UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
02/06/14
BIBLIOTECA CENTRAL
U N U
H79T

COMPORTAMIENTO A LA TRABAJABILIDAD DE LA MADERA DE *Brosimum utile* Kunth (panguana) Y SU VARIACIÓN EN LOS DIFERENTES NIVELES DEL FUSTE, PROVENIENTE DE LA PROVINCIA DE PADRE ABAD - REGIÓN UCAYALI.

Tesis
Para Optar el Título de:
INGENIERO FORESTAL

Presentado por:
GISELA ISABEL ARRASCUE DA CRUZ

Pucallpa - Perú
2013

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

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 251

En la ciudad de Pucallpa a los cinco (6) días del mes de setiembre del año 2013, siendo las 11.30 a.m. se reunieron en la Sala de Grados de la Universidad Nacional de Ucayali, los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes docentes:

- **Ing. MSc. MANUEL IVAN SALVADOR CARDENAS - Presidente**
- **Ing. LETICIA GUEVARA SALNICOV - Miembro**
- **Ing. CLOVIS RAMIREZ RAMIREZ - Miembro,**

para proceder a evaluar la sustentación de la tesis denominada: **"COMPORTAMIENTO A LA TRABAJABILIDADDELA MADERA DE BROSIMUM UTILE KUNTH (PANGUANA) Y SU VARIACION EN LOS DIFERENES NIVELES DEL FUSTE PROVENIENTE DE LA PROVINCIA DE PADRE ABAD – REGION UCAYALI"**; presentado por la Bachiller **GISELA ISABEL ARRASCUE DA CRUZ**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal.

Finalizada la exposición, se procedió a formular las preguntas por parte del Jurado Evaluador, las mismas que fueron absueltas por la tesista a satisfacción del jurado, lo que permitió que el Jurado Evaluador llegue a la siguiente conclusión: la tesis fue aprobado por **UNANIMIDAD.**

Siendo las 12.30 p.m. se dio por concluido el Acto Académico

Ing. MSc. MANUEL IVAN SALVADOR CARDENAS
Presidente

Ing. LETICIA GUEVARA SALNICOV
Miembro

Ing. CLOVIS RAMIREZ RAMIREZ
Miembro

DEDICATORIA

A Dios por darme la salud y fuerzas para salir adelante, por cada una de las bendiciones que me ha dado; y él siempre seguirá siendo mi guía en todas las metas que me propongo.

A la memoria de mi Papá Hipólito, porque sé que desde el cielo me cuida y protege, guiándome por el camino del éxito.

A mí adorada Mamá Leslei por sacarme adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, por enseñarme que en la vida, las cosas se tienen que hacer con el mayor esfuerzo y de la mejor manera posible y hoy gracias a ello puedo ver alcanzada mi meta.

A mis queridos hermanos Joice y Jimmy por brindarme su amor y consejos, lo que fomentaron en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

A mi pequeño brote de amor que crece en mis entrañas, ya que será un motivo para seguir adelante e ir superándome en la vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios que me da la sabiduría, salud y la visión de poder trazarme metas y permitirme haber concluido este trabajo, sin él y su manifestación de aliento en cada persona que encontré en el camino no hubiera logrado llegar al final.

En especial, al Ing. M.Sc. David Gerardo Llúncor Mendoza, asesor de la presente tesis por su apoyo incondicional y dedicación permanente hasta la culminación del trabajo de investigación.

A los miembros del Jurado Calificador por sus observaciones y valiosos aportes para el mejoramiento del informe final de la tesis.

A la Ing. Carmen Leticia Guevara Salnicov, por las enseñanzas impartidas durante el desarrollo de mi carrera universitaria.

A la Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (AIDER), quienes en convenio con la Universidad Nacional de Ucayali (UNU) ejecutaron el Proyecto "Utilización Industrial Y Mercado De Diez Especies Maderables Potenciales De Bosques Secundarios Y Primarios Residuales", dentro del cual se realizó el presente estudio.

Al personal del taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali: Ing. Edson Maca Sangama y Julio César Salinas Rojas, por el apoyo y las facilidades brindadas durante la preparación de probetas y ejecución de los ensayos.

A todos los colegas y amigos Bach. Mayra Lorena Espinoza Linares, Carlos Frank Chota Ríos por el compañerismo y el intercambio de conocimientos científico y humano, que hicieron posible la ejecución del estudio y que se desarrolle de manera satisfactoria.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Contenido

DEDICATORIA III

AGRADECIMIENTO IV

ÍNDICE DEL CONTENIDO V

ÍNDICE DE CUADROS IX

ÍNDICE DE FIGURAS XII

RESUMEN XIV

ABSTRACT XVI

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I 3

MARCO TEÓRICO 3

1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 3

1.2 PLANTEAMIENTO TEÓRICO 7

1.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE EN ESTUDIO 7

1.2.1.1 Clasificación Taxonómica 7

1.2.2 DESCRIPCION BOTANICA 7

1.2.3 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA 8

1.2.4 ZONAS DE VIDA (HOLDRIDGE) 8

1.2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA 9

1.2.5.1 Descripción Organoléptica: 9

1.2.5.2 Descripción Anatómica: 9

1.2.5.3 Propiedades Físicas: 11

1.2.5.4 Propiedades Mecánicas: 11

1.2.5.5 Trabajabilidad: 11

1.2.5.6 Durabilidad y Preservación: 12

1.2.5.7 Secado: 12

1.2.5.8 Usos Actuales: 12

1.2.5.9 Usos Potenciales: 12

1.2.6 VARIABILIDAD DE LA MADERA EN UN MISMO INDIVIDUO 13
1.2.7 CONSIDERACIONES SOBRE TRABAJABILIDAD DE LA MADERA 14
1.2.7.1 Generalidades: 14
1.2.8 INFLUENCIA DE LA ESTRUCTURA ANATÓMICA EN LA TRABAJABILIDAD DE LA MADERA 16
1.2.9 DEFECTOS PRODUCIDOS DURANTE EL MAQUINADO 17
1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 19
CAPITULO II 21
METODOLOGÍA 21
2.1 LUGAR DE EJECUCIÓN 21
2.2 PROCEDENCIA DEL MATERIAL BIOLÓGICO 21
2.2.1 UBICACIÓN POLÍTICA 21
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA 22
2.4 MATERIALES 23
2.4.1 MATERIAL XILEMÁTICO: 23
2.4.2 ASERRADO: 23
2.4.3 HABILITADO DE LA PROBETAS: 23
2.4.4 MEDICIÓN DE LA HUMEDAD: 24
2.4.5 PARA LA EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS: 24
2.4.6 PARA EL REGISTRO Y PROCESO DE DATOS: 24
2.5 METODOLOGÍA 24
2.5.1 IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE: 24
2.5.2 ASERRADO Y ACONDICIONADO DE LA MADERA: 25
2.5.3 HABILITADO Y SECADO DE LA MADERA: 26
2.5.4 EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS: 26
2.5.4.1 Ensayo de cepillado: 27
2.5.4.2 Ensayo de moldurado: 28
2.5.4.3 Ensayo de lijado: 29
2.5.4.4 Ensayo de taladrado: 29
2.5.4.5 Ensayo de torneado: 30
2.5.5 EVALUACIÓN DE LAS PROBETAS: 31
2.5.5.1 Para el cepillado: 33
2.5.5.2 Para el moldurado: 33
2.5.5.3 Para el lijado: 33

2.5.5.4 Para el taladrado: 34
2.5.5.5 Para el torneado: 34
2.5.6 CONSIDERACIONES ADICIONALES: 34
2.5.7 TRATAMIENTO DE DATOS: 35
CAPITULO III 36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 36
3.1 RESULTADO GENERAL DE LOS ENSAYOS DE TRABAJABLIDAD, REALIZADOS PARA LA MADERA DE *Brosimum utile* Kunth (Panguana) 36
3.2 COMPORTAMIENTO AL CEPILLADO 37
3.2.1 ANÁLISIS POR NIVELES DEL FUSTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, GRANO ARRANCADO Y GRANO LEVANTADO. 42
3.2.2 ANÁLISIS POR NIVELES DE FUSTE Y PLANOS DE CORTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, GRANO ARRANCADO Y GRANO LEVANTADO. 43
3.2.3 ANÁLISIS POR NIVELES DE FUSTE, PLANOS DE CORTE Y SENTIDO DE CORTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, GRANO ARRANCADO Y GRANO LEVANTADO. 46
3.2.4 PRUEBA DE INDEPENDENCIA REALIZADA EN EL ENSAYO DE CEPILLADO AL DEFECTO GRANO ARRANCADO. 49
3.2.5 PRUEBA DE INDEPENDENCIA REALIZADA EN EL ENSAYO DE CEPILLADO AL DEFECTO GRANO LEVANTADO. 53
3.3 COMPORTAMIENTO AL MOLDURADO 57
3.3.1 ANÁLISIS POR NIVELES DE FUSTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, GRANO ASTILLADO. 59
3.3.2 ANÁLISIS POR NIVELES DE FUSTE Y PLANOS DE CORTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE. 61
3.3.3 ANÁLISIS POR NIVELES DE FUSTE, PLANOS DE CORTE Y SENTIDO DE CORTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, GRANO ASTILLADO. 64
3.3.4 PRUEBA DE INDEPENDENCIA REALIZADA EN EL ENSAYO DE MOLDURADO AL DEFECTO GRANO ASTILLADO. 66
3.4. COMPORTAMIENTO AL LIJADO 70
3.4.1 ANÁLISIS DEL LIJADO POR NIVELES DE FUSTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE VELLOSIDAD. 72
3.4.2 ANÁLISIS DEL LIJADO POR NIVELES DE FUSTE Y PLANOS DE CORTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, GRANO VELLOSO. 74
3.4.3 ANÁLISIS DEL LIJADO POR NIVELES DE FUSTE, PLANOS Y SENTIDOS DE CORTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, GRANO VELLOSO. 76
3.4.4 PRUEBA DE INDEPENDENCIA REALIZADA EN EL ENSAYO DE LIJADO AL DEFECTO VELLOSIDAD. 78
3.5 COMPORTAMIENTO AL TALADRADO 82

3.5.1 ANÁLISIS POR NIVELES DEL FUSTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, RUPTURA. 84

3.5.2 ANÁLISIS POR NIVELES DEL FUSTE Y PLANOS DE CORTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, RUPTURA. 86

3.5.3 PRUEBA DE INDEPENDENCIA REALIZADA EN EL ENSAYO DE TALADRADO AL DEFECTO RUPTURA. 87

3.6 COMPORTAMIENTO AL TORNEADO 93

3.6.1 ANÁLISIS POR NIVELES DEL FUSTE Y ÁNGULOS DE CORTE, PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE GRANO ASTILLADO Y RUGOSO. 96

3.6.2 PRUEBA DE INDEPENDENCIA REALIZADA EN EL ENSAYO DE TORNEADO AL DEFECTO GRANO ASTILLADO. 98

3.6.3 PRUEBA DE INDEPENDENCIA REALIZADA EN EL ENSAYO DE TORNEADO AL DEFECTO RUGOSIDAD. 102

CAPITULO IV 105

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 105

4.1 CONCLUSIONES 105

4.1.1 EN CEPILLADO: 105

4.1.2 EN MOLDURADO: 105

4.1.3 EN LIJADO: 106

4.1.4 EN TALADRADO: 106

4.1.5 EN TORNEADO: 107

4.2 RECOMENDACIONES 108

BIBLIOGRAFÍA 109

ANEXOS 113

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1: Propiedades físicas de *Brosimum utile* Kunth. ... 11
Cuadro 2: Propiedades mecánicas de *Brosimum utile* Kunth. ... 11
Cuadro 3: Coordenadas UTM de los árboles de *Brosimum utile* Kunth (panguana) colectados. ... 21
Cuadro 4: Dimensiones requeridas para cada tipo de ensayo. ... 26
Cuadro 5: Cantidad de probetas obtenidas por niveles de fuste y por plano de corte. ... 27
Cuadro 6: Cantidad de probetas utilizadas por nivel de fuste en el ensayo de torneado. ... 27
Cuadro 7: Grados de calidad para la calificación de los ensayos de trabajabilidad. ... 31
Cuadro 8: Factores de conversión de defectos según su severidad en los ensayos de trabajabilidad. ... 32
Cuadro 9: Rango de calificación según la calidad para los ensayos de trabajabilidad. ... 32
Cuadro 10: Resumen de los valores promedios de los ensayos de trabajabilidad de la madera *Brosimum utile* Kunth (panguana). ... 36
Cuadro 11: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth ... 37
Cuadro 12: Promedio general del comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth, por nivel del fuste. ... 38
Cuadro 13: Promedio general del comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por plano de orientación ... 39
Cuadro 14: Porcentajes de probetas afectadas por el defecto grano arrancado y grano levantado de acuerdo al grado de severidad. ... 40
Cuadro 15: Promedio general del comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste. ... 42
Cuadro 16: Promedios generales del comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte. ... 43
Cuadro 17: Promedios generales del comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte. ... 44
Cuadro 18: Promedios generales del comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte. ... 46
Cuadro 19: Promedios generales del comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte. ... 48
Cuadro 20: Resumen de la prueba de independencia de las variables del cepillado con el defecto grano arrancado. ... 49
Cuadro 21: Relación entre los números de probetas por planos de corte vs. la calificación según la calidad de superficie del defecto grano arrancado. ... 50
Cuadro 22: Relación entre los números de probetas por sentido de corte vs. la calificación según la calidad de superficie del defecto grano arrancado. ... 51
Cuadro 23: Relación entre los números de probetas por niveles de fuste vs. la calificación según la calidad de superficie del defecto grano arrancado. ... 52
Cuadro 24: Resumen de la prueba de independencia de las variables del cepillado con el defecto grano levantado. ... 53
Cuadro 25: Relación entre los números de probetas por planos de corte, vs. la calificación según la calidad de superficie del defecto grano levantado. ... 54
Cuadro 26: Relación entre los números de probetas por sentido de corte, vs. la calificación según la calidad de superficie del defecto grano levantado. ... 55
Cuadro 27: Relación entre los números de probetas por niveles de fuste vs. la calificación según la calidad de superficie del defecto grano levantado. ... 56
Cuadro 28: Comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth. ... 57

Cuadro 29: Porcentajes de probetas afectadas por el defecto grano astillado de acuerdo al grado de severidad. 58
Cuadro 30: Promedio general del comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por nivel del fuste. 59
Cuadro 31: Promedio general del comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por plano de orientación. 61
Cuadro 32: Promedios generales del comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte. 62
Cuadro 33: Promedios generales del comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte. 64
Cuadro 34: Resumen de la prueba de independencia de las variables del moldurado con el defecto grano astillado. 66
Cuadro 35: Relación entre los planos de corte vs. la calificación según la calidad de superficie de las probetas del defecto grano astillado. 67
Cuadro 36: Relación entre el sentido de corte vs. la calificación según la calidad de la superficie de las probetas del defecto grano astillado. 68
Cuadro 37: Relación entre los niveles del fuste vs. la calificación según la calidad de superficie de las probetas del defecto grano astillado. 69
Cuadro 38: Comportamiento al lijado de la madera deie *Brosimum utile* Kunth (panguana). 70
Cuadro 39: Porcentajes de probetas afectadas por el defecto vellosidad de acuerdo al grado de severidad. 71
Cuadro 40: Promedio general del comportamiento al lijado de la madera *Brosimum utile* Kunth por nivel del fuste. 72
Cuadro 41: Promedio general del comportamiento al lijado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y plano de orientación. 74
Cuadro 42: Promedios generales del comportamiento al lijado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte. 76
Cuadro 43: Resumen de la prueba de independencia de las variables del lijado con el defecto vellosidad. 78
Cuadro 44: Relación entre los planos de corte vs. el defecto (vellosidad) de las probetas al trabajar con lija Nº 60. 79
Cuadro 45: Relación entre el sentido de corte vs. El defecto (vellosidad) de las probetas al trabajar con lija Nº 60. 80
Cuadro 46: Relación entre los niveles del fuste vs. el defecto (vellosidad) de las probetas al trabajar con lija Nº 60. 81
Cuadro 47: Comportamiento al taladrado de la madera *Brosimum utile* Kunth (panguana). 82
Cuadro 48: Probetas afectadas de acuerdo al grado de severidad del defecto ruptura de grano. . 83
Cuadro 49: Promedios generales del comportamiento al taladrado de la madera *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste. 84
Cuadro 50: Promedios generales del comportamiento al taladrado de la madera *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte. 86
Cuadro 51: Resultados de la prueba de independencia al taladrado de la madera *Brosimum utile* Kunth. 87
Cuadro 52: Relación entre los planos de corte vs. la calidad de las probetas con defecto ruptura. 89
Cuadro 53: Relación entre la velocidad de giro del cabezal vs. la calidad de las probetas con defecto ruptura. 90
Cuadro 54: Relación entre los niveles del fuste vs. la calidad de las probetas con defecto ruptura. 91
Cuadro 55: Comportamiento al torneado de la madera *Brosimum utile* Kunth. 93

Cuadro 56: Probetas afectadas de acuerdo al grado de severidad del defecto grano astillado y rugoso. 94
Cuadro 57: Promedios generales del comportamiento al torneado de la madera *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y ángulos de corte. 96
Cuadro 58: Resultados de la prueba de independencia al torneado de la madera *Brosimum utile* Kunth, grano astillado. 99
Cuadro 59: Relación entre los ángulos de corte y niveles del fuste vs. la calidad de las probetas con defecto grano astillado. 100
Cuadro 60: Relación entre los niveles del fuste vs. la calidad de las probetas con defecto grano astillado. 101
Cuadro 61: Resultados de la prueba de independencia al torneado de la madera *Brosimum utile* Kunth, al defecto rugosidad. 102
Cuadro 62: Relación entre los ángulos de corte y niveles del fuste vs. la calidad de las probetas con defecto rugosidad. 103
Cuadro 63: Relación entre los ángulos de corte y niveles del fuste vs. la calidad de las probetas con defecto rugosidad. 104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Descripción botánica de *Brosimum utile* Kunth. A. ramita terminal, B. Inflorescencia, C. Fruto, D. Semillas. 8
Figura 2: Cortes microscópicos de *Brosimum utile* Kunth. 10
Figura 3: Esquema de trozado del fuste (Norma ISO 4471-1982). 23
Figura 4: Esquema de aserrío de la troza para la obtención de las probetas. 25
Figura 5: Sentido de ejecución del cepillado referente al grano de la probeta. 28
Figura 6: Sentido de ejecución del moldurado referente al grano de la probeta. 28
Figura 7: Sentido de ejecución del lijado referente al grano de la madera. 29
Figura 8: Ubicación de la perforación para el ensayo de taladrado. 30
Figura 9: Posición angular de la gubia con respecto a la probeta en el torno. 30
Figura 10: Zonas de evaluación en las probetas molduradas. 33
Figura 11: Distribución de los defectos en las probetas de la madera de *Brosimum utile* Kunth. 38
Figura 12: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste. 39
Figura 13: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por plano de orientación. 40
Figura 14: Distribución de porcentajes de probetas afectadas por el defecto grano arrancado de acuerdo al grado de severidad. 41
Figura 15: Distribución de porcentajes de probetas afectadas por el defecto grano levantado de acuerdo al grado de severidad. 41
Figura 16: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste para los defectos predominantes de grano arrancado y grano levantado. 42
Figura 17: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte. 44
Figura 18: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte. 45
Figura 19: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte. 47
Figura 20: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte. 49
Figura 21: Relación entre los planos de corte y la calidad de las probetas con defecto grano arrancado. 51
Figura 22: Relación entre el sentido de corte y la calificación según la calidad de la superficie de las probetas del defecto grano arrancado. 52
Figura 23: Relación entre los niveles del fuste y la calidad de las probetas del defecto grano arrancado. 53
Figura 24: Relación entre los planos de corte y la calidad de las probetas con defecto grano levantado. 55
Figura 25: Relación entre los sentidos de corte y la calidad de las probetas con defecto grano levantado. 56
Figura 26: Relación entre los niveles del fuste y la calidad de las probetas del defecto grano levantado. 57
Figura 27: Distribución de porcentajes de probetas afectadas por el defecto grano astillado de acuerdo al grado de severidad. 59
Figura 28: Comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste. 60

Figura 29: Comportamiento al moldurado de la madera de Brosimum utile Kunth por plano de orientación. 62
Figura 30: Comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte. 63
Figura 31: Comportamiento al moldurado de la madera *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte. 66
Figura 32: Relación entre los planos de corte y la calificación según la calidad de la superficie de las probetas del grano astillado. 68
Figura 33: Relación entre el sentido de corte y la calificación según la calidad de la superficie de las probetas del grano astillado. 69
Figura 34: Relación entre los niveles del fuste y la calificación según la calidad de la superficie de las probetas del grano astillado. 70
Figura 35: Distribución de porcentajes de probetas afectadas por el defecto vellosidad de acuerdo al grado de severidad. 72
Figura 36: Comportamiento al lijado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste. 73
Figura 37: Comportamiento al lijado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y plano de orientación. 75
Figura 38: Comportamiento al lijado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte. 78
Figura 39: Relación entre los planos de corte y el defecto (vellosidad) de las probetas al trabajar con lija N° 60. 80
Figura 40: Relación entre el sentido de corte y el defecto (vellosidad) de las probetas al trabajar con lija N° 60. 80
Figura 41: Relación entre los niveles del fuste y el defecto (vellosidad) de las probetas al trabajar con lija N° 60. 81
Figura 42: Distribución de porcentajes de probetas afectadas de acuerdo al grado de severidad del defecto ruptura de salida. 83
Figura 43: Comportamiento al taladrado de la madera de *Brosimum utile* Kunth. Por niveles del fuste. 85
Figura 44: Comportamiento al taladrado de la madera de la especie *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte. 87
Figura 45: Relación entre los planos de corte y la calidad de las probetas con defecto ruptura. ... 89
Figura 46: Relación entre la velocidad de giro del cabezal y la calidad de las probetas con defecto ruptura. 91
Figura 47: Relación entre los niveles del fuste y la calidad de las probetas del defecto ruptura. ... 92
Figura 48: Distribución de porcentajes de probetas afectadas de acuerdo al grado de severidad del defecto grano astillado. 94
Figura 49: Distribución de porcentajes de probetas afectadas de acuerdo al grado de severidad del defecto rugosidad. 95
Figura 50: Comportamiento al torneado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y ángulos de corte. 98
Figura 51: Relación entre los ángulos de corte y la calidad de las probetas con defecto grano astillado. 100
Figura 52: Relación entre los niveles del fuste y la calidad de las probetas con defecto grano astillado. 101
Figura 53: Relación entre los ángulos de corte y la calidad de las probetas con defecto rugosidad. 103
Figura 54: Relación entre los niveles del fuste y la calidad de las probetas con defecto rugosidad. 104

RESUMEN

El gran número de especies forestales maderables que compone la masa forestal tropical presenta un reto en cuanto a su utilización racional e integral, esto porque muchas especies no son empleadas teniendo en consideración sus características tecnológicas, lo que generalmente propicia desconfianza o el desconocimiento de su utilización, restándole su verdadero valor de uso. Con este aporte se quiere contribuir a ampliar el número de especies que se pueden usar en el campo de la mueblería, por ejemplo, ya que se estaría contando con el conocimiento del comportamiento de esta al maquinado bajo condiciones que se dan en una carpintería común.

Dado que la estructura de la madera no es uniforme, dentro del fuste de un árbol, en el sentido transversal y longitudinal motiva que se tenga que analizar las posibles diferencias que se pueden presentar por esta peculiaridad, es por ello que se hace necesario estudiar el comportamiento al maquinado teniendo en cuenta tres alturas básicas del fuste: la parte basal, la parte media y la parte cercana a la copa. El presente estudio tiene como objetivo principal contribuir al mejor y mayor conocimiento de las propiedades algunas propiedades físicas básicas y propiciar el uso adecuado de la madera de *Brosimum utile* Kunth (panguana) en el comportamiento a algunos procesos de maquinado, además de los objetivos específicos tales como: Determinar el comportamiento en la calidad de superficie al cepillado, moldurado, torneado, taladrado y lijado de la madera de *Brosimum utile* Kunth "panguana" según el nivel longitudinal del fuste, determinar la influencia de la anisotropía y sentido de corte en la calidad de superficie que se genera por acción del maquinado y determinar la tendencia al tipo de defecto que presenta la madera bajo ciertas condiciones de trabajabilidad, teniendo como elemento limitante su estructura anatómica a nivel macroscópico

Se trabajó con una muestra de tres árboles, se evaluaron las diferencias que existen dentro de un mismo individuo, mediante la comparación de resultados en tres niveles del fuste, planos de corte y sentido de orientación del ensayo.

Los resultados obtenidos muestran un comportamiento promedio variable al cepillado, calificándose como excelente en la parte basal, media y apical del árbol. En el ensayo de moldurado los resultados indican un comportamiento promedio calificado como bueno en los tres niveles del fuste. El comportamiento es aún mejor en el ensayo de lijado, calificándose como excelente en los tres niveles del fuste tanto con la lija Nº 60 como con la lija Nº 120. En el ensayo de taladrado se encontró que para la velocidad de giro de 890 rpm el comportamiento promedio para los tres niveles basal, medio y apical es regular; para la velocidad de giro de 1580 rpm el comportamiento mejora a bueno en los tres niveles del fuste. Por último en el ensayo de torneado el comportamiento promedio a 0º es calificado como excelente en los tres niveles del fuste; a 15º y 45º el comportamiento promedio es muy similar entre sí, calificándose para ambos como excelente en la parte basal y medio del fuste y como bueno en la parte apical del fuste.

Dada las características tecnológicas que presentó la madera de *Brosimum utile* Kunth (panguana), tiene aptitudes de uso en carpintería de obra como puertas, ventanas, además se puede utilizar como revestimientos para interiores, como tablas machiembradas para muros y cielo raso.

ABSTRACT

The large number of forest timber species that make up the tropical forest cover presents a challenge in terms of rational and comprehensive, this because many species are employed considering its technological features, which generally promotes distrust in use, minus its real value in use. With this contribution is to help expand the number of species that can be used in the field of furniture, for example, because it would be equipped with the knowledge of the machining behavior of this occurring under a common carpenter.

Since the structure of the wood is not uniform in the trunk of a tree, in the longitudinal diametrical direction and motivation you need to analyze the possible differences that could arise for this peculiarity is that it is necessary to study the behavior machining based on three basic heights of the stem: the basal, the middle and the part near the cup. This study's main objective is to contribute to better and better understanding of the technological properties and facilitate the appropriate use of wood *Brosimum utile* Kunth (Panguana) in behavior machining processes, in addition to the specific objectives such as: Determining the performance quality of the brushing surface, molding, turning, drilling and grinding of wood *Brosimum utile* Kunth "Panguana" according to the level of the longitudinal shaft, to determine the influence of anisotropy and cutting direction on the quality of surface is generated by the machining action and determine the type of defect trend presents timber workability under certain conditions, with the limiting element the anatomical structure at macroscopic.

We worked with a sample of three trees, we evaluated the differences that exist within the same individual, by comparing results at three levels of the shaft, cutting planes and test orientation direction.

The results show an average performance variable brushed, qualifying as excellent in the basal, middle and apical tree. In the molding test results indicate average behavior rated good at all three levels of the shaft. The behavior is even better in the sanding test, qualifying as excellent at all three levels of the shaft both with sandpaper N° 60 as with sandpaper N° 120. In the drilling test was found that for

the rotation speed of 890 rpm the average behavior for the three levels basal and apical medium is regular, for the rotational speed of 1580 rpm is maintained in the regulating behavior in the three levels of shaft. Finally in the trial of turning the average behavior at 0° is rated excellent at all three levels of the shaft, at 15° and 45° the average behavior is very similar to each other, qualifying for both excellent in the basal and mid shaft and as good in the apical part of the stem.

Given the technological characteristics presented *Brosimum utile* Kunth (Panguana) wood during the project development agreement, this species has skills to use in joinery such as doors, windows, and can be used as coatings for indoor use machiembradas tables for walls and ceiling.

INTRODUCCIÓN

La gran diversidad biológica de especies forestales maderables que compone la masa forestal tropical, presenta un reto en cuanto a su utilización racional e integral, porque muchas de estas especies no son empleadas teniendo en consideración sus características inherentes, lo que generalmente propicia desconfianza en su utilización, restándole su verdadero valor de uso (Hoyos, 2008).

Panshin y De Zeeuw (1980) menciona que la madera producida por árboles de la misma especie no posee las mismas características físicas y estructurales, es decir, que diferentes piezas de madera incluso del mismo árbol nunca son idénticas. Asimismo indica que entender la variabilidad de la madera es importante porque los usos de cada tipo de madera están relacionados al conocimiento de sus características estructurales y tecnológicas. La calidad o aptitud de la madera para un propósito particular está determinada por una o más de las características que afectan su estructura y por lo tanto sus propiedades.

El poco conocimiento de nuestras maderas y el uso que se pueda dar, hace que se esté desaprovechando varias que pueden ser valiosas y que son fáciles de trabajarlas, esto es debido a la gran diversidad de especies maderables presente en el bosque; y se cuenta con poca información acerca de cada una de las especies y sin tener estudios de las especies conocidas donde todo esto conlleva a una explotación maderable en forma selectiva dejando de un lado a especies que no se conocen.

La madera no es un material homogéneo, está formado por diversos tipos de células especializadas que forman tejidos. Estos tejidos sirven para realizar las funciones fundamentales del árbol; conducir la savia, transformar y almacenar los alimentos y por último formar la estructura resistente o portante del árbol. En primer lugar se ha de recordar que la madera no es un material de construcción, fabricado a propósito por el hombre, sino que es un material obtenido del tronco y las ramas de los árboles cuya finalidad es la de facilitar el crecimiento y supervivencia de este elemento vegetal (Guzmán 1979).

Una de las características importantes de la madera que se debe conocer son las diferentes etapas de transformación y su comportamiento al maquinado o trabajabilidad, esto permite obtener el acabado conveniente ya sea como elemento estructural, decorativo, artesanía, muebles y otros.

Ésta investigación se desarrolló en el marco del proyecto "Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales", que ejecutó la Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (AIDER) en convenio con la Universidad Nacional de Ucayali (UNU). El proyecto tiene por objetivo determinar las características tecnológicas y aptitud de uso de diez maderas abundantes en los bosques secundarios y primarios residuales de la región de Ucayali; los resultados se obtienen a través de ensayos tecnológicos en condiciones normalizadas. Uno de los estudios es el de trabajabilidad, que permite determinar el comportamiento al maquinado, identificar los defectos más frecuentes y plantear la forma de eliminarlos o al menos mitigarlos para aumentar la calidad de superficie. En este caso se informa sobre los resultados obtenidos en el estudio del comportamiento a la trabajabilidad de la madera de *Brosimum utile* Kunth (panguana).

La presente investigación tiene como objetivo principal contribuir al mejor y mayor conocimiento de algunas propiedades físicas básicas y propiciar el uso adecuado de la madera de *Brosimum utile* Kunth (panguana) en el comportamiento a algunos procesos de maquinado. Asimismo se plantearon objetivos específicos, tales como: Determinar el comportamiento en la calidad de superficie al cepillado, moldurado, torneado, taladrado y lijado de la madera de *Brosimum utile* Kunth "panguana" según el nivel longitudinal del fuste; determinar la influencia de la anisotropía y sentido de corte en la calidad de superficie que se genera por acción del maquinado y determinar la tendencia al tipo de defecto que presenta la madera bajo ciertas condiciones de trabajabilidad, teniendo como elemento limitante su estructura anatómica a nivel macroscópico.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Flores (2004) en su estudio de comportamiento a la trabajabilidad de la madera de *Micropholis sp.* (Griseb) *Pierre* (quina quina), determinó que para el cepillado presentó un comportamiento de excelente al trabajar con una velocidad de alimentación de 6 m/min, en el taladrado tuvo un comportamiento de excelente al emplear una velocidad de giro de 1650 rpm en cambio con una velocidad de giro de 600 rpm el calificativo fue bueno, asimismo en el torneado los mejores ángulos de corte fueron 15° y 40° obteniendo una superficie de excelente, para el moldurado al trabajar a favor del grano presento mejores resultados a relación de trabajar en contra del grano donde la presencia del grano astillado fue mayormente en grado III.

Estudios realizados por Aróstegui (1982) sobre el comportamiento al taladrado encontró que la madera de punga, carahuasca, pashaco y yacushapana tienen buen comportamiento cuando se trabaja a 510 r.p.m.; pero al incrementarse la velocidad de giro a 1500, la calidad de superficie mejora de bueno a excelente.

Taquirre (1987), citado por Medina (2003), en su estudio de las propiedades físicas y el comportamiento al maquinado de *Guazuma crinita* Mart (Bolaina), en el ensayo de cepillado encontró que la madera no se comportó bien al trabajar con un ángulo de corte de 30°, pero se comportó mejor en los tres planos de corte al reducir dicho ángulo a 15°. En el ensayo de moldurado encontró que el comportamiento fue muy bueno, siempre y cuando el ensayo se realice paralelamente a las fibras, mientras que si el ensayo es transversal, se manifiesta el defecto de grano arrancado. En el ensayo de lijado el comportamiento de la especie fue muy bueno, ya que los defectos de rayado y

vellosidad se manifestaron en un grado mínimo y fácil de superar con lija más fina. En el ensayo de taladrado la madera se comportó bien, a una mayor velocidad de giro de la broca. Fácil penetración en el plano de corte radial.

Gaviria (1988), al realizar estudios tecnológicos de las maderas de *Gmelina arborea* y *Pínus caribaea*, encontró que la primera tiene un comportamiento regular al cepillado y moldurado. En cuanto al *Pinus caribae* el comportamiento es excelente en cepillado y regular en moldurado.

Llúncor (1989), encontró en cepillado la presencia del defecto velloso y arrancado en las especies que estudió, el velloso se pudo eliminar aumentando la velocidad del cabezal; el defecto de arrancado puede reducirse o eliminarse disminuyendo el ángulo de corte. Para moldurado encontró que el defecto predominante era el velloso y en menor grado el astillado, siendo más fácil de eliminar el velloso más no el astillado.

En el estudio realizado en moldurado y cepillado de la madera de *Eucalyptus globulus* Labill por la Corporación de Fomento de la Producción (1989) en la Universidad de Chile, se obtiene como resultado la existencia de un mínimo de defectos evaluados por tener densidad básica alrededor de 0,60 g/cm^3. Desde el punto de vista de la madera, el contenido de humedad es la más importante de las variables, obteniéndose condiciones óptimas de calidad en rangos comprendidos entre 8 y 12%, mientras que a mayor densidad la calidad de la superficie mejora ostensiblemente. Por otra parte la geometría de la herramienta de corte presenta una gran importancia en la calidad de la superficie trabajada como en el esfuerzo de corte.

Sánchez (1996), al realizar estudios de trabajabilidad de 16 maderas, encontró que en el cepillado todas las especies maderables presentaron en promedio superficies con acabado excelente; presentándose en peor de los casos los defectos de arrancado y velloso en grado I. En moldurado todas las especies en promedio presentaron superficies con acabado excelente, presentando el defecto velloso y astillado en grado I.

Flores (2004), al realizar 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.

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

Moya *et al* (2004), en el estudio hecho sobre aspectos importantes sobre la trabajabilidad de la madera de *Gmelina arborea* (Melina), acotan que en pruebas de cepillado se produce una buena calidad de superficie cuando se utilizan cabezales convencionales, ángulo de corte de 30° y velocidad de alimentación entre 6 y 15 m/min. En el lijado cuando se necesita remover cierta cantidad de madera por medio del lijado, esto se hace fácil, de manera rápida y con poco embotamiento de la lija, dando como resultado una superficie de buena calidad. En taladrado con la madera de *Gmelina arborea*, si no se consideran algunos aspectos, se pueden presentar serios problemas. En primer lugar es preferible realizar un hueco con una broca para madera y no con la broca para metal. La broca para madera produce un hueco de mejor calidad, tanto superficialmente como en la parte interna del mismo. Cuando el hueco es realizado con una broca para metal la calidad disminuye notoriamente. En segundo lugar, cuando se tenga que realizar un hueco de lado a lado, se debe apoyar la parte de salida de la broca con otra pieza de

madera, con el fin de evitar los astillamientos. En torneado se puede afirmar que madera proveniente de árboles jóvenes presenta serios problemas de astillado en el momento de realizar el torneado.

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.

Hoyos (2008) encontró que el comportamiento a la trabajabilidad de la madera de la especie *Trichilia pleeana* (A. Juss) C.DC. (Uchumullaca), del Centro de Investigación y Capacitación Forestal (CICFOR 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.

Estudios realizados por Torres (1995), en 14 especies forestales; encontró un buen comportamiento al taladrado y la mejor velocidad de giro es cuando se trabaja a 1500 r.p.m. En el torneado también presentaron buen comportamiento y la mejor posición angular encontrada es 0°.

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

1.2 PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE EN ESTUDIO

1.2.1.1 Clasificación Taxonómica

Arostegui (1982) indica:

NOMBRE INTERNACIONAL: panguana, sande.

NOMBRE CIENTIFICO : *Brosimum utile* Kunth Pittier.

NOMBRE COMUN : "Panguana" "Sandle".

DIVISIÓN : Magnoliophyta

CLASE : Magnoliopsida

ORDEN : Rosales

FAMILIA : MORACEAE.

1.2.2 DESCRIPCION BOTANICA

Árbol en pie: Reynel *et al.* (2003) afirma que la panguana es un árbol de tamaño grande que alcanza 35 a 40 metros de altura; el tronco es cilíndrico, recto y de buena conformación, el tronco tiene de 20 a 25 m de altura y hasta 1 m de diámetro; aletones poco desarrollados, gruesos. La corteza superficial del tronco presenta lenticelas abultadas, alargadas y dispuestas en líneas horizontales; la corteza muerta es una capa amarillenta de 1 mm de espesor que se desprende en láminas delgadas. Corteza viva de 2 cm de espesor; en ella se distinguen dos capas, entre las dos capas existe un estrato delgado, marrón amarillento que exuda abundante látex blanco dulceíno. Hojas simples, alternas, coríaceas, elípticas, lanceoladas u oblongas, 12 cm de longitud, ápice acuminado a abruptamente acuminado, base subaguda a cordada; con estípulas 2-3 cm de longitud. Flores

bisexuales en capítulos de color blanco. Fruto en drupa, pequeño y con una semilla.

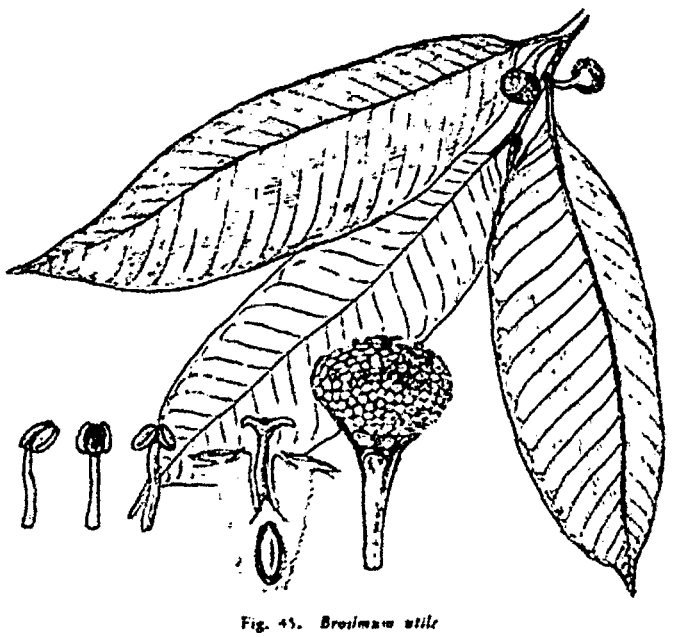


Figura 1: Descripción botánica de *Brosimum utile* Kunth. A. ramita terminal, B. Inflorescencia, C. Fruto, D. Semillas.

Fuente: Salazar (2001).

1.2.3 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Reynel *et al.* (2003) señala que la especie se distribuye desde México hasta cuenca amazónica (Venezuela, Ecuador, Colombia, Perú y Norte de Brasil, así como en Guyana Surimán y Guayana Francesa).

