadas bajo diferentes apilados, además, se determinó que no presentó interacción estadística significativa entre los niveles de cada factor en estudio (Cuadro 16).

Cuadro 16. ANVA para el contenido de humedad en tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr extraídas de diferentes niveles del fuste.

Origen	GL	SC-i	Sig.-i	SC-e	Sig.-e
Niveles del fuste	2	157.501	0.432 <sup>ns</sup>	0.138	0.747 <sup>ns</sup>
Tipo de apilado	1	154.133	0.204 <sup>ns</sup>	0.055	0.633 <sup>ns</sup>
Niveles * Apilado	2	143.179	0.465 <sup>ns</sup>	0.011	0.976 <sup>ns</sup>
Error	24	2174.275		5.609	
Total	29	2629.088		5.813	

ns: No presenta diferencias estadística significativa ( $p > 0.05$ ). CV-i = 14.13%, CV-e = 3.54%.

En la madera extraída de la parte basal del fuste, se determinó mayor contenido de humedad en el apilado en triángulo; el coeficiente de variación fue superior a 2.42%. Para las muestras extraídas de la parte media del fuste, la madera apilada en caballete alcanzó mayor humedad y el coeficiente de variación de los resultados obtenidos superó a 3.16%.

En las muestras extraídas de la parte apical del fuste, la madera apilada en triángulo registró mayor humedad en la madera (66.25%), con el coeficiente de variación de los resultados homogéneos de datos (3.49%).

Cuadro 17. Contenido de humedad en muestras de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.)

Macbr extraídas de diferentes niveles del fuste.

Niveles del fuste	Tipo de apilado	Media-i	CV-i (%)	Media-e	CV-e (%)
Base	Triángulo	75.27	17.25	13.60	2.42
	Caballete	64.95	10.90	13.53	3.81
Medio	Triángulo	67.31	11.10	13.73	3.16
	Caballete	67.53	20.48	13.59	3.26
Ápice	Triángulo	66.25	7.78	13.75	4.68
	Caballete	62.75	11.40	13.70	3.49
Total	Triángulo	69.61	13.56	13.69	3.33
	Caballete	65.08	14.39	13.61	3.31
	Total	67.34	14.14	13.65	3.28

i: inicial. e: equilibrio.

El contenido de la humedad inicial de las muestras de madera de la especie *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr, registra una disminución de la humedad desde la parte basal del fuste hacia la parte apical de la misma; mientras que al observar la humedad en equilibrio, el contenido de humedad disminuye proporcionalmente desde la base hacia el ápice, siendo en promedio la humedad en equilibrio 13.65% e inicial de 67.34% (Figura 12).

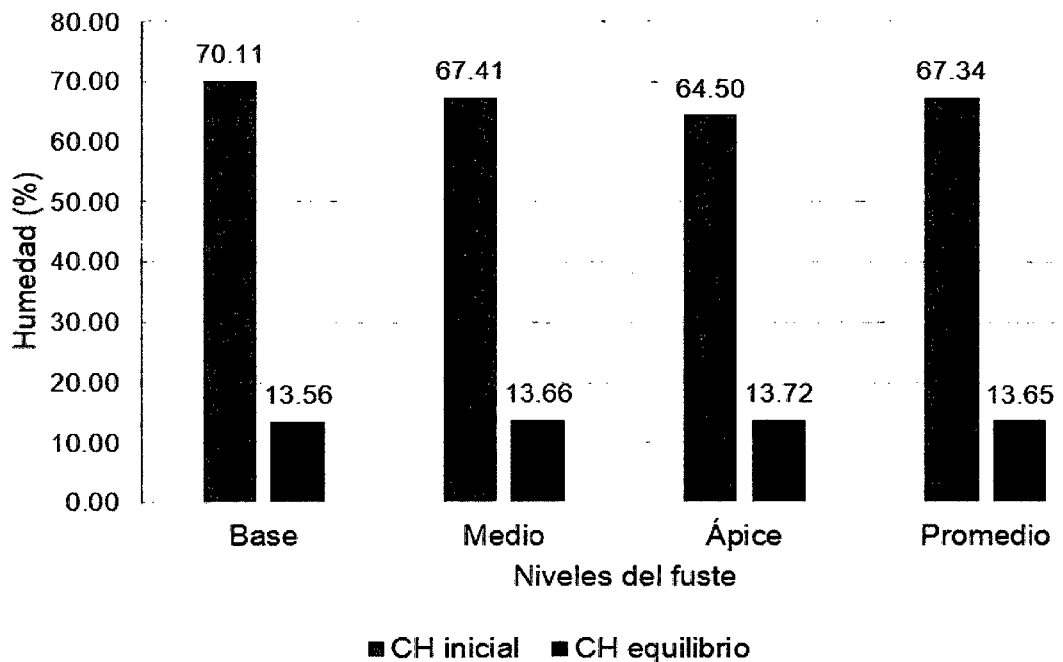


Figura 12. Contenido de humedad en tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr extraídas de diferentes niveles del fuste.

#### 4.5. Defectos y deformaciones en las técnicas de triángulo y caballete

##### 4.5.1. Defecto por separación del leño

Las tablas procedentes de la parte apical presentaron mayor porcentaje de rajadura comprendidas entre 6.07% y 6.21% para los secado en

caballete y triángulo respectivamente, seguido de las tablas procedentes de la parte media y finalmente con menor porcentaje de rajadura las que procedían de la parte basal del fuste.

En promedio general, las tablas de madera empeladas en el tipo de apilado en caballete presentaron 5.02% de rajadura en comparación a un 4.45% en el apilado en triángulo (Cuadro 18).

Cuadro 18. Rajadura en tablas por separación del leño.

Niveles del fuste	Apilado de la madera	Rajadura (%)
Base	Triángulo	4.80
	Caballete	1.71
Medio	Triángulo	2.34
	Caballete	7.27
Ápice	Triángulo	6.21
	Caballete	6.07
Total	Triángulo	4.45
	Caballete	5.02

#### 4.5.2. Defecto producido por aserrió

En las tablas de la parte basal del fuste de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr, colocadas bajo el apilado en caballete y las tablas de la parte

apical colocadas en caballete no presentaron valores porcentuales referentes a la arista faltante. El defecto representado por el mayor porcentaje de arista faltante en el espesor y ancho de la madera se registró en las tablas extraídas del nivel medio del fuste y que fueron utilizadas bajo el apilado en caballete, mientras que la longitud fue mayor en tablas procedentes de la parte basal del fuste (Cuadro 19).

Cuadro 19. Defecto producido por aserrío – arista faltante.

Niveles del fuste	Apilado de la madera	Espesor (%)	Ancho (%)	Longitud (%)
Base	Triángulo	0.00	0.00	0.00
	Caballete	3.20	6.16	4.63
Medio	Triángulo	0.96	0.40	0.14
	Caballete	4.82	17.14	4.39
Ápice	Triángulo	3.43	7.10	2.43
	Caballete	0.00	0.00	0.00
Total	Triángulo	1.46	2.50	0.86
	Caballete	2.67	7.77	3.01

#### 4.5.3. Defecto producido por secado de la madera

Mayor porcentaje de abarquillamiento se determinó en las tablas extraídas de la base del fuste y secado bajo el apilado en caballete; la arqueadura se observó en tablas extraídas de la parte media del fuste y



secadas bajo el apilado en triángulo, mientras que mayor madera con encorvadura y torcedura se obtuvo en las tablas extraídas de la parte apical del fuste.

De manera general, secar la madera bajo el apilado en caballete repercutió con mayor arqueadura (0.35%), torcedura (0.25%), abarquillamiento (0.21%) y encorvadura (0.20%) como se muestra en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Defecto producido por secado de la madera.

Niveles del fuste	Apilado de la madera	Abarquillado (%)	Arqueadura (%)	Encorvadura (%)	Torcedura (%)
Base	Triángulo	0.06	0.27	0.22	0.08
	Caballete	0.63	0.32	0.20	0.08
Medio	Triángulo	0.27	0.51	0.03	0.10
	Caballete	0.00	0.31	0.14	0.14
Ápice	Triángulo	0.15	0.17	0.17	0.16
	Caballete	0.00	0.43	0.27	0.55
Total	Triángulo	0.16	0.32	0.14	0.11
	Caballete	0.21	0.35	0.20	0.25

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Curva de secado en el corte tangencial en tres niveles del fuste de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr

En la curva de secado para las tablas extraídas de los tres niveles del fuste, se resalta que durante los primeros 16 días de secado, la humedad de la madera se perdió con mayor facilidad, en estos días la velocidad del secado fue casi constante debido a que la intensidad del secado fue igual a la intensidad de evaporación de la superficie libre del líquido; la pérdida de agua se fue uniformizándose o ganando estabilidad a partir del día 36, en adelante la variación de la humedad fue casi homogéneo hasta 116 días desde iniciada el secado, este comportamiento lo indica NUTSCH (1996), al mencionar que la evaporación del agua de la superficie de la madera depende fundamentalmente de la humedad, temperatura, movimiento del aire y del tamaño de la superficie. Así como también el agua libre se elimina con relativa rapidez que el agua higroscópica que se elimina lentamente.

En base a investigaciones realizadas bajo condiciones de Tingo María, ÁLVAREZ (2009) encontró menor tiempo de secado en equilibrio para la especie huamanzamana (*Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don.), la cual fue a los 25 días de iniciada el secado; este comportamiento es atribuible a la especie

(DURÁN, 1986) y al momento o periodo de tiempo cuando se realizó la investigación.

SOLANO (1998) añade que la madera es un material higroscópico 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, que en el caso para esta especie fue a partir del mes de puesta a secar.

Se encontró que las tablas perdieron mayor humedad en las muestras extraídas de la parte basal del fuste, cuyos resultados coinciden a lo mencionado por ANANÍAS *et al.* (1994) quienes indican que uno de los factores con mayor influencia sobre el proceso de secado es la densidad de la madera y se le atribuye este comportamiento a la densidad que es mayor en la parte basal del fuste como lo registraron SEGURA (2012) en la especie bolaina blanca y GALLO (2009) en capirona. Este hecho es debido a que al aumentar la densidad, los tiempos de secado se incrementan como consecuencia de la mayor resistencia al movimiento del agua hacia el exterior. Este fenómeno se produce porque las maderas densas tienen una estructura anatómica particular, con paredes celulares gruesas y cavidades (lúmenes) reducidas que las maderas más ligeras, por lo que ofrecen una mayor resistencia al paso del agua. Además, a igual contenido de humedad, una madera densa tiene una mayor capacidad de fijación de agua en su estructura.

Determinar el comportamiento del secado considerando los tres niveles del fuste es para poder homogenizar la madera en el proceso de secado y asignarles similares tratamientos ya que se registró numéricamente mayor humedad en equilibrio a las muestras obtenidas de las tablas extraídas de la parte apical de fuste. MORA (2014) indica que se debe secar la madera porque es una medida de protección contra hongos, tiene ventaja económica para el transporte y posee mayor estabilidad dimensional, disminuyendo la presencia de defectos, y es mucho mejor el secado considerando características similares como extraer madera lo más homogéneo posible.

## **5.2. Curva de secado bajo las técnicas de apilado para el secado al natural**

Se registró que las tablas colocadas bajo el apilado en caballete tuvieron mayor rapidez en la pérdida de humedad, para ANANÍAS (2005) es vital el apilado que debe ser efectuado de tal modo, que el aire circule alrededor de cada una de las piezas de madera, siendo complementado por la posición de la madera que a causa de la gravedad (de arriba descende hacia abajo) va perdiéndose el agua libre con mayor facilidad en comparación al apilado en triángulo que la posición de las tablas es paralela a la superficie.

En caso de las técnicas de apilado, se encontró que con el tiempo que transcurría el secado, la humedad en la madera se fue homogenizando la cual ocurrió para esta especie a los 41 días de iniciado el proceso de secado, para POMACHAGUA (1993), el secado es un proceso gradual de pérdida de

agua debido al incremento de la temperatura que experimenta la madera como consecuencia de la temperatura ambiental y la humedad relativa del medio donde se encuentra.

Por otro lado, 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 (rápido), hasta el contenido de humedad crítico, en el caso de la investigación se registró a los 16 días, donde aparecieron grietas superficiales (DURÁN, 1986), luego es decreciente (poco lento) hasta alcanzar el contenido de humedad de equilibrio, siendo para la especie en estudio a partir de los 41 días de iniciada el proceso de secado.

### **5.3. Contracción radial y tangencial en tres niveles del fuste de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr en el proceso de secado al natural**

La contracción en la madera es muy variable al considerarse de qué lado se consideró el registro o evaluación como se ha encontrado en los resultados para la especie en estudio. DÍAZ (2005) ratifica que la magnitud de la contracción varía según las características de la especie, las secciones y la orientación anatómica del corte, motivo por el cual se ha determinado que la contracción en las tablas que son más cercanas a la base del fuste presentaron mayor contracción radial.

DÍAZ (2005) añade que se puede considerar que las maderas con mayor densidad contienen más agua higroscópica que las de menor densidad y

por eso las de mayor densidad tienen mayor contracción que las de menor densidad, motivo por el cual, numéricamente se ha encontrado mayor valor tanto en la variable contracción radial (2.03%) y tangencial (2.31%) de las tablas extraídas del nivel basal del fuste.

Asimismo, ANANÍAS (1992) indica que la densidad de la madera (propiedad no determinada en la investigación) expresa la relación entre la masa de los distintos tipos de elementos que forman la madera y el volumen que ellos ocupan, mientras que ÁLVAREZ y FERNÁNDEZ (1992) mencionan que la madera densa tiende a contraerse porque carece de espacios en las cavidades celulares (lúmenes), ocurriendo lo contrario en madera menos densas, este acontecimiento se observó en las tablas más densas que fueron extraídas de la parte basal con mayor contracción en comparación a la madera obtenida de la parte media y apical.

Considerando la diferencia de la contracción que ha sido mínima para esta especie (sin presentar diferencias estadísticas significativas), la cual indica poca distorsión de la madera de esta especie forestal, tal como indica DÍAZ (2005), que cuanto mayor es la diferencia en la contracción radial y tangencial, significa que la distorsión será mayor durante el proceso de secado.

La contracción tangencial es 1.5 a 3 veces mayor que la contracción radial. Las diferencias entre contracción tangencial y radial son debidas a la restricción a los cambios dimensionales que ejercen los radios leñosos en la dirección radial de la madera (ANANÍAS, 1992), este rango de

contracción es menor a lo mencionado, debido a que las relaciones entre la contracción tangencial fueron menores a 1.5 veces en comparación a la contracción radial, lo cual indica poca contracción siendo madera muy estable.

En huamanzamana (*Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don.), ÁLVAREZ (2009) registró que la contracción radial en la base es superior (3.99%), mientras que en la especie en estudio alcanzó 2.03%, siendo este comportamiento propio por influencia de las características anatómicas y fisiológicas. Mientras que la contracción tangencial fue en la base 5.45%, la cual casi duplica para la huamanzamana, en cambio para la especie en estudio solo fue poco la variación (2.31%) en comparación a la contracción radial.

La causa de estos cambios dimensionales se debe principalmente a la pérdida o entrada del agua higroscópica entre la estructura celulósica de la pared celular. El agua libre no tiene ninguna influencia en estos cambios (ARÓSTEGUI, 1982).

#### **5.4. Contenido de humedad en *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr**

Mayor contenido de humedad se registró en las tablas extraídas de la parte basal del fuste, disminuyendo el valor porcentual mientras más se acercaba a la parte apical del fuste; mientras que las tablas una vez sometidas a estufa en estado de equilibrio, contenían mayor humedad en la parte apical del fuste y decreciendo mientras más se acercaba a la base del fuste. ARÓSTEGUI (1982) menciona que este comportamiento se debe a la variación de la densidad de la madera distribuido en todo el fuste del árbol. Cuando la

madera está seca, su densidad indica la cantidad aproximada de espacios libres (cavidades celulares) disponibles para contener líquidos, en consecuencia, cuando mayor amplitud de estas cavidades celulares (lúmenes) menor será su densidad y mayor la absorción que pueda lograrse.

Respecto al comportamiento de la densidad dentro del fuste que es variable como lo registraron SEGURA (2012) en la especie bolaina blanca y GALLO (2009) en capirona, ANANÍAS (1992) describe que la madera es un material poroso, la cual debe considerarse al referirse a la densidad de la madera el volumen interno de espacios existentes. El contenido de humedad de madera influye sobre la relación madera - volumen, es decir, es afectado el peso y las dimensiones de la madera.

Otro aspecto que pudo influenciar sobre la pérdida de humedad o la cantidad de agua que contenían los árboles fueron la edad, o la pendiente, referente a esto, CUEVAS (2003) afirma que en un árbol recién cortado, su madera contiene una importante cantidad de agua, variando el contenido según la época de año, región de procedencia y la especie forestal de que se trate. Las maderas livianas por ser más porosas, contienen mayor cantidad de agua que las pesadas.

Las muestras de madera que se utilizaron de la especie *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr alcanzó 13.65% del contenido de humedad en equilibrio. VISCARRA (1998) indica que el estado de equilibrio de la madera



con el medio ambiente que se la rodea se localiza en el rango de 12% y 18%, la cual para la especie en estudio se encuentra en ese rango.

En huamanzamana (*Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don.), ÁLVAREZ (2009) registró que el contenido de humedad inicial presenta similar comportamiento a lo registrado en la investigación (desciende de la base hacia el ápice) aunque los valores son superiores (entre 96.97% y 92.21%), mientras que en la especie en estudio se determinó 70.11% hasta 64.50%; la explicación estaría sujeta a las características anatómicas y fisiológicas particulares de la especie, pudiendo ésta depositar menor agua en el fuste de esta especie.

