UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

COMPORTAMIENTO DE LA MADERA Albizia pedicellaris (DC.) L. Rico (VILCO PASHACO) AL PROCESO DE MAQUINADO A TRES ALTURAS DEL FUSTE

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

VÁSQUEZ GUERRERO, Paul Maycol

Tingo María – Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María – Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº064-2022-FRNR-UNAS

Los que suscriben, miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 05 de diciembre de 2022 a horas 05:00 p. m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal:

"COMPORTAMIENTO DE LA MADERA *Albizia Pedicellaris* (DC.) L. Rico (VILCO PASHACO) AL PROCESO DE MAQUINADO A TRES ALTURAS DEL FUSTE"

Presentado por el Bachiller: **VASQUEZ GUERRERO; Paul Maycol,** 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 Profesional de **INGENIERO FORESTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 07 de diciembre de 2022

Ing. RAUL ARAUJO TORRES
PRESIDENTE

Ing. JORGE LUIS VERGARA PALOMINO
MIEMBRO

Ing. M.Sc. DAVID PRUDENCIO QUISPE JANAMPA
MIEMBRO

Ing. M.Sc. RICARDO OCHOA CUYA
ASESOR

Ing. M.Sc. JAIRO EDSON GUTIERREZ COLLAO
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

COMPORTAMIENTO DE LA MADERA *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico (VILCO PASHACO) AL PROCESO DE MAQUINADO A TRES ALTURAS DEL FUSTE

Autor : VÁSQUEZ GUERRERO, Paul Maycol

Asesor (es) : Ing. M. Sc. OCHOA CUYA, Ricardo

Ing. M. Sc. GUTIÉRREZ COLLAO, Jairo Edson

Programa de investigación : Transformación e Innovación de Recursos Forestales

Línea de investigación : Tecnología y Transformación Mecánica de los Materiales Lignocelulosos

Eje temático : Aprovechamiento Mecánico de la Madera y Otros Materiales Lignocelulósicos

Lugar de ejecución : Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal (LATAMF)

Duración : 07 meses

Financiamiento : S/. 2 628,22

Propio : Sí

FEDU : No

Tingo María – Perú

2022

DEDICATORIA

A Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para poder alcanzar esta meta tan importante de ser profesional en Ingeniería Forestal.

A mis padres, por su apoyo incondicional que me motiva a seguir adelante con su amor, trabajo y sacrificio.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi alma máter de mi formación profesional.

A los docentes y directivos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por permitirme ser parte de esta grandiosa Facultad, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal.

Al docente Ing. M. Sc. Ricardo Ochoa Cuya, mi profunda gratitud por brindarme sus sabias enseñanzas de manera incondicional.

A mis asesores de tesis, Ing. M. Sc. Ricardo Ochoa Cuya e Ing. Mg. Sc. Jairo Edson Gutiérrez Collao, por el asesoramiento durante la ejecución del trabajo de investigación.

A los miembros del jurado de investigación, por sus propuestas y por haberme permitido aplicar mi trabajo de investigación y por brindarme información valiosa.

ÍNDICE GENERAL

Página

I. INTRODUCCIÓN 1

II. REVISIÓN DE LITERATURA 3

2.1. Marco teórico 3

2.1.1. Madera 3

2.1.2. Variabilidad de la madera 4

2.1.3. Trabajabilidad de la madera 4

2.1.4. Factores que influyen en la trabajabilidad de la madera 7

2.1.5. Comportamientos ocasionados por la trabajabilidad de la madera 8

2.1.6. Vilco pashaco 9

2.2. Estado del arte 10

III. MATERIALES Y MÉTODOS 14

3.1. Lugar de ejecución 14

3.1.1. Ubicación política 14

3.1.2. Ubicación geográfica 14

3.1.3. Zona de vida y características climáticas 15

3.2. Materiales y equipos 16

3.2.1. Material vegetativo 16

3.2.2. Materiales, equipos e insumos 16

3.3. Método 17

3.3.1. Actividades previas 17

3.3.2. Determinación de los defectos obtenidos en la operación del cepillado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) 24

3.3.3. Determinación de los defectos obtenidos en la operación del torneado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) 25

3.3.4. Determinación de los defectos obtenidos en la operación del taladrado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) 26

3.3.5. Calificación de los defectos en los ensayos de trabajabilidad 27

3.3.6. Tipo y método de investigación 29

3.3.7. Variables 29

3.3.8. Procesamiento de datos 30

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 31

4.1. Comportamiento en la operación del cepillado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) 32

4.2. Comportamiento en la operación del torneado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) 42

4.3. Comportamiento en la operación del taladrado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) 48

V. CONCLUSIONES 57

VII. PROPUESTAS A FUTURO 58

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 59

ANEXOS 65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Página

1. Ubicación geográfica de la extracción de los tres árboles 15

2. Ubicación geográfica del Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal 15

3. Grados de calidad para la calificación de los ensayos de trabajabilidad..... 28

4. Factores de conversión de defectos según la severidad en los ensayos de trabajabilidad . 28

5. Rango de calificación de acuerdo a la calidad para los ensayos de trabajabilidad 29

6. Prueba de independencia de chi cuadrado para las variables en la operación del cepillado a favor y en contra en los tres ángulos de corte 32

7. Medidas de resumen de la operación del cepillado con un ángulo de 15º en vilco pashaco por nivel del fuste y por sentido de corte 33

8. Medidas de resumen de la operación del cepillado con un ángulo de 15º en vilco pashaco por tipo de corte y por sentido de corte 35

9. Medidas de resumen de la operación del cepillado con un ángulo de 25º en vilco pashaco por nivel del fuste y por sentido de corte 36

10. Medidas de resumen de la operación del cepillado con un ángulo de 25º en vilco pashaco por tipo de corte y por sentido de corte 37

11. Medidas de resumen de la operación del cepillado con un ángulo de 35º en vilco pashaco por nivel del fuste y por sentido de corte 39

12. Medidas de resumen de la operación del cepillado con un ángulo de 35º en vilco pashaco por tipo de corte y por sentido de corte 40

13. Prueba de independencia de chi cuadrado para las variables en la operación del torneado en el interior y en el filo en los tres ángulos de corte 42

14. Medidas de resumen de la operación del torneado en el interior y en el filo con un ángulo de 0º en vilco pashaco por nivel del fuste 43

15. Medidas de resumen de la operación del torneado en el interior y en el filo con un ángulo de 15º en vilco pashaco por nivel del fuste 45

16. Medidas de resumen de la operación del torneado en el interior y en el filo con un ángulo de 30º en vilco pashaco por nivel del fuste 46

17. Prueba de independencia de chi cuadrado para las variables en la operación del taladrado en la entrada, en el interior y en la salida en las dos velocidades..... 48

18. Medidas de resumen de la operación del taladrado en la entrada, interior y la salida con la primera velocidad de giro de broca por nivel del fuste 49

19. Medidas de resumen de la operación del taladrado en la entrada, interior y la salida con la primera velocidad de giro de broca por tipo de corte 51

20. Medidas de resumen de la operación del taladrado en la entrada, interior y la salida con la segunda velocidad de giro de broca por nivel del fuste..... 52

21. Medidas de resumen de la operación del taladrado en la entrada, interior y la salida con la segunda velocidad de giro de broca por tipo de corte 54

22. Tipos de defectos y frecuencia según el sentido de corte y ángulo de corte del cepillado 71

23. Tipos de defectos y frecuencia según punto de corte y ángulo de corte 71

24. Tipos de defectos y frecuencia según momento de perforación y velocidad de perforación..... 71

25. Contenido de humedad y densidad básica de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) 72

26. Datos de cepillado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) con ángulo de 15º 73

27. Datos de cepillado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) con ángulo de 25º 80

28. Datos de cepillado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) con ángulo de 35º 87

29. Datos de torneado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) con ángulo de 0º . 94

30. Datos de torneado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) con ángulo de 15º 96

31. Datos de torneado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) con ángulo de 30º 98

32. Datos de taladrado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) en la primera velocidad 100

33. Datos de torneado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) en la segunda velocidad 107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Página

1. Distintos ejes de acuerdo al comportamiento estructural de la madera 4

2. Árbol de vilco pashaco: a. fuste. b. copa. 16

3. Medición de la circunferencia del árbol de vilco pashaco 17

4. Tala y medición del árbol de vilco pashaco: a. tala dirigida. b. tocones de los árboles. c. árbol apeado. d. medición de la altura total y comercial del árbol apeado 18

5. Trozado de los árboles de vilco pashaco: a. medición del nivel base. b. trozado del fuste para el nivel base y medio. c. marcado de la parte central de la troza. d. parte no utilizable de la troza 19

6. Parte no utilizable de la troza 20

7. Preparación de las probetas: a. operación con garlopa. b. operación con sierra disco 20

8. Probetas debidamente codificadas 21

9. Pesado de las probetas para determinar contenido de humedad 23

10. Secado de las probetas al aire libre 23

11. Cepillado de la probeta: a. a favor del grano. b. en contra del grano 24

12. Operación del cepillado de la madera de vilco pashaco 25

13. Posición angular de la gubia respecto a la probeta en el ensayo de torneado 25

14. Operación del torneado de la madera de vilco pashaco 26

15. Ubicación de la perforación para el ensayo de taladrado 27

16. Operación del taladrado de la madera de vilco pashaco 27

17. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por sentido de corte en ángulo de 15º 34

18. Promedio de calidad de defecto por tipo de corte y por sentido de corte en ángulo de 15º 35

19. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por sentido de corte en ángulo de 25º 36

20. Promedio de calidad de defecto por tipo de corte y por sentido de corte en ángulo de 25º 38

21. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por sentido de corte en ángulo de 35º 39

22. Promedio de calidad de defecto por tipo de corte y por sentido de corte en ángulo de 35º 40

23. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por punto de corte en ángulo de 0º 44

24. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por punto de corte en ángulo de 15º 45

25. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por punto de corte en ángulo de 30º 46

26. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por momento de penetración en la primera velocidad de broca 50

27. Promedio de calidad de defecto por tipo de corte y por momento de penetración en la primera velocidad de broca 51

28. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por momento de penetración en la segunda velocidad de broca 53

29. Promedio de calidad de defecto por tipo de corte y por momento de penetración en la segunda velocidad de broca 54

30. Colecta de muestra botánica de los árboles de vilco pashaco 66

31. Muestra botánica sobre muestra de madera de un árbol de vilco pashaco 67

32. Muestra botánica envuelta en papel periódico 67

33. Muestra botánica en su respectiva prensa botánica 68

34. Medición de tablas en el campo 68

35. Codificación de tablas en el campo 69

36. Certificado de identificación de especie 70

RESUMEN

La investigación se realizó en el Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal (LATAMF), adscrita a la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María, con la finalidad de conocer el comportamiento de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) al proceso de maquinado a tres alturas del fuste utilizando y calificando el defecto en base a la norma ASTM-D-1666-87 (1999). Se prepararon y ensayaron 135 probetas de 2,5 cm x 10 cm x 100 cm, en los tres planos de corte (tangencial, oblicuo y radial) para los ensayos de cepillado y taladrado; mientras que se prepararon y ensayaron 45 probetas de 2,5 cm x 2,5 cm x 10 cm para el ensayo de torneado. Los resultados reportan que en la operación de cepillado, el defecto más predominante fue marca de astillas, seguido por grano levantado, y que la calificación de los defectos fue regular para los ángulos de 15 y 25º, y buena para el ángulo de 35º; además el nivel medio (2,29) y el corte oblicuo (2,23) reportaron mejor promedio en el sentido a favor del grano en los tres ángulos, mientras que el nivel ápice (2,17) y el corte tangencial (2,17) reportaron mejor promedio en el sentido en contra del grano en los tres ángulos. En la operación del torneado, el defecto más predominante fue el grano arrancado, seguido por rugosidad, y que la calificación de los defectos fue buena para los ángulos de 0, 15 y 30º; además el nivel base reportó mejor promedio en el interior (1,98) y en el filo (2,03) en los tres ángulos. En la operación del taladrado, el defecto más predominante fue ruptura de grano, seguido por rugosidad, y que la calificación de los defectos fue buena para ambas velocidades; además el nivel ápice (2,23) y corte tangencial (2,27) reportaron mejores resultados en la entrada; los niveles medio y ápice (1,32) y los cortes radial y oblicuo (1,32) reportaron mejores resultados en el interior; los niveles base y ápice (2,40) y el corte radial (2,38) reportaron mejores resultados en la salida.

Palabras clave: Trabajabilidad, cepillado, torneado, taladrado y maquinado.

ABSTRACT

The research was carried out in the Forest Harvesting and Machinery Workshop Laboratory (LATAMF), attached to the Professional School of Forestry Engineering, of the National Agrarian University of La Selva - Tingo María, in order to know the behavior of wood *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) to the machining process at three heights of the stem using and qualifying the defect based on the standard ASTM-D-1666-87 (1999). 135 specimens of 2,5 cm x 10 cm x 100 cm were prepared and tested in the three cutting planes (tangential, oblique and radial) for the planing and drilling tests; while 45 specimens of 2,5 cm x 2,5 cm x 10 cm were prepared and tested for the turning test. The results report that in the planing operation, the most predominant defect was splinter marks, followed by raised grain, and that the defects rating was regular for the 15 and 25º angles, and good for the 35º angle; in addition, the average level (2,29) and the oblique cut (2,23) reported a better average in the direction in favor of the grain in the three angles, while the apex level (2,17) and the tangential cut (2,17) reported a better average against the grain in the three angles. In the turning operation, the most predominant defect was the torn grain, followed by roughness, and the defect qualification was good for the angles of 0, 15 and 30º; in addition, the base level reported a better average inside (1,98) and on the edge (2,03) in the three angles. In the drilling operation, the most predominant defect was grain breakage, followed by roughness, and the defect qualification was good for both speeds; in addition, the apex level (2,23) and tangential cut (2,27) reported better results at the entrance; the middle and apex levels (1,32) and the radial and oblique cuts (1,32) reported better results in the interior; the base and apex levels (2,40) and the radial cut (2,38) reported better results at the outlet.

Keywords: Workability, planing, turning, drilling, machined.

I. INTRODUCCIÓN

El escaso aporte del sector forestal al PBI peruano es producto del desconocimiento o escasa información de las características tecnológicas y de trabajabilidad de la mayoría de maderas tropicales, lo que ha encaminado a un aprovechamiento selectivo de algunas especies altamente valiosas, conllevando a una posible extinción.

Por lo tanto, para incorporar nuevas especies forestales al mercado competitivo es necesario considerar las características de su trabajabilidad; no obstante, para determinar dichas características es imprescindible la ejecución de ensayos con una metodología normada. Ante lo mencionado, es importante realizar investigación en nuevas especies, como es el caso de *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico (Vilco pashaco), que es una especie arbórea que pertenece a la familia Leguminosae y que predomina en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

La investigación será de utilidad para los empresarios dedicados a la transformación primaria y secundaria de los productos forestales maderables, para los concesionarios forestales, para ingenieros del ámbito forestal y civil, para docentes y estudiantes universitarios; debido a que, el conocimiento de las particularidades tecnológicas y de las características de la trabajabilidad de la madera de *A. pedicellaris* permitirá brindarles un valor agregado en su comercialización y una producción industrial con calidad en los procesos de transformación secundaria.

En relación al problema mencionado se formuló como interrogante ¿Cuál será el comportamiento de la madera de *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico (Vilco pashaco) al proceso de maquinado y su variación en las tres alturas de fuste?, y como hipótesis plantea que: La madera de *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico (Vilco pashaco) responde muy bien a la trabajabilidad en los tres niveles de fuste y no existe variación en los tres niveles de fuste. Asimismo, el valor de la investigación pretende abordar el tema tecnológico, por la cual se plantea:

Objetivo general:

– Evaluar el comportamiento de la madera *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) al proceso de maquinado a tres alturas de fuste.

Objetivos específicos:

– Determinar el comportamiento de la madera en la operación del cepillado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco).

– Determinar el comportamiento de la madera en la operación del torneado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco).

– Determinar el comportamiento de la madera en la operación del taladrado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Madera

De acuerdo con Torres (1966), la madera es un material fibroso, compuesto por elementos de estructura, tamaño y forma que desempeñan distintas funciones importantes para la vida del individuo arbóreo.

Para Duran (2007), la madera puede ser apreciado como un material higroscópico, biológico y anisotrópico. Es biológico debido a que está compuesto por moléculas de lignina y celulosa. Con más detalles, Nutsch (1992) indica que la madera es un material compuesto por aproximadamente 40% de celulosa, por alrededor de 24 y 32% de sustancias semejantes a la celulosa y entre 22 y 30% de lignina. Asimismo, está conformado por casi 50% de carbono elemental, 6% de hidrógeno, 43% de oxígeno, y por alrededor de 1% de nitrógeno y pequeñas cantidades de componentes de las cenizas. Asimismo, el autor menciona que la madera contiene aproximadamente 6% de elementos secundarios. También es un material anisotrópico, de acuerdo a su dirección que se considera en relación a la dirección de longitud de las fibras y anillos de crecimiento, el comportamiento mecánico y físico del material, presentando resultados diferentes. Además, la madera resiste entre 20 y 200 veces más en dirección del eje del árbol que en dirección transversal. Asimismo, el autor menciona que se han establecido tres ejes de acuerdo al comportamiento estructural, los cuales son:

- Eje tangencial: cuando es tangente a los anillos de crecimiento y forma ángulo de 90° con respecto al eje longitudinal de la pieza.

- Eje radial: cuando forma ángulo de 90° en relación a los anillos de crecimiento y al sentido longitudinal.

– Eje longitudinal: cuando es paralelo a la dirección de las fibras y por ende, al eje longitudinal del tronco; también, forma un ángulo de 90° respecto al plano formado por los ejes tangencial y radial.

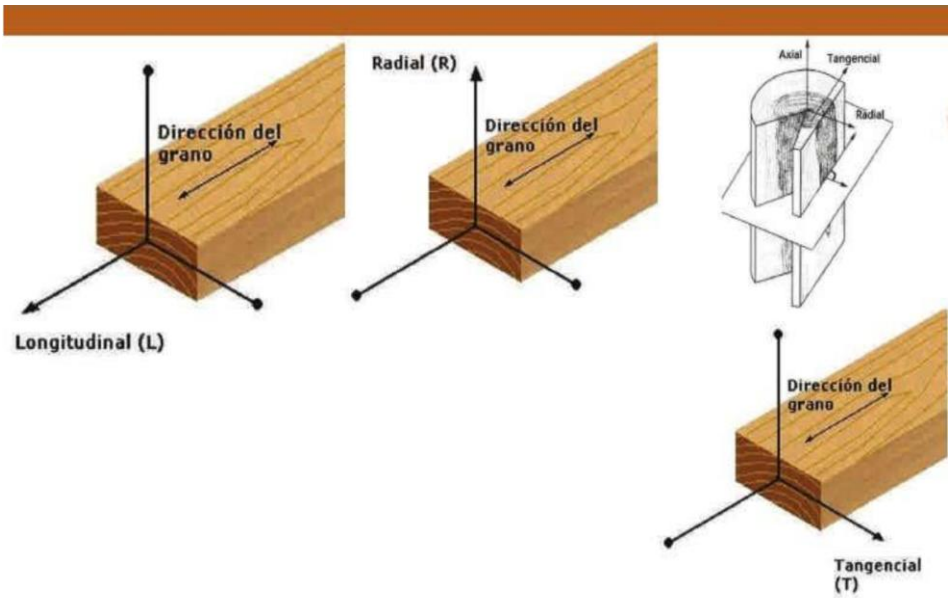

Figura 1. Distintos ejes de acuerdo al comportamiento estructural de la madera

La madera es un material higroscópico porque capta y cede humedad en su medio, lo que está en función de la humedad relativa y la temperatura del ambiente (Duran, 2007)

2.1.2. Variabilidad de la madera

De acuerdo con Honorato y Fuentes (2001), para una adecuada utilización del recurso forestal en la fabricación de diferentes manufacturas, el estudio del comportamiento higroscópico de la madera es muy importante, debido a que es necesario conocer la influencia de las condiciones climáticas sobre las variaciones de humedad y de forma del recurso forestal maderable.

2.1.3. Trabajabilidad de la madera

En opinión de Serrano (2000), la trabajabilidad de la madera es una de las propiedades tecnológicas con mayor influencia en el uso de los recursos forestales

maderables, debido a que determina la dificultad o facilidad de su industrialización a ser sometidas a las herramientas y máquinas, lo que permite observar la calidad de la superficie a obtenerse del recurso maderable una vez procesada en un producto final.