En el Perú se encuentra en los Departamentos de Huánuco, San Martín, Amazonas, Loreto y Ucayali entre 0 y 500 msnm. La especie existe en cantidades bajas en la Amazonía del Perú.

1.2.4 ZONAS DE VIDA (HOLDRIDGE)

En formaciones ecológicas de bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PT), en transición a bosque húmedo tropical (bh-T). En zonas de terrazas bajas, sobre suelos periódicamente inundados. En el Perú se encuentra en los Departamentos de Huánuco, San Martín, Amazonas,

Loreto y Ucayali entre 0 y 500 msnm. La especie existe en cantidades bajas en la amazonía del Perú. Crece asociado a *Carapa guianensis* (andiroba), **Nectandra sp.** (Amarillo), *Callophyllum brasiliensis (lagarto)*, *Protium sp.* (Copal) y *Hieronyma alchorneoides*

1.2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

1.2.5.1 Descripción Organoléptica:

Llúncor (2012) describe a la madera de la especie *Brosimum utile* Kunth, con las siguientes características:

- **Color** : 10 YR 8/6; 10 YR 8/4 Yelow
- **Olor** : Sin olor
- **Sabor** : Sin sabor
- **Brillo** : Medio
- **Textura** : Media
- **Veteado** : Arcos superpuestos
- **Grano** : Entrecruzado
- **N° de anillos por 5 cm lineal**: Promedio 10
- **Diferencia entre albura y duramen**: No diferenciado
- **Tipo de porosidad**: Difuso
- **Médula** : Excéntrica

1.2.5.2 Descripción Anatómica:

- **Parénquima** **:** Paratraqueal aliforme y aliforme confluente
- **Anillos de crecimiento** : Definidos
- **Diferencia entre madera temprana y madera tardía**: De poco diferenciados a Diferenciados
- **Distribución de los poros**: Sentido radial
- **Forma de poros**: Ovalados
- **Agrupación de poros**: Simples y múltiples de 2, 3, 4, 5,6, 7,8 y clúster escaso

- **Porosidad** : Difuso
- **Radios** : Heterogéneos no estratificados, Radio múltiple de 2, 3, 4,5,6 y 7 presencia de canales laticíferos y radios uniseriados en menor proporción
- **Presencia de inclusiones**: Tilides en los poros y cristales en las células radiales erectas.
- **Numero de cristales por célula**: 1

En la **Figura 2** se muestra el detalle de la madera y sus tres cortes microscópicos.

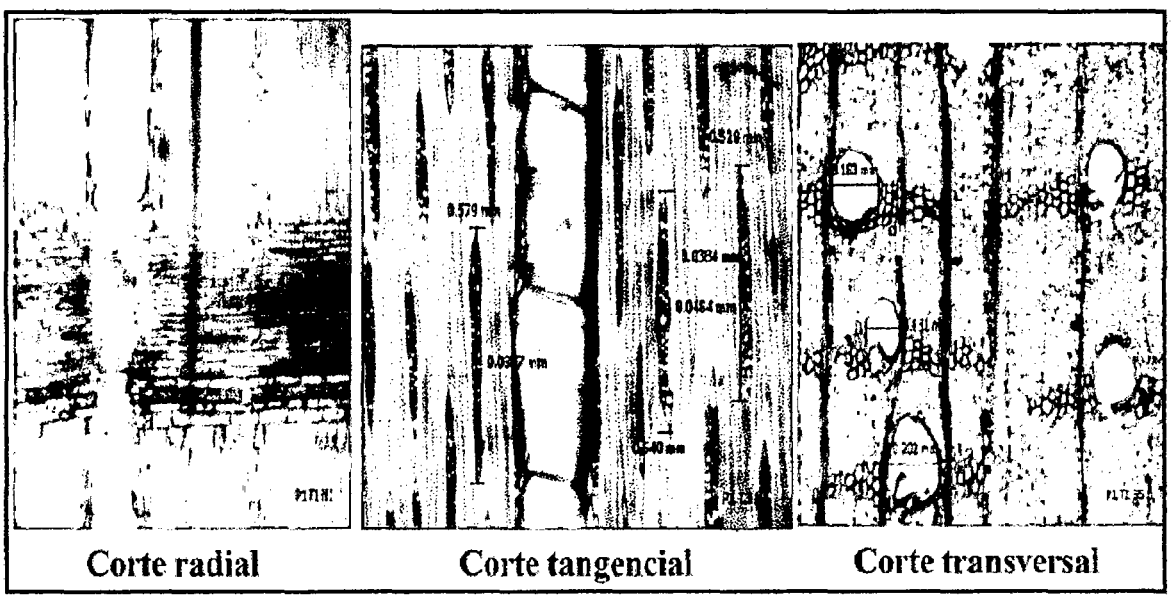


Figura 2: Cortes microscópicos de Brosimum utile Kunth.

Fuente: Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (2013).

1.2.5.3 Propiedades Físicas:

Cuadro 1: Propiedades físicas de *Brosimum utile* Kunth.

PROPIEDADES FISICAS	UNIDAD	VALOR
Densidad básica	g/cm^3	0.49
Contracción tangencial	%	6.88
Contracción radial	%	3.71
Contracción volumétrica	%	6.69
Relación Tangencial/radial	-	1.9
Sílice	%	0.01

Fuente: Acevedo, M. y Kikata, Y. (1994)

1.2.5.4 Propiedades Mecánicas:

Cuadro 2: Propiedades mecánicas de *Brosimum utile* Kunth.

PROPIEDADES MECANICAS	UNIDAD	VALOR
Módulo de elasticidad en flexión	Kg/cm^2	100.000
Módulo de rotura en flexión	kg/cm^2	511
Compresión paralela (RM)	kg/cm^2	264
Compresión perpendicular (ELP)	kg/cm^2	41
Corte paralelo a las fibras	kg/cm^2	74
Dureza en los lados	kg/cm^2	308
Tenacidad	Kg-m	2.70

Fuente: Acevedo, M. y Kikata, Y. (1994)

RM = Resistencia máxima

ELP = Esfuerzo al límite de proporcionalidad

1.2.5.5 Trabajabilidad:

Aróstegui (1982) indica que es una madera medianamente fácil de procesar mecánicamente, se logra buen acabado superficial, madera de fácil aserrar, de regular a buen comportamiento al cepillado, moldurado y

lijado pero moderadamente difícil al torneado. Retiene clavos y tornillos solamente en la parte firme de la madera.

1.2.5.6 Durabilidad y Preservación:

Aróstegui (1982) menciona que es moderadamente durable, en especial fuera del contacto con el suelo, es muy susceptible al ataque de hongos e insectos. Se puede aumentar su durabilidad mediante su preservación. El mismo autor indica que es moderadamente permeable, muy fácil de tratar mediante los sistemas: baño caliente – frío y vacío presión; en estos procesos la madera logra una buena retención y penetración de sustancias inmunizantes.

1.2.5.7 Secado:

Según Aróstegui (1982) menciona que el secado se debe realizar con un programa suave, pueden presentarse defectos medianamente importantes por su grano entrecruzado, con riesgos de rajaduras leves; la madera seca fácil y rápidamente al aire libre sin presentar defectos aparentes durante el proceso. Se recomienda como horarios de secado el programa F de la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC) y el J del Reino Unido.

1.2.5.8 Usos Actuales:

La Junta Nacional del Acuerdo de Cartagena (JUNAC) (1981) indica que se utiliza en artesanía, cajonería, carpintería en general, construcciones livianas, machihembrados, enchapados acústicos y como divisiones livianas de casas y edificios, construcción, puertas, muebles en general, madera para embalaje.

1.2.5.9 Usos Potenciales:

Carpintería de obra, papelería, puertas, ventanas, zócalos y cielo raso, maquetas, aeromodelismo, juguetes, revestimiento decorativo en interiores de casas y edificios, almas de tableros contrachapados u otro tipo de tableros aislantes, tableros aglomerados y enlistonados (Junta Nacional del Acuerdo de Cartagena, 1981 - JUNAC).

1.2.6 VARIABILIDAD DE LA MADERA EN UN MISMO INDIVIDUO

Guzmán (1979), citado por Sánchez (1996), señala que la variabilidad de la madera puede considerarse dentro de un árbol o entre árboles de una misma especie. La variación dentro de un árbol se da en los siguientes aspectos: dimensiones de las células, variaciones de densidad, en la composición química, en las propiedades físicas, en los anillos de crecimiento o entre la madera temprana y tardía, la variación entre árboles de la misma especie puede ser el resultado de las condiciones de crecimiento o tratamientos silviculturales o bien por los factores genéticos.

Según Herrrera (1987), la variación dentro de un árbol se da en los siguientes aspectos: dimensiones de las células, variaciones de densidad, en la composición química, en las propiedades físicas, en los anillos de crecimiento o entre la madera juvenil y adulta.

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

Panshin y De Zeeuw (1980) señalan que la variabilidad de las características de la madera dentro de un mismo individuo está fundamentalmente relacionada a cambios resultantes del envejecimiento del cambium y las modificaciones impuestas por la actividad cambial debido a las condiciones ambientales.

Panshin y De Zeeuw (1980) sostienen que la madera juvenil y madura deben considerarse como dos poblaciones en el mismo árbol. La madera madura posee características que son consideradas normales para las especies, mientras que la madera juvenil tiene características

estructurales y físicas inferiores a las de la madera madura del mismo árbol. En general las escasas propiedades de la madera juvenil en relación a la madera madura normal hacen de esta indeseable para propósitos estructurales y se oponen al uso de la madera de árboles jóvenes para algunos propósitos.

Por regla general la baja calidad de la madera juvenil es más marcada en coníferas que en latifoliadas.

1.2.7 CONSIDERACIONES SOBRE TRABAJABILIDAD DE LA MADERA

1.2.7.1 Generalidades:

Ninin, citado por Orrego (2010), precisa que el cepillado, moldurado y torneado son operaciones de corte periférico. Afirma que labrar es trabajar una materia hasta reducirla a una forma conveniente. Sin embargo, en términos más específicos, se admite que el labrado mecanizado de la madera se efectúa para dar forma y calidad de superficie a materiales semi-elaborados como cepillado o moldurado de madera aserrada, el taladrado de elementos estructurales para uniones. El mismo autor afirma que en el labrado mecanizado de la madera se persiguen cuatro metas fundamentales que son:

- Obtener calidad de superficie
- Obtener eficiencia en la operación
- Limitar el desgaste de las herramientas de corte
- Limitar el consumo de energía.

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

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

• **Moldurado:** Es una operación que se realiza con el objetivo de darle una mayor apariencia y terminado a la madera, con una gama amplia de formas, dependiendo del tipo de herramienta con que se hagan los productos. Estos productos pueden ser marcos para puertas y ventanas, cantos o esquinas de muebles, rodones y otras formas que el mercado demande.

• **Taladrado:** se analiza la calidad de la superficie perforada con relación a la herramienta de corte. Esta prueba es muy frecuente en la manufactura de artículos de madera y estos se utilizan para la colocación de tornillos, tarugos y herrajes o elementos de unión.

• **Torneado:** esta prueba es hecha con una cuchilla que da cuerpo a la madera al cortarla con diferentes ángulos. El torneado no es uno de los usos más comunes en la madera; existen productos que incrementan su valor y calidad con el torneado.

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

Llúncor (1977) y Ninin (1984) mencionan que el cepillado es un proceso de corte rotatorio en el cual la madera es removida en forma de virutas individuales; estas virutas son formadas por la acción sucesiva de cuchillas que están fijas en un cabezal porta cuchillas que se mueve rotatoriamente.

1.2.8 INFLUENCIA DE LA ESTRUCTURA ANATÓMICA EN LA TRABAJABILIDAD DE LA MADERA

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

- Las maderas de las diferentes especies poseen ciertas cualidades que las hacen útiles para diferentes propósitos y estas cualidades dependen de la composición química e histológica de la madera.

- Las características histológicas que afectan la calidad de la madera son: la presencia de fibras y su número relativo, diámetro y grosor de las paredes celulares, longitud y proporción en que entrecruzan y el número de radios, la presencia o ausencia de tílides.

Panshin y De Zeeuw (1980) señalan que la madera es un material biológico altamente variable en características y propiedades. La anatomía y propiedades varían de especie a especie, entre árboles de una misma especie y entre diferentes partes de un mismo árbol. Las propiedades de la madera están estrechamente relacionadas con su estructura en los niveles macro y microscópico. La utilización de la madera para una aplicación específica va depender de la aptitud tecnológica, las que a su vez, están influenciadas por la estructura anatómica. Así mismo resulta que la variación entre árboles de la misma especie puede ser resultante de las condiciones de crecimiento, tratamientos silviculturales o factores genéticos. Muchos son los factores que influyen en la calidad de una superficie, cuando se emplea herramientas de corte. Por un lado se tienen aquellos que dependen directamente del material, como es el contenido de humedad, densidad y dirección del grano, que influyen además en el esfuerzo de corte o resistencia que opone a la transformación. (Corporación de Fomento de la Producción, 1989).

Según Koch, citado por Sato (1976), la naturaleza anisotrópica de la madera es la característica más importante en la formación de virutas al ser cortada la madera, además la estructura anatómica influye en el proceso de trabajabilidad. Así los anillos de crecimiento afectan la calidad de superficie y esfuerzo de las máquinas. 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.

Al respecto Koch (1964) indica que la estructura anatómica influye en el proceso de trabajabilidad, así los anillos de crecimiento afectan en la calidad de superficie y esfuerzo de las máquinas; las fibras pueden afectar si están dispuestas en la siguiente manera: grano entrecuzado, se presenta en la superficie radial en forma de bandas alternadas, una a favor y otra en contra el grano; al ser cepilladas se produce grano arrancado en las bandas contra el grano. Las maderas en compresión que generalmente tienen fibras con ángulos helicoidales son difíciles de cepillar, así como las maderas de tensión producen vellosidades en la superficie cepillada y que existe relación entre las propiedades mecánicas de la madera y la trabajabilidad con máquinas.

1.2.9 DEFECTOS PRODUCIDOS DURANTE EL MAQUINADO

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

Carruthers, citado por Llúncor (1977) afirma que las maderas más densas tienden a producir superficies con grano arrancado, sobre todo cuando la orientación del grano es desfavorable; en cambio, las menos densas originan superficies preferentemente con grano velloso. Además menciona que el grano arrancado es el de mayor gravedad por su dificultad para eliminarlo.

En comportamiento al taladrado de las maderas que estudió Aróstegui (1987), encontró que las especies: punga, carahuasca, pashaco y yacushapana tienen buen comportamiento cuando se trabaja a 510 r.p.m.; pero al incrementarse la velocidad de giro a 1500, la calidad de superficie mejora de bueno a excelente.

Según Ninin (1984) en el ensayo de taladrado se producen defectos de astillado; es el defecto más grave, pues por ello que la pieza puede ser rechazada. Es dependiente, por una parte, de una falta de cohesión transversal entre las fibras, eventualmente por efecto del parénquima y por otra de la resistencia a la incisión relativamente grande para con la cohesión transversal. La resistencia al corte es una función de la dureza, de la insuficiencia del ángulo de corte y de la velocidad de penetración excesiva del elemento cortante, por lo tanto el espesor de viruta es demasiado elevado.

Llúncor (1977) y Ninin (1984) manifiestan que en el ensayo de torneado se presenta el defecto de arrancado; es el producto de un proceso de formación de la viruta por clivaje debido a la existencia de elementos de falla como radios y parénquima. Asimismo los autores mencionados manifiestan que el defecto velloso está relacionado con la falta de corte neto inherente, en principio, a las características de deformabilidad elástica de la madera y/o falta de capacidad de corte de las herramientas. Reviste poca gravedad pues es de fácil remoción.

Llúncor (1977) afirma que las características anatómicas de las maderas y relación de dureza sobre cizallamiento tienen una marcada influencia en la producción del defecto de grano arrancado. A mayores desviaciones del grano, mayor cantidad de parénquima, y se constató que el parénquima longitudinal favorece la menor o mayor tendencia de producir el defecto de grano arrancado de acuerdo al tipo y abundancia. La mayor incidencia en la producción del grano arrancado es en el de tipo de parénquima longitudinal en bandas, el parénquima longitudinal aliforme confluente y aliforme

confluente ancho. La vellosidad de las superficies cepilladas se puede considerar como un defecto secundario, ya que su eliminación exige menos trabajo de lijado que en el caso de grano arrancado. El mismo autor cita a Carruthers, quien manifiesta que las maderas más densas tienden a producir superficies con grano arrancado, sobre todo cuando la orientación del grano es desfavorable; en cambio, las menos densas originan superficies preferentemente con grano velloso; también menciona que en el nivel superior hay mayor presencia de este defecto por encontrarse células relativamente jóvenes donde sus propiedades mecánicas son menores favoreciendo la flexibilidad.

1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Anisotropía:** Son los cambios dimensiónales observados en la madera, y varía en cada una de las tres direcciones (longitudinal, tangencial y radial).
- **Contenido de humedad:** Es la cantidad de agua contenida en la madera, normalmente expresada en una de las siguientes formas; a) en porcentaje del peso de la madera anhidra; b) en porcentaje del peso total de la madera, c) cantidad absoluta de agua en una cantidad absoluta de madera.
- **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.
- **Deformabilidad:** Es la capacidad de la madera de cambiar sus dimensiones y forma bajo la acción de las fuerzas.
- **Densidad:** Es la relación que existen entre su masa y su volumen.
- **Dureza:** Consiste en la mayor o menor dificultad puesta por la madera a la penetración de otros cuerpos como calvos, tornillos ó al ser trabajada con la cepilladura, sierra y formón.
- **Grano astillado:** Grupo de fibras que quedan suspendidas en forma de astilla en la sección transversal o transversal longitudinal.

- **Grano levantado:** Condición de aspereza que presenta la superficie de una pieza de madera después del maquinado.
- **Humedad de equilibrio:** Es el contenido de humedad de una madera que está en equilibrio con el aire que le rodea. Este valor incrementa con la humedad relativa y decrece con la temperatura.
- **Nudos:** Son las bases de las ramas encerradas entre la madera del tronco.
- **Parénquima:** Células de longitud menor que se orientan en sentido radial, de la corteza hacia la médula, conformando los radios medulares.
- **Radios:** Son líneas que van desde el interior hacia el exterior del árbol, formando el sistema transversal del tronco.
- **Secado al aire:** Proceso mediante el cual se seca la madera por exposición a las condiciones atmosféricas de un lugar, ya sea a la intemperie o bajo cubierta.
- **Trabajabilidad:** Se refiere al comportamiento de la madera al procesarla con máquinas de carpintería.
- **Vellosidad:** Pequeñas pelusas que se presentan en la superficie de la madera.

Fuente. Grigoriev **1985.** Estudio de materiales para ebanistas y carpinteros. Ed. MIR. Moscú. 247 p.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente estudio se desarrolló en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en la carretera Federico Basadre Km. 6,200 en el distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali.

2.2 PROCEDENCIA DEL MATERIAL BIOLÓGICO

Los árboles de *Brosimum utile* Kunth (panguana), se obtuvieron de la siguiente zona de prospección (Cuadro 3), el mapa de ubicación se muestra en el Anexo 1.

Cuadro 3: Coordenadas UTM de los árboles de *Brosimum utile* Kunth (panguana) colectados.

N° Árbol	Coordenadas UTM (Zona 18L)		Altitud (msnm)	Sector	Tipo de bosque / Sector
	X	Y			
Pg1*	474168	9006106	**226**	CC. NN. Sinchi Roca (San Alejandro)	Bosque primario residual
Pg2*	474695	9006593	**224**		
Pg3*	474503	9006643	**220**		

(*): Pg1= Panguana 1, Pg2= Panguana 2, Pg3= Panguana 3

2.2.1 UBICACIÓN POLÍTICA

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

- Sector : CC. NN. Sinchi Roca
- Tramo : San Alejandro
- Distrito : Padre Abad
- Provincia : Padre Abad
- Región : Ucayali

Según el mapa ecológico del Perú (ONERN. 1976, citado por INFORMACIÓN GEOESPACIAL 2011), el sector de Sinchi Roca se encuentra en la zona de vida de bosque muy húmedo tropical (bmh-PT).

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población lo constituyeron los árboles de *Brosimum utile* Kunth (panguana), presentes en las zonas de prospección de CC. NN. Sinchi Roca en el km 110 de la carretera San Alejandro.

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

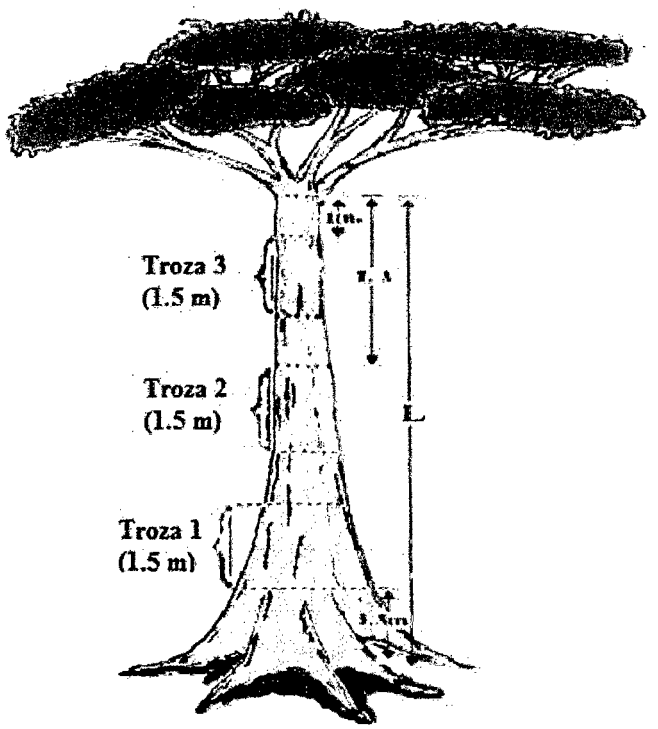


Figura 3: Esquema de trozado del fuste (Norma ISO 4471-1982).

2.4 MATERIALES

2.4.1 MATERIAL XILEMÁTICO:

Se utilizaron 9 trozas (Anexo 2) obtenidas de 3 árboles de panguana (*Brosimum utile* Kunth).

2.4.2 ASERRADO:

Se utilizó un aserradero portátil (Anexo 3), escuadras metálicas, lápiz de cera, cinta métrica de 5 m, nivel de burbuja.

2.4.3 HABILITADO DE LA PROBETAS:

Se utilizó una sierra de disco o circular (Anexo 3), marcadores, lápiz de cera, escuadra metálica.

2.4.4 MEDICIÓN DE LA HUMEDAD:

Se realizó la medición directa usando un detector de pines aislados.

2.4.5 PARA LA EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS:

Las maquinas que se emplearon se muestran en el Anexo 3 y fueron las siguientes: cepilladora o regruesadora, molduradora o tupí, lijadora de banda manual, taladro de banco y torno semi industrial.

Las herramientas que se emplearon fueron las siguientes: cuatro cuchillas para cepilladora de espesores, una cuchilla para moldura, tres lijas de banda Nº 60 (4"x24") y tres lijas de banda Nº 120 (4"x24"), una broca de 1/2" para metal, una gubia de media caña de ½".

2.4.6 PARA EL REGISTRO Y PROCESO DE DATOS:

Formatos diseñados para la toma de datos (Anexo 6), cámara digital de 14 mega pixeles, escáner, computadora con software Microsoft Word y Excel.

2.5 METODOLOGÍA MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se empleó el método 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; teniendo como elemento limitante la estructura anatómica a nivel macroscópico. Los ensayos de trabajabilidad se realizaron siguiendo lo indicado por la Norma ASTM-D-1666-87 (Reapproved 1999) y las consideraciones dadas por el PADT-REFORT (1974), teniendo en cuenta que se empleó la maquinaria y equipos disponibles en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali – Pucallpa, adecuándonos a las condiciones de ensayo.

2.5.1 IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE:

La identificación de la especie lo realizó el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), Estación Experimental

Pucallpa (Anexo 7); así mismo las muestras quedan depositadas en el Herbario Regional de Ucayali, IVITA – Pucallpa.

2.5.2 ASERRADO Y ACONDICIONADO DE LA MADERA:

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

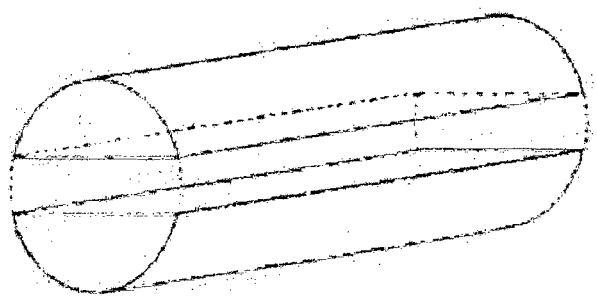


Figura 4: Esquema de aserrío de la troza para la obtención de las probetas.

El aserrado de las trozas se realizó con un aserradero portátil, con sierra de disco móvil, en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali, donde se obtuvieron las muestras de 2.5" de ancho por 4.5" de alto aproximadamente, que inmediatamente fueron codificadas (N° de árbol / N° de troza), luego fueron apiladas para que secaran bajo techo.

2.5.3 HABILITADO Y SECADO DE LA MADERA:

El habilitado de las probetas se realizó en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali utilizando una sierra de disco o circular, donde se habilitaron las probetas, dimensionándolas de acuerdo al tipo de ensayo (Cuadro 4) y considerando la anisotropía en cada plano de corte (radial, tangencial e intermedio).

Cuadro 4: Dimensiones requeridas para cada tipo de ensayo.

Ensayos	Dimensiones (cm)
Cepillado	2,5 x 10 x 100
Moldurado	2,5 x 10 x 100
Lijado	2,5 x 10 x 100
Taladrado	2,5 x 10 x 100
Torneado	2,5 x 2,5 x 10

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

Inmediatamente las probetas obtenidas se apilaron adecuadamente dentro del taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali, para perder humedad y esté en equilibrio con el ambiente.

2.5.4 EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS:

La ejecución de los ensayos de cepillado, moldurado, taladrado, lijado y torneado se realizó en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali.

Para los ensayos de cepillado, moldurado, lijado y taladrado se consideró el total de probetas obtenidas en el aserrío de las trozas

(Cuadro 5), considerando su anisotropía en cada plano de corte: radial, tangencial e intermedio.

Cuadro 5: Cantidad de probetas obtenidas por niveles de fuste y por plano de corte.

Planos de corte	Niveles del fuste			Total
	T1	T2	T3	
Radial	13	8	3	24
Tangencial	4	10	13	27
Intermedio	52	37	31	120
Total	69	55	47	171

En el Cuadro 6 se muestra la cantidad de probetas que se utilizaron en el ensayo de torneado.

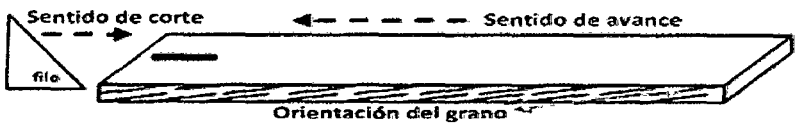
Cuadro 6: Cantidad de probetas utilizadas por nivel de fuste en el ensayo de torneado.

Niveles del fuste			**Total**
A	**B**	**C**	
30	30	30	90

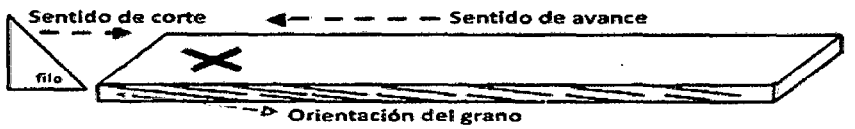
A continuación se describe el procedimiento realizado para la ejecución de los ensayos:

2.5.4.1 Ensayo de cepillado:

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



(a) Cepillado de la probeta a favor del grano



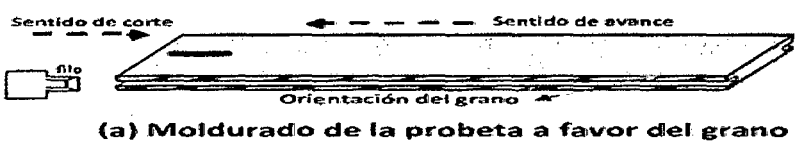
(b) Cepillado de la probeta en contra del grano

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

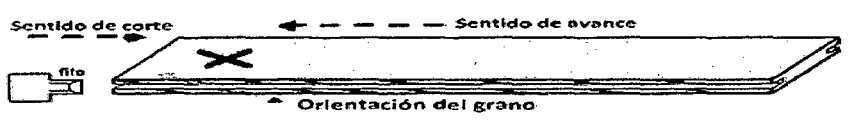
Cada probeta fue cepillada con una profundidad de 2 mm por pasada en ambas caras a una velocidad de alimentación de 12m/min, utilizando 4 cuchillas de acero HSS con ángulo de corte de 35°. Luego se procedió a su evaluación respectiva.

2.5.4.2 Ensayo de moldurado:

La cantidad de probetas utilizadas se muestran en el Cuadro 5. El ensayo se realizó en los cantos de la probeta (Figura 6). Al igual que en el cepillado los cortes se realizaron a favor y en contra del grano siguiendo las marcas (raya y aspa) hechas en el ensayo anterior. Luego se procedió a su evaluación respectiva.



(a) Moldurado de la probeta a favor del grano



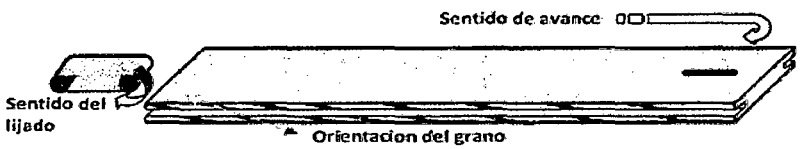
(b) Moldurado de la probeta en contra del grano

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

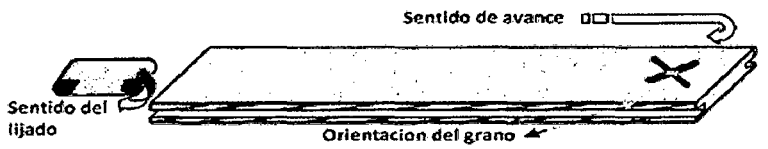
Se utilizó 1 cuchilla preparada para moldura con ángulo de corte de 25°, a una velocidad de alimentación manual de 4 m/min.

2.5.4.3 Ensayo de lijado:

La cantidad de probetas utilizadas se muestran en el Cuadro 5. El ensayo se inició con lija N° 60, realizando dos pasadas en cada cara: una de ida y otra de vuelta a lo largo de la probeta, realizando el lijado por el extremo opuesto a la marca (raya y aspa) (Figura 7). Luego se procedió a su evaluación respectiva. Posteriormente se realizó el mismo proceso con lija N° 120 en las mismas condiciones a todas las probetas y luego se procedió a su evaluación respectiva.



(a) Lijado de la probeta a favor del grano



(b) Lijado de la probeta en contra del grano

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

El ensayo se realizó con lijas de oxido de aluminio N° 60 y 120 (4"x24").

2.5.4.4 Ensayo de taladrado:

La cantidad de probetas utilizadas se muestran en el Cuadro 5.El ensayo se inició con una velocidad de giro de 890 RPM realizando un orificio en un extremo a todas las probetas (Figura 8), luego se procedió a aumentar la velocidad de giro de la broca a 1580 RPM,

para realizar un orificio a 10 cm de distancia del anterior; en este ensayo no se consideró la orientación del grano.

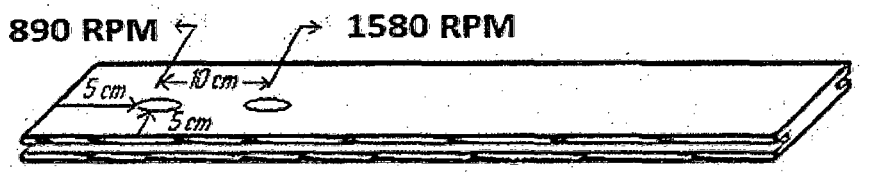


Figura 8: Ubicación de la perforación para el ensayo de taladrado.

Se examinaron las probetas y se estableció el grado de calidad del ensayo, de acuerdo al Cuadro 7.

2.5.4.5 Ensayo de torneado:

La cantidad de probetas utilizadas se muestran en el Cuadro 6. El ensayo se inició cerca al código de la probeta (cerca al extremo), con una posición angular de 0° de la gubia con respecto a la probeta; luego a la mitad de la misma se realizó el ensayo con un ángulo de 15° y en el otro extremo con un ángulo de 45° (Figura 9); en este ensayo no se consideraron los planos de corte ni el sentido de corte.

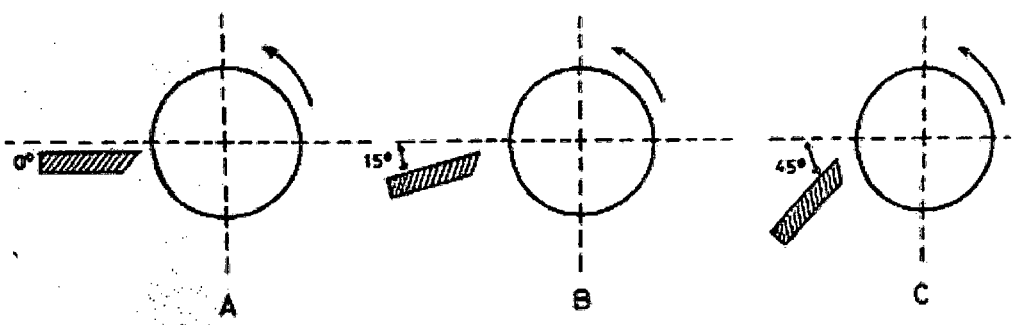


Figura 9: Posición angular de la gubia con respecto a la probeta en el torno.

Se trabajó con una gubia de media caña de ½", a una velocidad de giro de 2160 RPM. Luego se procedió a su evaluación respectiva.

2.5.5 EVALUACIÓN DE LAS PROBETAS:

Para cada ensayo realizado, se identificó el defecto y se cuantificó para luego proceder a su evaluación respectiva de acuerdo a estándares establecidos por la Norma ASTM-D-1666-87 (Reapproved 1999) y las consideraciones dadas por el PADT-REFORT (1974).

Consistió en observar y evaluar el comportamiento al maquinado de la probeta; identificando, cualificando y cuantificando el defecto en cada una de estas, considerando su anisotropía en cada plano de corte (radial, tangencial e intermedio) y el sentido de corte (favor o contra del grano); teniendo como elemento limitante la estructura anatómica; determinando el grado de calidad de acuerdo a una escala descendente que muestra el grado del defecto sobre la superficie trabajada (Cuadro 7).

Cuadro 7: Grados de calidad para la calificación de los ensayos de trabajabilidad.

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

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

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

Dónde:

E= Equivalente de defecto

G= Grado de calidad

F= Factor de conversión o peso (dado en el cuadro correspondiente al tipo de ensayo ejecutado)

Para la determinación de la equivalencia (E) del defecto, se aplicaron los factores de conversión que se muestran en el Cuadro 8, dados para cada proceso de maquinado conjugándola con la ecuación (1).

Cuadro 8: Factores de conversión de defectos según su severidad en los ensayos de trabajabilidad.

Defecto	Factor de conversión				
	Cepillado	Moldurado	Lijado	Torneado	Taladrado
Grano arrancado	1	0,9	--	0,9	--
Marca de astillas	0,8	--	--	--	--
Vellosidad	0,5	0,2	1	0,2	0.2
Grano levantado	0,5	--	--	--	--
Ruptura de grano	--	--	--	--	1
Suavidad de la superficie (rugosidad)	--	0,6	--	0,6	0,7
Grano comprimido (aplastamiento)	--	--	--	--	0,2
Grano astillado	--	1	--	1	--

Fuente: JUNAC (1981)

Finalmente obtenidas las equivalencias para cada defecto por probeta, se calificó a esta, según el Cuadro 9.

Cuadro 9: Rango de calificación según la calidad para los ensayos de trabajabilidad.

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

Fuente: JUNAC (1981)

2.5.5.1 Para el cepillado:

Se realizó el registro (Formato a del Anexo 6) de cada probeta identificando el defecto y se calificó utilizando los criterios de evaluación indicados en el Cuadro 7. En el caso del defecto grano arrancado se determinó teniendo en cuenta la profundidad generada y para el caso del defecto grano levantado se estimó por simple comparación. Para luego obtener la equivalencia y respecto a esta, conocer la calidad para la probeta evaluada (Cuadro 9).

2.5.5.2 Para el moldurado:

Se realizó el registro (Formato b del Anexo 6) de cada probeta, evaluando en la zona 1 y en la zona 2, conforme se ilustra en la Figura 10; para luego obtener de estas dos zonas, la equivalencia dominante y con respecto a esta conocer la calidad para la probeta evaluada de acuerdo al rango de calidad (Cuadro 9).

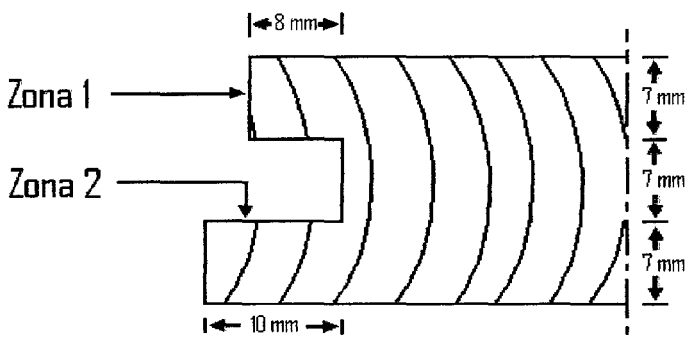


Figura 10: Zonas de evaluación en las probetas molduradas.

2.5.5.3 Para el lijado:

Se realizó el registro (Formato c del Anexo 6) de cada probeta, evaluando de acuerdo a la ausencia o presencia del defecto generado por la lijadora de banda sobre la superficie de las probetas. Realizando dos evaluaciones en este ensayo primero cuando fueron ensayadas con lija N° 60 y luego cuando fueron ensayadas con lija N° 120; para establecer en cada oportunidad el grado de calidad de

acuerdo al Cuadro 7 y con ellos obtener la equivalencia y conocer la calidad de la probeta evaluada según el rango de calidad (Cuadro 9).

2.5.5.4 Para el taladrado:

Se realizó el registro (Formato d del Anexo 6) de cada probeta, identificando el defecto generado por la acción del barrenado en la entrada, interior y en la salida del orificio, y se estableció en cada caso el grado de calidad de acuerdo al Cuadro 7 para luego obtener su equivalencia respectiva, y de estos obtener la equivalencia dominante, la que tomaremos como referencia para conocer la calidad de la probeta evaluada de acuerdo al rango de calidad (Cuadro 9).

2.5.5.5 Para el torneado:

Se realizó el registro (Formato e del Anexo 6) de cada probeta, identificando los defectos presentes en el interior y en los filos, generados por la gubia en las diferentes posiciones angulares y establecer en cada una el grado de calidad de acuerdo al Cuadro 7, para obtener la equivalencia y de estas tomar como referencia la equivalencia dominante para conocer la calidad de la probeta evaluada de acuerdo al rango de calidad (Cuadro 9).

2.5.6 CONSIDERACIONES ADICIONALES:

1. Para la ejecución de los cinco ensayos se tomó como base referencial las normas ASTM-D-1666-64, 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 el grano.

4. En todos los ensayos para la determinación del defecto principal se tomó como base y se trabajó con aquel defecto que presentó el promedio más elevado, puesto a que se consideró más difícil de eliminar por la severidad que representó en la pieza de madera.