#### **5.5. Defectos y deformaciones en las técnicas de triángulo y caballete**

En función a la presencia y magnitud de defectos y deformaciones la madera de esta especie se clasifica en el grupo B (ARÓSTEGUI, 1982) que consiste en maderas que secan con ligeros defectos y deformaciones. Puede admitirse rajaduras de hasta 5% de la longitud total en ambos extremos, en este caso en la investigación de esta especie se obtuvo como promedio 4.73%.

Se registró un poco mayor valor porcentual de defectos y deformaciones en las tablas secadas en caballete, este comportamiento puede ser atribuido a la diferencia mínima del proceso de secado inicial de la madera. DÍAZ (2005) ratifica este comportamiento al indicar que cuanto mayor es la diferencia en la contracción, significa que la distorsión será mayor en el secado eventualmente, la madera llega a estabilizar sus dimensiones con un equilibrio

de 12% de contenido de humedad, porcentaje inferior a lo registrado en la investigación.

Referente al tipo de apilado, ANANÍAS (2005) indica que apilar en caballete es utilizado en especies que tienen alto contenido de humedad inicial 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.

## VI. CONCLUSIONES

1. La pérdida de humedad en las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr extraídas de la parte basal del fuste (56.22%) fue superior a las que se extrajeron de la parte media (53.42%) y apical (49.90%); la curva de secado se resalta que durante los primeros 16 días, la humedad de la madera se pierde con mayor facilidad, estabilizándose a partir del día 41 de iniciada el secado.
2. La pérdida de la humedad fue superior en las tablas apiladas en triángulo (55.55%) seguido de los secados en caballete (50.81%), mientras que en rapidez sobresalieron las tablas colocadas bajo el apilado en caballete, que recién se homogenizaron las dos técnicas de apilado a los 41 días de iniciado el proceso de secado.
3. Las contracción radial de tablas fue mayor al apilarse bajo la técnica de caballete (1.82%) en comparación al triángulo (1.81%), mientras que en los diferentes niveles del fuste, fue más notorio en las procedentes de la parte basal (2.03%), la parte media (1.79%) y apical (1.63%); para la contracción tangencial el apilado en caballete con 2.36% y en triángulo 2.16%, mientras que el efecto de los niveles del fuste fue para la base 2.31%, la parte media 2.30% y el apical 2.18%, para ambas contracciones no hubo diferencias estadísticas significativas como efecto principal.

4. El contenido de la humedad inicial en las muestras de madera de la especie *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr, registra una disminución de la humedad desde la parte basal del fuste hacia la parte apical de la misma, con un promedio de 67.34%; mientras que al determinar la humedad en equilibrio con el ambiente, se observa una disminución de la humedad desde el ápice hacia la base con un promedio de 13.65%.
  
5. Secar la madera bajo el apilado en caballete repercutió con mayor arqueadura (0.35%), torcedura (0.25%), abarquillamiento (0.21%) y encorvadura (0.20%).

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos similares en diferentes especies de selva, a fin de poder generar un banco de datos en las especie forestales para poder buscar nuevas especies y conocer sus usos posibles que se les pueda asignar.
2. Homogenizar el peso de las tablas para designar a cada tipo de apilado con la finalidad de disminuir el coeficiente de variación en los resultados obtenidos durante la investigación.
3. Comparar con trabajos similares la presencia de defectos en el secado natural y secado al horno para especies forestales tropicales de interés comercial.
4. Promover el uso de *Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr a nivel industrial para la obtención de diferentes productos maderables de acuerdo a sus características obtenidas durante el secado.

## **“NATURAL DRYING FEATURES AND STACK TRIANGULAR EASEL WHITE UCSHAQUIRO (*Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr) TINGO MARIA”**

### **VIII. ABSTRACT**

Determine the properties in *Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr are important because of the limited information and influence on weight, mechanical strength, shrinkage, among other aspects that are affected by climatic variations that cause dimensional changes, causing defects during drying such as cracks and deformations. The objectives for the species *Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr were to determine the drying curve in the three levels of the shank, the best technique for drying according to techniques stacked, the variation of the radial contraction and tangential in all three levels of the shank, the moisture content, the presence of defects and deformations stacking techniques. The research was conducted at the Laboratory Workshop on Use and Forestry Machinery Faculty of the National Agrarian University of the Selva, located in Tingo Maria, Huanuco region. NTP - 251.008:1980, NTP - 251.010:2004 y NTP - 251.012:2004, PNTP 251. XXX: 2006 - Peruvian technical standards used; the data were processed under complete randomized design (CRD) factorial X 3A 2B five replications. The results indicate that the loss of moisture in the tables of the basal part of the stem (56.22%) exceed those of the middle part (53.42%) and apical (49.90%), with

fast drying curve to the first 16 days and held steady at 36 days; there is more moisture loss in tables stacked triangle while the drying speed was observed in tables stacked on easel; radial contraction in the art easel (1.82%) exceeded triangle (1.81%), influenced by the level of basal shank (2.03%), medium (1.79%) and apical (1.63%), while the tangential stacking easel (2.36%) outperformed the triangle (2.16%), and the effect of the levels of the shaft was to the basis (2.31%), the middle (2.30%) and apical (2.18%); the moisture content decreased from the basal part of the stem to the apical part, being 67.34% on average; dry wood stacked under the easel impacts most bowing (0.35%), twist (0.25%), curling (0.21%) and bending (0.20%).

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, H., FERNÁNDEZ, J. 1992. Fundamentos teóricos del secado de la madera. Madrid, España. 190 p.
- ÁLVAREZ, H.A. 2009. 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 Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 69 p.
- ÁLVAREZ-NOVES, H., FERNÁNDEZ-GOLFÍN, J.L. 1996. Secado de madera aserrada de *Eucalyptus globulus* al vacío continuo con vapor sobrecalentado. Comparación del secado tradicional en cámara. Boletín de información técnica de AITIM. 181 p.
- ANANÍAS, R. 1992. Física de la madera. Departamento de Ingeniería en Maderas. Universidad del Bio – Bio. Concepción, Chile. 41 p.
- ANANÍAS, R. 2005. Estudio de la cinética del secado convencional y bajo vacío del pino radiata. Maderas. Ciencia y Tecnología, 7(1):37-47.
- ANANÍAS, R.A., RIVAS, O., NOVOA, M., GARAY, M., STEINHAGEN, H.P. 1994. Secado bajo vacío y por presecado a escala industrial de eucalipto. Ciencia e investigación forestal, 8(1):5-20.



- ARÓSTEGUI, A. 1982. Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de madera peruanas. Documento de trabajo N° 2. Proyecto PNUD/FAO7PER/81/002. Lima, Perú. 57 p.
- ARROYO, J. 1983. Propiedades físico-mecánicas de la madera; Texto para estudiantes de ingeniería forestal. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 197 p.
- CONFEDERACIÓN PERUANA DE LA MADERA. 2008. Compendio de información técnica de 32 especies forestales. Tomo II. 2 ed. Lima, Perú. 74 p. [En línea]: Cites, ([http://www.cites.pe/uploads/Descargas/20100323TOMO\\_II\\_32\\_ESPECIES.pdf](http://www.cites.pe/uploads/Descargas/20100323TOMO_II_32_ESPECIES.pdf)), documentos, 22 Jun. 2015).
- CORPORACIÓN CHILENA DE LA MADERA. 2003. Manual para la construcción de vivienda en madera. Capítulo I. Santiago, Chile. 55 p.
- CUEVAS, E. 2003. Propiedades físicas y mecánicas de la madera. Material de apoyo en propiedades físicas y mecánicas. Universidad de Talca, Chile. 68 p.
- DÍAZ, P. 2005. Evaluación de propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Nothofagus glauca* (Hualo) proveniente de la zona de Cauquenes. Tesis Ing. en Industrias de la Madera. Universidad de Talca. Talca, Chile. 179 p.
- DURÁN, F. 1986. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización: (aserrado, secado, preservación, descortezado, partículas); Capítulo 12: Secado de madera. Hemisferio Sur. 688 p.

- GALLO, A. 2009. Características del secado al natural en técnicas de apilado triángulo y caballete de la especie forestal *Calycophyllum spruceanum* Bentham "capirona". Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 102 p.
- GUTIÉRREZ, A. 1990. La madera y sus propiedades. Departamento de Maderas del INIA. 5 p.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, M.P. 2010. Metodología de la investigación. 5 ed. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., México. 613 p.
- JUNTA NACIONAL DEL ACUERDO DE CARTAGENA. 1988. Manual del Grupo Andino para la Preservación de Maderas. Lima, Perú. 386 p.
- MORA, N. 2014. Conceptos básicos bases físicas para el secado de la madera. [En línea]: Ula.ve, ([http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/moranest/pagina\\_personal/presentaciones/secado\\_1.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/moranest/pagina_personal/presentaciones/secado_1.pdf), documentos, 14 May. 2015).
- NTP 251.008. 1980. Maderas; Selección y colección de muestras. Lima, Perú. 11 p.
- NTP 251.010: 2004. Maderas; Método para determinar el contenido de humedad. Norma Técnica Peruana. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI. 2 ed. Lima, Perú. 13 p.
- NTP 251.012. 2004. Maderas. Método de determinación de contracción. Norma Técnica Peruana. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI. 2 ed. Lima, Perú. 9 p.

- NUTSCH, W. 1996. Tecnología de la madera y del mueble. Barcelona, España, Reverté, S.A. 509 p.
- PÉREZ, V. 1983. Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. Santiago, Chile. Corporación Nacional Forestal. 451 p.
- ONERN. 1976. Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa. Lima, Perú. 146 p.
- POMACHAGUA, J. 1993. Industria de la madera. 1ra. edición. Huancayo, Perú. 42 p.
- RÍOS, M. 2005. Madera aserrada: Clasificación visual por grados de calidad. Informe final de consultoría. Documento N° 1. Propuesta de Norma Técnica Peruana, PNTP 251. XXX: 2006. Lima, Perú. 78 p.
- RODRÍGUEZ, J. 1998. Patología de la madera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Montes. Ediciones Mundi, Prensa. 49 p.
- SEGURA, R. 2012. Evaluación comparativa de las densidades entre árboles y niveles del fuste de bolaina (*Guazuma crinita* C. Martius) en la zona de Tingo María – Perú. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 65 p.
- SOLANO, O. 1998. Seminario sobre diseño ingeniería y proceso de secado de maderas tropicales. Centro Nacional de la Madera, Servicio Nacional de Aprendizaje "SENA". Medellín, Colombia. 45 p.
- VISCARRA, S. 1998. Guía para el secado de la madera en hornos. Documento Técnico 69/1998. Santa Cruz, Bolivia, Bolfor. 64 p.

ZEVALLOS, A. 2012. Determinación de las características del secado Natural mediante técnicas de apilado en triángulo y caballete de la especie forestal *Schizolobium parahyba* var *amazonicum* Huber ex Ducke “pino chuncho” en Tingo María. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 106 p.

**ANEXO**



Cuadro 23. Características de los árboles utilizados en la investigación.

Árbol	Dap (cm)	Altura (m)		Coordenadas UTM	Altitud	Pendiente (%)
		Total	Comercial			
1	38.03	25	16	8970849 390791	737	35
2	37.64	22	13	8970851 390791	738	35
3	37.56	21	15.5	8970947 390793	721	33
4	37.12	24	16.5	8970914 390917	767	23
5	36.92	22	12	8970812 390917	768	28

Cuadro 24. Dimensiones de las trozas utilizadas en la investigación.

Árbol	Nivel de fuste					
	Base		Medio		Ápice	
	Diámetro mayor (A)	Diámetro menor (B)	Diámetro mayor (A)	Diámetro menor (B)	Diámetro mayor (A)	Diámetro menor (B)
1	38.81	37.24	35.84	33.94	31.2	30.35
2	38.12	36.98	35.18	34.13	31.9	29.93
3	38.83	37.02	36.03	35.19	33.48	32.15
4	38.52	36.92	35.65	34.70	33.10	32.95
5	35.65	35.01	30.88	30.56	28.33	28.01

## Anexo 2. Registro de datos

Cuadro 25. Pérdida de humedad (%) en tablas extraídas del árbol 1.

Día	1BT1	1BT2	1MT1	1MT2	1AT1	1AT2	1BC1	1BC2	1MC1	1MC2	1AC1	1AC2
0	87.60	84.00	70.30	55.93	45.35	73.53	59.99	77.57	60.63	50.97	67.53	81.20
1	75.68	73.23	59.44	47.10	40.41	63.32	40.25	63.92	50.69	46.62	56.13	67.20
2	70.21	67.70	54.88	43.13	37.98	58.27	44.75	57.72	45.93	43.34	50.77	60.90
3	62.70	58.87	48.58	38.49	34.88	51.76	38.52	48.58	40.00	36.58	42.72	51.69
4	54.59	50.82	42.49	34.41	31.88	45.17	33.56	40.34	35.03	34.56	36.59	43.89
5	51.76	48.21	40.77	33.73	31.59	42.64	32.86	38.65	34.39	33.78	35.44	41.64
6	50.39	47.04	40.16	33.73	31.78	41.64	32.52	37.64	34.29	33.59	34.96	40.41
7	45.12	41.61	36.00	29.66	29.36	37.31	28.82	32.11	30.37	33.30	30.46	34.02
8	41.60	37.05	32.85	28.18	27.81	34.33	26.52	28.50	28.04	32.72	27.87	30.26
9	39.16	34.43	31.43	27.28	26.84	32.25	25.59	27.26	27.09	31.37	26.53	28.85
10	36.62	32.78	30.21	26.60	25.58	30.26	24.55	26.02	26.03	30.12	25.29	27.73
11	32.62	29.58	28.69	25.01	25.00	28.18	23.63	24.21	25.19	27.51	23.66	26.41
12	32.03	28.42	26.97	25.21	24.13	26.38	22.59	23.19	24.34	26.25	22.80	25.38
13	30.66	27.64	26.36	23.20	23.93	26.11	22.24	22.74	23.70	25.48	22.41	24.15
14	29.39	26.67	25.65	22.64	23.55	25.56	21.55	21.84	22.96	24.90	22.03	22.46
15	29.00	26.48	25.55	22.86	23.64	25.47	21.78	22.07	23.17	24.71	22.22	22.65
16	28.81	26.48	25.65	23.20	23.84	25.38	22.13	22.41	23.49	24.42	22.70	22.93
17	26.46	24.44	23.92	21.73	22.29	23.58	20.17	20.37	21.48	23.36	20.69	20.96
18	25.59	23.86	23.41	21.39	22.09	22.94	19.82	20.04	20.95	22.39	20.40	20.39
19	26.07	24.44	24.12	22.18	22.77	23.58	21.09	21.39	22.12	21.91	21.65	21.71
20	25.29	23.86	23.52	21.96	22.48	23.13	20.63	20.94	21.80	22.10	21.93	21.33
21	24.12	23.67	23.31	21.73	22.09	22.76	20.28	20.60	21.27	21.81	20.79	20.86
22	23.63	23.38	22.91	21.62	21.90	22.58	20.17	20.37	21.06	21.62	20.79	20.68
23	22.36	21.53	21.99	20.60	21.03	21.41	19.24	19.36	19.89	21.43	19.83	19.64
24	21.48	21.44	21.28	20.82	20.45	20.60	19.01	19.13	20.21	21.24	19.64	19.45
25	21.48	21.34	21.28	20.60	20.35	20.51	19.01	19.25	20.11	20.95	19.83	19.55
26	21.39	21.34	21.28	20.37	20.45	20.51	19.13	19.36	19.89	20.75	19.83	19.64
27	21.09	21.14	20.98	20.71	20.45	20.33	19.01	19.13	20.11	20.17	19.83	19.55
28	20.70	20.76	20.78	20.37	20.35	20.05	18.90	19.36	19.68	19.69	20.02	19.64
29	20.51	20.56	20.57	20.03	20.16	19.87	18.90	19.02	19.37	19.88	19.54	19.55
30	20.70	20.85	20.78	20.37	20.25	20.05	19.24	19.36	19.79	19.31	19.25	19.74