CUPROFOR (1999) informa que la finalidad de los ensayos de cepillado, taladrado y torneado son las siguientes:

2.1.3.1. Cepillado

Es un ensayo que se realiza para determinar la influencia de los distintos ángulos de corte y diferentes velocidades de alimentación en la superficie de la madera.

Los defectos que se evalúan en este ensayo son: grano rasgado, grano levantado, grano velloso y marcas de astillas (CUPROFOR, 1999).

Para Martínez y Martínez (1996), el cepillado consiste en sacar una cara en limpio de la madera. Este proceso permite la obtención de un espesor igual en las piezas y una superficie similar en las caras, lo cual se produce por el desbaste del material utilizando cuchillas situadas en un cabezal que gira mientras la madera es arrastrada en la mesa del cepillo a través de unos rodillos. Los autores señalan que los resultados del cepillado pueden mejorarse adecuando variables tales como: las revoluciones por minuto del cabezal, el tipo de cuchilla con distintas aleaciones, los ángulos de corte de las cuchillas, el número de marcas de cuchilla/cm, la velocidad de alimentación de la madera y el afilado de las cuchillas.

JUNAC (1983) indica que la velocidad adecuada de alimentación en el cepillado de maderas con densidad básica que oscilan entre 0,61 y 0,70 g/cm^3 debe ser de 5,4 m/min; además, sugiere que es más recomendable cepillar a favor del grano y emplear un ángulo de corte de 15º.

2.1.3.2. Taladrado o barrenado

Es un ensayo que analiza la calidad de la superficie taladrada con respecto a la herramienta de corte. Este ensayo es muy frecuente y utilizada para la colocación de tornillos, pernos de madera y herrajes o elementos de unión. Los defectos que se

evalúan en este ensayo son: grano velloso, rasgado y suavidad general de cortadura (CUPROFOR, 1999).

JUNAC (1983) precisa que los tiempos de penetración en el taladrado varían directamente con la densidad básica e inversamente con las velocidades de los ángulos de la broca, porque las maderas de mayor densidad solicitan mayores esfuerzos, por ende mayores dificultades; en conclusión, en maderas duras el taladrado debe efectuarse disminuyendo la velocidad angular.

Por su parte, Zavala y Vázquez (2001) sostienen que el proceso de taladrado se efectúa para ensamblar a través de taquetes, espigas o tornillos, componentes de muebles, de sillas u otras piezas de madera; pueden ser realizados con taladros manuales automáticos de varias brocas. La calidad del taladrado tanto en la entrada como en la salida debe ser de excelente calidad, evitando la formación de grano astillado.

Por otro lado, Serrano y Sáenz (2001) precisan que en el taladrado existen dos requisitos: el primero que exige un alto grado de precisión (taladrado de huecos para tacos), mientras que el segundo no necesita una gran precisión, sino gran eficiencia de penetración (huecos para tornillos y pernos empleados en obras estructurales). Por tanto, el tipo de broca usado debe asegurar por una parte la calidad y por otra parte la eficiencia o rapidez de penetración.

2.1.3.3. Torneado

Es un ensayo realizado con una cuchilla que da cuerpo a la madera para cortar con distintos ángulos. Existen productos que aumentan su valor y calidad con el torneado (CUPROFOR, 1999).

JUNAC (1983) sostiene que en el torneado, el grano arrancado es mayor en las maderas de más alta densidad, pero la vellosidad se registra en maderas de menor densidad.

Por otro lado, Muñoz y Flores (1989) indican que los defectos comunes en orden de importancia suscitados en el torneado son: grano astillado, grano arrancado, grano rugoso y grano velloso. Además, informan que el torneado depende de los

parámetros tales como: ángulo de corte, velocidad de giro y velocidad de penetración (depende de la madera). Asimismo, los autores señalan que generalmente, las maderas de grano fino producen buenos resultados, sin embargo, desgastan las cuchillas y tienen un avance lento; en cambio, las maderas blandas y de grano grueso registran dificultades para un torneado satisfactorio a menos que se efectúe en un ángulo apropiado, de buen filo, con una velocidad de la herramienta suficiente y una lenta velocidad de alimentación.

2.1.4. Factores que influyen en la trabajabilidad de la madera

Conforme a lo mencionado por Koch (1964), la estructura anatómica influye en la trabajabilidad de la madera, debido a que los anillos de crecimiento afectan en la calidad de la superficie y esfuerzo de las máquinas. Asimismo, las fibras pueden afectar cuando están dispuestas como grano entrecruzado, la cual se suscita en la superficie radial en forma de bandas alternativas, una a favor y otra en contra del grano. El autor menciona que en el cepillado se produce grano arrancado en las bandas contra el grano. Además, el autor postula que existe relación entre las propiedades mecánicas de la madera y la trabajabilidad con máquinas, y que las maderas en compresión son difíciles de cepillar debido a que las fibras tienen ángulos helicoidales, así como las maderas en tensión producen muchas vellosidades en la superficie cepillada.

No obstante, Koch (1972) especifica más factores que intervienen en la calidad de trabajabilidad de la madera, entre los que destacan: la velocidad de crecimiento, contenido de humedad, densidad básica, dirección de la fibra, velocidad de corte, número de cuchillas en el cabezal, ángulo de corte, velocidad de alimentación, velocidad de penetración, profundidad de corte, velocidad de giro, fricción entre la madera y el filo del elemento de corte, así como el tipo de broca para el taladrado. Además, JUNAC (1983) precia que la densidad influye en la presencia y gravedad del grano arrancado, debido a que tiende a presentarse en maderas de mayor densidad.

Por otra parte, Grigoriev (1985) señala que los nudos son el defecto más propagado y que no se puede evitar en la madera, los cuales afectan la homogeneidad de la estructura, producen el encorvamiento de las fibras y de las capas de crecimiento, dificultan el maquinado, además son siempre más duras que las fibras normales y más difíciles de cepillar y aserrar.

Asimismo, Lluncor (1977) informa que en los ensayos de cepillado el parénquima longitudinal favorece la menor o mayor tendencia de ocasionar el defecto de grano arrancado, en función al tipo y abundancia. Además, indica que la mayor incidencia de grano arrancado son en el tipo de parénquima longitudinal en bandas, en el parénquima aliforme confluente ancho y en el parénquima longitudinal aliforme confluente.

Por otro lado, French (1977) menciona que el número de cuchillas en el cabezal, las RPM del cabezal, los ángulos de corte y la velocidad de alimentación dependen de las especies a cortarse. En el caso de maderas de densidad media recomienda emplear diferentes ángulos de corte (15 a 20°), para marcas de cuchilla de 3,5 a 4,7/cm y una velocidad de alimentación de 59 a 44 m/min.; y de 25° para marcas de cuchillas de 3,5 a 4,3/cm y una velocidad de 59 a 48 m/min.

Por su parte, Muñoz y Flores (1989) indican que en el torneado existen dos grupos de propiedades mecánicas que determinan por un lado la facilidad de corte de los filos y por otro lado la cohesión transversal.

2.1.5. Comportamientos ocasionados por la trabajabilidad de la madera

Acorde a lo indicado por Koch (1964) existen tres tipos de viruta ocasionados por la trabajabilidad de la madera, los cuales son:

- Viruta I: es la que produce el grano arrancado, suscitándose cuando las condiciones de corte son tales que la madera se hiende por delante de la herramienta.

- Viruta II: es la que va a ser posible obtener una superficie libre de defectos.

- Viruta III: es la que va a ocasionar una superficie de grano velloso.

Por otro lado, Lluncor (1989), en el cepillado encontró grano velloso y grano arrancado en las especies que estudió. El grano velloso lo pudo eliminar al incrementar la velocidad del cabezal; sin embargo, el grano arrancado lo pudo reducir o eliminar al disminuir el ángulo de corte.

En otra parte, Arrascue (2013) indica que los grados de ruptura ocasionados en el torneado tienen mejoría al aumentar la velocidad de los elementos cortantes.

Del mismo modo, Zavala (1993) asevera que el grano levantado se registra en la madera en tensión, cuando la madera se cepilla en sentido opuesto al grano y se relaciona con la variación de las características de los anillos de crecimiento. También precisa que el grano astillado se produce debido al grano inclinado y por la presencia del grano irregular alrededor de los nudos.

En cambio, Vignote y Jiménez (2000) aducen que los defectos de superficies causados por la cuchilla están en función a la velocidad de avance y a la profundidad de corte; a raíz del incremento de la velocidad de avance de la madera, incrementa el paso de la ondulación y la apariencia del defecto. Del mismo modo, incrementando la profundidad de corte, incrementa la irregularidad de la superficie y pierde calidad el trabajo. Los autores recomiendan que el corte con cuchilla se debe efectuar en la misma dirección del grano para evitar fisuras en la madera y se produzca el defecto denominado grano levantado.

Por otro lado, Muñoz y Flores (1989) precisan que en el caso de las maderas blandas y de poca cohesión transversal se generan vellosidades y grano arrancado al efectuar el torneado con ángulos de corte muy elevados, incluso pueden producir el clivaje.

2.1.6. Vilco pashaco

2.1.6.1. Descripción taxonómica

La *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico (vilco pashaco) es una especie que pertenece a la familia FABACEAE, orden Fabales, clase Magnoliosida, división Spermatophyta, y reino Plantae (Müller et al., 2016).

2.1.6.2. Descripción botánica

Müller et al. (2016) indican que, *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) es una especie de árbol semideciduo nativo de Brasil perteneciente a la familia Fabaceae, que reporta crecimiento rápido. Sus raíces son capaces de asociarse con bacterias diazotróficas, y en consecuencia aportan nitrógeno al suelo, siendo una especie potencial para

su uso en programas de recuperación de áreas degradadas por actividades mineras, u otras actividades.

El The World Flora Online [WFO] (2002), indica que los árboles de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) son individuos de 20 a 38 m de alto, con ramas y tallos glabrescentes cuando son jóvenes. Las hojas reportan longitudes que oscilan entre 12 y 22 cm, pinnas de 11 a 15 pares, con 20 y 30 foliolos por pinna. Racimos muy cortos con apariencia de corimbos terminales, pedúnculos hasta 4,5 cm de largo, ferrugíneo – tomentosos, brácteas florales tempranamente caducas, pedicelos de entre 4,5 y 5,5 mm de longitud. Flores blancas, y laterales con cáliz campanulado, de 1,3 mm de longitud, ligeramente estriguloso, corola ampliamente campanulada, velutino, sésil, nectario ausente. Los frutos son planos, de hasta 13,5 cm de longitud y entre 3 y 3,5 cm de ancho, recto, ápice y base redondeado, tardíamente dehiscente, valvas coriáceas, márgenes ligeramente más gruesos, café obscuras, ligeramente rojizas y segmentadas entre las semillas.

2.1.6.3. Hábitat y distribución geográfica

Müller et al. (2016) indican que, *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) tiene una distribución natural en Brasil, Ecuador, Perú, Guayana Francesa, Surinam y Venezuela. En el Perú, la especie crece en las regiones de Amazonas, Huánuco, Junín, Madre de Dios, Pasco y Ucayali.

2.1.6.4. Trabajabilidad y uso

La madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) es blanda y liviana, con una densidad básica entre 0,40 y 0,55 g/cm3, usada para construcciones civiles, forros internos y carpintería, molduras, embalajes livianos y artesanías (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 1996).

2.2. Estado del arte

Peñaloza (2005) determinó el comportamiento de la madera de *Myrsine oligophylla* (ingaina), obtuvo los siguientes resultados: calidades excelentes para un ángulo de 25º en el cepillado; calidad regular para un ángulo de 15º y una velocidad de 1 680 RPM en el torneado; y calidad regular para una velocidad de 780 RPM y 30 kg en el taladrado.

García (2006) estudió el comportamiento a la trabajabilidad de la madera de *Ficus insípida* Willd. (ojé renaco), utilizando la norma ASTM-D-1666-64. La autora manifiesta que en el cepillado se debe laborar con 20 m/mm de velocidad de alimentación, y con un ángulo de corte de 30º; en el taladrado, por sus buenos resultados recomienda trabajar con una velocidad de 500 RPM; mientras que en torneado registró mejores resultados con la posición angular de 0º.

Plaza (2009), en su investigación efectuada en madera de *Tetrorchidium rubrivenium*, utilizando la norma ASTM-D-1666-99, determinó que en el cepillado se registraron buenas calidades de superficie, trabajando con ángulo de corte de 15º en los tres planos y dos velocidades de alimentación; en el taladrado es calificada como regular, registrando buen comportamiento en el plano radial con la broca para metal y a una velocidad de 1 405 RPM; y en el torneado se calificó como regular para velocidades de 4 000 y 6 000 RPM.

Orrego (2010), en su investigación realizada en madera de capirona (*Calycophyllum spruceanum*), determinó una excelente calificación en el cepillado y como defecto una baja rugosidad, tras trabajar con ángulo de corte de 15º y con velocidades de alimentación de 5 y 10 m/min; en el taladrado el comportamiento fue regular, habiendo mejorías usando la broca para metal y 1 400 RPM de velocidad de giro; y en el torneado se calificó como buena para ángulos de corte de 0 y 15º y en cualquier velocidad de giro. Además, el autor informa que los defectos de grano arrancado y astillado con gravedad calificada como moderada están relacionados con el taladrado con broca para madera y velocidad de giro de 770 RPM.

Meneses (2011), en su investigación de usos probables de *Pinus patula* Schlect. et. Cham, utilizando la norma ASTM-D-1666-87, determinó que en los distintos ensayos de trabajabilidad como cepillado, lijado, moldurado, torneado y taladrado, la calificación de la trabajabilidad osciló desde regular hasta excelente.

Machuca *et al.* (2012) determinaron las particularidades de los ensayos de cepillado, lijado, moldurado, torneado y barrenado en la madera de *Pinus oaxacana* Mirov., La especie fue calificada como excelente para su trabajabilidad, a excepción del moldurado en el corte preliminar que fue calificado como bueno. Además, identificaron defectos en cada

ensayo, los cuales fueron grano rasgado (moldurado, torneado y barrenado), grano apelusado (lijado y cepillado) y grano astillado (cepillado).

Arrascue (2013), en su investigación realizada a tres niveles del fuste de *Brosimum utile* Kunth (panguana), obtuvo como resultados que en el cepillado, el comportamiento se calificó como excelente en los tres niveles del fuste; en el taladrado, el comportamiento se calificó como regular en los tres niveles a una velocidad de giro de 890 RPM, pero se calificó como bueno en los tres niveles a una velocidad de giro de 1 580 RPM; mientras que en el torneado, el comportamiento se calificó como excelente en los tres niveles trabajando con el ángulo de 0º, y en los niveles basal y medio trabajando con los ángulos de 15 y 45º, sin embargo, en la parte apical se calificó como bueno trabajando con estos ángulos.

Guerrero (2013), en su investigación realizada en la especie *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake (pashaco blanco), obtuvo que, en el cepillado se identificaron defectos tales como grano velloso, y tuvo calificación promedio de excelente; en moldurado se identificaron defectos tales como grano astillado, y tuvo calificación promedio de bueno; en el lijado con lija Nº 60, la calificación promedio fue excelente y bueno, mientras que con lija Nº 120, la calificación promedio fue excelente, y en ambas predominó el defecto de grano velloso; en el taladrado con velocidades de giro de 900 y 1 400 RPM, la calificación promedio fueron bueno y regular, predominando el defecto de ruptura de grano en ambas velocidades; en el torneado, con posiciones angulares de 0, 15 y 40°, la calificación promedio fue regular, predominando el defecto de grano astillado.

Pezo (2014), en su investigación realizada con la especie *Matisia cordata* Humboldt & Bonpland (sapote), obtuvo los siguientes resultados: en el cepillado identificó el defecto de vellosidad trabajando con una alimentación de 12 m/s y con un ángulo de corte de 30º, además, el comportamiento fue calificado como excelente; en el lijado identificó el defecto de vellosidad trabajando con lijas de 60 y 120, además, el comportamiento calificado fue excelente; en el moldurado los defectos identificados fueron grano arrancado, vellosidad y grano astillado, y su calificación fue excelente; en el taladrado identificó el defecto de ruptura de grano trabajando con velocidades de giro de cuchilla de 890 y 1 580 RPM, además, el comportamiento fue calificado como bueno; en el torneado identificó los defectos de rugosidad, grano arrancado y grano astillado, trabajando con ángulos de corte de 0, 15 y 45 grados, además, registró mejor comportamiento trabajando con el ángulo de corte de 0º.

Villanueva (2015), en su investigación realizada en la especie *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) obtuvo los siguientes resultados: en el cepillado, el grano arrancado (mayor gravedad), vellosidad y grano levantado (mayor cantidad) fueron los tres defectos identificados, además, tuvo calificación de excelente en sus tres niveles; la calificación de defectos en el moldurado fue excelente en sus tres niveles, sin reportar diferencias ni a favor ni en contra del grano; la calificación de defectos en el lijado fue excelente para el uso de dos tipos de lijas (60 y 120); en el taladrado el comportamiento fue calificado como excelente para las velocidades de giro del cabezal de 890 y 1 580 RPM, además, se registró que el defecto principal fue la ruptura de grano; en el torneado el comportamiento fue calificado como regular para los ángulos de corte de 0 y 15º, y como bueno para el ángulo de corte de 45º, además, se registró a la rugosidad como defecto en el 100 % de las probetas.

Ñaupari (2021), en su investigación realizada en la madera de *Caryocar glabrum* Aubl. Pers. (almendro), calificó el comportamiento al taladrado como excelente a velocidades de 890 y 1 580 RPM; así mismo, el comportamiento al torneado a tres ángulos de corte lo calificó como excelente. Tanto en el taladrado como en el torneado registró defectos leves de grano astillado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación consistió en dos etapas: en la primera etapa se realizó la tala y extracción de los árboles de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS).

En la segunda etapa se prepararon las probetas y se ejecutaron los ensayos de trabajabilidad en el Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal (LATAMF) adscrita a la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables.

3.1.1. Ubicación política

La ubicación política del Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal, es la siguiente:

Región : Huánuco.

Provincia : Leoncio Prado.

Distrito : Rupa Rupa.

3.1.2. Ubicación geográfica

La Tabla 1 muestra las coordenadas del lugar de extracción de los árboles de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco).

Tabla 1. Ubicación geográfica de la extracción de los tres árboles

Nº de árbol	Dap (cm)	HC (m)	HT (m)	Este	Norte
1	53,7	13,4	30,0	391089	8970764
2	53,5	19,5	34,5	391317	8970523
3	71,3	21,0	38,0	391068	8970520

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2 muestra las coordenadas del lugar de preparación de las probetas y ejecución de los ensayos.

Tabla 2. Ubicación geográfica del Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal

Punto	Este	Norte
LATAMF	390332	8970744

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Zona de vida y características climáticas

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo y el diagrama bioclimático de Holdridge (1987), la ciudad de Tingo María se encuentra en la formación vegetal bosque húmedo premontano tropical transicional a bosque muy húmedo Pre-montano Tropical (bh - PT 1 bmh - PT).

De acuerdo con Puerta (2007), el área de estudio de donde se extrajeron los árboles de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) se ubica desde los 667 m.s.n.m hasta los 1 092 m.s.n.m.

La ciudad de Tingo María, distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado y región Huánuco, registra una temperatura promedio anual de 24°C y una precipitación promedio anual de 3 300 mm (Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material vegetativo

– Árboles provenientes del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Figura 2. Árbol de vilco pashaco: a. fuste. b. copa.

3.2.2. Materiales, equipos e insumos

Para la evaluación de los árboles se emplearon: cinta métrica de 30 m, con el que se realizaron mediciones; pintura en aerosol, usada en la codificación de las trozas; crayolas para madera, con el que se codificaron las probetas; higrómetro, para determinar la humedad de las probetas; sierra disco y garlopa, con el que se elaboraron las probetas; motosierra, con lo que se realizó el talado de los árboles; cepilladora de espesores, para el ensayo de cepillado; taladro y broca de ½", para el ensayo de taladrado; torno semi industrial y gubias de 0, 15 y 40º, para el ensayo de torneado; cronómetro, con el que se determinaron los tiempos que demoró cada ensayo; libreta de campo, para anotar datos relevantes; bolígrafos; GPS, con el que se georreferenciaron los árboles; cámara fotográfica, con la cual se capturaron en imágenes instantáneas cada proceso de la investigación.