2.5.7 TRATAMIENTO DE DATOS:

En este estudio se determinaron los valores promedios, desviación estándar, coeficiente de variación de las variables dependientes y se realizó para cada uno de los ensayos. Estos valores permitieron analizar los individuos de la población y la variación existente entre los niveles del árbol, planos y sentidos de corte. Estos valores a su vez permitieron determinar el comportamiento:

- Entre niveles del fuste: nivel A (basal), nivel B (medio) y nivel C (apical).
- Entre su anisotropía en los planos de corte: radial, tangencial e intermedio
- Entre sentido de corte: a favor del grano y en contra del grano

El análisis estadístico aplicado fue la prueba de independencia, la que permitió determinar si existe o no dependencia entre los niveles del fuste, planos de corte, sentido de corte y los defectos producidos por el maquinado.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADO GENERAL DE LOS ENSAYOS DE TRABAJABLIDAD, REALIZADOS PARA LA MADERA DE *Brosimum utile* Kunth (Panguana)

Cuadro 10: Resumen de los valores promedios de los ensayos de trabajabilidad de la madera *Brosimum utile* Kunth (panguana).

ENSAYOS	DEFECTOS	%	VALOR			CALIFICACIÓN
			PROM.	DESV.	COEF.	
CEPILLADO	Grano arrancado	45.91	1.51	0.83	54.92	E
	Grano levantado	43.27	1.16	0.30	25.66	E
	Grano velloso	4.68	1.13	0.22	19.88	E
MOLDURADO	Grano astillado	100	1.96	0.90	46.04	B
LIJADO N° 60	Vellosidad	100	1.20	0.40	33.24	E
LIJADO N° 120	Sin defecto	100	1.00	0.00	0.00	E
TALADRADO 890 Rpm	Ruptura de grano	100	2.94	0.67	22.87	R
TALADRADO 1580 Rpm	Ruptura de grano	100	2.19	0.61	27.95	B
TORNEADO 0°	Grano astillado	100	1.40	0.53	38.46	E
	Rugosidad	100	1.20	0.28	23.63	E
	Grano arrancado	100	1.00	0.00	0.00	E
TORNEADO 15°	Grano astillado	100	1.50	0.67	44.97	E
	Rugosidad	100	1.20	0.28	23.54	E
	Grano arrancado	100	1.00	0.00	0.00	E
TORNEADO 45°	Grano astillado	100	1.40	0.55	40.23	E
	Rugosidad	100	1.20	0.29	23.76	E
	Grano arrancado	100	1.00	0.00	0.00	E

En el cuadro 10 se muestra el resumen general de los valores estadísticos de los ensayos de trabajabilidad de la madera de *Brosimum utile* Kunth (panguana), considerando el defecto predominante, el porcentaje de presencia del *defecto*, los valores estadísticos de promedio, desviación estándar y coeficiente de variación así como la calificación correspondiente considerando el valor promedio.

3.2 COMPORTAMIENTO AL CEPILLADO

En el cuadro 11 y figura 11 se observa que el 45.91 % de probetas presentaron el defecto grano arrancado, afectando al plano tangencial, siendo el promedio de éste 1.51 el cual fue calificado como **excelente.** También el 43.27 % de probetas presentaron el defecto de grano levantado, siendo el promedio de 1.16, calificando como **excelente**, y en un mínimo porcentaje se tiene al defecto de grano vellosos con 4.68 % de probetas afectadas, con un promedio de 1.13 el cual califica como **excelente.** Además el 6.14 % de probetas no presentaron ningún tipo de defecto siendo el promedio 1. El defecto grano arrancado fue considerado como predominante siendo el grado I el más frecuente y el plano más afectado fue el tangencial en sentido contrario a las fibras. Es importante señalar que aunque el grano levantado figure en el segundo lugar es el defecto más fácil de corregir con respecto al grano arrancado.

Cuadro 11: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth

DEFECTO PRODUCIDO	PLANO MAS AFECTADO	% DE PROBETAS AFECTADAS	SENTIDO		EVALUACIÓN ESTADÍSTICA		
			F	C	PROMEDIO	DESV. EST.	COEF. VARIACIÓN
Grano arrancado	Tangencial	45.91	1.43	1.64	1.51	0.83	54.92
Grano levantado	Radial	43.27	1.09	1.19	1.16	0.30	25.66
Grano velloso	Tangencial	4.68	1.06	1.21	1.13	0.22	19.88
Sin defecto	Indiferente	6.14	1	1	1	0	0

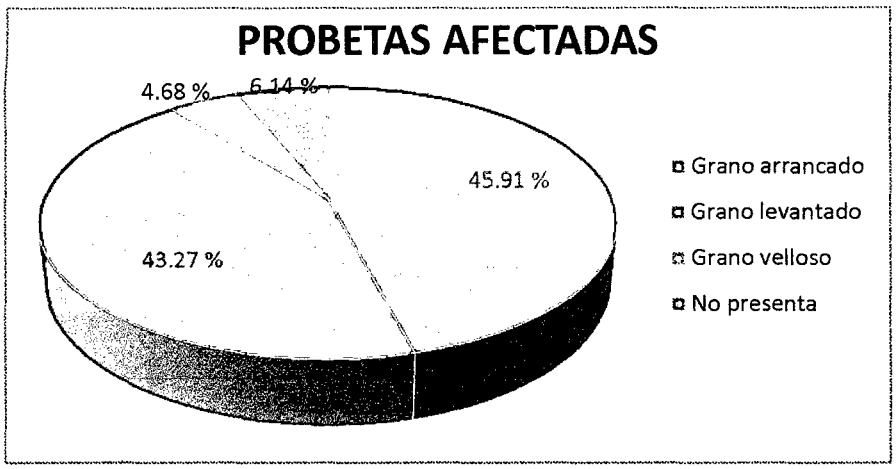


Figura 11: Distribución de los defectos en las probetas de la madera de *Brosimum utile* Kunth.

El defecto de grano arrancado se presentó frecuentemente en las zonas parenquimatosas (paratraqueal en bandas), concordando así con lo mencionado por Llúncor (1977) quién encontró que los tipos de parénquima de mayor incidencia en la producción de grano arrancado son el parénquima en bandas, aliforme abundante y aliforme confluente ancho.

Cuadro 12: Promedio general del comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth, por nivel del fuste.

POR NIVEL	BASE	MEDIO	ÁPICE
PROM	1.27	1.39	1.26
DESV	0.64	0.72	0.47
COEF	50.01	51.62	36.94
CALIFICACIÓN	E	E	E

De acuerdo al Cuadro 12 y Figura 12 se observa el promedio general del comportamiento al cepillado de la madera de la especie en estudio por nivel de fuste, la madera proveniente de la base, medio y nivel apical presentan una calificación de **excelente,** presentando mayor promedio en el nivel medio, con 1.39 y menor promedio en el nivel apical, con 1.26. Estos valores nos están

indicando que en el nivel de base y ápice se presentan los defectos en su mínima expresión (más leves).

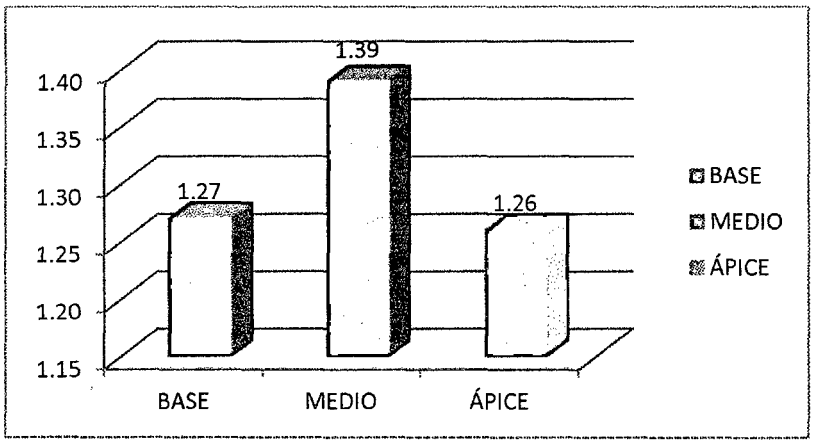


Figura 12: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste.

Cuadro 13: Promedio general del comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por plano de orientación.

ESPECIE PLANOS	Tg	Rd	OB
PROM	1.44	1.30	1.28
DESV	0.93	0.51	0.56
COEF	64.93	39.40	43.44
CALIFICACIÓN	E	E	E

En el cuadro 13 y figura 13 se presenta el promedio general al cepillado por plano de orientación. De acuerdo a estos valores, la madera de esta especie es calificada como **excelente** en todos los planos de orientación. Así mismo se observa que los valores disminuye en este orden: tangencial, radial y oblicuo.

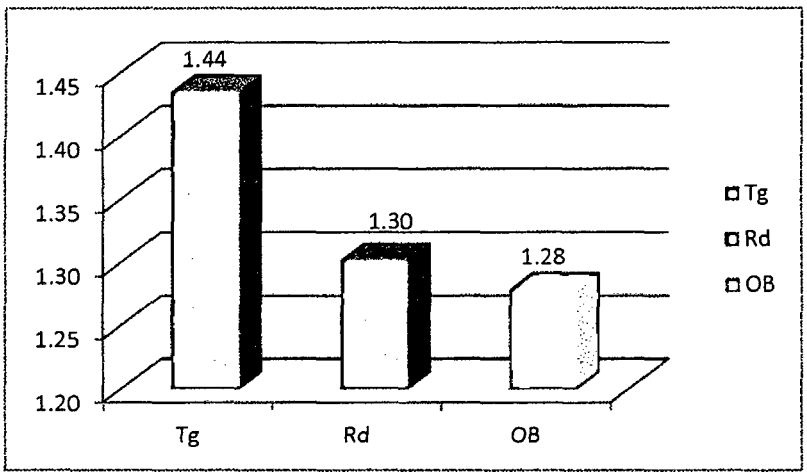


Figura 13: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por plano de orientación.

Cuadro 14: Porcentajes de probetas afectadas por el defecto grano arrancado y grano levantado de acuerdo al grado de severidad.

SEVERIDAD	Defectos Predominantes				TOTAL DE LADOS EVALUADOS	PORCENTAJE
	Grano Arrancado		Grano Levantado			
	Lados	Porcentaje (%)	Lados	Porcentaje (%)		
GRADO I	103	65.6	138	93.2	241	79.0
GRADO II	35	22.3	10	6.8	45	14.8
GRADO III	13	8.3	0	0.0	13	4.3
GRADO IV	5	3.2	0	0.0	5	1.6
GRADO V	1	0.6	0	0.0	1	0.3
TOTAL	157	100.0	148	100.0	305	100.0

En el cuadro 14 y figura 14 se aprecia el número de probetas afectadas por el grano arrancado, de acuerdo al grado de severidad, de esto se desprende que el defecto de grado I tiene mayor presencia, con un 65.6% del total de lados de las probetas evaluadas. Así mismo en el mismo cuadro 14 y en la figura 15 se observa el número de probetas afectadas por el defecto de grano levantado y este defecto es de grado I y II, teniendo mayor presencia las probetas con grado I, con 93.2% del total de lados evaluados.

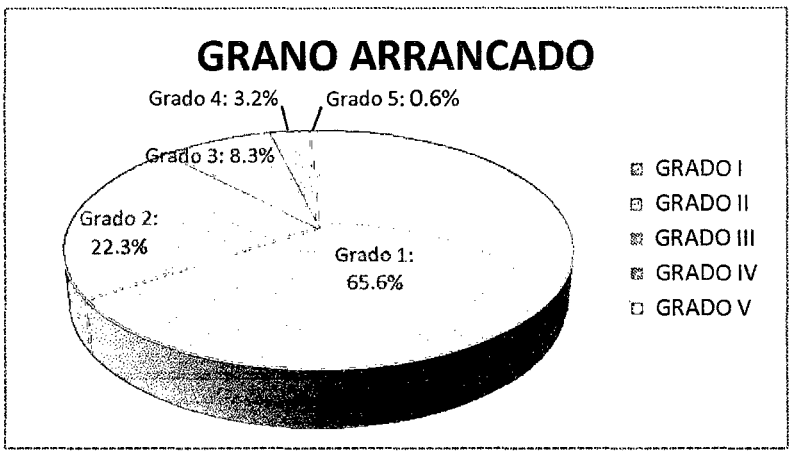


Figura 14: Distribución de porcentajes de probetas afectadas por el defecto grano arrancado de acuerdo al grado de severidad.

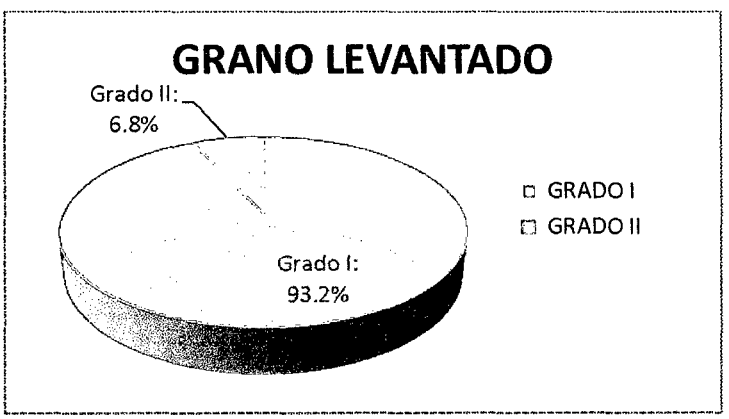


Figura 15: Distribución de porcentajes de probetas afectadas por el defecto grano levantado de acuerdo al grado de severidad.

3.2.1 ANÁLISIS POR NIVELES DEL FUSTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, GRANO ARRANCADO Y GRANO LEVANTADO.

Cuadro 15: Comportamiento promedio al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste.

PARÁMETRO	NIVELES					
	BASE		MEDIO		ÁPICE	
	Grano arrancado	Grano levantado	Grano arrancado	Grano levantado	Grano arrancado	Grano levantado
Magnitud promedio de defecto	1.45	1.10	1.67	1.18	1.41	1.18
Desviación estándar	0.81	0.25	0.93	0.34	0.67	0.29
Coeficiente de variación	56.25	22.59	55.86	28.63	47.31	24.91
Calificación	E	E	B	E	E	E
Defecto preponderante	Grano arrancado y Grano levantado					

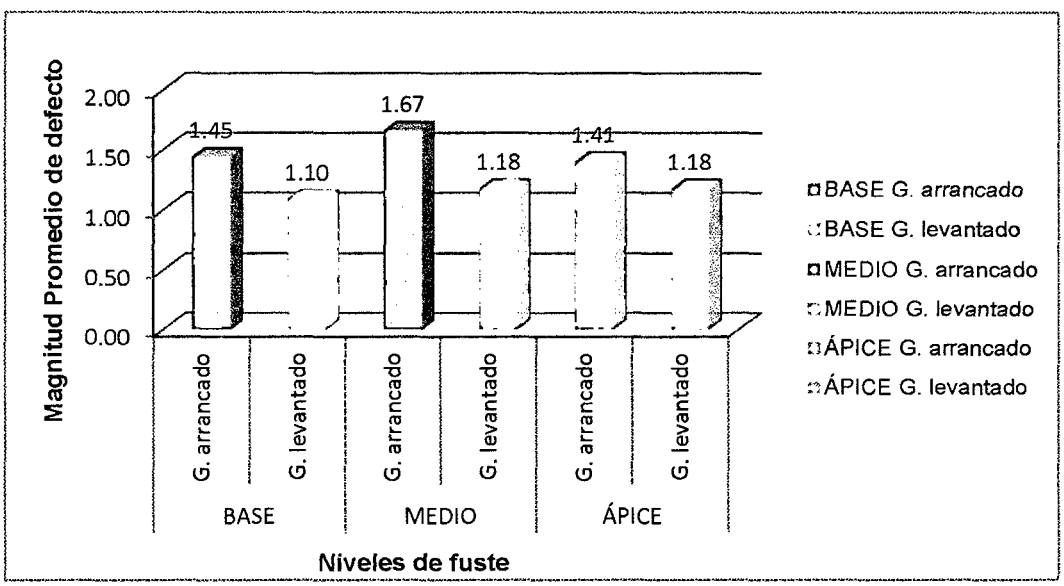


Figura 16: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste para los defectos predominantes de grano arrancado y grano levantado.

Para el defecto de grano arrancado el valor promedio sobre el comportamiento presentado por la madera de *Brosimum utile* Kunth lo califica como **excelente**

en la parte basal y apical del fuste, cuyo valor crece en la parte media del fuste, tal como se observa en Cuadro 15 y Figura 16. Esta tendencia coincide en cierta forma con la tendencia encontrada por Gaviria (1998) en las especies que estudió, lo cual indica que los defectos producidos en la superficie de las probetas cambian de acentuados a leves, disminuyendo éstos a la vez que se aumenta en la altura del fuste.

En el mismo cuadro se observa el comportamiento promedio del defecto de grano levantado, y es calificado como excelente en los tres niveles del fuste, cuyo valor crece a medida que el fuste aumenta.

3.2.2 ANÁLISIS POR NIVELES DE FUSTE Y PLANOS DE CORTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, GRANO ARRANCADO Y GRANO LEVANTADO.

- **Para el defecto de grano arrancado:**

Cuadro 16: Promedios generales del comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte.

PARÁMETRO	BASE			MEDIO			ÁPICE		
	Rd	Tg	Ob	Rd	Tg	Ob	Rd	Tg	Ob
Magnitud promedio de defecto	1.14	2.00	1.47	1.70	2.57	1.47	1.50	1.33	1.43
Desviación estándar	0.36	1.41	0.81	0.82	1.51	0.71	0.71	1.00	0.51
Coeficiente de variación	31.77	70.71	55.22	48.43	58.79	48.04	47.14	75.00	35.50
Calificación	E	B	E	B	R	E	E	E	E

En cuanto al comportamiento que tuvo la madera de *Brosimum utile* Kunth al cepillado, en sus diferentes planos de corte (anisotropía) y niveles del fuste, el cuadro 16 y figura 17 indica que los promedios que presentan de forma variada en los tres niveles de fuste y en los tres planos de corte, siendo calificada la madera de ésta especie como **excelente (E)** al nivel del ápice en sus tres planos de cortes. Pero el valor más bajo (1.14) en cuanto al promedio

se encontró en el plano radial de la base del fuste calificando también como **excelente (E)** y el mayor valor (2.57), en el plano tangencial del nivel medio.

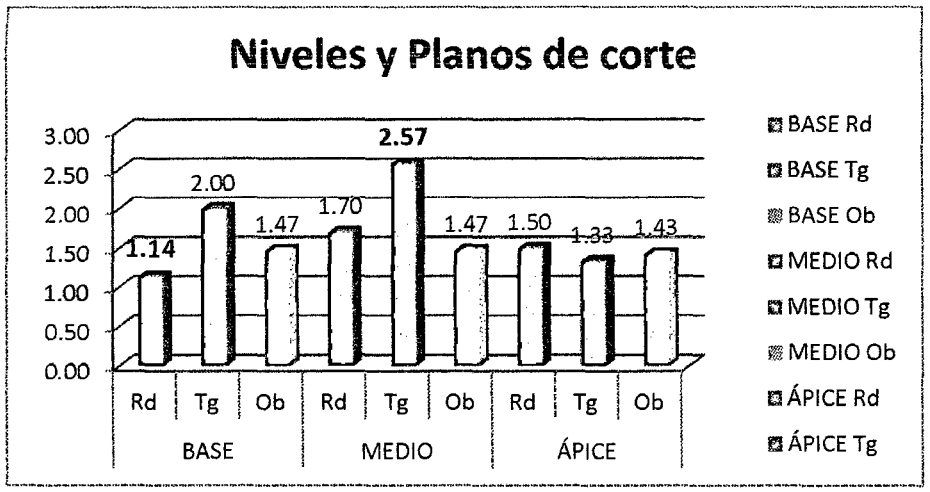


Figura 17: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte.

- **Para el defecto de grano levantado:**

Cuadro 17: Promedios generales del comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte.

PARÁMETRO	BASE			MEDIO			ÁPICE		
	Rd	Tg	Ob	Rd	Tg	Ob	Rd	Tg	Ob
Magnitud promedio de defecto	1.06	1.00	1.11	1.40	1.17	1.16	1.33	1.13	1.19
Desviación estándar	0.17	0.00	0.27	0.42	0.33	0.33	0.29	0.29	0.30
Coeficiente de variación	15.79	0.00	24.54	29.88	27.91	28.58	21.65	25.66	25.07
Calificación	E	E	E	E	E	E	E	E	E

El comportamiento que tuvo la madera en sus diferentes planos de corte y niveles del fuste, nos indica en el cuadro 17 y figura 18 que los promedios se presentan similares en los tres niveles de fuste y en los tres planos de corte, siendo por esto calificada la madera como **Excelente (E)**. Obteniendo el

mejor resultado promedio (1.00) en el plano tangencial de la base del fuste y el mayor valor promedio (1.40), en el plano radial del nivel medio.

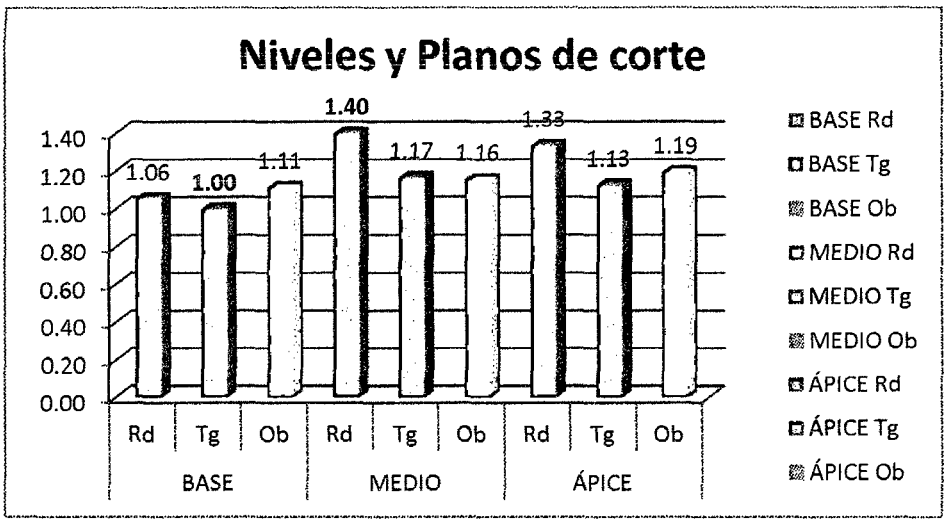


Figura 18: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte.

3.2.3 ANÁLISIS POR NIVELES DE FUSTE, PLANOS DE CORTE Y SENTIDO DE CORTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, GRANO ARRANCADO Y GRANO LEVANTADO.

- **Para el defecto de grano arrancado:**

Cuadro 18: Promedios generales del comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte.

PARÁMETRO	BASE						MEDIO						ÁPICE					
	Rd		Tg		Ob		Rd		Tg		Ob		Rd		Tg		Ob	
	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
Magnitud prom. de defecto	1.20	1.0	2.00	2.00	1.28	1.74	1.67	1.75	2.67	2.50	1.43	1.55	1.50	0	1.60	1	1.36	1.57
Desv. Est.	0.42	0.0	1.73	1.41	0.68	0.92	0.82	0.96	1.15	1.91	0.66	0.82	0.71	0	1.34	0	0.50	0.53
Coef. de Var	35.1	0.0	86.6	70.7	53.3	52.6	48.9	54.7	43.3	76.5	46.1	53.0	47.1	0	83.8	0	36.6	34.0
Calificac.	E	E	B	B	E	B	B	B	R	B	E	B	E	E	B	E	E	B

F = A favor del Grano C = En contra del grano

Los resultados obtenidos fueron variables tal como se muestra en el Cuadro 18 y Figura 19, en el cual se aprecia que el promedio de defecto más alto (2.67) se encontró al trabajar en el sentido a favor al de las fibras y en el plano tangencial de la parte media del fuste; el valor más bajo (1.00) en los planos de corte radial y tangencial, del nivel de la base y ápice del fuste respectivamente. Los valores de los promedios están en el rango de 1.00 a 2.67, por lo tanto el comportamiento al cepillado califica como **excelente (E)** a **regular (R)**, lo que coincide con lo encontrado por García (2006), en la trabajabilidad de la madera de *Ficus insipida* Willd (ojé renaco), encontró que su comportamiento en el cepillado el defecto más predominante es el grano arrancado; y así mismo concordando con Hoyos (2008) y García (2006) al cepillar madera de *Trichilia pleeana* y *Ficus sp* respectivamente con densidad media.

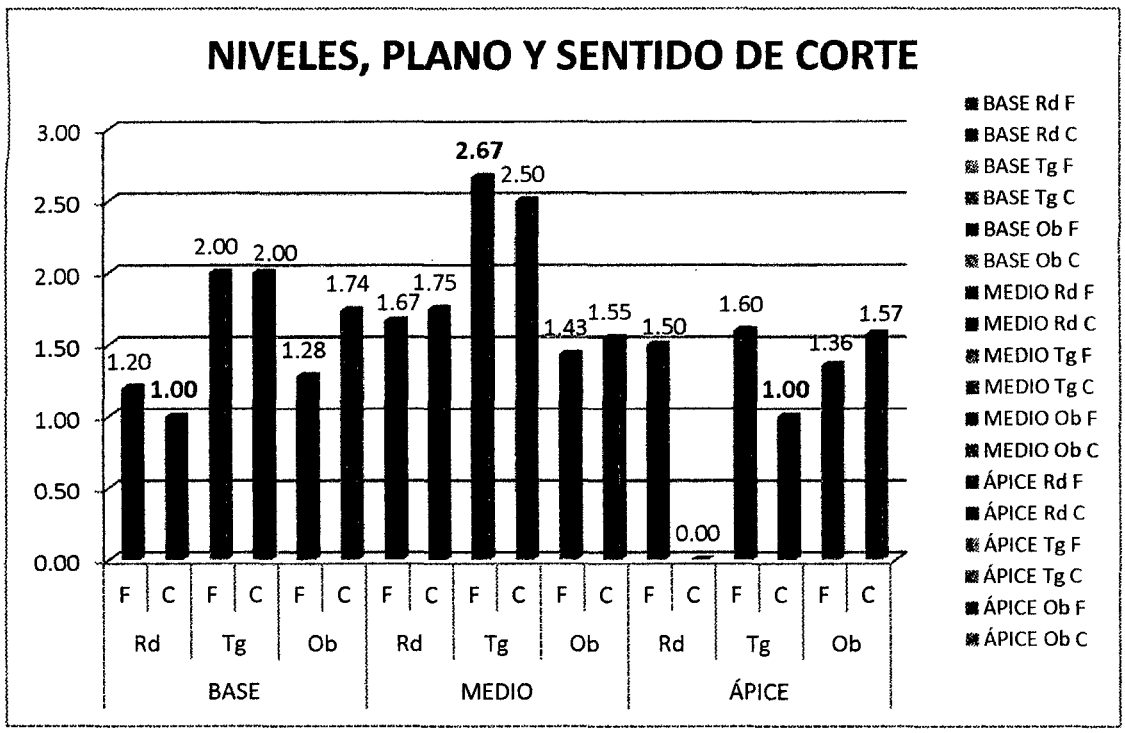


Figura 19: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte.

Sin embargo coincide con lo encontrado por Aróstegui (1982), quien indica que la madera de esta especie es de regular a buen comportamiento al cepillado.

Esta variación del comportamiento es explicado porque la madera es un material biológico altamente variable en características y propiedades. La anatomía y propiedades varían de especie a especie, entre árboles de una misma especie y entre diferentes partes de un mismo árbol. Asimismo resulta que la variación entre árboles de la misma especie puede ser resultante de las condiciones de crecimiento, tratamientos silviculturales o factores genéticos (Kollman, 1969; Panshin y De Zeeuw, 1980).

- **Para el defecto de grano levantado:**

Cuadro 19: Promedios generales del comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte.

PARÁMETRO	BASE						MEDIO						ÁPICE					
	Rd		Tg		Ob		Rd		Tg		Ob		Rd		Tg		Ob	
	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
Magnitud prom. de defecto	1.25	1	1	1	1	1.17	1.5	1.38	1.08	1.25	1	1.2	1	1.5	1	1.22	1.21	1.18
Desv. Est.	0.35	0	0	0	0	0.32	0.0	0.48	0.20	0.42	0	0.36	0	0.0	0	0.36	0.26	0.33
Coef. de Var	28.3	0	0	0	0	27.6	0.0	34.8	18.8	33.4	0	30.2	0	0.0	0	29.7	21.1	27.8
Calificac.	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

F = A favor del Grano C = En contra del grano

Como se muestra en el cuadro 19 y figura 20, los resultados con relación a los niveles de fuste, planos y sentido de corte fueron variables, en el cual se aprecia que el promedio de defecto más alto (1.50) se encontró al trabajar en ambos sentidos de corte (sentido contrario y sentido a favor de las fibras) del plano radial de la parte media y apical del fuste y el valor más bajo (1.00) en los tres planos de corte de la base del fuste, en el plano oblicuo en la parte media y en el radial y tangencial del nivel apical del fuste.

Sin embargo los valores de los promedios están en el rango de 1.00 a 1.50, por lo tanto el comportamiento al cepillado es **excelente (E)**.

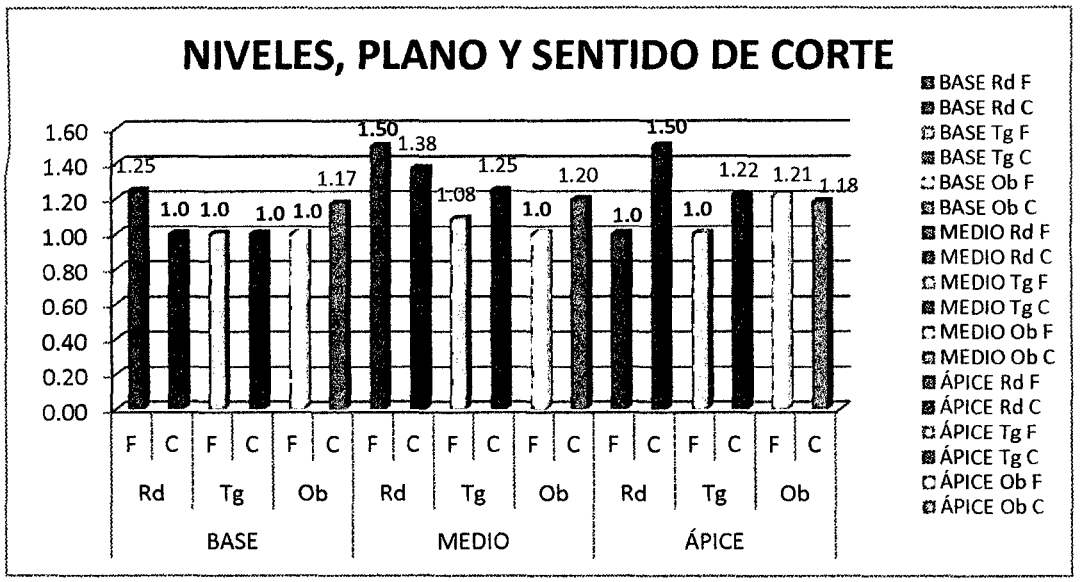


Figura 20: Comportamiento al cepillado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte.

3.2.4 PRUEBA DE INDEPENDENCIA REALIZADA EN EL ENSAYO DE CEPILLADO AL DEFECTO GRANO ARRANCADO.

Cuadro 20: Resumen de la prueba de independencia de las variables del cepillado con el defecto grano arrancado.

VARIABLES	X^2 Calc.	X^2 Tab (0.05)	SIGNIFICACIÓN	INTERPRETACIÓN
Planos de corte vs. Defecto Grano arrancado	18.02	15.51	ns	Existe dependencia
Sentido de corte vs. Defecto Grano arrancado	8.44	9.49	ns	Existe independencia
Niveles del fuste vs. Defecto Grano arrancado	10.59	15.51	ns	Existe independencia

El cuadro 20 muestra los resultados obtenidos al aplicar la prueba de independencia a las muestras de madera para el ensayo de cepillado, en la cual se puede apreciar que existe dependencia entre los planos de corte y el

defecto producido (grano arrancado) por el maquinado. Esto quiere decir que el defecto generado al cepillar la madera, depende de los planos de corte, el cual se puede constatar en el cuadro 20. Lo mismo que indica Lluncor (1977), quien menciona que la orientación del grano es una de las características que mayor influencia tiene sobre la calidad y esfuerzos de cepillado, afectando según el grado de inclinacion en los planos de orientacion de la madera.

En el mismo cuadro se puede observar que no existe dependencia entre el defecto producido y el nivel de fuste, del mismo modo entre el defecto y los sentido de corte, es decir que el defecto producido se presenta en la madera de manera independiente tanto en los niveles del fuste como en el sentido de corte.

Cuadro 21: Relación entre los números de probetas por planos de corte vs. la calificación según la calidad de superficie del defecto grano arrancado.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE										TOTAL DE LADOS
PLANOS DE CORTE	E		B		R		M		MM		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
Tg	13	61.90	2	9.52	2	9.52	3	14.29	1	4.76	21
Rd	18	69.23	6	23.08	2	7.69	0	0.00	0	0.00	26
Ob	72	65.45	27	24.55	9	8.18	2	1.82	0	0.00	110
TOTAL	103		35		13		5		1		157
TOTAL %	65.61		22.29		8.28		3.18		0.64		100.00

E= excelente; B= bueno; R= Regular, M= Malo y MM= Muy malo

En el cuadro 21 se muestra la relación entre los planos de corte versus la calificación según la calidad de superficie, considerando el número de lados evaluados de las probetas que presentaron el defecto de grano arrancado, en este se aprecia que para las dos variables en estudio el resultado es muy variado, siendo la calificación de **excelente (E)** con 65.61% y de **bueno (B)** en 22.29% y un mínimo porcentaje **muy malo (MM)** con 0.64%.

En la figura 21 se aprecia la relación entre los planos de corte y la calidad de las probetas con defecto grano arrancado, en la que se ve que predominan en los tres planos de corte, las probetas con grano arrancado muy leve (E), con respecto a los que tienen grano arrancado leve (B).

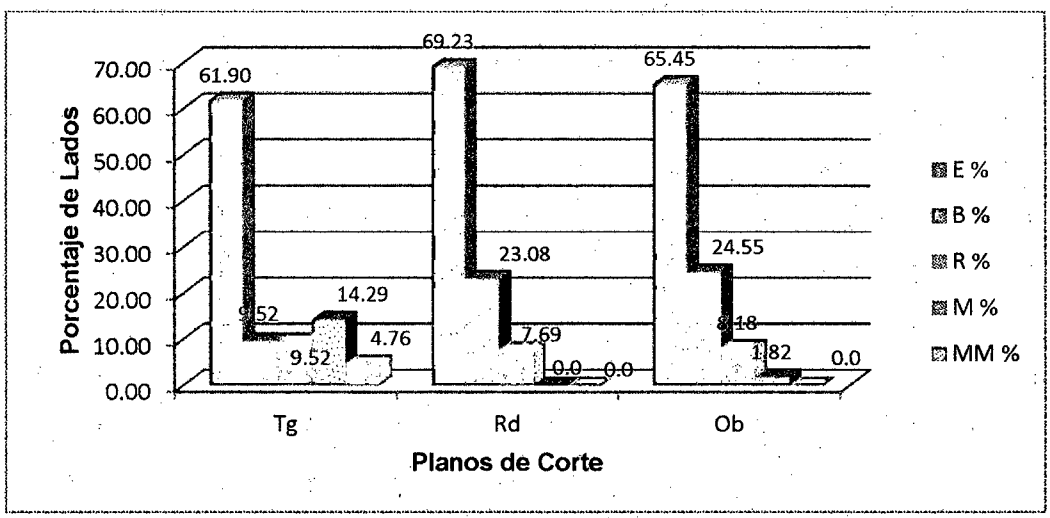


Figura 21: Relación entre los planos de corte y la calidad de las probetas con defecto grano arrancado.

Cuadro 22: Relación entre los números de probetas por sentido de corte vs. la calificación según la calidad de superficie del defecto grano arrancado.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE										TOTAL DE LADOS
SENTIDO DE CORTE	E		B		R		M		MM		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
Favor del Grano	68	69.39	22	22.45	4	4.08	4	4.08	0	0.00	98
Contra del Grano	35	59.32	13	22.03	9	15.25	1	1.69	1	1.69	59
TOTAL	103		35		13		5		1		157
TOTAL %	65.61		22.29		8.28		3.18		0.64		0.00

E= excelente; B= bueno; R= regular, M= malo y MM= muy malo

En el cuadro 22 y la figura 22 se observa la relación entre el sentido de corte, la calidad y el grado de incidencia del defecto de grano arrancado, en la cual se aprecia que el mayor porcentaje de probetas que presentan este defecto se

dan a favor del grano, pero calificando como **excelentes** (muy leve) **(E)**, con respecto a los que tienen grano arrancado calificado como **bueno** (leve) **(B)**.

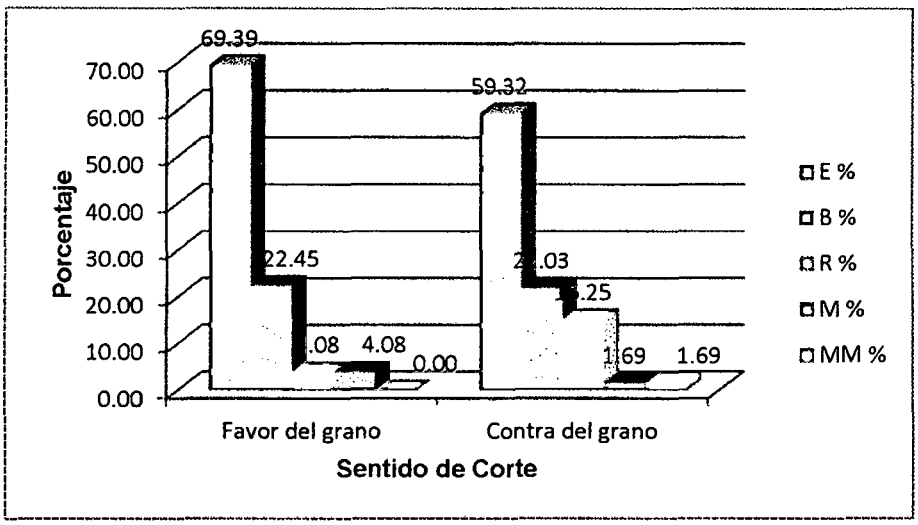


Figura 22: Relación entre el sentido de corte y la calificación según la calidad de la superficie de las probetas del defecto grano arrancado.

Cuadro 23: Relación entre los números de probetas por niveles de fuste vs. la calificación según la calidad de superficie del defecto grano arrancado.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE										TOTAL DE LADOS
NIVELES DE FUSTE	E		B		R		M		MM		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
BASE	53	71.62	12	16.22	6	8.11	3	4.05	0	0.00	74
MEDIO	29	56.86	13	25.49	7	13.73	1	1.96	1	1.96	51
ÁPICE	21	65.63	10	31.25	0	0.00	1	3.13	0	0.00	32
TOTAL	103		35		13		5		1		157
TOTAL %	65.61		22.29		8.28		3.18		0.64		100.00

E= excelente; B= bueno; R= regular, M= malo y MM= muy malo

En el cuadro 23 y la figura 23 se aprecia el comportamiento de la madera al relacionar los niveles de fuste y la calificación según la calidad de superficie de las probetas con respecto al defecto de grano arrancado, se puede apreciar que hay diferencia marcada entre estos niveles, obteniéndose en general que

la mayoría de las probetas (65.61%) tienen un comportamiento calificado como **excelente (E),** con 22.29% calificando como bueno (B) y la diferencia (12.10%) va desde **regular (R)** hasta **muy malo (MM)**.

