UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

“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”

Tesis para optar el título de:

INGENIERO FORESTAL

Presentado por:

ÑAUPARI ALARCON, CESIA NOEMI

Pucallpa – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
COMISIÓN DE GRADOS Y TITULOS

ACTA DE APROBACION DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°410/2020-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa a las 11:00 a.m. del día lunes 11 de enero de 2021, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en forma virtual, mediante la plataforma unificada de comunicación y colaboración Microsoft Teams, los mismos que estuvo designados con Memo Múltiple N° 010 – 2021 – UNU – FCFyA – CGyT, conformado por los siguientes docentes:

Dr. CARLOS PANDURO CARBAJAL	Presidente
Dr. MARCO ANTONIO CHOTA ISUIZA	Miembro
Ing. M. Sc. MOISÉS TORRES VELASCO	Miembro

Se procedió a evaluar a la sustentación de la tesis denominado: **"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"**, presentado por la bachiller **ÑAUPARI ALARCON CESIA NOEMI**, asesorado por el Dr. MANUEL IVÁN SALVADOR CÁRDENAS, habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por el sustentante en consecuencia la tesis fue **APROBADO POR UNANIMIDAD Y RECOMENDACIÓN DE PUBLICACIÓN,** quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL**, después de las correcciones respectivas de la tesis. Siendo las 12:25 a.m. horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Dr. Carlos Panduro Carbajal
Presidente

Dr. Marco Antonio Chota Isuiza
Miembro

Ing. M. Sc. Moisés Torres Velasco
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS

Tesis aprobada por el jurado calificador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali como requisito para obtener el título profesional de Ingeniero Forestal, el mismo que estuvo conformado por las siguientes personas:

Dr. Carlos Panduro Carbajal

Presidente

Dr. Marco Antonio Chota Isuiza

Miembro

Ing. MSc. Moisés Torres Velasco

Miembro

Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas

Asesor

Bach. Forestal Cesia Noemi Ñaupari Alarcón

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0325-2020

La **Dirección General de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el **Informe Final (Tesis) Titulado:**

"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"

Cuyo autor (es)	:	**ÑAUPARI ALARCON, CESIA NOEMI**
Facultad	:	CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional	:	INGENIERÍA FORESTAL
Asesor(a)	:	Dr. SALVADOR CARDENAS, MANUEL IVAN

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 09%.**
En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.
En señal de conformidad y verificación se entrega la presente constancia.

Fecha: 09/12/2020

Dra. DINA PARI QUISPE
Dirección de Producción Intelectual

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, ÑAUPARI ALARCON, CESIA NOEMI.
Autor de la TESIS titulada:
"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"

Sustentada en año: 2021
Con la asesoría de: Dr. Manuel Ivan Salvador Cardenas
En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales.
Escuela profesional de: Ingeniería Forestal.

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:
Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.
Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización. Garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.
Tercero: Autorizo la publicación,

[X] **Total** (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio)
[ ] **Parcial** (significa que solo la caratula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 12/02/2021
Email: cesia.noemi14@gmail.com
Teléfono: 971203822
Firma:
DNI: 45742871

DEDICATORIA

A Dios nuestro señor por brindarme salud, confianza en mí mismo y sobre por no permitir que me rindiera ante las dificultades de la vida.

A mis padres que siempre me apoyaron para la culminación de mi carrera profesional.

A toda mi familia por el gran apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali por darme la oportunidad de cursar mis estudios universitarios y ejecución de la tesis para optar por el título profesional.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, por brindarme sus conocimientos y haber contribuido en mi formación profesional.

A mi asesor, el Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas, por su apoyo para el término de esta investigación.

A mi coasesor, el Ing. Pablo Petter Vela Mogrovejo por los consejos y el apoyo incondicional.

Al personal del taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali por las facilidades durante la ejecución de los ensayos.

Y a todas aquellas personas que hicieron posible el desarrollo de esta Investigación.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

	Pág.
ACTA DE APROBACION	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DEL CONTENIDO	v
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE GRAFICOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCION	1
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. FORMULACION DEL PROBLEMA	3
1.1.1. Problema general	3
1.1.2. Problemas específicos	3
CAPITULO II MARCO TEORICO	4
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	4
2.2. PLANTEAMIENTO TEORICO	6
2.2.1. Característica de la especie en estudio	6
A. Descripción taxonómica y características del almendro (***Caryocar glabrum*** (Aubl.) Pers.)	6
2.2.2. Propiedades físicas	7
2.2.3. Consideraciones sobre trabajabilidad de la madera	7
A) Características del elemento de corte	7

B) Cepillado 8
C) Taladrado 8
D) Torneado 9
E) Lijado 9

2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS 10

CAPITULO III METODOLOGIA 12

3.1. METODO DE INVESTIGACION 12

3.2. POBLACION Y MUESTRA 12

3.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS 12

3.3.1. Materiales 12

a) Materiales de laboratorio 12

b) Materiales de campo 13

3.3.2. Equipos 13

3.3.3. Maquinarias 13

3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS 15

3.4.1. Selección de árboles 15

3.4.2. Talado de árboles 15

3.4.3. Trozado y transporte 15

3.4.4. Preparación de las probetas 15

3.4.5. Secado de la madera 15

3.4.7. Ejecución de los ensayos 16

a) Ensayo de cepillado 16

b) Ensayo de moldurado 16

c) Ensayo de lijado 16

d) Ensayo del taladrado 17

e) Ensayo del torneado 17

3.4.8. Análisis y procesamiento de datos 17

3.4.9. Consideraciones adicionales 19

3.5. TRATAMIENTO DE DATOS 20

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION 21

4.1. COMPORTAMIENTO A LA TRABAJABILIDAD DE LA MADERA DE ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (ALMENDRO) 21

4.2. COMPORTAMIENTO AL CEPILLADO 21

4.2.1. Pruebas de independencia en el ensayo de cepillado 21

A). Niveles del fuste vs. grado de calidad 21

B). Planos de corte vs. grado de calidad 23

C). Sentido de corte vs. grado de calidad 25

4.3. COMPORTAMIENTO AL MOLDURADO 26

4.3.1. Pruebas de independencia en el ensayo de cepillado 26

A). Niveles del fuste vs. grado de calidad 26

B). Planos de corte vs. grado de calidad 28

C). Sentido de corte vs. grado de calidad 29

4.4. COMPORTAMIENTO AL LIJADO 31

4.4.1. Pruebas de independencia en el ensayo de lijado (lija 60) 31

A). Niveles del fuste vs. grado de calidad (lija 60) 31

B). Planos de corte vs. grado de calidad (lija 60) 32

C). Sentido de corte vs. grado de calidad (lija 60) 34

4.4.2. Pruebas de independencia en el ensayo de lijado (lija 120) 35

A). Niveles del fuste vs. grado de calidad (lija 120) 35

B). Planos de corte vs. grado de calidad (lija 120) 36

C). Sentido de corte vs. grado de calidad (lija 120) 37

4.5. COMPORTAMIENTO AL TALADRADO 38

4.5.1. Pruebas de independencia en el ensayo al taladrado 38

A). Niveles del fuste vs. grado de calidad 38

B). Planos de corte vs. grado de calidad 39

C). Velocidad de giro vs. grado de calidad 42

4.6. COMPORTAMIENTO AL TORNEADO 43

4.7.1. Pruebas de independencia en el ensayo de torneado 43

A). Niveles del fuste vs. grado de calidad 43

B). Ángulos de corte vs. grado de calidad 44

CAPITULO V CONCLUSIONES 46

CAPITULO VI RECOMENDACIONES 47

BIBLIOGRAFIA 48

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Propiedades físicas de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) 9
Tabla 2. Grados de calidad para la calificación de los ensayos 18
Tabla 3. Rango de calificación según la calidad para los ensayos 18
Tabla 4. Factores de conversión de defectos de cepillado según la severidad. 19
Tabla 5. Factores de conversión de defectos de taladrado según la severidad. 19
Tabla 6. Factores de conversión de defectos para moldurado y torneado según la severidad. 19
Tabla 7. Factores de conversión de lijado según la severidad. 19
Tabla 8. Comportamiento a la trabajabilidad de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) 21
Tabla 9. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por niveles longitudinales del fuste. 21
Tabla 10. Prueba de independencia de los niveles del fuste vs. calificación de la superficie de las muestras. 22
Tabla 11. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por plano de corte. 23
Tabla 12. Prueba de independencia de los planos de corte vs. calificación de la superficie de las muestras. 24
Tabla 13. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por sentido de corte. 25
Tabla 14. Prueba de independencia de los sentidos de corte vs. calificación de la superficie de las muestras. 25
Tabla 15. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por niveles longitudinales del fuste. 26
Tabla 16. Prueba de independencia de los niveles del fuste vs. calificación de la superficie de las muestras. 27
Tabla 17. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por plano de corte. 28

Tabla 18. Prueba de independencia de los planos de corte vs. calificación de la superficie de las muestras. 28
Tabla 19. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por sentido de corte. 29
Tabla 20. Prueba de independencia de los sentidos de corte vs. calificación de la superficie de las muestras. 30
Tabla 21. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por niveles longitudinales del fuste. 31
Tabla 22. Prueba de independencia de los niveles del fuste vs. calificación de la superficie de las muestras. 31
Tabla 23. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por plano de corte. 32
Tabla 24. Prueba de independencia de los planos de corte vs. calificación de la superficie de las muestras. 33
Tabla 25. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por sentido de corte. 34
Tabla 26. Prueba de independencia de los sentidos de corte vs. calificación de la superficie de las muestras. 35
Tabla 27. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por niveles longitudinales del fuste. 35
Tabla 28. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por plano de corte. 36
Tabla 29. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por sentido de corte. 37
Tabla 30. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por niveles longitudinales del fuste. 38
Tabla 31. Prueba de independencia de los niveles del fuste vs. calificación de la superficie de las muestras. 39
Tabla 32. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por plano de corte. 40
Tabla 33. Prueba de independencia de los planos de corte vs. calificación de la superficie de las muestras. 41
Tabla 34. Distribución porcentual de la calificación de superficie de salida de las muestras por velocidad de giro del cabeza. 42

Tabla 35. Prueba de independencia de las velocidades de giro vs. calificación de la superficie de entrada de las muestras. 42
Tabla 36. Distribución porcentual de la calificación de superficie por niveles. 43
Tabla 37. Prueba de independencia de los niveles del fuste vs. calificación de la superficie de las muestras. 44
Tabla 38. Distribución porcentual de la calificación de superficie de las muestras por ángulos de corte. 44
Tabla 39. Prueba de independencia de los ángulos de corte vs. calificación de la superficie de las muestras. 45

INDICE DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico 1. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por niveles del fuste. 22
Gráfico 2. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por plano de corte. 23
Gráfico 3. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por sentido de corte. 25
Gráfico 4. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por niveles del fuste. 27
Gráfico 5. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por plano de corte. 28
Gráfico 6. Distribución en porcentajes del grado de calidad por sentido de corte. 30
Gráfico 7. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por niveles del fuste. 31
Gráfico 8. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por plano de corte. 33
Gráfico 9. Distribución en porcentajes del grado de calidad por sentido de corte. 34
Gráfico 10. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por niveles del fuste. 36

Gráfico 11. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por plano de corte. 37
Gráfico 12. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por sentido de corte. 38
Gráfico 13. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras de orificio de salida por niveles del fuste. 39
Gráfico 14. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por plano de corte. 40
Gráfico 15. Distribución en porcentajes del grado de calidad de la superficie de entrada por velocidad de giro del cabezal. 42
Gráfico 16. Distribución en porcentajes del grado de calidad de la superficie de las muestras por ángulo de corte . 45

RESUMEN

La presente tesis titulada: “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” donde su objetivo general fue determinar el comportamiento a la trabajabilidad y su variación en los tres niveles longitudinales del fuste de la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro), de la zona Utuquinia – Región Ucayali; mediante los ensayos de cepillados, moldurado, taladrado, lijado y torneado, considerando los planos de corte.

El método utilizado fue experimental teniendo como muestra cinco árboles representativos en diámetro, altura y buen estado fitosanitario. Las probetas fueron obtenidas considerando los niveles longitudinales del fuste (basal, medio y apical), planos de corte (oblicuo, tangencial, radial) y sentidos de corte (favor y contra del grano). Las probetas trabajadas en los ensayos de cepillado, moldurado, lijado, taladrado y torneado fueron evaluadas mediante la comparación de resultados.

Comportamiento al moldurado bueno, defecto leve con grano arrancado en el plano radial. Comportamiento al lijado con lija 60 y 120 excelente, defecto leve rayado en el plano tangencial/oblicuo. Comportamiento al taladrado con 890 y 1580 rpm excelente, defecto leve astillado. Excelente respuesta al torneado a tres ángulos de corte con defecto predominante de astillado para los tres casos.
El aserrio es moderadamente difícil ya que la madera es abrasiva, regular trabajabilidad con buen acabado en el cepillado, buen taladrado y moldurado.

Palabras claves: Trabajabilidad, niveles longitudinales del fuste, cepillado, moldurado, lijado, taladrado y torneado.

ABSTRACT

The present thesis entitled: “Study of workability and its variation in three longitudinal levels of the shaft of ***Caryocar glabrum*** Aubl wood. Pers. (Almond tree), from the area of Utuquinia - Ucayali Region ”where its general objective was to determine the workability behavior and its variation in the three longitudinal levels of the shaft of ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almond tree), from the Utuquinia zone - Ucayali Region; through the brushing, molding, drilling, sanding and turning tests, considering the cutting planes.

The method used was experimental, taking as a sample five representative trees in diameter, height and good phytosanitary status. The specimens were obtained considering the longitudinal levels of the stem (basal, middle and apical), cutting planes (oblique, tangential, radial) and cutting directions (favor and against the grain). The specimens worked in the brushing, molding, sanding, drilling and turning tests were evaluated by comparing the results.

Good molding behavior, slight defect with torn grain in the radial plane. Behavior when sanding with sandpaper 60 and 120 excellent, slight scratched defect in the tangential / oblique plane. Drilling behavior at 890 and 1580 rpm excellent, slight chipping defect. Excellent response to turning at three cutting angles with a predominant chipping defect for all three cases.

Sawing is moderately difficult as the wood is abrasive, fair workability with a good planing finish, good drilling and molding.

Key words: Workability, longitudinal levels of the shaft, brushing, molding, sanding, drilling and turning.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de especies maderables de bosques secundarios y bosques primarios remanentes no tienen estudios tecnológicos o si los tienen no están completos. Además, se trata de estudios relativamente antiguos, algunos están a nivel de especie y otros a nivel de género; en algunos casos los avances de la investigación dendrológica los ha ubicado en otra posición taxonómica. Al no conocerse las características tecnológicas y de aptitud de uso y condición de procesamiento industrial no es posible introducir estas maderas al mercado. Además, como la mayoría de las especies producen maderas blandas, claras y poco atractivas, o maderas duras con algunas limitaciones para su transformación, deben estudiarse modelos y procesos de acabado que acentúen sus ventajas comparativas y reduzcan sus limitaciones (AIDER, 2011)

(Collardet, 2020) asevera que, si bien se dispone de información y de datos científicos suficientemente precisos sobre las especies tropicales que más se explotan y comercializan, especialmente en lo que se refiere a su anatomía y características tecnológicas, se comprueba que las especies de presencia eventual en el mercado y de poca comercialización, hasta ahora, y consideradas secundarias por su escasa repercusión económica, no siempre están bien identificadas y estudiadas, como es el caso de la especie en estudio.

