

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS NATURALES
RENOVABLES



TRABAJABILIDAD A TRES NIVELES DEL FUSTE DE LA MADERA
PASHACO BLANCO (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake),
PROCEDENTE DE BOSQUE SECUNDARIO – UCAYALI

Tesis

Para optar el título de:

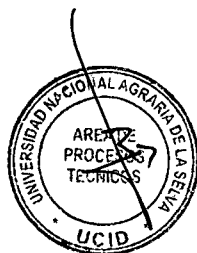
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN FORESTALES

DENIS JOEL GUERRERO PÉREZ

PROMOCIÓN 2009-II

Tingo María – Perú

2013



K50

G88

Guerrero Pérez, Denis Joel

Trabajabilidad a tres niveles del fuste de la madera pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake), procedente de bosque secundario.- Ucayali

80 páginas; 18 cuadros; 22 fgrs.; 31 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales)
Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos
Naturales Renovables - Tingo María 2013

1. TORNEADO 2. TRABAJABILIDAD DE LA MADERA 3. FUSTE

4. PASHACO BLANCO 5. BOSQUE SECUNDARIO 6. CEPILLADO



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 21 de enero del 2013, a horas 10:00 a.m. en la Sala de Sesiones del Departamento Académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

“TRABAJABILIDAD A TRES NIVELES DEL FUSTE DE LA MADERA PASHACO BLANCO (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake), PROCEDENTE DE BOSQUE SECUNDARIO - UCAYALI”

Presentado por el Bachiller: **DENIS JOEL GUERRERO PÉREZ**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**

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


Tingo María, 21 de enero del 2013.


Ing. M.Sc. **RICARDO OCHOA CUYA**
PRESIDENTE




Ing. **RAUL ARAUJO TORRES**
VOCAL


Lic. Fis. **CÉSAR SANTISTEBAN ALVARADO**
VOCAL


Ing. **JORGE LUIS VERGARA PALOMINO**
ASESOR

Ing. M.Sc. **DAVID G. LLUNCOR MENDOZA**
ASESOR (AUSENTE)

DEDICATORIA

A Dios, por concederme la vida.

A mis padres: Joel Guerrero Gamonal y Lucila Pérez Pérez, por sus sabios consejos e invalorables sacrificios para lograr el gran anhelo de ambos: Mi Profesión.

A mi hermano Nilton, a mis hermanas: Rosa, Ayde, Alicia y Sandy por su constante apoyo moral, por el amor y cariño de siempre.

A todos mis amigos, por el estímulo e incentivo brindado durante mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por haberme forjado como profesional.

Al Ing. Jorge Luis Vergara Palomino (Universidad Nacional Agraria de la Selva), por su interés y apoyo incondicional como patrocinador en la presente investigación, por su motivación y conocimientos adquiridos.

Al Ing. M. Sc. David G. Lluncor Mendoza (Universidad Nacional de Ucayali), por su apoyo como patrocinador en el presente trabajo de investigación por su orientación profesional durante las etapas del trabajo.

A la Ing. Leticia Guevara Salnicov (Universidad Nacional de Ucayali), por su colaboración en la recopilación de información y sus valiosas sugerencias durante el trabajo de redacción del presente estudio.

A la Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral (AIDER – Pucallpa), por haberme dado la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación.

Y, a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron significativamente en la realización y culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. La madera	4
2.2. Estructura anatómica de la madera	6
2.3. Influencia de la estructura anatómica en la trabajabilidad de la madera	7
2.4. Consideraciones sobre trabajabilidad de la madera	9
2.4.1. Generalidades	9
2.4.2. Defectos generados por el labrado mecanizado	12
2.4.3. Factores que influyen en el corte de la madera	17
2.4.4. Experiencias en trabajabilidad de la madera y sus alcances	18
2.5. Características generales de la especie en estudio	23
2.5.1. Clasificación taxonómica	23
2.5.2. Distribución y hábitat natural	23
2.5.3. Descripción botánica	24
2.5.4. Descripción anatómica	26
2.5.5. Descripción de la madera	29
2.5.6. Descripción sobre su trabajabilidad, durabilidad y secado	29
2.5.7. Usos	31

III. MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. Lugar de ejecución.....	32
3.2. Procedencia del material biológico.....	32
3.2.1. Ubicación política	33
3.3. Población y muestra.....	34
3.4. Materiales.....	36
3.4.1. Material xilemático.....	36
3.4.2. Para el aserrado.....	36
3.4.3. Para el habilitado de la probetas	36
3.4.4. Para la medición de la humedad	36
3.4.5. Para la ejecución de los ensayos	36
3.4.6. Para el registro y proceso de datos	37
3.5. Metodología	37
3.5.1. Identificación de la especie.....	37
3.5.2. Aserrado y acondicionado de la madera	38
3.5.3. Habilitado y secado de la madera	39
3.5.4. Ejecución de los ensayos	40
3.5.5. Evaluación de las probetas.....	45
3.5.6. Tratamiento de los datos	49
IV. RESULTADOS	51
4.1. Comportamiento al cepillado de la madera del pashaco blanco (<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake).....	51
4.2. Comportamiento al moldurado de la madera del pashaco blanco (<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake).....	53

4.3. Comportamiento al lijado de la madera del pashaco blanco (<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake).....	55
4.4. Comportamiento al taladrado de la madera del pashaco blanco (<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake).....	57
4.5. Comportamiento al torneado de la madera del pashaco blanco (<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake).....	59
V. DISCUSIÓN.....	61
5.1. Cepillado de la madera del pashaco blanco (<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell) S.F. Blake).....	61
5.2. Moldurado de la madera del pashaco blanco (<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell) S.F. Blake).....	64
5.3. Lijado de la madera del pashaco blanco (<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell) S.F. Blake).....	65
5.4. Taladrado de la madera del pashaco blanco (<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell) S.F. Blake).....	66
5.5. Torneado de la madera del pashaco blanco (<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell) S.F. Blake).....	68
VI. CONCLUSIONES.....	70
VII. RECOMENDACIONES.....	72
VIII.ABSTRACT	73
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXO	80
GLOSARIO	91

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Características de identificación macroscópica determinadas en rodajas de la de la madera de <i>Schizolobium parahyba</i> (vell.) S.f. Blake.....	26
2. Características de identificación macroscópica de las características organolépticas de la madera de <i>Schizolobium parahyba</i> (vell.) S.f. Blake.....	26
3. Características de identificación macroscópica de las características generales por probetas de <i>schizolobium parahyba</i> (vell.) S.f. Blake.....	27
4. Características de identificación microscópica de la madera de <i>schizolobium parahyba</i> (vell.) S.f. Blake.....	27
5. Resumen de las características generales de la madera de <i>schizolobium parahyba</i> (vell.) S.f. Blake.....	27
6. Coordenadas utm de los árboles de pashaco blanco (<i>schizolobium parahyba</i> (vell.) S.f. Blake) colectados.....	32
7. Características morfológicas de los árboles colectados en las zonas de prospección cicfor macuya - unu y el km 19 de la carretera neshuya - curimaná.....	35
8. Dimensiones requeridas para cada tipo de ensayo.....	39
9. Probetas obtenidas por niveles de fuste y por plano de corte.....	40

10. Probetas utilizadas por niveles de fuste en el ensayo de torneado.....	41
11. Grados de calidad para la calificación de los ensayos de trabajabilidad.....	46
12. Factores de conversión de defectos según la severidad en los ensayos de trabajabilidad.....	47
13. Rango de calificación según la calidad para los ensayos de trabajabilidad.....	47
14. Resultados del ensayo de cepillado respecto a los niveles del fuste y la interacción con su anisotropía y el sentido de corte.....	51
15. Resultados del ensayo de moldurado respecto a los niveles del fuste y la interacción con su anisotropía y el sentido de corte.	53
16. Resultados del ensayo de lijado respecto a los niveles del fuste y la interacción con su anisotropía y el sentido de corte.....	55
17. Resultados del ensayo de taladrado respecto a los niveles del fuste y la interacción con su anisotropía y el sentido de corte.....	57
18. Resultados del ensayo de torneado respecto a los niveles del fuste y la interacción con su anisotropía y el sentido de corte.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Descripción botánica de <i>schizolobium parahyba</i> (vell.) S.f. Blake.....	25
2. Vistas macroscópicas y microscópicas de la madera <i>schizolobium parahyba</i> (vell.) S.f. Blake.....	28
3. Esquema de trozado del fuste (norma iso 4470-1982).....	35
4. Esquema de aserrío de la troza para la obtención de las probetas.....	38
5. Sentido de ejecución del cepillado referente al grano de la probeta.....	41
6. Sentido de ejecución del moldurado referente al grano de la probeta.....	42
7. Sentido de ejecución del lijado referente al grano de la probeta.....	43
8. Ubicación de la perforación para el ensayo de taladrado.....	44
9. Posición angular de la gubia respecto a la probeta en el torno.....	45
10. Zonas de evaluación en las probetas molduradas.....	48
11. Comportamiento promedio al cepillado de cada nivel del fuste.....	52
12. Comportamiento promedio respecto a la anisotropía de cada nivel.....	52

13. Comportamiento promedio respecto al sentido de corte en cada nivel	52
14. Comportamiento promedio al moldurado de cada nivel del fuste.	54
15. Comportamiento promedio respecto a la anisotropía de cada nivel.	54
16. Comportamiento promedio respecto al sentido de corte en cada nivel	54
17. Comportamiento promedio al lijado de cada nivel del fuste.	56
18. Comportamiento promedio respecto a la anisotropía de cada nivel.	56
19. Comportamiento promedio respecto al sentido de corte en cada nivel	56
20. Comportamiento promedio al taladrado de cada nivel del fuste.	58
21. Comportamiento promedio respecto a la anisotropía de cada nivel.	58
22. Comportamiento promedio al torneado de cada nivel del fuste.	60
23. Aserrado de la troza (a), viguetas obtenidas de la troza (b).....	86
24. Habilitado de las probetas (a), apilado de las probetas para el secado bajo techo (b).....	86
25. Ensayo de cepillado (a), ensayo de moldurado (b).	87

26.	Ensayo de lijado (a), ensayo de taladrado (b).....	87
27.	Ensayo de torneado	88
28.	Defecto de grano veloso (a), defecto de grano arrancado (b); producidos en el ensayo de cepillado.	88
29.	Probeta moldurada (a), defecto de grano arrancado y grano astillado en el fondo y los filos de la moldura respectivamente (b); producidos en el ensayo de moldurado.	89
30.	Defecto de grano astillado (a), defecto grano rugoso en el interior del orificio (b); producidos en el ensayo de taladrado.	89
31.	Probeta torneada con posiciones angulares de 0°, 15° y 40°.....	90
32.	Formaciones de virutas (tipo I, tipo II y tipo III).....	90

RESUMEN

El pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake) es una especie potencial de los bosques de la región Ucayali. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el comportamiento a la trabajabilidad de la madera de pashaco blanco bajo condiciones normalizadas en operaciones de maquinado en cepillado, moldurado, lijado, taladrado y torneado; considerando que se emplearon equipos y maquinarias disponibles en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali y el SENATI - Pucallpa. Se siguió la Norma ASTM-D-1666-87 (Reapproved 1999) y las consideraciones dadas por el PADT-REFORT 1974. Los resultados indican que en operaciones de cepillado presentó comportamientos promedio de excelente (E), predominando el defecto de grano velloso. En operaciones de moldurado presentó comportamientos promedio de bueno (B), predominando el defecto de grano astillado. En operaciones de lijado usando lija N° 60 presentó comportamientos promedio de excelente (E) y bueno (B), y usando lija N° 120 presentó comportamientos promedio de excelente (E); predominando en ambas ocasiones el defecto de grano velloso. En operaciones de taladrado con velocidades de giro de 900 RPM y 1400 RPM, presentaron comportamientos promedio de bueno (B) y regular (R); predominando en ambas ocasiones el defecto de ruptura de grano. En operaciones de torneado con posiciones angulares de 0°, 15° y 40°, se presentaron comportamientos promedios de regular (R); predominando el defecto de grano astillado.

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques del territorio nacional están constituidos por una composición florística muy compleja y altamente heterogénea, estimándose que existen más de 2500 especies forestales diferentes; constituyendo una riqueza extraordinaria que puede convertirse en el fundamento del desarrollo económico y social en las regiones de selva y ceja de selva.

Una de las causas de exclusión de muchas maderas tropicales es el desconocimiento que se tiene sobre sus características tecnológicas y de trabajabilidad, tales como el comportamiento al cepillado, moldurado, lijado, taladrado y torneado, que permita conocer el acabado conveniente ya sea como elemento estructural decorativo, artesanía, muebles u otros; lo que las limitan a ser competitivas en el mercado nacional e internacional, conllevando únicamente al aprovechamiento selectivo de unas pocas especies altamente cotizadas por la demanda del mercado nacional y extranjero, generando la erosión de recursos genéticos y extinción local.

Es por ello la importancia del presente estudio, ya que resulta imprescindible e impostergable, el desarrollo de una estrategia integral orientada a incrementar el valor agregado generado por la industria maderera y pasar del actual aprovechamiento forestal de 6 m³/ha a su aprovechamiento

potencial de 40 m³/ha. Una realidad común son las industrias de Pucallpa que, aún continúan utilizando mayoritariamente de 2 a 5 especies maderables, si antes era caoba, cedro, ishpingo, estoraque y tornillo; ahora son shihuahuaco, quinilla, capirona. Esta situación promueve la sobre explotación de estas especies y consecuentemente la disminución de las mismas en los bosques de la región Ucayali.

La presente investigación se desarrolló en el marco del proyecto "Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales", que ejecutó la Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (AIDER) en convenio con la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), realizando estudios para determinar las características tecnológicas y aptitud de uso de diez maderas abundantes en los bosques secundarios y primarios residuales de la región Ucayali. Uno de los estudios es el de trabajabilidad de la madera, que permite determinar el comportamiento al maquinado, identificar los defectos más frecuentes y plantear la forma de eliminarlos o al menos mitigarlos para aumentar la calidad de superficie. En este caso se informa sobre los resultados obtenidos en el estudio del comportamiento a la trabajabilidad de la madera de pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake). Como hipótesis se afirma que ante las operaciones de maquinado en cepillado y en lijado, la presente madera presentó un comportamiento excelente (E), y este disminuyó en las operaciones de moldurado, taladrado y torneado presentando comportamientos de bueno (B) en el primero y regular (R) en los últimos; en base a esto se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el comportamiento bajo condiciones normalizadas en operaciones de cepillado, moldurado, lijado, taladrado y torneado de la madera de pashaco blanco y su variación en tres niveles del fuste.
- Determinar los defectos que tiende a presentar bajo condiciones normalizadas durante las operaciones de cepillado, moldurado, lijado, taladrado y torneado de la madera de pashaco blanco.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La madera

NINÍN (1984) manifiesta que la madera es un material notablemente fibroso constituido por elementos de formas, dimensiones, orientaciones, distribuciones, funciones y resistencias diferentes; es anisotrópico y además presenta heterogeneidad variable.

NUTSCH (1992) afirma que la sustancia de la madera está compuesta en todas las maderas de carbono elemental (aprox. 50%), hidrogeno (como un 6%), oxigeno (como un 43%), nitrógeno y pequeñas cantidades de componentes de las cenizas (como un 1%). Los componentes esenciales de la madera son la celulosa (aprox. Un 40%), sustancias semejantes a la celulosa (entre un 24% y un 32%) y lignina (entre un 22% y un 30%). Además de los componentes principales enunciados, la madera contiene también otros secundarios (como un 6%). Pertenecen a estos últimos las sustancias orgánicas tales como resina, trementina, grasa, cera, colorantes y otras, y las sustancias inorgánicas tales como potasio, sodio, calcio, magnesio, ácido fosfórico, óxido de hierro y otras.

DURAN (2007), afirma que independiente de la especie, la madera puede ser considerada como un material biológico, anisotrópico e higroscópico.

Es un material biológico, ya que está compuesto principalmente por moléculas de celulosa y lignina. Siendo madera elaborada, puede ser biodegradada por el ataque de hongos e insectos taladradores, como son las termitas. Por ello, a diferencia de otros materiales inorgánicos (ladrillo, acero y hormigón, entre otros), la madera debe tener una serie de consideraciones de orden técnico que garanticen su durabilidad en el tiempo.

La madera es un material anisotrópico. Según sea el plano o dirección que se considere respecto a la dirección longitudinal de sus fibras y anillos de crecimiento, el comportamiento tanto físico como mecánico del material, presenta resultados dispares y diferenciados.

Para tener una idea de cómo se comporta, la madera resiste entre 20 y 200 veces más en el sentido del eje del árbol, que en el sentido transversal. Debido a este comportamiento estructural tan desigual, se ha hecho necesario establecer: eje tangencial, eje radial y eje axial o longitudinal

- El eje tangencial, como su nombre lo indica, es tangente a los anillos de crecimiento y perpendicular al eje longitudinal de la pieza.
- El eje radial es perpendicular a los anillos de crecimiento y al eje longitudinal.
- El eje longitudinal es paralelo a la dirección de las fibras y por ende, al eje longitudinal del tronco. Forma una perpendicular respecto al plano formado por los ejes tangencial y radial.

La madera es un material higroscópico. Tiene la capacidad de captar y ceder humedad en su medio, proceso que depende de la temperatura y humedad relativa del ambiente. Este comportamiento es el que determina y provoca cambios dimensionales y deformaciones en la madera.

2.2. Estructura anatómica de la madera

Kollman (1959), citado por SÁNCHEZ (1996) manifiesta que el porcentaje de la proporción de vasos en una madera varía del 2% al 65 %. También su distribución influye en la resistencia de la madera. El mismo autor cita a Esau (1959) quien indica que la distribución del parénquima es tan importante como su volumen total, siendo previsible que la resistencia quede reducida hasta un cierto límite si se presentan formando bandas consecutivas. La madera con un mayor porcentaje de parénquima tiene menor resistencia mecánica.

Palacios (1974), citado por SÁNCHEZ (1996) indica que en comparación con el parénquima, las fibras tienen lumen poco desarrollado y pared gruesa. Por lo tanto cuando la madera posee fibras largas se cuartea o cizalla con mayor facilidad. La observación de las características de las fibras tiene valor en la identificación de la madera y para establecer sus características tecnológicas.

Guzmán (1979), citado por SÁNCHEZ (1996) señala que la variabilidad de la madera puede considerarse dentro de un árbol o entre árboles de una misma especie. La variación dentro de un árbol se da en los

siguientes aspectos: dimensiones de las células, variaciones de densidad, en la composición química, en las propiedades físicas, en los anillos de crecimiento o entre la madera temprana y tardía. La variación entre árboles de la misma especie puede ser el resultado de las condiciones de crecimiento o tratamientos silviculturales o bien por los factores genéticos.

2.3. Influencia de la estructura anatómica en la trabajabilidad de la madera

Fahn (1978), citado por SÁNCHEZ (1996) manifiesta sobre la influencia de la estructura anatómica en las propiedades de resistencia, donde:

- Las maderas de las diferentes especies poseen ciertas cualidades que las hacen útiles para diferentes propósitos y estas cualidades dependen de la composición química e histológica de la madera.
- Las características histológicas que afectan la calidad de la madera son: la presencia de fibras y su número relativo, diámetro y grosor de las paredes celulares, longitud y proporción en que entrecruzan y el número de radios, la presencia o ausencia de tílides.

NINÍN (1984) menciona que las características anatómicas micro y macroscópicas tienen una influencia determinante sobre las propiedades físicas y mecánicas vinculadas al corte de la madera; además Tuset y Duran (1979) y Kollmann (1959), citados por SÁNCHEZ (1996), indican que la proporción de fibras en el volumen total influye directamente en el peso

específico y por consiguiente, indirectamente en las características de resistencia en la madera.

Además Koch (1964), citado por Sato (1976) y éste citado por SÁNCHEZ (1996), añade que las fibras pueden afectar si están dispuestas de la siguiente manera: grano entrecruzado, se presenta en la superficie radial en forma de bandas alternadas, una a favor y otra en contra el grano; al ser cepilladas se produce grano arrancado en las bandas contra el grano; grano ondulado produce astillado y arrancado.

LLUNCOR (1977) menciona que las características anatómicas de las maderas y relación de dureza sobre cizallamiento tienen una marcada influencia en la producción del defecto de grano arrancado; sustentando que a mayores desviaciones del grano, mayor cantidad de parénquima, mayor valor de la relación dureza sobre cizallamiento y mayores valores de tenacidad hay mayor tendencia a la producción del defecto de grano arrancado. El mismo autor cita a Carruthers (1967), quien manifiesta que las maderas más densas tienden a producir superficies con grano arrancado, sobre todo cuando la orientación del grano es desfavorable; en cambio, las menos densas originan superficies preferentemente con grano veloso; también menciona que en el nivel superior hay mayor presencia de este defecto por encontrarse células relativamente jóvenes donde sus propiedades mecánicas son menores favoreciendo la flexibilidad.

De La Paz Pérez y Carmona (1979), citados por ORREGO (2010) también mencionan que el grano entrecruzado suele presentar gran resistencia

al corte, dado a que el filo de las herramientas corta en secciones sucesivas de comportamiento diferente. Es posible que en algunos casos, en zonas de la madera, donde las fibras son paralelas se obtiene superficies de buena calidad, y en otras áreas donde se cortan diagonalmente las fibras, se obtienen acabados apelmusados.