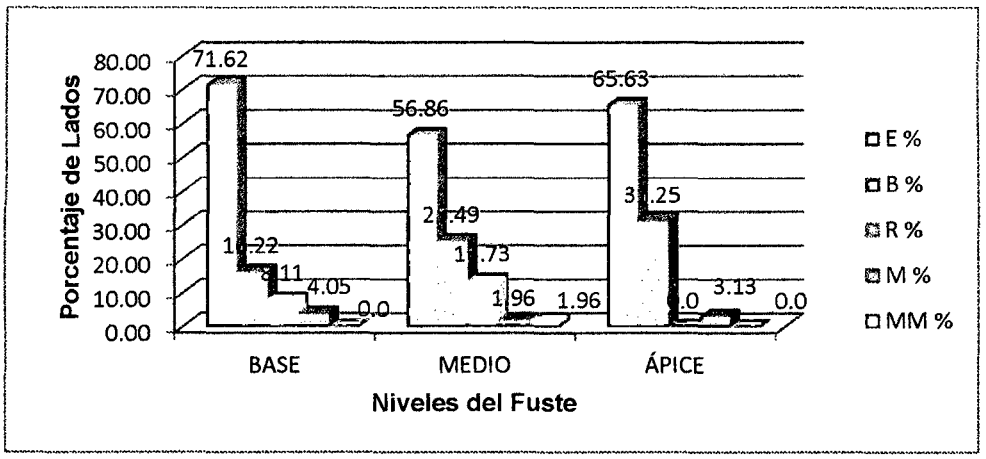


Figura 23: Relación entre los niveles del fuste y la calidad de las probetas del defecto grano arrancado.

3.2.5 PRUEBA DE INDEPENDENCIA REALIZADA EN EL ENSAYO DE CEPILLADO AL DEFECTO GRANO LEVANTADO.

Cuadro 24: Resumen de la prueba de independencia de las variables del cepillado con el defecto grano levantado.

VARIABLES	X^2 Calc	X^2 Tab (0.05)	SIGNIFICACIÓN	INTERPRETACIÓN
Planos de corte vs. Defecto Grano levantado	0.03	5.99	ns	Existe independencia
Sentido de corte vs. Defecto Grano levantado	5.47	3.84	ns	Existe dependencia
Niveles del fuste vs. Defecto Grano levantado	1.85	5.99	ns	Existe independencia

El cuadro 24 muestra los resultados obtenidos al aplicar la prueba de independencia a las muestras de madera para el ensayo de cepillado, en la que se aprecia que existe dependencia entre el sentido de corte y el defecto

producido de grano levantado por el maquinado. Esto quiere decir que el defecto generado al cepillar la madera, va a depender del sentido de corte, comportándose mejor cuando ésta se hace a favor del grano.

Así mismo en el cuadro se puede observar que no existe dependencia entre el defecto producido y el nivel de fuste, del mismo modo entre el defecto y los planos de corte, es decir que la calidad de superficie se comporta de la misma manera en los tres niveles del fuste y los tres planos de corte.

Cuadro 25: Relación entre los números de probetas por planos de corte, vs. la calificación según la calidad de superficie del defecto grano levantado.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE				TOTAL DE LADOS
PLANOS DE CORTE	E		B		
	N° Lados	(%)	N° Lados	(%)	
Tg	29	93.55	2	6.45	31
Rd	16	94.12	1	5.88	17
Ob	93	93.00	7	7.00	100
TOTAL	138		10		148
TOTAL %	93.24		6.76		100.00

En el cuadro 25 y figura 24 se aprecian la relación entre los planos de corte y la calidad de superficie de las probetas con defecto grano levantado, en la cual se ve que predominan en los tres planos de corte, las probetas con grano levantado muy leve (E), con respecto a los que tienen grano levantado leve (B). Es así que la calidad de superficie no depende de los planos de corte, comportándose de la misma manera para todos los planos.

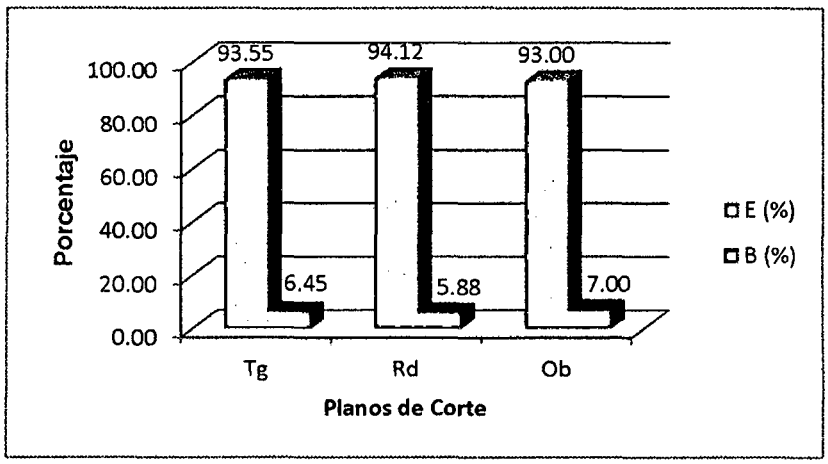


Figura 24: Relación entre los planos de corte y la calidad de las probetas con defecto grano levantado.

Cuadro 26: Relación entre los números de probetas por sentido de corte, vs. la calificación según la calidad de superficie del defecto grano levantado.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE				TOTAL DE LADOS
SENTIDO DE CORTE	E		B		
	N° Lados	(%)	N° Lados	(%)	
Favor del Grano	50	100.00	0	0.00	50
Contra del Grano	88	89.80	10	10.20	98
TOTAL	138		10		148
TOTAL %	93.24		6.76		100.00

El cuadro 26 y figura 25 se observa la relación entre el sentido de corte y la calificación según la calidad de superficie de las probetas con defecto grano levantado, en la cual se puede apreciar que la calidad de la superficie excelente (E) se produce en el sentido de corte en contra del grano y de la misma forma la calidad de superficie buena (B) es producida en contra del grano; se observa que en sentido de corte a favor del grano no se tiene la calidad de superficie buena (B) ya que todos calificaron excelente (E).

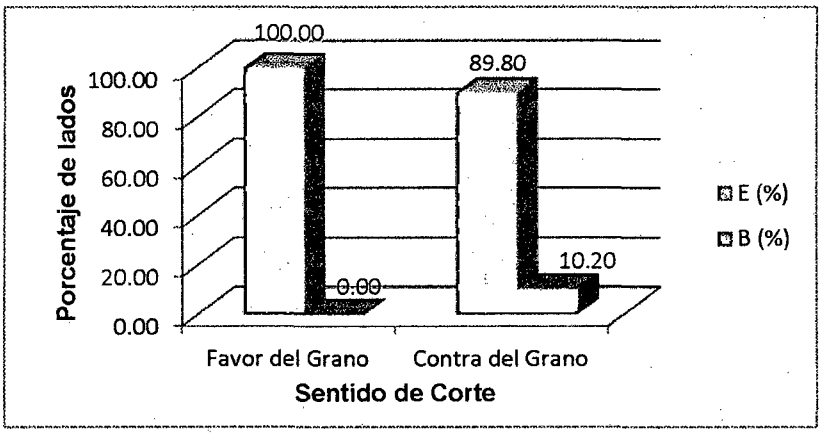


Figura 25: Relación entre los sentidos de corte y la calidad de las probetas con defecto grano levantado.

Cuadro 27: Relación entre los números de probetas por niveles de fuste vs. la calificación según la calidad de superficie del defecto grano levantado.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE				TOTAL DE LADOS
NIVELES DE FUSTE	E		B		
	N° Lados	(%)	N° Lados	(%)	
BASE	45	95.74	2	4.26	47
MEDIO	41	89.13	5	10.87	46
ÁPICE	52	94.55	3	5.45	55
TOTAL	138		10		148
TOTAL	93.24		6.76		100.00

Se aprecian en el cuadro 27 y figura 26 que la calidad de superficie de excelente (E) están presentes en los tres niveles de fuste, observando que el defecto producido no depende de los niveles de fuste, comportándose de la misma manera para todos los niveles.

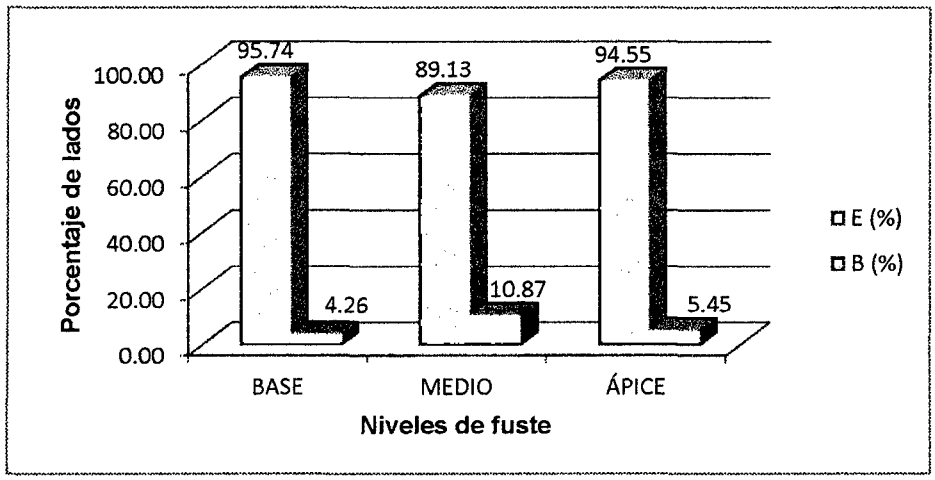


Figura 26: Relación entre los niveles del fuste y la calidad de las probetas del defecto grano levantado.

3.3 COMPORTAMIENTO AL MOLDURADO

El cuadro 28 muestra que la madera *Brosimum utile* Kunth (panguana) presenta el defecto de grano astillado, el cual afecta al 100 % de las probetas, éste presentó un promedio de 1.96 siendo calificado como **bueno (B)**, produciéndose la mayor presencia de éste defecto en el plano radial y en sentido contrario a las fibras.

Cuadro 28: Comportamiento al moldurado de la madera *Brosimum utile* Kunth.

DEFECTO PRODUCIDO	PLANO MAS AFECTADO	% DE PROBETAS AFECTADAS	SENTIDO		EVALUACIÓN ESTADÍSTICA		
			F	C	PROMEDIO	DESV. EST.	COEF. VARIACIÓN
Grano astillado	Radial	100	1.63	2.29	1.96	0.90	46.04

Cuadro 29: Porcentajes de probetas afectadas por el defecto grano astillado de acuerdo al grado de severidad.

GRANO ASTILLADO		
SEVERIDAD	**Nº DE PROBETAS**	**PORCENTAJE**
GRADO I	122	35.7
GRADO II	135	39.5
GRADO III	63	18.4
GRADO IV	21	6.1
GRADO V	1	0.3
TOTAL	342	100.0

En el cuadro 29 y figura 27 se observa que de acuerdo al número de lados evaluados (171 probetas) el grano astillado se presenta en todos ellos y su severidad va desde el Grado I al V. Así se tiene que, 122 lados (35.7%) presentaron severidad grado I, calificando como **excelente;** 135 lados (39.5%), resultaron con severidad grado II, calificando como **bueno;** 63 lados (18.4%) resultaron con grano astillado acentuado (grado III), calificando como **regular;** seguida de 21 lados (6.1%) con grano astillado grave (grado IV), calificando como **malo;** y 1 lado (0.3%) con grano astillado muy grave (grado V), calificando como **muy malo**.

Las diferencias entre estos resultados obtenidos en este estudio se puede atribuir a que la estructura anatómica influye en el proceso de trabajabilidad, tal como lo afirma Koch, citado por Sato (1976), teniéndose que la madera de panguana presenta grano entrecruzado, el cual dificulta el corte aumentando de esta manera la magnitud del defecto. Del defecto que se presentó en el moldurado de esta especie, es el grano astillado, Coincidiendo con Llúncor (1989) que es el defecto más difícil de corregir.

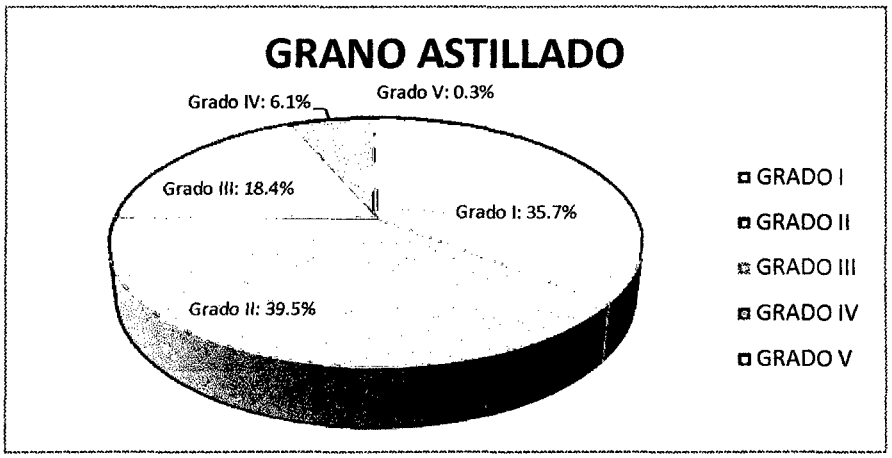


Figura 27: Distribución de porcentajes de probetas afectadas por el defecto grano astillado de acuerdo al grado de severidad.

3.3.1 ANÁLISIS POR NIVELES DE FUSTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, GRANO ASTILLADO.

Cuadro 30: Promedio general del comportamiento al moldurado de la madera *Brosimum utile* Kunth por nivel del fuste.

PARÁMETRO	NIVELES		
	BASE	MEDIO	ÁPICE
Magnitud promedio de defecto	2.08	1.95	1.78
Desviación estándar	1.00	0.86	0.75
Coeficiente de variación	48.31	44.04	42.26
Calificación	B	B	B
Defecto preponderante	**Grano astillado**		

En el cuadro 30 y Figura 28 se observa el promedio general del comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por nivel de fuste. Se observa que la mayor magnitud del defecto se presentó en la base, con un promedio de 2.08 **(bueno)**, disminuyendo hacia el ápice, es así

que en la parte media del fuste presenta un promedio de 1.95 **(bueno)** y en el ápice del fuste, 1.78 **(bueno)**.

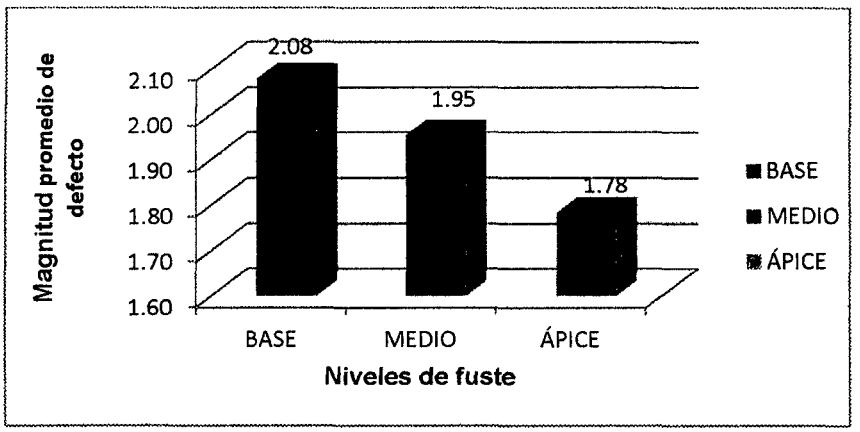


Figura 28: Comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste.

Esto quiere decir, que el promedio del moldurado va descendiendo desde la base hasta parte alta del fuste o desde la madera madura (base del fuste) hasta la madera juvenil (ápice del fuste).

Estos promedios permiten calificar a la madera de esta especie como **bueno** en el moldurado en los tres niveles de fuste.

De acuerdo al defecto que presenta la madera de esta especie por acción del moldurado, este defecto es de grano astillado, que va desde muy leve hasta muy grave.

Teniendo en cuenta el nivel de fuste, es importante señalar que en el primer, segundo y tercer nivel, de acuerdo a la severidad del defecto, predomina el grano astillado de grado II (leve), seguido del grano astillado de grado I (muy leve).

Al respecto del promedio del moldurado en los niveles de fuste, Herrrera (1987) menciona que la variación dentro de un árbol se da en los siguientes aspectos: dimensiones de las células, variaciones de densidad, en la

composición química, en las propiedades físicas, en los anillos de crecimiento o entre la madera juvenil y adulta.

La madera madura posee características que son consideradas normales para las especies, mientras que la madera juvenil tiene características estructurales y físicas inferiores a las de la madera madura del mismo árbol. En general las escasas propiedades de la madera juvenil en relación a la madera madura normal hacen de esta indeseable para propósitos estructurales y se oponen al uso de la madera de árboles jóvenes para algunos propósitos (Panshin *et al*, 1980).

3.3.2 ANÁLISIS POR NIVELES DE FUSTE Y PLANOS DE CORTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE.

Cuadro 31: Promedio general del comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por plano de orientación.

ESP. PLANOS	Tg	Rd	OB
PROM	1.89	2.29	1.91
DESV	0.84	0.97	0.89
COEF	44.43	42.18	46.72
CALIFICACIÓN	B	B	B

En el cuadro 31 y Figura 29 se observa el promedio general del comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por planos de corte. De acuerdo a esto se ve que en el plano tangencial se obtuvo una calificación promedio de 1.89 **(bueno)**, con coeficiente de variación de 44.43%; en el oblicuo 1.91 **(bueno)**, con 46.72% de coeficiente de variación; y en el sentido radial 2.29 **(bueno)** con 42.18% de coeficiente de variación.

Estos promedios en los planos de orientación permite calificar a la madera de *Brosimum utile* Kunth como **bueno** en el moldurado. Sin embargo, en el plano radial el astillado es más severo.

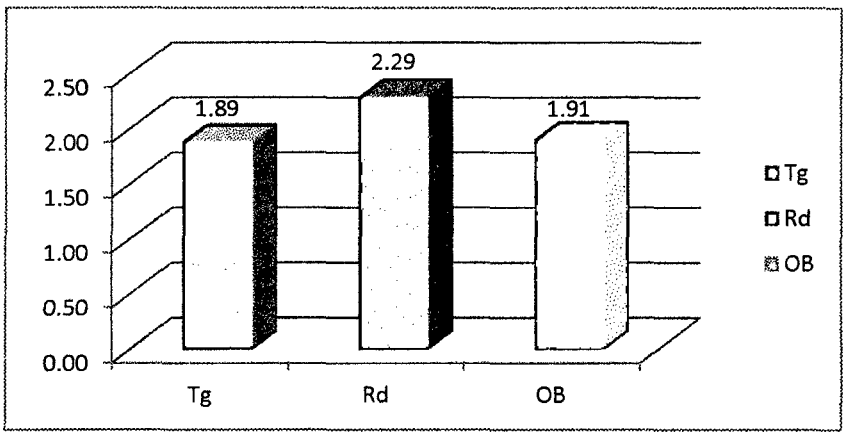


Figura 29: Comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por plano de orientación.

Cuadro 32: Promedios generales del comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte.

PARÁMETRO	BASE			MEDIO			ÁPICE		
	Rd	Tg	Ob	Rd	Tg	Ob	Rd	Tg	Ob
Magnitud promedio de defecto	2.19	2.50	2.02	2.44	1.75	1.91	2.33	1.81	1.72
Desviación estándar	1.02	1.31	0.98	0.81	0.72	0.88	1.21	0.69	0.72
Coeficiente de variación	46.55	52.37	48.33	33.39	40.93	46.11	51.90	38.39	41.67
Calificación	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Con respecto a los niveles de fuste y planos de corte, en el cuadro 32 y figura 30 se observa que el nivel basal y plano radial presenta un promedio de 2.19, en el plano tangencial 2.50 y en el oblicuo 2.02; en el nivel medio, plano radial se encontró un promedio de 2.44, en el tangencial 1.75 y en el oblicuo 1.91; en el nivel apical se encontró un promedio de 2.33 en plano radial, 1.81 en el tangencial, y 1.72 en el oblicuo.

De acuerdo a estos promedios, la madera de esta especie califica como **bueno** para el moldurado en los tres niveles de fuste y en los tres planos de corte.

Con respecto a la severidad del defecto, en el nivel basal se encontró que en el plano tangencial el defecto de grano astillado es el más acentuado, y el más leve en el nivel apical, plano oblicuo.

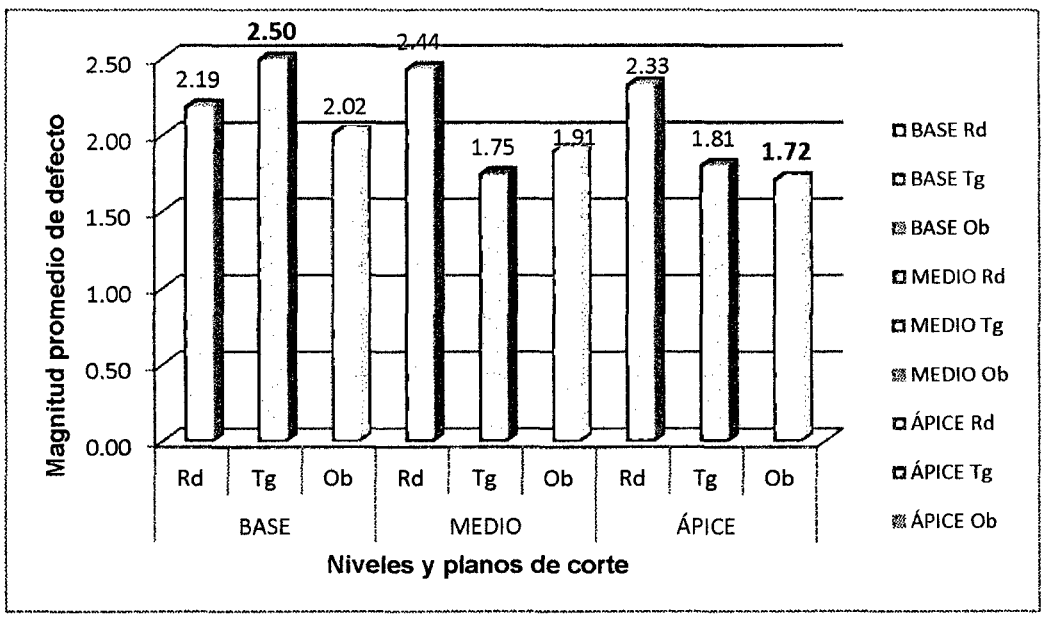


Figura 30: Comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte.

3.3.3 ANÁLISIS POR NIVELES DE FUSTE, PLANOS DE CORTE Y SENTIDO DE CORTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, GRANO ASTILLADO.

Cuadro 33: Promedios generales del comportamiento al moldurado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte.

PARÁMETRO	BASE						MEDIO						ÁPICE					
	Rd		Tg		Ob		Rd		Tg		Ob		Rd		Tg		Ob	
	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
Magnitud prom. de defecto	1.62	2.77	2.00	3.00	1.60	2.43	2.25	2.63	1.50	2.00	1.54	2.27	2.33	2.33	1.62	2.00	1.53	1.90
Desv. Est.	0.77	0.93	1.15	1.41	0.84	0.93	0.89	0.74	0.71	0.67	0.84	0.77	1.53	1.15	0.65	0.71	0.68	0.71
Coef. de Var	47.5	33.5	57.7	47.1	52.4	38.2	39.4	28.3	47.1	33.3	54.3	33.9	65.5	49.5	40.3	35.4	44.4	37.5
Calificación	B	R	B	R	B	B	B	R	E	B	B	B	B	B	B	B	B	B

En el cuadro 33 y Figura 31 se observa los promedios generales del comportamiento al moldurado de la madera de la especie *Brosimum utile* Kunth por niveles de fuste, planos de corte y sentido de corte. De acuerdo a esto se ve que los promedios muestran un comportamiento variable en los dos primeros niveles (basal e intermedio), por los cuales las probetas molduradas califican desde **excelente** hasta **regular.** Es así, que el menor promedio (1.50) se obtuvo en el nivel medio, a favor del grano, en el plano tangencial, y el mayor promedio (3.00), en el nivel basal, en el plano tangencial, en contra el grano; mientras que en el nivel apical los promedios del comportamiento son intermedios en los planos de orientación y sentido de corte, por los cuales las probetas molduradas califican como **bueno,** es decir, que estos promedios están en el rango de 1.60 – 2.50 (JUNAC, 1981).

Es así que los resultados coinciden con Flores (2004), que para el moldurado al trabajar a favor del grano presentó mejores resultados a relación de trabajar en contra del grano donde se nota la presencia del grano astillado en grado III (regular).

Así mismo, éstos resultados coinciden con los encontrados por Aróstegui (1982), quien sostiene que la madera de esta especie va de regular a buen comportamiento; sin embargo difiere al encontrado por Hoyos (2008), García (2006), quienes trabajando con *Trichilia pleeana* (uchumullaca) y *Ficus insípida* (ojé renaco) respectivamente encontraron un comportamiento de excelente en el moldurado de la madera de estas especies.

De acuerdo a la variabilidad del promedio al comportamiento de la madera al moldurado, Corporación de Fomento de la Producción (1989) sostiene que muchos son los factores que influyen en la calidad de una superficie, cuando se emplea herramientas de corte. Por un lado se tienen aquellos que dependen directamente del material, como es el contenido de humedad, densidad y dirección del grano. Por su parte Koch, citado por Sato (1976) menciona que 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. Sin embargo, esta especie presenta grano entrecruzado (Aróstegui, 1982) y produce grano astillado. Esto se debe a que la madera es un material biológico altamente variable en características y propiedades (Panshin y De Zeeuw, 1980).

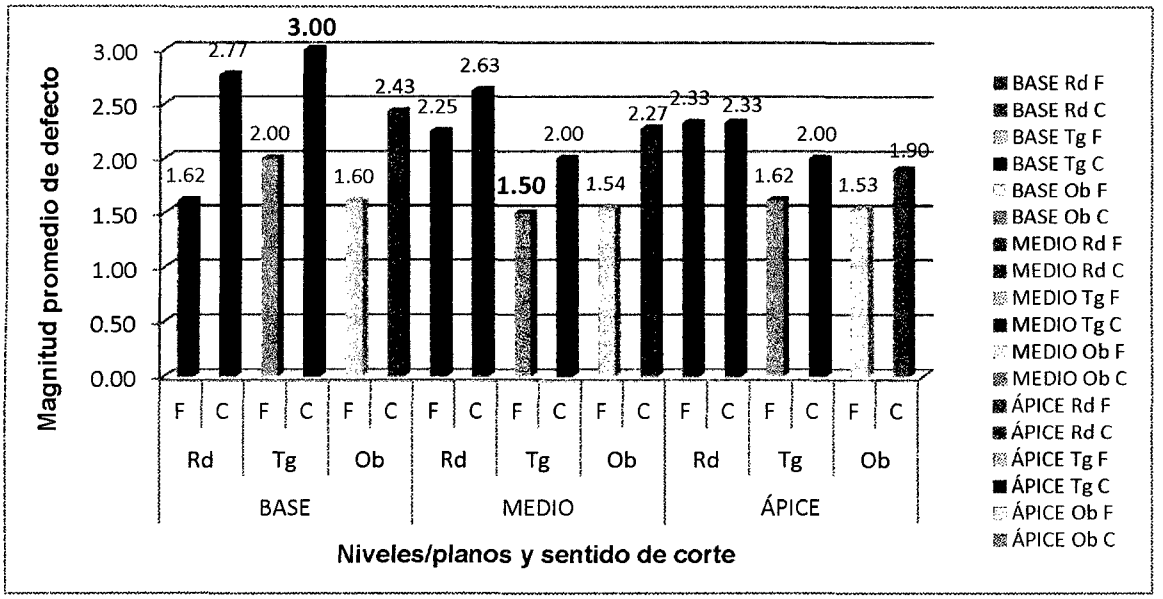


Figura 31: Comportamiento al moldurado de la madera *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte.

3.3.4 PRUEBA DE INDEPENDENCIA REALIZADA EN EL ENSAYO DE MOLDURADO AL DEFECTO GRANO ASTILLADO.

Cuadro 34: Resumen de la prueba de independencia de las variables del moldurado con el defecto grano astillado.

VARIABLES	X^2 Calc	X^2 Tab (0.05)	SIGNIFICACIÓN	INTERPRETACIÓN
Planos de corte vs. Defecto Grano astillado	9.3	15.51	ns	Existe independencia
Sentido de corte vs. Defecto Grano astillado	58.36	9.49	*	Existe dependencia significativa
Niveles del fuste vs. Defecto Grano astillado	10.59	15.51	ns	Existe independencia

Se puede apreciar en el cuadro 34 que no existe dependencia entre los planos de corte de la madera y el defecto producido (grano astillado) por el maquinado. De igual manera se observa que no existe dependencia entre los niveles del fuste y el defecto producido, es decir, que para ambas variables,

los defectos se presentan de manera independiente en las muestras de madera. Asi mismo se aprecia que existe una dependencia altamente siginificativa entre el sentido de corte y el defecto producido, es decir, que el defecto aumenta cuando se trabaja contra el grano y mejora al trabajar a favor del grano de la madera, que a su vez concuerda con lo expresado por Ninin (1984) quien indicó que la distribucion y orientación de los elementos constitutivos de la madera especialmente de los elementos de baja resistencia con relacion a los de mayor resistencia juegan un papel relevante.

Cuadro 35: Relación entre los planos de corte vs. la calificación según la calidad de superficie de las probetas del defecto grano astillado.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE										TOTAL DE LADOS
PLANOS DE CORTE	E		B		R		M		MM		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
Tg	20	37.04	22	40.74	10	18.52	2	3.70	0	0.00	54
Rd	11	22.92	18	37.50	13	27.08	6	12.50	0	0.00	48
Ob	91	37.92	95	39.58	40	16.67	13	5.42	1	0.42	240
TOTAL	122		135		63		21		1		342
TOTAL %	35.67		39.47		18.42		6.14		0.29		100.00

Tg = Tangencial Rd = Radial Ob = Oblicuo

En el cuadro 35 al analizar la relación planos de corte, comportamiento y respectiva calificación, se observa que el plano oblicuo presenta el mejor comportamiento seguido del tangencial y del radial, calificando estos entre **bueno** y **excelente;** representando mas del 75.14% de lados evaluados.

Es así que en la figura 32 se aprecia que al establecer la relación entre los planos de corte comportamiento y respectiva calificación. De acuerdo a la figura, se ve que la mayor cantidad de probetas en los tres planos de corte es el grano astillado leve (B) y la menor cantidad de probetas en los tres planos es el grano astillado muy grave (MM)

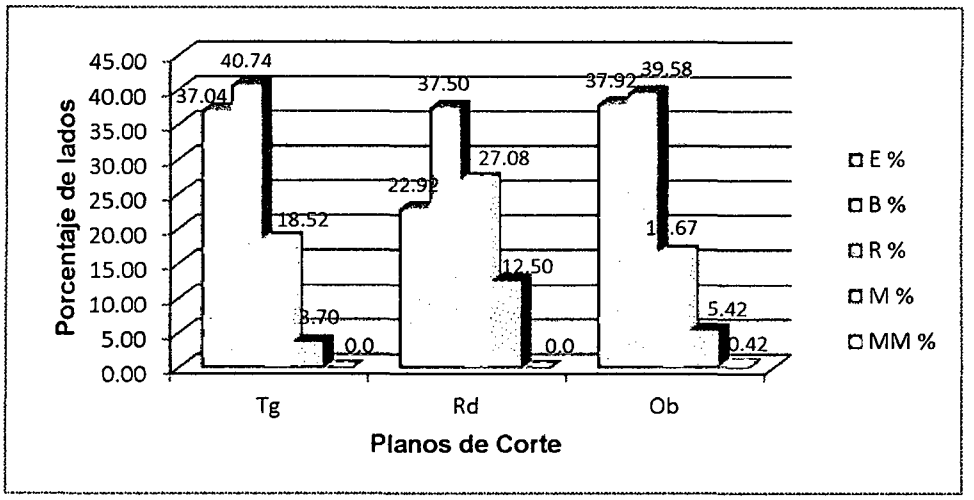


Figura 32: Relación entre los planos de corte y la calificación según la calidad de la superficie de las probetas del grano astillado.

Cuadro 36: Relación entre el sentido de corte vs. la calificación según la calidad de la superficie de las probetas del defecto grano astillado.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE										TOTAL DE LADOS
SENTIDO DE CORTE	E		B		R		M		MM		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
Favor del Grano	94	54.97	53	30.99	18	10.53	6	3.51	0	0.00	171
Contra del Grano	28	16.37	82	47.95	45	26.32	15	8.77	1	0.58	171
TOTAL	122		135		63		21		1		342
TOTAL %	35.67		39.47		18.42		6.14		0.29		0.00

En el cuadro 36 y la Figura 33 se observa la relación entre el sentido de corte, comportamiento y respectiva calificación y la calidad de las probetas del defecto grano astillado, de acuerdo a esto, se ve que al trabajar a favor del grano, se obtuvo mayor cantidad de probetas con grano astillado muy leve calificando el comportamiento como **excelente (E)** y al trabajar en contra el grano, se obtuvo mayor cantidad de probetas con grano astillado leve

calificando como **bueno (B)**. La presencia de éste defecto, se incrementa al ser trabajadas contra el grano, así encontramos comportamiento calificado como **regular (R) y malo (M)**

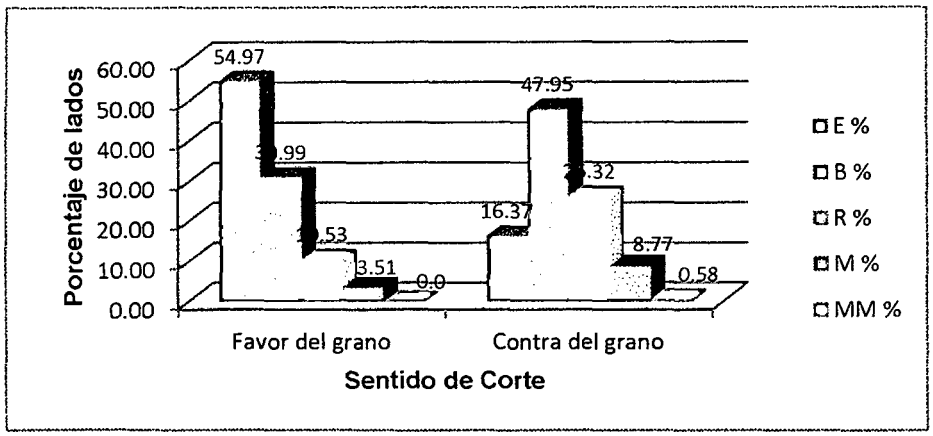


Figura 33: Relación entre el sentido de corte y la calificación según la calidad de la superficie de las probetas del grano astillado.

Cuadro 37: Relación entre los niveles del fuste vs. la calificación según la calidad de superficie de las probetas del defecto grano astillado.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE										TOTAL DE LADOS
NIVELES DE FUSTE	E		B		R		M		MM		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
BASE	47	33.57	52	37.14	25	17.86	15	10.71	1	0.71	140
MEDIO	38	34.55	44	40.00	23	20.91	5	4.55	0	0.00	110
ÁPICE	37	40.22	39	42.39	15	16.30	1	1.09	0	0.00	92
TOTAL	122		135		63		21		1		342
TOTAL %	35.67		39.47		18.42		6.14		0.29		100.00

En el cuadro 37 y en la figura 34 al analizar la relación niveles del fuste, comportamiento, calificación y la calidad de las probetas del defecto grano astillado. Se obtiene que más del 70% de los lados evaluados califica entre **bueno (B)** y **excelente (E)**, sin embargo, es importante señalar, que a medida

que el nivel de fuste aumenta, hay una leve tendencia a ir disminuyendo la intensidad del defecto.

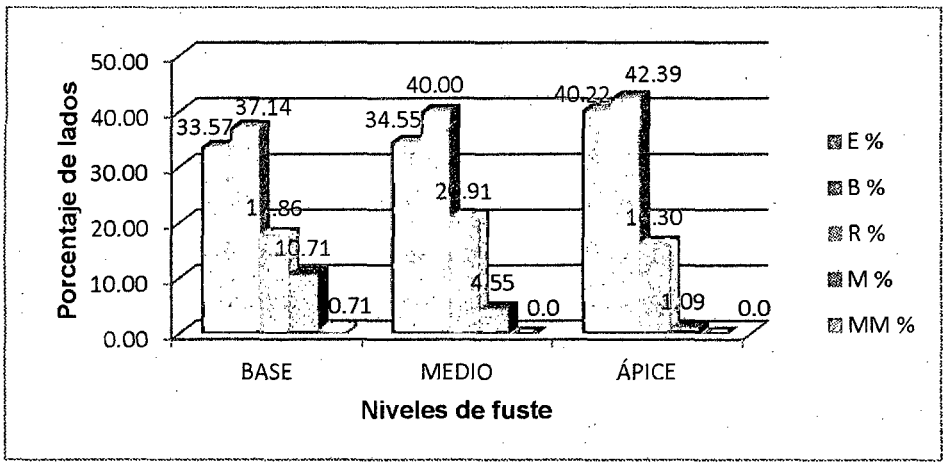


Figura 34: Relación entre los niveles del fuste y la calificación según la calidad de la superficie de las probetas del grano astillado.

3.4. COMPORTAMIENTO AL LIJADO

Cuadro 38: Comportamiento al lijado de la madera *Brosimum utile* Kunth (panguana).

N° DE LIJA	DEFECTO		SENTIDO		EVALUACIÓN ESTADÍSTICA		
	PREDOMINANTE	PLANO MAS AFECTADO	F	C	PROMEDIO	DESV. EST.	COEF. VARIACIÓN
60	Vellosidad	Tangencial	1.14	1.25	1.20	0.40	33.24
120	Sin defecto	Indiferente	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00

El cuadro 38 muestra los promedios generales del comportamiento al lijado de la madera de la especie *Brosimum utile* Kunth (panguana) y el defecto que se presenta al trabajar con la lija N° 60 es la vellosidad y el plano en el cual éste defecto tiene mayor incidencia es en el tangencial y la calificación de acuerdo a éste resultado es de **excelente (E).** Así mismo, se puede notar que cuando se lija contra el grano la severidad de la vellosidad aumenta de 1.14 a 1.25.

Al trabajar con lija N° 120 el defecto de vellosidad no se presenta o si presenta velloso leve, éste se elimina, se encontró un promedio general de 1.00. Por lo tanto el calificativo de acuerdo a la calidad de superficie es de **excelente (E).** Esto se da en ambos sentidos y en todos los planos de corte, no se encontraron defectos o en su defecto la vellosidad es muy leve en las probetas lijadas. Es así que en ambos casos la madera de esta especie es calificada de **excelente (E)** al lijado.

Cuadro 39: Porcentajes de probetas afectadas por el defecto vellosidad de acuerdo al grado de severidad.

VELLOSIDAD			
Lija N° 60	SEVERIDAD	N° DE PROBETAS	PORCENTAJE %
	GRADO I	275	80.4
	GRADO II	67	19.6
	TOTAL	342	100.0
Lija N° 120	SEVERIDAD	N° DE PROBETAS	PORCENTAJE %
	GRADO I	342	100
	TOTAL	342	100

En el cuadro 39 y figura 35 se observa que al analizar el grado del defecto presentado con la lija N° 60, en este caso el velloso, el porcentaje de probetas afectadas por la vellosidad de grado I es de 80.4% calificado como **excelente (E)** y de un 19.6% con grado II calificado como **bueno (B)**.

Al pasar la lija N° 120, desaparece totalmente de la superficie vellosa y por lo tanto califica el ensayo como **excelente (E)**.

El defecto predomínate fue el grano velloso, característico de las maderas más blandas como lo afirma NININ (1984), en grado I y II siendo más frecuente el grado I cuando se trabajó con lija N° 60 se atribuye esta diferencia debido a la incidencia que provocó la magnitud de los cristales de esta lija, que causan mayor remoción y por falta de corte neto inherente en principio a las

características de deformabilidad elástica de la madera como lo sostienen Llúncor (1977) y Ninin (1984), generando la presencia del grano velloso.