La principal característica de los bosques tropicales es la heterogeneidad de su composición florística, que significa una desventaja para su manejo y aprovechamiento. Para incrementar el aprovechamiento de los recursos forestales y la producción de madera es necesario orientar investigación, con el fin de obtener un aprovechamiento integral económico y permanente (García, 2006).

El número elevado de especies maderables implica grandes variaciones de las propiedades físicas y mecánicas, y de las características anatómicas, entre las cuales repercuten en las características del maquinado. Para la eficiente utilización y procesamiento de las nuevas especies de madera se debe de tener en cuenta el conocimiento a la trabajabilidad, pero para determinarlas se requiere de ensayos que siguen una metodología, para la obtención de los resultados finales.

La presente investigación nos proporciona información para que esta manera se pueda estimar con facilidad y confiabilidad el uso de la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers, que permitirá la diversificación en los productos forestales de la región lo que repercutirá en el aprovechamiento sostenible y la revalorización del bosque. La presente investigación científica directamente beneficiará a los empresarios de la primera y segunda transformación de este recurso como también serán beneficiados docentes universitarios, ingenieros forestales y civiles, alumnos universitarios y demás personas interesadas.

Objetivos de la investigación

- **Objetivo general**

Determinar el comportamiento a la trabajabilidad y su variación en los tres niveles longitudinales del fuste de la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro), de la zona Utuquinia – Región Ucayali.

- **Objetivos específicos**

Determinar los tipos de defectos que presenta la madera ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) bajo condiciones estandarizadas de maquinado referente a su estructura anatómica a nivel macroscópico.

Evaluar el comportamiento al cepillado de la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro), a favor y en contra del grano y a la anisotropía.

Determinar la operación del moldurado en el plano tangencial y radial.

Evaluar la operación de taladrado y los defectos encontrados.

Evaluar la operación de lijado a favor y en contra del grano, mediante la eliminación de defectos provocados en el cepillado.

Determinar la operación de torneado considerando los ángulos de corte y la dureza de la madera.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA.

1.1.1. Problema general

¿Cuál será el comportamiento a la trabajabilidad de la madera y cuál será su variación en los tres niveles longitudinales del fuste de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro)?

1.1.2. Problemas específicos

¿Cuáles son los defectos que presenta la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) bajo condiciones estandarizadas de maquinado referente a su estructura anatómica a nivel macroscópico?

¿Cuál es el comportamiento al cepillado de la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro), a favor y en contra del grano y a la anisotropía?

¿Cuál es el comportamiento al moldurado en el plano tangencial y radial?

¿Cómo se comportará la operación de taladrado y que defectos serán encontrados?

¿Cómo será el comportamiento al lijado a favor y en contra del grano, mediante la eliminación de defectos provocados en el cepillado?

¿Cuál es el comportamiento al torneado considerando los defectos que presenta la madera?

Para la eficiente utilización y procesamiento de las nuevas especies de madera se debe de tener en cuenta el conocimiento a la trabajabilidad, pero para determinarlas se requiere de ensayos que siguen una metodología, para la obtención de los resultados finales (León & Espinoza, 2001)

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.

(Serrano & Saenz, 2012) en sus estudios de trabajabilidad de ***Tectona grandis*** (Teca) de Costa Rica y Panamá, la madera se comportó de fácil a moderadamente fácil al cepillar. Los defectos de grano rugoso y arrancado fueron los más frecuentes, dichos defectos presentaron grados de severidad que se clasifican de leve a moderado y ocasionalmente severo. El grano rugoso presentó magnitudes menores para los planos tangencial y oblicuo y tiende a aumentar cuando se cepillan piezas con planos de corte radial. La superficie, después del lijado con lija N° 100, presentó rayaduras visibles, aun cuando son levemente profundas. En general la teca analizada se califica como de buena calidad en lijado. En los ensayos de taladrado se observó que todas las procedencias fueron clasificadas como de una penetración muy eficiente cuando se utilizó la broca para metal (adaptada para madera). La broca para madera tuvo como resultado una penetración deficiente, lo cual es razonable dado que la intención de usar esta broca es obtener un hueco de excelente calidad y no una gran eficiencia de penetración. El espesor de viruta en taladrado es muy dependiente del tipo de broca y en menor grado de la velocidad angular. Dado que la madera de teca es muy abrasiva se recomienda el taladrado con las velocidades angulares menores, como por ejemplo 500 r.p.m. En el ensayo de torneado la mayoría de las probetas en el plano de corte oblicuo presentaron grano rugoso bastante leve, pero no genera una superficie lisa que se puede evaluar como excelente. En general se considera con buenas características de torneado.

En los estudios sobre el comportamiento a la trabajabilidad de la madera de ***MIcropholis sp.*** (Griseb.) Pierre. (Quina quina) procedente de Pucallpa, encontró que, para los ensayos de cepillado, moldurado, taladrado y torneado el resultado fue excelente, presentándose el defecto de grano arrancado en el cepillado y grano astillado en los ensayos de moldurado, taladrado y torneado (Flores F. , 2004).

(García, 2006) estudiando el comportamiento a la trabajabilidad de la madera de ***Ficus insípida*** Villd (Ojé renaco), encontró que es excelente en cepillado,

moldurado, lijado y taladrado y en cuanto al torneado fue de excelente a bueno. En el cepillado el defecto más predominante fue el grano arrancado y en el moldurado y lijado fue el grano velloso.

En el comportamiento a la trabajabilidad de la madera de la especie ***Trichilia pleeana*** (A. Juss) C.DC. (Uchumullaca), del Bosque Macuya-Ucayali es excelente, presentando defectos muy leves de vellosidad y grano arrancado en el cepillado y moldurado; velloso y rayado en el lijado; ruptura y grano comprimido en el taladrado y grano astillado en el torneado (Hoyos, 2008).

(Sangama, 2008) en el estudio del comportamiento a la trabajabilidad de la madera de ***Croton lechleri*** Muell Arg. (Sangre de grado) de la zona de Yarinacocha, encontró que para el ensayo de cepillado el calificativo aumenta de bueno a excelente a medida que se asciende en los niveles del fuste; a su vez en los ensayos de moldurado y lijado el comportamiento fue calificado de bueno; en el taladrado es de bueno a excelente y en el torneado el calificativo fue regular.

La especie ***Pterygota amazonica*** L.O. Williams ex L.J. Dorr (paujil ruro) tiene un excelente comportamiento para el lijado, comportamiento bueno para el cepillado, moldurado y torneado, asimismo en menos aptitudes para el taladrado y dada las características tecnológicas que presentó la madera durante el desarrollo del estudio, esta especie tiene aptitudes de uso en construcción, estructuras, carpintería de obra de mesas y sillas, así como tablas machihembradas para muros (Caballero, 2014).

(Villanueva, 2015) concluye que la calificación a la trabajabilidad de la madera ***Croton matourensis*** Aubl (aucatadijo) para el ensayo del cepillado fue excelente con un 99,72%.

2.2 PLANTEAMIENTO TEÓRICO.

2.2.1. Característica de la especie en estudio

A. Descripción taxonómica y características del almendro (*Caryocar glabrum* (Aubl.) Pers.)

Reino : Plantae
Filo : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Orden : Malpighiales
Familia : Caryocaraceae
Nombre científico : ***Caryocar glabrum*** (Aubl.) Pers.)

Caryocar glabrum **(Aubl.) Pers.** "almendro" Caryocaraceae Árboles hasta 20m de altura. Con savia translucida. Con estípula interpeciolar. Hojas compuestas trifoliadas, opuestas, decusadas. Pecíolos hasta 8.3 cm de longitud, 1.1 cm de longitud, limbo de forma elíptica, simétrica, de 7,5 cm – 15 cm x 3,5 cm – 7,5 cm; con ápice acuminado y base arredondada, de margen crenada, de textura cartacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo broquidódroma hasta 11 pares, terciarias percurrente - oblicua. Hasta 3 foliolos por raquis (Valderrama, 2010).

(Valderrama Freyre, 2008) asevera que la madera de esta especie presenta características que favorecen al buen comportamiento al secado y preservado como: Fibras largas y de pared delgada, poros con diámetro mediano, parénquima axial abundante, platina de perforación simple y puntuaciones grandes; pero el grano entrecruzado y densidad básica alta, constituyen limitantes para este buen comportamiento. Por lo tanto, las características aparentemente se orientan para favorecer de forma regular a buena, al comportamiento de la madera durante el secado y preservado.

2.2.2 Propiedades físicas.

Tabla 1. Propiedades físicas de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro):

Especie	Densidad básica gr/cm^3	Contracción tangencial (%)	Contracción radial (%)	Relación (T/R)	Contracción volumétrica (%)
Caryocar glabrum Aubl Pers**.**	0,65	11,45	5,51	2,24	15,69

Fuente: Revista forestal (2011).

2.2.3 Consideraciones sobre trabajabilidad de la madera.

Maquinado es el conjunto de operaciones que se realizan en la madera mediante máquinas y herramientas de corte con el fin de darles las dimensiones y perfiles deseados para su posterior utilización en la elaboración de productos terminados y preparar la superficie para la aplicación de un acabado (Flores, Rangel, Quintanar, Fuentes, & Velasquez, 2007).

(Sato, 1976) señala que la naturaleza anisotrópica de la madera es la característica más importante en la formación de virutas al ser cortada la madera. Las fibras pueden afectar si están dispuestas de la siguiente manera: grano entrecruzado en la superficie radial produce grano arrancado, grano ondulado produce astillado y arrancado.

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

A) Características del elemento de corte.

La madera verde acelera el desgaste del filo de las cuchillas, debido a las reacciones corrosivas que se presentan cuando se cortan maderas duras y blandas

en estado verde. A su vez se estudió el efecto del ángulo de corte y desgaste del filo, así como la calidad de acabado de la superficie trabajada; observando que ángulos grandes producen acabados más pobres, mayores dificultades mecánicas y deforman más rápidamente el filo de las cuchillas (Ríos, 2010).

B) Cepillado.

En los ensayos de cepillado se ha observado en muchos casos que puede existir mayor diferencia en el comportamiento y calidad de superficie entre el plano tangencial y radial de una misma madera que entre varias especies, sobre todo si son densidades cercanas (Ninin, 1984).

(Ríos, 2010) recomienda cepillar maderas blandas y duras de densidad baja a media e hilo recto, con ángulos de corte de 30º a 35º y de 20º a 15º cuando presentan hilo entrecruzado y ondulado pronunciado.

En el estudio de características de maquinado de seis especies maderables, relaciona las características anatómicas con las propiedades físicas, indica que especies con mayor peso específico presentan mejores resultados de trabajabilidad. El parénquima en bandas provoca el grano levantado en los ensayos de cepillado y moldurado concluye que a mayor número de marcas de cuchillas por centímetro corresponde un mejor acabado en el cepillado (Zavala, 1988).

C) Taladrado.

Según (Ninin, 1984) el taladrado produce defectos de astillado, lo cual hace que la pieza pueda ser rechazada, debiéndose a la insuficiencia del ángulo de corte (Ángulo no apropiado) y la excesiva velocidad de penetración del elemento cortante, dando así viruta con espesor demasiado elevado.

En su estudio de 14 especies forestales en Pucallpa encontró un buen comportamiento el taladrado, cuando se trabaja a una velocidad de 1500 rpm. Así mismo en el torneado una posición angular de 0, presenta buen comportamiento (Torres, 1995)

D) Torneado.

(Llúncor, 1977) sostiene que, en el torneado se presenta el defecto de grano arrancado, debido a la existencia de elementos de falla como radio y parénquima que reaccionan bajo el proceso de clivaje.

El contenido de humedad de las operaciones de torneado tiene un efecto en la calidad de las piezas torneadas, ya que entre 7 y el 10%, se presentan con mayor frecuencia el defecto de grano astillado. (Koch, 1964) menciona que, a bajos contenidos de humedad, este defecto puede presentarse tan severo que podría causar la ruptura de la pieza trabajada.

E) Lijado.

Entre los factores que influyen en la calidad del lijado según (Flores, Rangel, Quintanar, Fuentes, & Velasquez, 2007) se encuentran: el tamaño de grano de lija, el tiempo de vida útil de la misma y la velocidad y dirección de alimentación respecto al hilo de la madera.

Los mismos autores explican que los defectos que se presentan en el lijado son los rayones y el grano velloso; el primero se presenta con mayor severidad en maderas con texturas finas y de mayor densidad que en maderas de textura gruesa, mientras que el grano velloso se presenta de manera muy superficial en maderas de mayor densidad, en tanto que en maderas de menor densidad este defecto se acentúa, por lo que es necesario utilizar lijas más finas para que estos defectos se reduzcan a un mínimo aceptable y puedan realizarse acabados de alta calidad que permitan tener un mayor valor agregado del producto.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

Anisotropía: Son los cambios dimensionales observados en la madera y varía en cada una de las tres direcciones (longitudinal, tangencial y radial).

Cepillado: Es la operación de corte que se lleva a cabo en una o ambas caras de la madera, con la finalidad de obtener el espesor deseado al mismo tiempo que se obtiene una superficie con un cierto grado de tersura. Es la operación más importante después del aserrío, ya que cualquier pieza de madera escuadrada

antes de ser utilizada en algún producto final requiere ser cepillada, proporcionándole así un mayor valor agregado (Herrera, 1 981).

Contenido de Humedad: (JUNAC, 1983) menciona que es el peso de la cantidad de agua presente en la pieza de madera, expresado en función del peso de esa pieza en condición seca al horno o anhidra. Su valor numérico se expresa en porcentaje y se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$\mathrm{CH} = \frac{\mathrm{Ph} - \mathrm{Ps}}{\mathrm{Ps}} \times 100$$

CH: Humedad de la madera expresada en porcentaje de su peso anhidro

Ph: Peso de la madera en estado anhidro o estado inicial

Ps: Peso de la madera en estado anhidro; peso final o constante.

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

Dureza: Es la resistencia que ofrece la madera ante la penetración de un cuerpo extraño en la misma. Esta definición es utilizada cuando se va a determinar la dureza como una propiedad mecánica (León & Espinoza, 2001)

Grano: (León & Espinoza, 2001) sostienen que es la orientación de los elementos longitudinales de la madera con respecto al eje longitudinal de la misma. Se determina en la sección longitudinal, radial o tangencial, y para ello se puede tomar como referencia la orientación de las líneas vasculares, en caso de que sean evidentes, o la mayor o menor dificultad que ofrezca la madera para ser cortada con una cuchilla en dirección longitudinal.