2.4. Consideraciones sobre trabajabilidad de la madera

2.4.1. Generalidades

NINÍN (1984) afirma que labrar es trabajar una materia hasta reducirla a una forma conveniente. Sin embargo, en términos más específicos se admite que el labrado mecanizado de la madera se efectúa para dar forma y calidad de superficie a materiales semi-elaborados como cepillado o moldurado de madera aserrada, el taladrado de elementos estructurales para uniones. El mismo autor identifica cuatro metas fundamentales en el labrado mecanizado: obtener calidad de superficie; obtener eficiencia en la operación; limitar el desgaste de las herramientas de corte y limitar el consumo de energía.

El Centro de Utilización y Promoción de Productos Forestales (CUPROFOR. 1999), citado por BUSTAMANTE (2010), menciona la finalidad de los ensayos de cepillado, moldurado, taladrado y torneado:

- Cepillado: Esta prueba se realiza para determinar los efectos en la superficie de la madera de los diferentes ángulos de corte y velocidades de alimentación.

- **Moldurado:** Es una operación que se realiza con el objetivo de darle una mayor apariencia y terminado a la madera, con una gama amplia de formas, dependiendo del tipo de herramienta con que se hagan los productos. Estos productos pueden ser marcos para puertas y ventanas, cantos o esquinas de muebles, rodones y otras formas que el mercado demande.
- **Taladrado:** Se analiza la calidad de la superficie perforada con relación a la herramienta de corte. Esta prueba es muy frecuente en la manufactura de artículos de madera y estos se utilizan para la colocación de tornillos, tarugos y herrajes o elementos de unión.
- **Torneado:** Esta prueba es hecha con una cuchilla que da cuerpo a la madera al cortarla con diferentes ángulos. El torneado no es uno de los usos más comunes en la madera; existen productos que incrementan su valor y calidad con el torneado.

SIBILLE (2006) menciona además la finalidad del ensayo de lijado como un conjunto de operaciones manuales y mecanizadas de corte ortogonal paralelo al grano con un ángulo de corte negativo, cuyo propósito es eliminar las rugosidades o imperfecciones de las superficies para facilitar la operación de abrir el poro y dejarla lista para recibir materiales de recubrimiento en el acabado.

LLUNCOR (1977) refiere que el cepillado es un proceso de corte rotatorio en el que la madera es removida en forma de virutas individuales;

estas virutas son formadas por la acción sucesiva de cuchillas que están fijadas en un cabezal porta cuchillas que se mueve rotatoriamente. Zavala (1988), citado por ORREGO (2010), agrega además que el cepillado es considerado, después del aserrío, como la operación más importante del maquinado de la madera, debido a que la mayoría de piezas deben ser reducidas a dimensiones más o menos precisas y de superficies tersas antes de su uso final.

El Laboratorio de Productos Forestales de Inglaterra, citado por Sato (1976) y éste citado por ORREGO (2010), concluyen que los factores más importantes en el cepillado de las maderas latifoliadas son: velocidad de alimentación, velocidad de corte y ángulo de corte; de igual forma indica que la velocidad de alimentación depende de la relación entre el número de cuchillas y la velocidad de rotación del porta cuchillas, de modo que el número de marcas de cuchilla por centímetro sea debido a la intensidad de corte de la madera. El ángulo de corte de las cuchillas es determinado por las características de la especie de la madera.

Koch (1964), citado por MEDINA (2003) analizó el proceso de maquinado de la madera recomendando en cepillado utilizar el ángulo de corte de 30° para maderas blandas y de 20° para maderas duras. En el torneado relacionó la calidad de la superficie con la velocidad del eje, la longitud de la cuchilla, la forma del corte y las características de la madera; además menciona que se obtiene una mejor calidad de la superficie a un contenido de humedad de 6% que a 12% y 20%. En el lijado relacionó la calidad de la superficie obtenida con el tipo de abrasivo utilizado, mencionando que la

lijadora de banda produce más rayones y apelmusamiento sobre la madera que una lijadora de tambor.

2.4.2. Defectos generados por el labrado mecanizado

Tuset y Duran (1986), citados por ORREGO (2010) definen como defectos en la madera a aquellas irregularidades o imperfecciones que se manifiestan en ella y alteran sus propiedades físicas, mecánicas o químicas que determinan limitaciones en las aplicaciones posibles del material haciendo inferior su valor comercial.

NINÍN (1984) señala que los diferentes mecanismos de falla de la madera generan distintos tipos de virutas. A estos corresponden calidades de superficies resultantes. De otro lado asegura que la ocurrencia de los tipos de viruta es dependiente de la especie, de algunas de sus características anatómicas, de su densidad y de algunas de sus propiedades mecánicas. El mismo autor cita a Koch (1964) quien en 1954 examinó el fenómeno de formación de virutas, en el transcurso de un estudio de corte periférico; el autor también cita a Franz quien fue el que confirmó la existencia de estos tres tipos básicos de virutas realizando un estudio en corte ortogonal, al cortar la madera paralelamente al grano.

Viruta I. Se produce cuando las condiciones de corte son tales que la madera se hiende por delante de la herramienta por clivaje hasta que ocurre una falla en flexión como en una viga empotrada. La observación del

mecanismo de formación del tipo de viruta indica que los siguientes factores rigen su ocurrencia:

- Espesores de viruta elevados: las virutas de la cara de corte facilitan el clivaje.
- Espesores de viruta elevados: las virutas son más rígidas.
- Ángulos de corte elevados la orientación de la cara de corte facilita el clivaje.
- Bajo coeficiente de fricción entre la viruta y la cara de corte de la herramienta; facilita el deslizamiento de la viruta sobre la herramienta y por tanto el proceso de clivaje.

Viruta II. Se produce cuando la falla de la madera en la viruta se extiende a lo largo de una línea que va desde el filo hasta la superficie.

Favorecen la ocurrencia del tipo de viruta II:

- Espesores de viruta reducidos: las virutas son más flexibles.
- Contenido de humedad intermedio: la madera es más fácilmente deformable y el coeficiente de fricción entre la cara de corte de la herramienta y la viruta es más elevado.
- Ángulos de corte intermedios: limitan el efecto de cuña y hundimiento inherentes al proceso de formación del tipo de viruta I y tampoco promueven el mecanismo característico del tipo de viruta II.

Viruta III. Ocurre cuando la herramienta produce fallas en compresión y en cizallamiento en la madera por delante del filo. Entre los factores que propician la formación del tipo de viruta III se pueden mencionar:

- Ángulos de corte relativamente pequeños o negativos; promueven la compactación ya que no facilitan el deslizamiento de la viruta hacia arriba sobre la cara de corte de la herramienta.
- Filos desgastados, esto debido al redondeo del filo, el que implica un ángulo de corte negativo en su extremo.
- Contenido de humedad muy bajo o muy elevado.
- Coeficiente de fricción elevado entre la cara de corte y la viruta.

Koch (1964), citado por ORREGO (2010), afirma que el grano velloso ocurre cuando la herramienta produce fallas de compresión y de cizallamiento en la madera por delante del filo. También las maderas en compresión que generalmente tienen fibras en ángulos helicoidales son difíciles de cepillar, así como las maderas en tensión producen vellosidades. LLUNCOR (1977) y NINÍN (1984) además manifiestan que dicho defecto está relacionado con la falta de corte neto inherente, debido a las características de deformabilidad elástica de la madera y/o falta de capacidad de corte de las herramientas. LLUNCOR (1992) también menciona que dicho defecto lo presentan las maderas menos densas. Por lo tanto LLUNCOR (1989) recomienda aumentar la velocidad de la porta cuchillas para eliminarlo; además, lo considera como un defecto secundario pues es de fácil remoción,

ya que su eliminación exige menor trabajo de lijado que en el caso de grano arrancado.

JUNAC (1983), citado por ORREGO (2010) y LLUNCOR (1992) coinciden que las maderas más densas tienden a producir superficies con grano arrancado; sobre todo menciona cuando la orientación del grano no es favorable; además indica que este defecto es el de mayor gravedad por su dificultad para eliminarlo. LLUNCOR (1977) y NINÍN (1984) afirman que en el ensayo de torneado se presenta dicho defecto como resultado de un proceso de formación de viruta por clivaje debido a la existencia de elementos de falla como radios y/o parénquima. Koch (1964), citado por Rojas (1994) y éste citado por BUSTAMANTE (2010) afirman que el grano entrecruzado, al ser cepillado produce grano arrancado y se presenta en la superficie radial. Louisiana State University Agricultural Center (2001), citado por ORREGO (2010) agrega que dicho defecto se presenta al extraer pequeñas piezas de madera con las cuchillas, causadas por una velocidad de alimentación demasiado rápida. LLUNCOR (1989) recomienda disminuir el ángulo de corte o reducir la velocidad de alimentación, de esta manera se puede reducir o eliminar este defecto.

Zavala (1988), citado por ORREGO (2010) sostiene que el grano astillado se genera debido a la inclinación del grano y también a la presencia de grano irregular alrededor de los nudos. NINÍN (1984) considera que este defecto puede deberse por una parte a una falta de cohesión transversal entre las fibras (eventualmente por efecto de parénquima) y por otra parte, a la

resistencia a la incisión relativamente grande para con la cohesión transversal. LLUNCOR (1989) afirma que el grano astillado mayormente se presenta en maderas de mayor densidad.

NINÍN (1984) manifiesta que el defecto de rugosidad es causado por la acción del filo con cierto ángulo con respecto a la orientación del grano. En un principio, el mecanismo de formación radica en que los filos, en el proceso de incisión de las fibras las comprimen y los elementos de notable elasticidad como los poros de cierto tamaño se aplastan por debajo actuando como cojines. Posteriormente al paso del filo, los poros vuelven aproximarse a su forma original pero sobresaliendo con puntas cortadas en forma de bisel debido a la diferencia de posición. Este defecto no es de mayor gravedad, pero puede causar ciertas limitaciones pues las superficies torneadas deben ser lijadas con más esfuerzo para suavizarlas.

Vignote y Jiménez (1996), citados por ORREGO (2010) afirman que los defectos de superficie causados por la cuchilla o fresa obedecen a la velocidad de corte y a su profundidad. A medida que aumenta la velocidad de avance de la madera aumenta el paso de ondulación y la apariencia del defecto. De la misma forma, aumentando la profundidad del corte aumenta la irregularidad de la superficie y pierde calidad de trabajo. LLUNCOR (1989) afirma que la calidad del orificio en el taladrado mejora al aumentar la velocidad de giro. NINÍN (1984) manifiesta que en muchos casos puede existir una marcada diferencia de comportamiento y calidad de superficie en el cepillado, entre el plano tangencial y el plano radial de una misma madera. Destaca que

la presencia de grano entrecruzado dificulta el corte en el plano radial. Agrega que la inclinación de las fibras, a favor o en contra del sentido de corte, repercute en el comportamiento del corte periférico con mayor o menor incidencia, según el grado de inclinación. LLUNCOR (1989) refiere que el peor comportamiento al cepillado lo presentan aquellos árboles con mayor inclinación del grano, mientras que el mejor comportamiento se da a la inversa.

2.4.3. Factores que influyen en el corte de la madera

NINÍN (1984) nos indica que los factores que influyen en el corte de la madera se agrupan de la siguiente manera:

- Factores inherentes a la madera: la especie, contenido de humedad, temperatura de la madera, anisotropía de la madera, coeficiente de fricción en corte, orientación del grano.

- Factores inherentes a las condiciones de corte: ancho de corte, profundidad de corte, velocidad de corte, velocidad de alimentación.

- Factores inherentes a la herramienta: ángulo de corte o ataque, ángulo de hierro, ángulo libre, calidad del afilado.

Valderrama (1990), citado por BUSTAMANTE (2010) señala que para efectos de trabajabilidad, deben de considerarse como factores la dirección del grano y la textura, manifestando que una madera de grano recto y

textura media tienen mejor comportamiento al ser trabajado con máquinas de carpintería. También menciona que las especies que poseen sílice en su estructura y grano entrecruzado, presentan problemas de trabajabilidad; además las células parenquimatosas por ser de consistencia débil, tienen influencia negativa en el comportamiento al cepillado, ocasionando además elementos de falla.

El Laboratorio Británico de Investigación en Productos Forestales, citado por Rojas (1994) y éste citado por BUSTAMANTE (2010) concluyen que los factores más importantes a considerar en el cepillado de maderas latifoliadas son: velocidad de alimentación, velocidad de corte y ángulo de corte, este último factor determinado por las características de la especie de madera.

2.4.4. Experiencias en trabajabilidad de la madera y sus alcances

SÁNCHEZ (1996) realizó un estudio sobre influencia de las fibras y elementos vasculares en el comportamiento al cepillado y moldurado de dieciséis especies maderables de Iquitos, obteniendo en los ensayos de cepillado que las maderas de todas las especies presentaron en promedio, superficies con acabado excelente, presentándose los defectos de arrancado (preferentemente en las maderas con densidades de 0.49 g/cm^3 a 0.83 g/cm^3) y velloso (preferentemente en las maderas con densidades de 0.21 g/cm^3 a 0.42 g/cm^3); utilizó cuchillas con ángulo de corte de 30° . En el ensayo de moldurado también obtuvo resultados favorables, obteniendo superficies con

acabado excelente en promedio, presentándose los defectos vellosos, en la mayoría de las maderas con densidades de 0.21 g/cm^3 a 0.83 g/cm^3 , y el defecto astillado se presentó en una madera con densidad de 0.49 g/cm^3 ; utilizó una cuchilla con ángulo de corte de 30° .

Taquirre (1987), citado por MEDINA (2003) en su estudio de las propiedades físicas y el comportamiento al maquinado de *Guazuma crinita* Mart (Bolaina), en el ensayo de cepillado encontró que la madera no se comportó bien al trabajar con un ángulo de corte de 30° , pero se comportó mejor en los tres planos de corte al reducir dicho ángulo a 15° . En el ensayo de moldurado encontró que el comportamiento fue muy bueno, siempre y cuando el ensayo se realice paralelamente a las fibras, mientras que si el ensayo es transversal, se manifiesta el defecto de grano arrancado. En el ensayo de lijado determinó que el comportamiento de la especie fue muy bueno, ya que los defectos de rayado y vellosidad se manifestaron en un grado mínimo y fácil de superar con lija más fina. En el ensayo de taladrado determinó que la madera se comportó bien, a una mayor velocidad de giro de la broca. Fácil penetración en el plano de corte radial.

LLUNCOR (1989) realizó un estudio sobre las relaciones entre las características de cepillado de algunas maderas de Venezuela y sus propiedades físico-mecánicas y anatómicas, donde sustenta que en el ensayo de moldurado el defecto predominante fue grano vellosos y en menor grado el grano astillado, siendo más fácil de eliminar el grano vellosos más que el grano astillado.

MARTÍNEZ-PINILLOS y MARTÍNEZ (1996) realizaron un estudio sobre las características de maquinado de 32 especies de madera, en México.

En el ensayo de barrenado (taladrado), comprobaron que las brocas afiladas con una guía en el centro y dos filos en los costados, dejan un mejor acabado en comparación con el tipo de terminado que dejan las brocas que son afiladas con una punta a 45°. También observaron en general que, puede decirse que a mayor densidad mejor calidad de la superficie barrenada; aunque también existen especies que no cumplen esta regla, por ejemplo algunas especies que presentan, contenido de extractivos o depositaciones como sílice. En el ensayo de moldurado, observaron que la mayoría de las piezas probadas obtuvieron un valor superior al 70% de piezas libres de defectos sin importar el valor de su densidad relativa; además solo el 16% de las especies probadas no obtuvieron calificación de excelente o bueno; registrándose la madera de la especie *Schizolobium parahybum* (Vell) Blake como regular de acuerdo con el porcentaje de piezas libres de defectos. Con respecto al ensayo de escopleado, afirman que la densidad juega un papel importante para buenos acabados en el escopleado, pues a mayor densidad, mejor calidad de la superficie maquinada.

ORDÓÑEZ y MARTÍNEZ-PINILLOS (1996) realizaron un estudio sobre las características de cepillado y lijado de 33 especies de madera, en México, complementando un primer trabajo en el cual, se presentan los resultados de los procesos de barrenado, moldurado y escopleado para las mismas especies. Encontrando en la prueba de cepillado que en general los

resultados más aceptables se observaron con el ángulo de corte de 30°, pues tres de los cuatro defectos evaluados (grano levantado, grano algodonoso, marcas de viruta y grano arrancado) fueron menores con este ángulo de corte, que los obtenidos con ángulos de corte de 20° y 25°. Respecto a la prueba de lijado encontraron que en las piezas probadas, los mejores resultados se obtuvieron usando lija con un grado de 100. Observaron que, con lija de graduación 80, los resultados en cuanto a calidad de la superficie fueron intermedios y finalmente los resultados con menor calidad aparecieron con el uso de la lija con graduación 60. Añaden además que, para poder desaparecer cualquier defecto de la superficie, como huellas de cepillado, cortes de sierra, etc, se deberá empezar a lijar con una lija de grano relativamente grueso en una primera pasada y posteriormente ir disminuyendo el número de grano de la lija, pasando a uno más fino.

GARCÍA (2006) realizó un estudio sobre comportamiento a la trabajabilidad de la madera de *Ficus insípida* Willd. (ojé renaco) de la zona del Tamaya – Masisea (Alto Ucayali), encontrando que el comportamiento en cuanto al cepillado, moldurado, lijado y taladrado fueron de excelente a bueno. En cuanto al cepillado el defecto predominante fue el grano arrancado y en los ensayos de moldurado y lijado se presentó el defecto grano velloso.

Aróstegui (1987), citado por FLORES (2004) sustenta en su estudio de trabajabilidad de la madera de selva baja (zona Pucallpa) ejecutado gracias a un convenio entre el IIAP - Pucallpa y el CENFOR. Entre las maderas estudiadas se trabajó con la madera de *Schizolobium sp.*; en el ensayo de

taladrado presentó buen comportamiento cuando se trabajó a 510 RPM; pero cuando se incrementó la velocidad de giro a 1500, la calidad de superficie mejoró de bueno a excelente.

TORRES (1995) realizó un estudio sobre comportamiento de la madera de catorce especies forestales al taladrado y torneado. En el ensayo de taladrado encontró un buen comportamiento y la mejor velocidad de giro fue cuando trabajó a 1500 RPM. En el ensayo de torneado encontró buen comportamiento y la mejor posición angular trabajada fue 0°.

Sato (1976), citado por BUSTAMANTE (2010) realizó un estudio sobre propiedades de trabajabilidad de la madera de 12 especies del Perú. En el ensayo de taladrado encontró que la calidad mejora al aumentar la velocidad angular de 1600 a 2700 RPM, para las maderas de mohena, cachimbo y uvilla. En el ensayo de torneado encontró que las maderas de textura media a fina con densidad de media a alta se tornean con buen acabado como por ejemplo la yacushapana.

Bernui (1992), citado por BUSTAMANTE (2010) realizó un estudio sobre la trabajabilidad de la madera de la familia Bombacaceae de un bosque tropical húmedo. En el ensayo de torneado encontró que en las maderas de densidad media (0.42 - 0.57 g/cm³) presentaron una calidad de bueno a excelente para ángulos de corte de 0° y 15°. Para maderas de densidad muy baja (menores de 0.30 g/cm³) presentaron mal acabado.

2.5. Características generales de la especie en estudio

2.5.1. Clasificación taxonómica

Según Lewis *et al.* (2005) y Barneby (1996), citados por TURCHETTO (2009); REYNEL *et al.* (2003), dan la siguiente clasificación:

Orden	: Fabales
Familia	: FABACEAE – LEGUMINOSAE
Sub familia	: CAESALPINIOIDEAE
Tribu	:Caesalpineae
Grupo	: Peltophorum
Género	: <i>Schizolobium</i>
Nombre científico	: <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake
Sinónimo botánico	: <i>S. amazonicum</i> Huber & Ducke;
Nombres comunes	: “Pashaco blanco”, “Pino chuncho”
Nombres internacionales	: Cerebó (Bol.), Guapuruvu(Bra.), Tambor (Col.), Pashaco (Ecu.), Palo judío (Mex.)
Nombres comerciales	: Guapuruvu, Quamwood

2.5.2. Distribución y hábitat natural

REYNEL *et al.* (2003) señala que la especie se encuentra en la región Amazónica, mayormente debajo de los 1200 m.s.n.m. Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, aunque también en ámbitos con una estación seca marcada; es una especie con tendencia heliófita y de

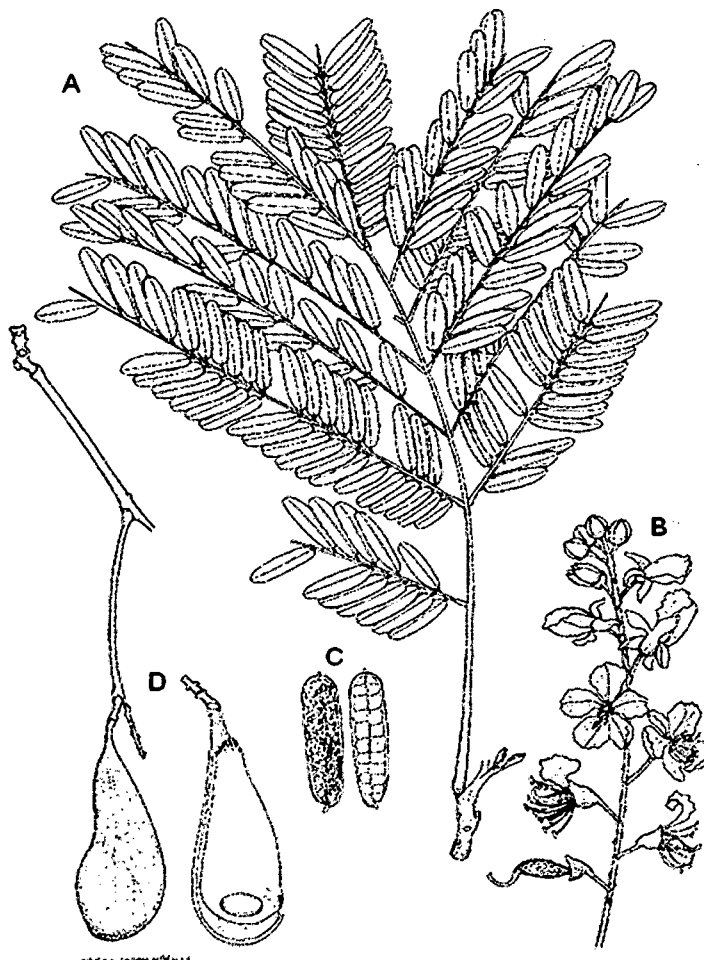
crecimiento rápido, presente en bosques secundarios tempranos y tardíos; se le encuentra en claros en el bosque primario; prefiere suelos arenosos a limosos, de fertilidad media a alta, necesariamente bien drenados, con pedregosidad baja a media; PALOMINO y BARRA (2003) consideran que se distribuye específicamente en suelos de tipo ultisol, entisol e inceptisol. Esta especie es muy sensible al anegamiento y no lo tolera, sobre todo cuando es una plántula; aunque puede tolerar saturación de agua en el suelo durante periodos cortos según lo menciona WIGHTMAN *et al.* 2006, o periódicamente inundados (Loreto y Ucayali) como lo describen los autores PALOMINO y BARRA (2003) estos autores también manifiestan que su regeneración natural es abundante en Selva Central y distribuido en riberas de ríos de las provincias de Oxapampa, Chanchamayo y Satipo. OFI-CATIE (s.d.), agrega además que es una especie caducifolia a semicaducifolia, heliófita, de corta vida, de crecimiento rápido, que crece bajo diversas condiciones climáticas (ecuatorial, subtropical, tropical). Presenta autopoda intensa, aun desde joven. Se distribuye desde el sur de México, a lo largo de América Central, hasta Bolivia, Ecuador, Perú y Brasil.