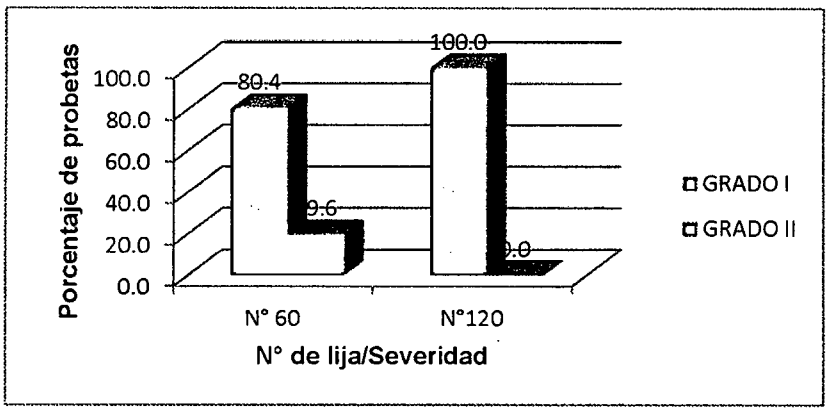


Figura 35: Distribución de porcentajes de probetas afectadas por el defecto vellosidad de acuerdo al grado de severidad.

3.4.1 ANÁLISIS DEL LIJADO POR NIVELES DE FUSTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE VELLOSIDAD.

Cuadro 40: Promedio general del comportamiento al lijado de la madera *Brosimum utile* Kunth por nivel del fuste.

NIVELES	BASE		MEDIO		ÁPICE	
	LIJA N° 60	LIJA N° 120	LIJA N° 60	LIJA N° 120	LIJA N° 60	LIJA N° 120
PROM	1.12	1.00	1.25	1.00	1.25	1.00
DESV	0.33	0.00	0.43	0.00	0.44	0.00
COEF	29.23	0.00	34.71	0.00	34.83	0.00
CALIFICACIÓN	E	E	E	E	E	E

En el cuadro 40 y figura 36 se aprecia que al analizar el número de lija y los niveles del fuste, se encuentra que hay una mayor tendencia a la presencia del grano velloso en los grados I y II en la parte media y apical donde se tiene un promedio de 1.25 calificando como **excelente (E)**, y en la parte basal del fuste con un promedio de 1.12 calificando también como **excelente (E)**. De acuerdo a los promedios encontrados al trabajar con lija N° 60 y 120 en los

tres niveles de fuste, la madera de esta especie se le califica como **excelente** al lijado con ambos granos de lija, ya que los valores están dentro del rango de 1.00 a 1.50 (JUNAC, 1981).

Así mismo en el cuadro y gráfico se observa que existe cierta variación del valor del nivel basal con respecto al nivel medio y apical que muestran homogeneidad en sus valores al trabajar con lija N° 60. Al aumentar el número de lija a 120, el grado de severidad del defecto disminuye o desaparece totalmente en todos los niveles de fuste.

El defecto presentado durante la realización del ensayo con lija N° 60 fue el grano velloso en grados I y II, que va conforme a lo mencionado por Ninin (1984) quien indica que desde el punto de vista de obtención de calidad de superficie en lijado, las maderas más blandas tienden a producir un grano velloso.

Coincidiendo de esta manera con lo encontrado por Taquirre (1987), citado por Medina (2003) en el ensayo de lijado el comportamiento de la especie fue muy bueno, ya que los defectos de rayado y vellosidad se manifestaron en un grado mínimo y fácil de superar con lija más fina.

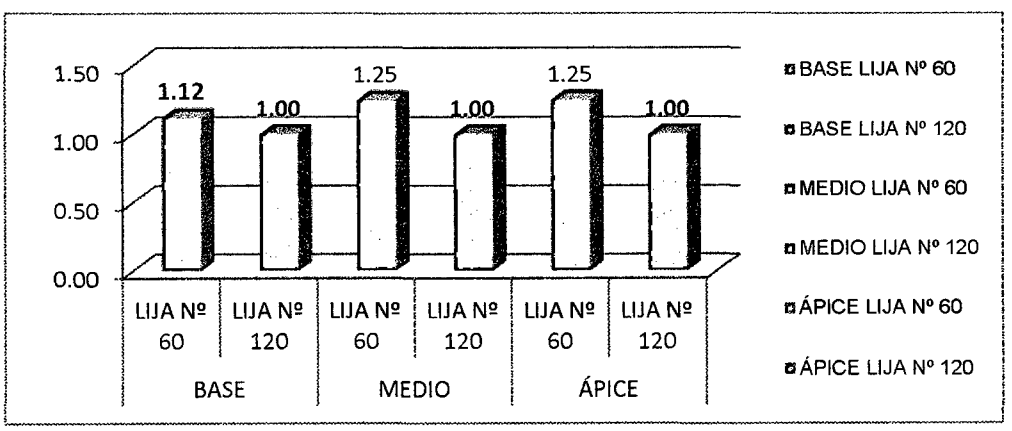


Figura 36: Comportamiento al lijado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste.

3.4.2 ANÁLISIS DEL LIJADO POR NIVELES DE FUSTE Y PLANOS DE CORTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, GRANO VELLOSO.

Cuadro 41: Promedio general del comportamiento al lijado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y plano de orientación.

CONDICION	PARAMETRO	BASE			MEDIO			APICE		
		Rd	Tg	Ob	Rd	Tg	Ob	Rd	Tg	Ob
LIJA N° 60	Magnitud promedio de defecto	1.15	1.25	1.10	1.31	1.30	1.22	1.50	1.31	1.20
	Desviación estándar	0.37	0.46	0.31	0.48	0.47	0.41	0.55	0.47	0.40
	Coeficiente de variación	31.89	37.03	27.76	36.47	36.17	34.08	36.51	35.99	33.61
	Calificación	E	E	E	E	E	E	E	E	E
LIJA N° 120	Magnitud promedio de defecto	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Desviación estándar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Coeficiente de variación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calificación	E	E	E	E	E	E	E	E	E

En el cuadro 41 y figura 37 se observa que al analizar la relación entre el defecto producido al aplicar la lija N° 60 y la procedencia de la probeta encontramos que el defecto se acentúa a nivel del ápice y sobre el plano radial con un valor promedio de 1.50, calificando de acuerdo a la calidad de superficie obtenida como **excelente (E)** y el plano menos afectado es el oblicuo en los tres niveles, obteniéndose un rango de calificación entre 1.10 y 1.22, calificando como **excelente (E)**.

Al trabajarse con la lija N° 120 se obtiene que todos los niveles y planos de corte, presentan una calidad de superficie libre de defectos, calificando como calidad **excelente (E)**. De acuerdo a los promedios encontrados al trabajar con lija N° 60 y 120 en los tres niveles de fuste y planos de corte, la madera de esta especie se le califica como **excelente (E)** al lijado con ambos números de lija, ya que los valores están dentro del rango de 1.00 a 1.50 (JUNAC, 1981).

Así mismo en el cuadro y gráfico se observa que al trabajar con lija N° 60 el comportamiento es variado, presentando mayor promedio en el plano radial del nivel apical del fuste, con un valor de 1.50 y 36.51% de coeficiente de

variación, y menor promedio en el plano oblicuo de la base del fuste, con un valor de 1.10 y 27.76% de coeficiente de variación. El defecto presentado durante la realización del ensayo con lija N° 60 fue el grano velloso en grados I y II, que va conforme a lo mencionado por Ninin (1984) quien indica que desde el punto de vista de obtención de calidad de superficie en lijado, las maderas más blandas tienden a producir un grano velloso.

Cuando se aumenta el número de lija a 120 el grado de severidad del defecto disminuye o desaparece totalmente en todos los niveles de fuste y en todos los planos de corte, cuyos promedios bajan a 1.00 y 0.00% de coeficiente de variación.

La producción del defecto grano velloso está relacionada con la falta de corte neto inherente en principio a las características de deformabilidad elástica de la madera y/o falta de capacidad de corte de las herramientas, tal como lo indica Llúncor (1977) citado por Hoyos (2008). Así mismo las maderas con menor densidad (como en el caso de la especie en estudio, cuya densidad es de 0.49 g/cm^3) originan superficies preferentemente con grano velloso, tal como afirma Carruthers, citado por Llúncor (1977).

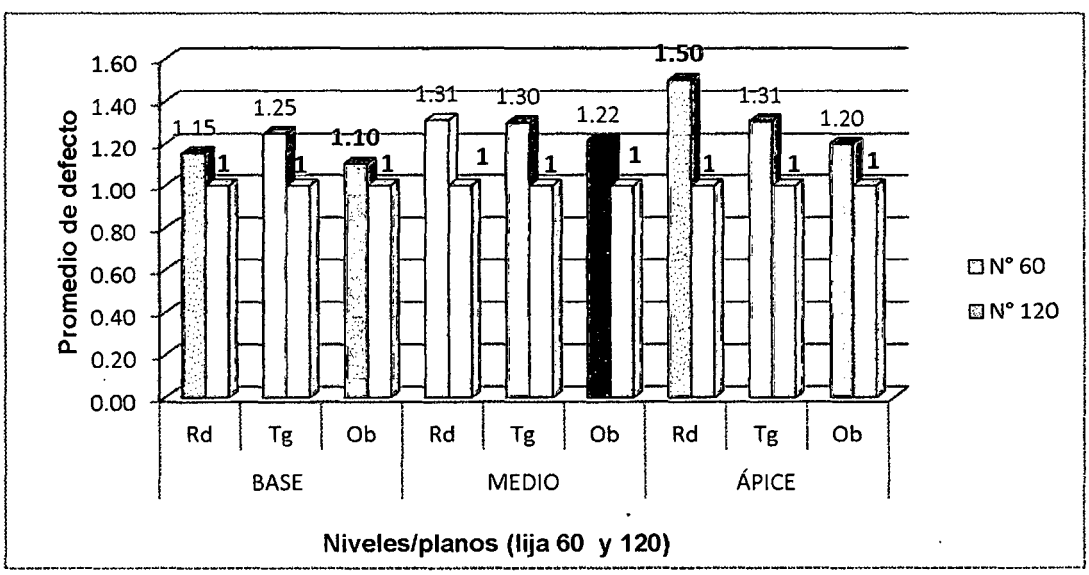


Figura 37: Comportamiento al lijado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y plano de orientación.

3.4.3 ANÁLISIS DEL LIJADO POR NIVELES DE FUSTE, PLANOS Y SENTIDOS DE CORTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, GRANO VELLOSO.

Cuadro 42: Promedios generales del comportamiento al lijado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte.

CONDICIÓN	PARÁMETRO	BASE						MEDIO						APICE					
		Rd		Tg		Ob		Rd		Tg		Ob		Rd		Tg		Ob	
		F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
LIJA Nº 60	Magnitud promedio de defecto	1.08	1.23	1	1.50	1.06	1.15	1.25	1.38	1.20	1.40	1.19	1.24	1.67	1.33	1.23	1.38	1.13	1.27
	Desviación estándar	0.28	0.44	0	0.58	0.23	0.36	0.46	0.52	0.42	0.52	0.40	0.43	0.58	0.58	0.44	0.51	0.35	0.45
	Coeficiente de variación	25.8	35.6	0	38.5	22.1	31.4	37.0	37.6	35.1	36.9	33.4	35.0	34.6	43.3	35.6	36.6	30.5	35.5
	Calificación	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	B	E	E	E	E	E
LIJA Nº 120	Magnitud promedio de defecto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Desviación estándar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Coeficiente de variación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calificación	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

Se observa en el cuadro 42 y figura 38 que al relacionar sentido del corte, plano de corte y nivel del fuste, que el defecto más grave se encuentra en el sentido a favor del grano (1.67), plano radial, nivel del ápice, algo un poco

contradictorio ya que por lo general cuando se trabaja a favor del grano se obtiene los defectos mínimos o obtenemos superficies libres de defectos. En cuanto a mejor superficie ésta se encuentra en el sentido a favor, en el plano tangencial y a nivel de base (1.00).

Al aplicarse la lija N° 120 permitió obtener superficies libres de defectos o con defectos muy leves (a favor y contra del grano), esto también a nivel de plano de corte y niveles del fuste y se tiene un calificativo para la calidad de superficie de **excelente (E).**

Es así que de acuerdo a los promedios encontrados al trabajar con lija N° 60 y 120 en los tres niveles de fuste, la madera de esta especie se le califica como **excelente** al lijado con ambos números de lija, ya que los valores están dentro del rango de 1.00 a 1.50, excepto en el plano radial del nivel apical, al lijar contra el grano con lija N° 60, se encontró un promedio de 1.67, el cual hace que la madera en ese plano, en ese nivel y en eses sentido de corte sea calificado como **bueno**. Esto se debe a que la madera es un material biológico altamente variable en características y propiedades (Panshin y De Zeeuw, 1980).

Así mismo en el cuadro y gráfico se observa que al trabajar con lija N° 60, el comportamiento es variado, presentando mayor promedio en el plano radial del nivel apical del fuste, con un valor de 1.67, y menor promedio en el plano tangencial de la base del fuste, con un valor de 1.00, ambos en contra el grano. El defecto presentado durante la realización del ensayo con lija N° 60 fue el grano velloso en grados I y II, que va conforme a lo mencionado por Ninin (1984) quien indica que desde el punto de vista de obtención de calidad de superficie en lijado, las maderas más blandas tienden a producir un grano velloso. Cuando se aumenta el número de lija a 120, el grado de severidad del defecto disminuye o desaparece totalmente en todos los niveles de fuste y en todos los planos de corte, cuyos promedios bajan a 1.00 y 0.00% de coeficiente de variación.

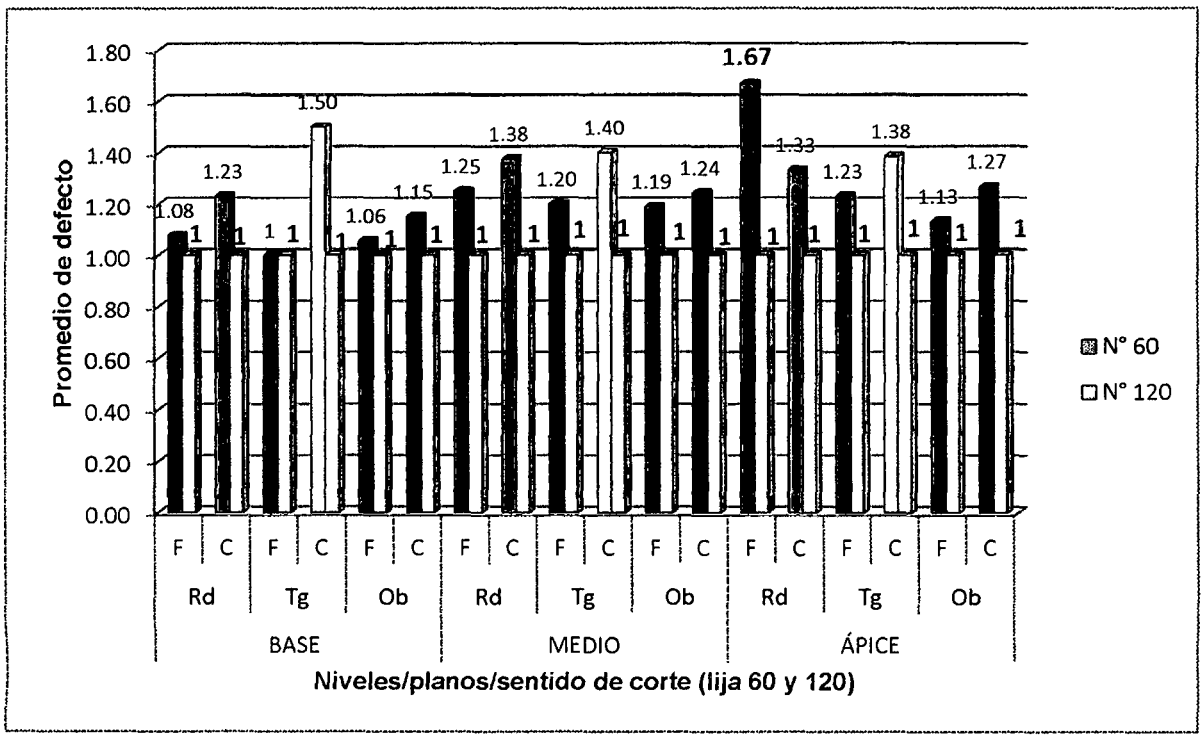


Figura 38: Comportamiento al lijado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste, planos de corte y sentido de corte.

3.4.4 PRUEBA DE INDEPENDENCIA REALIZADA EN EL ENSAYO DE LIJADO AL DEFECTO VELLOSIDAD.

Cuadro 43: Resumen de la prueba de independencia de las variables del lijado con el defecto vellosidad.

	VARIABLES	X^2 Calc	X^2 Tab (0.05)	SIGNIFICACIÓN	INTERPRETACIÓN
LIJA N° 60	Planos de corte vs. Defecto producido	6.05	5.99	ns	Existe dependencia significativa
	Sentido de corte vs. defecto producido	6.7	3.84	ns	Existe dependencia significativa
	Niveles del fuste vs. defecto producido	8.35	5.99	ns	Existe dependencia significativa

Para el ensayo de lijado sólo se aplicó la prueba de independencia al trabajo realizado con la lija N° 60 ya que los resultados obtenidos con la lija N° 120 no produjeron defectos de consideración que pudieran ser evaluados.

Al aplicarse la prueba de independencia al utilizar la lija N° 60, se encontró que existe dependencia cuando relacionamos planos de corte Vs. defecto producido, sentido de corte Vs. defecto producido y niveles del fuste Vs. Defecto producido. Dados los resultados obtenidos con la lija N° 120 no se pudo aplicar la prueba de independencia respectiva. Con respecto al plano de corte, la magnitud promedio del defecto va disminuyendo en este sentido: radial, tangencial y oblicuo; cuando se tiene en cuenta el sentido de corte, la magnitud del defecto disminuye al lijar a favor del grano; mientras si se tiene en cuenta el nivel del fuste, la magnitud del defecto disminuye desde el ápice hasta la base.

Cuadro 44: Relación entre los planos de corte vs. el defecto (vellosidad) de las probetas al trabajar con lija N° 60.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE				TOTAL DE LADOS
PLANOS DE CORTE (LIJA N° 60)	E		B		
	N° Lados	(%)	N° Lados	(%)	
Tg	38	70.37	16	29.63	54
Rd	36	75.00	12	25.00	48
Ob	201	83.75	39	16.25	240
TOTAL	275		67		342
TOTAL %	80.41		19.59		100.00

En el cuadro 44 y figura 39 se observa la relación entre los planos de corte versus el defecto vellosidad de las probetas al trabajar con lija N° 60, en la que se ve que del total de probetas, el 80.4% presentan vellosidad muy leve y 19.6% vellosidad leve.

Así mismo, en el plano oblicuo se nota la mayor presencia de probetas con vellosidad muy leve (E) (Fig. 39)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
BIBLIOTECA CENTRAL

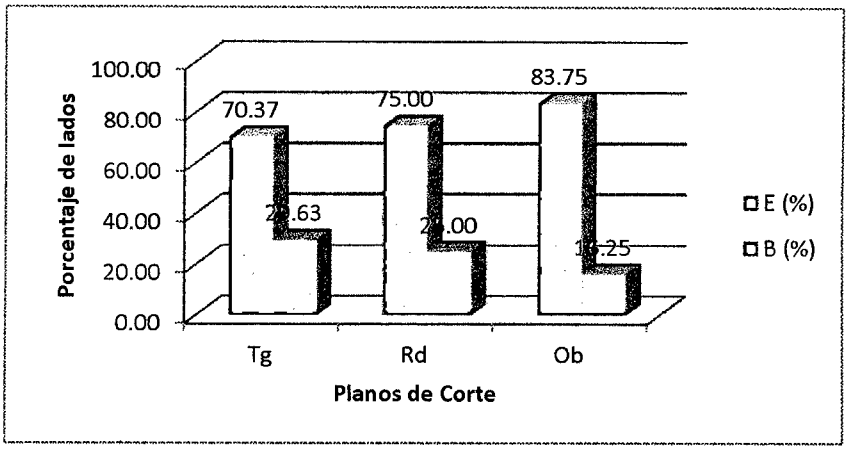


Figura 39: Relación entre los planos de corte y el defecto (vellosidad) de las probetas al trabajar con lija N° 60.

Cuadro 45: *Relación entre el sentido de corte vs. El defecto (vellosidad) de las probetas al trabajar con lija N° 60.*

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE				TOTAL DE LADOS
SENTIDO DE CORTE (LIJA N° 60)	E		B		
	N° Lados	(%)	N° Lados	(%)	
Favor del Grano	147	85.96	24	14.04	171
Contra del Grano	128	74.85	43	25.15	171
TOTAL	275		67		342
TOTAL %	80.41		19.59		100.00

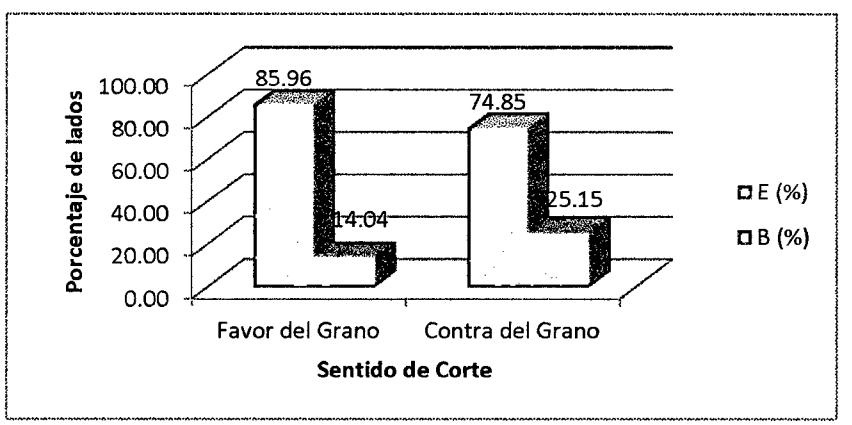


Figura 40: Relación entre el sentido de corte y el defecto (vellosidad) de las probetas al trabajar con lija N° 60.

Con respecto a la relación entre el sentido corte y el defecto (vellosidad) de las probetas al trabajar con lija N° 60, en el cuadro 45 y figura 40, se nota la mayor presencia de probetas con vellosidad muy leve trabajando a favor y *contra* el grano, siendo ligeramente superior en el primer caso.

Cuadro 46: Relación entre los niveles del fuste vs. el defecto (vellosidad) de las probetas al trabajar con lija N° 60.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE				TOTAL DE LADOS
NIVELES DE FUSTE (LIJA N° 60)	E		B		
	N° Lados	(%)	N° Lados	(%)	
BASE	123	87.86	17	12.14	140
MEDIO	83	75.45	27	24.55	110
ÁPICE	69	75.00	23	25.00	92
TOTAL	275		67		342
TOTAL	80.41		19.59		100.00

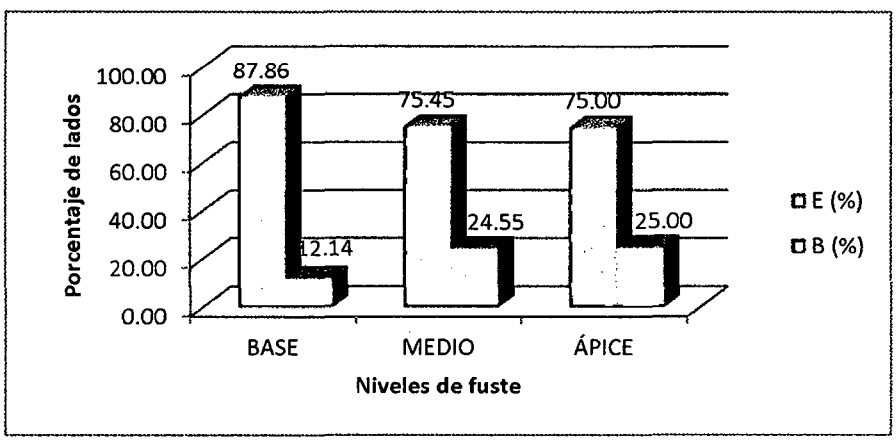


Figura 41: Relación entre los niveles del fuste y el defecto (vellosidad) de las probetas al trabajar con lija N° 60.

Con respecto a la relación entre los niveles de fuste y el defecto vellosidad de las probetas, al trabajar con lija N° 60 se ve que la mayor proporción de las probetas con vellosidad muy leve (E) se encontraron en el nivel de la base del fuste.

3.5 COMPORTAMIENTO AL TALADRADO

Cuadro 47: Comportamiento al taladrado de la madera *Brosimum utile* Kunth (panguana).

DEFECTO PRODUCIDOS		PLANO MAS AFECTADO		EVALUACIÓN ESTADÍSTICA					
				A 890 rpm			A 1580 rpm		
A 890 rpm	A 1580 rpm	A 890 rpm	A 1580 rpm	PROM.	DESV. EST.	COEF. VAR.	PROM.	DESV. EST.	COEF. VAR
Ruptura de grano	Ruptura de grano	Tg. y Ob.	Tg. y Ob..	2.94	0.67	22.87	2.19	0.61	27.95

El comportamiento promedio de la especie al taladrado se muestra en el cuadro 47 en el cual se observa que se presentó el defecto de ruptura de grano, presentándose al 100% de las probetas. En cuanto al comportamiento de la especie al taladrado, de manera general, se presentan defectos considerables en el proceso del taladrado; el defecto de ruptura se presenta tanto para la velocidad de 890 rpm y 1580 rpm, así mismo se observa que al aumentar las revoluciones la calidad de los orificios mejoran; así en el peor de los casos, el grado de ruptura de 2.94 pasa disminuyendo a 2.19, demostrándose que a mayor velocidad de giro de la broca se tiene una tendencia de la mejora de la calidad de la superficie que se genera; coincidiendo con lo mencionado por LLUNCOR (1989), afirma que la calidad del orificio en el taladrado mejora al aumentar la velocidad de giro. Se debe manifestar que siempre el plano más afectado es el tangencial y en segunda instancia el plano oblicuo. Se debe resaltar que siempre bajo las condiciones dadas los resultados se califican entre **bueno (B) y regular (R).**

Cuadro 48: Probetas afectadas de acuerdo al grado de severidad del defecto ruptura de grano.

RUPTURA			
890 rpm	SEVERIDAD	Nº DE PROBETAS	PORCENTAJE
	GRADO I	5	2.92
	GRADO II	67	39.18
	GRADO III	82	47.95
	GRADO IV	15	8.77
	GRADO V	2	1.17
	TOTAL	171	100.00
1580 rpm	SEVERIDAD	Nº DE PROBETAS	PORCENTAJE
	GRADO I	43	25.15
	GRADO II	98	57.31
	GRADO III	28	16.37
	GRADO IV	2	1.17
	TOTAL	171	100.00

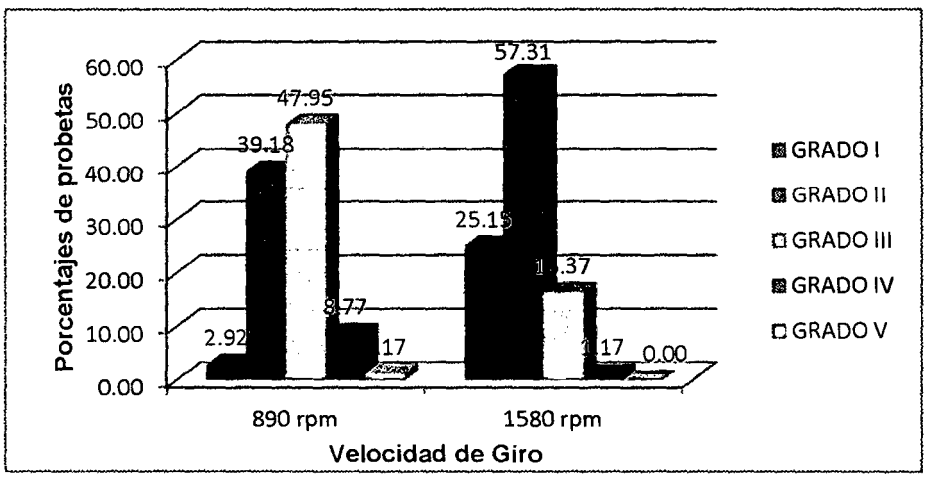


Figura 42: Distribución de porcentajes de probetas afectadas de acuerdo al grado de severidad del defecto ruptura de salida.

De acuerdo al cuadro 48 y figura 42 se observa que al analizar la calidad de los orificios que se presentan a 890 rpm y 1580 rpm mejora los grados de ruptura al incrementarse la velocidad del elemento cortante, es así, por ejemplo se tiene 47.95% de probetas que presentan el defecto en grado III y al trabajarse a 1580 rpm el número de probetas pasan a 16.37%, así también las probetas con defecto de grado V se desaparecen al taladrarse con 1580 rpm.

En las probetas trabajadas con taladro de 890 rpm son de grado I (muy leve), grado II (leve), grado III (acentuado), grado IV (grave) y grado V (muy grave), teniendo mayor presencia la ruptura de grano acentuado, con 47.95% del total y la menor cantidad, las probetas con ruptura de grano muy grave con 1.17%.

Al taladrar con 1580 rpm se encontraron probetas con ruptura de grano de grado I (muy leve), grado II (leve), grado III (acentuado) y grado IV (grave), teniendo mayor presencia las probetas con ruptura de grano leve con 57.31% del total y la menor, las probetas con ruptura de grano grave con 1.17%. Estas variaciones que existen en la calificación trabajando con 890 y 1580 rpm se deben a la falta de cohesión transversal entre las fibras, eventualmente por efecto del parénquima y por otra de la resistencia a la incisión relativamente grande para con la cohesión transversal (Ninin 1984)

3.5.1 ANÁLISIS POR NIVELES DEL FUSTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, RUPTURA.

Cuadro 49: Promedios generales del comportamiento al taladrado de la madera *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste.

CONDICIÓN	PARÁMETRO	NIVELES		
		BASE	MEDIO	ÁPICE
890 rpm	Magnitud promedio de defecto	2.95	2.95	2.91
	Desviación estándar	0.74	0.68	0.57
	Coeficiente de variación	25.04	22.86	19.69
	Calificación	R	R	R
	Defecto preponderante	Ruptura de grano		
1580 rpm	Magnitud promedio de defecto	2.17	2.15	2.26
	Desviación estándar	0.63	0.62	0.58
	Coeficiente de variación	28.94	28.95	25.69
	Calificación	B	B	B
	Defecto preponderante	Ruptura de grano		

Al analizar los resultados considerando los niveles del fuste se aprecia que la tendencia a mejorar la calidad se mantiene al incrementarse las revoluciones del elemento cortante en los tres niveles, y en todos los casos a la velocidad de 890 rpm están en el rango de **regular (R),** mientras que al taladrar con 1580 rpm en todos los casos se encuentran calificando como **bueno (B).**

Al trabajar a 1580 rpm, la magnitud promedio del defecto baja en los tres niveles y el calificativo de **regular (R)** pasa a **bueno (B)**. Atribuyendo estas diferencias a la influencia de la velocidad de giro del cabezal que al incrementarse la calidad de la superficie mejora, tal como lo afirma Aróstegui (1987).

El defecto predominante para la velocidad 890 rpm fue Ruptura de grano en grado III y para 1580 rpm fue ruptura de grano en grado II, considerándose como principal, puesto que Ninin (1984) afirma que es el defecto más grave que puede presentar la pieza, pues es por ello que puede llegar a ser rechazada. Asimismo, menciona que una alta proporción de parénquima afecta la calidad de la superficie taladrada.

Por su parte Moya *et. al.* (2004) recomienda que cuando se tenga que realizar un hueco de lado a lado, se debe apoyar la parte de salida de la broca con otra pieza de madera, con el fin de evitar los astillamientos.

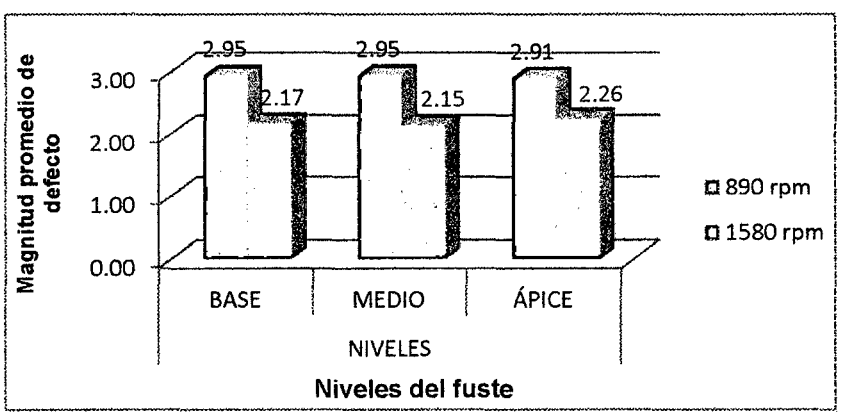


Figura 43: Comportamiento al taladrado de la madera de *Brosimum utile* Kunth. Por niveles del fuste.

3.5.2 ANÁLISIS POR NIVELES DEL FUSTE Y PLANOS DE CORTE PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE, RUPTURA.

Cuadro 50: Promedios generales del comportamiento al taladrado de la madera *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte.

CONDICIÓN	PARÁMETRO	BASE			MEDIO			APICE		
		Rd	Tg	Ob	Rd	Tg	Ob	Rd	Tg	Ob
890 rpm	Magnitud promedio de defecto	2.69	3.00	3.01	2.56	2.95	3.04	3.00	3.00	2.87
	Desviación estándar	0.90	0.91	0.68	0.50	0.72	0.68	0.87	0.58	0.56
	Coeficiente de variación	33.51	30.43	22.67	19.34	24.56	22.39	28.87	19.25	19.58
	Calificación	R	R	R	R	R	R	R	R	R
1580 rpm	Magnitud promedio de defecto	1.92	2.00	2.25	1.88	1.9	2.27	2.00	2.50	2.18
	Desviación estándar	0.67	0.71	0.61	0.35	0.52	0.66	0.50	0.61	0.56
	Coeficiente de variación	34.96	35.36	26.95	18.86	27.18	29.18	25.00	24.49	25.53
	Calificación	B	B	B	B	B	B	B	B	B

En el cuadro 50 y figura 44 se observa que al analizar la relación planos de corte y nivel del fuste de la madera *Brosimum utile* Kunth a 890 rpm, encontramos que en todos los planos de corte de los tres niveles de fuste, las probetas fueron calificadas como **regular (R).** Al analizar los resultados obtenidos al trabajar a 1580 rpm cambian en buena proporción calificando a todos los planos de corte y niveles de fuste como **bueno (B)**.

En general, el comportamiento mostrado al taladrado con 890 rpm sufre una variación al taladrar con 1580 rpm, donde se observa que al trabajar con 1580 r.p.m. se obtienen los menores promedios es decir donde la magnitud del defecto fue leve y se encuentran dentro de todos los niveles de fuste en todos los plano de corte, esto se puede atribuir a que la naturaleza anisotrópica de la madera es la característica más importante en la formación de virutas al ser cortada la madera, además la estructura anatómica influye en el proceso de trabajabilidad, tal como lo menciona Koch, citado por Sato (1976); así también

la velocidad de giro influye en la magnitud del defecto, a velocidades mayores la calidad mejora de bueno a excelente (Aróstegui, 1985).

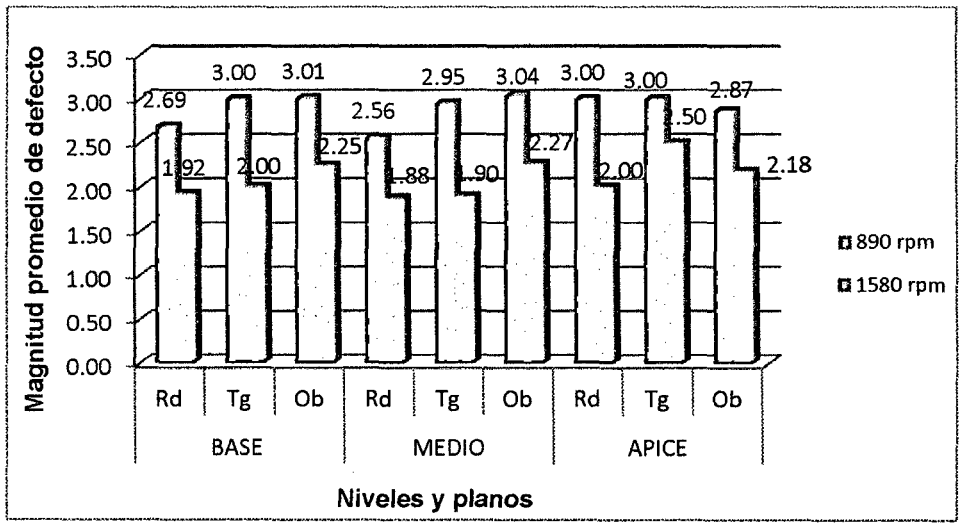


Figura 44: Comportamiento al taladrado de la madera de la especie *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y planos de corte.

3.5.3 PRUEBA DE INDEPENDENCIA REALIZADA EN EL ENSAYO DE TALADRADO AL DEFECTO RUPTURA.

Cuadro 51: Resultados de la prueba de independencia al taladrado de la madera *Brosimum utile* Kunth.

VARIABLES	X^2 Calc	X^2 Tab (0.05)	SIGNIFICACIÓN	INTERPRETACIÓN
Planos de corte (890 rpm) vs. Defecto producido	14.80	15.51	ns	Existe independencia
Planos de corte (1580 rpm) vs. Defecto producido	7.09	12.59	ns	Existe independencia
Velocidad de giro del cabezal vs. Defecto producido	74.57	9.49	*	Existe dependencia significativa
Niveles del fuste (890 rpm) vs. Defecto producido	6.44	15.51	ns	Existe independencia
Niveles del fuste (1580 rpm) vs. Defecto producido	3.50	12.59	ns	Existe independencia

Al aplicarse la prueba de independencia, con la finalidad de ver cuales son los parámetros que tienen incidencia en la magnitud de los defectos se enocontró que al relacionar velocidad de giro del cabezal y calidad de defecto existían dependencia altamente significativa.

El Cuadro 51 muestra que no existe dependencia entre los planos de corte y los defectos producidos, del mismo modo entre los niveles de fuste y los defctos producidos, tanto a la velocidad de giro del cabezal de 890 rpm como a 1580 rpm. Sin embargo, al realizar la prueba entre las velocidades de giro del cabezal y el defecto producido, se encontró que existe dependencia entre ambas variables estudiadas. Es así que al taladrar con mayor velocidad giro del cabezal, se disminuye el grado de severidad del defecto.

El resultado encontrado en el presente trabajo solamente coincide por el encontrado por Hoyos (2008) en la dependencia de la calidad del defecto de la velocidad de giro del cabezal, y de la no dependencia de la calidad del defecto de los niveles del fuste. Las demás pruebas de independencia no coinciden porque la madera es un material biológico altamente variable en características y propiedades, variando de especie a especie, entre árboles de una misma especie y entre diferentes partes de un mismo árbol (Kollman, 1969; Panshin y De Zeeuw, 1980).