Lijado: Según (Flores, Rangel, Quintanar, Fuentes, & Velasquez, 2007) mencionan que el lijado se realiza principalmente para obtener superficies planas y/o tersas, removiendo marcas de cuchillas y otros defectos de labrado, preparando así la superficie para la aplicación de pinturas, lacas, barnices, tintes u otros acabados. El lijado de la madera y sus derivados se puede dividir en tres pasos: calibración de la pieza de madera, lijado de la pieza de madera y lijado y asentado de la pieza de madera barnizada.

Madera: Conjunto de tejidos que se encuentran hacia la parte interna de la corteza. Específicamente la zona comprendida entre la médula y el cambium vascular y en la misma que cumple diversas funciones: conducción de agua, sales minerales

adsorbidas por la raíz, soporte o resistencia mecánica y almacenamiento de sustancias alimenticias (León & Espinoza, 2001).

Moldurado: Consiste proporcionar a una pieza de madera un perfil terminado y con una figura deseada, a fin de mejorar su estética, por lo que la tersura del corte y el detalle de la figura son aspectos de gran importancia que se tienen presentes en esta operación (CHEMONICS, 2010)

Taladrado: (Flores F. , 2004) indica que consiste en realizar una perforación de un diámetro deseado en la misma, con una gran variedad de máquinas que pueden ser de una o varias brocas colocadas horizontal o verticalmente, donde la broca puede ser movida hacia la madera o la madera hacia la broca.

Trabajabilidad: Conjunto de propiedades o características que posee una determinada madera con relación a su respuesta al trabajo manual o a la acción de las herramientas manuales o eléctricas. Se dice entonces que una madera posee buena trabajabilidad cuando responde bien al corte con sierra, al cepillado, al clavado, al atornillado, al lijado, al torneado, al engomado o encolado, etc. (Villanueva, 2015)

Torneado: (Flores, Rangel, Quintanar, Fuentes, & Velasquez, 2007) afirman que es la operación en la cual, mediante el uso de cuchillas o gurbias se les da la figura deseada a las piezas de madera. El filo de la herramienta de corte, corta en Diferentes posiciones a las fibras de la madera; la penetración es en sentido helicoidal y continuo, cuando la madera gira y las herramientas cortantes avanzan en dirección paralela al eje de rotación, en el torneado manual la cuchilla avanza sobre la línea central de la pieza a tornear.

CAPITULO III
METODOLOGÍA

3.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

Se empleó el método descriptivo y cuasi experimental que consistió en observar y evaluar el proceso de maquinado de la madera; identificando y cuantificando el defecto en cada una de las probetas. Se aplicaron fórmulas y cuadros descritos en la norma ASTM-D 1666-87 y experiencias en maderas tropicales obtenidas por (Llúncor Mendoza, 1989) (Llúncor, 1977), adecuándolas a los equipos, materiales disponibles y condiciones de trabajo del lugar, determinando el comportamiento de la especie bajo las condiciones empleadas.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población estuvo constituida por todos los árboles de la especie ***Caryocar glabrum (Aubl.) Pers.*** proveniente de una concesión del sector Utuquinia, Provincia de Coronel Portillo, Región de Ucayali.

La muestra la constituyeron cinco arboles seleccionados aleatoriamente de los especímenes inventariados en la prospección. Comprendió la colección de árboles a partir de los cuales se obtuvieron las muestras (probetas) para el estudio del comportamiento a la trabajabilidad.

El tamaño de la muestra fueron cinco árboles, cada uno de los árboles fueron cortados en tres trozas de los tres niveles longitudinales del fuste comercial, teniendo como criterio de selección el diámetro, la altura y el aspecto fitosanitario.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

La técnica utilizada para la recolección de datos fue la de observación directa, apoyados por formatos pre- establecidos de acuerdo al tipo de ensayo**.** Para la recolección de información fue necesario contar con los siguientes materiales, equipos y maquinaria

3.3.1 Materiales.

a) Materiales de laboratorio.

- 160 probetas de 2,5 cm x 10 cm x 100 cm. Para los ensayos de cepillado, moldurado, lijado y taladrado (se trabajó los cuatros ensayos por cada probeta).
- 63 probetas de 2,5 cm x 2,5 cm x 10 cm. Para el ensayo del torneado.

b) Materiales de campo.

- Cinta métrica de 5 m.
- Pintura en aerosol
- Disolvente (thinner)
- Prensa botánica
- Papel periódico
- Alcohol
- Libreta para anotaciones.

3.3.2 Equipos.

- Estufa eléctrica con termómetro.
- Balanza de precisión.
- Calibrador milimétrico.
- Computadora.
- Escáner.
- Impresora.
- Cámara fotográfica.
- Detector de humedad (higrómetro).

3.3.3 Maquinarias.

Para la ejecución de los ensayos se utilizaron las maquinarias del taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali, cuyas características de cada una de ellas a continuación se describe:

- Regruesadora (cepillado)

Marca	:	SICAR
Potencia del motor eléctrico	:	8,5 HP
Diámetro del cabezal porta cuchilla	:	12 cm.
Velocidad del cabezal porta cuchilla	:	3500 rpm.
Número de cuchillas en el cabezal	:	4
Ángulo del cabezal	:	35º

- Tupí (moldurado)

Marca	:	DINAMIC
Potencia del motor eléctrico	:	3,6 HP
Diámetro del cabezal porta cuchilla	:	4 cm.
Velocidad del cabezal porta cuchilla	:	3400
Numero de cuchillas en el cabezal	:	1
Ángulo de afilado de la cuchilla	:	25º
Velocidad de alimentación	:	Manual
Número de cuchillas	:	1

- Taladro de banco (taladrado)

Marca	:	DINN
Velocidad de giro del cabezal	:	890/1580 rpm.
Tipo de broca	:	Doble hélice
Velocidad de alimentación	:	Manual

- Torno (torneado)

Marca	:	INVICTA
Potencia del motor eléctrico	:	3 HP
Velocidad de giro del cabezal	:	2160 rpm.
Velocidad de alimentación	:	Manual
Ángulo de ataque	:	0º, 15º y 45º

- Lijadora de banda (lijado)

Marca	:	KAILYN
Longitud de la lija	:	60 cm.
Ancho de la lija	:	10 cm.
Grano de la lija	:	60 y 120

3.4 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.4.1 Selección de árboles.

Se seleccionaron aleatoriamente cinco árboles, tomando en consideración el estado fitosanitario, rectitud del tronco, diámetro representativo poblacional y accesibilidad al lugar, según las especificaciones de la norma COPANT 458, citado por (JUNAC, 1983).

3.4.2 Talado de los árboles.

El talado de los árboles se realizó con una motosierra teniendo en cuenta las consideraciones y el criterio de tala dirigida reduciendo en lo posible el impacto causado al bosque.

3.4.3 Trozado y transporte.

Los árboles talados fueron trozados en el bosque, en tres secciones de 1,20 m. de longitud que correspondían a la parte basal, media y apical del fuste comercial del árbol, siguiendo las especificaciones de las Normas ISO 4470 – 1982 citado por (Salvador, 2010). El transporte menor de las trozas se hizo manualmente hasta las áreas de acopio para luego ser transportadas en bote desde la cuenca del Utuquinia hasta el puerto de Pucallpa y luego en un camión hacia el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali.

3.4.4 Preparación de las probetas.

Las probetas se elaboraron en la carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali, teniendo en consideración las dimensiones y características que exigen las normas ASTM D 1666-87. Para los ensayos de cepillado, moldurado, lijado y taladrado se prepararon 160 probetas de 2,5 cm. x 10 cm. x 100 cm. teniendo en consideración los planos de corte de la madera es decir en sentido radial, tangencial y oblicuo, en cantidades proporcionales, como indica en la

Norma ASTM D 1666-87. Mientras para el ensayo de torneado se prepararon 63 probetas de 2,5 cm. x 2,5 cm. x 10 cm.

3.4.5 Secado de la madera.

Después de la obtención de las probetas para los ensayos, se procedió al secado al aire libre en los ambientes de la carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali y con el detector de humedad (higrómetro) se midió la humedad en los tres planos de corte cada cierto tiempo hasta que las probetas alcanzaron la condición de humedad en equilibrio con el ambiente de la zona de Pucallpa (16%).

3.4.7 Ejecución de los ensayos.

a) Ensayo de cepillado.

Se tuvieron en cuenta las siguientes características:

- Probetas de 2,5 cm. x 10 cm. x 100 cm.
- En cada probeta se consideraron los planos de corte radial, tangencial y oblicuo.
- El ensayo se ejecutó teniendo en consideración el sentido de la orientación de los elementos prosenquimáticos y parenquimáticos longitudinales con respecto a la dirección del corte, es decir a favor o en contra del grano (sentido de las fibras).
- Angulo de corte de la cuchilla de 35º
- Velocidad de alimentación de la cepilladora de 12 m/min.

b) Ensayo de moldurado.

Para este ensayo se tuvo en cuenta las siguientes características:

- Se utilizó las probetas utilizadas en el ensayo del cepillado, utilizando los cantos.
- Se consideró los planos de corte de la madera.
- Se tuvo en cuenta la orientación de los elementos longitudinales, es decir se trabajó a favor y en contra del grano.
- Angulo de corte de la cuchilla de 25°
- Velocidad de alimentación manual de 4 m/min.

c) Ensayo de lijado.

Para este ensayo se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- Se utilizaron las probetas del ensayo del cepillado y moldurado.
- Se consideró los planos y sentido de corte de la madera
- El número de lijas fueron 60 y 120.

d) Ensayo del taladrado.

Para el siguiente ensayo se hizo lo siguiente:

- Se utilizaron las probetas de los ensayos anteriores.
- Se tuvo en consideración los planos de corte de la madera.
- En cada probeta se hicieron dos orificios, separados entre sí por una distancia de 10 cm., una con una velocidad de giro de la broca de 890 rpm y otra con una velocidad de giro de la broca de 1580 rpm**.**

e) Ensayo del torneado.

En la ejecución de este ensayo se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- Se utilizó probetas con dimensiones de 2,5 cm. x 2,5 cm. x 10 cm.
- La herramienta utilizada fue una gubia de media caña con un diámetro de media pulgada
- Se trabajó con tres ángulos de corte recomendables por las normas ASTM – 1666-87.

3.4.8 Análisis y procesamiento de datos.

Después de haber evaluado y establecido el grado de calidad para la calificación en cada ensayo en base a la tabla 2, se determinó el equivalente del defecto aplicando la ecuación, dada por la (PADT-REFORT, 1974); a esto se conjugaron los factores de conversión establecidos para cada proceso de maquinado que se presentan en las tablas 5, 5, 6 y 7 de esta manera se cuantificó numéricamente los resultados. Para la determinación estadística se calculó el valor promedio que permitió calificar la calidad del defecto de acuerdo a la tabla 3. Para la calificación de los defectos que se presentaron en cada uno de los ensayos se consideró una escala descendente de acuerdo a la intensidad del defecto sobre la superficie a trabajar.

Tabla 2. Grados de calidad para la calificación de los ensayos.

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

Fuente: (PADT-REFORT, 1974)

Para realizar la evaluación estadística se tomó en cuenta el factor que se obtiene de aplicar la ecuación dada por (PADT-REFORT, 1974):

$$E = (G - 1)\,F + 1 \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Dónde:

E = Equivalente de defecto

G= Grado de calidad

F =Factor de conversión o peso (correspondiente al tipo de ensayo ejecutado)

Esta ecuación permitió obtener un valor que cuantificó numéricamente el defecto. El valor que se obtuvo en la ecuación permitió comparar la magnitud del defecto para un tipo de maquinado, cuyos valores están dados en la siguiente tabla:

Tabla 3. Rango de calificación según la calidad para los ensayos.

Rango	Calidad
De 1.0 a 1.5	Excelente
De 1.6 a 2.5	Bueno
De 2.6 a 3.5	Regular
De 3.6 a 4.5	Malo
De 4.6 a 5.5	Muy malo

Fuente: ASTM D 1666-87

Tabla 4. Factores de conversión de defectos en cepillado según la severidad.

Defectos	Factor de conversión
Grano arrancado	1.0
Marca de astillas	0.8
Vellosidad	0.5
Grano levantado	0.5

Fuente: ASTM D 1666-87

Tabla 5. Factores de conversión de defectos en taladrado según la severidad.

Defectos	Factor de conversión
Ruptura	1.0
Rugosidad	0.7
Grano comprimido	0.2
Vellosidad	0.2

Fuente: ASTM D 1666-87

Tabla 6. Factores de conversión de defectos para moldurado y torneado según la severidad.

Defectos	Factor de conversión
Grano astillado	1.0
Grano arrancado	0.9
Rugosidad	0.6
Vellosidad	0.2

Fuente: ASTM D 1666-87

Tabla 7. Factores de conversión en lijado según la severidad.

Defectos	Factor de conversión
Rayado	1.0
Vellosidad	1.0

Fuente: ASTM D 1666-87

Tabla 8. Clasificación de la trabajabilidad de la madera

E + B (%)	Clasificación
De 90 a 100	Excelente
De 80 a 89	Buena
De 60 a 79	Regular
De 40 a 59	Pobre
De 0 a 39	Muy pobre

Fuente: ASTM D 1966-87 (ASTM, 1992). E: Probetas excelentes, B: Probetas buenas.

3.4.9 Consideraciones adicionales.

1. Para la ejecución de los cinco ensayos se tomó como base referencial las normas ASTM-D-1666-87, adecuándola a los equipos disponibles y condiciones de trabajo.
2. Dada las características anisotrópicas de la madera, se trabajó con probetas de diferentes planos de corte (tangencial, radial e intermedio); para todos los ensayos a excepción del torneado.
3. Para los ensayos de cepillado, moldurado y lijado, además del plano de corte, se consideró la orientación de los elementos longitudinales, es decir, se trabajó a favor y contra del grano.
4. En todos los ensayos para la determinación de los promedios de defectos se tomó como base y se trabajó con aquel defecto que representó más severidad en la pieza, puesto a que se consideró más difícil de eliminar.

3.5 TRATAMIENTO DE DATOS.

Los resultados fueron presentados utilizando parámetros estadísticos como la media, desviación estándar, coeficiente de variación para ser aplicados en la prueba de independencia la cual permitió determinar si existe o no dependencia entre los niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte, así mismo para la representación gráfica de los resultados se utilizaron los histogramas de frecuencia.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 COMPORTAMIENTO A LA TRABAJABILIDAD DE LA MADERA DE *Caryocar glabrum* Aubl Pers **(ALMENDRO)**

Condiciones de trabajabilidad en la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) donde el resultado del comportamiento se da en la tabla 9.

Tabla 9. Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro).