3.3. Método

3.3.1. Actividades previas

- **Determinación de la muestra**

Se seleccionaron aleatoriamente tres árboles de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) teniendo en cuenta el estado fitosanitario, forma del fuste y diámetro representativo. Se seleccionaron tres árboles, debido a que la norma COPANT 458 sugiere que para estudios tecnológicos debe tomarse una muestra de por lo menos tres árboles por población, para especies conocidas (JUNAC, 1983).

La fisiografía del área de extracción de los tres árboles de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) es predominante de colinas con relieve ondulado quebradiza, con pendientes que oscilan entre 20 y 30%.

Los árboles extraídos presentaron fuste inclinado a favor de la pendiente; además, se registró abundante vegetación remanente alrededor, con mayor presencia de latizales bajos y latizales altos (Figura 3).

Figura 3. Medición de la circunferencia del árbol de vilco pashaco

Se talaron los árboles con una motosierra, tomando en cuenta las consideraciones y criterios de la tala dirigida; posteriormente se trozaron en tres secciones de 1,2 m de longitud, los cuales correspondieron a la parte basal, media y apical del fuste.

Figura 4. Tala y medición del árbol de vilco pashaco: a. tala dirigida. b. tocones de los árboles. c. árbol apeado. d. medición de la altura total y comercial del árbol apeado

Asimismo, no se consideró la parte central de la troza aserrada. La parte central reportó un espesor mínimo de 8 cm (de corteza a corteza) y un ancho igual al diámetro de la troza, tal como muestra la Figura 5 y 6.

Figura 5. Trozado de los árboles de vilco pashaco: a. medición del nivel base. b. trozado del fuste para el nivel base y medio. c. marcado de la parte central de la troza. d. parte no utilizable de la troza

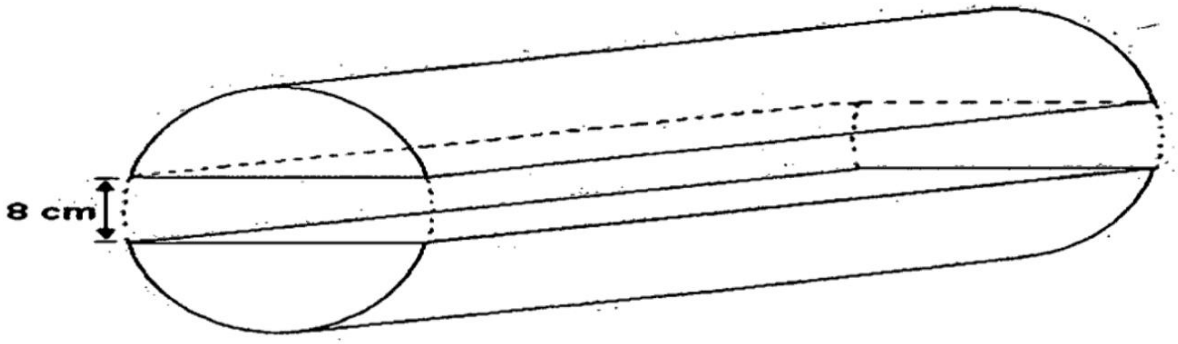

Figura 6. Parte no utilizable de la troza

- **Preparación y codificación de las probetas**

Las probetas se elaboraron en el Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, considerando las dimensiones y características normadas por la ASTM-D-1666-87 (1999) (Figura 7).

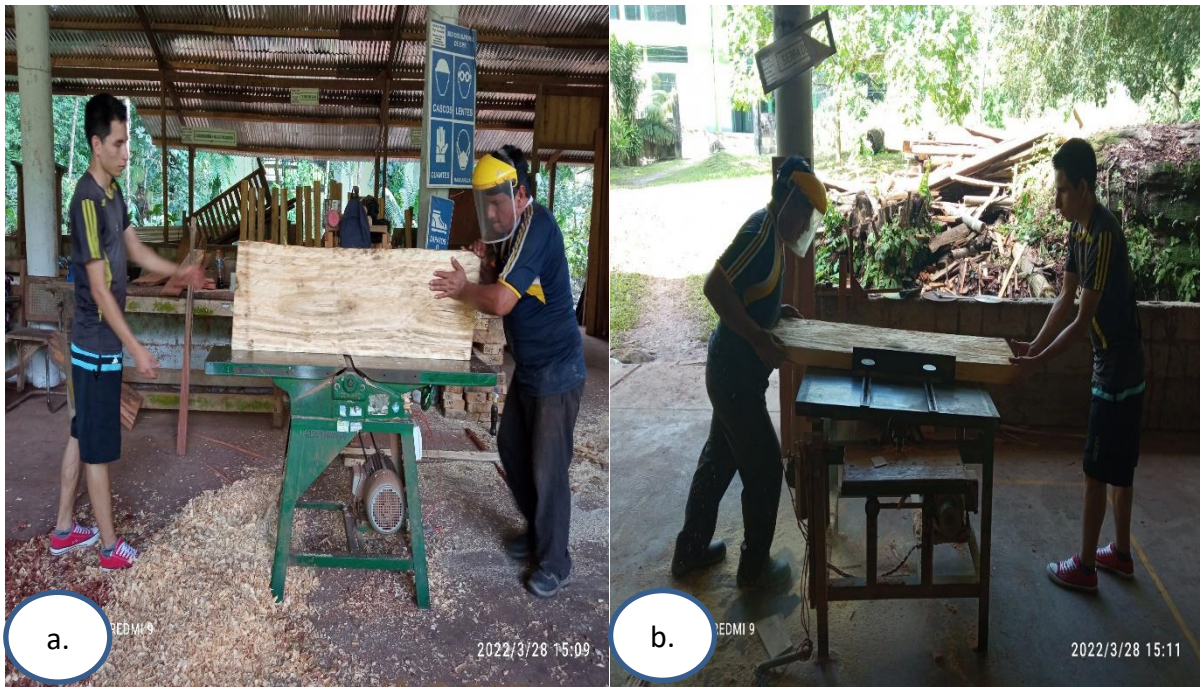

Figura 7. Preparación de las probetas: a. operación con garlopa. b. operación con sierra disco

Para los ensayos de cepillado y taladrado se prepararon 135 probetas de 2,5 cm x 10 cm x 100 cm, en los tres planos de corte (tangencial, oblicuo y radial);

mientras que para el ensayo de torneado se prepararon solo 45 probetas de 2,5 cm x 2,5 cm x 10 cm.

Se obtuvieron 15 probetas por nivel de fuste, es decir, 45 probetas por árbol. Posteriormente, las probetas obtenidas para cada tipo de ensayo se codificaron de acuerdo al número de árbol y al tipo de corte (Figura 8).

Figura 8. Probetas debidamente codificadas

- **Determinación del contenido de humedad**

Por otro lado, como actividad adicional, utilizando la Norma COPANT 460, se determinó el contenido de humedad y la densidad básica de los árboles. Para ello, se utilizaron siete probetas libres de defectos por cada árbol (21 probetas en total). Las probetas registraron las siguientes dimensiones: 3 x 3 x 10 cm, orientadas de forma que se distingan dos caras tangenciales y dos caras radiales.

El contenido de humedad se determinó mediante el peso. Las probetas fueron pesadas en condición húmeda, luego, se determinó el peso anhidro; para ello, las probetas húmedas se colocaron al ambiente por 12 horas, posteriormente, en un cuarto climatizado por 24 horas a 20 ºC de temperatura y 65 % de humedad relativa; seguidamente, se

colocaron en una estufa eléctrica provista de termo regulador a 40 ºC como temperatura inicial por seis horas, luego se elevó la temperatura a 70 ºC por 18 horas. Se retiraron las probetas a las 24 horas de permanecer a 102 +/- 3 ºC de temperatura.

Para determinar el contenido de humedad se utilizó la Ecuación (1):

$$\mathrm{CH}(\%) = \frac{\mathrm{Ph} - \mathrm{Psh}}{\mathrm{Psh}} \times 100 \ldots\ldots (1)$$

Donde:

CH : Contenido de humedad, expresado en porcentajes.

Ph : Peso húmedo (g).

Psh : Peso seco al horno (g).

Para determinar la densidad en estas condiciones, las probetas fueron almacenadas en fundas plásticas, se pesaron en una balanza de precisión y así se obtuvo el peso húmedo. Luego se realizó la medición con el calibrador o pie de rey en las seis caras, con el fin de determinar el volumen verde y, posteriormente se realizaron los cálculos de la densidad en esta condición. Para conocer la densidad básica se utilizó la Ecuación (2):

$$\mathrm{DB} = \frac{\mathrm{Psh}}{\mathrm{Vh}} \ldots\ldots (2)$$

Donde:

DB : Densidad básica, expresado en g/cm^3.

Psh : Peso seco al horno (g).

Vh : Volumen húmedo (cm^3).

Figura 9. Pesado de las probetas para determinar contenido de humedad

- **Secado de las probetas**

Las probetas obtenidas fueron secadas al aire libre en los ambientes del Laboratorio Taller, y con el higrómetro se determinó la humedad cada cierto tiempo hasta que las probetas alcanzaron la condición de humedad en equilibrio con el ambiente de la zona de Tingo María (Figura 10).

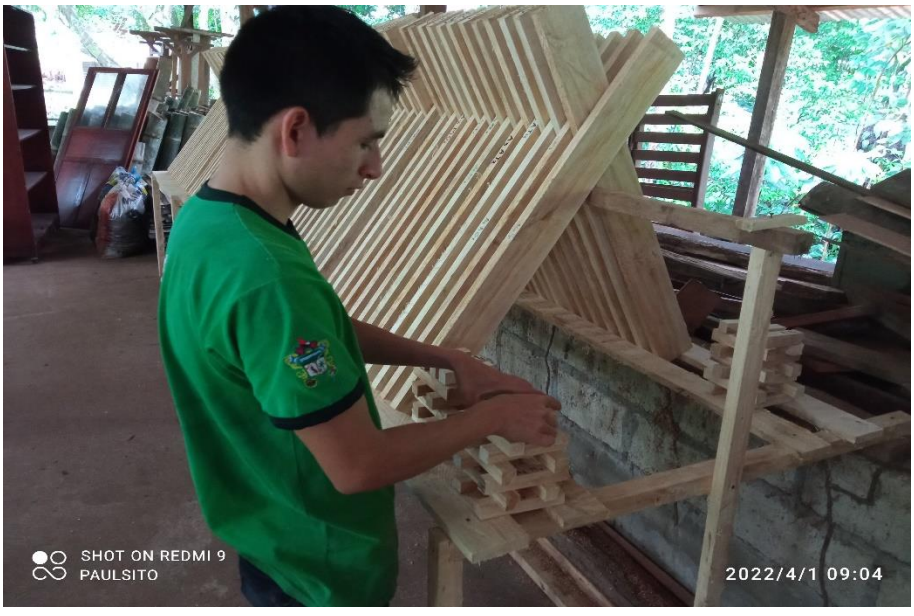

Figura 10. Secado de las probetas al aire libre

3.3.2. Determinación de los defectos obtenidos en la operación del cepillado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco)

El cepillado se ejecutó considerando el sentido de la orientación de los elementos prosenquimáticos y parenquimáticos longitudinales con respecto a la dirección de corte, a favor o en contra del sentido de las fibras.

El ángulo de corte de la cuchilla fue de 15, 25 y 35º (ángulo estándar de portacuchilla), la velocidad fue de 3 480 revoluciones por minuto, y el tiempo de alimentación de la cepilladora fue de 11,88 segundos por cada metro de madera para cada juego de cuchilla.

Cabe recalcar que se marcó con una raya en una cara al extremo de la probeta cuando el corte se realizó en el sentido a favor del grano, mientras que con un aspa cuando el corte se realizó en el sentido en contra del grano (Figura 11).

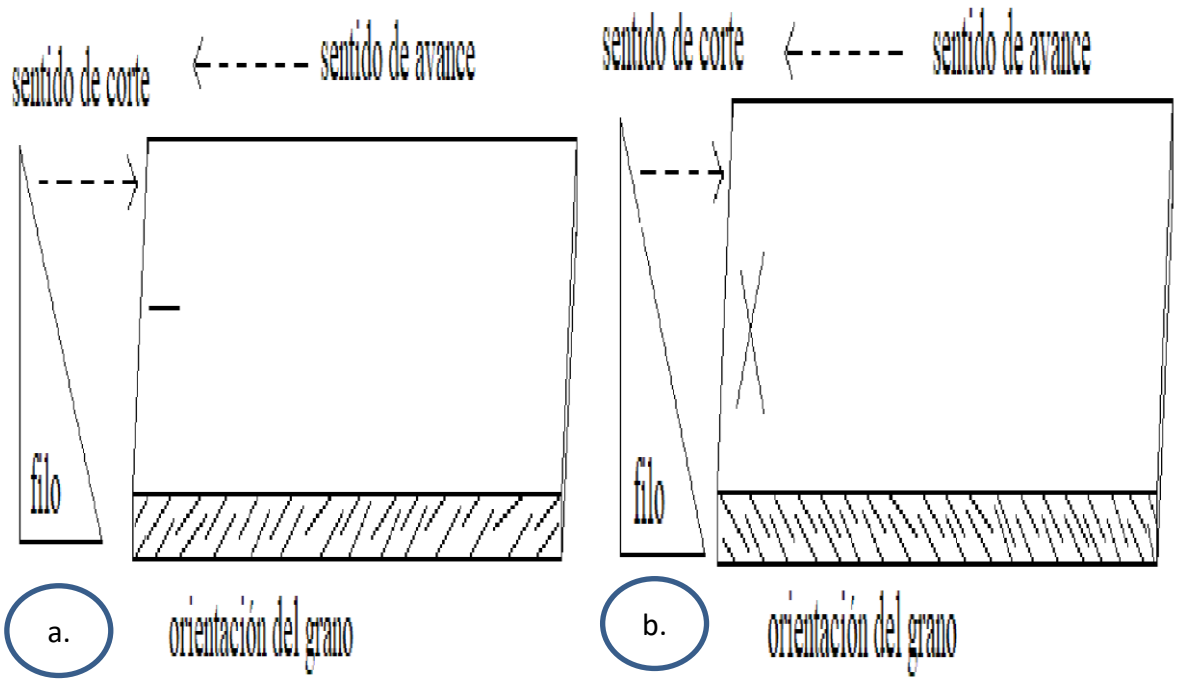

Figura 11. Cepillado de la probeta: a. a favor del grano. b. en contra del grano

Se evaluaron las probetas y se observaron si presentaron defectos ocasionados por la acción del ensayo.

Figura 12. Operación del cepillado de la madera de vilco pashaco

3.3.3. Determinación de los defectos obtenidos en la operación del torneado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco)

El torneado se efectuó utilizando una gubia de media caña con un diámetro de ½" a una velocidad de 1 600 RPM. Se trabajó con tres ángulos de corte recomendadas por las normas ASTM-D-1666-87 (1999).

El ensayo inició en el extremo de la probeta con la posición angular de 0º, luego se continuó en la mitad de la probeta con un ángulo de 15º y, concluyó en el otro extremo con un ángulo de 30º. En este ensayo no se consideraron los planos de corte, ni el sentido de corte (Figura 13).

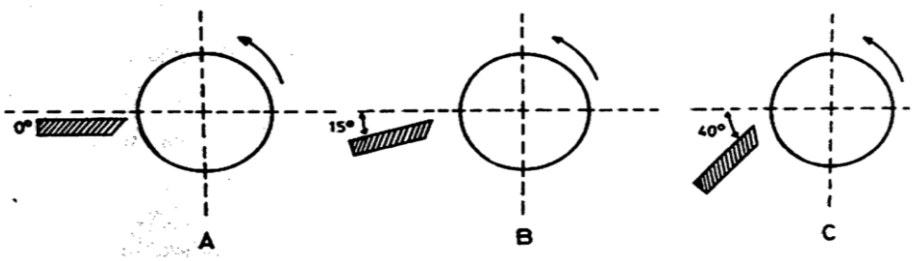

Figura 13. Posición angular de la gubia respecto a la probeta en el ensayo de torneado

Se evaluaron las probetas y se observaron si presentaron defectos ocasionados por la acción del ensayo.

Figura 14. Operación del torneado de la madera de vilco pashaco

3.3.4. Determinación de los defectos obtenidos en la operación del taladrado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco)

Se utilizaron las probetas utilizadas en el ensayo del cepillado, considerando los planos de corte de la madera. El taladrado consistió en realizar dos orificios en cada probeta, distanciados entre sí por 10 cm.

El primer orificio se realizó con una punta de ½ pulgada, una velocidad de giro de la broca de 1 725 RPM, y un tiempo de penetración de 6,05 segundos; mientras que el segundo orificio se realizó con una punta de 5/16, una velocidad de giro de la broca de 1 559 RPM, y un tiempo de penetración de 3,20 segundos (Figura 15).

Cabe mencionar que las perforaciones se realizaron sin ningún respaldar, debido a que se evaluó la salida de la broca, por lo que se controló el tiempo de penetración de la broca.

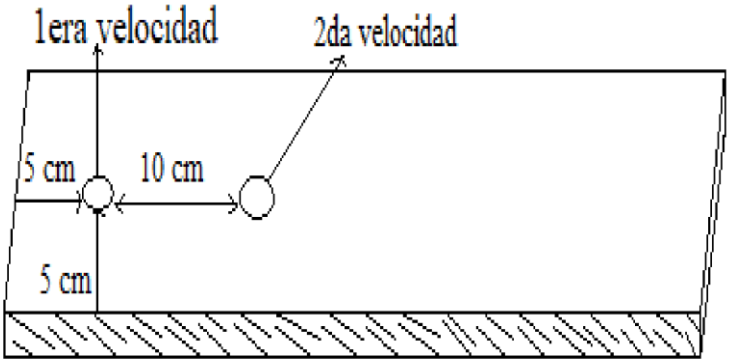

Figura 15. Ubicación de la perforación para el ensayo de taladrado

Se evaluaron las probetas y se observaron si presentaron defectos ocasionados por la acción del ensayo.

Figura 16. Operación del taladrado de la madera de vilco pashaco

3.3.5. Calificación de los defectos en los ensayos de trabajabilidad

Los defectos registrados en los tres ensayos de trabajabilidad se calificaron de acuerdo a la escala descendente en función a la intensidad del defecto sobre la superficie trabajada (Tabla 3).

Tabla 3. 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 (1999)

Posteriormente, se determinó el equivalente del defecto, para ello se aplicó la Ecuación (3) sugerida por el PADT – REFORT:

$$E = (G - 1) \times F + 1 \ldots\ldots (3)$$

Donde:

E : Equivalente del defecto. G : Grado de calidad. F : Factor de conversión o peso.

Los factores de conversión para cada proceso de trabajabilidad (Tabla 4) se conjugaron con la Ecuación (3).

Tabla 4. Factores de conversión de defectos según la severidad en los ensayos de trabajabilidad

Defecto	Factor de conversión		
	Cepillado	Torneado	Taladrado
Grano arrancado	1,0	0,9	
Marca de astillas	0,8		
Grano velloso	0,5	0,2	0,2
Grano levantado	0,5		
Ruptura de grano			1,0
Rugosidad		0,6	0,7
Aplastamiento			0,2

Fuente: Norma ASTM-D-1666-87 (1999)

Para finalizar, con las equivalencias de los efectos obtenidos se calificaron los defectos en base a la Tabla 5:

Tabla 5. Rango de calificación de acuerdo a la calidad para los ensayos de trabajabilidad

Rango	Calidad
1,0 a 1,5	Excelente (E)
1,6 a 2,5	Bueno (B)
2,6 a 3,5	Regular (R)
3.6 a 4,5	Malo (M)
4,6 a 5,5	Muy malo (MM)

Fuente: Norma ASTM-D-1666-87 (1999)

3.3.6. Tipo y método de investigación

El tipo de la investigación fue aplicado, porque fue una investigación práctica, ya que buscó la aplicación de los conocimientos adquiridos acerca de la trabajabilidad de la madera (Murillo, 2008).

La investigación fue del nivel descriptivo, debido a que se observó y evaluó el proceso de trabajabilidad de la madera, donde se identificó y cuantificó el defecto en cada una de las probetas.

3.3.7. Variables

3.3.7.1. Variables dependientes

- Grado de calidad en la trabajabilidad de la madera.

3.3.7.2. Variables independientes

- Cepillado de la madera.
- Taladrado de la madera.

– Torneado de la madera.