2.5.3. Descripción botánica

REYNEL *et al.* (2003) describe que la especie es un árbol de 30-70 cm de diámetro y 18 - 25 m de altura total, con el fuste cilíndrico, la ramificación en el tercer tercio, la base del fuste recta. Corteza externa lisa a agrietado color marrón rojizo a grisáceo, con ritidoma en placas rectangulares a cuadrangulares pequeñas, de 1.5 - 4 cm de ancho. Corteza interna

homogénea, color amarillo blanquecino, con olor a legumbre. Ramitas terminales con sección circular, color marrón rojizo a marrón claro cuando secas, glabras. Hojas compuestas bipinnadas, alternas y dispuestas en espiral. Inflorescencias paniculas de 20 - 40 cm de longitud, multifloras, producidas en las ramitas defoliadas. Flores de mediano tamaño, hermafroditas, zigomorfas. Frutos alargados y planos, oblanceolados, con el ápice rotundo, de la superficie lisa y glabra, color marrón rojizo o marrón oscuro, la semilla única y alada, de forma y tamaño similar al fruto, con el ala lateral.

A. Ramita con hoja (x 0.4) B. Inflorescencia (x 0.8) C. Láminas foliares (x 1) D. Fruto y semilla (x 0.4)



Fuente: REYNEL *et al.* (2003)

Figura 1. Descripción botánica de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake.

2.5.4. Descripción anatómica

LLUNCOR (2012) describe a la madera de la especie *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake, con las siguientes características (Cuadros 1, 2, 3, 4 y 5):

Cuadro 1. Características de identificación macroscópica determinadas en rodajas de la de la madera de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake.

Características	Descripción
N° de anillos por 5 cm lineal	Promedio 5
Diferencia entre albura y duramen	No diferenciado
Tipo de porosidad	Difuso
Médula	Excéntrica

Fuente: LLUNCOR (2012)

Cuadro 2. Características de identificación macroscópica de las características organolépticas de la madera de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake.

Características	Descripción
Color	10 YR 8/4 Very pale brown/ 2.5 Y 8/3 Pale yellow
Olor	Sin olor
Sabor	Sin sabor
Brillo	Sin brillo

Fuente: LLUNCOR (2012)

Cuadro 3. Características de identificación macroscópica de las características generales por probetas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake.

Características	Descripción
Distribución de los poros	Sentido radial
Forma de poros	Redondos/ovalados en menor proporción
Agrupación de poros	Poros simples/múltiples hasta de tres en menor proporción
Porosidad	Difuso
Parénquima	Paratraqueal aliforme/vasicentrico en menor proporción
Tipos de radios	No estratificados
Presencia de inclusiones	No visible con lupa de 10 x

Fuente: LLUNCOR (2012)

Cuadro 4. Características de identificación microscópica de la madera de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake.

Características	Descripción
Parénquima	Paratraqueal aliforme
Anillos de crecimiento	Definidos
Difer. entre madera temprana y tardía	Diferenciado
Distribución de los poros	Sentido radial
Forma de poros	Ovalados
Agrupación de poros	Simples y múltiples de 2,3,4,5 y 6 escaso
Porosidad	Difuso
Radios	Homogéneos, no estratificados Radios múltiples de 2, 3, 4, 5 y 6 (sec. Tang.)
Presencia de inclusiones	No definidos
Número de cristales por célula	No definidos

Fuente: LLUNCOR (2012)

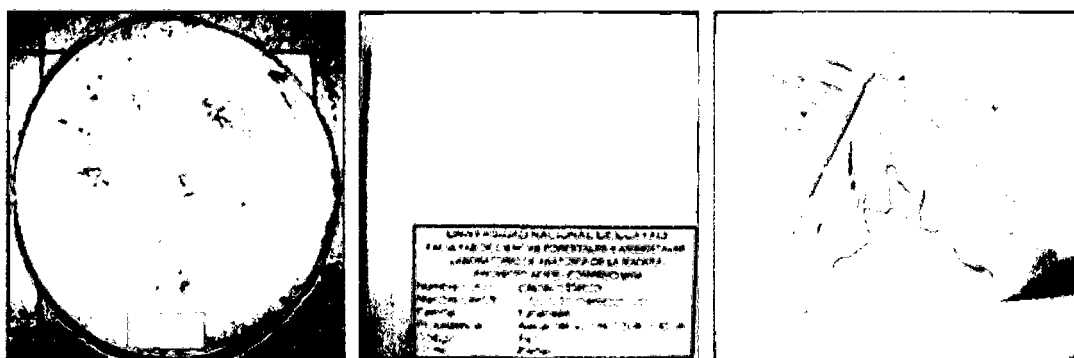
Cuadro 5. Resumen de las características generales de la madera de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake.

Poros (10 x)		Radio (10 x)				
Φ de poro (mm)	Nº de poros/mm ²	Long. (mm)	Ancho (mm)	Nº de células/Long.	Nº de células/ancho	Nº por mm lineal
0.246	2.906	0.323	0.035	19.133	2.989	23.439

Fuente: LLUNCOR (2012)

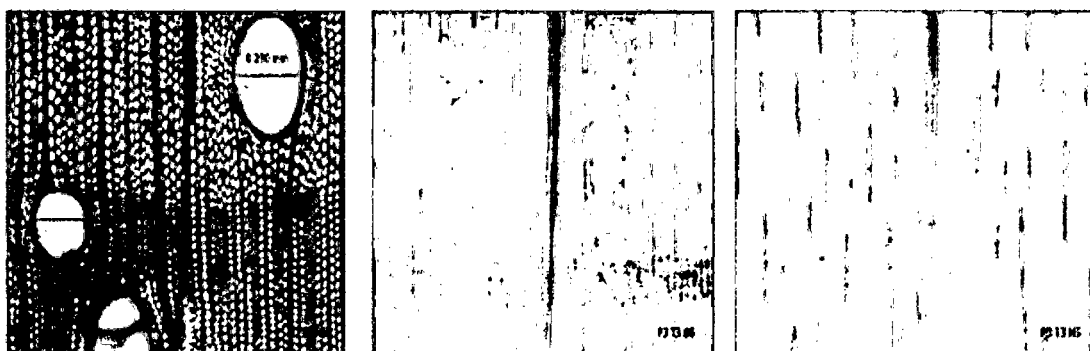
Además ACEVEDO y KIKATA (1994) señalan que presenta vasos de diámetro tangencial de 144 a 210 μm . platina de perforación poco inclinada con perforación simple. Punteado intervascular alterno con puntuaciones ovaladas y abertura inclusa de forma oval. Punteado radio vascular similar al intervascular. Fibras libriformes, no estratificados.

Las características que describe LLUNCOR (2012) se presentan en la Figura 2.



A). Rodaja del fuste

B). Caract. Organolépticas

C). Caract. de la probeta
(Grano entrecruzado)

D). Plano transversal

E). Plano radial

F). Plano tangencial

Fuente: LLUNCOR (2012)

Figura 2. Vistas macroscópicas y microscópicas de la madera *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake.

2.5.5. Descripción de la madera

INIA-OIMT (1996), citado por REYNEL *et al.* (2003) señala que la madera de pashaco es muy blanda y muy liviana, con grano recto a entrecruzado, textura gruesa y color blanquecino; de otro lado PALOMINO y BARRA (2003), aseguran que su densidad es de 0.24 gr/cm^3 (liviana). CEDISA (2003), citado por TORRES (2009) manifiesta que la madera seca al aire de esta especie es de color blanco cremoso; posee veteado en arcos superpuestos en sección tangencial y líneas verticales en sección radial. OFI-CATIE (s.d.), manifiesta que esta especie con grano estrechamente entrecruzado y de textura gruesa, hace que sea muy difícil el trabajo con máquinas y no puedan obtenerse superficies lisas.

2.5.6. Descripción sobre su trabajabilidad, durabilidad y secado

OFI-CATIE (s.d.), manifiesta que es fácil de aserrar, pero deja los extremos mechudos. Por otro lado CEDISA (2003), citado por TORRES (2009) menciona que la especie es de aserrío fácil, presentando comportamiento bueno al cepillado con ángulo de corte de 15° , bueno al moldurado, malo al torneado y regular al taladrado.

Así mismo es una madera susceptible al ataque de hongos e insectos; por lo que no es recomendada para uso externo como lo manifiesta OFI-CATIE (s.d.), también muy susceptible a la mancha azul (GUTIÉRREZ y SILVA s.d.); de modo que WIGHTMAN *et al.* (2006) sugiere que para una

mayor durabilidad requiere tratamientos de preservación. ÁVALOS (2012) refiere que la madera de pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake), de acuerdo al grado de resistencia al ataque de hongos xilófagos, se clasifica dentro de los grupos: ligeramente resistente (grupo "C") a no resistente (grupo "D"); presentando un promedio en la pérdida de peso de 41.11%; siendo el hongo *Lenzites rubescens*, causante de la pudrición marrón, el que presentó mayor agresividad y causando mayor pérdida de peso en las probetas, en comparación con el hongo *Pycnoporus sanguineus*, causante de la pudrición blanca; también determinó que hay una relación estadísticamente significativa que señala porcentajes de pudrición diferenciales en función al nivel de fuste, donde el nivel apical es el más vulnerable, y que en el nivel de la base se encontraron los valores mínimos. Por lo tanto, siendo una madera susceptible al deterioro ocasionado por los hongos xilófagos no deben ser utilizados en contacto directo con el suelo, de ser utilizadas en contacto directo con el medio deben ser sometidas a tratamiento preservador o a tratamiento hidrófugo que proporcione control de la humedad como factor inhibitorio para el control de la pudrición. Finaliza considerando algunas repercusiones de la práctica manifestando que la madera del pashaco blanco puede ser utilizada en exteriores sin contacto con el suelo siempre que estén protegidas por un producto de efecto impermeabilizante tal como el barniz marino, los esmaltes sintéticos, las pinturas asfálticas, los acabados a base de parafina, etc.

GUTIÉRREZ y SILVA (s.d.) manifiestan que puede utilizarse un programa severo de secado artificial, no se presentan deformaciones ni rajaduras.

2.5.7. Usos

REYNEL *et al.* (2003) manifiesta que es empleada para cajonería, carpintería local y leña; en Ecuador es fuente importante de la industria del laminado para la producción de triplay. También es una alternativa ornamental, medicinal y en la agroforestería. De otro lado WIGHTMAN *et al.* (2006) manifiesta que por lo general se utiliza para laminados, enchapados, aglomerados, puertas, cajas, maquetas, juguetería y embalajes; además cuenta con características para la elaboración de pulpa para papel. Según Justiniano *et al.* (2001), citado por FLORES (2002) en Bolivia, gracias al avance de la industria laminadora en ese país, el uso de la madera se ha acrecentado y ésta especie se ha constituido en una de las principales para este rubro. PALOMINO y BARRA (2003) consideran el uso de ésta madera para muebles sencillos, machihembrado, palitos de fósforo y mondadientes; en lo no maderable consideran el uso de esta especie por su apreciado valor melífero y polinífero.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente estudio se desarrolló en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en la Carretera Federico Basadre km 6.2 en el distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali; también en las instalaciones del taller de taladro del SENATI – Pucallpa.

3.2. Procedencia del material biológico

Los árboles de pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake), se obtuvieron de dos zonas de prospección (Cuadro 6); el mapa de ubicación se muestra en el Anexo 1.

Cuadro 6. Coordenadas UTM de los árboles de pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake) colectados.

Árbol	Coordenadas UTM (Zona 18L)		Altitud (msnm)	Sector	Características del bosque	Zona de vida
	X	Y				
P1*	498853	9019339	226	CICFOR Macuya - UNU	Bosque primario residual	bmh-PT (transicional a bh-T)
P2*	498986	9019213	224			
P3*	498968	9019261	220			
P4*	492167	9059038	189	Km 19 (Neshuya – Curimaná)	Bosque secundario	bh-T
P5*	492454	9058884	178			

(*): P1= Pashaco 1, P2= Pashaco 2, P3= Pashaco 3, P4= Pashaco 4, P5= Pashaco 5

3.2.1. Ubicación política

Los árboles P1, P2 y P3 se colectaron de la siguiente ubicación:

Sector : CICFOR Macuya - UNU

Tramo : Alexander Von Humboldt - Puerto Bermúdez

Distrito : Irazola

Provincia : Padre Abad

Región : Ucayali

Referencia : La entrada por la margen izquierda de la carretera Federico Basadre en el caserío Alexander Von Humboldt del km 86, entrando por la desviación, 5 km hasta llegar a la margen derecha de la quebrada Cashibo. Ubicados dentro del Centro de Investigación y Capacitación Forestal Macuya (CICFOR Macuya- UNU).

Según el mapa ecológico del Perú (ONERN. 1976), citado en INFORMACIÓN GEOESPACIAL 2011, el sector CICFOR Macuya – UNU se encuentra en la zona de vida de bosque muy húmedo Premontano Tropical (transicional a bosque húmedo Tropical) (bmh-PT).

Los árboles P4 y P5 se colectaron de la siguiente ubicación:

Sector : km. 19

Tramo : Neshuya - Curimaná

Distrito : Irazola

Provincia : Padre Abad

Región : Ucayali

Referencia : Margen derecha del km. 60 de la carretera Federico Basadre, interior km 19, margen izquierda de la carretera Neshuya - Curimaná.

Según el mapa ecológico del Perú (ONERN. 1976), citado en INFORMACIÓN GEOESPACIAL 2011, el sector km 19 se encuentra en la zona de vida de bosque húmedo Tropical (bh-T).

3.3. Población y muestra

La población lo constituyeron los árboles de pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake), presentes en las zonas de prospección del CICFOR Macuya - UNU y el km 19 de la carretera Neshuya - Curimaná.

La muestra lo integraron cinco árboles de pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake), previamente inventariados y colectados aleatoriamente por el personal de la Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (AIDER - Pucallpa), en el marco del proyecto "Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales" que ejecutó el convenio AIDER - UNU. El trozado del fuste fue de acuerdo al esquema de trozado según las especificaciones de la Norma ISO 4470 – 1982, como se presenta en la Figura 3. El esquema de trozado del fuste permitió la toma de muestras por niveles longitudinales del fuste considerando en este estudio, como nivel A (basal) la troza 1, nivel B (medio) la troza 2 y nivel C (apical) la troza 3.

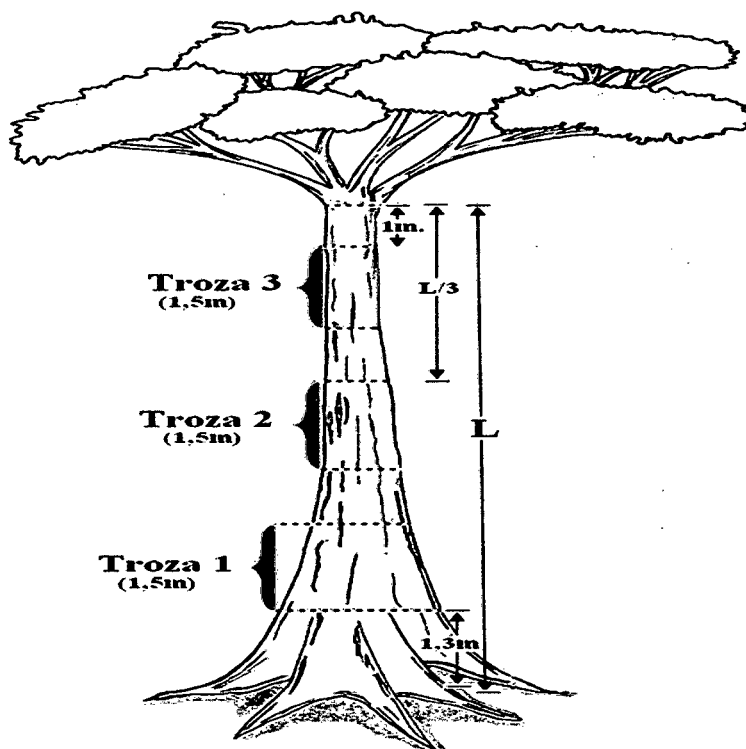


Figura 3. Esquema de trozado del fuste (Norma ISO 4470-1982).

Las características morfológicas de los árboles colectados se muestran en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Características morfológicas de los árboles colectados en las zonas de prospección CICFOR Macuya - UNU y el km 19 de la carretera Neshuya - Curimaná.

N° árbol	Alt. total (m)	Alt. cmcial (m)	Forma del fuste	Trozas	Medula	Troza 1		Troza 2		Troza 3	
						Φ mayor (cm)	Φ menor (cm)	Φ mayor (cm)	Φ menor (cm)	Φ mayor (cm)	Φ menor (cm)
P1	23.9	11.56	cilíndrico	2	céntrica	40.0	39.5	40.0	38.5	--	--
P2	20.4	12.3	cilíndrico	3	céntrica	45.5	44.8	44.0	43.3	43.0	41.8
P3	21	14.8	cilíndrico	3	céntrica	56.5	56.0	56.0	56.0	42.5	40.5
P4	16	8.26	cilíndrico	3	céntrica	39.0	38.0	36.8	35.8	34.3	34.0
P5	22	13.9	cilíndrico	3	céntrica	54.5	53.8	53.0	51.0	49.8	49.3

Fuente: Elaboración propia

3.4. Materiales

3.4.1. Material xilemático

Se utilizaron 14 trozas obtenidas de 5 árboles de pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake).

3.4.2. Para el aserrado

Se utilizó un aserradero portátil (Anexo 2), escuadras metálicas, lápiz de cera, wincha de 5 m, nivel de burbuja.

3.4.3. Para el habilitado de la probetas

Se utilizó una sierra de disco o circular (Anexo 2), marcadores, lápiz de cera, escuadra metálica.

3.4.4. Para la medición de la humedad

Se realizó la medición directa usando un higrómetro de pines aislados (marca: DELMHORST INSTRUMENT CO., modelo: RC-1E).

3.4.5. Para la ejecución de los ensayos

Las máquinas que se emplearon fueron las siguientes (Anexo 2): cepilladora de espesores, molduradora o tupí, lijadora de banda manual, taladro y torno semi industrial.

Las herramientas que se emplearon son las siguientes: cuatro cuchillas para cepilladora de espesores, una cuchilla para moldura, tres lijas de banda N° 60 (4"x24") y tres lijas de banda N° 120 (4"x24"), una broca para metal de 1/2" de doble hélice sin alas, con ángulo de corte de 45°, una gubia de media caña de 1/2".

3.4.6. Para el registro y proceso de datos

Formatos diseñados para la toma de datos (Anexo 3), cámara digital de 10 mega pixeles, escaner, computadora con software Microsoft Word y Excel.

3.5. Metodología

Los ensayos de trabajabilidad se realizaron siguiendo lo indicado por la Norma ASTM-D-1666-87 (Reapproved 1999) y las consideraciones dadas por el PADT-REFORT (1974), citado por LLUNCOR (1989), teniendo en cuenta que se empleó la maquinaria y equipos disponibles en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali y el SENATI – Pucallpa, adecuándolas a las condiciones de ensayo.

3.5.1. Identificación de la especie

La identificación de la especie lo realizó el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) - estación experimental Pucallpa

(Anexo 4); así mismo las muestras quedaron depositadas en el Herbario Regional de Ucayali, IVITA - Pucallpa.

3.5.2. Aserrado y acondicionado de la madera

De acuerdo al protocolo de campo para la selección y colección de muestras que se elaboró en marco del proyecto “Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales”; que ejecutó el convenio AIDER – UNU; para el estudio de trabajabilidad de la madera, no se consideró la parte central de la troza que fue aserrada obteniéndose una pieza de ancho igual a su diámetro con un espesor mínimo de 8 cm, abarcando de corteza a corteza, de tal forma que la médula quedó incluida (Figura 4), la misma que fue utilizada en estudios de propiedades mecánicas.