---

31	19.92	20.17	20.67	19.81	19.67	19.51	18.43	18.80	19.26	18.82	18.87	19.17
32	19.24	19.30	19.56	19.24	19.09	18.97	17.97	18.12	18.52	18.34	18.58	18.14
33	19.04	19.20	19.15	18.79	18.41	18.43	17.63	17.55	18.10	17.95	18.20	17.95
34	19.14	19.11	19.25	18.90	18.70	18.61	17.40	17.33	17.99	17.76	18.49	18.05
35	19.24	19.30	19.35	19.13	18.80	18.79	17.63	17.67	18.20	17.86	18.58	18.23
36	19.24	19.30	19.35	19.24	18.99	18.88	18.09	18.12	18.41	17.86	18.77	18.42
37	19.04	19.30	19.25	19.13	18.80	18.61	18.20	18.23	18.52	18.05	18.77	18.52
38	18.95	19.11	19.15	18.90	18.60	18.43	17.86	17.89	18.20	17.76	18.49	18.23
39	18.75	18.91	18.95	18.67	18.41	18.25	17.40	17.67	17.99	17.37	18.30	18.33
40	18.65	18.72	18.85	18.67	18.41	18.25	17.51	17.55	17.99	17.37	18.20	18.80
41	18.95	19.79	19.25	19.13	18.80	18.61	18.20	18.23	18.62	17.57	18.87	18.61
42	18.95	19.59	19.25	19.13	18.80	18.70	18.20	18.12	18.62	17.28	18.77	18.61
43	19.04	19.30	19.25	19.24	18.90	18.79	18.43	18.34	18.84	17.08	19.06	18.80
44	19.04	19.30	19.15	19.24	18.90	18.88	18.32	18.34	18.73	17.18	18.97	18.70
45	18.95	19.11	19.05	19.01	18.80	18.70	18.32	18.57	18.94	17.37	18.97	18.70
46	18.95	19.20	19.15	19.24	18.90	18.61	18.55	18.23	18.52	17.37	18.77	18.61
47	18.85	19.11	19.15	19.13	18.80	18.52	18.32	18.23	18.62	17.31	18.87	18.61
48	18.55	18.82	18.75	18.79	18.51	18.34	18.09	17.89	18.20	17.08	18.49	18.23
49	18.36	18.43	18.54	18.56	18.31	18.16	17.63	17.55	17.99	16.89	18.20	17.95
50	18.46	18.72	18.75	18.79	18.51	18.25	18.09	18.01	18.41	16.99	18.68	18.42
51	18.36	18.62	18.64	18.22	18.41	18.16	17.86	17.89	17.99	16.02	18.49	18.23
52	18.16	18.14	18.34	17.77	18.02	17.62	17.51	17.33	17.46	15.64	18.01	17.86
53	18.07	17.85	18.04	17.54	17.64	17.16	16.93	16.76	17.14	15.35	17.43	17.11
54	17.09	17.56	17.73	17.54	17.25	16.89	16.59	16.54	16.93	15.06	17.24	16.92
55	16.89	17.56	17.63	17.43	17.15	16.89	16.59	16.54	16.93	14.86	17.24	16.92
56	17.19	17.75	17.73	17.65	17.34	17.07	16.93	16.76	16.56	15.06	17.43	17.20
57	17.48	17.94	17.83	17.88	17.54	17.25	17.16	16.99	17.35	15.25	17.72	17.48
58	17.48	17.75	17.83	17.77	17.64	17.34	17.28	17.22	17.25	15.06	17.82	17.39
59	17.38	17.36	17.63	17.31	17.34	17.16	16.93	16.88	17.04	14.86	17.43	17.20
60	17.19	17.36	17.63	17.09	16.96	16.98	16.70	16.65	16.93	15.06	17.24	17.01
61	16.99	17.17	17.32	17.09	17.15	16.89	16.47	16.31	16.61	15.44	17.15	16.82
62	17.09	17.26	17.43	17.31	17.25	16.98	16.70	16.54	16.83	16.12	17.24	17.01
63	16.99	17.26	17.43	17.31	17.25	16.98	16.70	16.65	16.93	15.83	17.24	17.11
64	17.38	17.56	17.63	17.65	17.54	17.25	17.05	16.99	17.35	15.64	17.72	17.48
65	16.89	17.07	17.73	17.31	17.15	16.98	16.59	16.43	16.83	15.35	17.24	16.92
66	17.09	17.26	17.53	16.97	17.25	16.89	16.82	16.20	17.04	15.06	17.05	17.11

---

---

67	17.09	17.36	17.53	16.75	17.25	17.07	17.05	16.43	17.14	14.77	16.86	17.20
68	17.19	17.65	17.63	17.09	17.54	17.16	17.05	16.65	17.35	14.58	17.15	17.20
69	17.38	17.65	17.63	17.54	17.54	17.34	17.16	16.99	17.35	14.67	17.72	17.39
70	17.19	17.36	17.63	17.99	17.54	17.25	16.70	16.65	17.14	15.06	17.43	17.20
71	17.38	17.46	17.63	17.99	17.64	16.89	17.05	16.99	17.35	14.77	17.34	17.48
72	16.99	16.39	17.12	17.31	17.25	16.35	16.59	16.31	16.83	14.48	16.95	17.20
73	15.72	16.00	16.61	16.52	16.96	15.90	15.20	15.86	16.30	14.19	16.57	16.07
74	15.72	15.81	16.11	15.96	16.18	17.25	14.86	15.07	15.66	14.00	15.80	15.41
75	15.04	15.71	15.60	15.50	15.70	15.36	14.86	14.73	15.13	13.80	15.42	15.13
76	15.23	15.91	15.70	15.50	15.89	15.18	15.09	14.62	15.45	13.51	15.33	15.13
77	15.53	16.10	16.11	15.73	16.09	15.90	15.32	15.30	15.66	13.61	16.00	15.70
78	16.02	16.49	16.51	16.18	16.28	16.17	15.55	15.64	16.08	13.71	16.38	16.07
79	16.31	16.68	16.72	16.52	16.57	16.44	16.13	15.97	16.30	14.29	16.67	16.45
80	16.41	16.88	16.92	16.75	16.67	16.62	16.24	16.09	16.40	14.09	16.86	16.64
81	16.50	16.88	17.02	16.75	16.86	16.71	16.36	16.20	16.61	14.29	16.95	16.73
82	16.80	17.17	17.12	17.20	17.15	16.89	16.59	16.54	16.93	14.19	17.24	17.01
83	15.14	15.52	15.29	17.31	16.86	16.62	15.43	15.97	17.14	14.48	17.43	16.73
84	14.84	15.42	15.19	16.86	16.18	16.35	14.97	15.75	16.83	14.67	17.34	16.35
85	14.65	15.03	14.89	16.29	17.54	16.08	15.55	15.41	16.61	14.48	16.95	15.98
86	14.55	14.84	16.31	15.62	15.99	15.72	15.20	15.07	16.30	14.29	16.57	15.70
87	14.65	14.74	15.80	15.28	15.70	15.45	14.97	14.73	15.87	14.38	16.38	15.32
88	14.84	14.94	15.50	15.39	15.21	15.72	15.43	14.96	16.08	14.48	16.28	15.04
89	14.36	14.65	14.48	15.62	15.12	15.00	15.20	14.62	15.66	14.67	16.57	14.94
90	14.45	14.74	14.58	15.73	15.12	15.09	15.32	14.73	15.45	14.58	16.38	14.76
91	14.16	14.45	14.48	15.39	14.83	14.81	14.97	14.51	15.03	14.38	16.09	14.57
92	13.96	14.26	14.28	15.05	14.53	14.54	14.63	14.28	14.71	14.19	15.80	14.29
93	13.96	14.26	14.28	14.71	14.53	14.45	14.74	14.17	14.60	14.00	15.71	14.10
94	13.77	14.06	14.08	14.48	14.34	14.27	14.51	13.83	14.29	14.09	15.23	13.82
95	13.77	13.87	13.87	14.26	14.05	14.09	14.05	13.61	13.97	13.90	14.75	13.53
96	13.57	13.97	13.98	13.80	13.86	13.73	13.70	13.38	13.65	13.61	14.46	13.35
97	13.38	13.77	13.57	13.58	13.66	13.55	13.47	13.15	13.44	13.22	13.89	13.16
98	13.38	13.77	13.47	13.24	13.47	13.46	13.12	12.70	13.23	12.93	13.41	12.97
99	13.18	13.58	13.26	13.01	13.28	13.28	12.89	12.48	13.02	12.74	13.22	12.78
100	12.99	13.39	13.06	12.78	13.08	13.10	12.66	12.25	12.80	12.45	13.03	12.59
101	12.79	13.19	12.86	12.56	12.89	12.92	12.43	12.03	12.59	12.26	12.84	12.41
102	12.70	13.09	12.76	12.44	12.79	12.83	12.32	11.91	12.49	12.07	12.74	12.31

---

103	12.50	12.90	12.55	12.22	12.60	12.65	12.09	11.69	12.28	11.97	12.55	12.12
104	12.70	13.09	12.76	12.44	12.79	12.83	12.32	11.91	12.49	12.07	12.74	12.31
105	12.99	13.39	13.06	12.78	13.08	13.10	12.66	12.25	12.80	12.26	13.03	12.59
106	13.18	13.58	13.26	13.01	13.28	13.28	12.89	12.48	13.02	12.64	13.22	12.78
107	13.57	13.77	13.47	13.24	13.47	13.46	13.12	12.70	13.23	12.64	13.41	12.97
108	13.48	13.68	13.37	13.12	13.37	13.37	13.01	12.59	13.12	12.84	13.31	12.88
109	13.38	13.77	13.47	13.24	13.47	13.46	13.12	12.70	13.23	12.93	13.41	12.97

Cuadro 26. Pérdida de humedad (%) en tablas extraídas del árbol 2.

Día	2BT1	2BT2	2MT1	2MT2	2AT1	2AT2	2BC1	2BC2	2MC1	2MC2	2AC1	2AC2
1	74.48	72.03	89.91	66.93	54.84	69.56	58.65	80.44	86.06	86.16	76.33	49.04
2	62.76	61.45	82.70	60.99	46.02	59.35	47.45	66.59	71.71	71.92	62.75	44.39
3	57.78	56.58	72.96	50.89	42.38	54.20	42.74	59.84	64.54	64.02	58.90	40.01
4	50.82	49.28	68.09	46.83	37.97	46.76	37.44	50.75	55.26	54.77	50.92	35.45
5	44.29	42.83	62.51	40.20	33.84	40.94	32.72	42.45	45.77	46.14	43.85	33.96
6	42.30	40.92	60.98	38.22	32.98	39.22	32.37	40.45	43.34	43.54	42.02	32.47
7	41.53	40.18	57.84	36.14	32.98	38.55	32.37	39.46	42.18	42.19	41.19	30.61
8	36.89	35.95	52.86	33.66	29.34	34.45	28.71	33.81	35.96	35.43	36.06	28.84
9	33.79	33.09	49.51	32.97	27.71	31.87	26.47	30.04	31.84	31.28	32.39	28.19
10	32.35	31.82	47.48	32.67	27.33	30.53	25.88	26.27	30.16	29.09	30.73	27.63
11	28.59	30.77	46.26	30.00	25.89	29.01	25.06	26.05	28.26	27.64	29.27	27.35
12	27.27	28.97	45.76	28.22	24.83	28.44	24.35	25.06	26.15	25.04	27.43	27.54
13	26.71	26.43	42.31	28.81	23.59	27.29	23.53	23.50	24.88	24.21	25.14	26.70
14	25.83	25.90	40.58	28.32	23.01	25.86	22.47	22.84	24.04	23.06	24.40	26.14
15	25.28	25.58	39.87	27.03	22.63	24.81	21.64	22.40	22.56	22.34	23.67	25.30
16	25.17	25.58	39.06	25.54	22.82	24.81	21.88	22.62	22.67	22.44	23.67	25.30
17	25.28	25.58	38.25	24.46	23.11	24.90	22.35	22.95	22.88	22.75	23.76	25.40
18	23.18	23.25	34.08	23.66	21.67	23.00	20.58	20.85	20.87	20.67	21.65	23.63
19	22.84	23.04	32.16	23.96	21.38	22.71	20.11	20.51	20.35	20.26	21.01	22.60
20	23.40	23.68	32.36	23.56	22.05	23.38	21.40	20.62	21.61	21.51	22.11	23.44
21	22.73	23.25	31.65	23.56	21.76	23.09	21.17	20.85	21.19	21.09	21.83	22.51
22	22.29	22.83	29.72	23.37	21.48	22.61	20.46	20.74	20.77	20.57	21.10	21.95
23	22.18	22.62	28.60	23.56	21.38	22.42	20.46	20.62	20.66	20.47	21.10	21.95
24	20.96	21.56	26.37	23.47	20.42	21.47	19.52	19.41	19.50	19.43	19.91	21.30
25	20.52	21.03	24.85	23.27	19.85	20.99	19.64	19.63	19.19	19.32	19.54	20.93

---

26	20.52	21.03	25.25	23.27	19.94	20.61	19.40	19.52	19.29	19.63	19.72	21.11
27	20.52	20.93	23.93	23.27	20.04	20.71	19.52	19.41	19.40	19.84	19.72	21.11
28	20.30	20.82	23.63	22.87	19.85	20.42	19.52	19.18	19.29	19.53	20.00	21.30
29	20.08	20.61	22.72	22.38	19.65	20.23	19.52	19.30	19.40	19.53	19.72	20.83
30	19.97	20.40	21.90	21.78	19.65	19.94	19.28	18.96	19.19	19.11	19.45	20.55
31	20.08	20.50	22.11	22.18	19.94	20.23	19.28	19.41	19.50	19.32	19.72	20.28
32	19.53	19.97	21.30	21.49	19.46	19.94	18.93	19.07	19.08	18.18	19.08	19.72
33	19.08	19.45	20.69	20.89	18.79	19.08	18.46	18.74	18.13	17.97	18.44	19.16
34	18.64	19.02	19.98	20.30	18.50	18.70	17.87	18.41	17.60	17.76	17.98	18.69
35	18.42	19.02	19.77	20.10	18.31	18.51	17.63	18.19	17.39	17.76	17.71	18.51
36	18.64	18.92	19.67	20.20	18.50	18.80	17.75	17.97	17.60	17.66	17.43	18.23
37	18.97	18.92	19.67	20.20	18.60	19.08	18.10	18.08	17.92	18.08	17.89	18.51
38	18.75	18.92	19.77	20.10	18.98	18.99	18.34	18.30	18.13	18.28	18.44	18.51
39	18.42	18.71	19.27	19.90	18.98	18.70	18.10	17.97	17.81	17.97	18.26	18.23
40	18.20	18.28	18.96	19.70	18.60	18.42	17.75	17.74	17.71	17.66	17.89	18.04
41	18.31	18.49	18.76	19.60	18.50	18.23	17.87	17.63	17.50	17.66	17.80	17.67
42	18.75	18.81	19.37	20.00	18.89	18.80	18.58	18.41	18.34	18.39	18.53	17.67
43	18.64	18.81	19.37	20.00	18.89	18.70	18.46	18.30	18.24	18.28	18.44	17.39
44	18.75	18.92	19.37	20.00	18.98	18.89	18.58	18.52	18.45	18.59	18.62	17.20
45	18.75	18.92	19.77	20.40	19.08	18.99	18.58	18.52	18.34	18.49	18.62	17.02
46	18.53	18.71	19.47	20.20	19.08	18.80	18.34	18.30	18.24	18.59	18.72	17.11
47	18.31	18.60	19.16	20.00	18.98	18.70	18.46	18.30	18.13	18.28	18.44	16.92
48	18.64	18.81	19.27	19.90	18.89	18.89	18.58	18.41	18.34	18.39	18.53	16.92
49	18.31	18.49	18.96	19.60	18.60	18.51	18.22	17.97	17.92	18.08	17.89	17.30
50	18.09	18.18	18.66	19.41	18.31	18.13	17.63	17.74	17.50	17.87	17.61	16.74
51	18.20	18.28	18.45	19.31	18.50	18.32	18.34	18.08	18.03	18.08	18.17	17.20
52	18.09	18.07	18.35	19.01	18.31	17.94	17.75	17.74	17.81	17.87	18.07	16.92
53	17.76	17.75	18.05	18.71	18.02	17.65	17.28	17.41	17.39	17.76	17.80	16.74
54	17.43	17.44	17.64	18.32	17.64	17.37	16.81	17.08	16.97	17.35	17.43	16.55
55	17.09	17.12	17.34	17.92	17.26	17.18	16.57	16.75	16.44	16.52	17.16	16.27
56	16.87	17.12	17.24	17.72	17.26	16.98	16.69	16.42	16.44	16.62	16.88	15.99
57	17.09	17.22	17.24	17.72	17.45	17.08	16.93	16.64	16.65	16.83	17.06	16.18
58	17.32	17.33	17.44	18.22	17.64	17.46	17.16	16.97	16.97	17.14	17.34	16.46
59	17.09	17.12	17.24	17.92	17.35	17.08	17.04	16.86	16.97	17.04	17.25	16.37
60	16.87	16.27	17.03	17.62	17.07	16.89	16.81	16.53	16.76	16.83	16.97	16.09
61	16.76	16.80	16.83	17.43	16.87	16.70	16.57	16.19	16.55	16.72	16.70	15.81