3.3.8. Procesamiento de datos

Los resultados serán presentados a través de parámetros estadísticos tales como media, desviación estándar, coeficiente de variación, con la finalidad de ser aplicados en la prueba de independencia, lo cual permitirá determinar si existe o no dependencia entre los niveles del fuste y sentido de corte.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, la madera de *Albizia pedicellaris* tiene facilidad para ser procesada y ser sometida a las máquinas, por lo que es una garantía para ser utilizada, debido a que se observó la calidad superficial obtenida de la madera una vez procesada (Serrano, 2000).

En lo que respecta a las operaciones de cepillado, se comprobó lo indicado por CUPROFOR (1999) quien mencionó que lo defectos que se evalúan son: grano rasgado, grano levantado, grano velloso y marcas de astillas. Los resultados de calificación regular (ángulos de 15 y 25º), así como los de calificación bueno (ángulo estándar de 35º), conforme a Martínez y Martínez (1996), pueden mejorarse adecuando las revoluciones por minuto del cabezal, el tipo de cuchilla con distintas aleaciones, los ángulos de corte de las cuchillas, el número de marcas de cuchilla/cm, la velocidad de alimentación de la madera y el afilado de las cuchillas. Con respecto a la velocidad de alimentación, se tomó en cuenta lo dispuesto por JUNAC (1983), debido a que se empleó una velocidad de 5 m/min; pero no se corroboró lo que sugiere (cepillar a favor del grano y con un ángulo de corte de 15º), debido a que los mejores resultados se suscitaron en contra del grano y empleando un ángulo de corte de 35º.

En lo que concierne a las operaciones de torneado, contradice a JUNAC (1983), que menciona que el grano arrancado es mayor en maderas de más alta densidad, sin embargo la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) tiene densidad ligera, con 0,39 en promedio (ver Tabla 25 - Anexo). Asimismo, se observó tres tipos de defectos predominantes en el torneado, que coincide con lo indicado por Muñoz y Flores (1989), los cuales son el grano astillado, grano arrancado, grano rugoso y grano velloso. El torneado se realizó con una velocidad de 1 600 RPM y con tres ángulos de corte (0, 15 y 30º), los cuales, de acuerdo a lo señalado por Muñoz y Flores (1989), son algunos de los parámetros de los que depende el torneado.

En relación a las operaciones de taladrado, se corroboró lo señalado por CUPROFOR (1999), quien asevera que los defectos que se evalúan en este ensayo son: grano velloso, rasgado y suavidad general de cortadura; y se corroboró lo indicado por JUNAC (1983), quien afirma

que la relación entre velocidad de los ángulos de broca con los tiempos de penetración son inversos, esto debido a que con una velocidad de 1 725 RPM, el tiempo de penetración fue de 6,05 segundos; mientras que con una velocidad de 1 559 RPM, el tiempo de penetración fue de 3,20 segundos. En la entrada y en la salida, la calidad del defecto del taladrado en la madera de vilco pashaco fue buena, tratando de cumplir lo recomendado por (Zavala y Vázquez, 2001), quienes sostienen que la calidad del taladrado en la entrada y en la salida debe ser de excelente calidad, evitando la formación de grano astillado.

4.1. Comportamiento en la operación del cepillado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco)

En la Tabla 6 se observa la independencia de los datos de las variables nivel del fuste – calidad del defecto y tipo de corte – calidad del defecto por cada sentido de corte y por ángulo de corte. En los sentidos de corte "a favor" y "en contra", los datos de nivel del fuste – calidad del defecto no tienen relación alguna (son independientes), debido a que el p-valor es mayor a 0,05, por lo que se acepta la hipótesis nula, que establece que no existe relación entre el nivel del fuste con la calidad del defecto para ningún ángulo de corte.

Asimismo, los datos de tipo de corte – calidad del defecto no tienen relación alguna con los ángulos de corte de 15º y 25º; no obstante, tanto en el sentido "a favor" y "en contra" reportan relación en el ángulo de corte de 35º, puesto que el valor de p-valor es menor a 0,05, por lo que se acepta la hipótesis alterna, que establece que existe relación entre el tipo de corte y calidad del defecto.

Tabla 6. Prueba de independencia de chi cuadrado para las variables en la operación del cepillado a favor y en contra en los tres ángulos de corte

Sentido de corte	Interacción	Ángulos de corte		
		15º	25º	35º
		Sig.	Sig.	Sig.
A favor	Nivel del fuste - Calidad del defecto	0,291	0,699	0,740
	Tipo de corte - Calidad del defecto	0,340	0,161	0,035
En contra	Nivel del fuste - Calidad del defecto	0,878	0,628	0,479
	Tipo de corte - Calidad del defecto	0,298	0,405	0,001

Sig.: Significancia.

En la Tabla 7 y Figura 17 se observan los descriptivos estadísticos para la operación del cepillado con un ángulo de 15º por nivel del fuste y por sentido de corte. De acuerdo a los promedios obtenidos en los dos sentidos de corte, y en base a la norma ASTM-D-1666-87 (1999), se califica la trabajabilidad al cepillado como "regular". No obstante, en el sentido en contra de las fibras, la calidad promedio es mejor que en el sentido a favor de las fibras, con una diferencia de 0,18.

Con respecto a los niveles del fuste, en el sentido a favor de las fibras, el nivel base y nivel medio reportan la misma calidad de defecto promedio (2,75 = regular), sin embargo en función a su desviación estándar (+/- 0,44 y 0,45 respectivamente), ambos podrían clasificarse como calidad buena (2,31 y 2,30 respectivamente) o seguir manteniéndose como calidad regular (3,19 y 3,20 respectivamente). El nivel ápice reporta una media de 2,92 (calidad regular), no obstante, de acuerdo a su desviación estándar (+/- 0,54) también podría clasificarse como bueno o mantenerse como regular.

En relación a los niveles del fuste, en el sentido en contra de las fibras, el nivel ápice reporta la mejor calidad de defecto promedio (2,60 = regular), secundado por el nivel medio con 2,61 (regular) y seguido por el nivel base con 2,68 (regular). Considerando la desviación estándar, los tres niveles podrían alcanzar la calidad buena, debido a que en el nivel ápice la desviación estándar es +/- 0,50, en el nivel medio +/- 0,47 y en el nivel base +/- 0,52.

En lo que concierne al coeficiente de variación, los datos más homogéneos se ubican en el nivel base en el sentido a favor, y en el nivel medio en el sentido en contra.

Tabla 7. Medidas de resumen de la operación del cepillado con un ángulo de 15º en vilco pashaco por nivel del fuste y por sentido de corte

Nivel del fuste	Nº de probetas	A favor			En contra		
		Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V
Base	45	2,75	0,44	15,90	2,68	0,52	19,40
Medio	45	2,75	0,45	16,48	2,61	0,47	18,19
Ápice	45	2,92	0,54	18,68	2,60	0,50	19,30
Promedio		2,81	0,48	17,02	2,63	0,50	18,96

D.E: Desviación estándar. C.V (%): Coeficiente de variabilidad

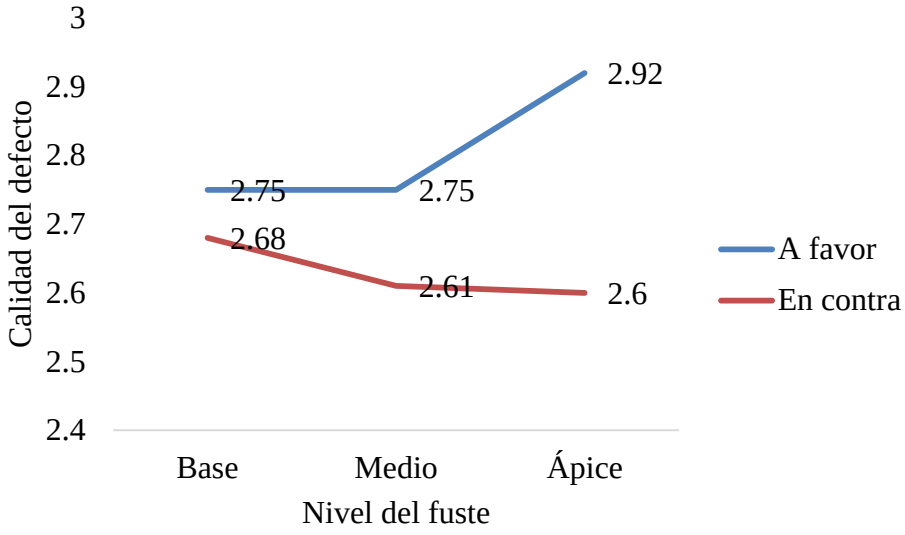

Figura 17. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por sentido de corte en ángulo de 15º

En la Tabla 8 y Figura 18 se observan los descriptivos estadísticos para la operación del cepillado con un ángulo de 15º por tipo de corte y por sentido de corte. De acuerdo a los promedios obtenidos en los tres tipos de corte y en los dos sentidos de corte, y en base a la norma ASTM-D-1666-87 (1999), se califica la trabajabilidad al cepillado como "regular".

En el sentido a favor de las fibras, la que reportó mejor calidad de defecto fue el corte radial (2,74 = regular), secundado por el corte oblicuo (2,76 = regular) y seguido por el corte tangencial (2,91 = regular). No obstante, considerando la desviación estándar en cada tipo de corte (+/- 0,48 en el corte radial, +/- 0,46 en el corte oblicuo y +/- 0,51 en el corte tangencial), los tres tipos de corte podrían alcanzar la calificación de bueno o mantenerse con la calidad regular.

En el sentido en contra de las fibras, la que registró mejor calidad de defecto fue el corte radial (2,59 = regular), secundado por el corte tangencial (2,63 = regular) y seguido por el corte oblicuo (2,67 = regular). Sin embargo, teniendo en cuenta a sus desviaciones estándar (+/- 0,43 en el corte radial, +/- 0,52 en el corte tangencial y +/- 0,54 en el corte oblicuo), los tres tipos de corte podrían alcanzar la calificación de bueno o mantenerse con la calidad regular.

Con relación al coeficiente de variación, los datos más homogéneos se ubican en el tipo de corte oblicuo en el sentido a favor, y en el tipo de corte radial en el sentido en contra.

Tabla 8. Medidas de resumen de la operación del cepillado con un ángulo de 15º en vilco pashaco por tipo de corte y por sentido de corte

Tipo de corte	Nº de probetas	A favor			En contra		
		Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V
Radial	45	2,74	0,48	17,31	2,59	0,43	16,72
Tangencial	45	2,91	0,51	17,63	2,63	0,52	19,81
Oblicuo	45	2,76	0,46	16,52	2,67	0,54	20,13
Promedio		2,80	0,48	17,15	2,63	0,50	18,89

D.E: Desviación estándar. C.V (%): Coeficiente de variabilidad

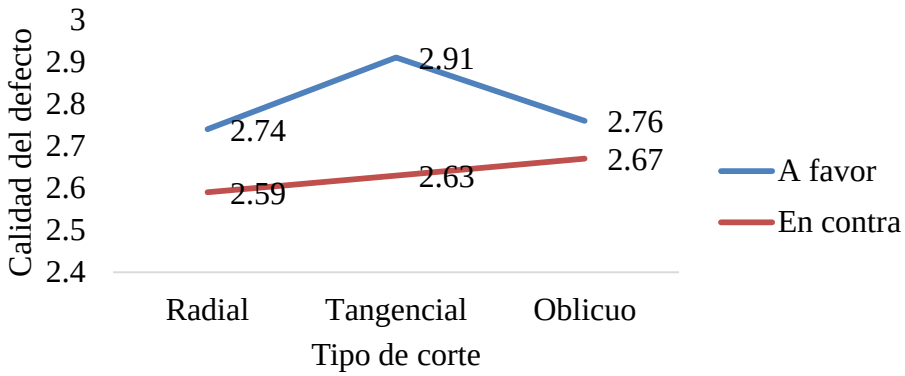

Figura 18. Promedio de calidad de defecto por tipo de corte y por sentido de corte en ángulo de 15º

En la Tabla 9 y Figura 19 se observan los descriptivos estadísticos para la operación del cepillado con un ángulo de 25º por nivel del fuste y por sentido de corte. De acuerdo a los promedios obtenidos en los dos sentidos de corte, y en base a la norma ASTM-D-1666-87 (1999), se califica la trabajabilidad al cepillado como “regular”. No obstante, en el sentido en contra de las fibras, la calidad promedio es mejor que en el sentido a favor de las fibras, con una diferencia de 0,07.

Con respecto a los niveles del fuste, en el sentido a favor de las fibras, el nivel medio reporta la mejor calidad de defecto promedio (2,67 = regular), sin embargo en función a su desviación estándar (+/- 0,40), podría clasificarse como calidad buena (2,27) o seguir manteniéndose como calidad regular (3,07). Los niveles base y ápice reportaron una media de

2,70 y 2,72 respectivamente (calidad regular), no obstante, de acuerdo a su desviación estándar (+/- 0,41 y +/- 0,36) también podrían clasificarse como bueno o mantenerse como regular.

En relación a los niveles del fuste, en el sentido en contra de las fibras, el nivel base reporta la mejor calidad de defecto promedio (2,56 = regular), secundado por el nivel ápice con 2,64 (regular) y seguido por el nivel medio con 2,70 (regular). Considerando la desviación estándar, los tres niveles podrían alcanzar la calidad buena, debido a que en el nivel base la desviación estándar es +/- 0,37, en el nivel medio +/- 0,47 y en el nivel base +/- 0,45.

Con relación al coeficiente de variación, los datos más homogéneos se ubican en el nivel ápice en el sentido a favor, y en el nivel base en el sentido en contra.

Tabla 9. Medidas de resumen de la operación del cepillado con un ángulo de 25º en vilco pashaco por nivel del fuste y por sentido de corte

Nivel del fuste	Nº de probetas	A favor			En contra		
		Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V
Base	45	2,70	0,41	15,29	2,56	0,37	14,53
Medio	45	2,67	0,40	15,03	2,70	0,47	17,56
Ápice	45	2,72	0,36	13,19	2,64	0,45	16,95
Promedio		2,70	0,39	14,50	2,63	0,43	16,35

D.E: Desviación estándar. C.V (%): Coeficiente de variabilidad.

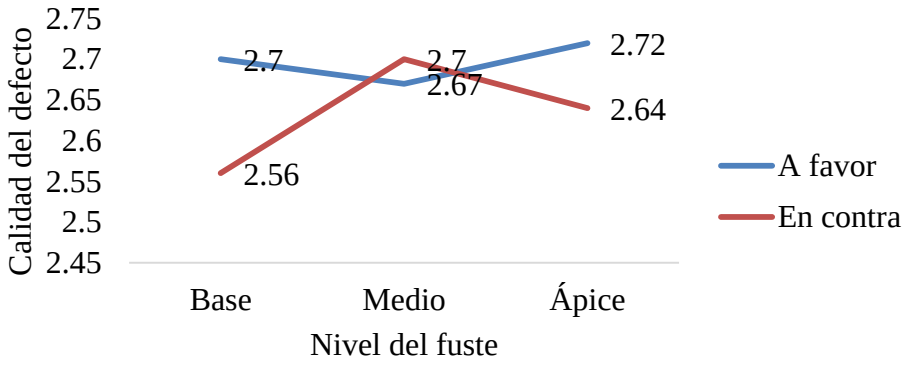

Figura 19. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por sentido de corte en ángulo de 25º

En la Tabla 10 y Figura 20 se observan los descriptivos estadísticos para la operación del cepillado con un ángulo de 25º por tipo de corte y por sentido de corte. De acuerdo a los promedios obtenidos en los tres tipos de corte y en los dos sentidos de corte, y en base a la norma ASTM-D-1666-87 (1999), se califica la trabajabilidad al cepillado como “regular”.

En el sentido a favor de las fibras, la que reportó mejor calidad de defecto fue el corte oblicuo (2,59 = regular), secundado por el corte radial y tangencial (2,75 = regular). No obstante, considerando la desviación estándar en cada tipo de corte (+/- 0,30 en el corte oblicuo, +/- 0,44 en el corte radial y +/- 0,40 en el corte tangencial), los tres tipos de corte podrían alcanzar la calificación de bueno o mantenerse con la calidad regular.

En el sentido en contra de las fibras, la que registró mejor calidad de defecto fue el corte radial (2,62 = regular), secundado por el corte tangencial (2,63 = regular) y seguido por el corte oblicuo (2,66 = regular). Sin embargo, teniendo en cuenta a sus desviaciones estándar (+/- 0,50 en el corte radial, +/- 0,39 en el corte tangencial y +/- 0,41 en el corte oblicuo), los tres tipos de corte podrían alcanzar la calificación de bueno o mantenerse con la calidad regular ya establecida.

Con relación al coeficiente de variación, los datos más homogéneos se ubican en el tipo de corte oblicuo en el sentido a favor, y en el tipo de corte tangencial en el sentido en contra.

Tabla 10. Medidas de resumen de la operación del cepillado con un ángulo de 25º en vilco pashaco por tipo de corte y por sentido de corte

Tipo de corte	Nº de probetas	A favor			En contra		
		Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V
Radial	45	2,75	0,44	15,97	2,62	0,50	19,19
Tangencial	45	2,75	0,40	14,69	2,63	0,39	14,95
Oblicuo	45	2,59	0,30	11,48	2,66	0,41	15,39
Promedio		2,70	0,38	14,05	2,64	0,43	16,51

D.E: Desviación estándar. C.V (%): Coeficiente de variabilidad

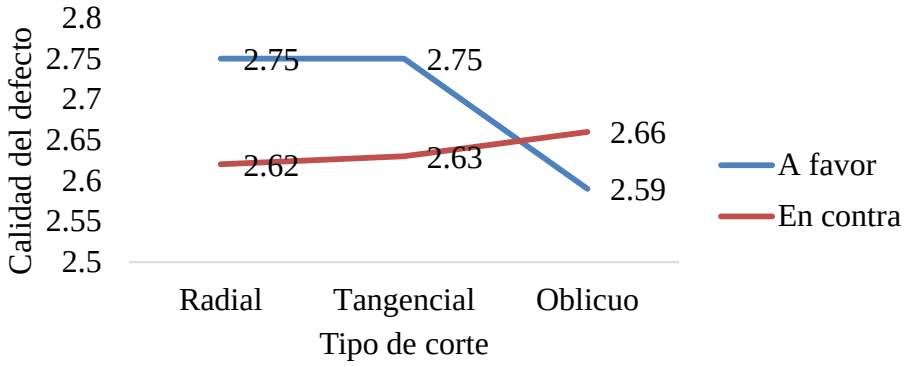

Figura 20. Promedio de calidad de defecto por tipo de corte y por sentido de corte en ángulo de 25º

En la Tabla 10 y Figura 21 se observan los descriptivos estadísticos para la operación del cepillado con un ángulo de 35º (estándar) por nivel del fuste y por sentido de corte. De acuerdo a los promedios obtenidos en los dos sentidos de corte, y en base a la norma ASTM-D-1666-87 (1999), se califica la trabajabilidad al cepillado como “bueno”. No obstante, en el sentido en contra de las fibras, la calidad promedio es mejor que en el sentido a favor de las fibras, con una diferencia de 0,05.

Con respecto a los niveles del fuste, en el sentido a favor de las fibras, el nivel ápice reporta la mejor calidad de defecto promedio (1,81 = regular), sin embargo en función a su desviación estándar (+/- 0,50), podría clasificarse como calidad excelente (1,31) o seguir manteniéndose como calidad buena (2,31). Los niveles medio y base reportaron una media de 1,86 y 1,87 respectivamente (calidad buena), no obstante, de acuerdo a su desviación estándar (+/- 0,55 y +/- 0,63) también podrían clasificarse como excelente o mantenerse como bueno.

En relación a los niveles del fuste, en el sentido en contra de las fibras, el nivel ápice reporta la mejor calidad de defecto promedio (1,72 = bueno), secundado por el nivel base con 1,79 (bueno) y seguido por el nivel medio con 1,90 (bueno). Considerando la desviación estándar, los tres niveles podrían alcanzar la calidad excelente, debido a que en el nivel ápice la desviación estándar es +/- 0,45, en el nivel base la desviación estándar es +/- 0,46, y en el nivel medio es +/- 0,48.

En lo que concierne al coeficiente de variación, los datos más homogéneos se ubican en el nivel ápice en el sentido a favor, y en el nivel medio en el sentido en contra.