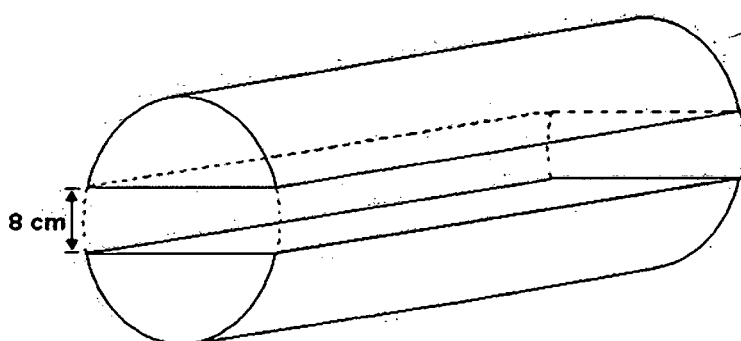


Figura 4. Esquema de aserrío de la troza para la obtención de las probetas.

El aserrado de las trozas se realizó con un aserradero portátil con sierra de disco móvil, en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali (Figura 23–a del Anexo 5), donde se obtuvieron viguetas de 2.5” de ancho por 4.5” de alto aproximadamente (Figura 23–b del Anexo 5) que

inmediatamente fueron codificadas (N° de árbol / N° de troza), luego fueron apiladas para que secan bajo techo.

3.5.3. Habilitado y secado de la madera

El habilitado de las probetas se realizó en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali utilizando una sierra de disco o circular, donde se habilitaron las probetas (Figura 24-a del Anexo 5), dimensionándolas de acuerdo al tipo de ensayo (Cuadro 8) y considerando la anisotropía en cada plano de corte (radial, tangencial e intermedio).

Cuadro 8. Dimensiones requeridas para cada tipo de ensayo.

Ensayos	Dimensiones (cm)
Cepillado	2.5 x 10 x 100
Moldurado	2.5 x 10 x 100
Lijado	2.5 x 10 x 100
Taladrado	2.5 x 10 x 100
Torneado	2.5 x 2.5 x 10

Cada probeta fue codificada igual a la troza que le dio origen agregando el plano de corte; es decir: plano de corte / N° de árbol / N° de troza; este código fue escrito en la cara transversal de la probeta; y únicamente para las probetas de torneado el código fue N° de árbol / N° de troza y se le escribió en un extremo de la cara de la probeta.

Inmediatamente las probetas obtenidas se apilaron adecuadamente dentro del taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali, para que secan (Figura 24-b del Anexo5).

3.5.4. Ejecución de los ensayos

Se iniciaron los ensayos cuando la madera presentaba un contenido de humedad promedio de 21.6 %. La ejecución de los ensayos de cepillado, moldurado, lijado y torneado se realizaron en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali; únicamente la ejecución del ensayo de taladrado se realizó en el taller del SENATI – Pucallpa.

Para los ensayos de cepillado, moldurado, lijado y taladrado se consideraron el total de probetas obtenidas en el aserrío de las trozas (Cuadro 9), considerando su anisotropía en cada plano de corte (radial, tangencial e intermedio).

Cuadro 9. Probetas obtenidas por niveles de fuste y por plano de corte.

Planos de corte	Niveles del fuste			Total
	A	B	C	
Radial	18	23	19	60
Tangencial	25	19	14	58
Intermedio	59	49	32	140
Total	102	91	65	258

En el Cuadro 10 se muestra la cantidad de probetas que se utilizaron en el ensayo de torneado.

Cuadro 10. Probetas utilizadas por niveles de fuste en el ensayo de torneado.

Niveles del fuste			Total
A	B	C	
121	150	104	375

A continuación se describe el procedimiento realizado para la ejecución de los ensayos:

- Ensayo de cepillado

La cantidad de probetas utilizadas se muestran en el Cuadro 8. Previamente se observó si el corte se realizaría a favor o en contra del grano, esto de acuerdo a la inclinación de los elementos parenquimáticos y prosenquimáticos longitudinales de la probeta con respecto al sentido de corte de las cuchillas en la cepilladora. Luego se marcó en un extremo de la probeta en una cara con una raya y en la cara opuesta con un aspa; si el corte se realizaría a favor o en contra del grano respectivamente (Figura 5).

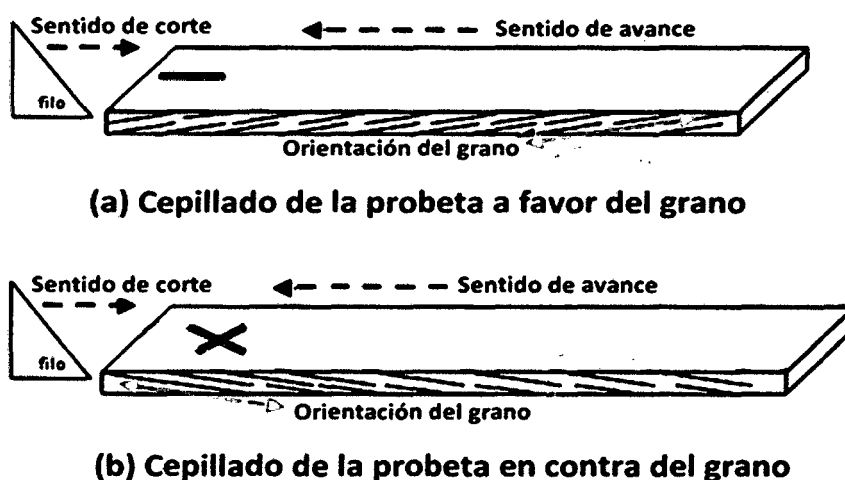


Figura 5. Sentido de ejecución del cepillado referente al grano de la probeta.

Cada probeta fue cepillada con una profundidad de 2 mm por pasada en ambas caras a una velocidad de alimentación promedio de 11.6 m/min, utilizando 04 cuchillas de acero rápido HSS con ángulo de corte de 30° (Figura 25- a del Anexo 6). Luego se procedió a su evaluación respectiva.

- Ensayo de moldurado

La cantidad de probetas utilizadas se muestran en el Cuadro 8. El ensayo se realizó en los cantos de la probeta (Figura 6). Al igual que en el cepillado los cortes se realizaron a favor y en contra del grano siguiendo las marcas (raya y aspa) hechas en el ensayo anterior. Luego se procedió a su evaluación respectiva.

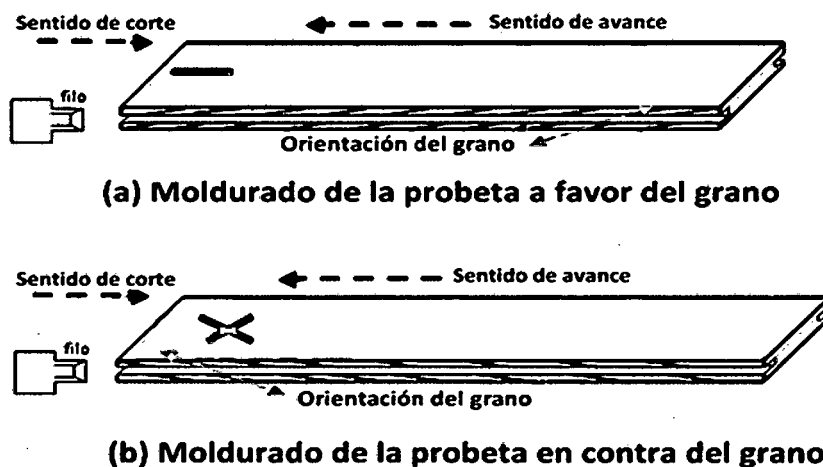


Figura 6. Sentido de ejecución del moldurado referente al grano de la probeta.

Se utilizó 01 cuchilla preparada para moldura con ángulo de corte de 40°, a una velocidad de alimentación manual promedio de 5.8 m/min, con velocidad de giro del porta cuchillas de 3400 RPM (Figura 25-b del Anexo 6).

- Ensayo de lijado

La cantidad de probetas utilizadas se muestran en el Cuadro 8. El ensayo se inició con lija N° 60, realizando dos pasadas en cada cara: una de ida y otra de vuelta a lo largo de la probeta, realizando el lijado por el extremo opuesto a la marca (raya y aspa) (Figura 7).

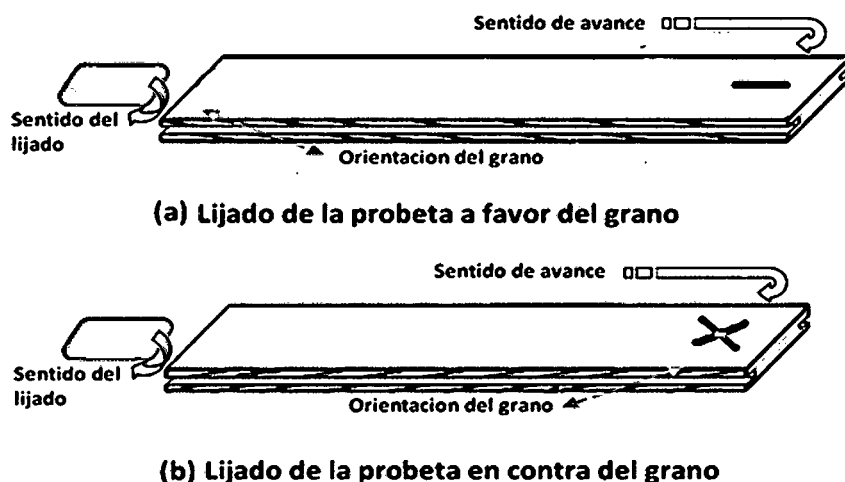


Figura 7. Sentido de ejecución del lijado referente al grano de la probeta.

Luego se procedió a su evaluación respectiva. Posteriormente se realizó el mismo proceso con lija N° 120 en las mismas condiciones a todas las probetas y luego se procedió a su evaluación respectiva.

El ensayo se realizó con lijas de óxido de aluminio N° 60 y N° 120 (4"x24") a una velocidad de alimentación manual promedio de 17.7 m/min (entre ida y vuelta), con velocidad de giro de la lija de 550 m/min (Figura 26-a del Anexo 6).

- Ensayo de taladrado

La cantidad de probetas utilizadas se muestran en el Cuadro 8. El ensayo se inició con una velocidad de giro de 900 RPM realizando un orificio en un extremo a todas las probetas (Figura 8), luego se procedió a aumentar la velocidad de giro de la broca a 1400 RPM, para realizar un orificio a 10 cm de distancia del anterior; en este ensayo no se consideró la orientación del grano.

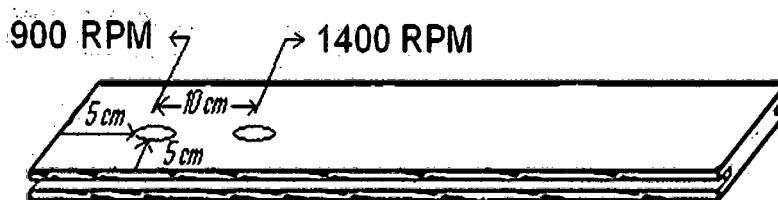


Figura 8. Ubicación de la perforación para el ensayo de taladrado.

El ensayo se realizó con 01 broca para metal de $\frac{1}{2}$ " de doble hélice sin alas, con ángulo de corte de 45° , a una velocidad de penetración manual promedio de 1.1 m/min (entre la entrada y salida del orificio) (Figura 26-b del Anexo 6). Luego se procedió a su evaluación respectiva.

- Ensayo de torneado

La cantidad de probetas utilizadas se muestran en el Cuadro 9. El ensayo se inició cerca al código de la probeta (cerca al extremo), con una posición angular de 0° de la gubia con respecto a la probeta; luego a la mitad de la misma se realizó el ensayo con un ángulo de 15° y en el otro extremo con un ángulo de 40° (Figura 9); en este ensayo no se consideraron los planos de corte ni el sentido de corte.

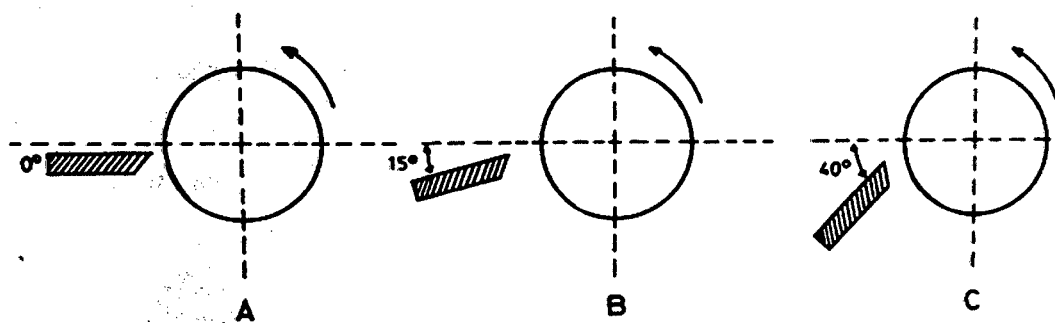


Figura 9. Posición angular de la gubia respecto a la probeta en el torno.

Se trabajó con 01 gubia de media caña de $\frac{1}{2}$ ", a una velocidad de giro de 1800 RPM (Figura 27 del Anexo 6). Luego se procedió a su evaluación respectiva

3.5.5. Evaluación de las probetas

Para cada ensayo realizado, se procedió a su evaluación respectiva de acuerdo a estándares establecidos por la Norma ASTM-D-1666-87 (Reapproved 1999).

Consistió en observar y evaluar el comportamiento al maquinado de la probeta; identificando, cualificando y cuantificando el defecto en cada una de estas; considerando su anisotropía en cada plano de corte (radial, tangencial e intermedio) y el sentido de corte (favor o contra del grano).

Para la calificación de los defectos que se presentaron en cada uno de los ensayos se consideró una escala descendente de acuerdo a la intensidad del defecto sobre la superficie trabajada (Cuadro 11).

Cuadro 11. Grados de calidad para la calificación de los ensayos de trabajabilidad.

Grado	Calidad
I	Excelente (libre de defecto o defecto muy leve)
II	Bueno (defecto leve)
III	Regular (defecto acentuado)
IV	Malo (defecto grave)
V	Muy malo (defecto muy grave)

FUENTE: Norma ASTM-D-1666-87 (Reapproved 1999)

Después de evaluar y establecer el grado de calidad de los defectos en cada ensayo, se determinó el equivalente del defecto aplicando la ecuación (1), dada por el PADT-REFORT (1974), citado por LLUNCOR (1989), y así obtener un valor cuantitativo de la magnitud del defecto.

$$E = (G - 1) * F + 1 \quad (1)$$

Dónde :

E = Equivalente de defecto

G = Grado de calidad

F = Factor de conversión o peso

Los factores de conversión se muestran en el Cuadro 12, dados para cada proceso de maquinado conjugándola con la ecuación (1).

Cuadro 12. Factores de conversión de defectos según la severidad en los ensayos de trabajabilidad.

Defecto	Factor de conversión				
	Cepillado	Moldurado	Lijado	Torneado	Taladrado
Grano arrancado	1	0.9	--	0.9	--
Marca de astillas	0.8	--	--	--	--
Grano velloso	0.5	0.2	1	0.2	0.2
Grano levantado	0.5	--	--	--	--
Ruptura de grano	--	--	--	--	1
Suavidad de la superficie (rugosidad)	--	0.6	--	0.6	0.7
Grano comprimido (aplastamiento)	--	--	--	--	0.2
Grano astillado	--	1	--	1	--
Rayado	--	--	1	--	--

Fuente: PADT-REFORT (1974), citado por LLUNCOR (1989)

Finalmente obtenidas las equivalencias para cada defecto por probeta, se calificó a esta, según el Cuadro 13.

Cuadro 13. Rango de calificación según la calidad para los ensayos de trabajabilidad.

Rango	Calidad
1.0 – 1.5	Excelente (E)
1.6 – 2.5	Bueno (B)
2.6 – 3.5	Regular (R)
3.6 – 4.5	Malo (M)
4.6 – 5.5	Muy malo (MM)

Fuente: PADT-REFORT (1974), citado por LLUNCOR (1989)

- Para el cepillado

Se realizó el registro (Formato A del Anexo 3) de cada probeta identificando el defecto y se calificó utilizando los criterios de evaluación

indicados en el Cuadro 11; para luego obtener la equivalencia y respecto a ésta, conocer la calidad para la probeta evaluada (Cuadro 13). En el caso del defecto grano arrancado se determinó teniendo en cuenta la profundidad generada y para el caso del defecto grano velloso se estimó por simple comparación.

- Para el moldurado

Se realizó el registro (Formato B del Anexo 3) de cada probeta, evaluando en la zona 1 y en la zona 2, conforme se ilustra en la Figura 10; para luego obtener de estas dos zonas, la equivalencia dominante y con respecto a esta conocer la calidad para la probeta evaluada de acuerdo al rango de calidad (Cuadro 13).

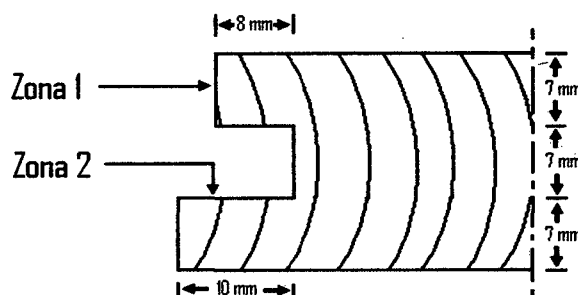


Figura 10. Zonas de evaluación en las probetas molduradas.

- Para el lijado

Se realizó el registro (Formato C del Anexo 3) de cada probeta, evaluando de acuerdo a la ausencia o presencia del defecto generado por la lijadora de banda sobre la superficie de las probetas. Realizando dos evaluaciones en este ensayo primero cuando fueron ensayadas con lija N° 60 y luego cuando fueron ensayadas con lija N° 120; para establecer en cada

oportunidad el grado de calidad de acuerdo al Cuadro 11 y con ellos obtener la equivalencia y conocer la calidad de la probeta evaluada según el rango de calidad (Cuadro 13).

- Para el taladrado

Se realizó el registro (Formato D del Anexo 3) de cada probeta, identificando el defecto generado por la acción del barrenado en la entrada, interior y en la salida del orificio, y se estableció en cada caso el grado de calidad de acuerdo al Cuadro 11 para luego obtener su equivalencia respectiva, y de estos obtener la equivalencia dominante, la que tomaremos como referencia para conocer la calidad de la probeta evaluada de acuerdo al rango de calidad (Cuadro 13).

- Para el torneado

Se realizó el registro (Formato E del Anexo 3) de cada probeta, identificando los defectos presentes en el interior y en los filos, generados por la gubia en las diferentes posiciones angulares y establecer en cada una el grado de calidad de acuerdo al Cuadro 11, para obtener la equivalencia y de estas tomar como referencia la equivalencia dominante para conocer la calidad de la probeta evaluada de acuerdo al rango de calidad (Cuadro 13).

3.5.6. Tratamiento de los datos

En este estudio no se aplicó diseño estadístico alguno, únicamente se calcularon las medidas de tendencia central y medidas de dispersión.

Mediante la aplicación de la ecuación (1) se obtuvo el valor cuantitativo del defecto; lo que permitió el cálculo del promedio general, la desviación estándar, el coeficiente de variación para cada uno de los ensayos. Estos valores a su vez permitieron determinar el comportamiento: entre niveles del fuste (nivel A, nivel B y nivel C); entre su anisotropía en los planos de corte (radial, tangencial e intermedio) y entre sentido de corte (a favor del grano y en contra del grano).

IV. RESULTADOS

4.1. Comportamiento al cepillado de la madera del pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake).

En el Cuadro 14 y en las Figuras 11, 12 y 13 se muestran los comportamientos promedio que registraron los niveles del fuste de los cinco árboles en estudio, considerando la anisotropía y el sentido de corte.

Cuadro 14. Resultados del ensayo de cepillado respecto a los niveles del fuste y la interacción con su anisotropía y el sentido de corte.

Nivel	Estadígrafo	General	Anisotropía			Sentido de corte					
						R		T		I	
			R	T	I	Favor	Contra	Favor	Contra	Favor	Contra
A	Promedio	1.2	1.3	1.2	1.2	1.1	1.3	1.2	1.2	1.1	1.3
	Desv. est.	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.2	0.4
	Coef. variac.	31.2	26.9	34.7	31.3	26.7	25.7	30.1	37.9	22.5	34.6
	Calificación	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
B	Promedio	1.2	1.2	1.0	1.2	1.1	1.3	1.0	1.0	1.1	1.2
	Desv. est.	0.3	0.3	0.1	0.3	0.2	0.3	0.0	0.1	0.2	0.3
	Coef. variac.	23.9	24.4	12.1	24.3	18.8	24.4	0.0	13.4	18.3	26.6
	Calificación	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
C	Promedio	1.3	1.4	1.1	1.3	1.2	1.6	1.0	1.2	1.2	1.4
	Desv. est.	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.0	0.3	0.3	0.3
	Coef. variac.	28.6	31.1	23.0	26.4	30.4	26.1	0.0	27.9	28.0	24.1
	Calificación	E	E	E	E	E	B	E	E	E	E
Defecto. predominante						Grano vellosa					

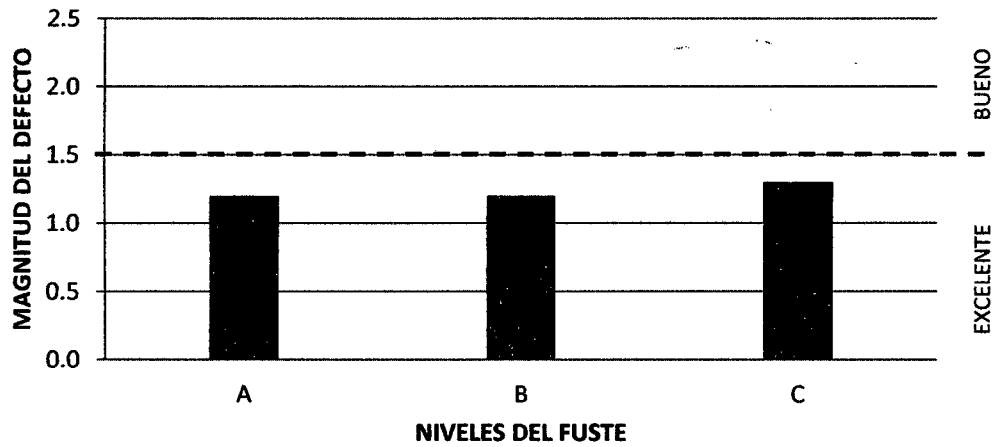


Figura 11. Comportamiento promedio al cepillado de cada nivel del fuste.