Comportamiento	Defecto Predominante	Sentido		Evaluación estadística			Grado de calidad
		F	C	Promedio	Des. Estándar	C.V	
Cepillado	Grano arrancado	1,36	1,49	1,43	0,40	0,28	Excelente
Moldurado	Grano arrancado	1,50	1,73	1,62	0,62	0,39	Excelente
Lijado 60x	Rayado	1.06	1.17	1.12	0.31	0.28	Excelente
Lijado 120x	Rayado	1.00	1.00	1.00	0	0	Excelente
Taladrado a 890 rpm	Rugosidad	-	-	1.50	0.41	0.28	Bueno
Taladrado a 1580 rpm	Ruptura de grano	-	-	1.30	0.33	0.26	Excelente
Torneado 0°	Astillado	-	-	2.95	0.97	0.33	Regular
Torneado 15°	Astillado	-	-	2.19	0.40	0.18	Regular
Torneado 45°	Astillado	-	-	2.52	0.60	0.24	Regular

4.2 COMPORTAMIENTO AL CEPILLADO.

4.2.1 Comportamiento al cepillado por niveles longitudinales del fuste

Tabla 10. Distribución porcentual del grado de calidad de superficie de las muestras por niveles longitudinales del fuste en el Cepillado.

Niveles del fuste	Grado de calidad							
	Excelente		Bueno		Regular		Total	
	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%
Basal	85	72.03	31	26.27	2.00	1.69	118.00	100.00
Medio	62	57.94	45	42.06	0.00	0.00	107.00	100.00
Ápice	62	65.26	32	33.68	1.00	1.05	95.00	100.00
Total	209	65.31	108	33.75	3.00	0.94	320.00	100.00

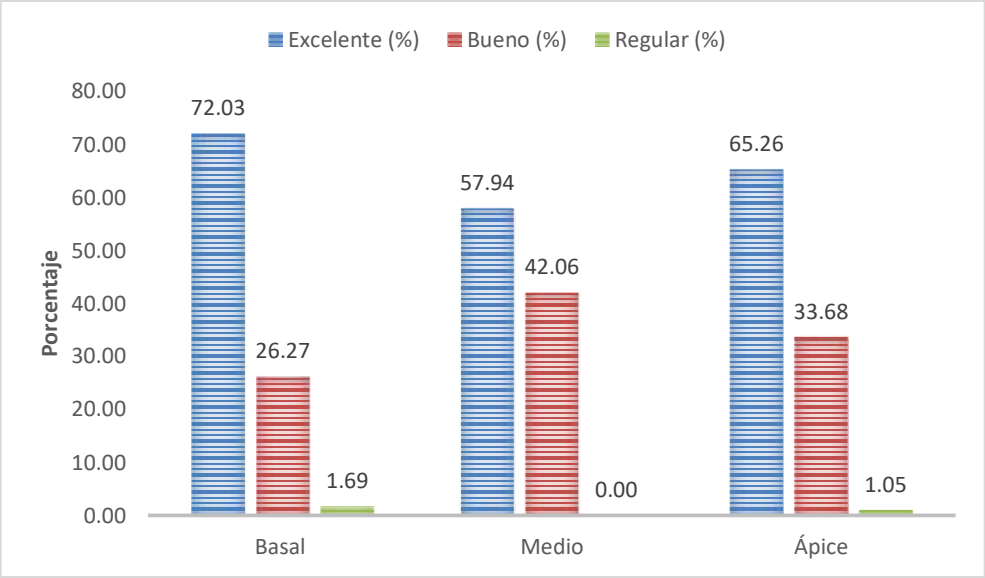


Gráfico 1. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por niveles del fuste.

La tabla 11 pone en evidencia el comportamiento al cepillado de la madera de **Caryocar *glabrum*** Aubl Pers (almendro) por niveles longitudinales del fuste.

Tabla 11. Comportamiento al cepillado de la madera de almendro por niveles longitudinales del fuste

Niveles del fuste	E + B (%)	Clasificación
Basal	98,30	Excelente
Medio	100,00	Excelente
Ápice	98,94	Excelente

En la referida tabla se aprecia que la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) provenientes de los tres niveles longitudinales del fuste presentan grado de calidad de excelente al cepillado.

4.2.1.1. Relación entre los niveles longitudinales del fuste vs. el grado de calidad de la madera

La tabla 12 presenta la prueba de independencia realizado para conocer si existe una relacion entre lon niveles longitudinales del fuste y los grados de calidad de la superficie de la madera en los ensayos de cepillado

Tabla 12. Prueba de independencia entre los niveles longitudinales del fuste y grado de calidad al cepillado de la superficie de las muestras.

Variables	X^2 calc	X^2 tab		Signif.	Interpretación
		0.05	0.01		
Niveles del fuste vs. grado de calidad	8,10	5,99	-	*	Existe dependencia

En la tabla 12 se aprecia que existe una relacion significativa o depenndencia entre los niveles longitudinales del fuste y el grado de calidad de la superficie de la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro)en los ensayos de cepillado, determinandose que el grado de calidad excelente predomina en la madera del nivel basal (72,03%), la madera de los niveles medio y apical presentan comportamientos similares en cuanto a grados de calidad se refiere. La incidencia de los defectos de cepillado en la madera del nivel basal es menor, lo que da origen a que la mayor cantidad de probetas resultaron con grados de calidad excelente.

En el estudio de trabajabilidad de ***Tectona grandis*** (Teca) de Costa Rica y Panamá, la madera se comportó de fácil a moderadamente fácil al cepillar (Serrano & Saenz, 2012); por su parte (Flores F. , 2004) en su estudio sobre el comportamiento a la trabajabilidad de la madera de ***MIcropholis sp.*** (Griseb.) Pierre. (Quina quina) procedente de Pucallpa, encontró que, para el ensayo de cepillado el resultado fue excelente, presentándose el defecto de grano arrancado en el cepillado.

4.2.2. Comportamiento al cepillado por planos de corte

Tabla 13. Distribución porcentual del grado de calidad de superficie de las muestras por plano de corte.

Planos de corte	Grado de calidad					
	Excelente		Bueno		Total	
	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%
Ob	120	58.82	84	41.18	204	100.00
Tg	64	72.73	24	27.27	88	100.00
Rd	21	75.00	7	25.00	28	100.00
Total	205	64.06	115	35.94	320	100.00

NOTA: No fue obtenido el grado de calidad regular de acuerdo a los planos de corte (oblicuo, tangencial y radial).

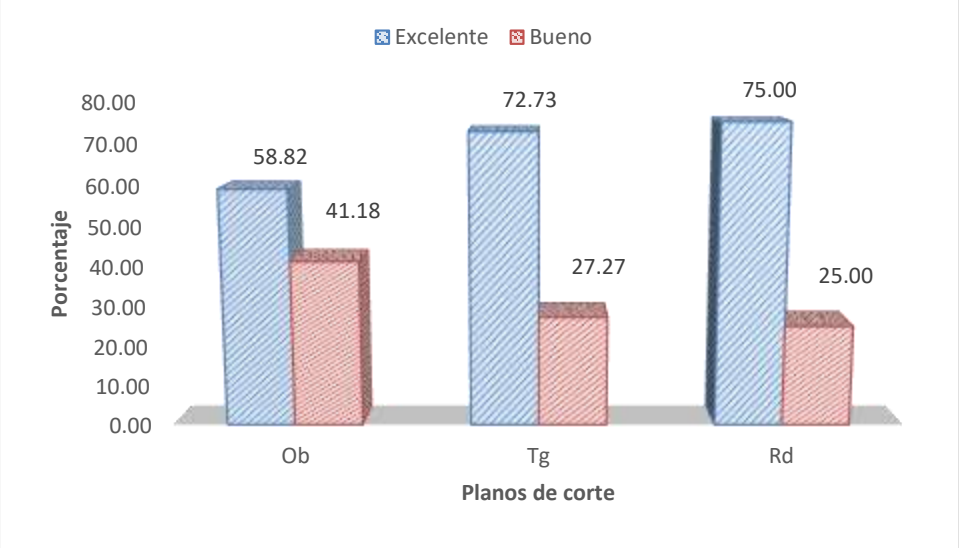


Gráfico 2. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por plano de corte.

La tabla 14 pone en evidencia el comportamiento al cepillado de la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) por planos de corte.

Tabla 14. Comportamiento al cepillado de la madera de almendro por planos de corte

Planos de corte	E + B (%)	Clasificación
Oblicuo	100	Excelente
Tangencial	100	Excelente
Radial	100	Excelente

En la referida tabla se aprecia que la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) orientados en tres planos de corte presentan grado de calidad de excelente al cepillado.

4.2.2.1 Relación entre los planos de corte y el grado de calidad de la madera en ensayos de cepillado

La tabla 15 muestra la prueba de independencia realizado para conocer si existe una relacion entre los planos de corte y los grados de calidad de la superficie de la madera en los ensayos de cepillado.

Tabla 15. Prueba de independencia de los planos de corte vs. grado de calidad de la superficie de las muestras.

Variables	X^2 calc	X^2 tab		Signif.	Interpretación
		0.05	0.01		
Planos de corte vs. grado de calidad	9.56	5.99	-	*	Existe dependencia

En la tabla 15 se aprecia que existe una relacion significativa o dependencia entre los planos de corte y el grado de calidad de la superficie de la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) en los ensayos de cepillado, determinandose que el grado de calidad excelente predomina en los planos de corte tangencial y radial con 72.73% y 75% respectivamente, la madera en el plano de corte oblicuo presenta comportamientos diferente en cuanto a grados de calidad se refiere. La incidencia de los defectos de cepillado en la madera con orientacion tangencial y radial es menor, lo que da origen a que la mayor cantidad de probetas resultaron con grados de calidad excelente

4.2.3. Comportamiento al cepillado por sentido de corte

Tabla 16. Distribución porcentual del grado de calidad de superficie de las muestras por sentido de corte.

Sentido de corte	Grado de calidad					
	Excelente		Bueno		Total	
	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%
Contra	117	71,34	47	28,66	164	100.00
Favor	95	60,90	61	39,10	156	100.00
Total	212	66,25	108	33,75	320	100.00

NOTA: La tabla 16 muestra que no se obtuvo el grado de calidad regular, según la calidad de superficie en ambos sentidos de corte (a favor y en contra).

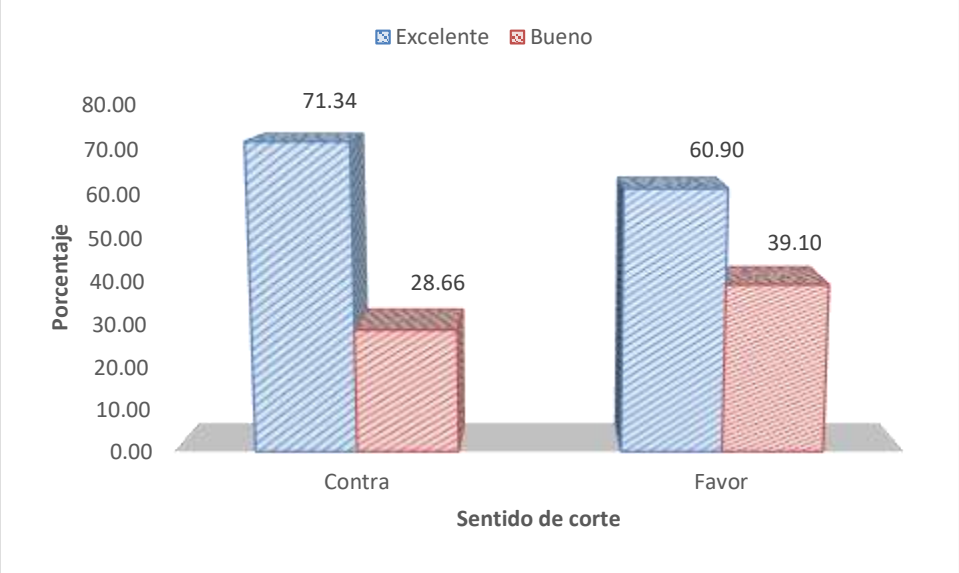


Gráfico 3. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por sentido de corte.

La tabla 17 pone en evidencia el comportamiento al cepillado de la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) por planos de corte.

Tabla 17. Comportamiento al cepillado de la madera de almendro por sentido de corte.

Sentido de corte	E + B (%)	Clasificación
Contra	100	Excelente
Favor	100	Excelente

En la referida tabla se aprecia que la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) orientados en los dos sentidos de corte presentan grado de calidad de excelente al cepillado.

4.2.3.1 Relación entre los sentidos de corte y el grado de calidad de la madera en ensayos de cepillado.

Tabla 18. Prueba de independencia de los sentidos de corte vs. grado de calidad de la superficie de las muestras.

Variables	X^2 calc	X^2 tab		Signif.	Interpretación
		0.05	0.01		
Sentido de corte vs. grado de calidad	2.99	3.84	-	Ns	No existe dependencia

La tabla 18 presenta la prueba de independencia realizado para conocer la incidencia de los defectos con respecto al sentido de corte, en cuanto al grado de calidad de la superficie, indicando que no existe dependencia entre las variables estudiadas, ya que el X^2 calc. (2.79) es menor que el X^2 tab. (3.84), es decir que no existe ninguna relacion entre ellas dando a entender que para el ensayo de cepillado el grado de calidad de la superficie de las probetas no esta ligado a ninguno de los sentidos de corte, discrepando lo mencionado por Lluncor (1977) quien afirma que la orientación del grano influye sobre la calidad del cepillado. Los resultados presentados se confirma al analizar la tabla 16, donde observamos que los porcentajes en el grado de calidad de la superficie de las probetas referente al sentido de corte presentan similar distribucion, siendo el grado de calidad de excelente el que tuvo mayor frecuencia en los sentidos de corte con el 71,34% en contra del grano y 60,90% a favor del grano, el grado de calidad bueno resultó con 28,66% en contra del grano y 39,10% a favor, tal como se puede observar en el gráfico 3.

4.3 COMPORTAMIENTO AL MOLDURADO.

4.3.1. Comportamiento al moldurado por niveles longitudinales del fuste

Tabla 19. Distribución porcentual del grado de calidad de la superficie de las muestras por niveles longitudinales del fuste.