Tabla 11. Medidas de resumen de la operación del cepillado con un ángulo de 35º en vilco pashaco por nivel del fuste y por sentido de corte

Nivel del fuste	Nº de probetas	A favor			En contra		
		Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V
Base	45	1,87	0,63	33,67	1,79	0,46	25,78
Medio	45	1,86	0,55	29,46	1,90	0,48	25,45
Ápice	45	1,81	0,50	27,69	1,72	0,45	26,00
Promedio		1,85	0,56	30,27	1,80	0,46	25,74

D.E: Desviación estándar. C.V (%): Coeficiente de variabilidad

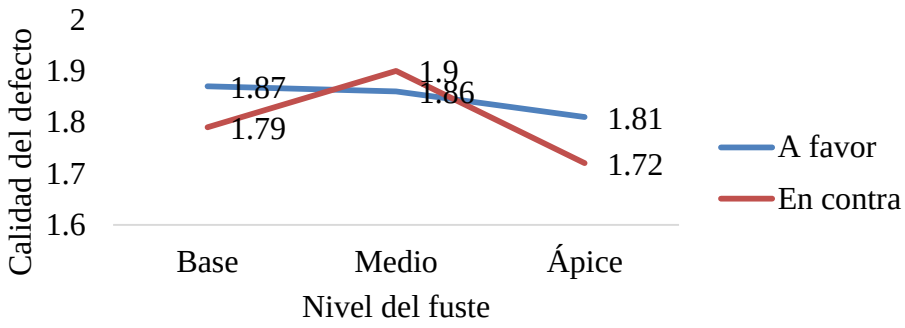

Figura 21. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por sentido de corte en ángulo de 35º

En la Tabla 11 y Figura 22 se observan los descriptivos estadísticos para la operación del cepillado con un ángulo de 35º (estándar) por tipo de corte y por sentido de corte. De acuerdo a los promedios obtenidos en los tres tipos de corte y en los dos sentidos de corte, y en base a la norma ASTM-D-1666-87 (1999), se califica la trabajabilidad al cepillado como "bueno".

En el sentido a favor de las fibras, la que reportó mejor calidad de defecto fue el corte oblicuo (1,78 = bueno), secundado por el corte radial y tangencial (1,83 y 1,93 respectivamente, calificados como buenos). No obstante, considerando la desviación estándar en cada tipo de corte (+/- 0,47 en el corte oblicuo, +/- 0,41 en el corte radial y +/- 0,74 en el corte tangencial), los tres tipos de corte podrían alcanzar la calificación de excelente o

mantenerse con la calidad bueno, a excepción del corte tangencial que pasaría a ser calificado como regular.

En el sentido en contra de las fibras, la que registró mejor calidad de defecto fue el corte tangencial (1,70 = bueno), secundado por el corte radial y oblicuo (1,83 = bueno). Sin embargo, teniendo en cuenta a sus desviaciones estándar (+/- 0,54 en el corte tangencial, +/- 0,35 en el corte radial y +/- 0,48 en el corte oblicuo), los tres tipos de corte podrían alcanzar la calificación de excelente o mantenerse con la calidad buena.

Con relación al coeficiente de variación, los datos más homogéneos se ubican en el tipo de corte radial en el sentido a favor y en contra.

Tabla 12. Medidas de resumen de la operación del cepillado con un ángulo de 35º en vilco pashaco por tipo de corte y por sentido de corte

Tipo de corte	Nº de probetas	A favor			En contra		
		Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V
Radial	45	1,83	0,41	22,61	1,86	0,35	18,87
Tangencial	45	1,93	0,74	38,49	1,70	0,54	31,78
Oblicuo	45	1,78	0,47	26,15	1,86	0,48	25,91
Promedio		1,85	0,54	29,08	1,81	0,46	25,52

D.E: Desviación estándar. C.V (%): Coeficiente de variabilidad

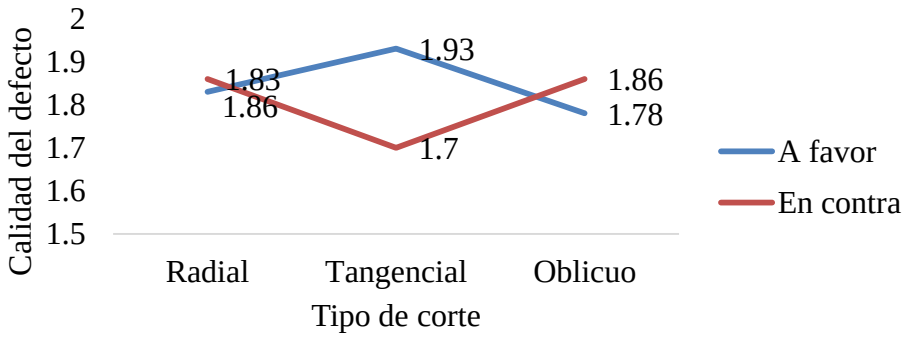

Figura 22. Promedio de calidad de defecto por tipo de corte y por sentido de corte en ángulo de 35º

En la investigación realizada se pudo conocer que los mejores resultados utilizando la norma ASTM-D-1666 se obtuvieron con el ángulo de 35º en el cepillado, sucediendo lo contrario a lo determinado por Peñaloza (2005), quien en su investigación realizada en madera de *Myrsine oligophylla* (ingaina), proveniente de un bosque secundario de Tarapoto, utilizando también la normaASTM-D-1666-99, obtuvo excelentes calidades con un ángulo de 25º en el cepillado. Lo mismo ocurre al comparar los resultados a los obtenidos por Plaza (2009), que en su investigación efectuada en madera de *Tetrorchidium rubrivenium*, utilizando la norma ASTM-D-1666-99, determinó que en el cepillado se registraron buenas calidades de superficie, trabajando con 15º de ángulo de corte en los tres planos y dos velocidades de alimentación.

Al comparar con resultados de cepillado en *Calycophyllum spruceanum* (capirona), utilizando la norma ASTM-D-1666-99, los resultados arrojan diferencias en relación al ángulo, debido a que Orrego (2010) obtuvo excelentes calidades de superficie con baja rugosidad con ángulos de corte de 15º; sin embargo, se coincide en la velocidad de alimentación, debido a que al igual que en la investigación realizada, se recomienda 5 m/min o 10 m/min.

En los tres niveles del fuste se obtuvo la calificación de bueno para el cepillado a 35º de ángulo de corte; no obstante, al comparar con otras especies, citamos que Arrascue (2013), en su investigación realizada a tres niveles del fuste de *Brosimum utile* Kunth (panguana), obtuvo como resultados que en el cepillado, el comportamiento se calificó como excelente.

A diferencia de los resultados reportados por Guerrero (2013), que en su investigación realizada en la especie *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake (pashaco blanco), procedente de un bosque secundario de Ucayali, , siguiendo la norma ASTM-D-1666-87 y las consideraciones del PADT-REFORT, obtuvo que, en el cepillado se registró comportamientos promedio de excelente, predominando el defecto de grano velloso; en la investigación en los tres ángulos de corte el defecto que predominó en ambos sentidos de corte fue “marca de astillas”.

De la misma forma, comparando con los resultados registrados por Pezo (2014), que en su investigación realizada con la especie *Matisia cordata* Humboldt & Bonpland

(sapote), utilizando la norma ASTM D-1666-64, obtuvo que predominó el defecto de vellosidad trabajando con una velocidad de alimentación de 12 m/s y con un ángulo de corte de cuchilla de 30º, además, el comportamiento fue calificado como excelente; mientras que en la investigación con una velocidad de alimentación de 5 m/min y con un ángulo de corte de cuchilla de 35º el comportamiento fue bueno y predominó el defecto "marca de astillas".

En el cepillado de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco), en los tres ángulos de corte, dos sentidos de corte, tres niveles del fuste y tres tipos de corte, se registraron cuatro tipos de defectos, que fueron el grano levantado (mayor gravedad), grano arrancado, grano velloso y marca de astillas (mayor cantidad), que es mayor a la cantidad de defectos reportado por Villanueva (2015), que en su investigación realizada en la especie *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo), en el cepillado registró tres tipos de defectos, que fueron el grano arrancado (mayor gravedad), vellosidad y grano levantado (mayor cantidad).

4.2. Comportamiento en la operación del torneado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco)

En la Tabla 13 se observa la independencia de los datos de las variables nivel del fuste – calidad del defecto por cada punto de corte y por ángulo de corte.

En los puntos de corte "interior" y "filo", los datos de nivel del fuste – calidad del defecto no tienen relación alguna (son independientes), debido a que el p-valor es mayor a 0,05, por lo que se acepta la hipótesis nula, que establece que no existe relación entre el nivel del fuste con la calidad del defecto para ningún ángulo de corte.

Tabla 13. Prueba de independencia de chi cuadrado para las variables en la operación del torneado en el interior y en el filo en los tres ángulos de corte

Punto de corte	Interacción	Ángulos de corte		
		0º	15º	30º
		Sig.	Sig.	Sig.
Interior	Nivel del fuste - Calidad del defecto	0,061	0,334	0,104
Filo	Nivel del fuste - Calidad del defecto	0,354	0,955	0,886

Sig.: Significancia

En la Tabla 14 y Figura 23 se observan los descriptivos estadísticos para la operación del torneado para el ángulo de 0º por nivel del fuste y por punto de corte. De acuerdo a los promedios obtenidos en los tres niveles del fuste y en los dos puntos de corte, y en base a la norma ASTM-D-1666-87 (1999), se califica la trabajabilidad al torneado en el ángulo de 0º como “bueno”.

En el interior, el nivel medio reporta mejor calidad de defecto (1,99), secundado por el nivel base (2,16) y seguido por el nivel ápice (2,20). Considerando los valores de desviación estándar (+/- 0,42 en el nivel medio, +/- 0,32 en el nivel base y +/- 0,53 en el nivel ápice), la calidad de los defectos podría variar en excelente (1,57) o mantenerse como bueno (2,41) para las probetas del nivel medio; o mantenerse como bueno (1,67) o variar en regular (2,73) para las probetas del nivel ápice.

En el filo, el nivel medio registra mejor calidad de defecto (2,10), secundado por el nivel ápice (2,12) y seguido por el nivel base (2,32). Tomando en cuenta los valores de desviación estándar (+/- 0,46 en el nivel medio, +/- 0,40 en el nivel ápice y +/- 0,50 en el nivel base), la calidad de los defectos se mantendrían como calidad buena, a excepción de las probetas del nivel base que podría variar a regular, , debido a que alcanzarían calificaciones de defecto 2,82.

Con relación al coeficiente de variación, los datos más homogéneos se ubican en el nivel base en el punto interior, y en el nivel ápice en el filo.

Tabla 14. Medidas de resumen de la operación del torneado en el interior y en el filo con un ángulo de 0º en vilco pashaco por nivel del fuste

Nivel del fuste	Nº de probetas	Interior			Filo		
		Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V
Base	15	2,16	0,32	14,72	2,32	0,50	21,75
Medio	15	1,99	0,42	20,90	2,10	0,46	22,04
Ápice	15	2,20	0,53	24,17	2,12	0,40	18,88
Promedio		2,12	0,42	19,93	2,18	0,45	20,89

D.E: Desviación estándar. C.V (%): Coeficiente de variabilidad

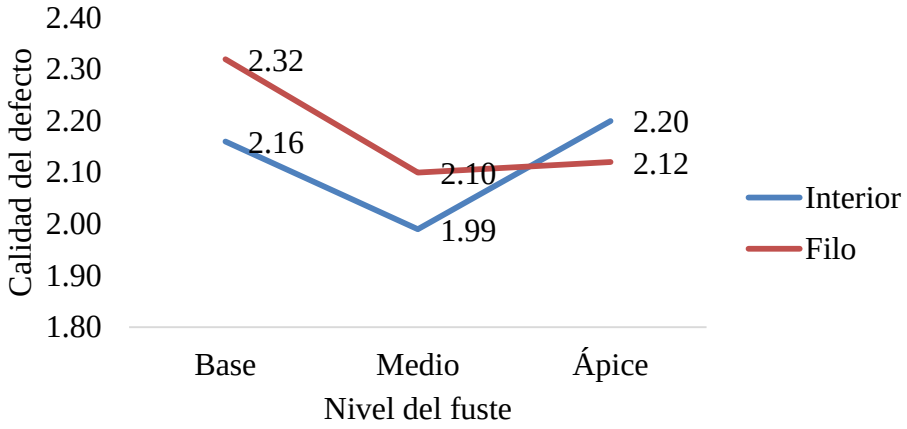

Figura 23. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por punto de corte en ángulo de 0º

En la Tabla 15 y Figura 24 se observan los descriptivos estadísticos para la operación del torneado para el ángulo de 15º por nivel del fuste y por punto de corte. De acuerdo a los promedios obtenidos en los tres niveles del fuste y en los dos puntos de corte, y en base a la norma ASTM-D-1666-87 (1999), se califica la trabajabilidad al torneado en el ángulo de 15º como "bueno".

En el interior, el nivel ápice reporta mejor calidad de defecto (2,08), seguido por el nivel base (2,12) y el nivel medio (2,12). Considerando los valores de desviación estándar (+/- 0,35 en el nivel ápice, +/- 0,30 en el nivel base y +/- 0,55 en el nivel medio), la calidad de los defectos podría variar en excelente (1,57) o regular (2,67) para las probetas del nivel medio.

En el filo, el nivel base registra mejor calidad de defecto (2,04), secundado por el nivel medio (2,14) y seguido por el nivel ápice (2,15). Tomando en cuenta los valores de desviación estándar (+/- 0,54 en el nivel base, +/- 0,46 en el nivel medio y +/- 0,53 en el nivel ápice), la calidad de los defectos se mantendrían como calidad buena, a excepción de las probetas del nivel base que podría variar a excelente (1,50), así como las probetas del nivel medio y ápice que pasarían a tener una calificación de regular, debido a que alcanzarían valores de 2,60 y 2,68 respectivamente.

Con relación al coeficiente de variación, los datos más homogéneos se ubican en el nivel base en el punto interior, y en el nivel medio en el filo.

Tabla 15. Medidas de resumen de la operación del torneado en el interior y en el filo con un ángulo de 15º en vilco pashaco por nivel del fuste

Nivel del fuste	Nº de probetas	Interior			Filo		
		Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V
Base	15	2,12	0,30	14,62	2,04	0,54	26,64
Medio	15	2,12	0,55	25,97	2,14	0,46	21,33
Ápice	15	2,08	0,35	17,07	2,15	0,53	24,63
Promedio		2,11	0,40	19,22	2,11	0,51	24,20

D.E: Desviación estándar. C.V (%): Coeficiente de variabilidad

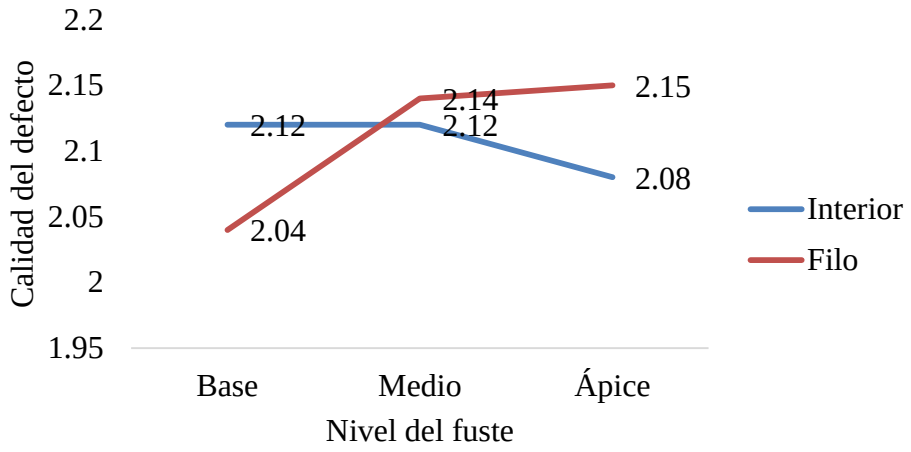

Figura 24. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por punto de corte en ángulo de 15º

En la Tabla 16 y Figura 13 se observan los descriptivos estadísticos para la operación del torneado para el ángulo de 30º por nivel del fuste y por punto de corte. De acuerdo a los promedios obtenidos en los tres niveles del fuste y en los dos puntos de corte, y en base a la norma ASTM-D-1666-87 (1999), se califica la trabajabilidad al torneado en el ángulo de 30º como “bueno”.

En el interior, el nivel base reporta mejor calidad de defecto (1,82), seguido por el nivel medio (1,92) y el nivel ápice (2,16). Considerando los valores de desviación estándar (+/- 0,48 en el nivel base, +/- 0,37 en el nivel medio y +/- 0,48 en el nivel ápice), la calidad de los defectos podría variar a excelente, con 1,34 para las probetas del nivel base y con 1,55 para

las probetas del nivel medio, o podrían variar a regular, con 2,64 para las probetas del nivel ápice.

En el filo, el nivel base registra mejor calidad de defecto (1,87), secundado por el nivel medio (1,98) y seguido por el nivel ápice (2,02). Tomando en cuenta los valores de desviación estándar (+/- 0,37 en el nivel base, +/- 0,42 en el nivel medio y +/- 0,47 en el nivel ápice), la calidad de los defectos se mantendrían como calidad buena, a excepción de las probetas del nivel base y nivel medio que podrían variar a excelente, con valores de 1,50 y 1,56 respectivamente.

Con relación al coeficiente de variación, los datos más homogéneos se ubican en el nivel medio en el punto interior, y en el base ápice en el filo.

Tabla 16. Medidas de resumen de la operación del torneado en el interior y en el filo con un ángulo de 30º en vilco pashaco por nivel del fuste

Nivel del fuste	Nº de probetas	Interior			Filo		
		Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V
Base	15	1,82	0,48	26,53	1,87	0,37	20,01
Medio	15	1,92	0,37	19,21	1,98	0,42	21,10
Ápice	15	2,16	0,48	22,19	2,02	0,47	23,08
Promedio		1,97	0,44	22,64	1,96	0,42	21,40

D.E: Desviación estándar. C.V (%): Coeficiente de variabilidad

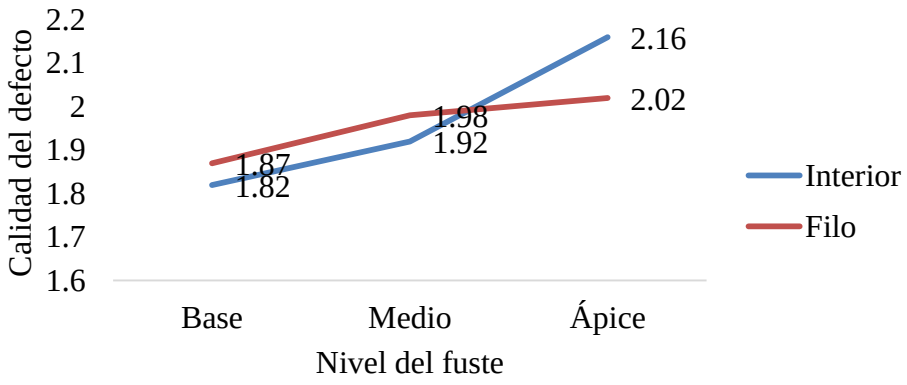

Figura 25. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por punto de corte en ángulo de 30º

En la investigación realizada se pudo conocer que los mejores resultados utilizando la norma ASTM-D-1666 se obtuvieron con el ángulo de 30º en el torneado; sin embargo, en los tres ángulos la calificación del defecto fue buena.

En comparación con otras especies tropicales, tenemos que en lo que concierne a la calidad del torneado, en ángulos de 15º y con una velocidad de 1 600 RPM es mejor al comportamiento al torneado de la madera de *Myrsine oligophylla* (ingaina), proveniente de un bosque secundario de Tarapoto, que reportó regular calidad con un ángulo de 15º y una velocidad de 1 680 RPM (Peñaloza, 2005). Asimismo, el vilco pashaco reportó similares resultados en relación a *Ficus insípida* Willd. (ojé renaco), debido a que registró mejores resultados con la posición angular de 0º (García, 2006). Además, a pesar de las diferencias en las velocidades, vilco pashaco reportó mejor trabajabilidad en el torneado que la madera de *Tetrorchidium rubrivenium,* la cual se calificó como regular para velocidades de 4 000 y 6 000 RPM (Plaza, 2009). Sin embargo, los resultados reportados son inferiores a lo registrado por Ñaupari (2021), que en la madera de *Caryocar glabrum* Aubl. Pers. (almendro), determinó el comportamiento a la trabajabilidad, y el comportamiento al torneado a tres ángulos de corte lo calificó como excelente.