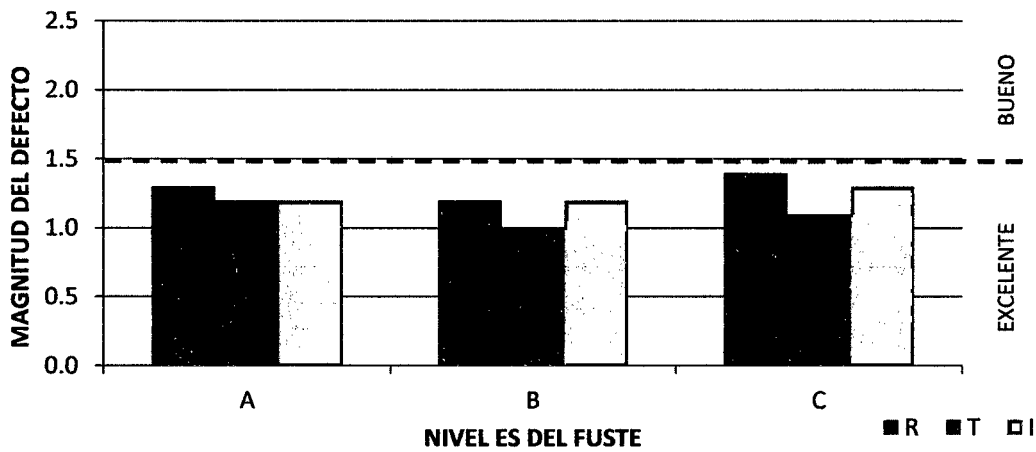


Figura 12. Comportamiento promedio respecto a la anisotropía de cada nivel.

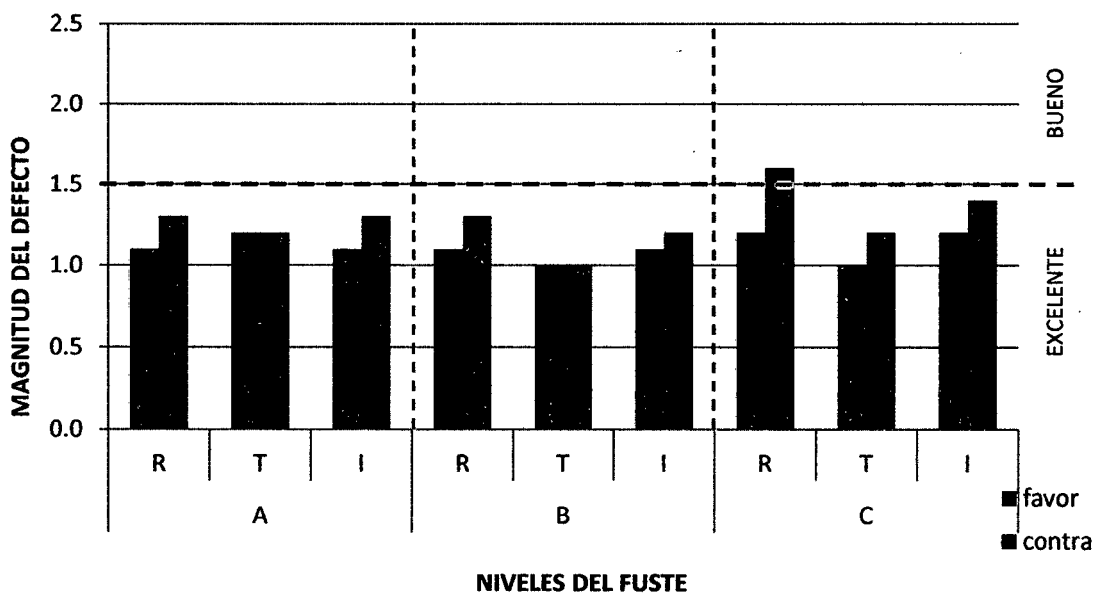


Figura 13. Comportamiento promedio respecto al sentido de corte en cada nivel

4.2. Comportamiento al moldurado de la madera del pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake).

En el Cuadro 15 y en las Figuras 14, 15 y 16 se muestran los comportamientos promedio que registraron los niveles del fuste de los cinco árboles en estudio, considerando la anisotropía y el sentido de corte.

Cuadro 15. Resultados del ensayo de moldurado respecto a los niveles del fuste y la interacción con su anisotropía y el sentido de corte.

Nivel	Estadígrafo	General	Anisotropía			Sentido de corte					
						R		T		I	
			R	T	I	Favor	Contra	Favor	Contra	Favor	Contra
A	Promedio	2.0	2.2	1.9	2.0	2.0	2.4	1.9	2.0	2.0	2.0
	Desv. est.	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4
	Coef. variac.	22.0	22.6	20.5	21.5	20.6	20.9	19.9	21.2	23.2	19.8
	Calificación	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
B	Promedio	1.9	2.0	1.9	1.9	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	2.0
	Desv. est.	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.3	0.4	0.4
	Coef. variac.	23.6	26.2	24.2	21.7	26.1	26.8	31.0	14.7	21.7	21.6
	Calificación	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
C	Promedio	2.2	2.3	2.0	2.2	2.2	2.3	1.9	2.1	2.2	2.3
	Desv. est.	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.5	0.5
	Coef. variac.	22.6	22.6	17.6	23.6	25.5	20.0	21.8	12.9	25.1	22.3
	Calificación	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Defecto predominante		Grano astillado									

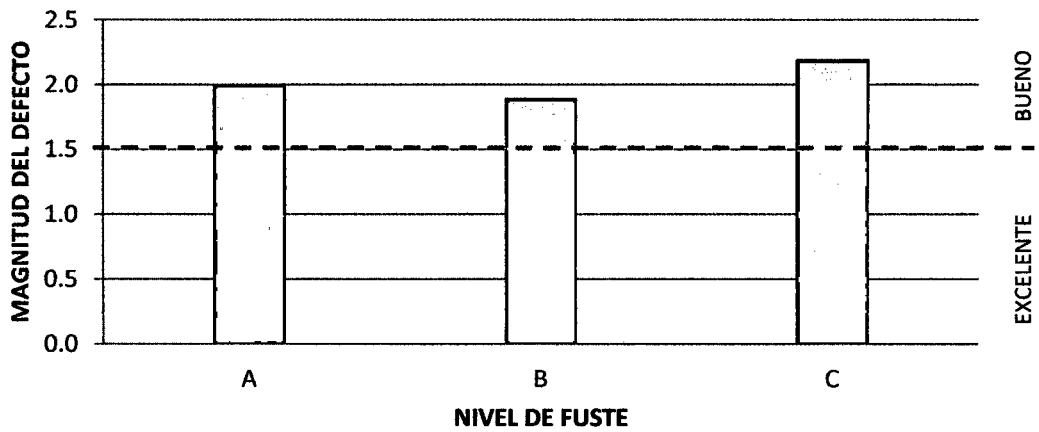


Figura 14. Comportamiento promedio al moldurado de cada nivel del fuste.

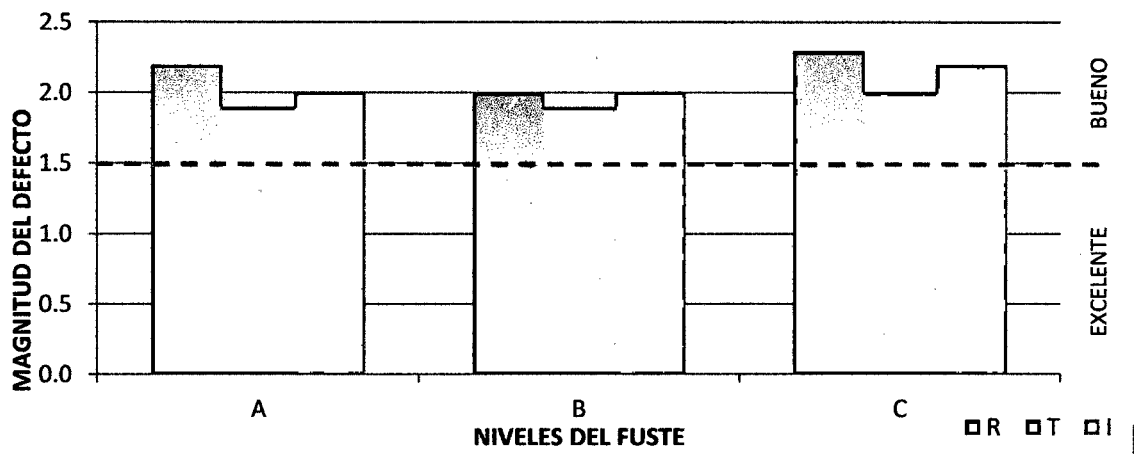


Figura 15. Comportamiento promedio respecto a la anisotropía de cada nivel.

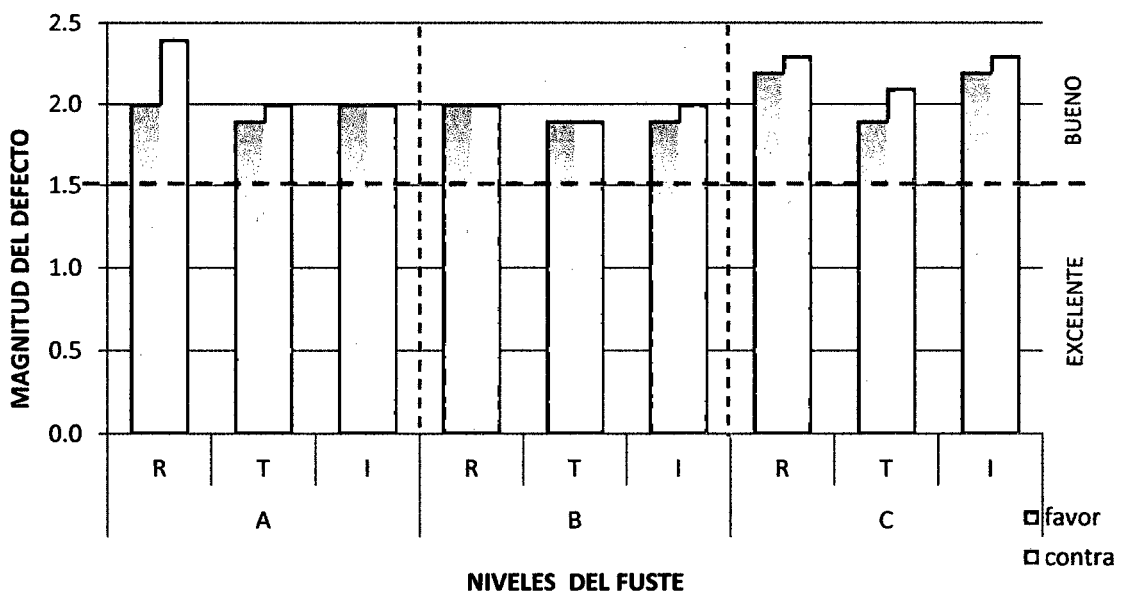


Figura 16. Comportamiento promedio respecto al sentido de corte en cada nivel

4.3. Comportamiento al lijado de la madera del pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake).

En el Cuadro 16 y en las Figuras 17, 18 y 19 se muestran los comportamientos promedio que registraron los niveles del fuste de los cinco árboles en estudio, considerando la anisotropía y el sentido de lijado, de acuerdo al tipo de lija sometida.

Cuadro 16. Resultados del ensayo de lijado respecto a los niveles del fuste y la interacción con su anisotropía y el sentido de corte.

Nivel	Condición (Lija N°)	Estadígrafo	General	Anisotropía			Sentido de corte					
				R	T	I	R		T		I	
							Favor	Contra	Favor	Contra	Favor	Contra
A	60	Promedio	1.4	1.6	1.3	1.4	1.6	1.7	1.3	1.4	1.4	1.4
		Desv. est.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		Coef. variac.	34.6	29.7	35.7	35.0	31.1	29.1	36.1	36.1	34.6	35.5
		Calificación	E	B	E	E	B	B	E	E	E	E
	120	Promedio	1.3	1.4	1.2	1.3	1.2	1.5	1.2	1.3	1.2	1.3
		Desv. est.	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5
		Coef. variac.	35.2	35.9	34.0	35.1	34.5	33.7	32.5	36.2	34.4	35.8
		Calificación	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
B	60	Promedio	1.5	1.6	1.4	1.5	1.4	1.8	1.3	1.4	1.4	1.5
		Desv. est.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
		Coef. variac.	34.1	31.4	35.8	34.3	35.9	23.7	36.4	36.2	34.7	34.3
		Calificación	E	B	E	E	E	B	E	E	E	E
	120	Promedio	1.2	1.3	1.2	1.1	1.3	1.4	1.0	1.3	1.1	1.2
		Desv. est.	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.5	0.0	0.5	0.2	0.4
		Coef. variac.	33.4	35.7	35.0	29.8	35.6	36.1	0.0	36.9	21.7	33.6
		Calificación	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
C	60	Promedio	1.5	1.4	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
		Desv. est.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		Coef. variac.	33.9	35.5	33.9	33.2	36.3	34.8	34.6	34.6	33.9	33.1
		Calificación	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	120	Promedio	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.0	1.1
		Desv. est.	0.3	0.4	0.4	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.2	0.3
		Coef. variac.	28.4	31.1	33.4	23.2	29.1	33.4	33.1	35.1	20.8	25.2
		Calificación	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Defecto predominante				Grano vellosa								

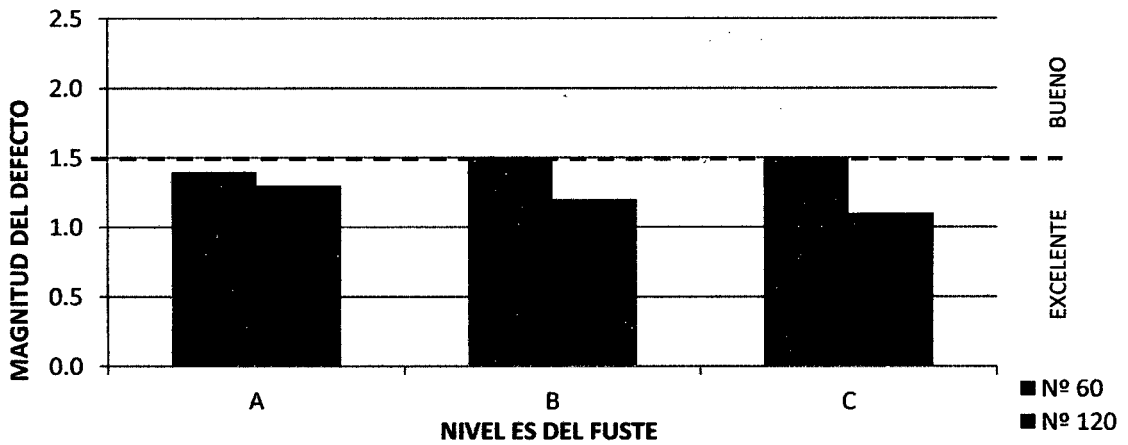


Figura 17. Comportamiento promedio al lijado de cada nivel del fuste.

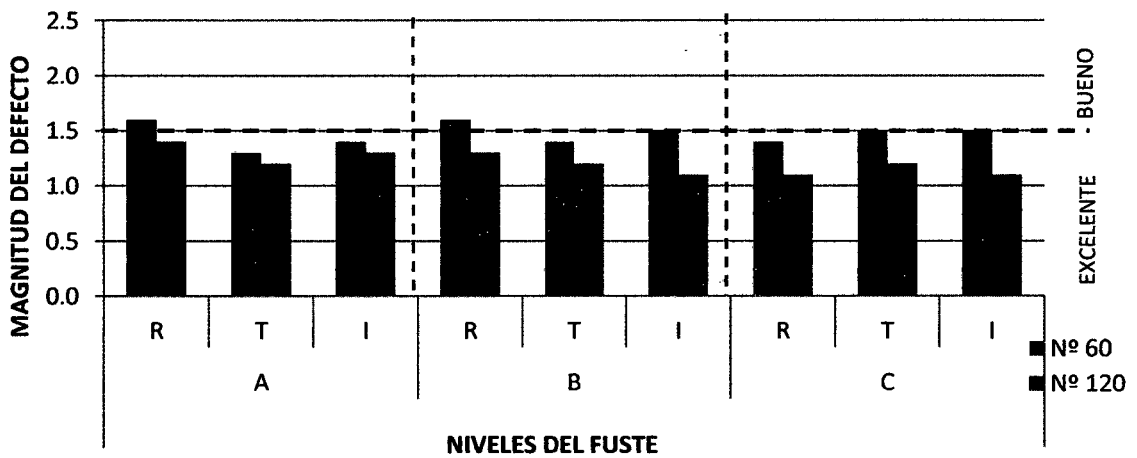


Figura 18. Comportamiento promedio respecto a la anisotropía de cada nivel.

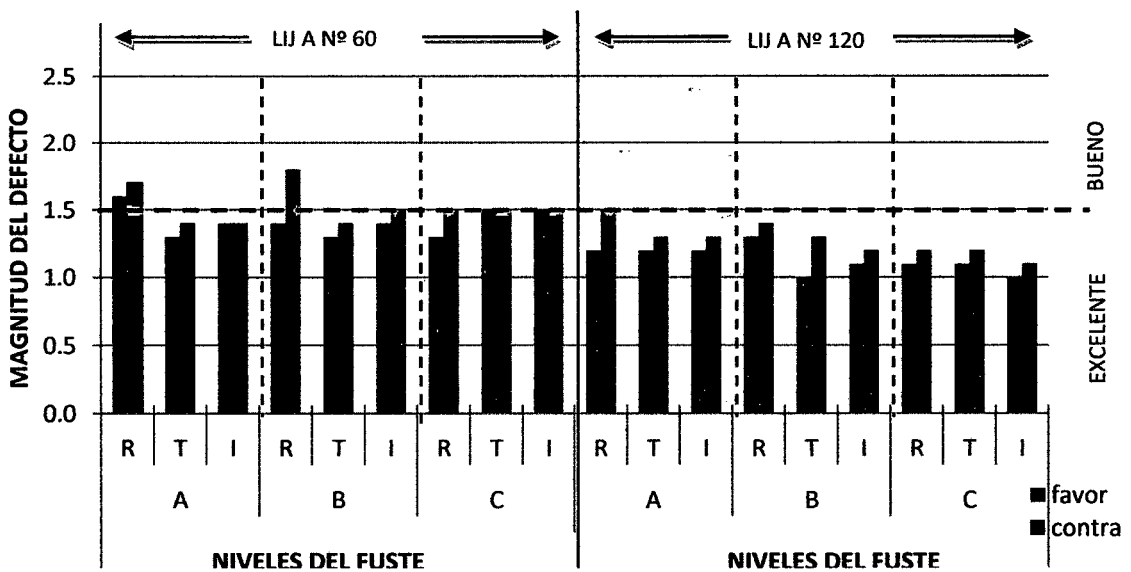


Figura 19. Comportamiento promedio respecto al sentido de corte en cada nivel

4.4. Comportamiento al taladrado de la madera del pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake).

En el Cuadro 17 y en las Figuras 20 y 21 se muestran los comportamientos promedio que registraron los niveles del fuste de los cinco árboles en estudio, considerando la anisotropía, de acuerdo a la velocidad de giro de la broca.

Cuadro 17. Resultados del ensayo de taladrado respecto a los niveles del fuste y la interacción con su anisotropía y el sentido de corte.