Cuadro 52: Relación entre los planos de corte vs. la calidad de las probetas con defecto ruptura.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE										TOTAL DE PROBETAS
PLANOS DE CORTE (890 rpm)	E		B		R		M		MM		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
Tg	0	0.00	12	44.44	12	44.44	3	11.11	0	0.00	27
Rd	1	4.17	16	66.67	5	20.83	1	4.17	1	4.17	24
Ob	4	3.33	39	32.50	64	53.33	12	10.00	1	0.83	120
TOTAL	5		67		81		16		2		171
TOTAL %	2.92		39.18		47.37		9.36		1.17		100.00
PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE										TOTAL DE PROBETAS
PLANOS DE CORTE (1580 rpm)	E		B		R		M		MM		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
Tg	8	29.63	14	51.85	4	14.81	1	3.70	0	0.00	27
Rd	9	37.50	14	58.33	1	4.17	0	0.00	0	0.00	24
Ob	26	21.67	70	58.33	23	19.17	1	0.83	0	0.00	120
TOTAL	43		98		28		2		0		171
TOTAL %	25.15		57.31		16.37		1.17		0.00		100.00

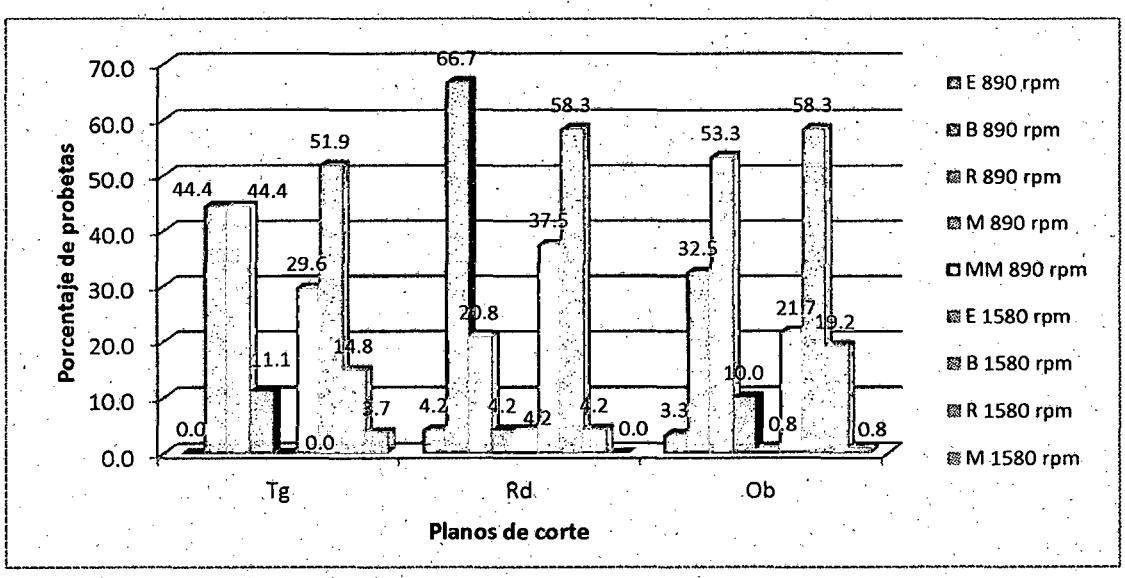


Figura 45: Relación entre los planos de corte y la calidad de las probetas con defecto ruptura.

En el cuadro 52 y la figura 45 se observa que el plano que presenta la mayor tendencia al defecto es el oblicuo calificando entre **bueno (B)** y **regular (R)**, sumando un 86.55% del total de las probetas, las cuales al ser ensayadas a 1580 rpm mejoran su calidad ya que se incrementa el porcentaje de probetas buenas, excelentes y disminuyen las malas (M) y muy malas (MM), variando las probetas en ambas condiciones de velocidad sus grado de calificación.

Cuadro 53: Relación entre la velocidad de giro del cabezal vs. la calidad de las probetas con defecto ruptura.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE										TOTAL DE LADOS
VELOCIDAD DE GIRO DEL CABEZAL	E		B		R		M		MM		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
890 rpm	5	2.92	67	39.18	81	47.37	16	9.36	2	1.17	171
1580 rpm	43	25.15	98	57.31	28	16.37	2	1.17	0	0.00	171
TOTAL	48		165		109		18		2		342
TOTAL %	14.04		48.25		31.87		5.26		0.58		100.00

Con respecto a la relación entre la velocidad de giro del cabezal y la calidad de las probetas con defecto ruptura, tal como se observa en el cuadro 53 y figura 46, se ve que hay diferencia significativa entre el número de probetas con ruptura a la velocidad de 890 y 1580 rpm lo que significa que la calidad del defecto va a ser influida ampliamente por la velocidad de giro del cabezal, para los cuales se obtuvo que la incidencia del defecto es mayor al trabajar con 890 rpm y esta mejora al trabajar con 1580 rpm concordando con Aróstegui (1987), quien encontró que la calidad de superficie mejora al incrementarse la velocidad de giro del cabezal.

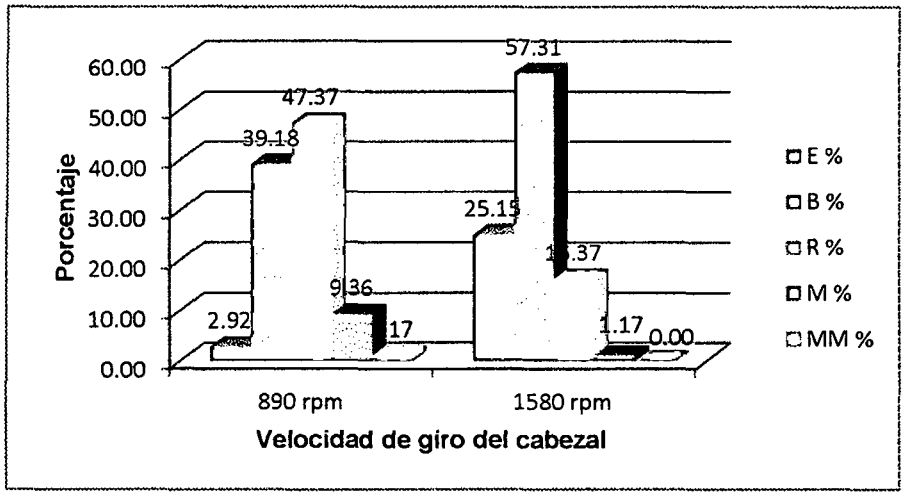


Figura 46: Relación entre la velocidad de giro del cabezal y la calidad de las probetas con defecto ruptura.

Cuadro 54: Relación entre los niveles del fuste vs. la calidad de las probetas con defecto ruptura.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE										TOTAL DE PROBETAS
NIVELES DE FUSTE (890 rpm)	E		B		R		M		MM		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
Tg	4	5.80	26	37.68	30	43.48	8	11.59	1	1.45	69
Rd	1	1.82	21	38.18	29	52.73	3	5.45	1	1.82	55
Ob	0	0.00	20	42.55	22	46.81	5	10.64	0	0.00	47
TOTAL	5		67		81		16		2		171
TOTAL %	2.92		39.18		47.37		9.36		1.17		100.00
PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE										TOTAL DE PROBETAS
NIVELES DE FUSTE (1580 rpm)	E		B		R		M		MM		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
Tg	18	26.09	38	55.07	12	17.39	1	1.45	0	0.00	69
Rd	16	29.09	29	52.73	10	18.18	0	0.00	0	0.00	55
Ob	9	19.15	31	65.96	6	12.77	1	2.13	0	0.00	47
TOTAL	43		98		28		2		0		171
TOTAL %	25.15		57.31		16.37		1.17		0.00		100.00

En el cuadro 54 y figura 47 se observa, que al incrementarse el número de revoluciones de 890 rpm a 1580 rpm, la calidad del defecto mejora y por consiguiente la calificación; es así que a 890 rpm tenemos un 9.36% de malas

(M) y 1.17% de muy malas (MM); en cambio a 1580 rpm se tiene un 1.17% de malas (M) y 0.00% de muy malas es decir que ah mejorado la calidad de las superficies obtenidas, ya que vemos que el porcentaje de probetas con superficies excelentes y buenas se incrementa a 1580 rpm con respecto a la de 890 rpm. Lo que significa que el defecto se presenta de manera independiente, que se muestra en la figura 46. La utilización de la madera para una aplicación específica va depender de la aptitud tecnológica, las que a su vez, están influenciadas por la estructura anatómica. Kollman (1969); Panshin y De Zeeuw (1980).

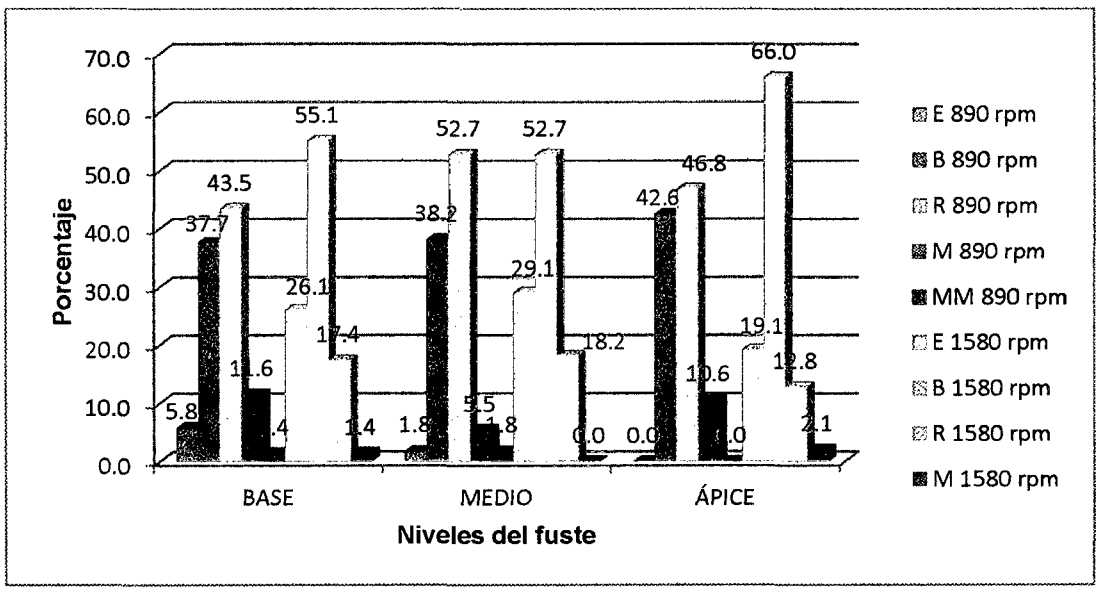


Figura 47: Relación entre los niveles del fuste y la calidad de las probetas del defecto ruptura.

3.6 COMPORTAMIENTO AL TORNEADO

Cuadro 55: Comportamiento al torneado de la madera *Brosimum utile* Kunth.

DEFECTO PREDOMINANTE			EVALUACIÓN ESTADÍSTICA								
			0º			15º			45º		
0º	15º	45º	PROM.	DESV. EST.	COEF. VAR.	PROM.	DESV. EST.	COEF. VAR.	PROM.	DESV. EST.	COEF. VAR.
Grano astillado	Grano astillado	Grano astillado	1.4	0.53	38.46	1.5	0.67	44.97	1.4	0.55	40.23
Grano arrancado	Grano arrancado	Grano arrancado	1.0	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00
Rugosidad	Rugosidad	Rugosidad	1.2	0.28	23.63	1.2	0.28	23.54	1.2	0.29	23.76

El cuadro 55 muestra los promedios generales sobre el comportamiento presentado por la especie *Brosimum utile* Kunth (panguana) al torneado, con los tres ángulos de ataque recomendado, y se observa que presenta los defectos de grano astillado, grano arrancado y rugosidad, en grados de calidad muy leves, por lo que bajo éstas tres condiciones de cortes (0°, 15° y 45°) dan calificativos similares, es así que están dentro del rango denominado como **excelente (E)**, lo que indica las bondades de esta especie ante las condiciones de cortes calificándose en sus tres ángulos de corte como **excelente.**

Además se observa que el defecto que presentó mayores promedios en sus tres ángulos de corte y en el 100 % de las probetas fueron el defecto grano astillado y en segundo lugar el defecto de rugosidad ambos en grado I, estableciéndose éstos como defectos principales o preponderante. Otro defecto producido en las probetas durante el ensayo de torneado fue grano arrancado, los cuales también se presentaron en el 100% de las probetas, pero en menor proporción dentro de ellas.

Cuadro 56: Probetas afectadas de acuerdo al grado de severidad del defecto grano astillado y rugoso.

ÁNGULOS DE CORTE	SEVERIDAD	Defectos Predominantes			
		Grano Astillado		Rugoso	
		Probetas	Porcentaje (%)	Probetas	Porcentaje (%)
0°	GRADO I	57	63.3	61	67.8
	GRADO II	31	34.4	29	32.2
	GRADO III	2	2.2	0	0.0
	TOTAL	90	100	90	100
15°	GRADO I	54	60.0	62	68.9
	GRADO II	27	30.0	28	31.1
	GRADO III	9	10.0	0	0.0
	TOTAL	90	100	90	100
45°	GRADO I	60	66.7	59	65.6
	GRADO II	27	30.0	31	34.4
	GRADO III	3	3.3	0	0.0
	TOTAL	90	100	90	100

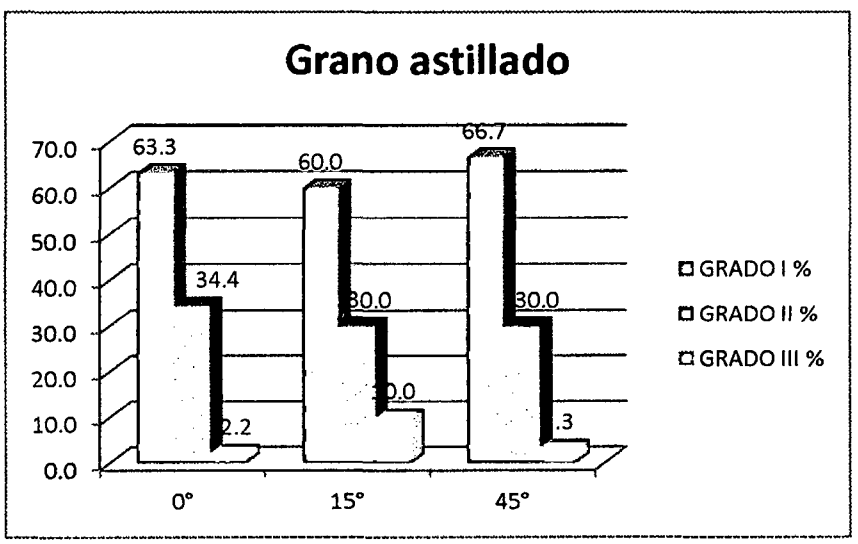


Figura 48: Distribución de porcentajes de probetas afectadas de acuerdo al grado de severidad del defecto grano astillado.

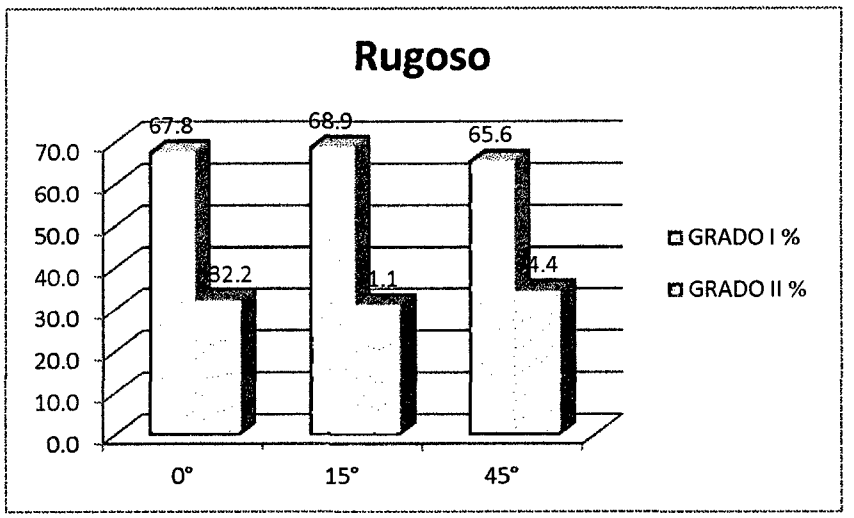


Figura 49: Distribución de porcentajes de probetas afectadas de acuerdo al grado de severidad del defecto rugosidad.

De acuerdo al cuadro 56 y figura 48, se observa que dentro de los tres tipos de defectos que se presentaron, el relativamente mayor fue el defecto de grano astillado con respecto a los otros dos defectos. Por lo que se procedió a efectuar un estudio más detallado. A éste nivel de análisis se puede ver que el más del 60% presentó en grado I, un 30% en grado II y una mínima proporción en grado III. Razón por la cual es que se tiene que la madera presenta una calificación de **excelente (E)**. En la figura 49 se ve que solo presentó superficie en grado I y grado II siendo el mayor porcentaje las probetas en grado I y el menor porcentaje en grado II calificando la madera también como **excelente (E)**.

3.6.1 ANÁLISIS POR NIVELES DEL FUSTE Y ÁNGULOS DE CORTE, PARA EL DEFECTO PREDOMINANTE GRANO ASTILLADO Y RUGOSO.

Cuadro 57: Promedios generales del comportamiento al torneado de la madera *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y ángulos de corte.

CONDICIÓN	PARÁMETRO	NIVELES					
		BASE		MEDIO		ÁPICE	
		G. astillado	Rugoso	G. astillado	Rugoso	G. astillado	Rugoso
0º	Magnitud prom. de defecto	1.40	1.16	1.37	1.22	1.40	1.20
	Desviación estándar	0.62	0.27	0.49	0.29	0.50	0.29
	Coef. de variación	44.39	23.26	35.86	24.10	35.59	23.97
	Calificación	E	E	E	E	E	E
15º	Magnitud de prom. defecto	1.50	1.22	1.40	1.20	1.60	1.14
	Desviación estándar	0.78	0.29	0.50	0.29	0.72	0.26
	Coef. de variación	51.79	24.10	35.59	23.97	45.25	22.64
	Calificación	E	E	E	E	B	E
45º	Magnitud de prom. defecto	1.20	1.22	1.27	1.22	1.63	1.18
	Desviación estándar	0.41	0.29	0.45	0.29	0.67	0.28
	Coef. de variación	33.90	24.10	35.51	24.10	40.94	23.70
	Calificación	E	E	E	E	B	E

Al detallar el comportamiento de la madera de *Brosimum utile* Kunth al torneado y considerar los tres niveles del fuste y ángulos de corte, encontramos que el comportamiento es **excelente (E),** en cambio con los ángulos de corte de 15° y 45° se tiene un pequeño declive, es así que nos da un calificativo de **excelente (E)** y **Bueno (B)** a nivel de base y medio para el defecto de grano astillado, mientras que para el defecto rugosidad todos califican **excelente (E)** de acuerdo a Sato (1976), las maderas que tienen

textura de media a fina y con densidad de media a alta se tornean con buen acabado.

A nivel de ápice que se muestra en el cuadro 57 y figura 50, indica que la magnitud de los defectos producidos al trabajar con un ángulo de corte de 0° y 15°, el valor disminuye en el nivel medio, mientras que al trabajar con 45° de ángulo de corte, los valores aumentan desde la base hasta el nivel apical, es decir, la calidad de las probetas disminuye. Sin embargo, es necesario notar que con el primer ángulo de corte las probetas son calificadas como **excelentes (E)** en los tres niveles de fuste, mientras que al aumentar los ángulos de corte a 15° y 45° hay una variación en el nivel apical, bajando la calificación de **excelente a bueno.**

El defecto principal producido durante la realización del ensayo de torneado fue grano astillado y en segundo instancia el defecto de rugosidad, que según Ninin (1984) es dependiente, por una parte, de una falta de cohesión transversal entre las fibras, eventualmente por efecto del parénquima y por otra parte, de la resistencia a la incisión relativamente grande para con la cohesión transversal. De esta manera llegó a producirse este defecto en su tres niveles y ángulos de corte, el cual se incrementó al tornear la madera con ángulos de 15° y 45° en el último nivel del fuste, lo cual concuerda con lo mencionado por Torres (1985) quien encontró que la mejor posición angular para realizar el torneado fue de 0°. Así mismo concuerda con el encontrado por Bernui (1990) en un estudio sobre las propiedades de 9 especies de la familia Bombacaceae, encontró que las maderas que tienen densidad media (de 0.42 a 0.57 g/cm^3) tienen un acabado de bueno a excelente, pero ángulos de corte de 0° a 15°.

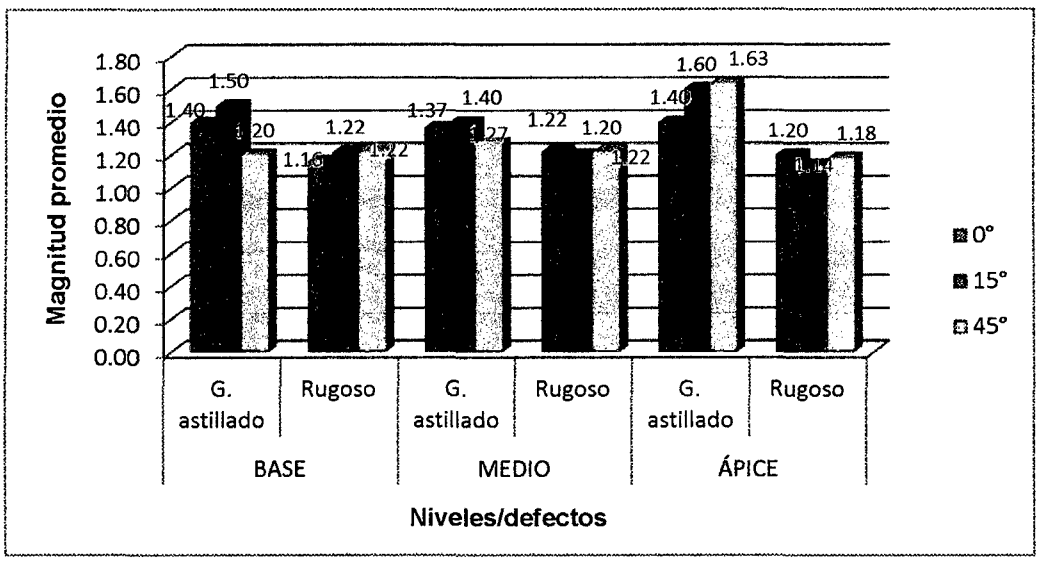


Figura 50: Comportamiento al torneado de la madera de *Brosimum utile* Kunth por niveles del fuste y ángulos de corte.

3.6.2 PRUEBA DE INDEPENDENCIA REALIZADA EN EL ENSAYO DEL TORNEADO AL DEFECTO GRANO ASTILLADO.

De acuerdo al cuadro 58, la prueba de independencia realizada para el ensayo de torneado muestra que existe dependencia significativa entre los niveles de fuste y la calidad del defecto producido, el cual se puede notar en el acápite anterior, donde al aumentar el nivel fuste, la calidad del torneado disminuye de excelente a bueno al trabajar con 15° y 45°. Este resultado concuerda con Moya (2004), quien afirma que madera proveniente de árboles jóvenes presentan serios problemas de astillado al momento de realizar el torneado, por lo cual recomienda hacer una buena selección de la madera, tratando de emplear madera de árboles adultos y/o madera de alta densidad. Además reecomienda utilizar herramientas (gubias) con un buen filo para evitar el astillamiento de la madera

Cuadro 58: Resultados de la prueba de independencia del torneado de la madera *Brosimum utile* Kunth, grano astillado.

VARIABLES	X^2 Calc	X^2 Tab (0.05)	SIGNIFICACIÓN	INTERPRETACIÓN
Ángulos de corte vs. Defecto producido	6.84	9.49	ns	Existe independencia
Niveles del fuste vs. Defecto producido	14.24	9.49	ns	Existe dependencia

En el cuadro 58 se observa que al aplicarse la prueba de indepencia se encuentra que existe independencia al relacionar los ángulos de corte y la calificación obtenida, en cambio al relacionar la incidencia del defecto con respecto a los niveles del fuste nos indica que existe depencencia poco significativa; esto nos indica que no hay dependencia entre los ángulos de corte y la calidad del defecto producido, lo que quiere decir que los ángulos de corte no influencian de manera significativa sobre la calidad de superficie que se obtiene al tornear la madera.

Este resultado no concuerda con el encontrado por Hoyos (2008), quien encuentra que existe dependencia entre los ángulos de corte y la calidad del defecto producido; y además que existe independencia entre los niveles del fuste y la calidad del defecto.

Esto se puede sustentar porque la madera es un material biológico altamente variable en características y propiedades. La anatomía y propiedades varían de especie a especie, entre árboles de una misma especie y entre diferentes partes de un mismo árbol (Panshin y De Zeeuw, 1980).

Cuadro 59: Relación entre los ángulos de corte y niveles del fuste vs. la calidad de las probetas con defecto grano astillado.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE						TOTAL DE LADOS
ANGULO DE CORTE	E		B		R		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
0º	57	63.33	31	34.44	2	2.22	90
15º	54	60.00	27	30.00	9	10.00	90
45º	60	66.67	27	30.00	3	3.33	90
TOTAL	171		85		14		270
TOTAL %	63.33		31.48		5.19		100.00

Al analizar la incidencia del grano astillado en relación a los ángulos de corte y la calificación respectiva se encuentra que un 63.33% de las probetas ensayadas bajo las tres condiciones de corte califican como excelentes (E) o muy leve, un 31.48% como bueno (B) o leve y un 5.19% como regulares (R) o acentuado, lo cual nos está indicando que bajo esta tres condiciones de corte la especie *Brosimum utile* Kunth (panguana), nos presenta resultados similares, es decir, podemos utilizar indistintamente cualquiera de éstos tres ángulos de corte.

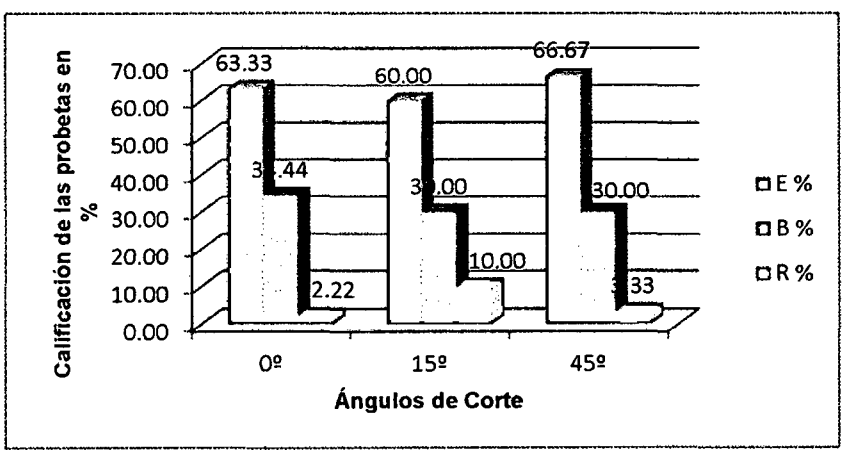


Figura 51: Relación entre los ángulos de corte y la calidad de las probetas con defecto grano astillado.

Cuadro 60: Relación entre los niveles del fuste vs. la calidad de las probetas con defecto grano astillado.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE						TOTAL DE LADOS
NIVELES DE FUSTE	E		B		R		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
BASE	64	71.11	19	21.11	7	7.78	90
MEDIO	59	65.56	31	34.44	0	0.00	90
ÁPICE	48	53.33	35	38.89	7	7.78	90
TOTAL	171		85		14		270
TOTAL %	63.33		31.48		5.19		100.00

En el cuadro 60 y figura 5 se aprecia la relación entre los niveles de fuste y la calidad de las probetas con defecto grano astillado. Éstos resultados nos están orientando que no hay mucha diferencia de calificación y por lo tanto de comportamiento con respecto al grano astillado al considerar los niveles del fuste, ya que se va a obtener calificativos entre excelente (E) y bueno (B), 63.33% y 31.48% respectivamente.

De acuerdo a esto se aprecia que la mayor cantidad de probetas son de grano astillado muy leve (E), que en su mayor parte provienen de la parte basal, disminuyendo a medida que aumenta la altura del fuste.

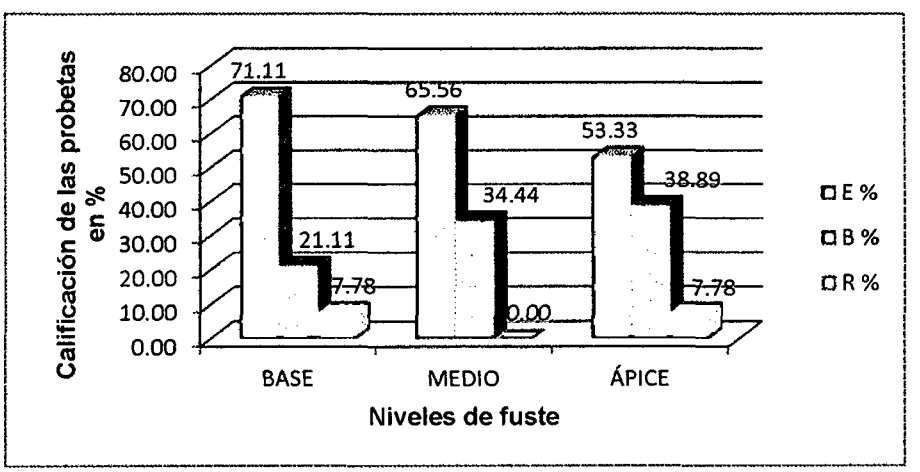


Figura 52: Relación entre los niveles del fuste y la calidad de las probetas con defecto grano astillado.

3.6.3 PRUEBA DE INDEPENDENCIA REALIZADA EN EL ENSAYO DEL TORNEADO AL DEFECTO RUGOSIDAD.

De acuerdo al cuadro 61, la prueba de independencia realizada para el ensayo de torneado muestra que no existe dependencia entre los ángulos de corte y la calidad del defecto rugosidad, es decir que a medida que los ángulos se incrementan la calidad de superficie del torneado se comporta de la misma manera en los tres ángulos de corte, tal como se muestra en el cuadro 61 y en la figura 52, Bernui (1990), al desarrollar estudios sobre las propiedades de torneado de 9 especies de la familia Bombacaceae, encontró que las maderas que tienen densidad media (de 0.42 a 0.57 g/cm3) tienen un acabado de bueno a excelente para ángulos de corte de 0° a 15°. Para maderas de densidad muy baja (menores de 0.30 g/cm3) presentan mal acabado.

Cuadro 61: Resultados de la prueba de independencia al torneado de la madera *Brosimum utile* Kunth, al defecto rugosidad.

VARIABLES	X^2 Calc	X^2 Tab (0.05)	SIGNIFICACIÓN	INTERPRETACIÓN
Ángulos de corte vs. Defecto producido	0.24	9.49	ns	Existe independencia
Niveles del fuste vs. Defecto producido	0.94	9.49	ns	Existe independencia

En el cuadro 61 se observa que existe independencia al relacionar los ángulos de corte y la calificación obtenida y de igual forma al relacionar la incidencia del defecto con respecto a los niveles del fuste; esto indica que no hay dependencia entre los ángulos de corte y la calidad del defecto producido, lo que quiere decir que los ángulos de corte no influencian de manera significativa sobre la calidad de superficie que se obtiene al tornear la madera. Se observa también que la calidad del defecto actúa de manera independiente en los niveles de fuste, las maderas que tienen textura de media a fina y con densidad de media a alta se tornean con un buen acabado Sato (1976).

Cuadro 62: Relación entre los ángulos de corte y niveles del fuste vs. la calidad de las probetas con defecto rugosidad.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE				TOTAL DE PROBETAS
ANGULO DE CORTE	E		B		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
0º	61	67.78	29	32.22	90
15º	62	68.89	28	31.11	90
45º	59	65.56	31	34.44	90
TOTAL	182		88		270
TOTAL %	67.41		32.59		100.00

Al analizar la incidencia del defecto rugosidad en relación a los ángulos de corte y la calificación respectiva se encuentra que no existe una dependencia entre los ángulos de corte y calidad del defecto rugosidad, lo que significa que la calidad del defecto se presenta de manera independiente en los tres ángulos de corte; Koch, citado por Sato (1976) menciona que la naturaleza anisotrópica de la madera es la característica más importante en la formación de virutas al ser cortada la madera, además la estructura anatómica influye en el proceso de trabajabilidad.

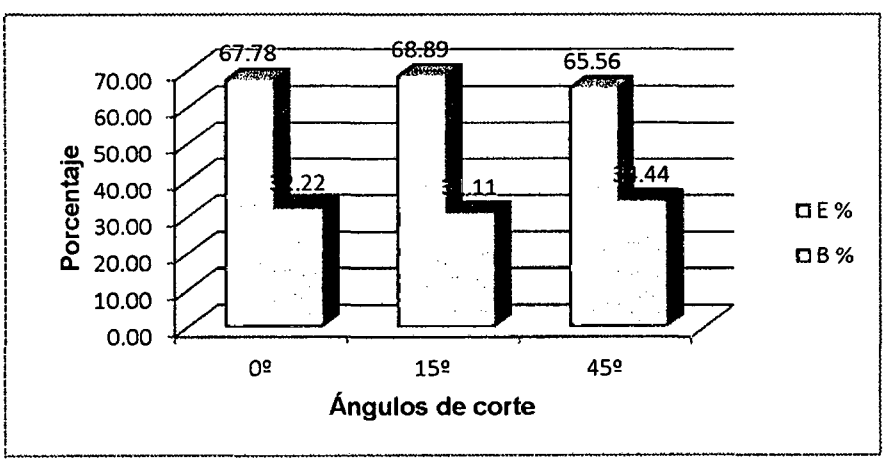


Figura 53: Relación entre los ángulos de corte y la calidad de las probetas con defecto rugosidad.

Cuadro 63: Relación entre los ángulos de corte y niveles del fuste vs. la calidad de las probetas con defecto rugosidad.

PARAMETRO	CALIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE SUPERFICIE				TOTAL DE PROBETAS
NIVELES DE FUSTE	E		B		
	N° de Lados	%	N° de Lados	%	
BASE	60	66.67	30	33.33	90
MEDIO	58	64.44	32	35.56	90
ÁPICE	64	71.11	26	28.89	90
TOTAL	182		88		270
TOTAL %	67.41		32.59		100.00

En el cuadro 63 y figura 54 se aprecia la relación entre los niveles de fuste y la calidad de las probetas con defecto de rugosidad. Éstos resultados están orientando que no hay mucha diferencia de calificación y por lo tanto el comportamiento con respecto a la rugosidad y considerar los niveles del fuste, se va a obtener calificativos entre excelente (E) y bueno (B), 67.41% y 32.59% respectivamente. De acuerdo a esto se aprecia que la mayor cantidad de probetas son de rugosidad muy leve (E).

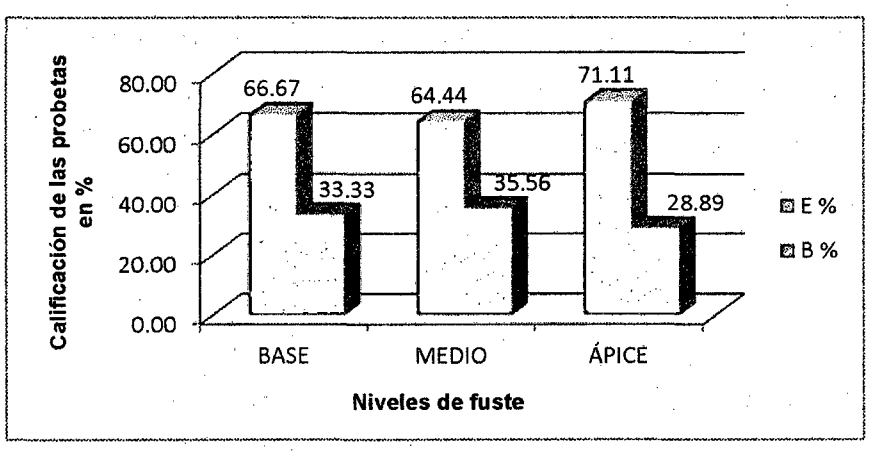


Figura 54: Relación entre los niveles del fuste y la calidad de las probetas con defecto rugosidad.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

4.1.1 EN CEPILLADO:

a) El comportamiento promedio de la madera de esta especie fue excelente en los tres planos de corte, en ambos sentidos de corte y en los tres niveles de fuste, siendo los defectos predominantes el de grano arrancado y grano levantado, con mayor presencia el grano arrancado en grado I, seguida del grano levantado también en grado I.

b) La severidad del defecto grano arrancado producto del cepillado depende de los planos de corte, bajando la severidad cuando se trabaja a favor del grano. En otros casos, la severidad del defecto es independiente del nivel de fuste y sentido de corte.

c) No existe dependencia entre el sentido de corte y la calidad del defecto grano levantado. Mientras que la severidad del defecto es independiente de los planos de corte y niveles del fuste.

4.1.2 EN MOLDURADO:

a) El comportamiento de la madera de la especie va de excelente a regular, siendo menos afectado al trabajarse a favor del grano, en el plano tangencial del nivel medio, y más afectado cuando se moldura en contra el grano, también en plano tangencial de la base del fuste, con la mayor incidencia del grano astillado en grado II (grano astillado leve).

b) La severidad del defecto, depende únicamente del sentido de corte, presentando mejor moldura cuando se trabaja a favor del grano.

4.1.3 EN LIJADO:

a) En cuanto al comportamiento promedio del lijado, la madera de *Brosimum utile* Kunth con lija N° 60 y 120 es excelente en todos planos de corte, sentido de corte y niveles de fuste, presentando como defecto cuando se trabaja con lija N° 60 vellosidad en grado I (en mayor proporción) y II, el cual desaparece cuando se aumenta el número de lija.

b) La severidad del defecto por acción del lijado (con N° 60) depende del plano de corte, sentido de corte y niveles de fuste, presentando mayor magnitud promedio cuando se trabaja a favor del grano, en el plano oblicuo de la parte basal del fuste.

c) Para la lija N° 120 no se realizó la prueba de independencia puesto que las probetas no presentaron defectos que pudiesen ser evaluados.

4.1.4 EN TALADRADO:

a) El comportamiento fue de regular con velocidad de giro de 890 rpm, y de bueno con 1580 rpm, siendo más notorio el cambio en todos los planos de corte y niveles de fuste con velocidad 890 rpm pasó de regular a bueno al aumentar la velocidad de giro del cabezal a 1580 rpm, produciéndose el defecto de ruptura y rugosidad, siendo el más preponderante ruptura en grado III para la velocidad de 890 rpm y en grado II en la velocidad de 1580 rpm.

b) La severidad del defecto más preponderante de ruptura durante este ensayo depende únicamente de la velocidad de giro del cabezal, siendo el de mayor velocidad la que minimiza el grado del defecto.

c) La calidad del defecto ruptura se presenta de manera independiente para ambas velocidades en todos los niveles de fuste y planos de corte.

4.1.5 EN TORNEADO:

a) Se presentaron tres defectos que fueron grano astillado, grano arrancado y rugosidad, calificando este ensayo como excelente.

b) El defecto de grano astillado en la madera se comportó como excelente en los tres niveles del fuste con 0° de ángulo de corte, en cambio al trabajar con ángulo de corte de 15° y 45°, la calidad del torneado disminuye de excelente a bueno en el nivel apical. El defecto de rugosidad calificó como excelente para todos los ángulos de corte y todos los niveles del fuste.

c) La severidad del defecto producido de grano astillado depende solamente de los niveles del fuste, siendo el más afectado en el nivel apical, y el menos en la parte media del fuste. Y existe independencia con los ángulos de corte y defecto producido de grano astillado.

d) Existe independencia entre los ángulos de corte y niveles del fuste en relación con la calidad del defecto de rugosidad.

4.2 RECOMENDACIONES

a) Al hacer trabajos de cepillado de la madera de especie, hacerlo en cualquier nivel del fuste, en cualquier sentido y planos de corte, porque el comportamiento es excelente en cualquiera de estas variables.

b) En trabajos de moldurado con esta especie, de preferencia moldurar la madera con corte radial y a favor del grano del nivel medio del fuste, porque el comportamiento en estas condiciones es excelente, o en otro caso moldurar la madera del nivel apical en cualquier plano y sentido de corte, porque el comportamiento es bueno.

c) Al lijar la madera de esta especie hacerlo con lija N° 60 o lija N° 120 en cualquier nivel del fuste, plano y sentido de corte, porque el comportamiento es excelente, pero de preferencia hacerlo con la N° 120 porque el acabado es homogéneo.

d) En el taladrado trabajar con velocidad de giro del cabezal a 1580 rpm ya que la magnitud del defecto tiende a disminuir. Taladrar la madera de esta especie en el plano radial y tangencial del nivel medio a 1580 rpm, porque en estas condiciones el comportamiento es bueno, o de lo contrario, apoyar la parte de salida de la broca con otra pieza de madera, para evitar astillamientos.

e) Al tornear la madera de esta especie, hacerlo con 0° de ángulo de corte en los tres niveles de fuste, o en el nivel basal y medio con ángulos de 15° y 45°, porque el comportamiento es excelente. Además utilizar herramientas (gubias) con un buen filo para evitar el astillamiento de la madera.