Con respecto a la madera de *Calycophyllum spruceanum* (capirona), los resultados reportados son similares, debido a que según Orrego (2010), señala que en el torneado se calificó como buena para 0 y 15º de ángulos de corte y en cualquier velocidad de giro.

En relación a los tres niveles del fuste de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco), el nivel base, medio y ápice reportaron buena calificación en los tres ángulos de corte, resultando con una calificación menor a la reportada por la madera de *Brosimum utile* Kunth (panguana), que se calificó como excelente en los tres niveles trabajando con el ángulo de 0º, excelente en los niveles basal y medio con el ángulo de 15 y 45º, a excepción del nivel ápice que se calificó como bueno (Arrascue, 2013).

En el torneado, el defecto que más predominó fue el grano arrancado; siendo distinto a lo reportado por Guerrero (2013), que en la especie *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake (pashaco blanco), en el torneado, con posiciones angulares de 0, 15 y 40 grados, registró comportamientos promedio de regular, predominando el defecto de grano astillado.

Además del defecto anteriormente mencionado se reportaron dos defectos más: el grano velloso y la rugosidad, coincidiendo en parte con Pezo (2014), que en la especie *Matisia cordata* Humboldt & Bonpland (sapote), en el torneado identificó los defectos de grano astillado, grano arrancado y rugosidad trabajando con ángulos de corte de 0, 15 y 45 grados. Del mismo modo, a diferencia de la especie *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo), la rugosidad en vilco pashaco se registró en aproximadamente 50 % de las probetas en los tres ángulos trabajados, y no en el 100 % (Villanueva, 2015).

4.3. Comportamiento en la operación del taladrado de la madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco)

En la Tabla 17 se observa la independencia de los datos de las variables nivel del fuste – calidad del defecto por el momento de penetración del taladro y por velocidad de giro de broca. En los tres momentos de penetración, los datos de nivel del fuste – calidad del defecto, así como los datos de tipo de corte – calidad del defecto, no tienen relación alguna (son independientes), debido a que el p-valor es mayor a 0,05, por lo que se acepta la hipótesis nula, que establece que no existe relación tanto entre el nivel del fuste con la calidad del defecto, y entre el tipo de corte con la calidad del defecto para ninguna de las velocidades de giro de broca.

Tabla 17. Prueba de independencia de chi cuadrado para las variables en la operación del taladrado en la entrada, en el interior y en la salida en las dos velocidades

Momento de penetración	Interacción	1era Velocidad	2da Velocidad
		Sig.	Sig.
Entrada	Nivel de fuste - Calidad del defecto	0,195	0,908
	Tipo de corte - Calidad del defecto	0,285	0,773
Interior	Nivel de fuste - Calidad del defecto	0,351	0,474
	Tipo de corte - Calidad del defecto	0,818	0,888
Salida	Nivel de fuste - Calidad del defecto	0,540	0,221
	Tipo de corte - Calidad del defecto	0,909	0,867

Sig.: Significancia

En la Tabla 18 y Figura 26 se observan los descriptivos estadísticos para la operación del taladrado con la primera velocidad (1 725 RPM) por nivel del fuste y por momento de penetración. De acuerdo a los promedios obtenidos en los tres niveles del fuste y

en los tres momentos de penetración, y en base a la norma ASTM-D-1666-87 (1999), se califica la trabajabilidad al taladrado como “bueno”.

En la entrada, el nivel ápice reportó mejor calidad de defecto (2,08), secundado por el nivel base (2,19) y seguido por el nivel medio (2,27). Dicha calificación puede variar al considerar los valores de desviación estándar, los cuales fueron +/- 0,53 para el ápice, +/- 0,60 para el nivel base y +/- 0,60 para el nivel medio. Por lo tanto, se reportarían calificación buena de 1,55 (ápice) y 1,59 (base); así como calificación regular de 2,79 (base) y 2,87 (medio).

En el interior, la calificación en los tres niveles fue excelente, siendo el nivel base el que reportó mejor calidad de defecto (1,34), seguido por el nivel medio y ápice con 1,35. Considerando los valores de desviación estándar, +/- 0,09 en el nivel base, +/- 0,12 en el nivel medio y +/- 0,09 en el nivel ápice, no habría variación en la calificación del defecto, manteniéndose todos con la calificación de excelente.

En la salida, el nivel base reportó mejor calidad de defecto (2,33), secundado por el nivel ápice (2,42) y seguido por el nivel medio (2,53). Tomando en cuenta los valores de desviación estándar, +/- 0,57 en el nivel base, +/- 0,54 en el nivel ápice y +/- 0,51 en el nivel medio, la calificación del defecto podría variar a regular, ya que los posibles valores serían 2,90 (base), 2,96 (ápice) y 3,04 (medio).

Con relación al coeficiente de variación, los datos más homogéneos se ubican en el nivel base en la “entrada”, en el nivel ápice en el “interior”, y en el nivel medio en la “salida”.

Tabla 18. Medidas de resumen de la operación del taladrado en la entrada, interior y la salida con la primera velocidad de giro de broca por nivel del fuste

Nivel del fuste	Nº de probetas	Entrada			Interior			Salida		
		Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V
Base	45	2,19	0,60	27,28	1,34	0,09	6,83	2,33	0,57	24,49
Medio	45	2,27	0,60	26,59	1,35	0,12	8,87	2,53	0,51	20,17
Ápice	45	2,08	0,53	25,37	1,35	0,09	6,64	2,42	0,54	22,42
Promedio		2,18	0,58	26,41	1,35	0,10	7,45	2,43	0,54	22,36

D.E: Desviación estándar. C.V (%): Coeficiente de variabilidad

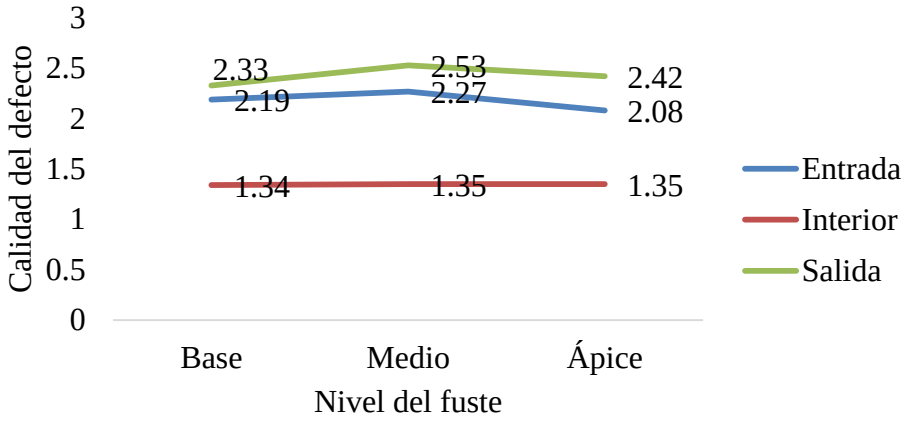

Figura 26. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por momento de penetración en la primera velocidad de broca

En la Tabla 19 y Figura 27 se observan los descriptivos estadísticos para la operación del taladrado con la primera velocidad (1 725 RPM) por tipo de corte y por momento de penetración. De acuerdo a los promedios obtenidos en los tres tipos de corte y en los tres momentos de penetración, y en base a la norma ASTM-D-1666-87 (1999), se califica la trabajabilidad al taladrado como “bueno”.

En la entrada, el corte radial reportó mejor calidad de defecto (2,15), secundado por el corte tangencial (2,18) y seguido por el corte oblicuo (2,22). Dicha calificación puede variar al considerar los valores de desviación estándar, los cuales fueron +/- 0,59 para el corte radial y tangencial y +/- 0,57 para el corte oblicuo. Por lo tanto, se reportarían calificación excelente de 1,56 (corte radial) y 1,59 (corte tangencial); así como calificación regular de 2,74 (corte radial), 2,77 (corte tangencial) y 2,79 (corte oblicuo).

En el interior, la calificación en los tres tipos de corte fue excelente, siendo el corte radial el que reportó mejor calidad de defecto (1,33), seguido por el corte tangencial y corte oblicuo con 1,35. Considerando los valores de desviación estándar, +/- 0,10 para los tres tipos de corte, no habría variación en la calificación del defecto, manteniéndose todos con la calificación de excelente.

En la salida, el corte radial reportó mejor calidad de defecto (2,40), secundado por el corte tangencial (2,41) y seguido por el corte oblicuo (2,47). Tomando en cuenta los valores de desviación estándar, +/- 0,55 en el corte radial, +/- 0,54 en el corte tangencial y +/-

0,56 en el corte oblicuo, la calificación del defecto podría variar a regular, ya que los posibles valores serían 2,95 (corte radial y tangencial) y 3,01 (corte oblicuo).

Con relación al coeficiente de variación, los datos más homogéneos se ubican en el tipo de corte oblicuo en la "entrada", en el tipo de corte radial en el "interior", y en el tipo de corte tangencial en la "salida".

Tabla 19. Medidas de resumen de la operación del taladrado en la entrada, interior y la salida con la primera velocidad de giro de broca por tipo de corte

Tipo de corte	Nº de probetas	Entrada			Interior			Salida		
		Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V
Radial	45	2,15	0,59	27,47	1,33	0,10	7,15	2,40	0,55	22,83
Tangencial	45	2,18	0,59	27,00	1,35	0,10	7,65	2,41	0,54	22,25
Oblicuo	45	2,22	0,57	25,62	1,35	0,10	7,65	2,47	0,56	22,52
Promedio		2,18	0,58	26,70	1,34	0,10	7,48	2,43	0,55	22,53

D.E: Desviación estándar. C.V (%): Coeficiente de variabilidad

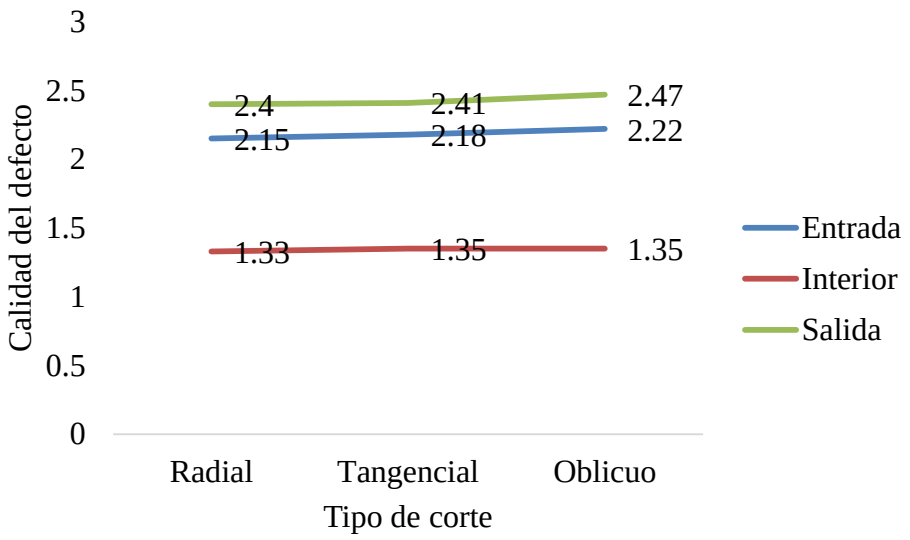

Figura 27. Promedio de calidad de defecto por tipo de corte y por momento de penetración en la primera velocidad de broca

En la Tabla 20 y Figura 28 se observan los descriptivos estadísticos para la operación del taladrado con la segunda velocidad (1 559 RPM) por nivel del fuste y por

momento de penetración. De acuerdo a los promedios obtenidos en los tres niveles del fuste y en los tres momentos de penetración, y en base a la norma ASTM-D-1666-87 (1999), se califica la trabajabilidad al taladrado como “bueno”.

En la entrada, el nivel ápice reportó mejor calidad de defecto (2,37), secundado por el nivel medio (2,44) y seguido por el nivel base (2,46). Dicha calificación puede variar al considerar los valores de desviación estándar, los cuales fueron +/- 0,50 para el ápice y +/- 0,55 para el nivel medio y base. Por lo tanto, se reportarían calificación regular de 2,87 (ápice), 2,99 (medio) y 3,01 (base).

En el interior, la calificación en los tres niveles fue excelente, siendo los niveles medio y ápice los que reportaron mejor calidad de defecto (1,28), seguido por el nivel base con 1,31. Considerando los valores de desviación estándar, +/- 0,10 en los tres niveles, no habría variación en la calificación del defecto, manteniéndose todos con la calificación de excelente.

En la salida, el nivel medio reportó mejor calidad de defecto (2,32), secundado por el nivel ápice (2,37) y seguido por el nivel base (2,46). Tomando en cuenta los valores de desviación estándar, +/- 0,50 en el nivel medio, +/- 0,58 en el nivel ápice y +/- 0,54 en el nivel base, la calificación del defecto podría variar a regular, ya que los posibles valores serían 2,82 (medio), 2,95 (ápice) y 3,00 (base).

Con relación al coeficiente de variación, los datos más homogéneos se ubican en el nivel ápice en la “entrada”, en el nivel base en el “interior”, y en el nivel ápice en la “salida”.

Tabla 20. Medidas de resumen de la operación del taladrado en la entrada, interior y la salida con la segunda velocidad de giro de broca por nivel del fuste

Nivel del fuste	Nº de probetas	Entrada			Interior			Salida		
		Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V
Base	45	2,46	0,55	22,38	1,31	0,10	7,72	2,46	0,54	21,97
Medio	45	2,44	0,55	22,56	1,28	0,10	7,78	2,32	0,50	21,45
Ápice	45	2,37	0,50	21,13	1,28	0,10	7,78	2,37	0,48	20,32
Promedio		2,42	0,53	22,02	1,29	0,10	7,76	2,38	0,51	21,25

D.E: Desviación estándar. C.V (%): Coeficiente de variabilidad

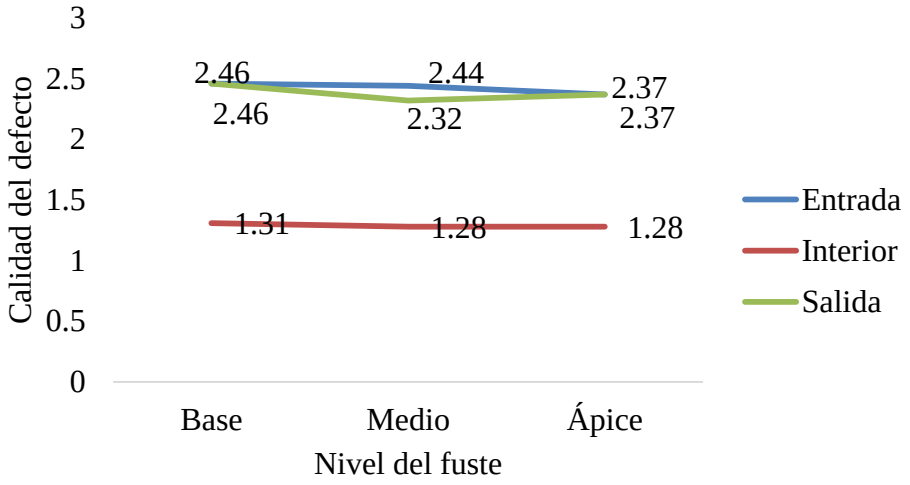

Figura 28. Promedio de calidad de defecto por nivel de fuste y por momento de penetración en la segunda velocidad de broca

En la Tabla 21 y Figura 29 se observan los descriptivos estadísticos para la operación del taladrado con la segunda velocidad (1 559 RPM) por tipo de corte y por momento de penetración. De acuerdo a los promedios obtenidos en los tres tipos de corte y en los tres momentos de penetración, y en base a la norma ASTM-D-1666-87 (1999), se califica la trabajabilidad al taladrado como “bueno”.

En la entrada, el corte tangencial reportó mejor calidad de defecto (2,36), secundado por el corte oblicuo (2,43) y seguido por el corte radial (2,48). Dicha calificación puede variar al considerar los valores de desviación estándar, los cuales fueron +/- 0,54 para el corte tangencial y +/- 0,53 para el corte oblicuo y radial. Por lo tanto, se reportarían calificación regular de 2,80 (corte tangencial), 2,96 (corte oblicuo) y 3,01 (corte radial).

En el interior, la calificación en los tres tipos de corte fue excelente, siendo el corte tangencial el que reportó mejor calidad de defecto (1,20), seguido por el corte oblicuo con 1,29 y corte radial con 1,30. Considerando los valores de desviación estándar, +/- 0,10 para los tres tipos de corte, no habría variación en la calificación del defecto, manteniéndose todos con la calificación de excelente.

En la salida, el corte radial reportó mejor calidad de defecto (2,35), secundado por el corte tangencial (2,38) y seguido por el corte oblicuo (2,43). Tomando en cuenta los

valores de desviación estándar, +/- 0,49 en el corte radial, +/- 0,51 en el corte tangencial y +/- 0,53 en el corte oblicuo, la calificación del defecto podría variar a regular, ya que los posibles valores serían 2,84 (corte radial), 2,89 (corte tangencial) y 2,94 (corte oblicuo).

Con relación al coeficiente de variación, los datos más homogéneos se ubican en el tipo de corte oblicuo en la "entrada", en el tipo de corte radial en el "interior", y en el tipo de corte tangencial en la "salida".

Tabla 21. Medidas de resumen de la operación del taladrado en la entrada, interior y la salida con la segunda velocidad de giro de broca por tipo de corte

Tipo de corte	Nº de probetas	Entrada			Interior			Salida		
		Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V
Radial	45	2,48	0,53	21,37	1,30	0,10	7,79	2,35	0,49	20,73
Tangencial	45	2,36	0,54	22,88	1,20	0,10	7,80	2,38	0,51	21,42
Oblicuo	45	2,43	0,53	21,81	1,29	0,10	7,80	2,43	0,53	21,94
Promedio		2,42	0,53	22,02	1,26	0,10	7,80	2,39	0,51	21,36

D.E: Desviación estándar. C.V (%): Coeficiente de variabilidad

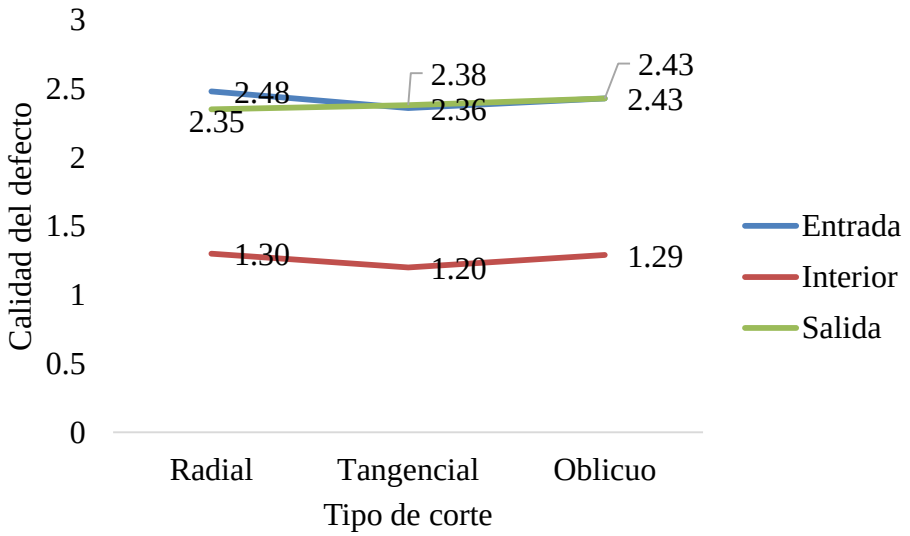

Figura 29. Promedio de calidad de defecto por tipo de corte y por momento de penetración en la segunda velocidad de broca

En la investigación realizada se pudo conocer que se obtuvieron buenos resultados utilizando la norma ASTM-D-1666, tanto en la primera como con la segunda velocidad de giro de broca en el taladrado; por ello la calificación del defecto en la entrada y en la salida fue buena; sin embargo, en el interior la calificación fue excelente.