Nivel	Condición (RPM)	Estadígrafo	General	Anisotropía		
				R	T	I
A	900	Promedio	2.4	2.2	2.7	2.3
		Desviación estándar	0.7	0.7	0.8	0.7
		Coef. de variación	31.1	32.9	31.3	29.3
		Calificación	B	B	R	B
	1400	Promedio	2.5	2.4	2.7	2.4
		Desviación estándar	0.7	0.6	0.8	0.6
		Coef. de variación	26.4	25.3	27.8	25.4
		Calificación	B	B	R	B
B	900	Promedio	2.5	2.4	2.3	2.5
		Desviación estándar	0.6	0.7	0.8	0.6
		Coef. de variación	25.9	27.6	32.6	22.7
		Calificación	B	B	B	B
	1400	Promedio	2.5	2.5	2.4	2.6
		Desviación estándar	0.5	0.5	0.5	0.6
		Coef. de variación	21.6	18.2	19.8	23.6
		Calificación	B	B	B	R
C	900	Promedio	2.6	2.3	2.5	2.9
		Desviación estándar	0.6	0.6	0.7	0.6
		Coef. de variación	24.5	24.8	28.2	19.6
		Calificación	R	B	B	R
	1400	Promedio	2.5	2.5	2.6	2.5
		Desviación estándar	0.5	0.5	0.5	0.6
		Coef. de variación	21.3	20.7	18.8	23.0
		Calificación	B	B	R	B
Defecto predominante			Ruptura de grano			

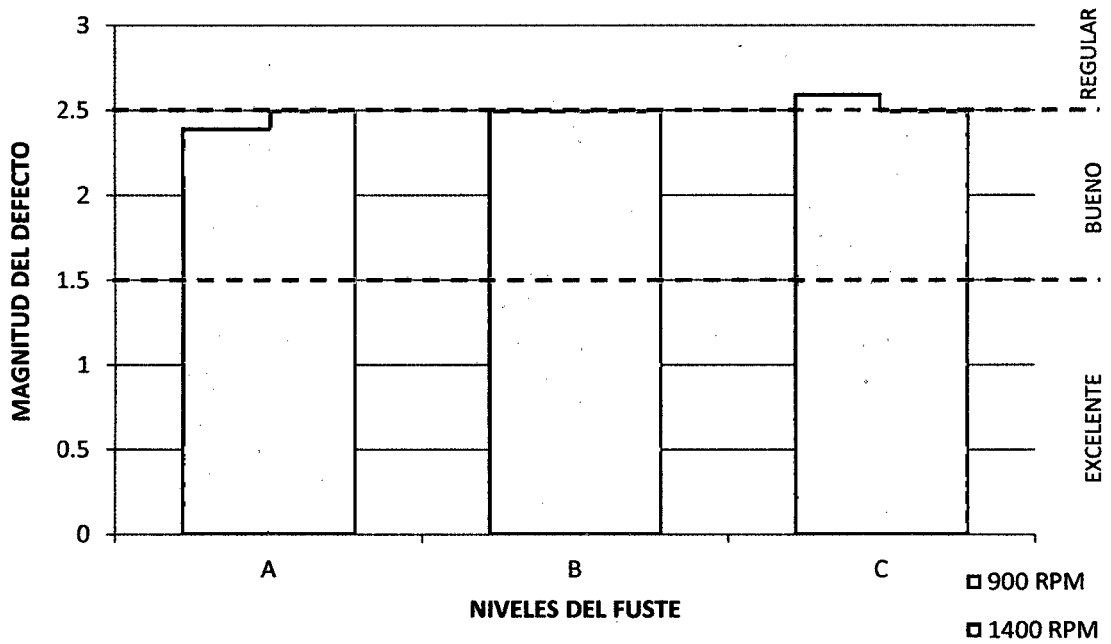


Figura 20. Comportamiento promedio al taladrado de cada nivel del fuste.

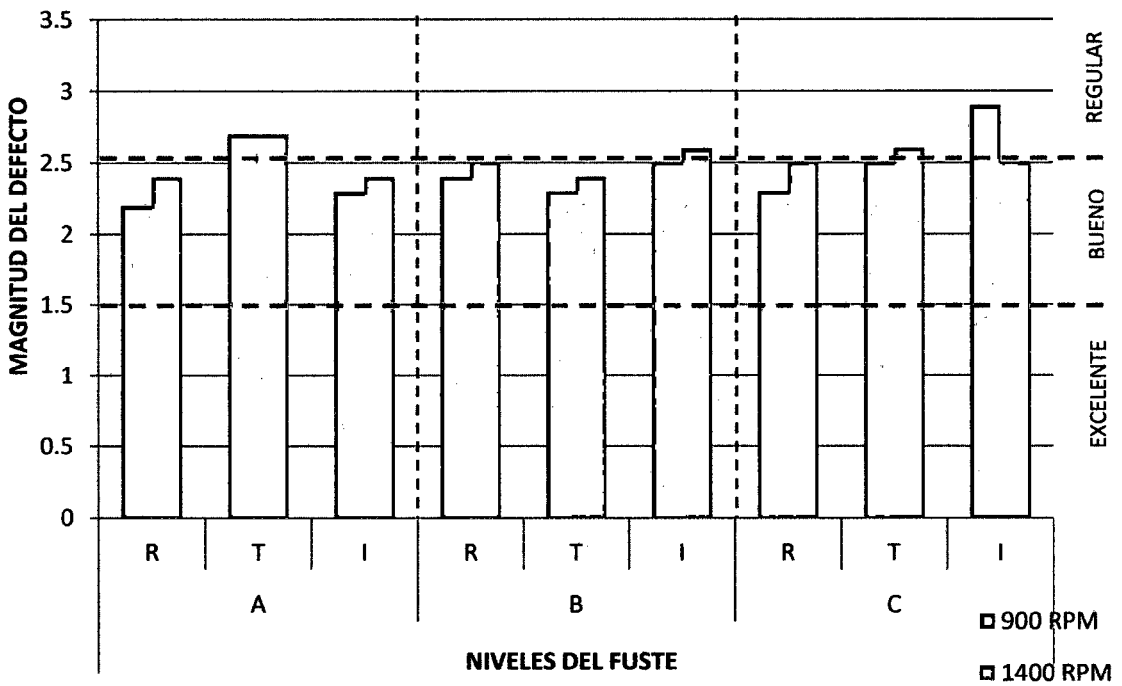


Figura 21. Comportamiento promedio respecto a la anisotropía de cada nivel.

4.5. Comportamiento al torneado de la madera del pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake).

En el Cuadro 18 y en la Figura 22 se muestran los comportamientos promedio que registraron los niveles del fuste de los cinco árboles en estudio, de acuerdo a la posición angular sometida.

Cuadro 18. Resultados del ensayo de torneado respecto a los niveles del fuste y la interacción con su anisotropía y el sentido de corte.

Nivel	Estadígrafo	General / Posición angular		
		0°	15°	40°
A	Magnitud del defecto	2.6	3.0	2.8
	Desviación estándar	0.9	0.7	0.8
	Coef. de variación	33.1	24.4	29.7
	Calificación	R	R	R
B	Magnitud del defecto	2.6	2.9	2.8
	Desviación estándar	0.9	0.7	0.8
	Coef. de variación	33.2	24.5	28.0
	Calificación	R	R	R
C	Magnitud del defecto	2.9	3.0	2.8
	Desviación estándar	0.9	0.8	0.9
	Coef. de variación	30.3	24.8	31.6
	Calificación	R	R	R
Defecto predominante		Grano astillado		

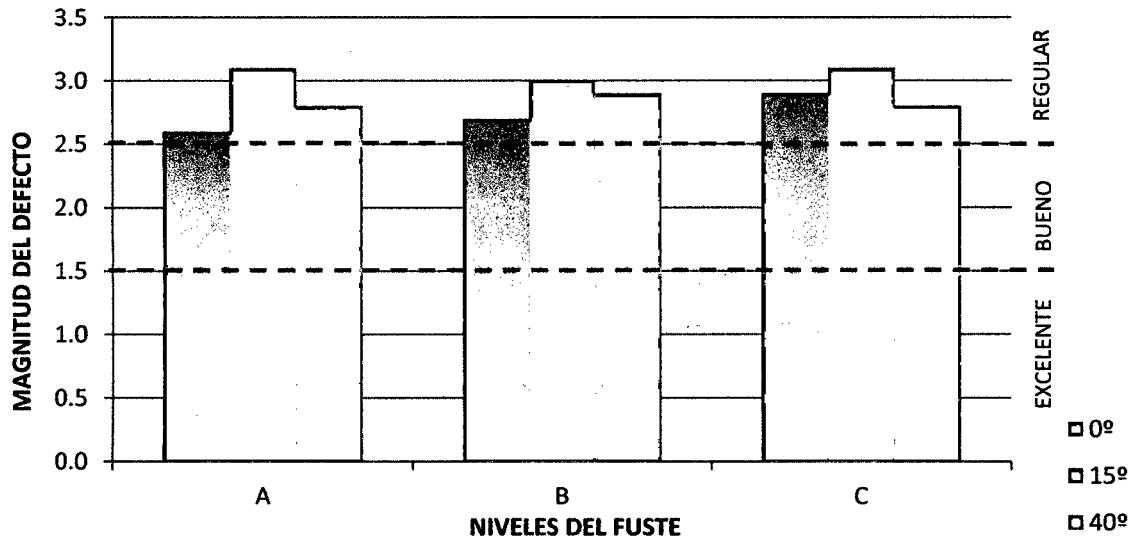


Figura 22. Comportamiento promedio al torneado de cada nivel del fuste.

V. DISCUSIÓN

5.1. Cepillado de la madera del pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell) S.F. Blake).

De acuerdo al Cuadro 14 y Figura 11, se observa que dentro del resultado general, cada nivel del fuste presentó comportamientos favorables, calificando como excelente (E); se atribuye este resultado al ángulo de corte de la cuchilla con la que se trabajó ya que Koch (1964), citado por MEDINA (2003), recomendó en cepillado utilizar el ángulo de corte de 30° para maderas blandas; de otro lado ORDÓÑEZ y MARTÍNEZ-PINILLOS (1996) también encontraron resultados más aceptables al trabajar con este tipo de ángulo de corte.

El defecto predominante fue el grano veloso presente en grados I, II y III; considerado como un defecto secundario, ya que mediante una acción simple de lijado se elimina sin desmejorar la superficie; y se observó en menor frecuencia el defecto grano arrancado presente en grados I, II y III; siendo este último defecto el de mayor relevancia, por requerir de mayor trabajo para corregirlo en los procesos previos de acabado.

Con respecto a los resultados por anisotropía que se muestra en el Cuadro 14, se observa, que el comportamiento promedio de cada plano de

corte calificó como excelente (E) en los tres niveles del fuste, tal como se aprecia en la Figura 12; analizando estos comportamientos se puede observar que el plano radial presentó una tendencia a tener el mayor promedio; esto debido a que los defectos de grano veloso y grano arrancado se presentaron con mayor severidad en este plano, incrementando de esta manera su magnitud en el promedio; se atribuye este comportamiento a la presencia de grano entrecruzado característico de la especie en estudio, coincidiendo con Koch (1964), citado por Sato (1976) y éste citado por SÁNCHEZ (1996), quien manifiesta que el grano entrecruzado, se presenta en la superficie radial en forma de bandas alternadas, una a favor y otra en contra del grano; al ser cepilladas se produce grano arrancado en las bandas contra el grano. Y con respecto a los planos tangencial e intermedio el comportamiento mejoró debido a que la magnitud de los defectos presentes en estos planos fueron menores, resultando esto aún más en el plano tangencial donde las fibras están dispuestas de una manera relativamente paralela a la superficie de la probeta, presentando defectos con magnitudes bajas; por ello también el plano intermedio se vio afectado por presentar características que son propias del plano radial y del plano tangencial según manifiesta NINÍN (1984).

Con respecto a los resultados por sentido de corte que se muestra en el Cuadro 14 y en la Figura 13, se observa que la madera presentó un comportamiento muy favorable, cuando se trabajó a favor del grano, registrando promedios relativamente bajos calificando como excelente (E), y cuando se trabajó la madera contra del grano se observó que estos promedios se incrementaron, resultando mayor estos incrementos en los planos radial e

intermedio, con tendencia a ser mayor en el nivel C, y resultó mínimo el incremento en el plano tangencial; debido a que las fibras en este plano están superpuestas no favoreciendo que se presenten defectos en grandes magnitudes; concordando con NINÍN (1984) quien manifiesta que la inclinación de las fibras, a favor o en contra del sentido de corte, repercute en el comportamiento del corte periférico con mayor o menor incidencia, según el grado de inclinación. Los defectos producidos fueron grano arrancado y grano velloso siendo el primero más relevante en el nivel A presentándose en grado III, este defecto se produce cuando las condiciones de corte son tales que la madera se hiende por delante de la herramienta por clivaje hasta que ocurre una falla en flexión como en una viga empotrada tal como lo manifiesta NINÍN (1984); para reducir o eliminar este defecto LLUNCOR (1989) recomienda disminuir el ángulo de corte o reducir la velocidad de alimentación. En el nivel C el defecto velloso se presentó más intenso en grado III, concordando con Carruthers (1967), citado por LLUNCOR (1977), quien manifiesta que las maderas menos densas originan superficies preferentemente con grano velloso; también menciona que en el nivel superior hay mayor presencia de este defecto por encontrarse células relativamente jóvenes donde sus propiedades mecánicas son menores favoreciendo la flexibilidad. Además dicho defecto está relacionado con la falta de corte neto inherente, debido a las características de deformabilidad elástica de la madera (LLUNCOR 1977 y NINÍN 1984).

5.2. Moldurado de la madera del pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell) S.F. Blake).

De acuerdo al Cuadro 15 y Figura 14, se observa que dentro del resultado general, cada nivel de la especie presentó un comportamiento promedio de bueno (B), de los cuales el nivel C registró el mayor promedio con 2.2. Los defectos que disminuyeron su calidad fueron el grano velloso presente en grado II, III y IV y el grano astillado presente en grado I, II y III, este último defecto se presentó con mayor frecuencia y es considerado el más perjudicial para este ensayo, y su presencia se debe a la inclinación del grano según menciona Zavala (1988), citado por ORREGO (2010), o por una parte, a una falta de cohesión transversal entre las fibras (eventualmente por efecto de parénquima) y por otra parte, a la resistencia a la incisión relativamente grande para con la cohesión transversal, tal como lo manifiesta NINÍN (1984).

Con respecto a los resultados por anisotropía que se muestra en el Cuadro 15, se observa que el comportamiento promedio de cada plano de corte calificó como bueno (B) en los tres niveles del fuste, tal como se aprecia en la Figura 15. Analizando estos comportamientos se aprecia que en el plano radial se presentaron los mayores promedios y estos fueron menores en el plano tangencial; y un comportamiento intermedio lo presentó el plano intermedio como consecuencia de presentar características que son propias del plano radial y tangencial según lo manifiesta NINÍN (1983).

Con respecto a los resultados por sentido de corte que se muestra en el Cuadro 15 y en la Figura 16, se observa que la madera presentó un

comportamiento poco favorable calificando como bueno (B), aun cuando se trabajó a favor del grano. Se atribuye estos resultados a lo mencionado por Vignote y Jiménez (1996) citados por ORREGO (2010), quienes afirman que los defectos de superficie causados por la cuchilla o fresa obedecen a la velocidad de corte y a su profundidad. A medida que aumenta la velocidad de avance de la madera aumenta el paso de ondulación y la apariencia del defecto. De la misma forma, aumentando la profundidad del corte aumenta la irregularidad de la superficie y pierde calidad de trabajo.

5.3. Lijado de la madera del pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell) S.F. Blake).

De acuerdo al Cuadro 16 y Figura 17, se observa que dentro del resultado general, la madera de pashaco blanco presentó un comportamiento promedio de excelente (E) en los tres niveles del fuste al trabajarse con lijas N° 60 y N° 120. Analizando estos resultados se aprecia que los valores más bajos resultaron frente a la acción de la lija N° 120; además este comportamiento mejoró a medida que aumentó el nivel del fuste. El defecto predominante fue el grano velloso, característico de las maderas más blandas como lo afirma NINÍN (1984), en grado I y II siendo más frecuente el grado II cuando se trabajó con lija N° 60; se atribuye esta diferencia debido a la incidencia que provocó la magnitud de los cristales de esta lija, que causan mayor remoción y por falta de corte neto inherente en principio a las características de deformabilidad elástica de la madera (LLUNCOR 1977 y NINÍN 1984) generan la presencia del grano velloso.

Con respecto a los resultados por anisotropía que se muestra en el Cuadro 16 y en la Figura 18, se observa que los planos de corte presentaron distintos comportamientos en respuesta a la acción de la lija sometida. Ante la acción de la lija N° 120 se aprecia que presentaron comportamientos promedios de excelente (E) en los tres niveles del fuste, y ante la acción de la lija N° 60 los promedios se incrementaron, existiendo el riesgo de disminuir su calidad a bueno (B), como fue el caso del plano radial en los niveles A y B. Se aprecia además que la lija con grano más fino (lija N° 120) tiende a minimizar la presencia del defecto de grano vellosa en la madera de pashaco blanco.

Con respecto a los resultados por sentido de corte que se muestra en el Cuadro 16 y en la Figura 19, se observa que el comportamiento promedio se incrementó al trabajar la madera contra del grano, indistintamente del plano de corte y del tipo de lija usada; siendo mayor este aumento, cuando se trabajó con lija N° 60, del cual el plano radial disminuyó su calidad a bueno (B) en los niveles A y B. Y resultó favorable el comportamiento cuando se trabajó con lija N° 120 en cada sentido de lijado calificando como excelente (E).

5.4. Taladrado de la madera del pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell) S.F. Blake).

De acuerdo al Cuadro 17 y Figura 20, se observa que dentro del resultado general, la madera de pashaco blanco presentó comportamientos promedios poco favorables en los tres niveles del fuste, al trabajarse con velocidades de giro de 900 RPM y 1400 RPM. Se aprecia además, que cuando

se trabajó a 900 RPM, el promedio se incrementó con forme aumentó el nivel del fuste, calificando en los niveles A y B como bueno (B) y desmejorando aún más en el nivel C calificando como regular (R). Mientras que al aumentar la velocidad de giro del cabezal a 1400 RPM, se obtuvo un comportamiento promedio constante en los tres niveles del fuste; aunque con un calificativo de bueno (B) en cada nivel. LLUNCOR (1989) afirma que la calidad del orificio en el taladrado mejora al aumentar la velocidad de giro; resultando para esta ocasión que no la mejoró, pero mantuvo un comportamiento promedio constante en los tres niveles.

Los defectos que se presentaron en la entrada y salida del orificio generado por la broca fueron: grano vellosa (grado I, II, III y ocasionalmente IV) y ruptura de grano (grado I, II, III y ocasionalmente IV), este último defecto se presentó con mayor frecuencia y es considerado el más grave para este ensayo, su presencia es dependiente, por una parte, de una falta de cohesión transversal entre fibras, eventualmente por el efecto de parénquima y por otra de la resistencia a la incisión relativamente grande para con la cohesión transversal, como lo indica NINÍN (1984). Dentro del orificio generado por la broca, únicamente se presentó el defecto grano rugoso en grado I, II y III; NINÍN (1984) menciona que este defecto es causado por la acción del filo con cierto ángulo con respecto a la orientación del grano; en un principio, el mecanismo de formación radica en que los filos en el proceso de incisión de las fibras, las comprimen y los elementos de notable elasticidad como los poros de cierto tamaño se aplastan por debajo actuando como cojines. Posteriormente al paso del filo de las cuchillas, los poros vuelven aproximarse a su forma original pero

sobresaliendo con puntas cortadas en forma de bisel debido a la diferencia de posición.

Con respecto a los resultados por anisotropía, que se muestra en el Cuadro 17 y en la Figura 21, se observa que los planos de corte presentaron comportamientos diferentes en respuesta a las velocidades de giro a las que fueron sometidas.

Se aprecia que el comportamiento promedio de cada plano de corte, en general, se incrementó cuando se aumentó la velocidad de giro de la broca de 900 RPM a 1400 RPM; aunque existió en ambos casos una tendencia a disminuir su calidad de bueno (B) a regular (R).

5.5. Torneado de la madera del pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell) S.F. Blake).

De acuerdo al Cuadro 18 y Figura 22, se observa que dentro del resultado general, la madera de pashaco blanco presentó comportamientos promedio poco favorables, calificando como regular (R), en cada nivel y ante la posición angular sometida; se atribuye por una parte estos resultados, a la baja densidad que presenta la especie, coincidiendo con Bernui (1992) citado por BUSTAMANTE (2010) quien realizó un estudio sobre trabajabilidad en maderas de la familia Bombacaceae, encontrando que para maderas de densidad muy baja (menores de 0.30 g/cm^3) presentaron mal acabado. Además la especie en estudio presenta grano entrecruzado, lo cual dificultó el corte aumentando la magnitud de los defectos; se aprecia que el promedio aumentó, cuando se

trabajó con una posición angular de 15° en comparación a los resultados obtenidos con las posiciones angulares de 0° y 40°. Tal como lo menciona Koch (1964), citado por Sato (1976), y éste citado por SÁNCHEZ (1996) que la estructura anatómica influye en el proceso de trabajabilidad.

Los defectos que se presentaron fueron grano vellosa en grado I, II y III, grano arrancado en grado III y IV, y en mayor frecuencia se presentó el defecto de grano astillado en grado III y IV, estos dos últimos defectos son considerados los más graves para este ensayo, su presencia se atribuye a la forma como el filo de la herramienta actúa al entrar en contacto con la madera; es decir, que las fibras y vasos son seccionadas por un efecto de palanca y no de corte. Además, propician su presencia los elementos de falla como los radios y/o parénquima según lo menciona LLUNCOR (1977) y NINÍN (1984).

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó el comportamiento de la madera de pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake) bajo condiciones normalizadas en operaciones de maquinado, concluyendo que:

- En el ensayo de cepillado, presentó un comportamiento, promedio, de excelente (E) en los tres niveles del fuste. El plano tangencial, en general, presentó las menores magnitudes de defectos.
- En el ensayo de moldurado, presentó un comportamiento, promedio, de bueno (B) en los tres niveles del fuste; de los cuales, en general el plano tangencial presentó los valores más bajos y estos fueron aumentando en los planos oblicuo y radial respectivamente.
- En el ensayo de lijado, presentó comportamientos promedio, de excelente (E), además, se observó que usando la lija N° 60 hubo una tendencia del plano radial de disminuir su calidad a bueno (B) y usando la lija N° 120 la calidad de excelente se mantuvo en los tres niveles del fuste.
- En el ensayo de taladrado, con velocidad de giro de 900 RPM presentó comportamientos de bueno (B) en los niveles A y B, y de regular (R) en

el nivel C, y al aumentar la velocidad de giro a 1400 RPM presentó comportamientos promedio de bueno (B) en los tres niveles del fuste.