---

---

62	16.65	16.69	16.83	17.52	16.78	16.60	16.57	16.19	16.34	16.41	16.61	15.53
63	16.87	16.80	16.93	17.62	16.97	17.08	16.81	16.30	16.55	16.72	16.88	15.81
64	16.65	16.80	16.93	17.43	17.07	16.89	16.81	16.53	16.55	16.72	16.88	16.09
65	16.98	17.12	17.13	17.82	17.26	16.79	17.16	16.97	16.97	17.14	17.34	16.37
66	16.65	16.80	16.73	17.33	16.87	16.79	16.69	16.42	16.44	16.62	16.79	16.37
67	16.43	16.59	16.52	17.13	16.68	16.60	16.45	16.19	16.13	16.62	16.61	16.18
68	16.54	16.69	16.32	16.93	16.49	16.51	16.22	15.97	16.23	16.41	16.61	15.90
69	16.87	16.91	16.52	17.23	16.78	16.70	16.45	16.19	16.44	16.20	16.51	15.62
70	17.09	17.12	16.73	17.52	17.26	16.98	17.16	16.42	16.44	16.41	16.97	16.18
71	16.87	17.01	17.03	17.92	17.45	17.27	16.81	16.64	16.65	16.83	17.34	16.37
72	16.54	16.91	17.03	17.72	17.26	16.98	17.04	16.86	16.87	17.04	17.16	16.27
73	16.10	16.48	16.73	17.33	16.97	16.70	16.57	16.42	16.55	16.62	16.88	16.09
74	15.66	16.06	16.42	16.93	16.68	16.51	16.10	15.97	16.23	16.31	16.61	16.09
75	15.10	15.64	16.02	16.73	16.40	16.22	15.51	15.42	15.92	15.89	16.33	15.99
76	14.66	15.32	15.81	16.44	16.20	15.27	14.92	14.86	15.60	15.58	16.06	15.90
77	14.44	15.11	15.51	16.24	16.01	15.36	14.57	14.64	15.39	15.06	15.87	15.99
78	15.21	15.43	15.61	16.04	15.92	15.55	15.28	15.31	15.18	15.37	15.60	15.90
79	15.55	15.74	15.92	16.34	16.11	15.94	15.75	15.53	15.39	15.58	15.87	16.09
80	15.88	16.06	16.22	16.73	16.49	16.22	16.22	15.97	15.92	16.00	16.33	16.27
81	16.10	16.17	16.22	16.73	16.68	16.41	16.22	15.97	15.92	15.79	16.33	16.18
82	16.10	16.27	16.42	17.03	16.78	16.41	16.45	16.19	16.13	16.31	16.61	16.27
83	16.43	16.59	16.73	17.33	16.97	16.70	16.81	16.53	16.55	16.62	16.97	16.09
84	16.54	16.80	16.93	17.03	17.07	16.89	16.93	16.64	16.23	16.62	16.97	15.90
85	16.65	16.59	16.73	16.73	16.97	16.98	16.57	16.42	15.81	16.41	16.79	15.81
86	16.21	16.17	16.42	16.24	16.68	16.79	16.22	15.97	15.49	16.10	16.42	15.90
87	15.88	15.74	16.12	15.94	16.40	16.51	15.87	15.64	15.07	15.79	16.06	15.71
88	15.33	15.32	15.71	15.74	16.20	16.22	15.51	15.31	15.18	15.48	15.69	15.53
89	15.21	15.00	15.41	15.54	16.01	15.94	15.51	14.86	15.07	15.16	15.41	15.34
90	14.77	15.11	15.00	15.45	15.92	16.03	15.63	14.42	14.97	15.16	15.41	15.16
91	14.55	14.79	14.70	15.25	15.72	15.84	15.39	14.09	14.65	15.37	15.23	15.34
92	14.33	14.58	14.90	15.35	15.44	15.55	15.04	13.87	14.12	15.16	14.95	15.06
93	14.11	14.37	14.90	15.45	15.15	15.36	14.80	13.65	13.91	14.75	14.68	14.78
94	13.89	14.16	14.49	15.05	14.86	14.98	14.45	13.65	13.70	14.33	14.50	14.50
95	13.89	13.94	14.29	14.75	14.67	14.60	14.10	13.42	13.70	14.13	14.22	14.22
96	14.00	13.73	14.09	14.46	14.38	14.22	13.74	13.54	13.60	13.81	14.04	13.95
97	13.78	13.52	13.89	14.26	14.19	14.03	13.51	13.20	13.38	13.50	13.85	13.67

---

98	13.56	13.31	13.68	14.16	14.00	13.84	13.63	12.98	13.17	13.29	13.67	13.39
99	13.33	13.42	13.78	13.96	13.81	13.65	13.39	12.98	13.28	13.29	13.67	13.20
100	13.11	13.20	13.58	13.76	13.90	13.45	13.39	12.76	13.07	13.09	13.49	12.92
101	12.89	12.99	13.38	13.86	13.71	13.26	13.15	12.87	13.07	12.88	13.39	12.74
102	12.67	12.78	13.17	13.66	13.61	13.36	13.04	12.65	12.86	12.77	13.21	12.55
103	12.45	12.67	12.97	13.47	13.42	13.26	13.04	12.43	12.65	12.57	13.03	12.36
104	12.23	12.67	12.67	13.27	13.23	13.07	12.33	12.43	12.54	12.36	12.84	12.36
105	12.34	12.89	12.46	13.37	13.14	12.88	12.09	12.65	12.65	12.36	12.84	12.64
106	12.56	12.89	12.87	13.47	13.33	12.88	12.21	12.98	12.86	12.57	13.21	12.74
107	12.78	13.10	12.97	13.66	13.52	13.07	12.56	12.76	12.96	13.27	13.21	13.01
108	12.89	13.20	13.17	13.47	13.61	13.17	12.80	12.76	12.86	13.27	13.30	13.01
109	13.11	13.52	13.38	13.56	13.81	13.36	13.15	12.98	13.07	13.58	13.58	13.20
110	13.45	13.42	13.48	13.66	13.81	13.65	13.51	13.31	13.28	13.50	13.67	13.39

Cuadro 27. Pérdida de humedad (%) en tablas extraídas del árbol 3.

Día	3BT1	3BT2	3MT1	3MT2	3AT1	3AT2	3BC1	3BC2	3MC1	3MC2	3AC1	3AC2
1	55.08	85.71	55.31	66.92	76.25	63.81	55.31	84.96	68.76	80.77	57.74	51.93
2	45.66	78.80	44.81	60.53	67.37	58.32	44.81	69.49	56.64	67.62	56.34	50.34
3	42.25	70.51	41.06	54.14	58.78	51.71	41.06	62.43	51.26	61.14	53.26	48.55
4	38.13	67.28	36.47	51.65	55.29	48.29	36.47	52.56	43.94	51.72	50.84	47.71
5	34.25	64.24	32.49	48.93	51.30	43.12	32.49	44.36	37.07	43.38	46.27	44.80
6	33.55	54.47	32.25	44.31	47.01	40.85	32.25	41.97	36.04	41.32	43.10	42.64
7	30.02	51.71	28.62	41.35	43.41	38.26	28.62	40.93	31.01	40.24	40.67	41.61
8	28.37	48.02	26.45	40.05	39.12	35.88	26.45	34.49	28.15	34.84	37.69	40.20
9	23.31	42.21	21.86	38.87	35.53	34.33	21.86	30.75	21.97	31.11	34.51	38.04
10	23.07	40.92	22.10	38.04	34.73	33.82	22.10	22.86	22.20	22.96	31.25	37.39
11	23.31	40.18	22.46	37.56	34.43	33.61	22.46	23.27	22.54	23.36	29.10	35.98
12	21.66	36.13	20.53	34.37	31.24	31.02	20.53	20.99	20.71	21.10	28.36	34.95
13	21.07	34.29	20.05	32.83	29.74	29.78	20.05	20.57	20.25	20.61	25.28	34.57
14	21.90	34.47	21.38	33.30	30.24	30.30	21.38	22.03	21.51	21.79	24.81	33.73
15	22.01	33.55	21.01	32.24	29.44	29.47	21.01	21.51	21.17	21.49	24.53	32.60
16	21.54	32.26	20.53	31.29	28.54	28.54	20.53	21.09	20.71	20.90	23.97	30.63
17	21.43	31.34	20.53	30.58	27.94	28.02	20.53	20.99	20.59	20.80	23.79	30.07
18	20.37	28.39	19.32	28.57	26.15	26.37	19.32	19.64	19.34	19.63	23.60	29.79
19	19.78	26.91	19.20	27.15	25.05	25.96	19.20	19.85	19.22	19.33	23.60	29.69

---

20	19.78	26.36	19.20	26.67	24.75	25.44	19.20	19.85	19.45	19.43	23.23	29.50
21	20.01	25.81	19.32	26.08	24.45	24.72	19.32	19.64	19.45	19.53	22.95	29.13
22	20.01	25.35	19.57	25.61	24.25	24.20	19.57	19.64	19.57	19.33	22.95	28.75
23	19.78	25.21	19.32	24.90	24.05	23.92	19.32	19.85	19.68	19.53	23.41	28.47
24	19.54	22.95	19.08	23.71	23.65	22.65	19.08	19.43	19.22	19.23	23.23	27.82
25	19.78	23.23	19.44	23.95	23.25	22.96	19.44	19.74	19.57	19.53	23.04	27.16
26	19.31	22.49	18.96	23.36	22.75	22.34	18.96	19.33	19.11	19.04	22.85	26.60
27	18.96	21.84	18.36	22.53	22.26	21.72	18.36	18.81	18.65	18.55	22.95	26.03
28	18.37	20.92	17.75	21.94	21.86	21.10	17.75	17.98	17.96	17.86	22.95	24.72
29	18.13	20.55	17.51	21.58	21.46	20.79	17.51	17.77	17.73	17.86	22.67	24.44
30	18.25	20.18	17.75	21.11	20.96	20.37	17.75	18.18	17.96	17.57	22.39	24.16
31	18.72	20.55	18.24	20.75	20.66	20.68	18.24	18.60	18.42	17.86	22.87	23.87
32	18.60	20.65	18.24	20.63	20.66	20.68	18.24	18.60	18.42	18.25	22.20	23.78
33	18.37	20.55	18.00	20.40	20.26	20.48	18.00	18.39	18.19	17.86	21.83	23.50
34	18.13	20.18	17.75	20.16	20.06	20.27	17.75	18.29	18.19	17.66	21.46	23.22
35	18.13	19.82	17.63	19.81	20.06	20.06	17.63	17.98	17.85	17.66	20.43	23.12
36	18.60	20.18	18.24	20.16	20.46	20.37	18.24	18.70	18.42	18.35	20.80	23.31
37	18.60	20.18	18.24	20.04	20.46	20.27	18.24	18.60	18.42	18.25	20.71	22.84
38	18.72	20.18	18.48	20.04	20.46	20.27	18.48	18.81	18.65	18.55	20.62	22.75
39	18.72	20.65	18.36	20.52	21.06	20.68	18.36	18.70	18.54	18.45	20.90	22.84
40	18.96	20.18	18.60	20.40	21.06	20.48	18.60	18.81	18.76	18.65	20.71	22.18
41	18.96	19.82	18.36	19.92	20.76	20.27	18.36	18.60	18.42	18.45	20.43	21.90
42	18.60	19.91	18.36	19.69	20.36	20.06	18.36	18.60	18.54	18.45	20.24	21.72
43	18.25	19.54	18.00	19.33	20.06	19.75	18.00	18.18	18.08	17.96	19.78	21.15
44	17.90	19.17	17.63	19.10	19.76	19.44	17.63	17.87	17.73	17.66	19.50	20.78
45	18.13	19.26	18.12	19.21	19.86	19.54	18.12	18.50	18.31	18.06	19.87	20.96
46	17.78	18.80	17.75	18.74	19.46	19.03	17.75	18.08	17.96	17.57	19.50	20.59
47	17.54	18.53	17.27	18.50	19.06	18.72	17.27	17.67	17.51	17.17	19.03	20.12
48	17.31	18.16	16.79	18.15	18.66	18.30	16.79	17.25	17.05	16.88	18.56	19.56
49	17.07	17.88	16.55	17.79	18.06	17.89	16.55	16.83	16.82	16.68	18.19	18.90
50	16.84	17.60	16.67	17.44	18.06	17.79	16.67	16.83	16.70	16.58	17.82	18.71
51	16.84	17.60	16.67	17.67	18.26	17.89	16.67	17.04	16.93	16.68	17.82	18.71
52	17.19	17.88	16.91	17.79	18.26	17.99	16.91	17.35	17.28	17.08	18.00	18.81
53	16.95	17.60	16.91	17.44	18.06	17.68	16.91	16.94	16.93	16.78	17.63	18.43
54	16.72	17.33	16.67	17.20	17.76	17.37	16.67	16.73	16.70	16.58	17.44	18.15
55	16.72	17.14	16.67	17.20	17.56	17.37	16.67	16.52	16.48	16.49	17.26	17.96

---

---

56	16.48	17.14	16.43	16.96	17.37	17.17	16.43	16.63	16.48	16.39	17.16	17.77
57	16.84	17.33	16.67	17.08	17.66	17.17	16.67	16.83	16.70	16.58	17.26	17.96
58	16.60	17.05	16.67	17.08	17.66	17.17	16.67	16.94	16.70	16.58	17.26	17.77
59	16.72	17.51	17.15	17.44	18.06	17.48	17.15	17.46	17.28	17.17	17.72	18.15
60	16.60	17.14	16.55	16.85	17.66	17.17	16.55	16.73	16.70	16.49	17.07	17.59
61	16.37	16.87	16.30	16.61	17.47	16.96	16.30	16.73	16.48	16.49	16.88	17.40
62	16.13	16.59	16.06	16.61	17.27	16.96	16.06	16.52	16.25	16.29	16.88	17.59
63	16.48	16.87	16.30	16.85	17.47	17.27	16.30	16.83	16.48	16.58	17.16	17.77
64	16.84	17.33	16.67	17.08	18.06	17.58	16.67	17.04	16.82	16.78	17.44	17.96
65	16.72	17.51	17.03	17.32	17.86	17.37	17.03	17.35	17.16	17.17	17.35	17.59
66	16.37	17.14	16.79	17.08	17.86	17.37	16.79	17.04	16.82	16.88	17.16	17.59
67	16.01	16.77	16.30	16.73	17.56	16.96	16.30	16.52	16.36	16.58	16.98	17.30
68	15.66	16.41	15.82	16.25	17.07	16.55	15.82	16.00	15.79	16.00	16.70	16.93
69	15.31	16.04	15.34	15.78	16.57	16.03	15.34	15.48	14.76	15.31	16.04	16.37
70	14.95	15.85	14.73	15.19	16.27	15.62	14.73	14.86	13.84	14.72	15.30	15.80
71	15.19	15.67	14.73	14.95	15.97	15.62	14.73	15.17	14.42	15.01	15.49	15.99
72	15.43	15.85	15.34	15.54	16.17	16.03	15.34	15.48	15.45	15.31	15.76	16.18
73	15.54	16.04	15.70	15.78	16.47	16.34	15.70	15.69	15.79	15.60	16.14	16.37
74	15.90	16.50	15.94	16.14	16.97	16.55	15.94	16.32	16.13	16.09	16.42	16.65
75	15.90	16.22	16.06	16.14	17.17	16.75	16.06	16.32	16.36	16.19	16.60	16.84
76	16.25	16.59	16.30	16.61	17.37	16.96	16.30	16.73	16.59	16.49	16.88	17.12
77	16.48	17.05	16.55	16.73	17.66	17.17	16.55	17.04	16.82	16.78	17.07	17.30
78	16.72	17.24	16.79	16.96	17.86	17.27	16.79	17.15	17.05	16.88	17.26	17.40
79	16.25	16.87	16.18	16.49	17.37	16.65	16.18	16.42	16.25	16.19	16.70	16.93
80	15.90	16.41	15.70	16.14	16.97	16.44	15.70	16.00	15.90	15.80	16.32	16.55
81	15.31	15.76	15.34	15.66	16.57	16.03	15.34	15.48	15.56	15.41	15.86	16.08
82	15.07	15.48	15.34	15.43	16.47	16.03	15.34	15.48	15.56	15.21	15.86	16.18
83	14.84	15.48	15.58	15.19	16.67	16.24	15.58	15.69	15.79	15.21	15.86	16.46
84	14.84	15.67	15.82	15.43	16.97	16.44	15.82	15.90	16.02	15.41	16.32	16.74
85	15.07	16.04	16.06	15.43	16.77	16.65	16.06	16.11	16.02	15.60	16.32	16.55
86	15.31	16.22	15.94	15.78	16.77	16.34	15.94	15.80	16.13	15.80	16.23	16.55
87	15.66	16.22	15.70	16.02	16.67	16.44	15.70	15.90	15.90	15.70	16.14	16.46
88	15.43	16.04	15.34	15.78	16.47	16.13	15.34	15.69	15.56	15.51	15.86	16.18
89	15.19	15.76	15.10	15.54	16.27	15.82	15.10	15.28	15.33	15.21	15.58	15.99
90	14.72	15.48	14.86	15.19	16.07	15.51	14.86	15.07	14.99	14.82	15.21	15.80
91	14.72	15.21	14.61	14.95	15.77	15.10	14.61	14.76	14.76	14.52	15.02	15.52

---



92	14.37	14.93	14.37	14.95	15.47	14.99	14.37	14.55	14.42	14.33	14.74	15.43
93	14.37	14.65	14.25	14.72	15.27	14.99	14.25	14.34	14.42	14.23	14.46	15.43
94	14.25	14.75	14.13	14.48	15.17	14.79	14.13	14.55	14.30	14.13	15.49	15.05
95	14.84	14.93	14.37	14.48	15.77	15.51	14.37	15.48	14.87	14.82	15.67	15.05
96	15.43	14.93	14.86	14.60	16.57	15.93	14.86	15.48	15.79	15.80	16.04	14.86
97	15.19	14.75	14.98	14.83	16.37	15.72	14.98	15.28	15.56	15.51	15.86	14.86
98	14.95	14.65	14.73	14.83	16.17	15.51	14.73	15.17	15.33	15.21	15.58	14.96
99	14.84	14.47	14.73	14.95	15.97	15.41	14.73	14.97	14.99	14.82	15.21	15.24
100	14.95	14.65	14.98	15.07	15.97	15.41	14.98	15.07	15.10	14.92	15.30	15.43
101	15.07	15.12	14.73	15.07	15.77	15.10	14.73	14.86	14.87	14.72	15.11	15.90
102	15.43	15.30	15.70	15.66	16.47	15.93	15.70	15.90	15.79	15.70	15.95	16.18
103	15.43	15.58	16.18	16.02	16.97	16.34	16.18	16.52	16.25	16.19	16.51	16.65
104	15.07	15.85	15.70	15.78	16.77	16.13	15.70	16.32	16.13	16.00	16.23	16.46
105	14.72	16.22	15.70	16.02	16.87	16.24	15.70	16.32	16.13	16.00	16.04	16.46
106	14.72	15.94	15.94	16.14	16.67	16.44	15.94	16.42	16.25	15.90	15.76	16.65
107	14.37	15.67	15.58	16.02	16.47	16.13	15.58	16.11	15.90	15.60	15.58	16.27
108	14.13	15.39	15.34	15.90	16.27	15.72	15.34	16.00	15.56	15.31	15.58	15.90
109	13.78	15.21	15.10	15.54	15.97	15.51	15.10	15.59	15.33	15.11	15.39	15.62
110	13.54	15.39	14.86	15.43	15.77	15.51	14.86	15.17	15.10	15.31	15.21	15.43
111	13.31	15.12	14.61	14.95	15.77	15.20	14.61	14.76	14.76	15.11	15.02	15.33
112	12.95	14.93	14.73	14.95	15.57	15.10	14.73	14.86	14.76	15.01	14.83	15.24
113	12.95	14.75	14.25	14.83	15.37	14.89	14.25	15.07	14.65	14.92	14.83	15.24
114	13.19	15.02	14.73	15.07	15.67	15.20	14.73	14.97	14.87	14.82	14.93	15.43
115	13.66	14.75	14.49	15.19	15.47	14.99	14.49	15.17	14.99	14.52	14.93	15.15
116	14.13	14.47	14.73	15.07	15.37	15.20	14.73	15.28	14.76	14.62	14.93	15.05
117	14.60	14.29	14.49	14.60	15.07	14.99	14.49	14.86	14.42	14.43	14.65	14.96
118	14.25	14.29	14.25	14.83	15.37	14.99	14.25	14.65	14.42	14.23	14.83	15.24
119	13.66	14.47	14.01	14.12	15.07	14.79	14.01	14.76	14.76	14.23	14.46	14.49
120	13.07	14.29	13.65	13.89	14.87	14.58	13.65	14.55	14.30	14.13	14.18	14.77

Cuadro 28. Pérdida de humedad (%) en tablas extraídas del árbol 4.