Niveles del fuste	Grado de calidad							
	Excelente		Bueno		Regular		Total	
	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%
Basal	49	42,24	53	45,69	14	12,07	116	100.00
Medio	48	43,24	55	49,55	8	7,21	111	100.00
Ápice	49	52,69	41	44,09	3	3,23	93	100.00
Total	146	45,63	149	46,56	25	7,81	320	100.00

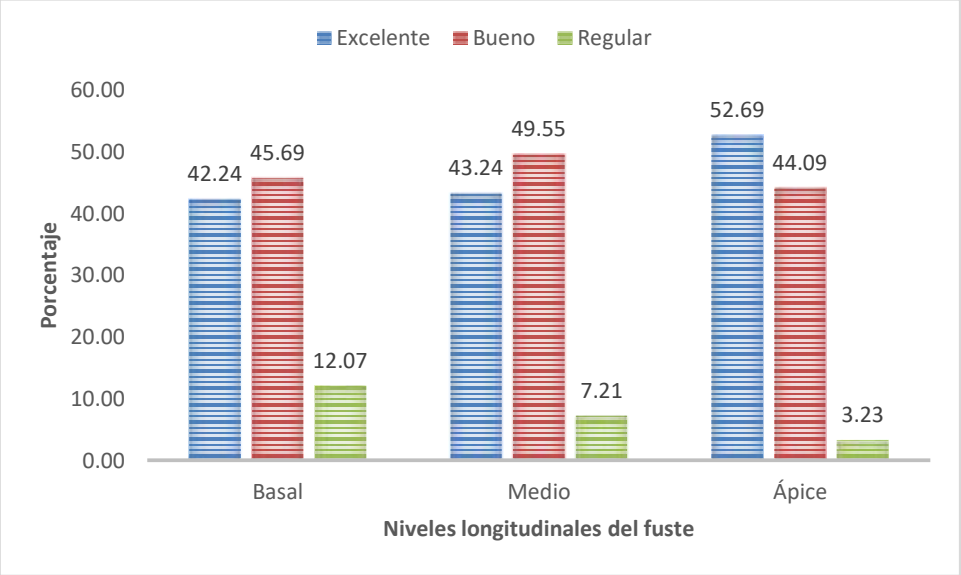


Gráfico 4. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por niveles del fuste.

La tabla 20 pone en evidencia el comportamiento al moldurado de la madera de **Caryocar *glabrum*** Aubl Pers (almendro) por niveles longitudinales del fuste.

Tabla 20. Comportamiento al moldurado de la madera de almendro por niveles longitudinales del fuste

Niveles del fuste	E + B (%)	Clasificación
Basal	87,93	Buena
Medio	92,79	Excelente
Ápice	96,78	Excelente

En la referida tabla se aprecia que la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) provenientes de los tres niveles longitudinales del fuste presentan grado de calidad de excelente al cepillado en los niveles medio y ápice, mientras que en la base presenta grado de calidad de buena.

En el estudio del comportamiento a la trabajabilidad de la madera de ***Croton lechleri*** Muell Arg. (Sangre de grado) de la zona de Yarinacocha fue encontrado para el ensayo de moldurado fue calificado de bueno (Sangama, 2008).

4.3.1.1. Relación entre los niveles longitudinales del fuste vs. el grado de calidad de la madera

La tabla 21 presenta la prueba de independencia realizado para conocer si existe una relacion entre lon niveles longitudinales del fuste y los grados de calidad de la superficie de la madera en los ensayos de moldurado.

Tabla 21. Prueba de independencia de los niveles del fuste vs. grado de calidad de la superficie de las muestras.

Variables	**X^2 calc**	**X^2 tab**		**Signif.**	**Interpretación**
		0.05	**0.01**		
Niveles del fuste vs. grado de calidad	2.25	3.84	-	NS	No existe dependencia

La tabla 21 presenta la prueba de independencia que se determino para conocer la incidencia de los defectos con respecto a los niveles del fuste, en cuanto al grado de calidad de la superficie, indicando que no existe dependencia entre las variables

estudiadas, ya que el X^2 calc. (2.25) es menor que el X^2 tab. (3.84), es decir que no existe relacion entre ellas dando a entender que para el ensayo de moldurado el grado de calidad de la superficie de las probetas no esta ligado a uno de los niveles del fuste, presentandose en la madera de forma independiente a estos. Esto se confirma al analizar la tabla 19, donde observamos que los porcentajes en el grado de calidad obtenidas considerando cada uno de los niveles del fuste presentan similar distribucion según orden de incidencia, siendo el grado de calidad de bueno el que tuvo mayor frecuencia en los tres niveles del fuste con el 46,56%, siendo el orden como sigue, en nivel basal(45,69%), medio(49,55%) y ápice(44,09%).

4.3.2. Comportamiento al moldurado por planos de corte.

Tabla 22. Distribución porcentual del grado de calidad de superficie de las muestras por plano de corte.

Planos de corte	Grado de calidad							
	Excelente		Bueno		Regular		Total	
	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%
Tg	47	45,63	52.00	50,49	4.00	3.88	103.00	100.00
Rd	5	27,78	11.00	61,11	2.00	11.11	18.00	100.00
Ob	89	44,72	91.00	45,73	19.00	9.55	199.00	100.00
Total	141	44,06	154.00	48,13	25.00	7.81	320.00	100.00

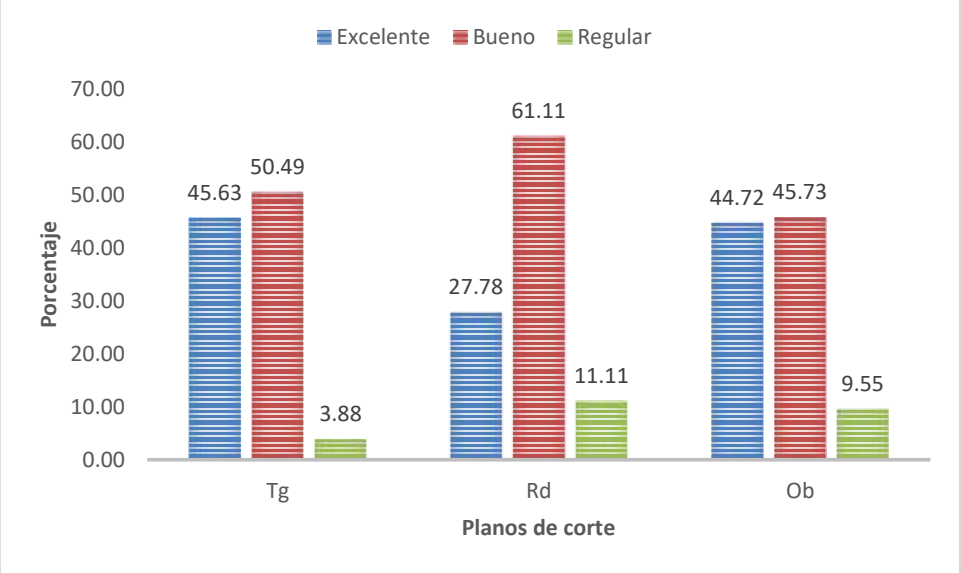


Figura 5. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por plano de corte.

Tabla 23. Comportamiento al moldurado de la madera de almendro por planos de corte

Planos de corte	E + B (%)	Clasificación
Tangencial	96,12	Excelente
Radial	88,89	Buena
Oblicuo	90,45	Excelente

En la referida tabla se aprecia que la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) provenientes de los tres planos de corte presentan grado de calidad de excelente al moldurado en los planos de corte tangencial y oblicuo, mientras que en el plano radial presenta grado de calidad de buena.

4.3.2.1 Relación entre los planos de corte y el grado de calidad de la madera en ensayos de moldurado.

La tabla 24 muestra la prueba de independencia realizado para conocer si existe una relacion entre los planos de corte y los grados de calidad de la superficie de la madera en los ensayos de moldurado.

Tabla 24. Prueba de independencia de los planos de corte vs. grado de calidad de la superficie de las muestras.

Variables	X^2 calc	X^2 tab 0.05	X^2 tab 0.01	Signif.	Interpretación
Planos de corte vs. grado de calidad	3,21	3,84	-	NS	No existe dependencia

La tabla 24 presenta la prueba de independencia que se realizo para conocer la incidencia de los defectos con respecto a los planos de corte, en cuanto al grado de calidad de la superficie, indicando que no existe dependencia entre las variables estudiadas, ya que el X^2 calc. (3.21) es menor que el X^2 tab. (3,84), es decir que no existe relacion entre ellas dando a entender que para el ensayo del moldurado el grado de calidad de la superficie de las probetas no esta ligado a uno de los planos de corte, presentandose en la madera de forma independiente a estos. Esto se confirma al analizar la tabla 22, donde observamos que los porcentajes en el grado

de calidad obtenidas considerando cada uno de los planos de corte presentan similar distribucion según orden de incidencia, siendo el grado de calidad de bueno el que tuvo mayor frecuencia en los tres planos de corte con el 48,13%, distribuyéndose de esta manera, en oblicuo (45,73%), tangencial (50,49%) y radial (61,11%).

4.3.3. Relación entre el Sentido de corte y el grado de calidad.

Tabla 25. Distribución porcentual del grado de calidad de la superficie de las muestras por sentido de corte.

Sentido de corte	Grado de calidad							
	Excelente		Bueno		Regular		Total	
	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%
Favor	65	41,94	80.00	51,61	10.00	6,45	155.00	100.00
Contra	55	33,33	95.00	57,58	15.00	9,09	165.00	100.00
Total	120	37,50	175.00	54,69	25.00	7,81	320.00	100.00

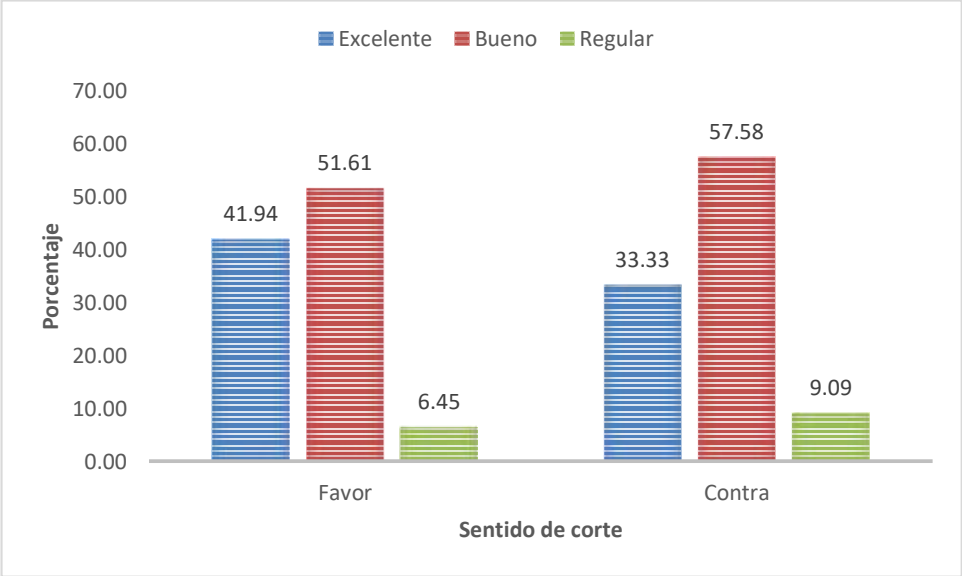


Figura 6. Distribución en porcentajes del grado de calidad por sentido de corte.

La tabla 26 pone en evidencia el comportamiento al moldurado de la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) por sentidos de corte.

Tabla 26. Comportamiento al moldurado de la madera de almendro por sentido de corte.

Sentido de corte	E + B (%)	Clasificación
Contra	93,55	Excelente
Favor	90,91	Excelente

En la referida tabla se aprecia que la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) orientados en los dos sentidos de corte presentan grado de calidad de excelente al moldurado.

4.2.3.1 Relación entre los sentidos de corte y el grado de calidad de la madera en ensayos de moldurado.

Tabla 27. Prueba de independencia de los sentidos de corte vs. grado de calidad de la superficie de las muestras.

Variables	X^2 calc	X^2 tab		Signif.	Interpretación
		0,05	0,01		
Sentido de corte vs. grado de calidad	15,33	9,49	-	*	Existe dependencia

La tabla 27 presenta la prueba de independencia realizado para conocer la incidencia de los defectos con respecto al sentido de corte, en cuanto al grade de calidad de la superficie, indicando que existe dependencia entre las variables estudiadas, ya que el X^2 calc. (15.33) es mayor que el X^2 tab. (9.49), es decir que existe alguna relacion entre ellas dando a entender que para el ensayo del moldurado el grado de calidad de la superficie de las probetas esta ligado a uno de los sentidos de corte, siendo el grado de calidad de bueno el que tuvo mayor frecuencia en los sentidos de corte con el 51,61% a favor del grano y 57,58% en contra del grano, la calificación excelente resultó con

41,94% a favor del grano y con 33,33% en contra del grano, tal como se puede observar en el gráfico 6.

4.4 COMPORTAMIENTO AL LIJADO.

4.4.1. Comportamiento al lijado (lija 60) por niveles longitudinales del fuste

Tabla 28. Distribución porcentual del grado de calidad de la superficie de las muestras por niveles longitudinales del fuste.

Niveles del fuste	Grado de calidad					
	Excelente		Bueno		Total	
	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%
Basal	59	93,65	4.00	6,35	63.00	100.00
Medio	51	96,23	2.00	3,77	53.00	100.00
Ápice	43	97,73	1.00	2,27	44.00	100.00
Total	153	95,63	7.00	4,38	160.00	100.00

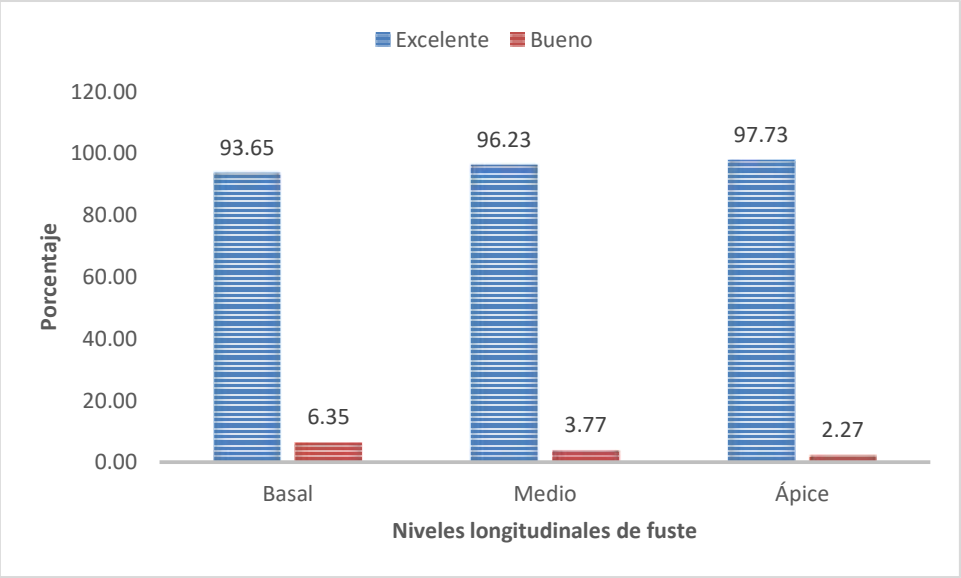


Gráfico 7. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por niveles del fuste.

La tabla 29 pone en evidencia el comportamiento al moldurado de la madera de **Caryocar *glabrum*** Aubl Pers (almendro) por niveles longitudinales del fuste.

Tabla 29. Comportamiento al lijado (lija 60) de la madera de almendro por niveles longitudinales del fuste

Niveles del fuste	E + B (%)	Clasificación
Basal	100,00	Excelente
Medio	100,00	Excelente
Ápice	100,00	Excelente

En la referida tabla se aprecia que la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) provenientes de los tres niveles longitudinales del fuste presentan grado de calidad de excelente al lijado (lija 60).