En comparación con otras especies, la calificación de defecto de vilco pashaco en el taladrado con velocidades de 1 725 y 1 559 RPM fue buena; siendo superior a la calidad de defecto de la madera de *Myrsine oligophylla* (ingaina) que reportó calidad regular con una velocidad de 780 RPM y 30 kg en el taladrado (Peñaloza, 2005); también fue superior a la calidad de defecto de la madera de *Ficus insípida* Willd. (ojé renaco), debido a que García (2006) recomienda trabajar con una velocidad de 500 RPM; asimismo fue superior a la calidad de defecto de la madera de *Calycophyllum spruceanum* (capirona), ya que su comportamiento en el taladrado fue regular, habiendo mejorías usando la broca para metal y 1 400 RPM de velocidad de giro (Orrego, 2010); de la misma forma, fue superior a la calidad de defecto de la madera de *Brosimum utile* Kunth (panguana), ya que en el taladrado, el comportamiento se calificó como regular en los tres niveles del fuste a una velocidad de giro de 890 RPM; sin embargo los resultados de vilco pashaco son similares a los de panguana cuando se trabaja a una velocidad de giro de 1 580 RPM (Arrascue, 2013).

Sin embargo, los resultados reportados para vilco pashaco fueron inferiores a lo registrado por Ñaupari (2021), que en la madera de *Caryocar glabrum* Aubl. Pers. (almendro), que el comportamiento al taladrado lo calificó como excelente a velocidades de 890 y 1 580 RPM.

En la operación de taladrado en madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) predominó el defecto ruptura de grano en ambas velocidades, coincidiendo con la especie *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake (pashaco blanco), debido a que en el taladrado con velocidades de giro de 900 y 1 400 RPM, se registraron comportamientos promedio de bueno y regular, predominando el defecto de ruptura de grano en ambas velocidades (Guerrero, 2013); también coincide con la especie *Matisia cordata* Humboldt & Bonpland (sapote), ya que en el taladrado identificó el defecto de ruptura de grano trabajando con velocidades de giro de cuchilla de 890 y 1 580 RPM, además, el comportamiento fue calificado como bueno (Pezo, 2014); de igual forma sucedió con la especie *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo), puesto a que en el taladrado el comportamiento fue calificado como excelente para las velocidades de

giro del cabezal de 890 y 1 580 RPM, además, se registró que el defecto principal fue la ruptura de grano (Villanueva, 2015).

V. CONCLUSIONES

- En el cepillado, los ángulos de 15 y 25º reportaron calidad regular, mientras que el ángulo de 35º reportó calidad buena. Asimismo, el sentido de corte en contra del grano reportó mejores resultados que a favor del grano. Los mejores resultados en ángulos de 35º, a favor del grano, se reportaron en el nivel ápice y en el corte oblicuo; mientras que, en contra del grano, se reportaron en el nivel ápice y en el corte tangencial.

- En el torneado, el ángulo de 30º reporta los mejores resultados (calidad buena). El punto de corte (interior y filo) no reportaron diferencias significativas. Los mejores resultados en ángulos de 30º, en el interior y en el filo, se reportaron en el nivel base.

- En el taladrado, se calificaron los defectos en la entrada y en la salida como buena, mientras que en el interior como excelente. Los mejores resultados en la primera velocidad, en la entrada, se reportó en el nivel ápice y en el corte radial; mientras que en el interior y en la salida, se reportaron en el nivel base y en el corte radial. Los mejores resultados en la segunda velocidad, en la entrada, se reportó en el nivel ápice y en el corte tangencial; en el interior, se reportó en los niveles medio y ápice, y en el corte tangencial; mientras que, en la salida, se reportó en el nivel medio y corte radial.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Evaluar la influencia de la fase lunar de cosecha de los árboles de *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico (vilco pashaco) en el comportamiento al proceso de maquinado.

- Comportamiento de la madera de *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico (vilco pashaco) al proceso de moldurado, lijado y acabado.

- Comportamiento de la madera de *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico (vilco pashaco) al proceso de maquinado en función a las orientaciones (norte, sur, este y oeste).

- Determinación de componentes químicos de la madera de *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico (vilco pashaco).

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arrascue, G, I. (2013). Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de *Brosimum utile* Kunth (panguana) y su variación en los diferentes niveles del fuste, proveniente de la provincia de Padre Abad – región Ucayali [Tesis para optar el Título, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio UNU. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/1808/000000479T.pdf?sequence=3&isAllowed=y

ASTM (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).ASTM international. www.astm.org

COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas). 1972. (458, 459, 461,462, 555, 464, 466, 742, y 743). Buenos Aires, Argentina.

CUPROFOR (Centro de Utilización y Promoción de Productos Forestales). (1999). Honduras, Centro América. http://www.upv.es/VALORES/Documentaci%F3n/Reuni%F3n%20Madrid/Presentaciones/Fundaci%F3n%20CUPROFOR

Duran, F. A. (2007). Manual: La construcción de viviendas en madera. https://www.academia.edu/7328816/Manual_construccion_de_viviendas_en_madera

French, G. (1977). Diseño y operación de aserraderos de maderas duras tropicales. Lima - Perú.

García, H, A. (2006). Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de *Ficus insípida* Wild. (ojé renaco) de la zona del Tamaya – Masisea (Alto Ucayali), Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, de la Universidad Nacional de Ucayali, 2006. (Tesis para optar el Título, Universidad Nacional de Ucayali).

http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/1917/000000855T.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Grigoriev, A. (1985). Estudio de materiales para ebanistas y carpinteros. Edit. MIR. Moscú - Rusia. https://www.iberlibro.com/ESTUDIO-MATERIALES-EBANISTAS-CARPINTEROS-Traducido-ruso/30905817034/bd

Guerrero, D. J. (2013). Trabajabilidad a tres niveles del fuste de la madera pashaco blanco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake), procedente de bosque secundario - Ucayali, Facultad de Recursos Naturales Renovables, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2013. (Tesis para optar el Título, Universidad Nacional Agraria de la Selva). https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/959/T.FRS-130.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Holdridge, R. (1987). Ecología basada en zonas de vida. 3 ed. San José, Costa Rica, Servicio editorial IICA.

Honorato, S. y Fuentes, E. (2001). Propiedades físico-mecánicas de la madera de cinco especies de encino del estado de Guanajuato. México. http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/911

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (1996). Manual de identificación de especies forestales de la subregión andina. INIA-OIMT. Primera edición. Lima, Perú.

JUNAC (Junta del Acuerdo de Cartagena). (1983). Estudio de características de trabajabilidad de 105 maderas de los bosques tropicales del Grupo Andino. Parte l. PADT-REFORT (1974) Lima - Perú.

Koch, P. (1964). Procesos de mecanizado de madera. La prensa Compañía Ronald. New York. https://academic.oup.com/forestry/article-pdf/38/2/238/6898520/38-2-238.pdf

Koch, P. (1972). Utilización de pinos del sur – Volumen 1. Manual Agrícola. SFES-AH-420. Asheville, NC: Servicio Forestal del USDA, Estación Experimental Forestal del Sur. https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/40211

Lluncor, D. G. (1977). Relaciones entre las características de cepillado de algunas maderas de Venezuela y sus propiedades físico-mecánicas y anatómicas. Universidad de los Andes, 1977. (Tesis para optar el Grado de Maestro, Universidad de los Andes, Mérida – Venezuela).

Lluncor M, D. (1989). Trabajabilidad de nueve especies maderables de la zona Selva Baja (Allpahuayo-Jenaro Herrera). N°1. Temas Forestales. Pucallpa, Perú.

Machuca, R., Borja, A., Morales, E. y Flores, R. (mayo, 2012). Trabajabilidad de la madera de *Pinus oaxacana* Mirov. Proveniente de una plantación en el estado de México. Universidad Autónoma Chapingo. México. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 2(18). https://www.redalyc.org/pdf/629/62924540005.pdf

Martínez, E. y Martínez, J. L. (enero, 1996). Características de cepillado y lijado de 33 especies de madera. Madera y Bosques, 2(2). Instituto de Ecología, AC México. https://www.researchgate.net/publication/237037614_Caracteristicas_de_cepillado_y_lijado_de_33_especies_de_madera

Meneses, O, S. (2011). Identificación de usos probables de *Pinus patula* Schlect. et Cham. con base en la determinación de las propiedades físico-mecánicas y de trabajabilidad de la madera en Iltaqui – Cotacachi - Imbarura, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, de la Universidad Técnica del Norte, 2011. (Tesis para optar el Título, Universidad Técnica del Norte). http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1982/1/03TESIS192.pdf

Müller, J., Dos Santos, H. y Costa, J. (junio, 2016). Superación de la latencia de semillas de *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico. Floresta e Ambiente. 10.1590/2179-8087.104514. https://www.researchgate.net/publication/299521717_Superacao_de_Dormencia_de_Sementes_de_Albizia_pedicellaris_DC_L_Rico

Muñoz, C. y Flores, C. (1989). Determinación de los usos posibles de *Alnus acuminata* y *Freziera canencens*, en base al estudio de las propiedades físico-mecánicas y de trabajabilidad. Tesis, Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador.

Murillo, W. (2008). La investigación científica. https://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/invest-cientifica.shtml

Nutsch, W. (1992). Tecnología de la madera y del mueble. https://books.google.co.cr/books?id=ii1i7ZCDDuYC&printsec=copyright#v=onepage&q=madera&f=false

Ñaupari, C. N. (2021). Estudio a la trabajabilidad y su variación en tres niveles longitudinales del fuste de la madera de *Caryocar glabrum* Aubl. Pers. (almendro), de la zona de Utuquinia – región Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, de la Universidad Nacional de Ucayali, 2021. (Tesis para optar el Título, Universidad Nacional de Ucayali). http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4706/UNU_FORESTAL_2021_T_CESIA-NAUPARI-ALARCON.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Orrego, D, R. (2010). Trabajabilidad de la madera de capirona (*Calycophyllum spruceanum*) procedente de plantaciones de la cuenca del río Aguaytía en la región de Ucayali – Perú, Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2010. (Tesis para optar el Título, Universidad Nacional Agraria La Molina). https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/450/K50.O75-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Peñaloza, D, O. (2005). Características de trabajabilidad de la madera de ingaina (*Myrsine oligophilla*), Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2005. (Tesis para optar el Título, Universidad Nacional Agraria La Molina). https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/406/K50.P46-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pezo, R. (2014). Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de *Matisia cordata* Humboldt & Bonpland (sapote) y su variación en los diferentes niveles del fuste proveniente del distrito de Irazola, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, de la Universidad Nacional de Ucayali, 2014. (Tesis para optar el Título, Universidad Nacional de Ucayali).

http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3957/000001954T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Plaza, I, J. (2009). Características de trabajabilidad de la madera de *Tetrorchidium rubrivenium* Poeppig (col de monte) procedente de la zona de Oxapampa, Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2009. (Tesis para optar el Título, Universidad Nacional Agraria La Molina). https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/441/K50-P7-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Serrano, J. R. (2000). Trabajabilidad de la madera. Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de ingeniería Forestal – Instituto Nacional de aprendizaje, Núcleo de tecnología de los materiales, Industria de la madera y afines. https://es.scribd.com/document/353381581/Trabajabilidad-de-La-Madera-Costa-Rica

Serrano, R. y Sáenz, M. (2001). Trabajabilidad de teca (*Tectona grandis*) de Costa Rica y Panamá. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal, Centro de Investigaciones en Integración Bosque Industria. Cartago, Costa Rica. http://www.una.ac.cr/inis/docs/teca/temas/TrabajabilidadSerrano1.pdf

Torres, J. (1966). Conservación de maderas en su aspecto práctico. Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal de Investigación y experiencias. España. https://books.google.com.pe/books/about/Conservaci%C3%B3n_de_maderas_en_su_aspecto_p.html?id=8nsqAQAAMAAJ&redir_esc=y

Vignote, S. y Jiménez, F. (2000). Tecnología de la madera. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, ES. Mundi - Prensa. https://www.iberlibro.com/Tecnologia-madera-Vignote-Pe%C3%B1a-S.Jimenez-Peris/19184350397/bd

Villanueva, V. (2015). Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) en los niveles longitudinales del fuste del árbol, procedente de las provincias de Coronel Portillo y Padre Abad del departamento de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, de la Universidad Nacional de Ucayali, 2015. (Tesis para optar el Título, Universidad Nacional de Ucayali).

http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/1581/000001998T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

WFO (The World Flora Online) (2002). *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico. http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000210485

Zavala, Z. D. (1993). Factores que influyen en las características de Maquinado de la Madera. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Gobierno de México. http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/1115

Zavala, D. y Vázquez, M. (octubre, 2001). Determinación de las características de maquinado de la madera de 34 especies tropicales. Revista Chapingo, serie ciencias forestales y del ambiente. México Distrito Federal. https://revistas.chapingo.mx/forestales/phpscript/download.php?file=completo&id=MTE0MA==

ANEXOS

Anexo 01. Panel fotográfico

Figura 30. Colecta de muestra botánica de los árboles de vilco pashaco

Figura 31. Muestra botánica sobre muestra de madera de un árbol de vilco pashaco

Figura 32. Muestra botánica envuelta en papel periódico

Figura 33. Muestra botánica en su respectiva prensa botánica

Figura 34. Medición de tablas en el campo

Figura 35. Codificación de tablas en el campo

Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad de Recursos Naturales Renovables
Departamento Académico de Ciencias Ambientales
Cátedra de Ecología

C-002-2022-JB-FRNR-UNAS

CERTIFICADO

El que suscribe, profesor de Ecología con línea de investigación en Sistemática Vegetal, de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, certifica que los especímenes colectados de una especie proveniente del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, correspondiente al proyecto de tesis **Comportamiento de la madera de *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico (vilco pashaco) al proceso de maquinado a tres alturas de fuste,** presentado por el Bach. PAUL MAYCOL VÁSQUEZ GUERRERO para su determinación pertenece a la especie que se indica a continuación:

Reino:	: Plantae
División:	: Spermatophyta
Clase:	**:** Magnoliopsida
Orden:	**:** Fabales
Familia:	: Fabaceae
Género:	: Albizia
Especie:	: *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Tingo María, 21 de julio del 2022

Dr. Edilberto Chuquilín Bustamante
Profesor Asociado
Cátedra de Ecología
Jefe del Jardín Botánico-UNAS
Departamento Académico de Ciencias Ambientales
Facultad de Recursos Naturales Renovables
Universidad Nacional Agraria de la Selva

Carretera Central km. 1.21
Tingo María, Huánuco, Perú
Teléfono: 062-562702
webmaster@unas.edu.pe

Figura 36. Certificado de identificación de especie

Anexo 01. Tablas de evaluación

Tabla 22. Tipos de defectos y frecuencia según el sentido de corte y ángulo de corte del cepillado

Defectos	15º		25º		35º	
	A favor	En contra	A favor	En contra	A favor	En contra
Grano arrancado	13	8	12	7	39	32
Grano levantado	22	40	12	26	27	30
Grano velloso	3	3	5	8	25	24
Marca de astillas	97	84	106	94	44	49
Total	135	135	135	135	135	135

Tabla 23. Tipos de defectos y frecuencia según punto de corte y ángulo de corte

Defectos	0º		15º		30º	
	Interior	Filo	Interior	Filo	Interior	Filo
Grano arrancado	25	29	29	27	31	34
Grano velloso	1	0	2	3	5	6
Grano rugoso	19	16	14	15	9	5
Total	45	45	45	45	45	45

Tabla 24. Tipos de defectos y frecuencia según momento de perforación y velocidad de perforación

Defectos	1era Velocidad			2da Velocidad		
	Entrada	Interior	Salida	Entrada	Interior	Salida
Grano velloso	10	34	1	5	34	0
Ruptura de grano	80	0	103	110	0	21
Grano rugoso	45	2	31	20	0	114
Aplastamiento	0	99	0	0	101	0
Total	135	135	135	135	135	135

Tabla 25. Contenido de humedad y densidad básica de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco)

Nivel	Nº árbol	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Volumen húmedo (cm^3)	Contenido de humedad (%)	Densidad básica (g/cm^3)
Base	1	72,0	32,5	90,0	121,40	0,36
	2	59,0	31,6	90,0	86,65	0,35
	3	78,0	45,4	90,0	71,96	0,50
Medio	1	78,0	43,0	90,0	81,56	0,48
	2	58,0	30,0	90,0	93,14	0,33
Ápice	1	59,0	35,3	90,0	67,19	0,39
	2	53,0	25,5	90,0	107,68	0,28
Promedio		65,3	34,8	90,0	89,94	0,39

Tabla 26. Datos de cepillado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) con ángulo de 15º

Nº Árbol	Nivel de corte	Plano de corte	A favor			En contra		
			Defecto	Grado	Calidad	Defecto	Grado	Calidad
1	Base	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Base	Radial	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Grano Levantado	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	4	Malo
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Tangencial	Grano Arrancado	3	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Arrancado	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Grano Levantado	3	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Oblicuo	Grano Levantado	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Radial	Grano Levantado	4	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
	Medio	Radial	Grano Levantado	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular

	Medio	Radial	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Radial	Grano Levantado	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Arrancado	4	Malo
	Medio	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Medio	Tangencial	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Tangencial	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Levantado	3	Regular
	Medio	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	4	Malo
	Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Oblicuo	Grano Levantado	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Oblicuo	Grano Levantado	4	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
	Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	4	Malo
	Ápice	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Radial	Grano Levantado	4	Malo	Grano Levantado	3	Regular
	Ápice	Radial	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Levantado	3	Regular
	Ápice	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Tangencial	Grano Velloso	3	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Arrancado	3	Regular
	Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular

	Ápice	Oblicuo	Grano Levantado	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Grano Arrancado	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	4	Malo
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Levantado	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Grano Arrancado	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Base	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Grano Levantado	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Grano Levantado	4	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
	Base	Radial	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	4	Malo
2	Base	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Grano Arrancado	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Velloso	3	Regular
	Base	Oblicuo	Grano Arrancado	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Arrancado	4	Malo
	Medio	Radial	Grano Levantado	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular

Medio	Radial	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Radial	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Levantado	3	Regular
Medio	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	4	Malo
Medio	Tangencial	Grano Levantado	4	Malo	Grano Levantado	4	Malo
Medio	Tangencial	Grano Levantado	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Arrancado	3	Regular
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	4	Malo
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Oblicuo	Grano Arrancado	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	4	Malo
Ápice	Radial	Grano Arrancado	4	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
Ápice	Radial	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
Ápice	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Ápice	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Arrancado	3	Regular
Ápice	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	4	Malo
Ápice	Tangencial	Grano Arrancado	4	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
Ápice	Tangencial	Grano Arrancado	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Levantado	3	Regular

	Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
	Ápice	Oblicuo	Grano Arrancado	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
3	Base	Radial	Grano Velloso	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
	Base	Radial	Grano Levantado	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
	Base	Tangencial	Grano Levantado	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	4	Malo
	Base	Oblicuo	Grano Levantado	4	Malo	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Radial	Grano Levantado	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular

	Medio	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Medio	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Medio	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Medio	Tangencial	Grano Levantado	4	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
	Medio	Tangencial	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Velloso	3	Regular
	Medio	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Tangencial	Grano Arrancado	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Arrancado	4	Malo
	Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Oblicuo	Grano Levantado	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Levantado	3	Regular
	Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Radial	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Levantado	4	Malo
	Ápice	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Ápice	Radial	Grano Velloso	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Ápice	Radial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Tangencial	Grano Arrancado	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Ápice	Tangencial	Grano Arrancado	4	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
	Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular

	Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Levantado	3	Regular
	Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	4	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Velloso	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Grano Levantado	3	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	4	Malo	Grano Arrancado	4	Malo

Tabla 27. Datos de cepillado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) con ángulo de 25º

Nº Árbol	Nivel de corte	Plano de corte	A favor		En contra		
			Defecto	Calidad	Defecto	Grado	Calidad
	Base	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	4	Malo
	Base	Tangencial	Grano Arrancado	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
1	Base	Tangencial	Grano Levantado	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Grano Levantado	Regular	Grano Velloso	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Radial	Marca de Astillas	Malo	Grano Arrancado	4	Malo
	Medio	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Radial	Grano Velloso	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular

Medio	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	3	Regular
Medio	Tangencial	Grano Arrancado	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Oblicuo	Grano Levantado	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	3	Regular
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Ápice	Radial	Marca de Astillas	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
Ápice	Radial	Grano Levantado	Regular	Grano Levantado	3	Regular
Ápice	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Ápice	Radial	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	3	Regular
Ápice	Radial	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	4	Malo
Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
Ápice	Oblicuo	Grano Levantado	Regular	Marca de Astillas	3	Regular