- En el ensayo de torneado, presentó comportamientos promedio de regular (R) en los tres niveles del fuste, trabajadas con posiciones angulares de 0°, 15° y 40°.

2. Se determinó el defecto grano velloso, predominante en operaciones de cepillado. El defecto grano astillado, predominante en operaciones de moldurado. El defecto grano velloso, predominante en operaciones de lijado. El defecto ruptura de grano, predominante en operaciones de taladrado. El defecto grano astillado, predominante en operaciones de torneado.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar el cepillado usando cuchillas de acero rápido HSS con ángulo de corte de 30°, lijar usando lija de óxido de aluminio N° 120.
- Tratar de homogenizar las muestras y continuar con estudios de trabajabilidad, ajustando parámetros como el ángulo de corte y la velocidad de alimentación, con el fin de eliminar o minimizar, en lo posible, los defectos encontrados y obtener una base de datos de las condiciones ideales de trabajabilidad para la madera de pashaco blanco y su óptimo resultado. Para tener datos homogéneos en base a la cantidad
- Realizar estudios sobre sus propiedades mecánicas, la cual ayudaría a corroborar los resultados obtenidos en la trabajabilidad de la madera de pashaco blanco.
- Realizar estudios de investigación en tratamientos preservadores para la madera del pashaco blanco, que aseguren ampliar la vida útil de su valor agregado.

VIII. ABSTRACT

The white pashaco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake) is a potential species of forest in Ucayali Region. The object of this research was to evaluate its behavior under standardized terms of workability in machining operations of brushing, molding, sanding, drilling and turning. It was followed the ASTM-D-1666-87 norm (Reapproved 1999) in conditions given by the PADT-REFORT 1974. The results show that in brushing conditions this kind of wood presented an excellent average (E), predominating a fluffy grain default. In molding operations it presented an average behavior of good (G), predominating a grain chipping default. In sanding operations by using N° 60 sandpapers, it presented an average behavior of excellent (E) and good (G), and using N° 120 sandpapers it presented an average behavior of excellent (E); predominating in both occasions a fluffy grain default. In drilling operations with speeds of 900 RPM and 1400 RPM, it presented average behaviors of good (G) and regular (R); predominating in both occasions a grain rupture default. In turning operations with angular positions of 0°, 15° and 40°, it was presented average behavior regular (R); predominating a grain chipping default.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, M., KIKATA, Y. 1994. Atlas de maderas del Perú. UNALM Lima, Perú. Universidad de Nagoya, Japón. 202 p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 1999. Standard methods for conducting machining tests of wood and wood-base materials ASTM-D-1666-87(Reapproved 1999) [En Línea]: ASTM International, (www.astm.org, 22 Nov. 2012).

ÁVALOS, A. G. 2012. Estudio de la durabilidad natural de diez especies maderables de Ucayali [En línea]: AIDER, (<http://www.aider.com.pe/pdf/informe%20tecnico%20durabilidad%20natural.pdf>, 02 Dic. 2012).

BUSTAMANTE, N. R. 2010. Estudio de trabajabilidad de la madera de cuatro especies procedentes de plantaciones en la región Ucayali [En Línea]: Scribd, (<http://es.scribd.com/doc/105734827/Estudio-Sobre-Trabajabilidad-de-Las-Especies-Forestales#>, 22 Nov. 2012).

DURAN, F. A. 2007. Manual: La construcción de viviendas en madera [En Línea]: cttmadera, (http://www.cttmadera.cl/wp-content/uploads/2007/03/unidad_1-madera.pdf, 31 Ene. 2013).

FLORES, Y. 2002. Crecimiento y productividad de plantaciones forestales en la Amazonía peruana [En Línea]: ISSUU, (http://issuu.com/yember/docs/crecimiento_y_productividad_de_plantaciones_foresta#download, 22 Nov. 2012).

GARCÍA, H. A. 2006. Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de *Ficus insípida* Willd. (ojé renaco) de la zona del Tamaya – Masisea (Alto Ucayali). Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 68 p.

GUTIÉRREZ, V. H., SILVA, J. s.d. Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia[En Línea]: Scribd, (<http://es.scribd.com/doc/59409310/Libro-134-Especies-de-Madera#download>, 08 Dic. 2012).

HOYOS, J. 2008. Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de *Trichilia pleeana* (A. Juss) C.DC. (Uchumullaca), del bosque Macuya - Ucayali. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 88 p.

INFORMACIÓN GEOESPACIAL 2011. Mapa ecológico del Perú (ONERN), 1976[En Línea]: Mapas temáticos del Perú, (<http://mapasplanosperu.blogspot.com/2011/02/mapa-ecologico-del-peru-onern-1976.html>], 04 Dic. 2012).

LLUNCOR, D. 1977. Relaciones entre las características de cepillado de algunas maderas de Venezuela y sus propiedades físico mecánicas y anatómicas. TesisMag. Sc. Forestales. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes. 78p.

LLUNCOR, D. 1989. Trabajabilidad de nueve especies maderables de la zona selva baja – Allpahuayo - Jenaro Herrera. Vol.1. Temas Forestales. Pucallpa, Perú. 24p.

LLUNCOR, D. 1992. Comportamiento al maquinado de treinta y seis maderas amazónicas. Informe técnico IIAP. 27 p.

LLUNCOR, D. 2012. Estudio de la estructura anatómica de diez especies de bosques secundarios y primarios remanentes [En línea]: AIDER, (<http://www.aider.com.pe/pdf/Informe%20tecnico%20estructura%20anatomica.pdf>, 22 Nov. 2012).

MARTÍNEZ-PINILLOS, E., MARTÍNEZ, J. L. 1996. Características de cepillado y lijado de 33 especies de madera [En línea]: Redalyc, (<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/617/61720203.pdf>, 22 Nov. 2012).

MEDINA, J. L. 2003. Estudio de maquinado de la madera de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden y *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, de una plantación forestal comercial de 7 años [En línea]: Chapingo, (<http://www.chapingo.mx/dicifo/tesislic/2003/Medina%20Hernandez%20Jose%20Luis%202003.pdf>, 22 Nov. 2012).

NINÍN, L. 1984. Texto de labrado y mecanizado. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes. 264p.

NUTSCH, W. 1992. Tecnología de la madera y del mueble [En línea]: Google, (http://books.google.com.pe/books?id=ii1i7ZCDDuYC&pg=PR3&dq=tecnologia+de+la+madera+y+del+mueble+w.nutsch&hl=es&sa=X&ei=PAK0ULqSM6Xu0gH2_oCYCw&ved=0CDUQ6wEwAA, 22 Nov. 2012).

OCAMPO, M., MUNIVE, J., CONSULTORES FAO. 2000. Estado de la información forestal en Perú. Estado actual de la información sobre manejo forestal [En línea]: FAO (http://www.fao.org/docrep/006/AD396S/AD396s08.htm#P10831_37404422, 22 Nov. 2012).

OFI-CATIE s.d. Árboles de Centroamérica. Leguminosae. *Schizolobium parahyba* (Vellozo) Blake [En Línea]: Herbaria, (http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/schizolobium_parahyba.pdf, 22 Nov. 2012).

ORDÓÑEZ, V. R., MARTÍNEZ-PINILLOS, E. 1996. Características de maquinado de 32 especies de madera [En línea]: Redalyc, (<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/617/61720105.pdf>, 22 Nov. 2012).

ORREGO, D. R. 2010. Trabajabilidad de la madera de capirona (*Calycophyllum spruceanum*) procedente de plantaciones de la cuenca del río Aguaytia

en la región de Ucayali – Perú. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 88p.

PALOMINO, J., BARRA, M. 2003. Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad [En Línea]: Pronaturaleza, (<http://pronaturaleza.org/archivos/pdf/nativas.pdf>, 22 Nov. 2012).

REYNEL, C., PENNINGTON, R. T., PENNINGTON, T. D., FLORES, C., DAZA, A. 2003. Árboles Útiles de la Amazonía Peruana [En Línea]. slideshare, (<http://www.slideshare.net/educador23013/arboles-utiles-de-la-amazonia-peruana>, 22 Nov. 2012).

SÁNCHEZ, L. M. 1996. Influencia de las fibras y elementos vasculares en el comportamiento al cepillado y moldurado de dieciséis especies maderables de Iquitos. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 61p.

SANTIAGO, P., GUEVARA, L., ESPINOZA, M.L. 2012. Diagnóstico de la industria de primera y segunda transformación y de la cadena productiva en Pucallpa [En línea]: AIDER, (http://www.aider.com.pe/pdf/Informe%20tecnico_Diagnostico_industria.pdf, 03 Dic. 2012).

SIBILLE, A. M. 2006. Guía de procesamiento industrial. Fabricación de muebles con maderas poco conocidas LKS [En línea]: Redpedia,

(<http://redpeia.minam.gob.pe/admin/files/item/4e15e3698a76e> Guia de procesamiento industrial fabricacion de muebles.pdf, 22 Nov. 2012).

SORIA, M. 2010. Desafíos para las MYPE de Lima Sur [En línea]: Urbano, (http://www.urbano.org.pe/downloads/documento/SUPLEMENTO_MADERA_ELCOMERCIO.pdf, 29 Nov. 2012).

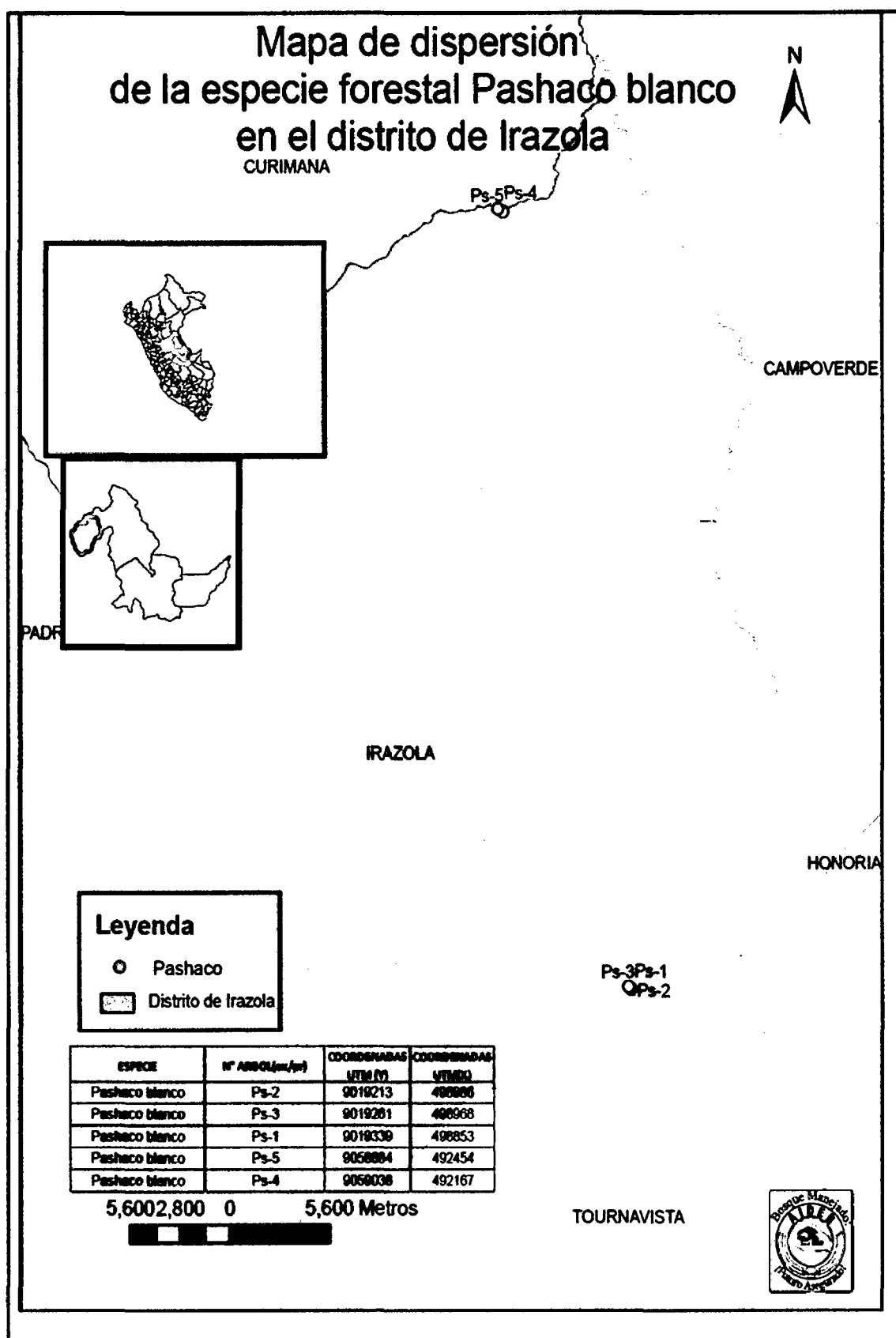
TORRES, R. 1995. Comportamiento de la madera de catorce especies forestales al taladrado y torneado. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 62 p.

TURCHETTO, A. C. 2009. Filogeografía sistemática molecular de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Guapurubu) através do sequenciamento de regiões cloroplásticas e nucleares [En línea]: lume, (<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17828/000724082.pdf?sequence=1>, 04 Dic. 2012).

WIGHTMAN, K. E., CORNELIUS, J. P., UGARTE-GUERRA, L. J. 2006. ¡Plantemos madera!. Manual técnico 04 [En Línea]: Infoandina, (<http://www.infoandina.org/recursos/plantemos-madera-manual-sobre-el-establecimiento-manejo-y-aprovechamiento-de-plantaciones>, 22 Nov. 2012).

ANEXO

Anexo 1. Mapa de ubicación de los árboles de pashaco blanco.



Anexo 2. Especificaciones técnicas de las máquinas.

Aserradero portátil:	Marca	:	Lucas Mill
	Fabricación	:	Australiana
	Modelo	:	M821
	Marca de motor	:	KOHLER
sierra de disco o circular	Motor eléctrico marca	:	Weg
	Diámetro de disco	:	18" – 19"
	Potencia del motor	:	7.5 HP
	RPM	:	1760
Cepilladora de espesores	Marca	:	SICAR
	Fabricación	:	Brasileira
	Modelo	:	L.M.500
	Potencia del motor eléctrico	:	8.5 HP
	Diámetro cabezal porta cuchillas	:	cm
	RPM	:	3500
	Número de porta cuchillas en el cabezal	:	4
Molduradora o tupi	Potencia del motor eléctrico	:	3.6 HP
	RPM	:	3400
	Numero de cuchillas en el cabezal	:	1
Lijadora de banda manual	Marca	:	Kaili
	Modelo	:	KP-164
	Motor	:	1300 W
	Velocidad	:	500m/min
	Dimensiones	:	100x610 mm
Taladro	Marca	:	REXON
	Modelo	:	ZJ5132
	Capacidad	:	32mm
	Motor	:	1500W
	Velocidad del cabezal porta broca	:	900/1400 RPM
Torno semi industrial	Potencia del motor eléctrico	:	3 HP
	RPM	:	1800
	Longitud del torneado	:	hasta 1.2 m
	Numero de uñas de presión	:	2

Anexo 3. Formatos para el registro de evaluación de los ensayos de trabajabilidad de la madera del pashaco blanco.

Formato A: Para el cepillado.

CÓDIGO			FAVOR				CONTRA			
N° árbol	Nivel	Plano	Defecto	Grado	E	Calidad	Defecto	Grado	E	Calidad

Fuente: Elaboración propia

Formato B: Para el moldurado.

CÓDIGO			FAVOR						CONTRA									
N° árbol	Nivel	Plano	ZONA 1			ZONA 2			E. dominante	Calidad	ZONA 1			ZONA 2			E. dominante	Calidad
			Defecto	Grado	∩	Defecto	Grado	∩			Defecto	Grado	∩	Defecto	Grado	∩		

Fuente: Elaboración propia

Formato C: Para el lijado.

CODIGO			LIJA Nº 60								LIJA Nº 120							
Nº ÁRBOL	NIVEL	Plano	FAVOR				CONTRA				FAVOR				CONTRA			
			Defecto	Grado	E	Calidad	Defecto	Grado	E	Calidad	Defecto	Grado	E	Calidad	Defecto	Grado	E	Calidad

Fuente: Elaboración propia

Formato D: Para el taladrado.

CODIGO			900 RPM									1400 RPM												
Nº ARBOL	Código	Plano	ENTRADA			INTERIOR			SALIDA			E. dominante	Calidad	ENTRADA			INTERIOR			SALIDA			E. dominante	Calidad
			Defecto	Grado	m	Defecto	Grado	m	Defecto	Grado	m			Defecto	Grado	m	Defecto	Grado	m	Defecto	Grado	m		

Fuente: Elaboración propia

Formato E: Para el torneado.

COD.		0°								15°								40°							
Nº ARBOL	NIVEL	INTERIOR			FILO			E. dominante	Calidad	INTERIOR			FILO			E. dominante	Calidad	INTERIOR			FILO			E. dominante	Calidad
		Defecto	Grado	m	Defecto	Grado	m			Defecto	Grado	m	Defecto	Grado	m			Defecto	Grado	m	Defecto	Grado	m		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Certificado de identificación botánica del pashaco blanco.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
 Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
 FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
 Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA)
 Estación Experimental Pucallpa



Herbario Regional de Ucayali

CONSTANCIA

Se deja constancia que se realizó la verificación taxonómica de las muestras botánicas presentadas por AIDER, las mismas que a continuación se detalla:

❖ <i>Croton matourensis</i> Aubl	Aucatadijo
❖ <i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth	Peine de Mono
❖ <i>Matisia cordata</i> Bonpl.	Zapote
❖ <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Ana caspi
❖ <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Huamansamana
❖ <i>Septotheca tessmannii</i> Ulbr.	Utucuro
❖ <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Pashaco Blanco
❖ <i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken	Panguana
❖ <i>Simarouba amara</i> Aubl.	Marupa
❖ <i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	Yacushapana amarilla

Así mismo las muestras quedan depositadas en el Herbario Regional de Ucayali, IVITA-Pucallpa.

Se expide la presente constancia para los fines convenientes del Solicitante.

Pucallpa, 25 de octubre del 2012

Blga. Mirella Clavo Peralta
 Resp. Herbario Regional de Ucayali - Pucallpa
 Registro CBP No. 1187



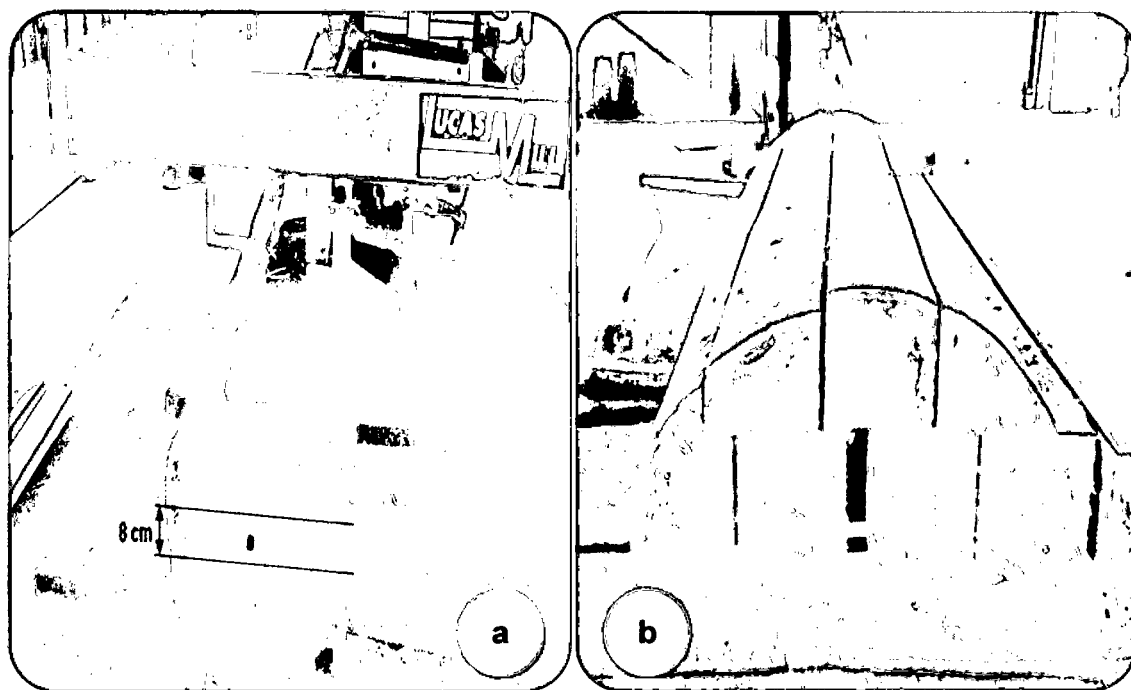
Anexo 5. Proceso de aserrío para la obtención de las probetas

Figura 23. Aserrado de la troza (a), viguetas obtenidas de la troza (b).