Día	4BT1	4BT2	4MT1	4MT2	4AT1	4AT2	4BC1	4BC2	4MC1	4MC2	4AC1	4AC2
1	75.56	103.88	71.38	71.84	88.03	48.60	53.25	53.56	50.16	86.95	73.71	49.26
2	69.58	97.30	65.57	65.77	81.05	45.23	49.03	49.48	45.65	81.08	68.19	47.85
3	61.53	87.77	58.59	58.33	73.71	41.31	45.01	45.60	42.17	71.76	60.74	46.11
4	41.41	51.10	39.36	38.29	64.01	38.04	41.39	41.93	38.68	61.60	52.41	43.37

---

5	40.73	49.24	38.28	37.26	59.93	36.82	39.48	41.09	37.76	58.15	48.47	40.63
6	39.84	47.98	37.85	36.81	55.03	35.51	38.18	38.78	35.92	53.22	45.22	38.88
7	36.80	43.17	34.63	33.49	50.41	35.23	36.57	36.37	33.15	48.46	41.37	36.89
8	34.94	40.64	32.27	31.88	44.79	32.99	34.06	35.12	31.82	43.34	38.83	35.15
9	35.13	40.56	32.70	32.11	40.34	30.37	32.65	33.12	30.48	39.05	34.53	33.82
10	32.58	37.86	30.76	29.94	39.35	30.19	32.75	33.12	30.59	37.93	34.18	33.41
11	31.80	36.85	29.90	29.25	35.81	28.22	31.34	31.45	28.23	36.35	31.73	32.33
12	29.64	33.31	27.75	27.30	32.73	27.01	28.93	29.56	26.38	32.06	29.62	30.42
13	27.77	29.93	26.57	25.93	29.65	25.70	27.42	27.67	25.67	28.05	26.56	29.67
14	26.99	27.15	25.60	25.13	28.47	24.95	26.62	26.73	24.74	26.84	25.24	29.25
15	24.44	27.40	23.35	22.95	26.84	24.11	25.82	25.89	24.13	25.72	24.36	28.09
16	24.63	22.43	23.67	23.30	25.75	23.64	25.01	25.26	23.62	24.14	23.31	26.27
17	23.85	20.91	21.41	21.24	25.57	23.64	25.11	25.26	23.72	24.04	23.31	24.97
18	21.69	20.99	20.98	21.01	25.11	22.99	24.11	24.21	22.69	23.11	22.17	23.69
19	21.59	20.66	20.98	20.89	24.66	22.15	23.40	23.48	21.98	22.46	21.56	23.69
20	20.71	20.24	20.34	20.21	24.12	21.68	22.80	22.85	21.67	21.25	21.03	22.36
21	21.00	20.66	20.66	20.55	23.75	21.87	22.85	23.06	21.87	21.53	21.30	21.62
22	20.90	20.57	20.55	20.55	23.12	21.59	22.55	22.64	21.67	21.16	21.03	20.95
23	20.80	20.40	20.66	20.55	22.76	21.50	22.30	22.54	21.57	21.06	20.95	21.04
24	21.20	20.83	21.09	20.66	22.39	21.68	22.60	22.75	21.67	21.25	21.12	21.12
25	21.10	20.57	20.77	20.66	22.39	21.59	22.20	22.33	21.36	21.06	20.86	21.29
26	20.71	20.32	20.55	20.21	22.03	21.31	21.80	21.91	21.05	20.69	20.51	21.04
27	20.41	19.98	20.45	20.21	21.03	20.75	21.50	21.59	20.85	20.32	20.25	21.12
28	20.02	19.65	20.12	19.98	20.58	20.37	20.79	21.17	20.34	19.94	19.89	20.87
29	19.53	19.22	19.69	19.63	20.31	19.91	20.49	20.96	19.93	19.48	19.37	20.70
30	19.73	19.48	19.69	19.63	20.31	19.91	20.89	21.38	20.34	19.85	19.72	20.79
31	18.94	19.06	19.16	19.29	19.76	19.44	20.09	20.65	19.52	19.11	19.19	20.45
32	18.74	18.80	18.94	18.95	19.40	19.07	19.59	20.13	19.11	18.73	18.84	20.29
33	18.45	18.47	18.73	18.60	18.86	18.79	19.18	19.39	18.70	18.27	18.32	19.87
34	18.25	18.21	18.51	18.37	18.31	18.50	18.68	18.97	18.39	17.80	17.88	19.62
35	18.25	18.13	18.08	18.26	18.31	18.13	18.48	18.76	18.29	17.61	17.70	19.46
36	18.35	18.21	18.19	18.37	18.40	18.22	18.58	18.87	18.29	17.71	17.79	19.46
37	18.45	18.38	18.51	18.60	18.40	18.32	18.68	18.87	18.49	17.89	18.05	19.38
38	18.16	18.30	18.30	18.26	18.04	18.04	18.28	18.45	18.18	17.52	17.70	18.79
39	17.96	17.96	17.98	18.03	17.77	17.85	17.98	18.13	17.88	17.33	17.53	18.46
40	17.66	17.62	17.65	17.92	17.59	17.66	17.68	17.92	17.67	17.15	17.35	18.21
41	17.66	17.45	17.44	17.80	17.50	17.48	17.48	17.71	17.47	16.87	17.09	17.88
42	17.76	17.62	17.55	18.15	17.68	17.66	17.58	17.82	17.57	16.96	17.18	17.96

---

---

43	17.76	17.54	17.65	17.92	17.68	17.48	17.58	17.82	17.57	17.05	17.18	17.88
44	18.06	17.88	18.08	18.26	18.04	17.66	17.98	18.24	17.88	17.52	17.62	18.46
45	17.66	17.45	17.55	17.80	17.59	17.29	17.48	17.71	17.47	16.96	17.00	17.63
46	17.66	17.37	17.44	17.57	17.41	17.10	17.27	17.61	17.47	17.05	17.09	17.47
47	17.47	17.37	17.55	17.34	17.23	17.10	17.27	17.61	17.57	17.05	17.09	17.55
48	17.37	17.54	17.76	17.57	17.50	17.29	17.38	17.71	17.77	17.15	17.27	17.80
49	17.76	17.79	17.98	17.92	17.86	17.38	17.48	17.71	17.77	17.33	17.62	17.96
50	17.96	17.71	17.87	18.26	17.77	17.57	17.68	17.92	17.47	17.05	17.18	17.63
51	17.66	17.45	17.55	17.92	17.68	17.10	17.38	17.71	17.47	17.05	17.27	17.47
52	17.27	17.12	17.12	17.46	17.32	16.82	16.87	17.19	16.95	16.96	16.91	17.13
53	16.98	16.95	16.58	17.00	16.86	16.45	16.37	16.77	16.54	17.05	16.48	16.89
54	16.58	16.53	15.93	16.66	16.41	16.07	15.97	16.25	16.03	16.87	15.95	16.47
55	16.39	16.27	15.61	16.20	15.96	15.70	15.67	15.93	15.72	16.78	15.16	15.56
56	16.19	16.10	15.50	16.31	15.68	15.79	15.77	16.04	15.93	16.31	15.34	15.72
57	16.19	15.94	16.15	16.54	16.32	16.07	15.97	16.35	16.13	15.66	15.69	15.97
58	16.39	15.94	16.36	16.66	16.50	16.45	16.07	16.56	16.24	15.84	15.95	16.14
59	16.88	16.95	16.79	17.12	16.86	16.45	16.57	16.77	16.65	16.31	16.30	16.55
60	16.98	17.03	16.79	17.23	17.04	16.64	16.67	16.88	16.75	16.40	16.48	16.72
61	17.17	17.37	17.22	17.46	17.23	16.73	16.87	17.19	17.06	16.68	16.74	16.97
62	17.37	17.54	17.44	17.69	17.41	17.01	17.07	17.40	17.26	16.96	17.00	17.30
63	17.57	17.79	17.65	17.92	17.68	17.01	17.27	17.51	17.36	17.05	17.09	17.47
64	17.08	17.12	17.01	17.34	17.14	16.82	16.67	17.09	16.85	16.50	16.56	16.89
65	16.68	16.86	16.79	17.00	16.86	16.26	16.47	16.67	16.54	16.12	16.13	16.47
66	16.39	16.36	16.36	16.43	16.41	16.07	16.07	16.35	16.13	15.66	15.78	16.14
67	16.39	16.53	16.36	16.54	16.41	16.07	15.87	16.25	16.03	15.56	15.60	16.47
68	16.58	16.78	16.58	16.54	16.59	16.26	15.87	16.25	16.03	15.66	15.69	16.47
69	16.88	16.78	16.69	16.77	16.86	16.17	16.07	16.56	16.34	15.84	15.86	16.72
70	16.78	16.61	16.47	17.00	16.95	16.07	16.27	16.46	16.24	15.84	15.86	16.72
71	16.98	16.44	16.58	16.89	16.86	15.98	16.07	16.25	16.24	15.94	15.95	16.47
72	16.78	16.86	16.69	17.00	16.68	16.17	16.37	16.67	16.44	16.03	16.04	16.30
73	16.49	16.61	16.47	16.54	16.50	16.07	16.27	16.35	16.13	15.75	15.78	16.06
74	16.09	16.36	15.07	16.31	16.32	15.79	15.97	16.14	15.83	15.47	15.51	15.81
75	15.70	16.10	15.93	16.08	16.05	15.61	15.67	15.83	15.62	15.19	15.25	15.56
76	15.41	15.77	15.61	15.97	15.87	15.42	15.37	15.62	15.42	14.91	14.99	15.31
77	15.31	15.60	15.61	15.74	15.59	15.42	15.26	15.51	15.21	14.73	14.81	15.14
78	15.41	15.43	15.40	15.63	15.41	15.14	15.06	15.41	15.11	14.63	14.72	14.98
79	15.21	15.35	15.07	15.51	15.14	14.86	14.96	15.09	15.01	14.45	14.55	14.81
80	15.60	15.94	15.72	15.97	15.78	15.42	15.37	15.62	15.62	15.19	15.25	14.98

---

81	16.29	16.44	16.36	16.66	16.32	15.89	16.07	16.35	16.24	16.03	15.95	16.14
82	16.09	16.19	16.04	16.43	16.14	15.70	15.77	16.25	15.93	15.75	15.69	15.89
83	15.90	15.94	15.83	16.20	15.96	15.70	15.57	16.04	15.72	15.47	15.43	15.64
84	15.60	15.85	15.72	16.08	15.78	15.42	15.37	15.83	15.62	15.19	15.16	15.39
85	15.80	15.94	15.83	16.08	15.87	15.51	15.47	15.93	15.83	15.28	15.34	15.47
86	15.70	15.77	15.61	15.86	15.68	15.33	15.37	15.72	15.52	15.10	15.07	15.31
87	16.29	16.53	16.36	16.66	16.32	15.89	16.07	16.35	16.24	15.94	15.95	16.06
88	16.58	16.86	16.79	17.00	16.68	16.17	16.47	16.77	16.65	16.40	16.39	16.55
89	16.68	16.78	16.58	17.00	16.50	15.98	16.27	16.56	16.44	16.22	16.13	16.30
90	16.68	16.69	16.69	16.77	16.59	15.98	16.37	16.67	16.44	16.22	15.95	16.06
91	16.88	16.86	16.90	16.89	16.59	16.07	16.47	16.77	16.65	16.03	15.78	15.81
92	16.58	16.61	16.58	16.66	16.41	15.89	16.27	16.56	16.44	16.03	15.60	15.56
93	16.39	16.61	16.36	16.66	16.14	15.70	15.97	16.25	16.13	15.84	15.60	15.64
94	16.09	16.36	16.04	16.31	15.87	15.42	15.67	15.93	15.93	15.47	15.34	15.39
95	15.90	16.10	15.83	16.08	15.59	15.23	15.37	15.62	15.72	15.19	15.25	15.31
96	15.70	15.77	15.61	15.86	15.41	14.95	15.16	15.51	15.31	14.91	14.99	15.14
97	15.60	15.77	15.72	16.08	15.23	14.86	15.16	15.51	15.21	14.91	15.07	15.22
98	15.51	15.60	15.61	15.86	15.23	14.77	15.06	15.41	15.21	14.63	14.99	15.14
99	15.70	15.85	15.83	15.97	15.50	14.86	15.37	15.62	15.42	14.54	15.07	15.31
100	15.41	15.51	15.40	15.51	15.14	15.05	14.96	15.20	15.01	14.91	14.64	14.89
101	15.90	15.94	15.93	16.08	15.68	15.42	15.47	15.83	15.62	15.28	15.34	15.47
102	15.70	15.85	15.83	15.97	15.78	15.23	15.37	15.72	15.52	15.10	15.25	15.39
103	15.51	15.77	15.83	15.86	15.68	15.23	15.26	15.62	15.42	15.10	15.07	15.31
104	15.60	15.60	15.61	15.74	15.41	15.05	15.26	15.51	15.31	14.91	14.99	15.22
105	15.21	15.77	15.61	15.97	15.68	15.05	14.86	15.62	15.42	15.00	14.90	15.06
106	14.92	15.60	15.40	15.63	15.50	14.95	14.86	15.62	15.31	14.91	14.99	14.98
107	14.82	15.43	15.61	15.63	15.32	14.95	15.06	15.41	15.21	14.82	14.81	15.06
108	14.52	15.35	15.29	15.28	15.14	14.77	14.86	15.20	15.01	14.63	14.64	14.81
109	14.23	14.92	14.86	14.83	14.69	14.49	14.46	14.78	14.60	14.07	14.20	14.39
110	13.94	14.59	14.22	14.48	14.14	13.93	13.96	14.26	14.29	13.61	14.02	14.06
111	13.84	14.33	14.32	14.60	14.14	13.55	13.86	14.15	13.98	13.70	13.76	13.73

Cuadro 29. Pérdida de humedad (%) en tablas extraídas del árbol 5.