Por su parte (Sangama, 2008) en el estudio del comportamiento a la trabajabilidad de la madera de ***Croton lechleri*** Muell Arg. (Sangre de grado) de la zona de Yarinacocha, encontró que para el ensayo de lijado el comportamiento fue calificado de bueno que difiere al encontrado por la presente investigación.

4.4.1.1 Relación entre los niveles longitudinales del fuste y el grado de calidad de la madera en ensayos de lijado (lija 60)

La tabla 30 presenta la prueba de independencia realizado para conocer si existe una relacion entre lon niveles longitudinales del fuste y los grados de calidad de la superficie de la madera en los ensayos de lijado (lija 60).

Tabla 30. Prueba de independencia de los niveles del fuste vs. grado de calidad de la superficie de las muestras.

Variables	X^2 calc	X^2 tab		Signif.	Interpretación
		0.05	0.01		
Niveles del fuste vs. grado de calidad	1,54	5,97	-	NS	No existe dependencia

La tabla 30 se presenta la prueba de independencia realizado para conocer la incidencia de los defectos con respecto a los niveles del fuste, en cuanto al grado de calidad de la superficie, indicando que no existe dependencia entre las variables estudiadas, ya que el X^2 calc. (1,54) es menor que el X^2 tab. (5,97), es decir que no

existe relacion entre ellas dando a entender que para el ensayo de lijado (lija 60) el grado de calidad de la superficie de las probetas no esta ligado a uno de los niveles del fuste, presentandose en la madera de forma independiente a estos. Esto se asevera al analizar la tabla 28, donde observamos que los porcentajes en el grado de calidad obtenidas considerando cada uno de los niveles del fuste presentan similar distribucion según orden de incidencia, siendo el grado de calidad de excelente el que tuvo mayor frecuencia en los tres niveles del fuste con el 95,63%, determinándose en nivel basal(93,65%), medio(96,23%) y ápice(97,73%).

4.4.2. Comportamiento al lijado (lija 60) por planos de corte.

Tabla 31. Distribución porcentual del grado de calidad de la superficie de las muestras por plano de corte.

Planos de corte	Grado de calidad					
	Excelente		Bueno		Total	
	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%
Ob	96	95,05	5	4,95	101	100.00
Tg	48	96,00	2	4,00	50	100.00
Rd	9	100,00	0	0,00	9	100.00
Total	153	95,63	7	4,38	160	100.00

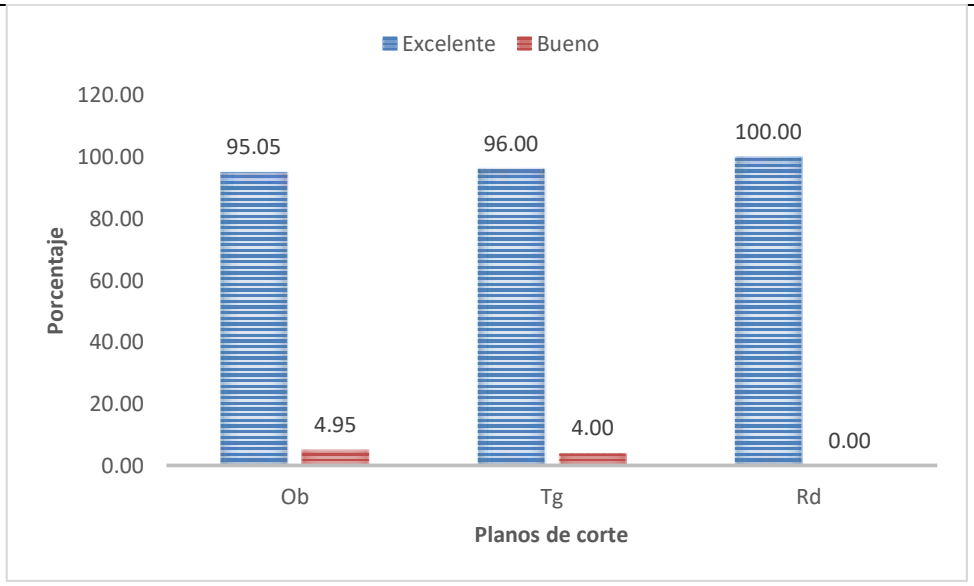


Gráfico 8. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por plano de corte.

Tabla 32. Comportamiento al lijado (lija 60) de la madera de almendro por planos de corte

Planos de corte	E + B (%)	Clasificación
Tangencial	100,00	Excelente
Radial	100,00	Excelente
Oblicuo	100,00	Excelente

En la referida tabla se aprecia que la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) provenientes de los tres planos de corte presentan grado de calidad de excelente al lijado (lija 60).

4.4.2.1 Relación entre los planos de corte y el grado de calidad de la madera en ensayos de lijado (lija 60).

La tabla 33 muestra la prueba de independencia realizado para conocer si existe una relacion entre los planos de corte y los grados de calidad de la superficie de la madera en los ensayos de lijado.

Tabla 33. Prueba de independencia de los planos de corte vs. grado de calidad de la superficie de las muestras.

Variables	**X^2 calc**	**X^2 tab**		**Signif.**	**Interpretación**
		0.05	**0.01**		
Planos de corte vs. grado de calidad	1,65	5,95	-	NS	No existe dependencia

La tabla 33 presenta la prueba de independencia realizado para conocer la incidencia de los defectos con respecto a los planos de corte, en cuanto al grado de calidad de la superficie, indicando que no existe dependencia entre las variables estudiadas ya que el X^2 calc. (1,65) es menor que el X^2 tab. (5,95), es decir que no existe relacion entre ellas dando a entender que para el ensayo del lijado (lija 60) el grado de calidad de la superficie de las probetas no esta ligado a ningun plano de corte, presentandose en la madera de forma independiente a estos. Esto se

confirma al analizar la tabla 31, donde observamos que los porcentajes en el grado de calidad obtenidas considerando cada uno de los niveles del fuste presentan similar distribucion según orden de incidencia, siendo el grado de calidad de excelente el que tuvo mayor frecuencia en los tres planos de corte con el 95,63%, siendo el orden como sigue, en el plano oblicuo (95,05%), plano tangencial (96,00%) y radial (100,00%).

4.4.3. Relación entre el Sentido de corte y el grado de calidad.

Tabla 34. Distribución porcentual del grado de calidad de la superficie de las muestras por sentido de corte.

Sentido de corte	Grado de calidad					
	Excelente		Bueno		Total	
	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%
Contra	158	95,76	7	4,24	165	100.00
Favor	130	83,87	25	16,13	155	100.00
Total	288	90,00	32	10,00	320	100.00

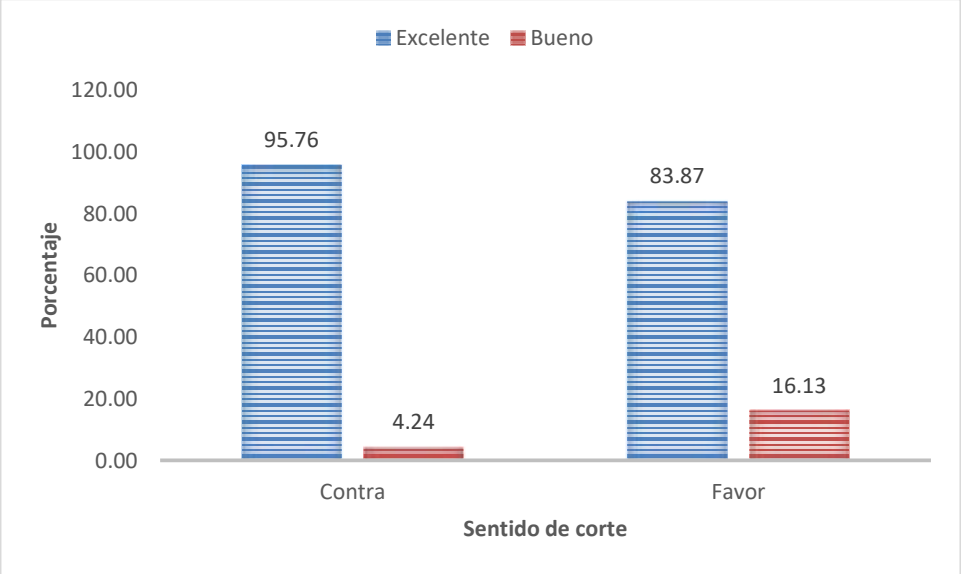


Gráfico 9. Distribución en porcentajes del grado de calidad por sentido de corte.

La tabla 35 pone en evidencia el comportamiento al lijado (lija 60) de la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) por sentidos de corte.

Tabla 35. Comportamiento al lijado de la madera de almendro por sentido de corte.

Sentido de corte	E + B (%)	Clasificación
Contra	100,00	Excelente
Favor	100,00	Excelente

En la referida tabla se aprecia que la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) orientados en los dos sentidos de corte presentan grado de calidad de excelente al lijado (lija 60).

4.3.3.1 Relación entre los sentidos de corte y el grado de calidad de la madera en ensayos de lijado (lija 60).

Tabla 36. Prueba de independencia de los sentidos de corte vs. grado de calidad de la superficie de las muestras.

Variables	X^2 calc	X^2 tab		Signif.	Interpretación
		0.05	0.01		
Sentido de corte vs. grado de calidad	11,35	3.85	-	*	Existe dependencia

La tabla 36 presenta la prueba de independencia realizado para conocer la incidencia de los defectos con respecto al sentido de corte, en cuanto al grado de calidad de la superficie, indicando que existe dependencia entre las variables estudiadas, ya que el X^2 calc. (11.35) es mayor que el X^2 tab. (3.85), es decir que existe alguna relacion entre ellas dando a entender que para el ensayo del lijado (lija 60) el grado de calidad de la superficie de las probetas esta ligado a uno de los sentidos de corte, siendo el grado de calidad de excelente el que tuvo mayor frecuencia en los sentidos de corte con el 83,87% a favor del grano y 95,76% en contra del grano, el grado de calidad bueno

resultó con 16,13% a favor del grano y 4,24% en contra del grano, tal como se puede observar en el gráfico 9.

4.4.4. Comportamiento al lijado (lija 120) por niveles longitudinales del fuste

Tabla 37. Distribución porcentual del grado de calidad de la superficie de las muestras por niveles longitudinales del fuste.

Niveles del fuste	Grado de calidad					
	Excelente		Otras calificaciones		Total	
	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%
Basal	60	100.00	0	0.00	60	100.00
Medio	53	100.00	0	0.00	53	100.00
Ápice	47	100.00	0	0.00	47	100.00
Total	160	100.00	0	0.00	160	100.00

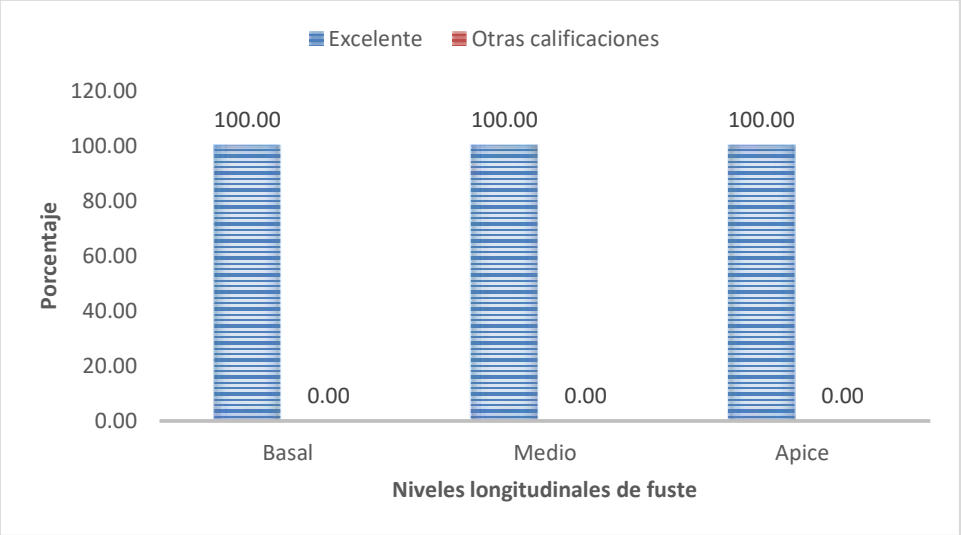


Figura 10. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por niveles del fuste.

4.4.5. Comportamiento al lijado (lija 120) por planos de corte.

Tabla 38. Distribución porcentual del grado de calidad de la superficie de las muestras por plano de corte.

Planos de corte	Grado de calidad					
	Excelente		Otras calificaciones		Total	
	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%
Tg	45	100.00	0	0.00	45	100.00
Rd	9	100.00	0	0.00	9	100.00
Ob	106	100.00	0	0.00	106	100.00
Total	160	100.00	0	0.00	160	100.00

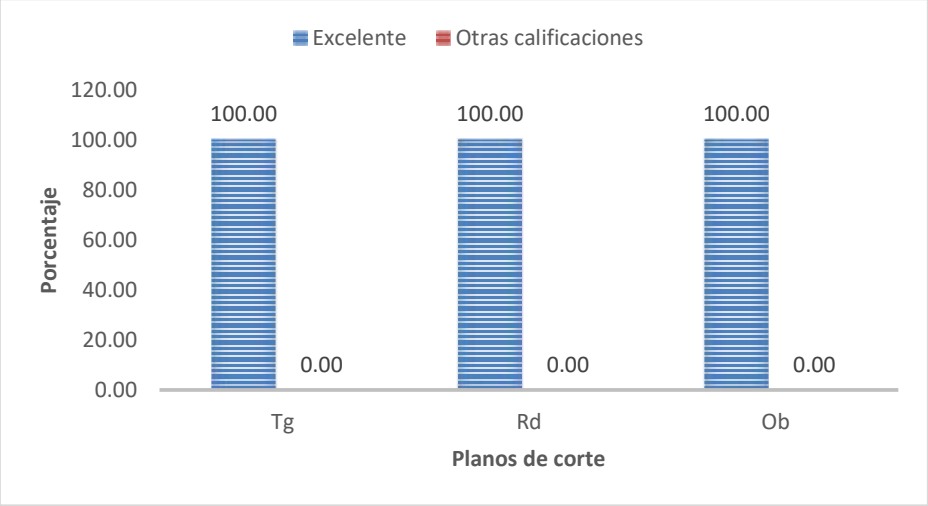


Figura 11. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por plano de corte.

4.4.5. Relación entre el Sentido de corte y el grado de calidad.

Tabla 39. Distribución porcentual del grado de calidad de superficie de las muestras por sentido de corte.