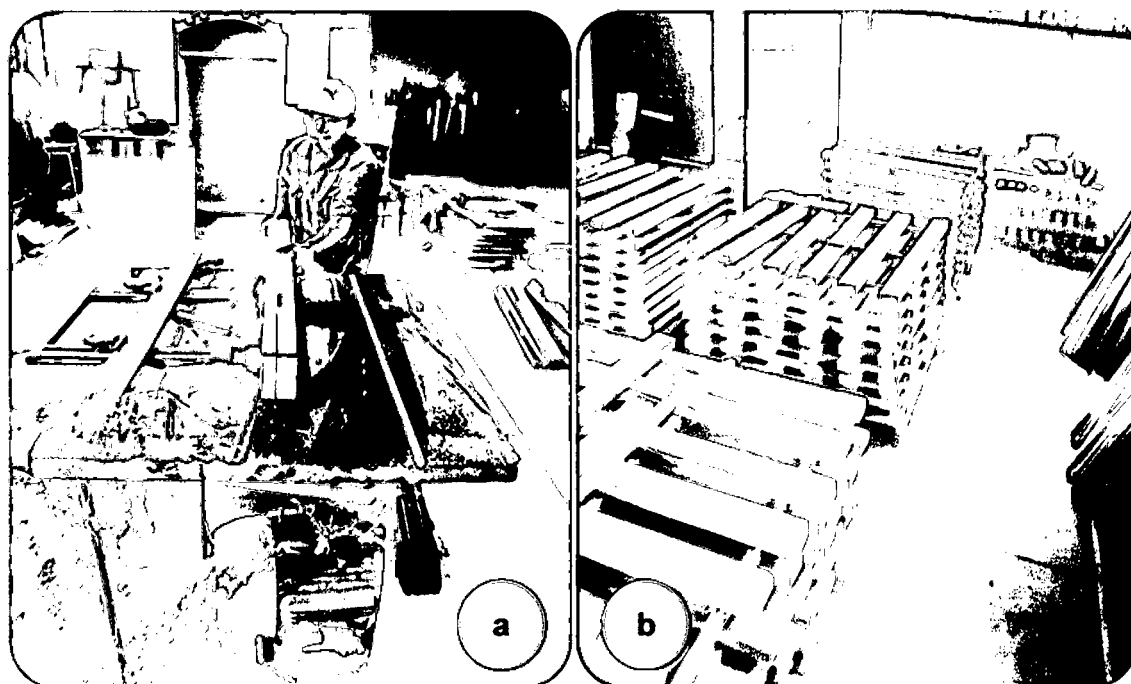


Figura 24. Habilitado de las probetas (a), apilado de las probetas para el secado bajo techo (b).

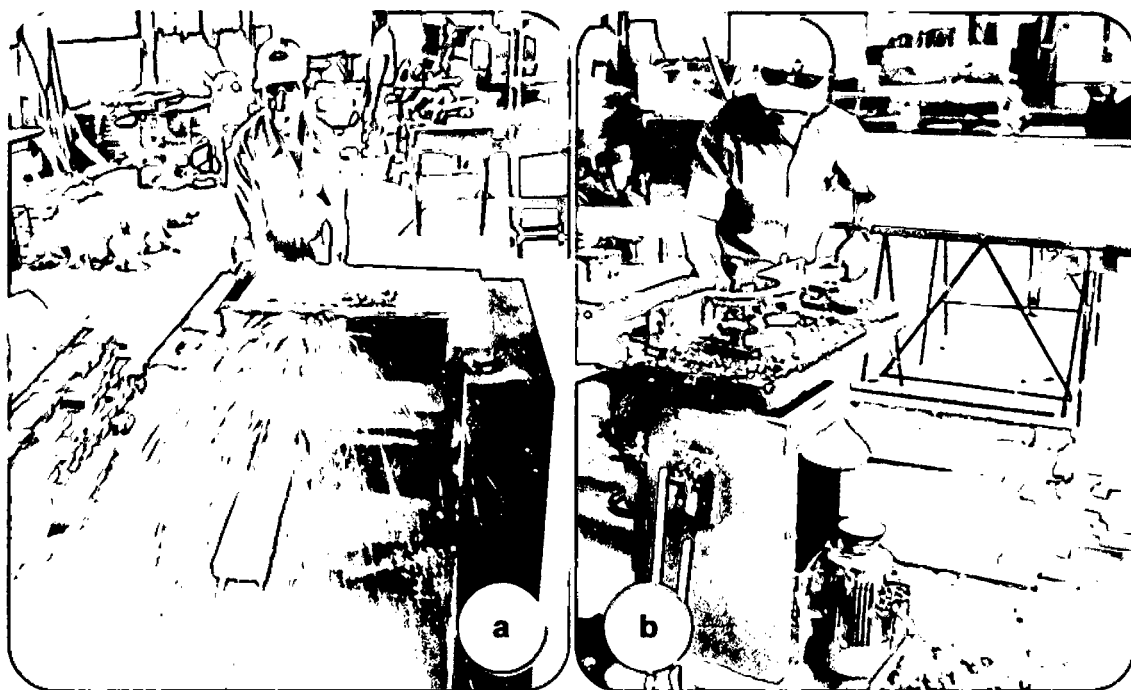
Anexo 6. Ejecución de los ensayos

Figura 25. Ensayo de cepillado (a), ensayo de moldurado (b).

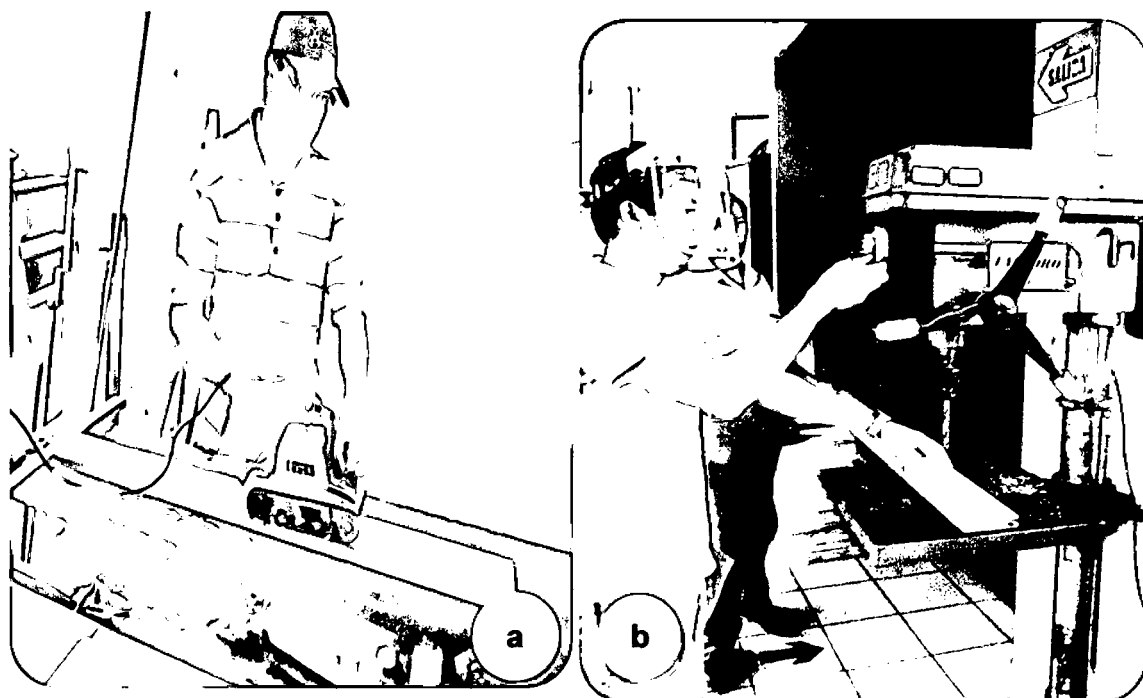


Figura 26. Ensayo de lijado (a), ensayo de taladrado (b).



Figura 27. Ensayo de torneado

Anexo 7. Defectos producidos por los ensayos

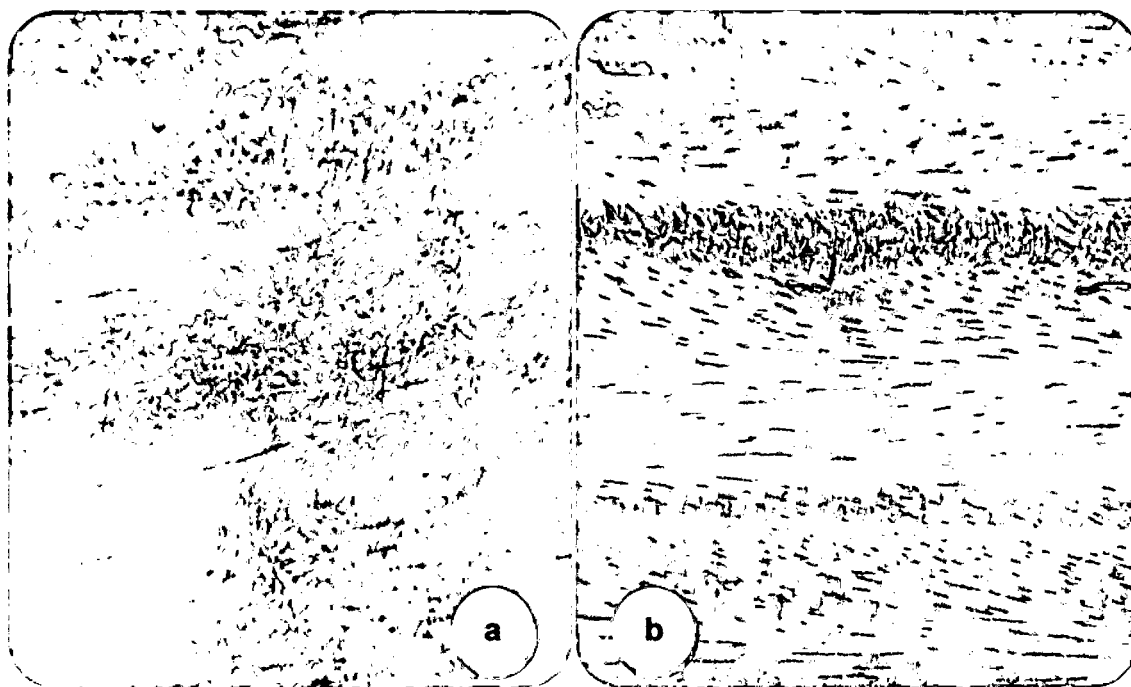


Figura 28. Defecto de grano vellosa (a), defecto de grano arrancado (b); producidos en el ensayo de cepillado.



Figura 29. Probeta moldurada (a), defecto de grano arrancado y grano astillado en el fondo y los fillos de la moldura respectivamente (b); producidos en el ensayo de moldurado.

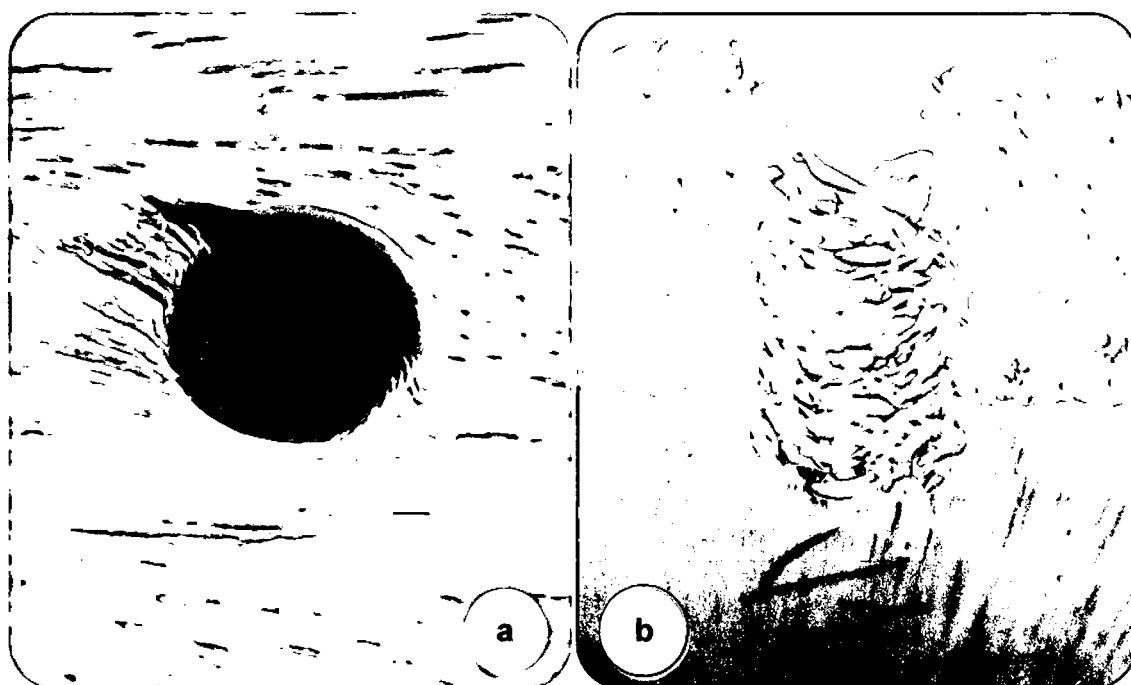


Figura 30. Defecto de grano astillado (a), defecto grano rugoso en el interior del orificio (b); producidos en el ensayo de taladrado.

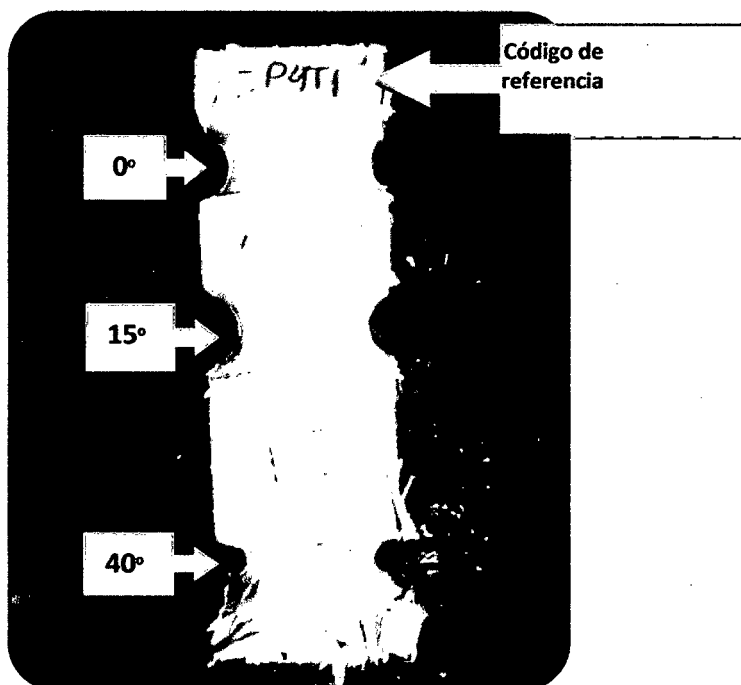
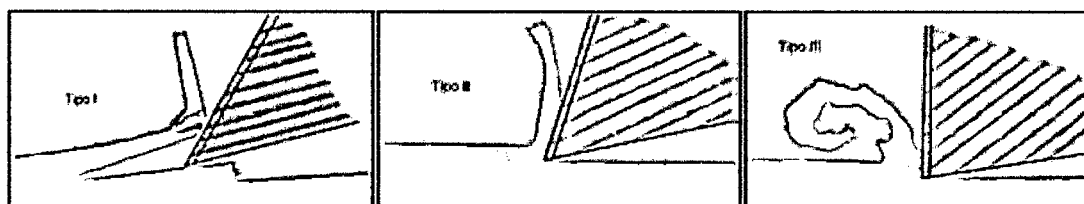


Figura 31. Probeta torneada con posiciones angulares de 0°, 15° y 40°.



FUENTE: SIBILLE (2006).

Figura 32. Formaciones de virutas (tipo I, tipo II y tipo III).

GLOSARIO

Acabado: Conjunto de operaciones mayormente manuales para resaltar las cualidades estéticas de la madera. De acuerdo al gusto del cliente se puede incorporar un tono o un brillo adecuado y de forma permanente. Estas son cualidades que no deben perderse con el tiempo, ya sea por efecto de la luz, las variaciones de la humedad, por la temperatura y por desgaste como consecuencia del uso del mueble.

Albura: Capa de madera suave que se encuentra inmediatamente después de la corteza. Generalmente es de color blanquecino, fisiológicamente activa y está ubicada entre el duramen y la corteza.

Anillo de crecimiento: Son capas concéntricas de crecimiento observables en la sección transversal de la madera. Son totalmente definidos en especies maderables que crecen en climas templados y poco marcados o a veces no diferenciados en especies tropicales.

Defectos: Son los cambios del aspecto exterior de la madera, las alteraciones en la integridad de los tejidos y membranas celulares, en la regularidad de su estructura y los deterioros de la madera que reducen su calidad y limitan las posibilidades de su empleo.

- **D. grano arrancado:** Debido a la existencia de elementos de falla como radios y parénquima.

- **D. grano astillado.-** Defecto producido por un grupo de fibras que quedan suspendidas en forma de astilla en la sección transversal o sección longitudinal, por falta de cohesión transversal entre las fibras.

- **D. grano levantado.-** Diferencia en relieve que se presenta en la superficie de la madera debido a la variabilidad en resistencia que tiene la madera temprana y tardía; entre fibras y parénquima u otros elementos.

- **D. grano rugoso.-** Irregularidades que se presentan en la sección transversal o transversal/longitudinal de la madera, por la diferencia en resistencia al corte, entre los elementos longitudinales de la madera. La fibras y los poros después del paso del filo vuelven a su forma original, pero sobresaliendo las puntas cortadas en forma biselada debido a la diferencia de posición.

- **D. grano vellosos:** Pequeñas pelusas que se presentan en la superficie de la madera; relacionados con la falta de corte neto o falta de capacidad de corte de las herramientas en el cuadrado intermedio resultante.

- **D. nudos:** Son las bases de las ramas encerradas entre la madera del tronco.

Deformabilidad elástica: Propiedad de la madera de deformarse bajo la acción de una fuerza y regresar a su forma original al cesar la fuerza que la original.

Densidad.- Es la relación que existe entre su peso y su volumen. La densidad absoluta es sensiblemente constante por serlo en peso sin hueco de la celulosa y sus derivados, que constituye la materia leñosa.

Duramen: Leño biológicamente inactivo y que generalmente se diferencia de la albura por su color más oscuro. Puede estar infiltrado por formas, resinas y otros materiales que lo hacen más oscuro y más resistente a los ataques de los microorganismos.

Flexibilidad. Es la propiedad que tienen algunas maderas de poderse doblar o ser curvadas en sentido de su longitud sin romperse. Si son elásticas, vuelven a su forma primitiva cuando ha cesado la fuerza que la presión.

Grano: Característica dada por la disposición que tienen los elementos xilemáticos (vasos, fibras, traqueidas, parénquima, etc.), con respecto al eje longitudinal del tronco.

- **G. entrecruzado:** Cuando la dirección de los elementos leñosos se encuentran en dirección alterna u opuesta haciendo que la separación de la madera sea difícil.

- **G. oblicuo:** Cuando la dirección de los elementos leñosos forma ángulos agudos con respecto al eje del árbol.
- **G. ondulado:** Las fibras siguen una trayectoria sinuosa en ondas con dirección paralela al eje del árbol.
- **G. recto:** Cuando la dirección de los elementos es sensiblemente paralelo al eje del árbol.

Habilitado: Proceso mecanizado para obtener piezas de madera labradas a escuadra con medidas terminadas de espesor (canto), ancho (cara) y un largo cuya longitud sea aproximada o su múltiplo, según el plano o el diseño del mueble.

Maquinado: Conjunto de operaciones mecanizadas mediante las cuales se transforma la madera habilitada en medidas y cantidades específicas de piezas aptas para el armado del mueble estable y estructurado. En esta fase se produce muy poca merma o desperdicios.

Poros: Término de conveniencia para la sección transversal de un vaso o de una traqueida vascular, tomando el aspecto de pequeños agujeros.

Porosidad: Dado por el tamaño así como la forma en que se encuentran distribuidos los poros dentro de los anillos de crecimiento.

Propiedades Mecánicas: Las propiedades mecánicas de la madera miden su aptitud o capacidad para resistir cargas o fuerzas externas.

Radios o líneas horizontales: Constituido por tejido parenquimatoso, se orientan en forma perpendicular al eje del árbol semejante a una cinta.

Sección de corte: Es la sección o superficies que resultan al cortar una pieza de madera en diferentes planos. Este puede ser transversal y longitudinal (radial y tangencial).

- **S. radial (Corte Rd):** Es el corte que se realiza paralelo a los radios y perpendicular a los anillos de crecimiento.
- **S. tangencial (Corte Tg):** Es el corte que se realiza tangente a los anillos de crecimiento y perpendicular a los radios.
- **S. transversal (Corte Tr):** Es el corte perpendicular al eje longitudinal del tronco.

Sílice: Compuesto inorgánico, a base de silicio, presente en algunas maderas, de efecto abrasivo y que afecta el filo de las herramientas de corte.

Trabajabilidad de la madera: Conjunto de propiedades o características que posee una determinada madera con relación a su respuesta al trabajo manual o a la acción de las herramientas manuales o eléctricas. Se dice entonces que una madera posee buena trabajabilidad cuando responde bien al corte con sierra, al cepillado, al clavado, al atornillado, al lijado, al torneado, al engomado o encolado, etc. Por el contrario, una madera que no se puede cepillar, ni

tornear, ni lijar porque se daña u ofrece malos resultados, entonces tiene mala trabajabilidad.

Vasos: Son elementos de conducción, constituidos por células articuladas y que forman una estructura tubular.

Veteado: Característica producida por el diseño o figura de la veta que se origina en la superficie longitudinal pulida, debido a la disposición de los elementos constitutivos del leño, especialmente los vasos, radios leñosos, parénquima y los anillos de crecimiento, así como también por el tamaño y la abundancia de ellos.