	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	4	Malo
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	3	Regular
2	Base	Radial	Grano Arrancado	Regular	Grano Levantado	4	Malo
	Base	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	Malo	Grano Velloso	3	Regular
	Base	Radial	Grano Levantado	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	Malo	Grano Arrancado	3	Regular
	Base	Tangencial	Grano Velloso	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Tangencial	Grano Arrancado	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Medio	Radial	Grano Velloso	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular

	Medio	Radial	Marca de Astillas	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
	Medio	Radial	Grano Arrancado	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Grano Velloso	3	Regular
	Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Oblicuo	Grano Levantado	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Radial	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Ápice	Radial	Grano Arrancado	Regular	Grano Levantado	4	Malo
	Ápice	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Grano Velloso	3	Regular
	Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Grano Arrancado	3	Regular
	Ápice	Tangencial	Grano Arrancado	Regular	Marca de Astillas	3	Regular

	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Grano Velloso	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Grano Levantado	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Grano Arrancado	3	Regular
	Base	Radial	Grano Velloso	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	4	Malo
	Base	Radial	Grano Arrancado	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	Malo	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	4	Malo
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
3	Base	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Grano Velloso	3	Regular
	Base	Oblicuo	Grano Levantado	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Grano Arrancado	3	Regular
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Medio	Radial	Grano Velloso	Regular	Grano Levantado	3	Regular

Medio	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Radial	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	3	Regular
Medio	Radial	Grano Arrancado	Regular	Grano Levantado	4	Malo
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Grano Velloso	3	Regular
Medio	Tangencial	Grano Levantado	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	Malo	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Grano Arrancado	3	Regular
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Ápice	Radial	Marca de Astillas	Malo	Marca de Astillas	4	Malo
Ápice	Radial	Marca de Astillas	Regular	Grano Levantado	3	Regular
Ápice	Radial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Ápice	Radial	Marca de Astillas	Malo	Grano Levantado	3	Regular
Ápice	Radial	Grano Arrancado	Regular	Grano Levantado	3	Regular
Ápice	Tangencial	Grano Arrancado	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	Malo	Grano Velloso	4	Malo
Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular

	Ápice	Tangencial	Grano Levantado	Malo	Grano Arrancado	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Ápice	Oblicuo	Grano Arrancado	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	3	Regular
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	Regular	Marca de Astillas	4	Malo
	Ápice	Oblicuo	Grano Levantado	Malo	Marca de Astillas	3	Regular

Tabla 28. Datos de cepillado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) con ángulo de 35º

Nº Árbol	Nivel de corte	Plano de corte	A favor			En contra		
			Defecto	Grado	Calidad	Defecto	Grado	Calidad
	Base	Radial	Grano Levantado	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
	Base	Radial	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Radial	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
	Base	Radial	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
	Base	Radial	Grano Velloso	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
	Base	Tangencial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Velloso	2	Bueno
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	1	Exelente	Marca de Astillas	2	Bueno
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	2	Bueno
	Base	Tangencial	Grano Arrancado	2	Bueno	Marca de Astillas	1	Exelente
1	Base	Tangencial	Marca de Astillas	1	Exelente	Marca de Astillas	2	Bueno
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
	Base	Oblicuo	Grano Levantado	3	Regular	Grano Levantado	2	Bueno
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
	Base	Oblicuo	Grano Levantado	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
	Base	Oblicuo	Grano Levantado	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
	Medio	Radial	Grano Levantado	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
	Medio	Radial	Grano Levantado	2	Bueno	Marca de Astillas	3	Regular
	Medio	Radial	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
	Medio	Radial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Velloso	3	Regular

Medio	Radial	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	3	Regular
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
Medio	Tangencial	Grano Levantado	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	1	Exelente	Marca de Astillas	2	Bueno
Medio	Tangencial	Grano Levantado	1	Exelente	Grano Levantado	1	Exelente
Medio	Oblicuo	Grano Levantado	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	1	Exelente	Grano Velloso	2	Bueno
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Velloso	3	Regular
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	3	Regular
Ápice	Radial	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Velloso	2	Bueno
Ápice	Radial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
Ápice	Radial	Grano Velloso	3	Regular	Grano Levantado	3	Regular
Ápice	Radial	Grano Levantado	2	Bueno	Grano Velloso	2	Bueno
Ápice	Radial	Marca de Astillas	1	Exelente	Marca de Astillas	2	Bueno
Ápice	Tangencial	Grano Levantado	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
Ápice	Tangencial	Grano Velloso	2	Bueno	Marca de Astillas	3	Regular
Ápice	Tangencial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Velloso	3	Regular
Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Velloso	2	Bueno
Ápice	Tangencial	Grano Arrancado	3	Regular	Marca de Astillas	1	Exelente
Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno

	Ápice	Oblicuo	Grano Levantado	2	Bueno	Grano Levantado	1	Exelente
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
	Ápice	Oblicuo	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Velloso	2	Bueno
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
	Base	Radial	Grano Velloso	3	Regular	Grano Velloso	2	Bueno
	Base	Radial	Grano Velloso	3	Regular	Grano Velloso	2	Bueno
	Base	Radial	Grano Velloso	3	Regular	Grano Velloso	2	Bueno
	Base	Radial	Grano Arrancado	1	Exelente	Grano Velloso	3	Regular
	Base	Radial	Grano Levantado	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
	Base	Tangencial	Grano Arrancado	4	Malo	Marca de Astillas	1	Exelente
	Base	Tangencial	Grano Arrancado	3	Regular	Marca de Astillas	1	Exelente
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Arrancado	1	Exelente
	Base	Tangencial	Grano Arrancado	3	Regular	Marca de Astillas	2	Bueno
2	Base	Tangencial	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
	Base	Oblicuo	Grano Arrancado	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
	Base	Oblicuo	Grano Arrancado	1	Exelente	Marca de Astillas	2	Bueno
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
	Base	Oblicuo	Grano Levantado	1	Exelente	Grano Levantado	2	Bueno
	Base	Oblicuo	Grano Levantado	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
	Medio	Radial	Grano Levantado	3	Regular	Grano Arrancado	2	Bueno
	Medio	Radial	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Arrancado	3	Regular
	Medio	Radial	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno

	Medio	Radial	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
	Medio	Radial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
	Medio	Tangencial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Velloso	2	Bueno
	Medio	Tangencial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Velloso	2	Bueno
	Medio	Tangencial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Velloso	2	Bueno
	Medio	Tangencial	Grano Arrancado	4	Malo	Grano Levantado	1	Exelente
	Medio	Tangencial	Grano Arrancado	3	Regular	Grano Arrancado	2	Bueno
	Medio	Oblicuo	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
	Medio	Oblicuo	Grano Arrancado	3	Regular	Grano Arrancado	3	Regular
	Medio	Oblicuo	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Arrancado	3	Regular
	Medio	Oblicuo	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
	Medio	Oblicuo	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Arrancado	3	Regular
	Ápice	Radial	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
	Ápice	Radial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
	Ápice	Radial	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
	Ápice	Radial	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
	Ápice	Radial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Velloso	3	Regular
	Ápice	Tangencial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Velloso	1	Exelente
	Ápice	Tangencial	Grano Velloso	1	Exelente	Grano Velloso	1	Exelente
	Ápice	Tangencial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Velloso	2	Bueno
	Ápice	Tangencial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Velloso	2	Bueno
	Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno

	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	1	Exelente	Marca de Astillas	1	Exelente
	Ápice	Oblicuo	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
	Ápice	Oblicuo	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Velloso	2	Bueno
	Ápice	Oblicuo	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Arrancado	1	Exelente
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	2	bueno
	Base	Radial	Grano Levantado	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
	Base	Radial	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
	Base	Radial	Grano Arrancado	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
	Base	Radial	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Levantado	3	Regular
	Base	Radial	Grano Velloso	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
	Base	Tangencial	Grano Arrancado	3	Regular	Grano Arrancado	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	2	Bueno
3	Base	Tangencial	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Tangencial	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	1	Exelente	Marca de Astillas	2	Bueno
	Base	Oblicuo	Marca de Astillas	3	Regular	Marca de Astillas	2	Bueno
	Base	Oblicuo	Grano Arrancado	3	Regular	Grano Arrancado	3	Regular
	Base	Oblicuo	Grano Levantado	2	Bueno	Marca de Astillas	3	Regular
	Base	Oblicuo	Grano Levantado	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
	Medio	Radial	Grano Levantado	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
	Medio	Radial	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno

Medio	Radial	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
Medio	Radial	Grano Levantado	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
Medio	Radial	Grano Arrancado	3	Regular	Grano Levantado	2	Bueno
Medio	Tangencial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Regular
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
Medio	Tangencial	Grano Levantado	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
Medio	Tangencial	Marca de Astillas	3	Regular	Grano Levantado	2	Bueno
Medio	Tangencial	Grano Arrancado	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
Medio	Oblicuo	Grano Levantado	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
Medio	Oblicuo	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
Medio	Oblicuo	Grano Velloso	3	Regular	Marca de Astillas	2	Bueno
Ápice	Radial	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
Ápice	Radial	Marca de Astillas	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno
Ápice	Radial	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Velloso	3	Regular
Ápice	Radial	Grano Arrancado	3	Regular	Grano Velloso	2	Bueno
Ápice	Radial	Grano Arrancado	3	Regular	Grano Levantado	2	Bueno
Ápice	Tangencial	Grano Levantado	2	Bueno	Grano Arrancado	3	Regular
Ápice	Tangencial	Grano Velloso	2	Bueno	Grano Arrancado	3	Regular
Ápice	Tangencial	Grano Levantado	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
Ápice	Tangencial	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno

	Ápice	Tangencial	Grano Arrancado	3	Regular	Marca de Astillas	2	Bueno
	Ápice	Oblicuo	Grano Levantado	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
	Ápice	Oblicuo	Grano Levantado	2	Bueno	Grano Levantado	2	Bueno
	Ápice	Oblicuo	Marca de Astillas	2	Bueno	Marca de Astillas	2	Bueno
	Ápice	Oblicuo	Grano Arrancado	3	Regular	Marca de Astillas	2	Bueno
	Ápice	Oblicuo	Grano Arrancado	2	Bueno	Grano Arrancado	2	Bueno

Tabla 29. Datos de torneado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) con ángulo de 0º

Nº Árbol	Nivel	Interior	Filo	Calidad
		Defecto de grado	Defecto de grado	
	Base	Grano Arrancado	Rugoso	Bueno
	Base	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Base	Grano Arrancado	Rugoso	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Rugoso	Bueno
	Base	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Medio	Rugoso	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Regular
1	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Grano Arrancado	Rugoso	Bueno
	Ápice	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Ápice	Grano Arrancado	Rugoso	Regular
	Ápice	Rugoso	Rugoso	Bueno
	Ápice	Rugoso	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Rugoso	Regular
	Base	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Base	Grano Arrancado	Rugoso	Regular
	Base	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Base	Grano Arrancado	Rugoso	Regular
	Base	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Medio	Grano Velloso	Rugoso	Bueno
	Medio	Rugoso	Grano Arrancado	Bueno
2	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Grano Arrancado	Rugoso	Regular
	Ápice	Rugoso	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Rugoso	Regular
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Regular
	Base	Rugoso	Grano Arrancado	Bueno
	Base	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Base	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
3	Base	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Base	Rugoso	Rugoso	Regular
	Medio	Grano Arrancado	Rugoso	Bueno
	Medio	Rugoso	Grano Arrancado	Regular

Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
Medio	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
Medio	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
Ápice	Grano Arrancado	Rugoso	Bueno
Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Regular
Ápice	Grano Arrancado	Rugoso	Regular
Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
Ápice	Rugoso	Grano Arrancado	Bueno

Tabla 30. Datos de torneado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) con ángulo de 15º

Nº Árbol	Nivel	Interior	Filo	Calidad
		Defecto de grado	Defecto de grado	
	Base	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Base	Grano Arrancado	Rugoso	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Grano Velloso	Regular
	Base	Rugoso	Rugoso	Regular
	Medio	Grano Arrancado	Rugoso	Regular
	Medio	Grano Velloso	Rugoso	Bueno
1	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Regular
	Medio	Grano Arrancado	Rugoso	Regular
	Ápice	Rugoso	Grano Velloso	Bueno
	Ápice	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Ápice	Grano Arrancado	Rugoso	Bueno
	Ápice	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Ápice	Rugoso	Rugoso	Regular
	Base	Grano Arrancado	Grano Velloso	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Base	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Base	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Regular
	Medio	Rugoso	Rugoso	Bueno
	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
2	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Rugoso	Regular
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Regular
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Base	Grano Arrancado	Rugoso	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Rugoso	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
3	Base	Rugoso	Rugoso	Regular
	Base	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Medio	Grano Arrancado	Rugoso	Bueno
	Medio	Grano Arrancado	Rugoso	Regular

	Medio	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Regular
	Medio	Grano Velloso	Grano Arrancado	Regular
	Ápice	Grano Arrancado	Rugoso	Bueno
	Ápice	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Rugoso	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno

Tabla 31. Datos de torneado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) con ángulo de 30º

Nº Árbol	Nivel	Interior	Filo	Calidad
		Defecto de grado	Defecto de grado	
	Base	Rugoso	Grano Arrancado	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Grano Velloso	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Rugoso	Regular
	Base	Grano Velloso	Grano Arrancado	Bueno
	Base	Grano Velloso	Grano Velloso	Bueno
	Medio	Grano Arrancado	Rugoso	Regular
	Medio	Grano Velloso	Grano Velloso	Bueno
1	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Rugoso	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Grano Velloso	Rugoso	Regular
	Ápice	Rugoso	Grano Velloso	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Regular
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Rugoso	Regular
	Base	Rugoso	Grano Arrancado	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Base	Grano Velloso	Grano Arrancado	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
2	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Velloso	Regular
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Rugoso	Grano Arrancado	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Regular
	Base	Rugoso	Grano Arrancado	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Rugoso	Bueno
	Base	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Rugoso	Grano Velloso	Regular
3	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Rugoso	Grano Arrancado	Regular
	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Medio	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Regular
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno

	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Bueno
	Ápice	Grano Arrancado	Grano Arrancado	Regular

Tabla 32. Datos de taladrado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) en la primera velocidad

Nº de Árbol	Nivel	Plano de corte	1era Velocidad					
			Entrada		Interior		Salida	
			Defecto	Grado	Defecto	Grado	Defecto	Grado
1	Base	Radial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Radial	Grano Velloso	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	3
	Base	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Radial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Rugosidad	2
	Base	Radial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	2	Rugosidad	2
	Base	Tangencial	Grano Velloso	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Rugosidad	3
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	2	Rugosidad	2
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Rugosidad	2
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Grano Velloso	2
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Rugosidad	3
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Grano Velloso	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	3
	Medio	Radial	Grano Velloso	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Medio	Radial	Rugosidad	3	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	3
	Medio	Radial	Grano Velloso	2	Aplastamiento	3	Rugosidad	3

Medio	Radial	Rugosidad	2	Grano Velloso	3	Rugosidad	2
Medio	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Rugosidad	2
Medio	Tangencial	Rugosidad	2	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2
Medio	Tangencial	Rugosidad	3	Rugosidad	2	Ruptura de Grano	2
Medio	Tangencial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Medio	Tangencial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Rugosidad	3
Medio	Oblicuo	Rugosidad	2	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	3
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Rugosidad	2	Ruptura de Grano	3
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Medio	Oblicuo	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Ápice	Radial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Ápice	Radial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Rugosidad	2
Ápice	Radial	Rugosidad	2	Grano Velloso	3	Rugosidad	3
Ápice	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Ápice	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Rugosidad	2
Ápice	Tangencial	Grano Velloso	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Ápice	Tangencial	Rugosidad	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2
Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Rugosidad	3
Ápice	Tangencial	Rugosidad	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
Ápice	Tangencial	Rugosidad	2	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2

	Ápice	Oblicuo	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Oblicuo	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Oblicuo	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Radial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Radial	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	2	Rugosidad	2
	Base	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Radial	Rugosidad	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Radial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Tangencial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Tangencial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
2	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	2	Rugosidad	2
	Base	Oblicuo	Grano Velloso	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	2	Rugosidad	2
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Rugosidad	2
	Medio	Radial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Medio	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3

Medio	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
Medio	Radial	Rugosidad	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
Medio	Radial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Medio	Tangencial	Rugosidad	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2
Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Rugosidad	2
Medio	Tangencial	Rugosidad	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	3
Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	3
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
Ápice	Radial	Rugosidad	2	Aplastamiento	2	Rugosidad	2
Ápice	Radial	Rugosidad	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	3
Ápice	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
Ápice	Radial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Ápice	Radial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Ápice	Tangencial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Rugosidad	2
Ápice	Tangencial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3

	Ápice	Tangencial	Grano Velloso	2	Aplastamiento	3	Rugosidad	2
	Ápice	Oblicuo	Rugosidad	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Oblicuo	Rugosidad	3	Grano Velloso	3	Rugosidad	2
	Ápice	Oblicuo	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Oblicuo	Rugosidad	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Oblicuo	Rugosidad	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
3	Base	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Rugosidad	3
	Base	Radial	Rugosidad	2	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2
	Base	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Radial	Grano Velloso	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Rugosidad	2
	Base	Tangencial	Rugosidad	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Rugosidad	2
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Rugosidad	3
	Medio	Radial	Grano Velloso	3	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2

	Medio	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Medio	Radial	Rugosidad	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Medio	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Medio	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Rugosidad	3
	Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Medio	Tangencial	Rugosidad	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2
	Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Rugosidad	3
	Ápice	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Radial	Rugosidad	3	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	2	Rugosidad	2
	Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3

	Ápice	Tangencial	Rugosidad	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Rugosidad	3
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3

Tabla 33. Datos de torneado de madera de *Albizia pedicellaris* (vilco pashaco) en la segunda velocidad

Nº de Árbol	Nivel	Plano de corte	2da Velocidad					
			Entrada		Interior		Salida	
			Defecto	Grado	Defecto	Grado	Defecto	Grado
1	Base	Radial	Rugosidad	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2
	Base	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Base	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Rugosidad	2
	Base	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Base	Tangencial	Rugosidad	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	3
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2
	Base	Oblicuo	Rugosidad	2	Aplastamiento	2	Rugosidad	2
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Rugosidad	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2
	Medio	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Medio	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Medio	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Rugosidad	3

Medio	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
Medio	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Medio	Tangencial	Rugosidad	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2
Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Rugosidad	2
Medio	Tangencial	Grano Velloso	2	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	3
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2
Medio	Oblicuo	Rugosidad	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
Ápice	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Ápice	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
Ápice	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Ápice	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Ápice	Radial	Rugosidad	3	Grano Velloso	2	Rugosidad	3
Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Rugosidad	2
Ápice	Tangencial	Rugosidad	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3

	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Oblicuo	Rugosidad	2	Aplastamiento	2	Rugosidad	3
	Base	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Radial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Tangencial	Grano Velloso	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Rugosidad	2
2	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Rugosidad	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Rugosidad	2
	Medio	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Medio	Radial	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	3

Medio	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
Medio	Radial	Rugosidad	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2
Medio	Radial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	3
Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Rugosidad	3
Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2
Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
Medio	Oblicuo	Rugosidad	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	3
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Rugosidad	2
Ápice	Radial	Grano Velloso	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
Ápice	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Ápice	Radial	Rugosidad	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Ápice	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
Ápice	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Rugosidad	3
Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2
Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2

	Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Rugosidad	3
	Ápice	Oblicuo	Rugosidad	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	2	Rugosidad	3
	Base	Radial	Rugosidad	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Base	Radial	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Base	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Radial	Grano Velloso	3	Aplastamiento	2	Rugosidad	3
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
3	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Base	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Rugosidad	2
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Rugosidad	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	3
	Base	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Medio	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3

	Medio	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Medio	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Rugosidad	2
	Medio	Radial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2
	Medio	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2
	Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	3
	Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Medio	Tangencial	Rugosidad	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2
	Medio	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Rugosidad	2
	Medio	Oblicuo	Grano Velloso	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2
	Medio	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Medio	Oblicuo	Rugosidad	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Radial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Rugosidad	2
	Ápice	Radial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Radial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Radial	Rugosidad	3	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Rugosidad	3
	Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3

	Ápice	Tangencial	Ruptura de Grano	2	Grano Velloso	3	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Tangencial	Rugosidad	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	3
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Grano Velloso	2	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	3	Rugosidad	2
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	3	Aplastamiento	2	Ruptura de Grano	2
	Ápice	Oblicuo	Ruptura de Grano	2	Aplastamiento	3	Ruptura de Grano	3