Niveles del fuste	Grado de calidad					
	Excelente		Otras calificaciones		Total	
	N° Probetas	%	N° Probetas	%	N° Probetas	%
Favor	160	100.00	0	0.00	160	100.00
Contra	160	100.00	0	0.00	160	100.00

Total	320	100.00	0	0.00	320	100.00



Gráfico 12. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por sentido de corte.

4.5. COMPORTAMIENTO AL TALADRADO.

4.5.1. Comportamiento al taladrado por niveles longitudinales del fuste

Tabla 40. Distribución porcentual del grado de calidad de la superficie de las muestras por niveles longitudinales del fuste.

Niveles de fuste (velocidad 890 rpm)	Grado de calidad de la superficie de salida							
	Excelente		Bueno		Regular		Total	
	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%
Base	28	43.75	35	54.69	1	1.56	64	100.00
Medio	25	48.08	26	50.00	1	1.92	52	100.00
Ápice	22	50.00	21	47.73	1	2.27	44	100.00
Total	75	46.88	82	51.25	3	1.88	160	100.00
Niveles de fuste (velocidad 1580 rpm)	**Nº Probetas**	**%**	**Nº Probetas**	**%**	**Nº Probetas**	**%**	**Nº Probetas**	**%**
Base	45	77,59	12	20.69	1	1.72	58	100.00
Medio	43	78,18	12	21.82	0	0.00	55	100.00

Ápice	33	70,21	12	25.53	2	4.26	47	100.00
Total	121	75,63	36	22.50	3	1.88	160	100.00

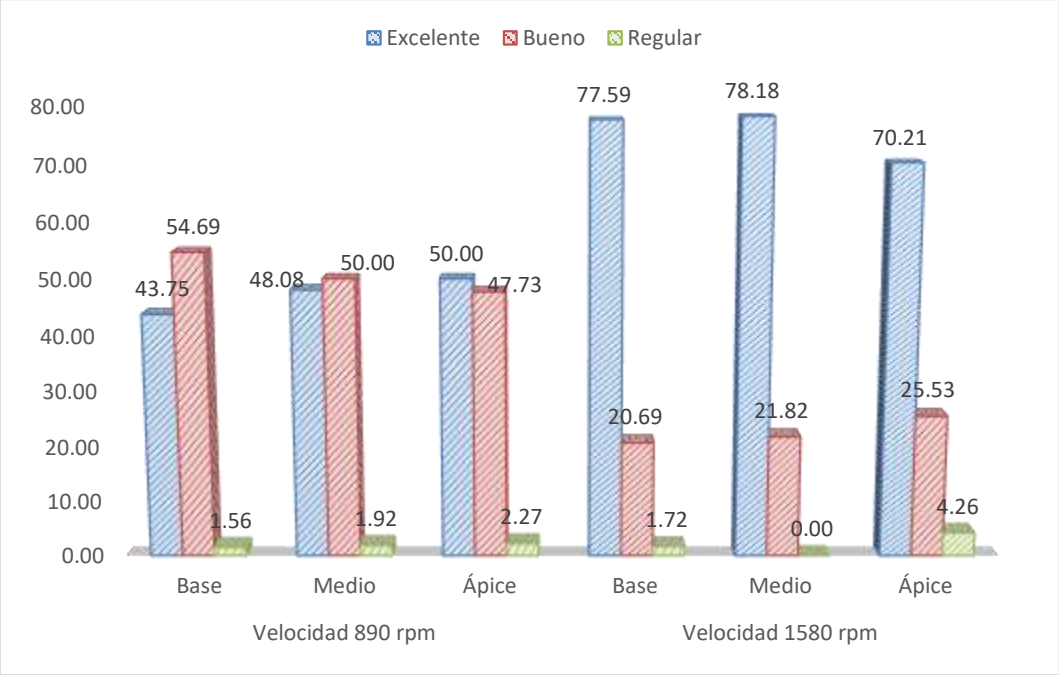


Figura 13. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras de orificio de salida por niveles del fuste.

La tabla 41 pone en evidencia el comportamiento al taladrado de la madera de **Caryocar *glabrum*** Aubl Pers (almendro) por niveles longitudinales del fuste.

Tabla 41. Comportamiento al taladrado de la madera de almendro por niveles longitudinales del fuste

Niveles del fuste (velocidad 890 rpm)	**E + B (%)**	**Clasificación**
Basal	98,44	Excelente
Medio	98,08	Excelente
Ápice	97,73	Excelente
Niveles del fuste (velocidad 890 rpm)	**E + B (%)**	**Clasificación**
Basal	98,28	Excelente
Medio	100,00	Excelente
Ápice	95,74	Excelente

4.5.1.1 Relación entre los niveles longitudinales del fuste y el grado de calidad de la madera en ensayos de taladrado.

La tabla 42 presenta la prueba de independencia realizado para conocer si existe una relacion entre lon niveles longitudinales del fuste y los grados de calidad de la superficie de la madera en los ensayos de taladrado.

Tabla 42. Prueba de independencia de los niveles del fuste vs. grado de calidad de la superficie de las muestras.

Variables	X^2 calc	X^2 tab		Signif.	Interpretación
		0.05	0.01		
Niveles del fuste (Vel. 890 rpm) vs. grado de calidad.	5,68	9.68	-	n.s	No existe dependencia
Niveles del fuste (Vel. 1580 rpm) vs. grado de calidad.	3.11	9.38	-	n.s	No existe dependencia

La tabla 42 presenta la prueba de independencia que se aplicó para conocer la incidencia del defecto en cuanto al grado de calidad de las superficies de las muestras con respecto a los niveles del fuste, al trabajar con velocidades de giro de 890 rpm y 1580 rpm. En relación a las muestras ensayadas a la velocidad de giro de 890 rpm se ve que no existe dependencia entre las variables estudiadas porque el X^2 calc. (5,68) es menor que el X^2 tab. (9,68), es decir que las superficies de las muestras no dependen de los niveles del fuste, de tal manera que se puede confirmar al analizar la tabla 40 donde se observa que el grado de calidad excelente, bueno y regular son similares para todos los niveles. En relación a las muestras ensayadas a la velocidad de giro de 1580 rpm se ve que no existe dependencia entre las variables estudiadas porque el X^2 calc. (3.11) es menor que el X^2 tab. (9.38), es decir que las superficies de las muestras no dependen de los niveles del fuste, de tal manera que se puede confirmar al analizar la tabla 40 donde se observa que el grado de calidad excelente, bueno y regular son similares para todos los niveles.

4.5.2. Comportamiento al taladrado por planos de corte.

Tabla 43. Distribución porcentual del grado de calidad de la superficie de las muestras por plano de corte.

Planos de corte (velocidad 890 rpm)	Grado de calidad de la superficie de salida							
	Excelente		Bueno		Regular		Total Salida	
	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%
Ob	37	36.63	63	62.38	1	0.99	101	100.00
Tg	14	28.00	35	70.00	1	2.00	50	100.00
Rd	3	33.33	5	55.56	1	11.11	9	100.00
Total	54	33.75	103	64.38	3	1.88	160	100.00

Planos de corte (velocidad 1580 rpm)	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%
Ob	78	76.47	22	21.57	2	1.96	102	100.00
Tg	37	75.51	11	22.45	1	2.04	49	100.00
Rd	6	66.67	3	33.33	0	0.00	9	100.00
Total	174	75.63	36	22.50	3	1.88	160	100.00

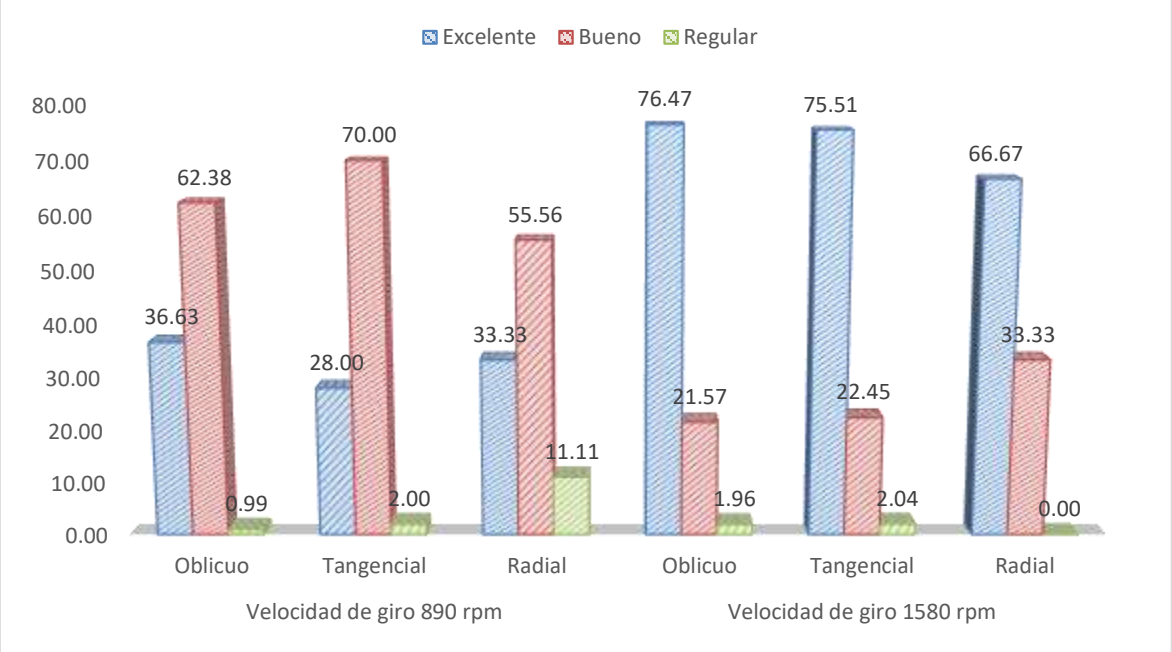


Gráfico 14. Distribución en porcentajes del grado de calidad de las muestras por plano de corte.

Tabla 44. Comportamiento al taladrado de la madera de almendro por planos de corte

Planos de corte (velocidad 890 rpm)	E + B (%)	Clasificación
Tangencial	99,01	Excelente
Radial	98,00	Excelente
Oblicuo	88,89	Bueno
Planos de corte (velocidad 1580 rpm)	**E + B (%)**	**Clasificación**
Tangencial	98,04	Excelente
Radial	97,96	Excelente
Oblicuo	100,00	Excelente

En la referida tabla se aprecia que la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) provenientes de los tres planos de corte, donde presentan grado de calidad de bueno al taladrado el plano oblicuo a una velocidad de 890 rpm.

4.5.2.1 Relación entre los planos de corte y el grado de calidad de la madera en ensayos de lijado (lija 60).

La tabla 45 muestra la prueba de independencia realizado para conocer si existe una relacion entre los planos de corte y los grados de calidad de la superficie de la madera en los ensayos de taladrado.

Tabla 45. Prueba de independencia de los planos de corte vs. grado de calidad de la superficie de las muestras.

Variables	X^2 calc	X^2 tab		Signif.	Interpretación
		0.05	0.01		
Planos de corte (Vel. 890 rpm) vs. grado de calidad.	4,96	9,58	-	n.s	No existe dependencia
Planos de corte (Vel. 1580 rpm) vs. grado de calidad.	0,89	9,58	-	n.s	No existe dependencia

La presente tabla 45 se muestra la prueba de independencia que se aplico para conocer la incidencia del defecto en cuanto al grado de calidad de la superficie de salida con respecto a los planos de corte ensayadas con velocidades de giro de

890 y 1580 rpm. Esta prueba nos indica que al trabajar a ambas velocidades de giro no existe dependencia entre las variables de estudio, ya que el X^2 calc. (4,96) es menor que el X^2 tab. (9,58) a la velocidad de 890 rpm de igual manera para 1580 rpm el X^2 calc. (0,79) es menor al X^2 tab. (9,58), dando a entender que para el ensayo de taladrado el grado de calidad de las superficies de las muestras no depende de los planos de corte en ambas velocidades, de tal manera que esto se corrobora al analizar la tabla 43 donde observamos que los respectivos grados de calidad tienen similares proporciones, presentándose con mas fecuencia el grado de calidad de excelente con mayores procentajes predominando en los tres planos de corte, seguido del grado de calidad de bueno y por ultimo el grado de calidad regular.

4.5.3. Relación entre la velocidad de giro del cabezal y el grado de calidad.

Tabla 46. Distribución porcentual del grado de calidad de la superficie de salida de las muestras por velocidad de giro del cabezal.

Velocidad de giro del cabezal	Grado de calidad							
	Excelente		Bueno		Regular		Total	
	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%
890	103	64.38	54	33.75	3	1.88	160	100.00
1580	121	75.63	36	22.50	3	1.88	160	100.00
Total	224	70.00	90	28.13	6	1.88	320	100.00

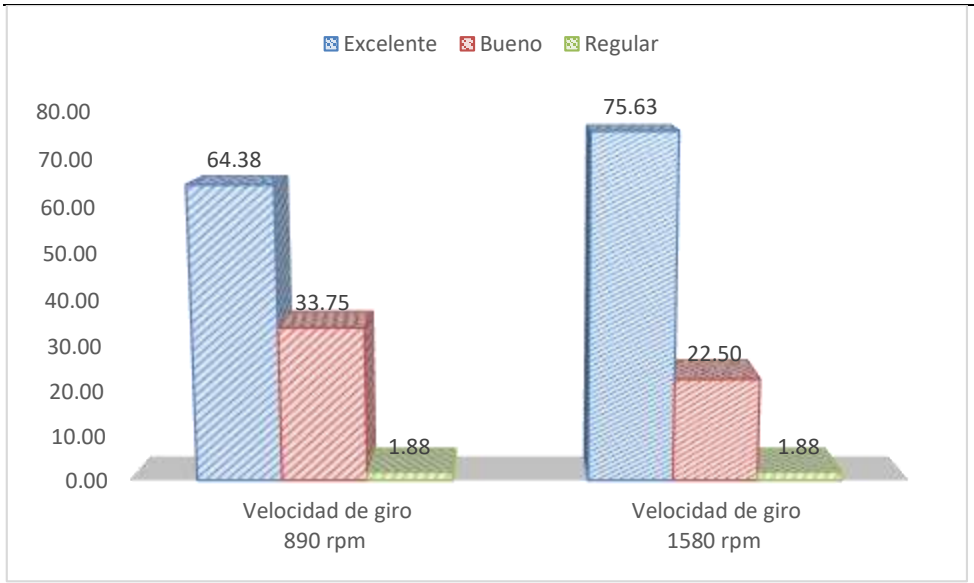


Gráfico 15. Distribución en porcentajes del grado de calidad de la superficie de salida por velocidad de giro del cabezal.

La tabla 47 pone en evidencia el comportamiento al taladrado de la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) por velocidad de giro del cabezal.

Tabla 47. Comportamiento al taladrado de la madera de almendro por velocidad de giro del cabezal.

Velocidad de giro del cabezal	E + B (%)	Clasificación
890	98,13	Excelente
1580	98,13	Excelente

En la referida tabla se aprecia que la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) de acuerdo a la velocidad de giro del cabezal presentan grado de calidad excelente al taladrado.