Día	5BT1	5BT2	5MT1	5MT2	5AT1	5AT2	5BC1	5BC2	5MC1	5MC2	5AC1	5AC2
1	53.95	60.42	76.01	48.51	68.00	74.47	49.39	76.30	50.14	54.65	76.54	44.20
2	49.76	54.60	70.89	45.63	62.82	67.88	46.10	71.09	46.60	50.52	71.81	41.47
3	45.24	43.13	69.18	41.57	58.15	61.57	42.07	63.53	43.43	46.34	66.75	36.94

---

4	41.60	41.67	54.90	38.29	52.55	53.54	37.40	59.58	38.26	40.56	59.75	35.23
5	38.51	40.76	51.57	36.11	47.28	46.08	35.49	52.27	35.00	37.09	52.57	32.08
6	36.85	37.76	47.44	34.82	43.80	34.51	33.89	48.15	33.56	34.65	48.69	30.62
7	34.54	36.03	44.65	33.63	41.51	34.03	32.51	45.21	32.41	33.05	45.99	29.43
8	33.33	33.12	40.34	31.85	38.03	26.29	30.60	41.09	30.49	30.70	41.94	27.89
9	32.22	30.12	38.36	31.05	36.42	23.14	29.86	39.24	29.82	29.77	40.25	27.47
10	30.24	29.75	36.39	29.07	34.47	23.23	29.75	37.65	29.15	29.11	39.49	26.44
11	29.69	28.57	34.23	28.08	31.83	20.75	29.43	33.95	26.94	27.61	35.11	24.90
12	28.14	27.39	31.81	27.68	30.48	20.94	26.14	31.93	26.37	25.92	33.33	24.56
13	27.26	27.01	29.65	26.29	28.69	20.65	24.55	31.01	25.79	24.79	31.39	23.45
14	25.83	26.92	28.48	25.40	27.08	20.55	23.91	28.07	24.26	23.57	29.11	22.68
15	25.17	24.66	27.31	24.90	26.32	20.84	23.81	27.39	23.97	23.47	28.69	22.68
16	23.51	23.38	25.52	23.91	24.70	19.79	22.32	25.04	22.72	22.16	26.58	21.49
17	23.07	22.02	24.17	22.12	23.34	19.12	21.89	23.61	21.86	21.88	25.15	21.15
18	21.64	20.47	22.82	21.73	22.75	19.22	20.20	22.44	21.00	20.56	23.88	20.21
19	20.97	21.02	21.56	21.53	21.56	18.83	19.66	21.09	20.13	19.62	22.53	19.35
20	20.42	20.29	20.93	21.03	20.80	17.88	19.13	20.34	19.65	19.15	21.69	19.01
21	20.20	20.29	20.58	20.83	20.54	17.50	19.03	20.17	19.56	17.93	21.43	19.10
22	19.98	20.11	20.22	20.63	20.29	17.69	18.92	19.92	19.46	19.25	21.10	19.10
23	19.32	19.47	19.68	19.94	19.52	17.40	18.39	19.16	18.98	18.69	20.34	18.59
24	18.99	19.11	19.32	19.54	19.19	17.02	18.07	18.74	18.70	18.40	19.66	18.24
25	18.44	18.65	18.87	19.25	18.85	16.73	17.65	18.40	18.31	18.12	19.16	17.99
26	18.00	18.20	18.42	18.95	18.34	16.54	17.33	17.98	17.93	17.84	18.73	17.73
27	18.11	18.38	18.60	18.95	18.34	16.54	17.43	18.07	18.02	18.03	18.82	17.90
28	17.78	18.20	18.33	18.75	18.25	16.63	17.43	17.98	17.93	17.84	18.65	17.82
29	18.11	18.38	18.60	18.95	18.42	17.02	17.86	18.40	18.41	18.31	19.07	18.16
30	17.56	17.74	18.06	18.35	18.00	16.63	17.22	17.73	17.74	17.65	18.31	17.56
31	17.34	17.83	18.15	18.35	18.00	16.63	17.22	17.65	17.64	17.56	18.40	17.56
32	17.34	17.65	17.97	18.25	17.83	16.44	17.12	17.65	17.55	17.65	18.40	17.65
33	17.45	17.83	18.06	18.45	18.00	16.73	17.33	17.82	17.74	17.65	18.31	17.48
34	17.45	18.11	18.15	18.55	18.08	16.92	17.12	18.15	17.74	18.12	18.31	17.56
35	17.67	17.74	17.97	18.25	17.91	16.73	17.43	17.73	18.12	17.84	18.65	17.99
36	17.23	17.56	17.61	18.15	17.57	16.54	17.01	17.65	17.74	17.75	18.06	17.39
37	16.78	17.20	17.16	17.96	17.40	16.25	16.69	17.48	17.26	17.37	17.55	17.05
38	16.78	17.29	17.25	17.66	16.98	15.77	16.27	17.23	16.78	17.09	17.05	16.71
39	15.90	16.56	16.62	17.36	16.38	15.30	15.74	16.81	16.20	16.90	16.46	16.28

---

---

40	15.46	15.92	15.99	16.37	15.87	14.63	15.10	16.39	15.72	15.68	15.95	15.60
41	15.57	16.01	16.08	16.47	15.87	14.91	15.31	16.13	15.82	15.77	16.03	15.68
42	15.57	16.20	16.17	16.67	16.04	15.20	15.52	16.05	16.11	16.15	16.37	16.02
43	15.68	16.29	16.53	16.77	16.30	15.39	15.74	15.46	16.30	16.34	16.54	16.28
44	16.12	16.65	16.80	17.06	16.64	15.58	16.05	14.79	16.68	16.90	17.05	18.59
45	16.23	16.74	16.98	17.26	16.81	15.87	15.10	15.88	16.87	17.00	17.13	17.82
46	16.45	17.02	17.16	17.46	16.98	16.06	16.48	17.06	17.07	17.18	17.38	16.96
47	16.78	17.38	17.43	17.66	17.32	16.35	16.80	17.39	17.45	17.56	17.72	17.31
48	16.78	17.47	17.52	17.86	17.32	16.44	16.90	17.48	17.55	17.65	17.81	17.39
49	16.45	16.92	17.16	17.76	16.98	15.97	16.27	16.89	16.97	17.00	17.22	16.79
50	15.90	16.56	16.53	16.96	16.38	15.58	15.84	16.39	16.49	16.53	16.79	16.37
51	15.57	16.20	16.26	16.57	16.13	15.11	15.52	16.05	16.20	16.24	16.46	15.94
52	15.57	16.11	16.26	16.57	16.13	15.11	15.42	16.05	16.20	16.24	16.46	15.85
53	15.68	16.11	16.26	16.57	16.21	15.20	15.52	16.22	16.11	16.34	16.54	16.02
54	15.90	16.29	16.44	16.77	16.47	15.30	15.63	16.13	16.30	16.53	16.71	16.11
55	15.79	16.20	16.35	16.57	16.47	15.49	15.74	16.39	16.40	16.43	16.62	16.28
56	15.79	16.29	16.53	16.77	16.38	15.39	15.84	16.30	16.20	16.34	16.54	16.20
57	15.90	16.56	16.62	16.96	16.47	15.49	15.84	16.39	16.49	16.53	16.71	16.37
58	15.68	16.38	16.44	16.47	16.21	15.20	15.63	16.13	16.20	16.43	16.46	16.20
59	15.24	16.11	16.17	16.17	15.87	15.01	15.42	15.88	15.92	16.15	16.20	15.94
60	15.02	15.83	15.90	15.97	15.53	14.82	15.10	15.55	15.53	15.77	15.95	15.60
61	14.80	15.56	15.63	15.67	15.28	14.63	14.78	15.29	15.44	15.40	15.61	15.34
62	14.69	15.38	15.45	15.58	15.20	14.53	14.67	15.21	15.24	15.21	15.44	15.17
63	14.47	15.20	15.18	15.58	15.11	14.34	14.57	15.04	15.05	15.21	15.27	15.00
64	14.36	14.92	15.00	15.38	14.86	14.15	14.57	15.04	15.05	15.31	15.36	15.17
65	14.91	15.47	15.54	15.67	14.60	14.53	15.20	15.71	15.82	15.40	15.78	15.60
66	15.57	16.11	16.17	16.37	16.04	15.30	15.84	16.39	16.40	16.53	16.71	16.20
67	15.35	15.83	15.99	16.17	15.87	15.11	15.63	16.05	16.11	16.34	16.46	15.94
68	15.24	15.56	15.81	16.07	15.62	14.82	15.31	15.80	15.82	15.96	16.12	15.68
69	15.02	15.38	15.63	15.97	15.53	14.63	14.99	15.55	15.53	15.68	15.78	15.43
70	15.02	15.47	15.72	15.97	15.62	14.72	15.10	15.63	15.72	15.77	15.95	15.60
71	14.91	15.38	15.45	15.77	15.28	14.53	14.89	15.46	15.53	15.59	15.70	15.34
72	15.57	16.01	16.26	16.47	16.04	15.20	15.84	16.39	16.40	16.43	16.62	16.20
73	15.90	16.47	16.62	16.77	16.38	15.58	16.27	16.72	16.87	16.90	17.13	16.62
74	15.79	16.38	16.44	16.67	16.21	15.30	16.05	16.72	16.78	16.81	17.05	16.45
75	15.90	16.20	16.44	16.67	16.21	15.30	16.16	16.81	16.87	16.90	17.05	16.54

---

---

76	16.12	16.38	16.71	16.77	16.30	15.39	16.27	16.64	16.68	16.71	16.88	16.37
77	15.79	15.92	16.53	16.57	16.13	15.20	16.05	16.39	16.49	16.43	16.62	16.20
78	15.46	15.65	16.26	16.37	15.87	15.01	15.84	16.13	16.40	16.15	16.37	15.94
79	15.24	15.47	15.99	16.07	15.62	14.72	15.52	15.88	16.11	15.96	15.95	15.68
80	15.02	15.29	15.72	15.77	15.45	14.63	15.20	15.55	15.82	15.68	15.70	15.43
81	14.69	15.01	15.36	15.48	15.20	14.44	14.78	15.21	15.34	15.40	15.53	15.17
82	14.58	15.01	15.36	15.48	15.20	14.44	14.89	15.21	15.34	15.49	15.44	15.26
83	14.47	14.92	15.27	15.38	15.28	14.53	14.67	15.29	15.15	15.49	15.53	15.09
84	14.36	15.20	15.45	15.58	15.37	14.53	14.89	15.38	15.44	15.59	15.70	14.92
85	14.69	14.83	15.09	15.28	14.86	14.15	14.46	14.96	14.96	15.12	15.19	15.34
86	14.91	15.38	15.63	15.77	15.45	14.63	15.10	15.63	15.63	15.68	15.95	15.60
87	14.80	15.47	15.81	15.58	15.37	14.72	14.99	15.55	15.53	15.68	15.78	15.43
88	14.80	15.29	15.36	15.58	15.37	14.63	14.89	15.38	15.44	15.59	15.70	15.34
89	14.69	15.01	15.27	15.48	15.20	14.34	14.78	15.21	15.34	15.40	15.53	15.17
90	14.47	14.83	15.18	15.28	15.11	14.53	14.67	15.13	15.24	15.31	15.44	15.17
91	14.47	14.83	15.00	15.08	15.03	14.44	14.78	15.21	15.34	15.40	15.44	15.26
92	14.58	15.01	15.09	15.38	15.11	14.34	14.67	15.21	15.24	15.40	15.44	15.17
93	14.14	14.74	14.91	15.18	14.77	14.05	14.36	14.96	14.96	15.02	15.11	14.92
94	13.81	14.38	14.29	14.68	14.26	13.58	13.82	14.37	14.38	14.55	14.60	14.40
95	13.70	14.19	14.11	14.48	14.09	13.38	13.72	14.20	14.29	14.65	14.43	14.23
96	13.81	14.29	14.20	14.58	14.18	13.48	13.82	14.29	14.38	14.55	14.43	14.15
97	13.59	14.10	14.02	14.38	14.01	13.29	13.61	14.20	14.29	14.37	14.35	13.98
98	13.37	13.92	13.84	14.38	14.01	13.29	13.51	14.12	14.38	14.46	14.26	14.06
99	13.48	14.01	13.93	14.48	14.09	13.19	13.29	14.20	14.19	14.37	14.43	14.06
100	13.26	13.83	13.84	14.29	13.92	13.10	13.08	14.03	14.19	14.18	14.26	13.89
101	13.15	13.74	13.84	14.29	13.92	12.81	13.08	14.03	14.09	13.99	14.26	13.89
102	13.26	13.83	13.93	14.38	14.01	12.91	12.98	13.95	14.00	13.99	14.18	13.98
103	13.03	13.65	13.75	14.19	13.84	12.81	12.98	13.87	13.81	13.71	14.09	13.81
104	13.15	13.47	13.57	14.09	13.75	12.81	13.08	13.70	13.71	13.80	13.92	13.72
105	13.37	13.74	13.84	14.19	13.84	12.91	13.29	13.87	14.00	13.99	14.09	13.89
106	13.15	13.65	13.75	13.89	13.75	12.81	13.29	13.70	13.71	13.80	13.76	13.55
107	12.92	13.47	13.66	13.79	13.67	12.62	13.19	13.78	13.61	13.62	13.67	13.46
108	13.03	13.56	13.75	13.69	13.58	12.72	12.98	13.61	13.42	13.71	13.76	13.55
109	12.92	13.47	13.48	13.49	13.41	12.52	12.87	13.53	13.23	13.62	13.59	13.55

---

Cuadro 30. Contracción (%) en las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Árbol	Factor A	Factor B	Lado A (%)		Lado B (%)		Lado medio (%)			Total (%)
			Esp.	Ancho	Esp.	Ancho	Esp. 1	Esp. 2	Ancho	Promedio
1	1	1	2.78	2.18	2.30	2.27	1.55	2.30	1.52	2.11
1	1	1	1.17	2.54	0.80	1.51	1.56	1.55	1.19	1.51
1	2	1	5.69	2.78	2.33	2.69	1.55	1.16	1.14	2.44
1	2	1	6.07	2.56	0.78	1.69	1.54	3.07	1.50	2.39
1	3	1	0.80	2.26	1.19	1.29	1.95	1.54	1.00	1.44
1	3	1	2.75	2.57	1.20	2.94	1.98	1.96	1.40	2.14
1	1	2	1.93	1.38	1.96	1.78	1.55	1.54	0.99	1.56
1	1	2	1.56	2.55	1.56	2.55	1.54	3.46	1.19	2.07
1	2	2	1.55	2.44	3.21	2.25	1.18	1.94	1.08	1.95
1	2	2	1.95	2.28	1.92	2.08	2.67	2.31	1.98	2.16
1	3	2	1.57	1.58	0.78	1.27	3.80	1.94	0.98	1.65
1	3	2	1.96	1.76	3.53	2.45	2.33	2.31	1.18	2.16
2	1	1	1.17	2.57	2.36	2.27	2.72	10.00	1.60	3.11
2	1	1	1.20	2.10	1.17	2.45	2.31	2.71	1.98	2.01
2	2	1	1.95	1.50	0.77	1.70	1.18	1.54	1.20	1.41
2	2	1	1.17	1.00	5.28	1.40	1.54	1.19	1.20	1.75
2	3	1	1.57	2.94	1.97	1.69	2.69	1.94	1.30	2.01
2	3	1	1.57	1.58	2.33	1.67	3.45	3.07	1.68	2.12
2	1	2	0.78	2.75	1.54	2.05	3.42	3.05	1.19	2.10
2	1	2	0.00	2.75	9.20	2.65	4.20	2.68	1.88	3.08
2	2	2	1.98	2.55	5.43	2.55	2.70	3.08	1.58	2.76
2	2	2	0.00	1.87	4.78	3.24	3.44	3.44	1.37	2.54
2	3	2	1.93	1.87	3.08	1.49	3.09	3.46	1.47	2.25
2	3	2	1.53	2.19	1.93	2.09	1.92	1.18	2.10	1.88
3	1	1	2.35	1.77	2.36	2.68	2.69	2.33	2.20	2.32
3	1	1	1.18	1.60	0.78	2.10	1.17	1.55	1.30	1.42
3	2	1	1.55	3.81	0.78	3.09	3.50	3.49	3.42	2.88
3	2	1	1.19	2.38	0.78	1.69	1.16	1.60	1.50	1.52
3	3	1	1.57	1.50	0.39	1.99	1.92	1.96	1.79	1.61
3	3	1	2.35	0.80	1.56	2.56	2.35	1.94	0.60	1.69
3	1	2	1.93	2.36	1.55	2.65	3.86	3.47	1.38	2.42
3	1	2	1.59	2.77	1.20	3.06	1.93	1.93	1.49	2.05



3	2	2	1.97	2.37	0.78	2.62	2.70	2.33	1.58	2.07
3	2	2	1.98	2.51	1.19	2.57	1.56	1.98	1.78	1.98
3	3	2	1.96	2.06	1.92	2.29	0.78	1.93	2.47	1.96
3	3	2	2.26	2.17	1.96	1.98	0.78	2.28	2.18	1.97
4	1	1	0.00	2.09	0.39	2.29	0.78	0.40	2.09	1.28
4	1	1	7.66	3.48	2.80	1.90	4.38	3.98	2.41	3.65
4	2	1	0.00	3.41	0.77	2.40	1.18	0.79	1.93	1.63
4	2	1	0.00	2.40	1.17	2.19	0.78	0.79	1.81	1.41
4	3	1	1.53	2.78	0.38	2.87	4.56	0.00	3.16	2.28
4	3	1	1.16	2.58	1.54	2.88	1.15	0.39	2.68	1.89
4	1	2	1.22	3.29	1.16	2.99	1.91	1.18	3.49	2.31
4	1	2	1.56	3.26	1.20	3.39	1.52	0.78	3.17	2.27
4	2	2	0.00	3.08	1.54	2.78	0.75	0.77	3.07	1.87
4	2	2	1.97	2.59	0.00	2.98	3.76	3.02	3.08	2.39
4	3	2	0.00	3.08	1.88	2.98	0.78	1.54	3.00	2.03
4	3	2	0.75	1.97	1.53	1.96	0.38	0.00	2.13	1.15
5	1	1	0.77	0.68	2.29	2.36	3.07	2.67	0.98	1.77
5	1	1	1.91	3.30	0.76	2.92	1.14	1.12	3.50	2.24
5	2	1	1.52	3.02	1.16	3.02	1.15	1.54	3.29	2.22
5	2	1	0.38	1.86	0.79	2.04	0.78	3.10	1.36	1.51
5	3	1	1.89	2.54	0.77	2.25	1.12	1.15	2.15	1.77
5	3	1	0.79	3.87	3.37	2.98	0.00	0.00	3.37	2.08
5	1	2	0.76	2.71	1.15	3.12	1.53	1.50	2.73	2.04
5	1	2	1.15	2.93	1.14	3.13	0.76	1.14	2.93	2.02
5	2	2	0.76	2.82	1.56	3.10	1.88	1.88	2.62	2.18
5	2	2	1.15	2.90	0.80	2.82	0.39	1.53	2.51	1.86
5	3	2	1.49	3.11	1.50	3.21	1.50	1.53	3.11	2.32
5	3	2	1.15	2.43	0.77	2.05	0.77	1.50	2.33	1.66
Mínimo			0.00	0.68	0.00	1.27	0.00	0.00	0.60	1.15
Máximo			7.66	3.87	9.20	3.39	4.56	10.00	3.50	3.65

Factor A: 1 – base, 2 – media y 3 – ápice.