BIBLIOGRAFÍA

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

2. **AMERICAN FOR TESTING MATERIALS - ASTM 1977.** Annual book of standards, part. 15. 75 p.

3. **AROSTEGUI V, A. 1982.** Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de maderas peruanas. FAO. Documento de trabajo Nº 2. Lima. 57 p.

4. **BERNUI, S. 1990.** Descripción de algunas especies forestales de Jenaro Herrera - Iquitos. UNALM. Lima – Perú. 195 p.

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

6. **FLORES R, F. 2004.** Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de *Micropholis sp.* (Griseb.) Pierre. (Quina quina) procedente de Pucallpa. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa – Perú. 74 p.

7. **GARCIA R, H. 2006.** Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de *Ficus insípida* Will. (Ojé renaco) de la zona del Tamaya – Masisea (Alto Ucayali). Tesis para optar el título de Ingeniero forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa – Perú. 68 p.

8. **GAVIRIA, A. 1988.** Estudios tecnológicos de la madera de *Gmelina arborea y Pinus caribaea* provenientes de las plantaciones de la sociedad Paramonga – Pucallpa. CENFOR. Pucallpa. 15 p.

9. **HERRERA, Z. 1987**. Interrelación entre la densidad básica y las características anatómicas en Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) y Pumaquiro (*Aspidorperma macrocarpon* Mart.). Tesis (Mag. Sc.). Lima, PE, UNALM. 221p.

10. **HOYOS, J. (2008).** Comportamiento a la trabajabilidad de la madera de *Trichilia pleeana* (A. Juss) C.DC. (Uchumullaca), del Bosque Macuya - Ucayali. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. 88 p.

11. **JUNAC. 1981**. Descripción general y anatómica de 105 maderas del Grupo Andino. Cali – Colombia, Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. Lima . 442 p.

12. **KOCH, P. 1964.** Wood Machining Processes. The Ronald Press Company. New Cork. 530 p.

13. **LLUNCOR M, D. 1977**. Relaciones entre las características de cepillado de algunas maderas de Venezuela y sus propiedades físico-mecánicas y anatómicas. Tesis Magíster Scientiae. Universidad de los Andes. Mérida . 78 p.

14. **LLUNCOR M, D.1989.** Trabajabilidad de nueve especies maderables de la zona Selva Baja (Allpa Huayo-Jenaro Herrera). N°1. Temas Forestales. Pucallpa. 24 p.

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

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

17. **NININ, L. 1984.** Texto de labrado y mecanizado. Universidad de los Andes. Mérida. 264 p.

18. **ORREGO, D. 2010.** Trabajabilidad de la madera de Calycophyllum spruceanum (capirona) procedente de plantaciones de la Cuenca del rio Aguaytia en la región de Ucayali – Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. 100 p.

19. **PANSHIN, A. Y DE ZEEUW, C. 1980.**Text of wood technology. Ed. Mc.-Graw. Hill, New York. 450 p.

20. **PROMPEX-WWF-USAIS-INIA-ITTO.** Promoción de nuevas especies forestales del Perú en el comercio exterior.

21. **REYNEL, C., PENNINGTON, R. T., PENNINGTON, T. D., FLORES, C., DAZA, A. 2003.** Árboles Útiles de la Amazonía Peruana [En Línea].

slideshare, (http://www.slideshare.net/educador23013/arboles-utiles-de-la-amazonia-peruana, 22 Enero. 2013).

22. ***SALAZAR*, R. (2001).** Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina. CATIE. Proyecto de Semillas Forestales: Danida Forest Seed Centre, 2001. 155 p

23. **SANCHEZ S., L. 1996.** Influencia de las fibras y elementos vasculares en el comportamiento al cepillado y moldurado de especies maderables de Iquitos. Tesis para optar el título de Ingeniera Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. 56 p.

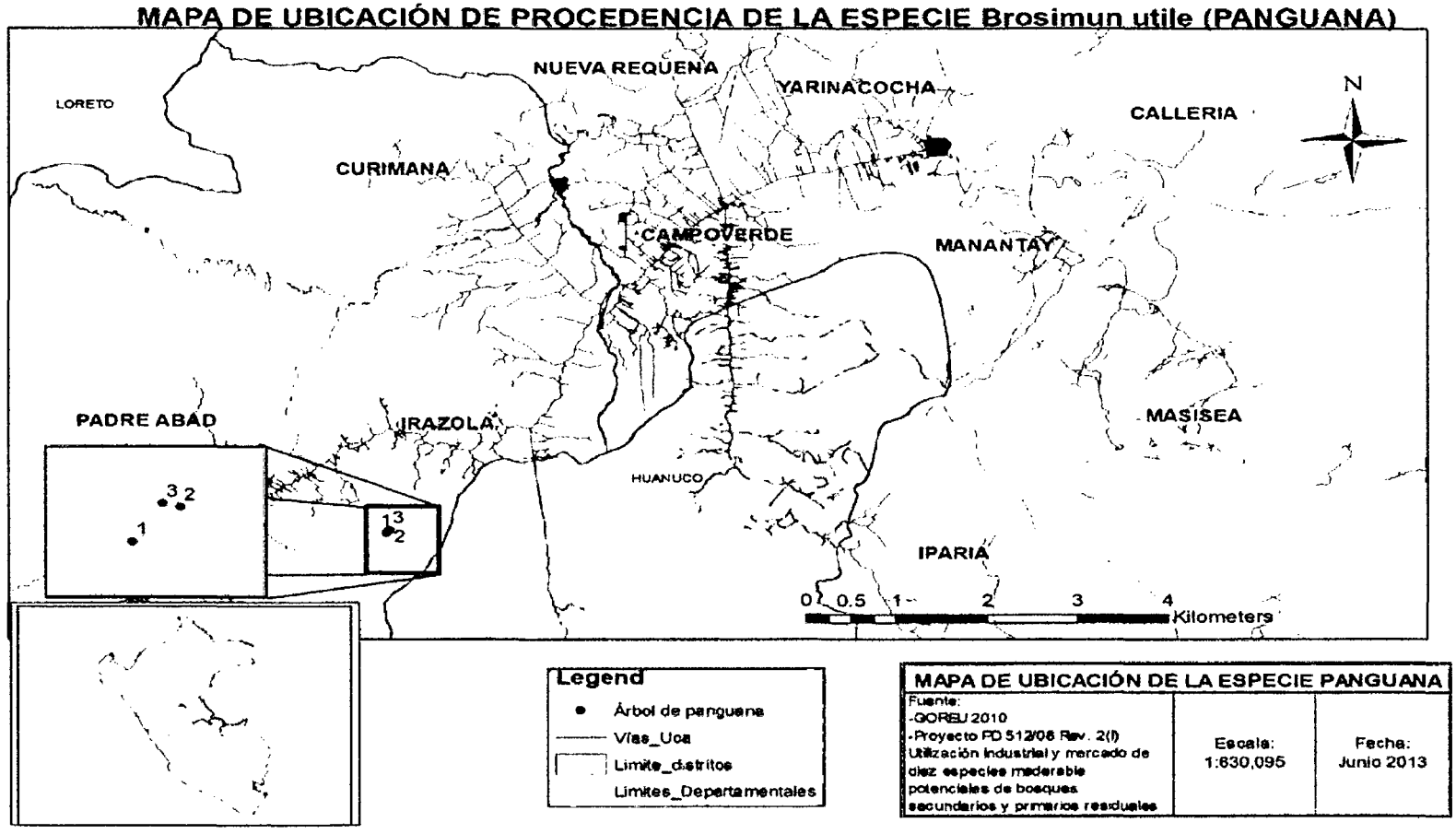
24. **SATO, A. 1976**. Propiedades de trabajabilidad de la madera de doce especies del Perú. Tesis Ingeniero Forestal. UNALM. Lima – Perú. 110 p.

25. **SIBILLE, A. M. 2006.** Guía de procesamiento industrial. Fabricación de muebles con maderas poco conocidas LKS [En línea]: Redpedia, (http://redpeia.minam.gob.pe/admin/files/item/4e15e3698a76e_Guia_de_procesamiento_industrial_fabricacion_de_muebles.pdf, 22 Nov. 2012).

26. **TORRES, R. 1995.** Comportamiento de la madera de catorce especies forestales al taladrado y torneado. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. UNU/FCF Pucallpa.62 p.

ANEXOS

Anexo 1: Ubicación de los árboles de *Brosimum utile* Kunth (panguana).



Fuente: Asociación para la investigación y Desarrollo Integral (2013).

Anexo 2: Datos de los arboles colectados

Cuadro 1. Características morfológicas de los árboles colectados en las zonas de prospección CC. NN. Sinchi Roca (San Alejandro).

Árbol	Alt. total	Alt. cmcial	Forma del fuste	Trozas	Medula	Troza 1		Troza 2		Troza 3	
						Φ mayor	Φ menor	Φ mayor	Φ menor	Φ mayor	Φ menor
P1	17,2	9,8	Recto	3	excéntrica	47,0	43,0	39,5	38,5	39,0	38,0
P2	19,7	10,4	Recto, cilíndrico	3	céntrica	53,5	53,0	52,5	52,0	50,0	47,5
P3	20,4	12,5	Recto, excéntrico	3	excéntrica	56,5	55,0	46,51	43,5	49,0	47,0

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Especificaciones técnicas de las maquinas

a) CEPILLADORA REGRUESADORA

- Marca : SICAR
- diámetro del cabezal porta cuchilla : 12 cm.
- Velocidad del cabezal porta cuchilla : 3600 rpm.
- Ángulo del cabezal : 35°
- Número de cuchillas en el cabezal : 4
- Ángulo de afilado de la cuchilla : 45°
- Calidad de cuchillas : acero rápido
- Velocidad de alimentación : 12 m/min.

b) TALADRO DE BANCO

- Marca : DINN
- Velocidad de giro del cabezal : 2600 rpm.

- Tipo de broca : doble hélice

- Diámetro de la broca : ½ pulgada

- Velocidad de alimentación : manual

- Ángulo de la broca : 45º

c) MOLDURERA O TUPI

- Marca : DINAMIC

- Diámetro del cabezal porta cuchilla : 4 cm.

- Ángulo de afilado de la cuchilla : 25º

- Velocidad de alimentación : 4m/min manual

- Número de cuchillas : 1

- Calidad de cuchillas : acero rápido.

d) LIJADORA DE BANDA

- Marca : KAILYN

- Longitud de la lija : 60 cm.

- Ancho de la lija : 10 cm.

- Peso de la lijadora : 2 Kg.

- Presión de la lija : 0.05 Kg/cm^2.

- Tipo de lija : óxido de aluminio

- Grano de la lija : 60 y 120

e) TORNO DE BANCO

- Marca : INVICTA

- Velocidad de giro del cabezal : 2160 rpm.
- Velocidad de alimentación : manual
- Tipo de gubia : media caña
- Ancho de la gubia : ½ pulgada
- Ángulo de ataque : 0°, 15° y 45°

f) ASERRADERO PORTATIL

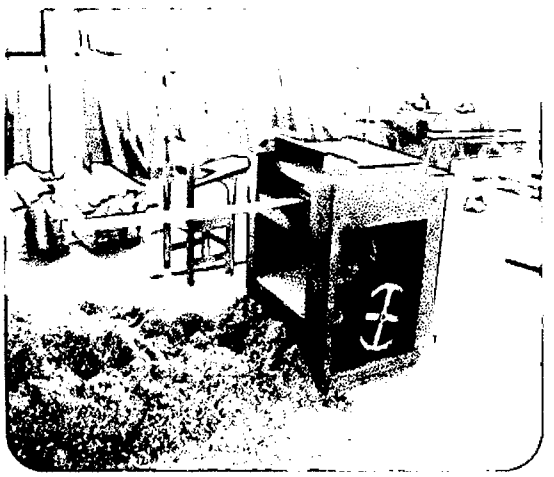
- Marca : Lucas Mill
- Fabricación : Australiana
- Modelo : M821
- Marca de motor : KOHLER

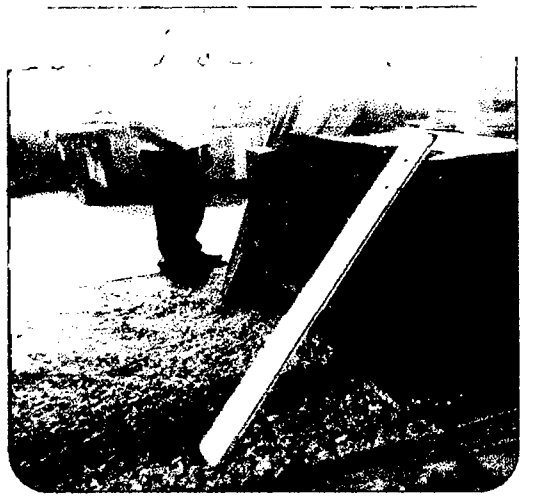
g) SIERRA DE DISCO O CIRCULAR

- Motor eléctrico marca : Weg
- Diámetro de disco : 18" – 19"
- Potencia del motor : 7,5 HP
- RPM : 1760

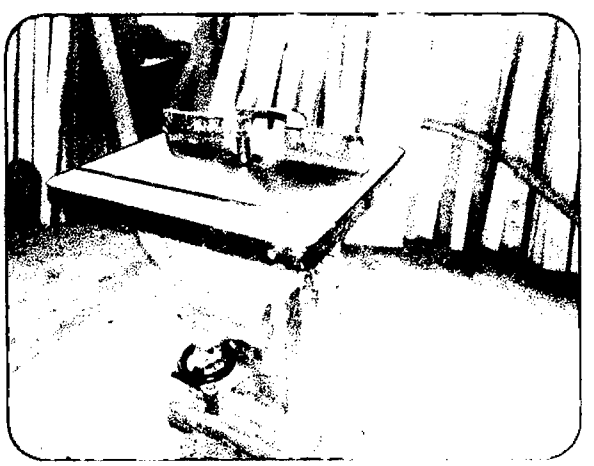
Anexo 4. Fotografías Maquinaria, Equipo utilizado y Ejecución de ensayos.

a) Cepilladora regruesadora



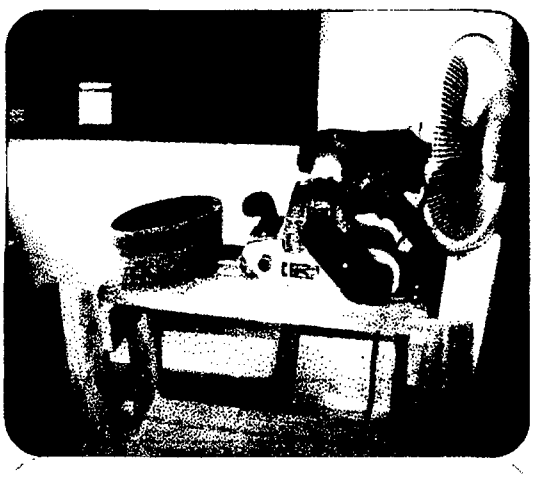


b) Moldurera o tupí



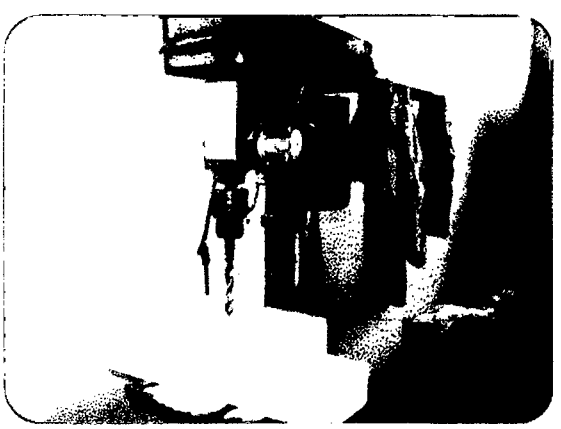


c) Lijadora de banda



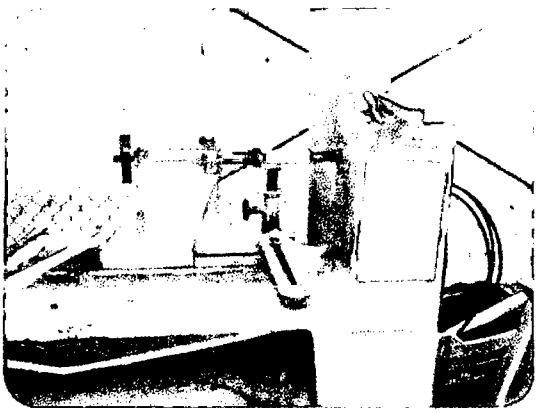


d) Taladro de banco



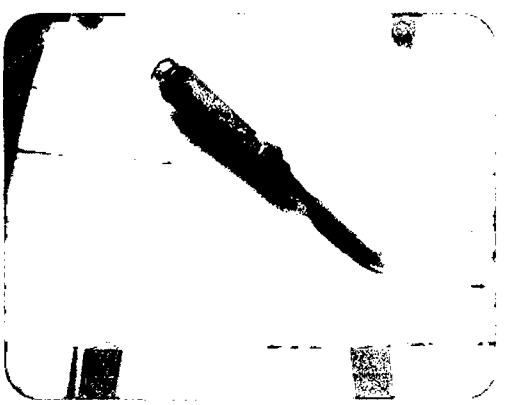


e) Torno de banco





f) Gubia de media caña de media pulgada para el ensayo de torneado



Anexo 5: Defectos producidos durante el maquinado

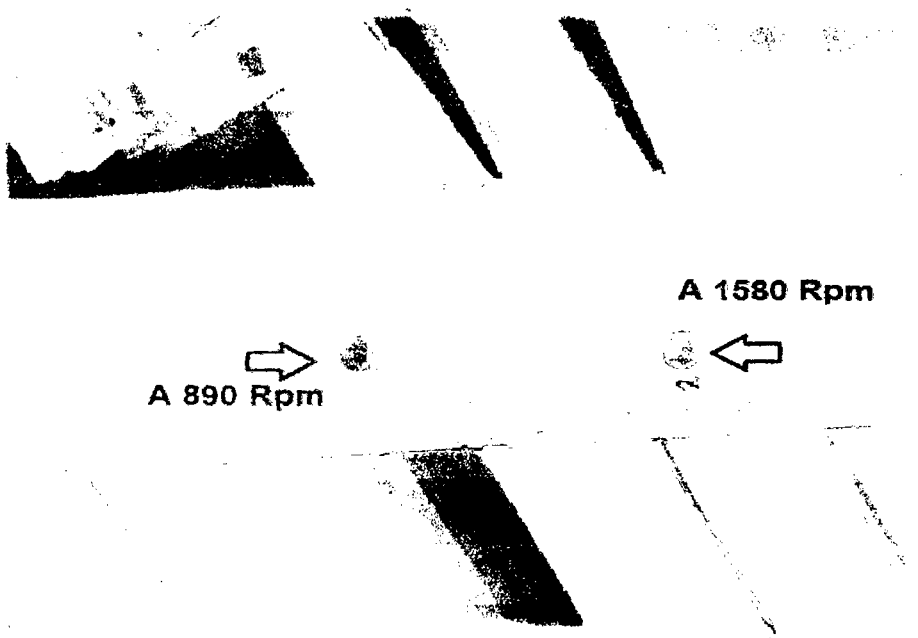
a) Ensayo de cepillado en el plano tangencial, donde se generó el grano arrancado.



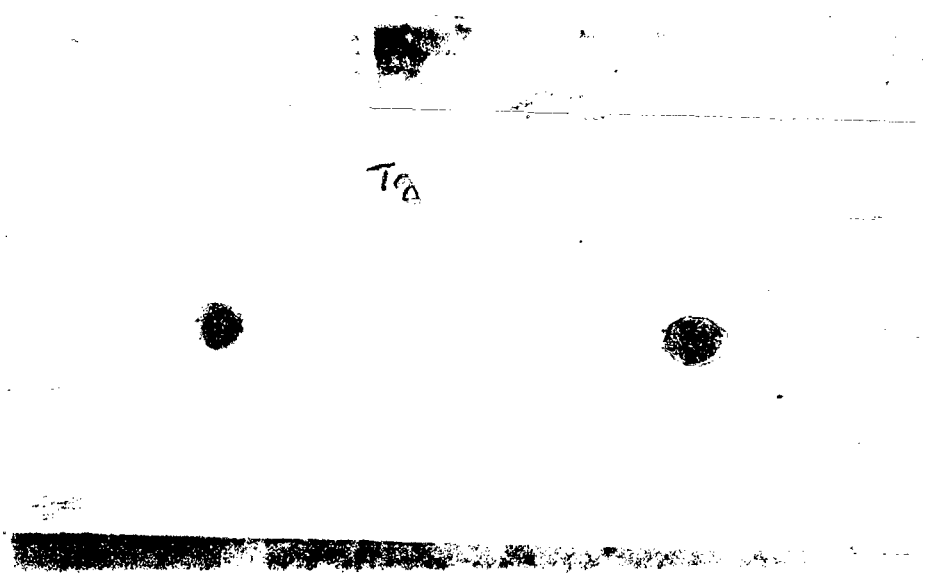
b) Ensayo de cepillado en el plano radial.



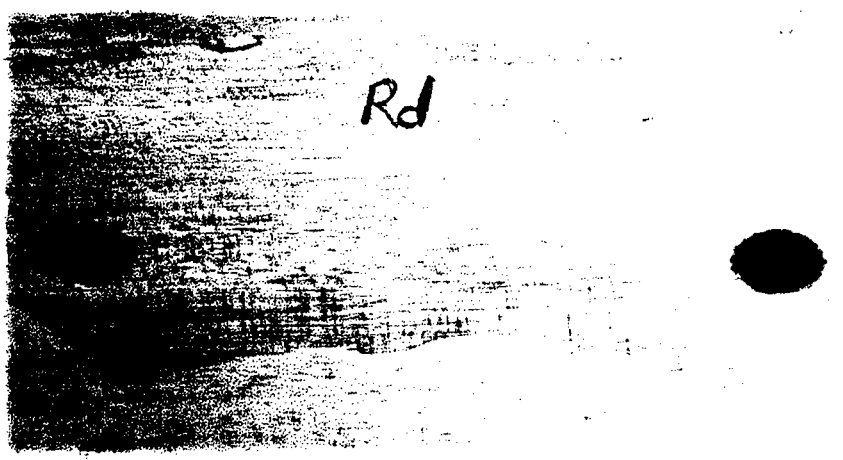
c) Ensayo de taladrado mostrando los defectos por cada velocidad (890 Rpm y 1580 Rpm).



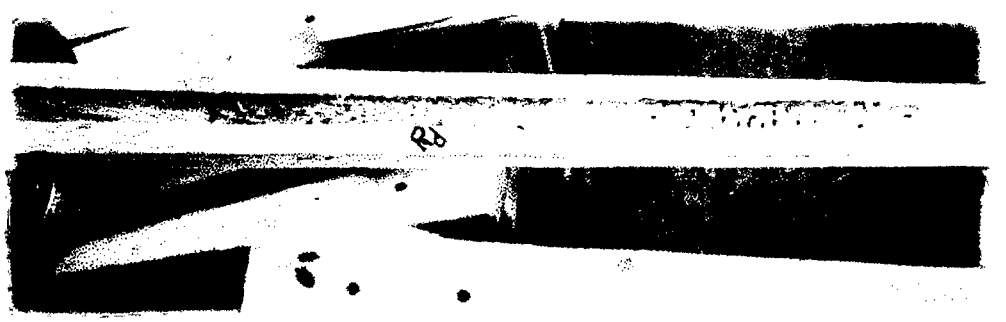
d) Ensayo de taladrado en el plano tangencial.



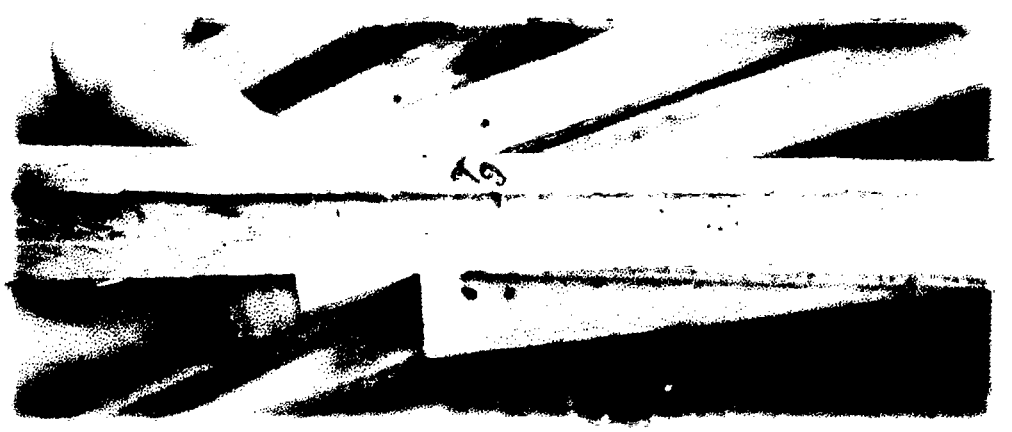
e) Ensayo de taladrado en el plano radial.



f) Ensayo de moldurado en el plano radial

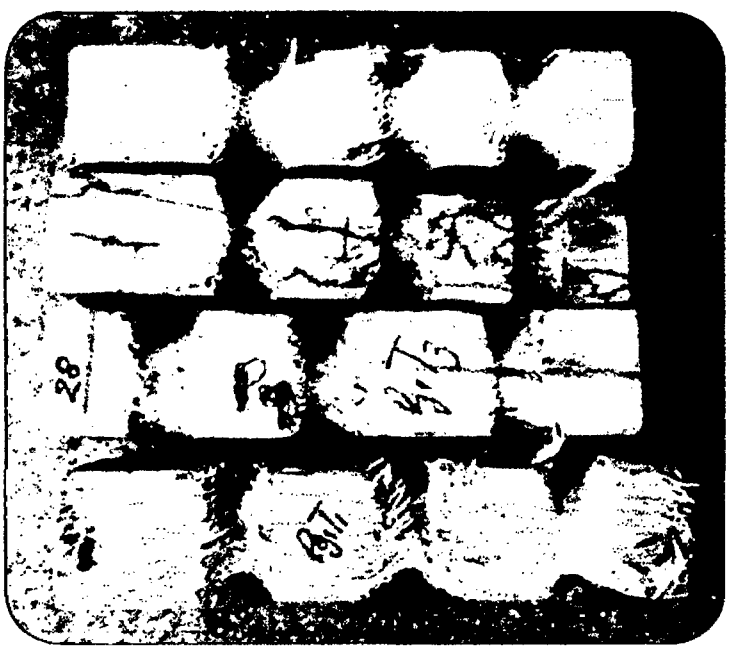


g) Ensayo de moldurado en el plano tangencial.



h) Ensayo de torneado.





Anexo 6: Formatos para el registro de evaluación de los ensayos de trabajabilidad (cepillado, moldurado, lijado, taladrado y torneado) de panguana. Datos por árbol obtenidos de la evaluación de las probetas.

a) Ensayo Cepillado:

N° ÁRBOL	Nº DE PROBETA	NIVEL DEL FUSTE	PLANO DE ORIENTACION	F/C	DEFECTO PRINCIPAL	GRADO DE DEFECTO
Pg1	1	T1	Rd	F	Grano arrancado	2
		T1	Rd	C	Grano arrancado	1
Pg1	2	T1	Rd	F	Grano arrancado	1
		T1	Rd	C	Grano arrancado	1
Pg1	3	T1	Tg	F	Grano arrancado	1
		T1	Tg	C	Grano arrancado	3
Pg1	4	T3	Ob	F	Grano arrancado	2
		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	5	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	6	T1	Rd	F	Grano arrancado	1
		T1	Rd	C	Grano levantado	1
Pg1	7	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	8	T1	Tg	F	Grano arrancado	1
		T1	Tg	C	Grano arrancado	1
Pg1	9	**T1**	**Ob**	**F**	**Grano levantado**	**1**
		T1	**Ob**	**C**	**Grano levantado**	**1**
Pg1	10	T1	Ob	F	Grano levantado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	11	**T1**	**Rd**	**F**	**Grano arrancado**	**1**
		T1	**Rd**	**C**	**Grano levantado**	**1**
Pg1	12	T1	Rd	F	Grano arrancado	1
		T1	Rd	C	Grano arrancado	1
Pg1	13	T1	Ob	F	No presenta	1
		T1	Ob	C	No presenta	1
Pg1	14	T1	Ob	F	Grano arrancado	2
		T1	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg1	15	T1	Ob	F	Grano levantado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	16	T1	Ob	F	Grano arrancado	2
		T1	Ob	C	Grano arrancado	3
Pg1	17	T2	Ob	F	Grano arrancado	2
		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	18	T2	Ob	F	Grano arrancado	1
		T2	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg1	19	T2	Ob	F	No presenta	1

		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	20	T1	Rd	F	No presenta	1
		T1	Rd	C	Grano levantado	1
Pg1	21	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	2
Pg1	22	T2	Ob	F	Grano velloso	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	23	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	24	**T2**	**Ob**	**F**	**Grano arrancado**	**2**
		T2	**Ob**	**C**	**Grano arrancado**	**1**
Pg1	25	T2	Ob	F	Grano arrancado	3
		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	26	**T1**	**Ob**	**F**	**Grano arrancado**	**1**
		T1	**Ob**	**C**	**Grano arrancado**	**1**
Pg1	27	T2	Ob	F	Grano arrancado	1
		T2	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg1	28	T3	Ob	F	Grano levantado	1
		T3	Ob	C	Grano levantado	2
Pg1	29	T3	Tg	F	Grano levantado	1
		T3	Tg	C	Grano levantado	1
Pg1	30	T2	Ob	F	Grano levantado	1
		T2	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg1	31	T3	Ob	F	Grano arrancado	1
		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	32	T2	Ob	F	Grano levantado	1
		T2	Ob	C	Grano arrancado	3
Pg1	33	T1	Rd	F	Grano levantado	2
		T1	Rd	C	Grano levantado	1
Pg1	34	**T2**	**Ob**	**F**	**No presenta**	**1**
		T2	**Ob**	**C**	**Grano levantado**	**1**
Pg1	35	T1	Ob	F	No presenta	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	3
Pg1	36	T1	Rd	F	Grano arrancado	2
		T1	Rd	C	Grano levantado	1
Pg1	37	T3	Ob	F	Grano levantado	2
		T3	Ob	C	Grano levantado	2
Pg1	38	T3	Ob	F	Grano arrancado	1
		T3	Ob	C	Grano arrancado	2
Pg1	39	T2	Ob	F	Grano arrancado	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	40	T3	Ob	F	Grano levantado	1
		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	41	T3	Ob	F	Grano arrancado	2
		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	42	T3	Ob	F	Grano levantado	1

		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	43	T3	Ob	F	Grano levantado	2
		T3	Ob	C	Grano levantado	2
Pg1	44	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	3
Pg1	45	**T1**	**Ob**	**F**	**Grano arrancado**	**1**
		T1	**Ob**	**C**	**Grano arrancado**	**1**
Pg1	46	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano arrancado	2
Pg1	47	T1	Ob	F	Grano levantado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	48	T2	Ob	F	Grano arrancado	2
		T2	Ob	C	Grano levantado	3
Pg1	49	T1	Ob	F	No presenta	1
		T1	Ob	C	No presenta	1
Pg1	50	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano arrancado	2
Pg1	51	T2	Ob	F	Grano arrancado	2
		T2	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg1	52	T2	Ob	F	Grano arrancado	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	2
Pg1	53	T2	Tg	F	Grano arrancado	2
		T2	Tg	C	Grano arrancado	1
Pg1	54	T2	Tg	F	Grano levantado	1
		T2	Tg	C	Grano levantado	1
Pg1	55	T1	Ob	F	Grano arrancado	2
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	56	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	57	T1	Ob	F	Grano levantado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	58	T1	Ob	F	Grano arrancado	2
		T1	Ob	C	Grano arrancado	2
Pg1	59	T3	Ob	F	Grano levantado	1
		T3	Ob	C	Grano velloso	2
Pg1	60	T3	Ob	F	Grano levantado	2
		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	61	T3	Tg	F	Grano levantado	1
		T3	Tg	C	Grano arrancado	1
Pg1	62	T3	Ob	F	Grano levantado	2
		T3	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg1	63	T3	Tg	F	No presenta	1
		T3	Tg	C	Grano levantado	1
Pg1	64	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg1	65	**T1**	Ob	**F**	**Grano arrancado**	**1**

		T1	Ob	**C**	**Grano levantado**	**2**
Pg1	66	T1	Ob	F	No presenta	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	67	T1	Rd	F	Grano arrancado	1
		T1	Rd	C	Grano velloso	1
Pg1	68	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	2
Pg1	69	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	2
Pg1	70	**T1**	Ob	**F**	**Grano arrancado**	**1**
		T1	Ob	**C**	**Grano arrancado**	**1**
Pg1	71	T1	Ob	F	Grano levantado	1
		T1	Ob	C	Grano velloso	1
Pg1	72	T2	Ob	F	Grano velloso	1
		T2	Ob	C	Grano arrancado	2
Pg1	73	T2	Tg	F	Grano arrancado	2
		T2	Tg	C	Grano levantado	2
Pg1	74	T2	Tg	F	Grano velloso	2
		T2	Tg	C	Grano levantado	1
Pg1	75	T3	Ob	F	Grano levantado	1
		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	76	T3	Tg	F	Grano levantado	1
		T3	Tg	C	Grano levantado	3
Pg1	77	T3	Tg	F	Grano levantado	1
		T3	Tg	C	Grano arrancado	1
Pg1	78	T2	Tg	F	Grano levantado	1
		T2	Tg	C	Grano levantado	1
Pg1	79	T2	Tg	F	Grano levantado	1
		T2	Tg	C	Grano arrancado	5
Pg1	80	T2	Ob	F	Grano levantado	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	81	T3	Ob	F	Grano arrancado	1
		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg1	82	T3	Ob	F	Grano arrancado	1
		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg2	83	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg2	84	T1	Rd	F	Grano levantado	1
		T1	Rd	C	Grano levantado	1
Pg2	85	T1	Ob	F	Grano levantado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg2	86	T1	Ob	F	No presenta	1
		T1	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg2	87	T1	Ob	F	No presenta	1
		T1	Ob	C	No presenta	1
Pg2	88	T1	Ob	F	Grano arrancado	1

		T1	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg2	89	T1	Rd	F	Grano arrancado	1
		T1	Rd	C	Grano arrancado	1
Pg2	90	T1	Ob	F	Grano levantado	1
		T1	Ob	C	No presenta	1
Pg2	91	T2	Ob	F	Grano levantado	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	2
Pg2	92	T2	Tg	F	Grano levantado	1
		T2	Tg	C	Grano levantado	1
Pg2	93	T2	Ob	F	Grano velloso	1
		T2	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg2	94	T2	Ob	F	Grano levantado	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg2	95	T2	Rd	F	Grano arrancado	1
		T2	Rd	C	Grano arrancado	1
Pg2	96	T2	Ob	F	Grano arrancado	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg2	97	T2	Ob	F	Grano arrancado	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg2	98	T3	Rd	F	Grano arrancado	1
		T3	Rd	C	Grano levantado	2
Pg2	99	T3	Ob	F	Grano arrancado	1
		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg2	100	T3	Ob	F	Grano levantado	1
		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg2	101	T3	Ob	F	Grano velloso	1
		T3	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg2	102	T3	Tg	F	Grano arrancado	1
		T3	Tg	C	Grano levantado	1
Pg2	103	T3	Tg	F	Grano arrancado	1
		T3	Tg	C	Grano arrancado	1
Pg2	104	**T3**	**Ob**	**F**	**Grano arrancado**	**2**
		T3	**Ob**	**C**	**Grano levantado**	**1**
Pg2	105	T1	Ob	F	Grano levantado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg2	106	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg2	107	**T1**	**Ob**	**F**	**Grano arrancado**	**1**
		T1	**Ob**	**C**	**Grano arrancado**	**1**
Pg2	108	**T1**	**Ob**	**F**	**Grano arrancado**	**4**
		T1	**Ob**	**C**	**Grano arrancado**	**2**
Pg2	109	T1	Ob	F	Grano arrancado	3
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg2	110	T1	Rd	F	Grano arrancado	1
		T1	Rd	C	Grano velloso	2
Pg2	111	T1	Ob	F	Grano arrancado	1

		T1	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg2	112	T1	Rd	F	Grano arrancado	1
		T1	Rd	C	Grano levantado	1
Pg2	113	T2	Ob	F	No presenta	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg2	114	T1	Ob	F	No presenta	1
		T1	Ob	C	No presenta	1
Pg2	115	T3	Rd	F	Grano levantado	1
		T3	Rd	C	Grano velloso	2
Pg2	116	T3	Ob	F	No presenta	1
		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg2	117	T3	Ob	F	Grano arrancado	1
		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg2	118	T3	Tg	F	Grano levantado	1
		T3	Tg	C	Grano arrancado	1
Pg2	119	T2	Ob	F	Grano velloso	1
		T2	Ob	C	No presenta	1
Pg2	120	T2	Rd	F	Grano velloso	1
		T2	Rd	C	Grano arrancado	1
Pg2	121	T2	Ob	F	Grano arrancado	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg2	122	T2	Rd	F	Grano arrancado	1
		T2	Rd	C	Grano levantado	1
Pg2	123	T2	Rd	F	Grano arrancado	3
		T2	Rd	C	Grano levantado	1
Pg3	124	T2	Tg	F	Grano arrancado	4
		T2	Tg	C	Grano arrancado	1
Pg3	125	T2	Ob	F	Grano arrancado	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg3	126	T3	Ob	F	Grano arrancado	1
		T3	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg3	127	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg3	128	T1	Tg	F	Grano arrancado	4
		T1	Tg	C	Grano levantado	1
Pg3	129	T1	Tg	F	Grano levantado	1
		T1	Tg	C	Grano levantado	1
Pg3	130	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano arrancado	3
Pg3	131	T2	Ob	F	Grano arrancado	3
		T2	Ob	C	Grano velloso	1
Pg3	132	T2	Rd	F	Grano arrancado	2
		T2	Rd	C	Grano arrancado	3
Pg3	133	T2	Ob	F	Grano arrancado	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	3
Pg3	134	T2	Ob	F	Grano levantado	1

		T2	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg3	135	T2	Ob	F	Grano arrancado	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	2
Pg3	136	T2	Ob	F	Grano arrancado	2
		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg3	137	T2	Tg	F	Grano levantado	1
		T2	Tg	C	Grano arrancado	3
Pg3	138	T2	Ob	F	Grano arrancado	2
		T2	Ob	C	Grano arrancado	3
Pg3	139	T3	Ob	F	Grano levantado	2
		T3	Ob	C	Grano arrancado	2
Pg3	140	T3	Tg	F	Grano arrancado	1
		T3	Tg	C	Grano levantado	2
Pg3	141	T3	Tg	F	Grano levantado	1
		T3	Tg	C	Grano levantado	1
Pg3	142	T3	Tg	F	Grano levantado	1
		T3	Tg	C	Grano levantado	1
Pg3	143	T2	Ob	F	Grano arrancado	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg3	144	T3	Tg	F	Grano arrancado	1
		T3	Tg	C	Grano levantado	1
Pg3	145	T3	Ob	F	Grano levantado	1
		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg3	146	T3	Tg	F	Grano arrancado	4
		T3	Tg	C	Grano levantado	2
Pg3	147	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	no presenta	1
Pg3	148	T1	Ob	F	Grano levantado	1
		T1	Ob	C	Grano arrancado	1
Pg3	149	T1	Ob	F	No presenta	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg3	150	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano levantado	1
Pg3	151	T1	Ob	F	Grano levantado	1
		T1	Ob	C	Grano arrancado	3
Pg3	152	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano arrancado	2
Pg3	153	T1	Ob	F	Grano arrancado	1
		T1	Ob	C	Grano arrancado	2
Pg3	154	T1	Ob	F	Grano velloso	1
		T1	Ob	C	Grano arrancado	4
Pg3	155	T1	Ob	F	Grano levantado	1
		T1	Ob	C	Grano arrancado	3
Pg3	156	**T2**	**Ob**	**F**	**Grano arrancado**	**1**
		T2	**Ob**	**C**	**Grano arrancado**	**2**
Pg3	157	T2	Ob	F	Grano arrancado	1