4.5.3.1 Relación entre las velocidades de giro y el grado de calidad de la madera en ensayos de taladrado.

Tabla 48. Prueba de independencia de las velocidades de giro vs. grado de calidad de la superficie de salida de las muestras.

Variables	X^2 calc	X^2 tab		Signif.	Interpretación
		0.05	0.01		
Velocidad de giro del cabezal vs. grado de calidad.	5.15	5.89	-	n.s.	No existe dependencia

La tabla 48 presenta la prueba de independencia que se aplico para conocer la incidencia del defecto en cuanto al grado de calidad de la superficie de salida con respecto a las velocidades de giro de 890 rpm y 1580 rpm. Los resultados nos indica que no existe dependencia entre las variables de estudios, ya que el X^2 calc. (5.15) es menor que el X^2 tab. (5.89), es decir no existe una relación entre ellas dando a entender que para el ensayo de taladrado el grado de calidad de la superficie de las muestras no depende de las velocidades de giro del cabezal.

4.6 COMPORTAMIENTO AL TORNEADO.

4.6.1 Comportamiento al torneado por niveles longitudinales del fuste.

Tabla 49. Distribución porcentual del grado de calidad de la superficie por niveles de fuste.

Niveles del fuste (Ángulo 0°)	Grado de calidad: Excelente Nº Probetas	%	Bueno Nº Probetas	%	Regular Nº Probetas	%	Malo Nº Probetas	%	Total Nº Probetas	%
Basal	2	9.52	2	9.52	9	42.86	8	38.10	21	100.00
Medio	4	19.05	6	28.57	7	33.33	4	19.05	21	100.00
Ápice	4	19.05	6	28.57	3	14.29	8	38.10	21	100.00
Total	10	15.87	14	22.22	19	30.16	20	31.75	63	100.00
Niveles del fuste (Ángulo 15°)	**Nº Probetas**	**%**	**Nº Probetas**	**%**	**Nº Probetas**	**%**	**Nº Probetas**	**%**	**Nº Probetas**	**%**
Basal	4	19.05	8	38.10	6	28.57	3	14.29	21	100.00
Medio	4	19.05	10	47.62	5	23.81	2	9.52	21	100.00
Ápice	6	28.57	7	33.33	3	14.29	5	23.81	21	100.00
Total	14	22.22	25	39.68	14	22.22	10	15.87	63	100.00
Niveles del fuste (Ángulo 45°)	**Nº Probetas**	**%**	**Nº Probetas**	**%**	**Nº Probetas**	**%**	**Nº Probetas**	**%**	**Nº Probetas**	**%**
Basal	9	42.86	7	33.33	2	9.52	3	14.29	21	100.00
Medio	6	28.57	6	28.57	3	14.29	6	28.57	21	100.00
Ápice	5	23.81	5	23.81	6	28.57	5	23.81	21	100.00
Total	20	31.75	18	28.57	11	17.46	14	22.22	63	100.00

La tabla 50 pone en evidencia el comportamiento al torneado de la madera de **Caryocar *glabrum*** Aubl Pers (almendro) por niveles longitudinales del fuste.

Tabla 50. Comportamiento al torneado de la madera de almendro por niveles longitudinales del fuste.

Niveles del fuste (ángulo 0°)	E + B (%)	Clasificación
Basal	19,04	Muy pobre
Medio	47,62	Pobre
Ápice	47,62	Pobre
Niveles del fuste (ángulo 15°)	**E + B (%)**	**Clasificación**
Basal	57,15	Pobre
Medio	66,67	Regular
Ápice	61,90	Regular

Niveles del fuste (ángulo 15°)	E + B (%)	Clasificación
Basal	76,19	Regular
Medio	57,14	Pobre
Ápice	47,62	Pobre

4.6.1.1 Relación entre los niveles longitudinales del fuste y el grado de calidad de la madera en ensayos de torneado.

La tabla 51 presenta la prueba de independencia realizado para conocer si existe una relacion entre lon niveles longitudinales del fuste y los grados de calidad de la superficie de la madera en los ensayos de torneado.

Tabla 51. Prueba de independencia de los niveles del fuste vs. grado de calidad de la superficie de las muestras.

Variables	X^2 calc	X^2 tab		Signif.	Interpretación
		0.05	0.01		
Niveles del fuste (0°) vs. grado de calidad.	7,73	12.59	-	n.s	No existe dependencia
Niveles del fuste (15°) vs. grado de calidad.	3,63	12.59	-	n.s	No existe dependencia
Niveles del fuste (45°) vs. grado de calidad.	4,89	12.59	-	n.s	No existe dependencia

En la tabla 51 se presenta la prueba de independencia que se aplicó para conocer la incidencia del defecto en cuanto al grado de calidad de la superficie de las muestras con respecto a los niveles del fuste, los resultados del ensayo nos indica que para las tres variables en estudio el X^2 calc. es menor que el X^2 tab., es decir que las variables no dependen de los niveles del fuste, dando a entender que el grado de calidad de las superficies de las muestras no dependen de los niveles longitudinales del fuste.

4.6.2. Comportamiento al torneado por ángulos de corte.

Tabla 52. Distribución porcentual del grado de calidad de superficie de las muestras por ángulos de corte.

Ángulo de corte	Grado de calidad									
	Excelente		Bueno		Regular		Malo		Total	
	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%	Nº Probetas	%
0°	3	14.29	3	14.29	8	38.10	7	33.33	21	100.00
15°	1	4.76	15	71.43	5	23.81	0	0.00	21	100.00
45°	1	4.76	8	38.10	12	57.14	0	0.00	21	100.00

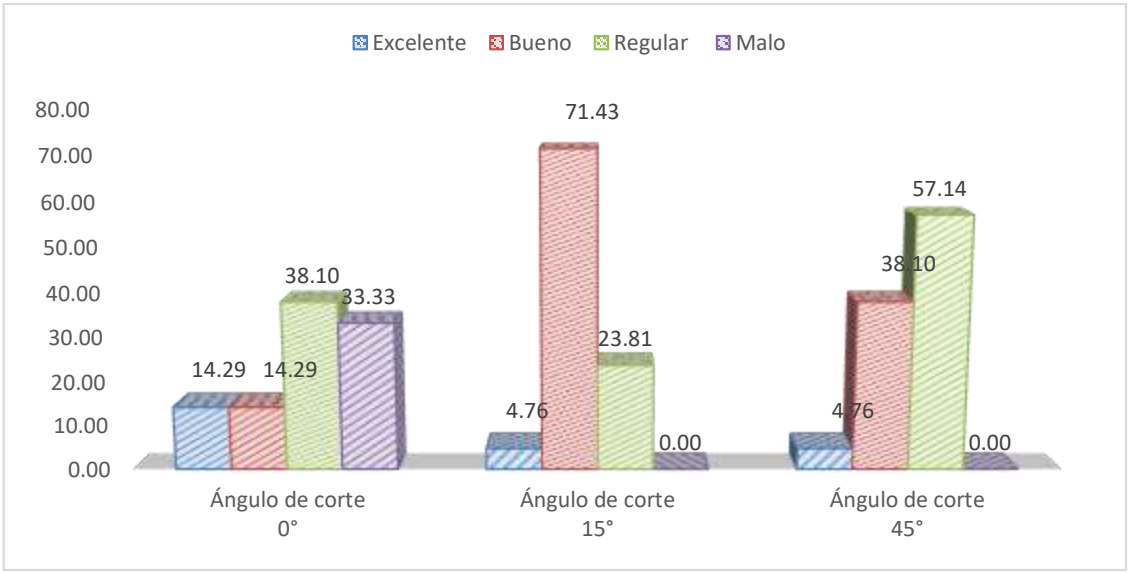


Figura 16. Distribución en porcentajes del grado de calidad de la superficie de las muestras por ángulo de corte.

Tabla 53. Comportamiento al torneado de la madera de almendro por ángulos de corte

Ángulos de corte	E + B (%)	Clasificación
0°	28,58	Muy pobre
15°	76,19	Regular
45°	42,86	Pobre

En la referida tabla se aprecia que la madera de ***Caryocar glabrum*** Aubl Pers (almendro) provenientes de los tres ángulos de corte, donde presenta grado de calidad regular al taladrado en el ángulo de corte 15°.

4.6.2.1 Relación entre los planos de corte y el grado de calidad de la madera en ensayos de lijado (lija 60).

La tabla 54 muestra la prueba de independencia realizado para conocer si existe una relacion entre los ángulos de corte y los grados de calidad de la superficie de la madera en los ensayos de torneado.

Tabla 54. Prueba de independencia de los ángulos de corte vs. grado de calidad de la superficie de las muestras.

Variables	X^2 calc	X^2 tab		Signif.	Interpretación
		0.05	0.01		
Ángulo de corte vs. grado de calidad.	26,84	12,69	-	*	Existe dependencia significativa

La tabla 54 presenta la prueba de independencia que se aplicó para conocer la incidencia del defecto rugosidad en cuanto al grado de calidad de la superficie con respecto a los ángulos de corte. Los resultados nos indica que existe dependencia altamente significativo entre las variables de estudios ya que el X^2 calc. (26,84) es mayor que el X^2 tab. (12,69), es decir éxiste una relación entre ellas dando a entender que para el ensayo del torneado el grado de calidad de las superficies de las muestras depende de los ángulos de corte, de tal manera que se corrobora al analizar la tabla 52 donde se observa que con el ángulo 0° éxiste diferencia en el grado de calidad siendo 38,10% para regular y 14,29% para el grado de calidad buena; mientras que el ángulo de corte de 15° tambien éxiste diferencia entre los dos grados de calidad de bueno y regular de 71,43% y 23,81% respectivamente; y por ultimo con el ángulo de corte de 45% la mayor cantidad es para el grado de calidad regular con 57,14% seguido del grado de calidad bueno con 38,10%.

CAPITULO V
CONCLUSIONES

1. El ensayo de cepillado fue excelente con un 65,31%, con el defecto predominante grano arrancado, asimismo existe dependencia por los niveles del fuste.
2. En el ensayo de moldurado en cuanto a la calificación por niveles del fuste la calidad bueno fue de 46,56% seguido de la calidad excelente con 45,63%, a su vez el comportamiento al moldurado no es influenciado por los niveles del fuste.
3. Para el ensayo del lijado la calificación fue excelente con las lijas N° 60 y 120 con 95,63% y 100,00% respectivamente, asimismo el comportamiento al lijado con el grano N° 60 y N°120 no es influenciado por los niveles del fuste.
4. El ensayo del taladrado la calificación fue bueno con la velocidad de 890 rpm y excelente para la velocidad 1580 rpm con 51,25% y 75,63% respectivamente, se obtuvo el defecto ruptura a su vez el comportamiento al taladrado no presentó dependencia por los niveles del fuste.
5. Para el ensayo del torneado no presentó influencia por los niveles del fuste y se encontró para los tres ángulos de corte (0°, 15° y 45°) la calificación de regular.

CAPITULO VI
RECOMENDACIONES

1. En muebles para exteriores no presentaría mayor dificultad, en los acoples, juntas uniones clavadas, encolado y prensado.
2. La textura fina favorece los procesos de acabado convencional y reduce costos de insumos.
3. Mejoramiento de las condiciones de corte.

Bibliografía

AIDER. (2011). Informe técnico del estudio de la estructura anatómica de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios remanentes. En Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales. Lima.

Caballero, C. (2014). Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de Pterygota amazonica Willians ex Dorr (Paujil ruro) y su variación en los diferentes niveles del fuste proveniente de la provincia de Coronel Portillo - Región Ucayali. Pucallpa.

CHEMONICS. (2010). Programa de los productos del bosque y madera. En Libro ilustrado de 25 especies del bosque de Putumayo. Colombia.

Collardet, J. (24 de abril de 2020). Elaboración de especies díficiles de transformar y de poco uso.

Flores, F. (2004). Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de Micropholis sp. (Griseb) Pierre (Quina quina) procedente de Pucallpa. Pucallpa.

Flores, R., Rangel, V., Quintanar, J., Fuentes, M., & Velasquez, L. (2007). Calidad de maquinado de la madera de Quercus affinis y Quercus laurina. Revista Chapingo serie Ciencias Forestales, 13.

García, H. (2006). Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de Ficus insipida Will (Ojé renaco) de la zona del Tamaya - Masisea (Alto Ucayali). Pucallpa.

Hoyos, J. (2008). Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de Trichilia pleeana (A. Juss) C.DC. (Uchumullaca), del bosque Macuya - Ucayali. Pucallpa.

JUNAC. (1983). Estudio de características de trabajabilidad de 105 maderas de los bosuqes tropicales del Grupo Andino. . Lima.

Koch, P. (1964). Wood machining processes. New York: The Ronald Press Company.

León, W., & Espinoza, N. (2001). Anatomía de la madera. Mérida.

Llúncor Mendoza, D. G. (1989). Trabajabilidad de nueve especies maderables de la zona Selva baja (Allpa Huayo - Genaro Herrera). Pucallpa.

Llúncor, D. (1977). Relaciones entre las características de cepillado de algunas maderas de Venezuela y sus propiedades físico-mecánicas y anatómicas. Mérida.

Ninin, L. (1984). Texto de labrado y mecanizado. Mérida.

PADT-REFORT. (1974). Proyecto Andino de desarrollo tecnológico en el área de recursos forestales tropicales. Normas y métodos para ensayos tecnológicos. Lima.

Ríos, M. (2010). Manual de buenas prácticas de manufactura para la industria del aserrío. Lima.

Salvador, I. (2010). Protocolo de campo para la selección y colección de muestras para la caracterización antómica y de propiedades físicas, mecánicas, químicas y tecnológicas de la madera. Pucallpa.

Sangama, L. (2008). Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de Croton lechleri Muell Arg. (sangre de grado) de la zona de Yarinacocha. Yarinacocha.

Sato, A. (1976). Propiedades de trabajabilidad de la madera de doce especies del Perú. Lima.

Serrano, J., & Saenz, M. (2012). Trabajabilidad de teca (Tectona grandis) de Costa Rica y Panamá.

Torres, R. (1995). Comportamiento de la madera de 12 especies forestales al taladrado y torneado. Pucallpa.

Valderrama Freyre, H. (2008). Estructura celular del xilema de la rama para establecer una metodología de caracterización tecnológica del tronco de árboles en áreas naturales protegidas. Estructura celular del xilema de la rama para establecer una metodología de caracterización tecnológica del tronco de árboles en áreas naturales protegidas. Trujillo, Perú.

Valderrama, H. (2010). Contribución al Conocimiento de la Anatomía vegetal. Iquitos.

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. Pucallpa.

Zavala, D. (1988). Factores que influyen en las características de máquinado de la madera. Coyocan.

ANEXOS 1

Fotos de los ensayos ejecutados durante el maquinado de la madera.

1) Ensayo de cepillado:





2) Ensayo de moldurado





3) Ensayo de lijado





4) Ensayo de taladrado





5) Ensayo de torneado