Factor B: 1 – triángulo y 2 – caballete.

Cuadro 31. ANVA para la contracción (%) del espesor (radial) en el lado A de las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Origen	GL	SC	CM	F	Sig.
Niveles	2	0.066	0.033	0.025	0.975 <sup>ns</sup>
Apilado	1	2.258	2.258	1.750	0.198 <sup>ns</sup>
Niveles * Apilado	2	0.720	0.360	0.279	0.759 <sup>ns</sup>
Error	24	30.972	1.291		
Total	29	34.015			

ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 32. Estadísticos para la contracción (%) del espesor (radial) en el lado A de las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Niveles del fuste	Apilado	Media	Desviación típica	CV (%)
Base	Triángulo	2.02	1.06	52.69
	Caballete	1.13	0.82	72.35
Medio	Triángulo	1.95	2.28	116.64
	Caballete	1.33	0.49	36.85
Ápice	Triángulo	1.60	0.27	17.00
	Caballete	1.46	0.67	45.92
Total	Triángulo	1.85	1.36	73.56
	Caballete	1.31	0.64	48.86
	Total	1.58	1.08	68.53

Cuadro 33. ANVA para la contracción (%) del ancho (tangencial) en el lado A de las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Origen	GL	SC	CM	F	Sig.
Niveles	2	0.277	0.138	0.469	0.631 <sup>ns</sup>
Apilado	1	0.129	0.129	0.439	0.514 <sup>ns</sup>
Niveles * Apilado	2	0.412	0.206	0.698	0.507 <sup>ns</sup>
Error	24	7.076	0.295		
Total	29	7.893			

ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 34. Estadísticos para la contracción (%) del ancho (tangencial) en el lado A de las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Niveles del fuste	Apilado	Media	Desviación típica	CV (%)
Base	Triángulo	2.23	0.41	18.48
	Caballete	2.68	0.48	17.87
Medio	Triángulo	2.47	0.73	29.39
	Caballete	2.54	0.29	11.53
Ápice	Triángulo	2.34	0.76	32.27
	Caballete	2.22	0.43	19.37
Total	Triángulo	2.35	0.61	26.00
	Caballete	2.48	0.43	17.19
	Total	2.41	0.52	21.61

Cuadro 35. ANVA para la contracción (%) del espesor (radial) en el lado B de las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Origen	GL	SC	CM	F	Sig.
Niveles	2	0.226	0.113	0.080	0.923 <sup>ns</sup>
Apilado	1	1.925	1.925	1.364	0.254 <sup>ns</sup>
Niveles * Apilado	2	0.031	0.016	0.011	0.989 <sup>ns</sup>
Error	24	33.881	1.412		
Total	29	36.065			

ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 36. Estadísticos para la contracción (%) del espesor (radial) en el lado B de las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Niveles del fuste	Apilado	Media	Desviación típica	CV (%)
Base	Triángulo	1.60	0.10	6.01
	Caballete	2.17	1.81	83.46
Medio	Triángulo	1.46	0.92	63.12
	Caballete	2.00	1.93	96.39
Ápice	Triángulo	1.47	0.59	40.13
	Caballete	1.89	0.51	27.09
Total	Triángulo	1.51	0.59	39.12
	Caballete	2.02	1.45	71.57
	Total	1.77	1.12	63.15

Cuadro 37. ANVA para la contracción (%) del ancho (tangencial) en el lado B de las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Origen	GL	SC	CM	F	Sig.
Niveles	2	0.372	0.186	1.244	0.306 <sup>ns</sup>
Apilado	1	0.574	0.574	3.841	0.062 <sup>ns</sup>
Niveles * Apilado	2	0.648	0.324	2.167	0.136 <sup>ns</sup>
Error	24	3.587	0.149		
Total	29	5.181			

ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 38. Estadísticos para la contracción (%) del ancho (tangencial) en el lado B de las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Niveles del fuste	Apilado	Media	Desviación típica	CV (%)
Base	Triángulo	2.28	0.29	12.67
	Caballete	2.74	0.46	16.85
Medio	Triángulo	2.19	0.38	17.32
	Caballete	2.70	0.33	12.26
Ápice	Triángulo	2.31	0.46	19.91
	Caballete	2.18	0.37	16.94
Total	Triángulo	2.26	0.36	15.85
	Caballete	2.54	0.45	17.66
	Total	2.40	0.42	17.62

Cuadro 39. ANVA para la contracción (%) del espesor (radial) 1 en el lado medio de las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Origen	GL	SC	CM	F	Sig.
Niveles	2	1.031	0.515	0.631	0.541 <sup>ns</sup>
Apilado	1	0.113	0.113	0.138	0.713 <sup>ns</sup>
Niveles * Apilado	2	1.398	0.699	0.856	0.438 <sup>ns</sup>
Error	24	19.614	0.817		
Total	29	22.157			

ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 40. Estadísticos para la contracción (%) del espesor (radial) 1 en el lado medio de las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Niveles del fuste	Apilado	Media	Desviación típica	CV (%)
Base	Triángulo	2.14	0.43	20.02
	Caballete	2.22	1.10	49.48
Medio	Triángulo	1.44	0.56	38.97
	Caballete	2.10	0.70	33.08
Ápice	Triángulo	2.00	1.22	61.15
	Caballete	1.61	1.10	68.42
Total	Triángulo	1.86	0.82	43.99
	Caballete	1.98	0.95	48.10
	Total	1.92	0.87	45.56

Cuadro 41. ANVA para la contracción (%) del espesor (radial) 2 en el lado medio de las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Origen	GL	SC	CM	F	Sig.
Niveles	2	4.647	2.324	1.907	0.170 <sup>ns</sup>
Apilado	1	0.023	0.023	0.019	0.892 <sup>ns</sup>
Niveles * Apilado	2	2.053	1.026	0.842	0.443 <sup>ns</sup>
Error	24	29.250	1.219		
Total	29	35.972			

ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 42. Estadísticos para la contracción (%) del espesor (radial) 2 en el lado medio de las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Niveles del fuste	Apilado	Media	Desviación típica	CV (%)
Base	Triángulo	2.86	1.96	68.45
	Caballete	2.07	0.86	41.56
Medio	Triángulo	1.83	0.73	39.83
	Caballete	2.23	0.61	27.19
Ápice	Triángulo	1.39	0.97	69.59
	Caballete	1.62	0.95	58.56
Total	Triángulo	2.03	1.39	68.40
	Caballete	1.97	0.80	40.72
	Total	2.00	1.11	55.70

Cuadro 43. ANVA para la contracción (%) del ancho (tangencial) en el lado medio de las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Origen	GL	SC	CM	F	Sig.
Niveles	2	0.017	0.009	0.017	0.983 <sup>ns</sup>
Apilado	1	0.286	0.286	0.551	0.465 <sup>ns</sup>
Niveles * Apilado	2	0.005	0.002	0.005	0.995 <sup>ns</sup>
Error	24	12.458	0.519		
Total	29	12.766			

ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 44. Estadísticos para la contracción (%) del ancho (tangencial) en el lado medio de las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Niveles del fuste	Apilado	Media	Desviación típica	CV (%)
Base	Triángulo	1.88	0.38	20.16
	Caballete	2.05	0.97	47.64
Medio	Triángulo	1.83	0.57	31.03
	Caballete	2.06	0.72	34.71
Ápice	Triángulo	1.91	0.86	44.85
	Caballete	2.10	0.67	31.93
Total	Triángulo	1.87	0.59	31.33
	Caballete	2.07	0.74	35.74
	Total	1.97	0.66	33.65



Cuadro 45. Contenido de humedad (%) en las tablas de *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.

Árbol	Nivel (Factor A)	Apilado (Factor B)	CH equilibrio (%)	CH inicial (%)
1	1	1	13.38	87.60
1	1	1	13.77	84.00
1	1	2	13.12	59.99
1	1	2	12.70	77.57
1	2	1	13.47	70.30
1	2	1	13.24	55.93
1	2	2	13.23	60.63
1	2	2	12.93	50.97
1	3	1	13.47	45.35
1	3	1	13.46	73.53
1	3	2	13.41	67.53
1	3	2	12.97	81.20
2	1	1	13.45	74.48
2	1	1	13.42	72.03
2	1	2	13.51	58.65
2	1	2	13.31	80.44
2	2	1	13.48	89.91
2	2	1	13.66	66.93
2	2	2	13.28	86.06
2	2	2	13.50	86.16
2	3	1	13.81	54.84
2	3	1	13.65	69.56
2	3	2	13.67	76.33
2	3	2	13.39	49.04
3	1	1	13.07	55.08
3	1	1	14.29	85.71
3	1	2	13.65	55.31
3	1	2	14.55	84.96
3	2	1	13.65	55.31
3	2	1	13.89	66.92

3	2	2	14.30	68.76
3	2	2	14.13	80.77
3	3	1	14.87	76.25
3	3	1	14.58	63.81
3	3	2	14.18	57.74
3	3	2	14.77	51.93
4	1	1	13.84	75.56
4	1	1	14.33	103.88
4	1	2	13.86	53.25
4	1	2	14.15	53.56
4	2	1	14.32	71.38
4	2	1	14.60	71.84
4	2	2	13.98	50.16
4	2	2	13.70	86.95
4	3	1	14.14	88.03
4	3	1	13.55	48.60
4	3	2	13.76	73.71
4	3	2	13.73	49.26
5	1	1	12.92	53.95
5	1	1	13.47	60.42
5	1	2	12.87	49.39
5	1	2	13.53	76.30
5	2	1	13.48	76.01
5	2	1	13.49	48.51
5	2	2	13.23	50.14
5	2	2	13.62	54.65
5	3	1	13.41	68.00
5	3	1	12.52	74.47
5	3	2	13.59	76.54
5	3	2	13.55	44.20

Factor A: 1 – base, 2 – media y 3 – ápice.

Factor B: 1 – triángulo y 2 – caballete.

### Anexo 3. Panel fotográfico



Figura 13. Trozado del fuste.



Figura 14. Aserrío de cuartones.



Figura 15. Aserrío con sierra circular.



Figura 16. Cepillada de tablas por la calibradora.



Figura 17. Codificación de las tablas en estudio.



Figura 18. Apilado en triángulo de las tablas en estudio.

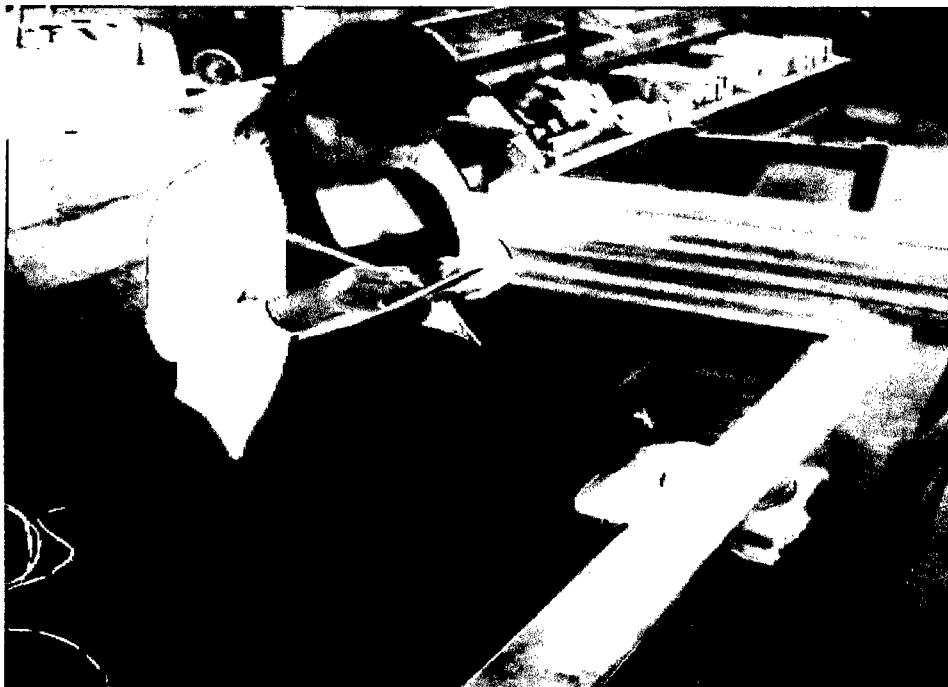


Figura 19. Pesada de las tablas



Figura 20. Medición de defectos durante el secado.

**Anexo 4. Certificado de identificación de la especie *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**



**Tingo María - Perú**



**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

EL ESPECIALISTA EN DENDROLOGIA TROPICAL DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES, QUE SUSCRIBE:

**CERTIFICA**

Que la muestra proporcionada por la Bach. MARÍA ANGÉLICA MOYA VENTURO que tengo a la vista y la observación realizada en campo pertenecen a:

➤ ***Tachigalia cavipes* (Spr. Ex Benth) Macbr**

Se expide el presente a solicitud de la interesada para los fines pertinentes.

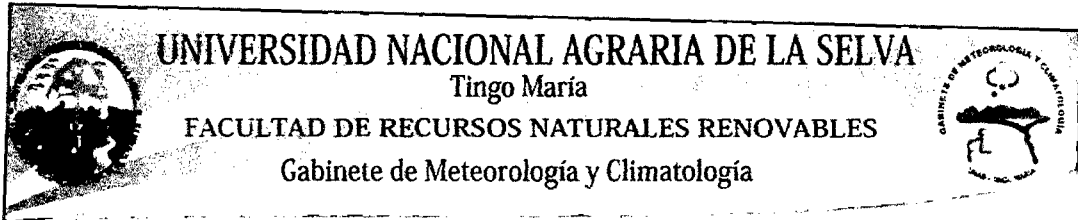
Tingo María, 07 de abril del 2014



Ing° Warren Ríos García  
Profesor de Dendrología

UNAS

## Anexo 5. Variables climatológicas



"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

Tingo María, 13 de agosto de 2014

### DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACION DE TINGO MARÍA

MESES : ABRIL - AGOSTO - 2014

Coordenadas geográficas:

Latitud: 09° 18'00" Sur Longitud: 76° 01'00" Oeste Altitud: 660 msnm

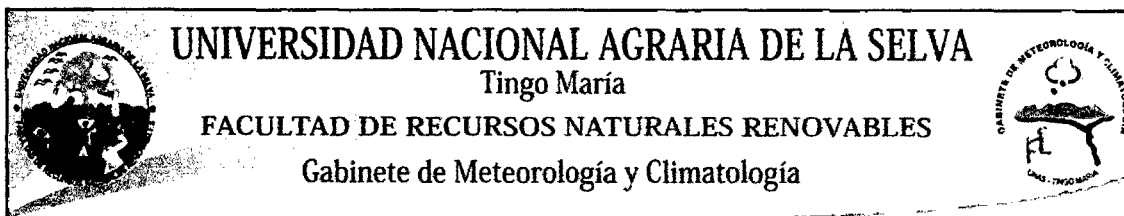
FECHA	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
01-04-14	29.0	20.4	24.7	88	19.2
02-04-14	29.0	20.8	24.9	86	0.9
03-04-14	30.4	21.5	25.9	84	-
04-04-14	30.5	21.6	26.0	85	4.9
05-04-14	26.4	21.5	23.9	93	0.5
06-04-14	31.2	20.5	25.8	83	0.2
07-04-14	32.0	21.2	26.6	80	7.7
08-04-14	31.3	22.2	26.7	82	1.0
09-04-14	31.5	22.5	27.0	80	1.9
10-04-14	29.0	21.5	25.2	89	32.0
11-04-14	30.0	21.6	25.8	86	0.4
12-04-14	29.7	21.2	25.4	84	4.0
13-04-14	31.4	20.8	26.1	82	-
14-04-14	24.3	21.0	22.2	93	11.9
15-04-14	29.0	19.5	24.2	85	2.6
16-04-14	31.0	20.8	25.9	85	0.3
17-04-14	31.7	21.8	26.7	83	-
18-04-14	31.5	21.4	26.4	84	-
19-04-14	30.5	21.5	26.0	84	-
20-04-14	32.0	21.8	26.9	79	-
21-04-14	28.0	22.5	25.2	89	3.5
22-04-14	32.5	21.5	27.0	82	1.1
23-04-14	28.1	22.0	25.0	88	19.0
24-04-14	25.2	20.5	22.8	95	7.0
25-04-14	29.5	21.5	25.5	87	44.0
26-04-14	31.5	20.5	26.0	86	15.4
27-04-14	30.0	21.0	25.5	87	31.0
28-04-14	30.5	21.0	25.7	84	19.3
29-04-14	27.5	21.0	24.7	87	1.8
30-04-14	30.5	21.0	25.7	85	-

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Ing. Msc. Lucio Manrique De Lara Suárez

JEFE





# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Gabinete de Meteorología y Climatología

"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

Tingo María, 13 de agosto de 2014

## DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACION DE TINGO MARÍA

MESES : ABRIL – AGOSTO - 2014

Coordenadas geográficas:

Latitud: 09° 18'00" Sur Longitud: 76° 01'00" Oeste Altitud: 660 msnm

FECHA	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
01-05-14	32.0	22.2	27.1	78	-
02-05-14	32.0	22.0	27.0	79	23
03-05-14	28.7	21.6	25.1	80	5.8
04-05-14	30.0	21.5	25.7	82	-
05-05-14	31.0	22.3	26.6	80	9.8
06-05-14	31.5	21.0	26.2	82	19.3
07-05-14	30.0	20.6	25.3	88	0.8
08-05-14	29.5	21.0	25.2	87	-
09-05-14	30.5	21.2	25.8	80	-
10-05-14	30.2	21.0	25.6	82	-
11-05-14	30.8	21.4	26.1	85	-
12-05-14	31.0	20.5	25.7	85	-
13-05-14	30.0	20.1	25.0	83	-
14-05-14	31.3	21.2	26.2	82	4.5
15-05-14	30.5	21.7	26.1	85	14.8
16-05-14	29.3	21.0	25.1	87	2.5
17-05-14	30.2	21.2	25.7	88	-
18-05-14	30.8	20.0	25.4	89	15.5
19-05-14	31.5	21.2	26.3	87	34.6
20-05-14	26.5	20.2	23.3	89	-
21-05-14	30.5	21.1	25.8	88	-
22-05-14	26.0	21.4	23.7	90	11.9
23-05-14	31.3	21.6	26.4	84	36.7
24-05-14	30.5	20.6	25.5	80	0.3
25-05-14	30.0	20.9	25.4	80	21.4
26-05-14	30.2	21.4	25.8	85	-
27-05-14	30.5	21.2	25.8	83	0.5
28-05-14	30.6	21.3	25.9	85	4.8
29-05-14	30.6	21.4	26.0	88	-
30-05-14	30.4	21.8	26.1	84	-
31-05-14	31.0	21.0	26.0	80	-

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Ing. Msc. Lucto Henrique De Lara Suárez  
JEFE



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Gabinete de Meteorología y Climatología



"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

Tingo María, 13 de agosto de 2014

MESES : ABRIL - AGOSTO - 2014

## DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACION DE TINGO MARÍA

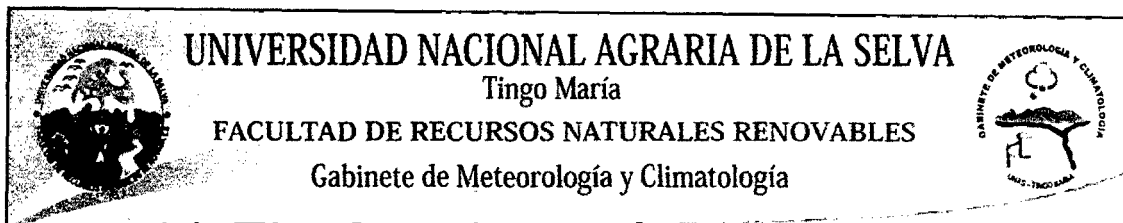
Coordenadas geográficas:

Latitud: 09° 18'00" Sur Longitud: 76° 01'00" Oeste Altitud: 660 msnm

FECHA	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
01-06-14	29.5	21.2	25.3	88	-
02-06-14	31.4	20.5	25.9	85	-
03-06-14	31.5	20.4	25.9	80	-
04-06-14	31.4	22.2	26.8	78	3.5
05-06-14	31.5	21.2	26.3	79	-
06-06-14	31.3	20.6	25.9	80	-
07-06-14	31.9	21.2	26.5	80	-
08-06-14	32.0	22.1	27.0	78	0.7
09-06-14	31.7	21.2	26.4	80	40.8
10-06-14	27.4	21.2	24.3	85	0.9
11-06-14	29.7	20.3	25.0	82	-
12-06-14	29.9	21.6	25.7	80	-
13-06-14	31.5	20.2	25.8	79	-
14-06-14	30.9	20.7	25.8	80	-
15-06-14	28.9	20.8	24.8	80	-
16-06-14	27.5	20.5	24.0	85	3.3
17-06-14	29.0	20.3	24.6	80	41.4
18-06-14	29.9	20.0	24.9	80	-
19-06-14	30.0	19.1	24.5	81	-
20-06-14	30.3	20.1	25.2	82	-
21-06-14	29.8	18.6	24.2	85	-
22-06-14	31.3	19.1	25.2	79	-
23-06-14	31.0	20.4	25.7	78	-
24-06-14	31.7	20.2	25.9	80	-
25-06-14	30.6	21.3	25.9	80	10.8
26-06-14	30.3	21.2	25.7	83	47.7
27-06-14	30.4	20.7	25.5	82	-
28-06-14	26.9	20.8	23.8	80	15.9
29-06-14	28.3	18.9	23.6	81	-
30-06-14	27.1	22.4	24.7	80	11.9

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Ing. Msc. Lucio Márquez De Lara Suárez  
JEFE



"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

Tingo María, 13 de agosto de 2014

**DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACION DE TINGO MARÍA**

MESES : ABRIL – AGOSTO - 2014

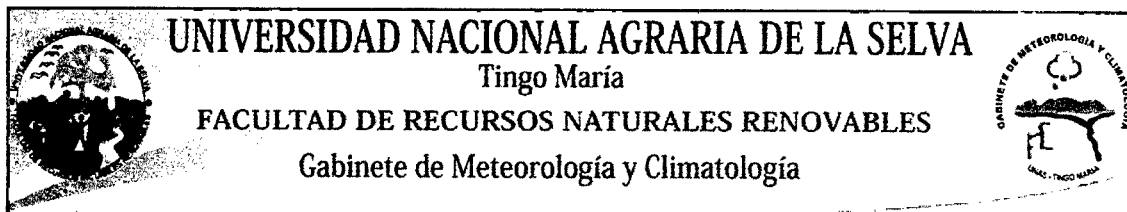
Coordenadas geográficas:

Latitud: 09° 18'00" Sur Longitud: 76° 01'00" Oeste Altitud: 660 msnm

FECHA	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
01-07-14	28.3	20.9	24.6	85	2.9
02-07-14	29.9	20.7	25.3	80	0.2
03-07-14	30.7	20.8	25.7	82	-
04-07-14	30.3	20.0	25.1	80	-
05-07-14	29.9	20.7	25.3	82	5
06-07-14	27.1	20.0	23.5	80	5.8
07-07-14	31.5	19.3	25.4	81	-
08-07-14	24.3	20.1	22.2	90	1
09-07-14	29.9	19.4	24.6	80	-
10-07-14	30.6	20.8	25.7	82	-
11-07-14	28.4	20.4	24.4	80	0.6
12-07-14	30.5	20.2	25.3	81	-
13-07-14	30.9	20.1	25.5	82	-
14-07-14	31.3	16.6	23.9	87	-
15-07-14	30.5	19.2	24.8	80	-
16-07-14	31.3	18.2	24.7	85	-
17-07-14	30.2	19.3	24.7	80	-
18-07-14	30.3	19.3	24.8	82	-
19-07-14	30.5	19.2	24.8	81	-
20-07-14	31.3	18.2	24.7	80	-
21-07-14	30.9	20.1	25.5	80	-
22-07-14	30.5	19.0	24.7	82	0.4
23-07-14	30.0	19.1	24.5	80	8.6
24-07-14	29.9	19.3	24.6	82	1
25-07-14	27.3	20.5	23.9	80	13.4
26-07-14	27.6	20.3	23.9	80	-
27-07-14	29.5	20.6	25.0	82	0.4
28-07-14	26.5	20.9	23.7	80	3.8
29-07-14	30.3	18.8	24.5	81	-
30-07-14	31.5	19.3	25.4	86	-
31-07-14	30.8	17.9	24.3	87	-

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Msc. Lucio Henrique De Lara Suárez  
JEFE



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Tingo María

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Gabinete de Meteorología y Climatología

"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

Tingo María, 13 de agosto de 2014

MESES: : ABRIL - AGOSTO 2014

**DATOS METEOROLÓGICOS DE LA INDUSTRIA DE TINGO MARÍA**

Coordenadas geográficas:

Latitud: 09° 18'00" Sur Longitud: 76° 01'00" Oeste Altitud: 660 msnm

FECHA	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
01/08/2014	31.4	18.1	24.7	80	-
02/08/2014	26.4	18.5	22.4	85	-
03/08/2014	29.9	17.8	23.8	82	-
04/08/2014	31.9	19.6	25.7	81	-
05/08/2014	29.5	19.5	24.5	80	-
06/08/2014	31.0	20.2	25.6	84	4.7
07/08/2014	31.7	20.8	26.2	85	10.5
08/08/2014	29.2	20.1	24.6	80	1.3
09/08/2014	29.0	20.4	24.7	85	0.9
10/08/2014	30.5	20.0	25.2	81	4.4
11/08/2014	31.6	20.4	26.0	80	-
12/08/2014	31.3	20.0	25.6	79	-
13/08/2014	28.2	19.6	23.9	80	10.8
14/08/2014	30.7	17.5	24.1	82	-
15/08/2014	31.5	19.6	25.5	70	-
16/08/2014	32.2	20.5	26.3	79	-
17/08/2014	32.1	19.0	25.5	78	-
18/08/2014	30.0	19.2	24.6	80	-
19/08/2014	29.3	19.2	24.2	79	-
20/08/2014	31.7	17.5	24.6	80	-
21/08/2014	32.0	16.6	24.3	81	-
22/08/2014	31.7	17.1	24.4	80	-
23/08/2014	31.1	17.8	24.4	80	-
24/08/2014	32.0	17.4	24.7	81	-
25/08/2014	31.0	18.1	24.5	80	-
26/08/2014	33.1	19.8	26.4	82	-
27/08/2014	25.5	19.5	22.5	93	-
28/08/2014	30.5	19.0	24.7	80	-
29/08/2014	29.6	20.2	24.9	79	4.9
30/08/2014	27.3	19.5	23.4	80	-
31/08/2014	31.0	18.5	24.7	80	-

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Msc. Lucio Márquez De Lara Suárez  
JEFE

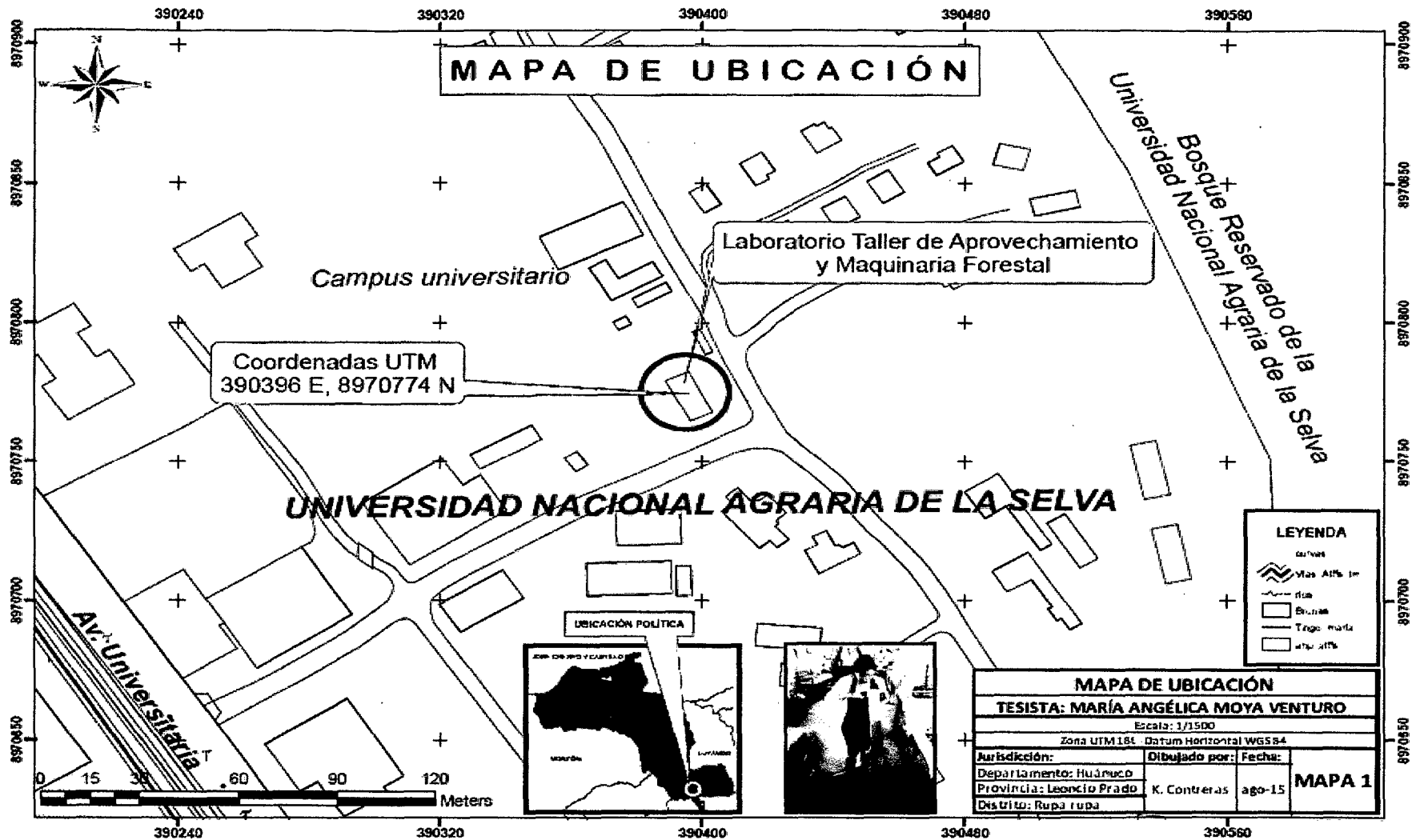


Figura 21. Mapa de ubicación del Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal.

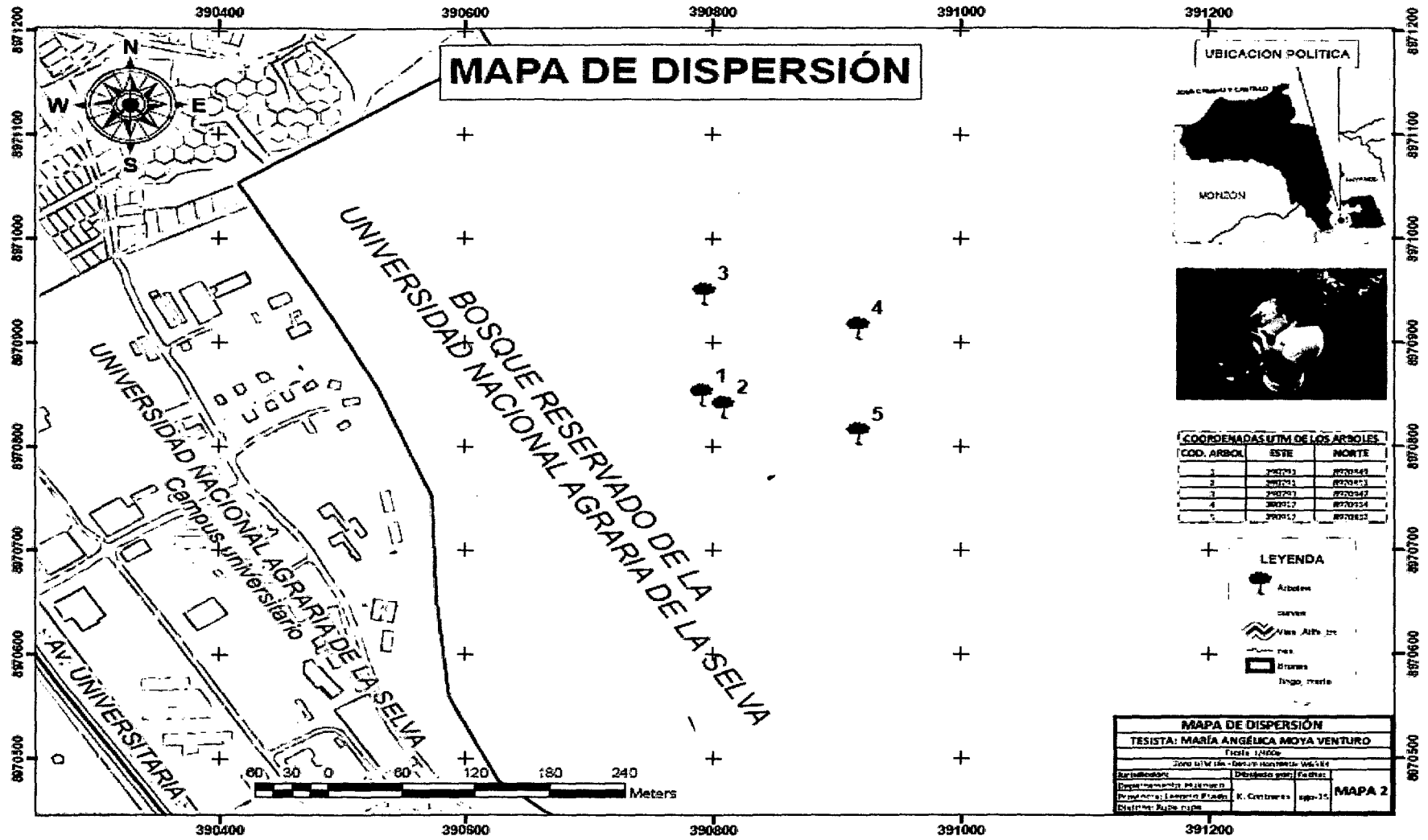


Figura 22. Mapa de dispersión de la especie *T. cavipes* (Spr. Ex Benth.) Macbr.