		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg3	158	T2	Rd	F	Grano arrancado	1
		T2	Rd	C	Grano arrancado	2
Pg3	159	T2	Rd	F	Grano arrancado	2
		T2	Rd	C	Grano levantado	2
Pg3	160	T2	Ob	F	Grano arrancado	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	1
Pg3	161	T2	Rd	F	Grano levantado	2
		T2	Rd	C	Grano levantado	3
Pg3	162	T2	Tg	F	Grano levantado	2
		T2	Tg	C	Grano levantado	3
Pg3	163	T2	Ob	F	Grano arrancado	1
		T2	Ob	C	Grano levantado	2
Pg3	164	**T2**	**Ob**	**F**	**Grano velloso**	**1**
		T2	**Ob**	**C**	**Grano velloso**	**1**
Pg3	165	T3	Ob	F	Grano levantado	1
		T3	Ob	C	Grano arrancado	2
Pg3	166	T3	Ob	F	Grano arrancado	2
		T3	Ob	C	Grano levantado	3
Pg3	167	T3	Ob	F	Grano arrancado	1
		T3	Ob	C	Grano arrancado	2
Pg3	168	T3	Ob	F	Grano arrancado	2
		T3	Ob	C	Grano levantado	2
Pg3	169	T3	Rd	F	Grano arrancado	2
		T3	Rd	C	Grano levantado	2
Pg3	170	T3	Ob	F	Grano arrancado	1
		T3	Ob	C	Grano levantado	1
Pg3	171	T3	Ob	F	Grano levantado	2
		T3	Ob	C	Grano levantado	3

b) Ensayo Moldurado:

N° ÁRBOL	Nº DE PROBETA	NIVEL DEL FUSTE	PLANO DE ORIENTACION	F/C	DEFECTO PRINCIPAL	GRADO DE DEFECTO
Pg1	1	T1	Rd	F	Grano astillado	3
		T1	Rd	C	Grano astillado	4
Pg1	2	T1	Rd	F	Grano astillado	2
		T1	Rd	C	Grano astillado	3
Pg1	3	T1	Tg	F	Grano astillado	1
		T1	Tg	C	Grano astillado	4
Pg1	4	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	5	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	3
Pg1	6	T1	Rd	F	Grano astillado	1

		T1	Rd	C	Grano astillado	2
Pg1	7	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	4
Pg1	8	T1	Tg	F	Grano astillado	1
		T1	Tg	C	Grano astillado	1
Pg1	9	**T1**	**Ob**	**F**	Grano astillado	**2**
		T1	**Ob**	**C**	Grano astillado	**2**
Pg1	10	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	11	**T1**	**Rd**	**F**	Grano astillado	**1**
		T1	**Rd**	**C**	Grano astillado	**2**
Pg1	12	T1	Rd	F	Grano astillado	1
		T1	Rd	C	Grano astillado	4
Pg1	13	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	14	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	15	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	16	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	17	T2	Ob	F	Grano astillado	2
		T2	Ob	C	Grano astillado	3
Pg1	18	T2	Ob	F	Grano astillado	3
		T2	Ob	C	Grano astillado	3
Pg1	19	T2	Ob	F	Grano astillado	2
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	20	T1	Rd	F	Grano astillado	1
		T1	Rd	C	Grano astillado	2
Pg1	21	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	3
Pg1	22	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	1
Pg1	23	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	1
Pg1	24	**T2**	**Ob**	**F**	Grano astillado	**1**
		T2	**Ob**	**C**	Grano astillado	**2**
Pg1	25	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	26	**T1**	**Ob**	**F**	Grano astillado	**1**

		T1	**Ob**	**C**	Grano astillado	**3**
Pg1	27	T2	Ob	F	Grano astillado	2
		T2	Ob	C	Grano astillado	3
Pg1	28	T3	Ob	F	Grano astillado	2
		T3	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	29	T3	Tg	F	Grano astillado	2
		T3	Tg	C	Grano astillado	2
Pg1	30	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	31	T3	Ob	F	Grano astillado	2
		T3	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	32	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	1
Pg1	33	T1	Rd	F	Grano astillado	3
		T1	Rd	C	Grano astillado	4
Pg1	34	**T2**	**Ob**	**F**	Grano astillado	**2**
		T2	**Ob**	**C**	Grano astillado	**2**
Pg1	35	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	1
Pg1	36	T1	Rd	F	Grano astillado	2
		T1	Rd	C	Grano astillado	4
Pg1	37	T3	Ob	F	Grano astillado	2
		T3	Ob	C	Grano astillado	3
Pg1	38	T3	Ob	F	Grano astillado	2
		T3	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	39	T2	Ob	F	Grano astillado	2
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	40	T3	Ob	F	Grano astillado	2
		T3	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	41	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	1
Pg1	42	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	43	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	44	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	45	**T1**	**Ob**	**F**	Grano astillado	**2**
		T1	**Ob**	**C**	Grano astillado	**3**
Pg1	46	T1	Ob	F	Grano astillado	1

		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	47	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	48	T2	Ob	F	Grano astillado	2
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	49	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	1
Pg1	50	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	4
Pg1	51	T2	Ob	F	Grano astillado	2
		T2	Ob	C	Grano astillado	3
Pg1	52	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	3
Pg1	53	T2	Tg	F	Grano astillado	1
		T2	Tg	C	Grano astillado	2
Pg1	54	T2	Tg	F	Grano astillado	1
		T2	Tg	C	Grano astillado	2
Pg1	55	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	1
Pg1	56	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	57	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	58	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	1
Pg1	59	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	1
Pg1	60	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	1
Pg1	61	T3	Tg	F	Grano astillado	1
		T3	Tg	C	Grano astillado	2
Pg1	62	T3	Ob	F	Grano astillado	2
		T3	Ob	C	Grano astillado	3
Pg1	63	T3	Tg	F	Grano astillado	1
		T3	Tg	C	Grano astillado	1
Pg1	64	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	4
Pg1	65	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	3
Pg1	66	T1	Ob	F	Grano astillado	1

		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	67	T1	Rd	F	Grano astillado	2
		T1	Rd	C	Grano astillado	2
Pg1	68	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	69	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	70	**T1**	**Ob**	**F**	**Grano astillado**	**4**
		T1	**Ob**	**C**	**Grano astillado**	**3**
Pg1	71	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	3
Pg1	72	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	73	T2	Tg	F	Grano astillado	1
		T2	Tg	C	Grano astillado	2
Pg1	74	T2	Tg	F	Grano astillado	1
		T2	Tg	C	Grano astillado	2
Pg1	75	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	1
Pg1	76	T3	Tg	F	Grano astillado	1
		T3	Tg	C	Grano astillado	2
Pg1	77	T3	Tg	F	Grano astillado	2
		T3	Tg	C	Grano astillado	3
Pg1	78	T2	Tg	F	Grano astillado	2
		T2	Tg	C	Grano astillado	3
Pg1	79	T2	Tg	F	Grano astillado	3
		T2	Tg	C	Grano astillado	2
Pg1	80	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	81	T3	Ob	F	Grano astillado	2
		T3	Ob	C	Grano astillado	2
Pg1	82	T3	Ob	F	Grano astillado	2
		T3	Ob	C	Grano astillado	3
Pg2	83	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	3
Pg2	84	T1	Rd	F	Grano astillado	1
		T1	Rd	C	Grano astillado	2
Pg2	85	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	4
Pg2	86	T1	Ob	F	Grano astillado	3

		T1	Ob	C	Grano astillado	3
Pg2	87	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	3
Pg2	88	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg2	89	T1	Rd	F	Grano astillado	1
		T1	Rd	C	Grano astillado	2
Pg2	90	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg2	91	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg2	92	T2	Tg	F	Grano astillado	2
		T2	Tg	C	Grano astillado	3
Pg2	93	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg2	94	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	1
Pg2	95	T2	Rd	F	Grano astillado	2
		T2	Rd	C	Grano astillado	2
Pg2	96	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	3
Pg2	97	T2	Ob	F	Grano astillado	4
		T2	Ob	C	Grano astillado	3
Pg2	98	T3	Rd	F	Grano astillado	1
		T3	Rd	C	Grano astillado	1
Pg2	99	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	2
Pg2	100	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	1
Pg2	101	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	1
Pg2	102	T3	Tg	F	Grano astillado	1
		T3	Tg	C	Grano astillado	1
Pg2	103	T3	Tg	F	Grano astillado	2
		T3	Tg	C	Grano astillado	3
Pg2	104	**T3**	**Ob**	**F**	Grano astillado	**2**
		T3	**Ob**	**C**	Grano astillado	**2**
Pg2	105	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg2	106	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	1

Pg2	107	**T1**	**Ob**	**F**	Grano astillado	**3**
		T1	**Ob**	**C**	Grano astillado	**3**
Pg2	108	**T1**	**Ob**	**F**	Grano astillado	**1**
		T1	**Ob**	**C**	Grano astillado	**2**
Pg2	109	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	4
Pg2	110	T1	Rd	F	Grano astillado	1
		T1	Rd	C	Grano astillado	2
Pg2	111	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	3
Pg2	112	T1	Rd	F	Grano astillado	2
		T1	Rd	C	Grano astillado	3
Pg2	113	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg2	114	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	3
Pg2	115	T3	Rd	F	Grano astillado	2
		T3	Rd	C	Grano astillado	3
Pg2	116	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	1
Pg2	117	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	2
Pg2	118	T3	Tg	F	Grano astillado	1
		T3	Tg	C	Grano astillado	1
Pg2	119	T2	Ob	F	Grano astillado	2
		T2	Ob	C	Grano astillado	4
Pg2	120	T2	Rd	F	Grano astillado	3
		T2	Rd	C	Grano astillado	3
Pg2	121	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg2	122	T2	Rd	F	Grano astillado	1
		T2	Rd	C	Grano astillado	3
Pg2	123	T2	Rd	F	Grano astillado	3
		T2	Rd	C	Grano astillado	3
Pg3	124	T2	Tg	F	Grano astillado	2
		T2	Tg	C	Grano astillado	2
Pg3	125	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg3	126	T3	Ob	F	Grano astillado	3
		T3	Ob	C	Grano astillado	3

Pg3	127	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg3	128	T1	Tg	F	Grano astillado	3
		T1	Tg	C	Grano astillado	4
Pg3	129	T1	Tg	F	Grano astillado	3
		T1	Tg	C	Grano astillado	3
Pg3	130	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg3	131	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	3
Pg3	132	T2	Rd	F	Grano astillado	1
		T2	Rd	C	Grano astillado	2
Pg3	133	T2	Ob	F	Grano astillado	2
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg3	134	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg3	135	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg3	136	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	3
Pg3	137	T2	Tg	F	Grano astillado	1
		T2	Tg	C	Grano astillado	1
Pg3	138	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	3
Pg3	139	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	2
Pg3	140	T3	Tg	F	Grano astillado	2
		T3	Tg	C	Grano astillado	2
Pg3	141	T3	Tg	F	Grano astillado	2
		T3	Tg	C	Grano astillado	2
Pg3	142	T3	Tg	F	Grano astillado	1
		T3	Tg	C	Grano astillado	2
Pg3	143	T2	Ob	F	Grano astillado	1
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg3	144	T3	Tg	F	Grano astillado	2
		T3	Tg	C	Grano astillado	2
Pg3	145	T3	Ob	F	Grano astillado	2
		T3	Ob	C	Grano astillado	2
Pg3	146	T3	Tg	F	Grano astillado	3
		T3	Tg	C	Grano astillado	3

Pg3	147	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg3	148	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg3	149	T1	Ob	F	Grano astillado	4
		T1	Ob	C	Grano astillado	3
Pg3	150	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	3
Pg3	151	T1	Ob	F	Grano astillado	3
		T1	Ob	C	Grano astillado	5
Pg3	152	T1	Ob	F	Grano astillado	4
		T1	Ob	C	Grano astillado	4
Pg3	153	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg3	154	T1	Ob	F	Grano astillado	1
		T1	Ob	C	Grano astillado	1
Pg3	155	T1	Ob	F	Grano astillado	2
		T1	Ob	C	Grano astillado	2
Pg3	156	**T2**	**Ob**	**F**	Grano astillado	**1**
		T2	**Ob**	**C**	Grano astillado	**1**
Pg3	157	T2	Ob	F	Grano astillado	4
		T2	Ob	C	Grano astillado	4
Pg3	158	T2	Rd	F	Grano astillado	3
		T2	Rd	C	Grano astillado	2
Pg3	159	T2	Rd	F	Grano astillado	2
		T2	Rd	C	Grano astillado	2
Pg3	160	T2	Ob	F	Grano astillado	2
		T2	Ob	C	Grano astillado	2
Pg3	161	T2	Rd	F	Grano astillado	3
		T2	Rd	C	Grano astillado	4
Pg3	162	T2	Tg	F	Grano astillado	1
		T2	Tg	C	Grano astillado	1
Pg3	163	T2	Ob	F	Grano astillado	3
		T2	Ob	C	Grano astillado	3
Pg3	164	**T2**	**Ob**	**F**	Grano astillado	**1**
		T2	**Ob**	**C**	Grano astillado	**1**
Pg3	165	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	1
Pg3	166	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	2

Pg3	167	T3	Ob	F	Grano astillado	3
		T3	Ob	C	Grano astillado	3
Pg3	168	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	3
Pg3	169	T3	Rd	F	Grano astillado	4
		T3	Rd	C	Grano astillado	3
Pg3	170	T3	Ob	F	Grano astillado	1
		T3	Ob	C	Grano astillado	1
Pg3	171	T3	Ob	F	Grano astillado	3
		T3	Ob	C	Grano astillado	2

c) Ensayo Lijado:

Nº DE ARBOL	Nº DE PROBETA	NIVEL DEL FUSTE	PLANO DE ORIENTACION	P/C	GRADO DE DEFECTO	
					LIJA Nº 60	LIJA Nº 120
Pg1	1	T1	Rd	F	1	1
		T1	Rd	C	1	1
Pg1	2	T1	Rd	F	1	1
		T1	Rd	C	1	1
Pg1	3	T1	Tg	F	1	1
		T1	Tg	C	1	1
Pg1	4	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	2	1
Pg1	5	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	6	T1	Rd	F	1	1
		T1	Rd	C	1	1
Pg1	7	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	8	T1	Tg	F	1	1
		T1	Tg	C	1	1
Pg1	9	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	10	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	11	T1	Rd	F	1	1
		T1	Rd	C	2	1
Pg1	12	T1	Rd	F	1	1
		T1	Rd	C	1	1
Pg1	13	T1	Ob	F	1	1

		T1	Ob	C	1	1
Pg1	14	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	15	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	16	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	17	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg1	18	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg1	19	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg1	20	T1	Rd	F	1	1
		T1	Rd	C	1	1
Pg1	21	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	22	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg1	23	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	24	T2	Ob	F	2	1
		T2	Ob	C	2	1
Pg1	25	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	2	1
Pg1	26	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	27	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	2	1
Pg1	28	T3	Ob	F	2	1
		T3	Ob	C	2	1
Pg1	29	T3	Tg	F	1	1
		T3	Tg	C	2	1
Pg1	30	T2	Ob	F	2	1
		T2	Ob	C	2	1
Pg1	31	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	2	1
Pg1	32	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg1	33	T1	Rd	F	2	1

		T1	Rd	C	2	1
Pg1	34	**T2**	**Ob**	**F**	**1**	**1**
		T2	**Ob**	**C**	**1**	**1**
Pg1	35	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	36	T1	Rd	F	1	1
		T1	Rd	C	1	1
Pg1	37	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg1	38	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg1	39	T2	Ob	F	2	1
		T2	Ob	C	2	1
Pg1	40	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg1	41	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg1	42	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg1	43	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg1	44	T1	Ob	F	2	1
		T1	Ob	C	2	1
Pg1	45	**T1**	**Ob**	**F**	**1**	**1**
		T1	**Ob**	**C**	**1**	**1**
Pg1	46	T1	Ob	F	2	1
		T1	Ob	C	2	1
Pg1	47	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	2	1
Pg1	48	T2	Ob	F	2	1
		T2	Ob	C	2	1
Pg1	49	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	50	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	51	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg1	52	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg1	53	T2	Tg	F	1	1

		T2	Tg	C	1	1
Pg1	54	T2	Tg	F	1	1
		T2	Tg	C	1	1
Pg1	55	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	56	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	57	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	58	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	59	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg1	60	T3	Ob	F	2	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg1	61	T3	Tg	F	1	1
		T3	Tg	C	1	1
Pg1	62	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	2	1
Pg1	63	T3	Tg	F	1	1
		T3	Tg	C	1	1
Pg1	64	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	65	**T1**	Ob	**F**	1	1
		T1	Ob	**C**	1	1
Pg1	66	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	67	T1	Rd	F	1	1
		T1	Rd	C	2	1
Pg1	68	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	69	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	70	**T1**	Ob	**F**	1	1
		T1	Ob	**C**	1	1
Pg1	71	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg1	72	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg1	73	T2	Tg	F	1	1

		T2	Tg	C	1	1
Pg1	74	T2	Tg	F	1	1
		T2	Tg	C	1	1
Pg1	75	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg1	76	T3	Tg	F	1	1
		T3	Tg	C	2	1
Pg1	77	T3	Tg	F	1	1
		T3	Tg	C	1	1
Pg1	78	T2	Tg	F	2	1
		T2	Tg	C	2	1
Pg1	79	T2	Tg	F	1	1
		T2	Tg	C	2	1
Pg1	80	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg1	81	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg1	82	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg2	83	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	2	1
Pg2	84	T1	Rd	F	1	1
		T1	Rd	C	1	1
Pg2	85	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg2	86	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg2	87	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg2	88	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg2	89	T1	Rd	F	1	1
		T1	Rd	C	1	1
Pg2	90	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg2	91	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg2	92	T2	Tg	F	1	1
		T2	Tg	C	1	1
Pg2	93	T2	Ob	F	1	1

		T2	Ob	C	1	1
Pg2	94	T2	Ob	F	2	1
		T2	Ob	C	2	1
Pg2	95	T2	Rd	F	1	1
		T2	Rd	C	1	1
Pg2	96	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg2	97	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg2	98	T3	Rd	F	2	1
		T3	Rd	C	1	1
Pg2	99	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg2	100	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg2	101	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg2	102	T3	Tg	F	1	1
		T3	Tg	C	1	1
Pg2	103	T3	Tg	F	1	1
		T3	Tg	C	1	1
Pg2	104	**T3**	**Ob**	**F**	**1**	**1**
		T3	**Ob**	**C**	**2**	**1**
Pg2	105	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg2	106	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg2	107	**T1**	**Ob**	**F**	1	1
		T1	**Ob**	**C**	1	1
Pg2	108	**T1**	**Ob**	**F**	**1**	**1**
		T1	**Ob**	**C**	**2**	**1**
Pg2	109	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg2	110	T1	Rd	F	1	1
		T1	Rd	C	1	1
Pg2	111	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg2	112	T1	Rd	F	1	1
		T1	Rd	C	1	1
Pg2	113	T2	Ob	F	1	1

		T2	Ob	C	1	1
Pg2	114	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg2	115	T3	Rd	F	1	1
		T3	Rd	C	1	1
Pg2	116	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg2	117	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg2	118	T3	Tg	F	1	1
		T3	Tg	C	1	1
Pg2	119	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg2	120	T2	Rd	F	1	1
		T2	Rd	C	1	1
Pg2	121	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg2	122	T2	Rd	F	1	1
		T2	Rd	C	1	1
Pg2	123	T2	Rd	F	1	1
		T2	Rd	C	2	1
Pg3	124	T2	Tg	F	2	1
		T2	Tg	C	2	1
Pg3	125	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg3	126	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg3	127	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg3	128	T1	Tg	F	1	1
		T1	Tg	C	2	1
Pg3	129	T1	Tg	F	1	1
		T1	Tg	C	2	1
Pg3	130	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg3	131	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg3	132	T2	Rd	F	2	1
		T2	Rd	C	2	1
Pg3	133	T2	Ob	F	2	1

		T2	Ob	C	2	1
Pg3	134	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg3	135	T2	Ob	F	2	1
		T2	Ob	C	2	1
Pg3	136	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg3	137	T2	Tg	F	1	1
		T2	Tg	C	1	1
Pg3	138	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg3	139	T3	Ob	F	2	1
		T3	Ob	C	2	1
Pg3	140	T3	Tg	F	2	1
		T3	Tg	C	2	1
Pg3	141	T3	Tg	F	1	1
		T3	Tg	C	1	1
Pg3	142	T3	Tg	F	1	1
		T3	Tg	C	1	1
Pg3	143	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg3	144	T3	Tg	F	2	1
		T3	Tg	C	2	1
Pg3	145	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg3	146	T3	Tg	F	2	1
		T3	Tg	C	2	1
Pg3	147	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg3	148	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg3	149	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg3	150	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg3	151	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	2	1
Pg3	152	T1	Ob	F	2	1
		T1	Ob	C	2	1
Pg3	153	T1	Ob	F	1	1

		T1	Ob	C	1	1
Pg3	154	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	1	1
Pg3	155	T1	Ob	F	1	1
		T1	Ob	C	2	1
Pg3	156	**T2**	**Ob**	**F**	**1**	**1**
		T2	**Ob**	**C**	**1**	**1**
Pg3	157	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg3	158	T2	Rd	F	1	1
		T2	Rd	C	1	1
Pg3	159	T2	Rd	F	1	1
		T2	Rd	C	1	1
Pg3	160	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg3	161	T2	Rd	F	2	1
		T2	Rd	C	2	1
Pg3	162	T2	Tg	F	1	1
		T2	Tg	C	2	1
Pg3	163	T2	Ob	F	1	1
		T2	Ob	C	1	1
Pg3	164	**T2**	**Ob**	**F**	**1**	**1**
		T2	**Ob**	**C**	**1**	**1**
Pg3	165	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg3	166	T3	Ob	F	2	1
		T3	Ob	C	2	1
Pg3	167	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg3	168	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg3	169	T3	Rd	F	2	1
		T3	Rd	C	2	1
Pg3	170	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	1	1
Pg3	171	T3	Ob	F	1	1
		T3	Ob	C	2	1

d) Ensayo Taladrado

N° ÁRBOL	Nº DE PROBETA	NIVEL DEL FUSTE	PLANO DE ORIENTACION	890 rpm			1580 rpm		
				RUPTURA		PROM	RUPTURA		PROM
				ENTRADA	SALIDA		ENTRADA	SALIDA	
Pg1	1	T1	Rd	2	2	2	1	1	1
Pg1	2	T1	Rd	3	2	2.5	1	1	1
Pg1	3	T2	Tg	4	5	4.5	1	3	2
Pg1	4	T2	Ob	4	3	3.5	3	3	3
Pg1	5	T3	Ob	3	2	2.5	1	2	1.5
Pg1	6	T1	Rd	1	2	1.5	1	2	1.5
Pg1	7	T1	Ob	4	4	4	3	2	2.5
Pg1	8	T1	Tg	5	3	4	2	2	2
Pg1	9	**T1**	**Ob**	**4**	**4**	4	**3**	**4**	3.5
Pg1	10	T1	Ob	4	5	4.5	1	2	1.5
Pg1	11	**T1**	**Rd**	**3**	**4**	3.5	**2**	**5**	3.5
Pg1	12	T1	Rd	3	3	3	1	3	2
Pg1	13	T1	Ob	3	5	4	2	4	3
Pg1	14	T1	Ob	3	3	3	2	3	2.5
Pg1	15	T1	Ob	4	4	4	1	3	2
Pg1	16	T1	Ob	4	5	4.5	2	5	3.5
Pg1	17	T2	Ob	3	4	3.5	2	4	3
Pg1	18	T2	Ob	3	4	3.5	2	4	3
Pg1	19	T2	Ob	2	4	3	1	4	2.5
Pg1	20	T1	Rd	3	4	3.5	2	3	2.5
Pg1	21	T1	Ob	2	5	3.5	2	3	2.5
Pg1	22	T2	Ob	4	3	3.5	4	3	3.5
Pg1	23	T1	Ob	3	4	3.5	1	3	2
Pg1	24	**T2**	**Ob**	**5**	**5**	5	**3**	**4**	3.5
Pg1	25	T2	Ob	3	4	3.5	2	3	2.5
Pg1	26	**T1**	**Ob**	**2**	**4**	3	**2**	**3**	2.5
Pg1	27	T2	Ob	5	4	4.5	4	3	3.5
Pg1	28	T3	Ob	4	4	4	3	4	3.5
Pg1	29	T3	Tg	2	3	2.5	3	5	4
Pg1	30	T2	Ob	3	3	3	1	2	1.5
Pg1	31	T3	Ob	3	3	3	1	3	2
Pg1	32	T2	Ob	2	3	2.5	2	3	2.5
Pg1	33	T1	Rd	5	5	5	1	4	2.5
Pg1	34	**T2**	**Ob**	**3**	**3**	3	**2**	**3**	2.5
Pg1	35	T1	Ob	3	3	3	1	3	2
Pg1	36	T1	Rd	2	3	2.5	1	2	1.5
Pg1	37	T3	Ob	3	3	3	1	3	2
Pg1	38	T3	Ob	2	3	2.5	3	4	3.5
Pg1	39	T2	Ob	3	5	4	2	4	3
Pg1	40	T3	Ob	3	3	3	2	3	2.5
Pg1	41	T3	Ob	2	4	3	2	4	3

Pg1	42	T3	Ob	3	4	3.5	2	3	2.5
Pg1	43	T3	Ob	3	5	4	2	4	3
Pg1	44	T1	Ob	4	3	3.5	3	3	3
Pg1	45	**T1**	**Ob**	**3**	**3**	3	**1**	**3**	2
Pg1	46	T1	Ob	2	4	3	2	4	3
Pg1	47	T1	Ob	3	4	3.5	2	3	2.5
Pg1	48	T2	Ob	3	4	3.5	2	4	3
Pg1	49	T1	Ob	3	4	3.5	2	3	2.5
Pg1	50	T1	Ob	3	4	3.5	3	3	3
Pg1	51	T2	Ob	3	4	3.5	2	4	3
Pg1	52	T2	Ob	2	4	3	1	2	1.5
Pg1	53	T2	Tg	3	4	3.5	2	3	2.5
Pg1	54	T2	Tg	2	3	2.5	1	2	1.5
Pg1	55	T1	Ob	3	4	3.5	2	3	2.5
Pg1	56	T1	Ob	2	3	2.5	1	3	2
Pg1	57	T1	Ob	4	4	4	4	4	4
Pg1	58	T1	Ob	2	5	3.5	1	3	2
Pg1	59	T3	Ob	2	4	3	2	3	2.5
Pg1	60	T3	Ob	2	4	3	1	2	1.5
Pg1	61	T3	Tg	3	3	3	2	3	2.5
Pg1	62	T3	Ob	4	4	4	2	3	2.5
Pg1	63	T3	Tg	3	3	3	2	3	2.5
Pg1	64	T1	Ob	2	3	2.5	3	3	3
Pg1	65	**T1**	**Ob**	**3**	**4**	3.5	**2**	**4**	3
Pg1	66	T1	Ob	2	3	2.5	1	2	1.5
Pg1	67	T1	Rd	2	3	2.5	1	3	2
Pg1	68	T1	Ob	3	3	3	1	3	2
Pg1	69	T1	Ob	3	4	3.5	3	3	3
Pg1	70	**T1**	**Ob**	**2**	**5**	3.5	**1**	**4**	2.5
Pg1	71	T1	Ob	2	4	3	2	4	3
Pg1	72	T2	Ob	2	4	3	1	3	2
Pg1	73	T2	Tg	2	3	2.5	2	2	2
Pg1	74	T2	Tg	3	4	3.5	1	2	1.5
Pg1	75	T3	Ob	2	3	2.5	1	3	2
Pg1	76	T3	Tg	2	5	3.5	1	3	2
Pg1	77	T3	Tg	2	3	2.5	1	3	2
Pg1	78	T2	Tg	2	4	3	1	2	1.5
Pg1	79	T2	Tg	3	3	3	1	3	2
Pg1	80	T2	Ob	2	5	3.5	2	3	2.5
Pg1	81	T3	Ob	3	3	3	1	3	2
Pg1	82	T3	Ob	3	3	3	2	2	2
Pg2	83	T1	Ob	2	3	2.5	2	2	2

Pg2	84	T1	Rd	2	3	2.5	1	3	2
Pg2	85	T1	Ob	2	3	2.5	1	3	2
Pg2	86	T1	Ob	2	4	3	1	2	1.5
Pg2	87	T1	Ob	2	3	2.5	1	2	1.5
Pg2	88	T1	Ob	3	3	3	2	3	2.5
Pg2	89	T1	Rd	2	2	2	1	2	1.5
Pg2	90	T1	Ob	2	3	2.5	1	2	1.5
Pg2	91	T2	Ob	2	2	2	1	2	1.5
Pg2	92	T2	Tg	2	3	2.5	1	2	1.5
Pg2	93	T2	Ob	1	3	2	1	1	1
Pg2	94	T2	Ob	2	4	3	1	4	2.5
Pg2	95	T2	Rd	3	4	3.5	2	3	2.5
Pg2	96	T2	Ob	2	4	3	1	3	2
Pg2	97	T2	Ob	2	3	2.5	1	3	2
Pg2	98	T3	Rd	2	3	2.5	1	2	1.5
Pg2	99	T3	Ob	1	4	2.5	1	4	2.5
Pg2	100	T3	Ob	1	3	2	1	2	1.5
Pg2	101	T3	Ob	2	4	3	1	3	2
Pg2	102	T3	Tg	3	3	3	3	3	3
Pg2	103	T3	Tg	2	3	2.5	1	2	1.5
Pg2	104	**T3**	**Ob**	**1**	**3**	2	**1**	**3**	2
Pg2	105	T1	Ob	1	3	2	1	3	2
Pg2	106	T1	Ob	2	4	3	1	3	2
Pg2	107	**T1**	**Ob**	**2**	**3**	2.5	**1**	**2**	1.5
Pg2	108	**T1**	**Ob**	**3**	**3**	3	**2**	**2**	2
Pg2	109	T1	Ob	1	2	1.5	2	1	1.5
Pg2	110	T1	Rd	1	3	2	1	3	2
Pg2	111	T1	Ob	1	2	1.5	1	2	1.5
Pg2	112	T1	Rd	2	3	2.5	1	3	2
Pg2	113	T2	Ob	2	3	2.5	1	2	1.5
Pg2	114	T3	Ob	3	3	3	2	3	2.5
Pg2	115	T3	Rd	4	4	4	2	3	2.5
Pg2	116	T3	Ob	2	4	3	1	3	2
Pg2	117	T3	Ob	2	5	3.5	1	3	2
Pg2	118	T3	Tg	3	5	4	3	3	3
Pg2	119	T2	Ob	2	4	3	1	1	1
Pg2	120	T2	Rd	1	4	2.5	1	3	2
Pg2	121	T2	Ob	4	3	3.5	2	2	2
Pg2	122	T2	Rd	1	3	2	1	2	1.5
Pg2	123	T2	Rd	2	3	2.5	1	2	1.5
Pg3	124	T1	Tg	2	2	2	2	1	1.5

Pg3	125	T3	Ob	3	4	3.5	1	3	2
Pg3	126	T1	Ob	2	3	2.5	1	3	2
Pg3	127	T1	Ob	2	3	2.5	2	2	2
Pg3	128	T1	Tg	4	3	3.5	1	2	1.5
Pg3	129	T1	Tg	2	3	2.5	2	4	3
Pg3	130	T1	Ob	2	3	2.5	1	3	2
Pg3	131	T2	Ob	3	4	3.5	2	3	2.5
Pg3	132	T2	Rd	2	3	2.5	2	2	2
Pg3	133	T2	Ob	2	3	2.5	2	2	2
Pg3	134	T2	Ob	3	3	3	2	2	2
Pg3	135	T2	Ob	2	3	2.5	1	3	2
Pg3	136	T2	Ob	2	3	2.5	1	2	1.5
Pg3	137	T2	Tg	2	2	2	1	2	1.5
Pg3	138	T2	Ob	1	2	1.5	1	2	1.5
Pg3	139	T3	Ob	2	3	2.5	1	2	1.5
Pg3	140	T3	Tg	1	4	2.5	2	3	2.5
Pg3	141	T3	Tg	1	3	2	1	3	2
Pg3	142	T3	Tg	3	4	3.5	2	3	2.5
Pg3	143	T2	Ob	3	3	3	1	3	2
Pg3	144	T3	Tg	2	5	3.5	1	4	2.5
Pg3	145	T3	Ob	1	3	2	1	2	1.5
Pg3	146	T3	Tg	2	5	3.5	1	4	2.5
Pg3	147	T1	Ob	1	4	2.5	1	3	2
Pg3	148	T1	Ob	2	3	2.5	2	3	2.5
Pg3	149	T1	Ob	2	3	2.5	1	2	1.5
Pg3	150	T1	Ob	1	2	1.5	1	2	1.5
Pg3	151	T1	Ob	2	4	3	1	3	2
Pg3	152	T1	Ob	2	4	3	2	3	2.5
Pg3	153	T1	Ob	2	4	3	1	2	1.5
Pg3	154	T1	Ob	3	3	3	2	2	2
Pg3	155	T1	Ob	2	3	2.5	2	2	2
Pg3	**156**	**T2**	**Ob**	**3**	**3**	3	**2**	**3**	2.5
Pg3	157	T2	Ob	2	4	3	2	2	2
Pg3	158	T2	Rd	2	3	2.5	2	2	2
Pg3	159	T2	Rd	2	2	2	1	2	1.5
Pg3	160	T2	Ob	2	2	2	2	2	2
Pg3	161	T2	Rd	2	4	3	1	3	2
Pg3	162	T2	Tg	2	3	2.5	3	3	3
Pg3	163	T2	Ob	2	4	3	2	3	2.5
Pg3	**164**	**T2**	**Ob**	**2**	**3**	2.5	**2**	**2**	2
Pg3	165	T3	Ob	2	3	2.5	1	2	1.5
Pg3	166	T3	Ob	2	3	2.5	1	2	1.5

Pg3	167	T3	Ob	1	3	2	1	3	2
Pg3	168	T3	Ob	2	3	2.5	2	2	2
Pg3	169	T3	Rd	2	3	2.5	2	2	2
Pg3	170	T3	Ob	3	3	3	2	3	2.5
Pg3	171	T3	Ob	2	3	2.5	2	3	2.5

e) Ensayo Torneado:

Nº PROBETA	Nº ÁRBOL	NIVEL	DEFECTOS								
			0º			15º			45º		
			GRANO ASTILLA.	GRANO ARRAN.	RUGO.	GRANO ASTILLA.	GRANO ARRAN.	RUGO.	GRANO ASTILLA.	GRANO ARRAN.	RUGO.
1	Pg1	T1	3	1	1	3	1	1	1	1	1
2	Pg1	T1	1	1	2	1	1	2	1	1	2
3	Pg1	T1	2	1	2	3	1	2	2	1	1
4	Pg1	T1	2	1	1	2	1	1	2	1	1
5	Pg1	T1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
6	Pg1	T1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Pg1	T1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	Pg1	T1	2	1	1	2	1	2	1	1	2
9	Pg1	T1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
10	Pg1	T1	3	1	1	3	1	1	2	1	2
11	Pg1	T2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
12	Pg1	T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	Pg1	T2	1	1	2	2	1	1	1	1	1
14	Pg1	T2	2	1	1	2	1	2	1	1	2
15	Pg1	T2	1	1	1	1	1	2	1	1	2
16	Pg1	T2	2	1	1	2	1	2	2	1	2
17	Pg1	T2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
18	Pg1	T2	2	1	2	1	1	1	1	1	2
19	Pg1	T2	1	1	2	1	1	1	1	1	2
20	Pg1	T2	1	1	1	1	1	2	1	1	2
21	Pg1	T3	1	1	1	1	1	1	2	1	1
22	Pg1	T3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	Pg1	T3	2	1	1	2	1	2	2	1	2
24	Pg1	T3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	Pg1	T3	1	1	2	1	1	1	1	1	2
26	Pg1	T3	1	1	1	1	1	2	1	1	2
27	Pg1	T3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	Pg1	T3	1	1	1	1	1	2	1	1	2
29	Pg1	T3	2	1	1	2	1	1	2	1	2
30	Pg1	T3	1	1	1	1	1	1	1	1	1

31	Pg2	T1	1	1	2	1	1	2	1	1	2
32	Pg2	T1	1	1	2	1	1	2	1	1	2
33	Pg2	T1	1	1	2	1	1	2	1	1	2
34	Pg2	T1	1	1	2	1	1	2	1	1	2
35	Pg2	T1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
36	Pg2	T1	2	1	1	3	1	1	2	1	1
37	Pg2	T1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
38	Pg2	T1	2	1	1	3	1	1	1	1	1
39	Pg2	T1	2	1	1	2	1	1	1	1	1
40	Pg2	T1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
41	Pg2	T2	2	1	1	2	1	1	2	1	1
42	Pg2	T2	2	1	1	2	1	1	2	1	1
43	Pg2	T2	1	1	2	1	1	2	1	1	1
44	Pg2	T2	1	1	1	1	1	2	1	1	2
45	Pg2	T2	2	1	1	2	1	1	2	1	1
46	Pg2	T2	1	1	1	2	1	1	2	1	1
47	Pg2	T2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
48	Pg2	T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
49	Pg2	T2	1	1	2	2	1	1	1	1	2
50	Pg2	T2	2	1	2	2	1	2	2	1	2
51	Pg2	T3	2	1	1	3	1	1	3	1	1
52	Pg2	T3	2	1	2	3	1	1	2	1	1
53	Pg2	T3	1	1	2	2	1	1	2	1	1
54	Pg2	T3	2	1	1	3	1	1	3	1	2
55	Pg2	T3	2	1	1	3	1	1	3	1	2
56	Pg2	T3	1	1	1	1	1	2	1	1	1
57	Pg2	T3	2	1	1	2	1	2	2	1	2
58	Pg2	T3	2	1	2	2	1	2	2	1	1
59	Pg2	T3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
60	Pg2	T3	1	1	2	1	1	1	1	1	1
61	Pg3	T1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
62	Pg3	T1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
63	Pg3	T1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
64	Pg3	T1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
65	Pg3	T1	2	1	2	2	1	2	1	1	1
66	Pg3	T1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
67	Pg3	T1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
68	Pg3	T1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
69	Pg3	T1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
70	Pg3	T1	2	1	2	2	1	2	2	1	2
71	Pg3	T2	1	1	2	1	1	2	1	1	1

72	Pg3	T2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
73	Pg3	T2	1	1	2	1	1	1	1	1	2
74	Pg3	T2	2	1	2	1	1	1	1	1	1
75	Pg3	T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
76	Pg3	T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
77	Pg3	T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
78	Pg3	T2	2	1	2	2	1	1	2	1	1
79	Pg3	T2	2	1	2	2	1	2	2	1	1
80	Pg3	T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
81	Pg3	T3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
82	Pg3	T3	2	1	2	2	1	1	2	1	1
83	Pg3	T3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
84	Pg3	T3	1	1	2	1	1	1	1	1	1
85	Pg3	T3	2	1	2	2	1	1	2	1	1
86	Pg3	T3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
87	Pg3	T3	1	1	2	2	1	1	2	1	1
88	Pg3	T3	1	1	1	1	1	1	2	1	1
89	Pg3	T3	2	1	1	2	1	2	2	1	1
90	Pg3	T3	2	1	2	2	1	1	2	1	2

UNIVERSIDAD NACIONAL
BIBLIOTECA CENTRAL
U N U

Anexo 7: Certificado de identificación botánica de panguana.

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

Herbario Regional de Ucayali

CONSTANCIA

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

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

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

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

Pucallpa. 25 de octubre del 2012

INSTITUTO VETERINARIO DE INVESTIGACIONES TROPICALES Y DE ALTURA · FMV. U.N.M.S.M. · IVITA - PUCALLPA

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

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
BIBLIOTECA CENTRAL
U N U
419 T