

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

Facultad de Ciencias Forestales



**Características de Trabajabilidad de la
Madera de Ingaina (*Myrsine oligophylla*)**

Tesis para optar el Título de
INGENIERO FORESTAL

Danny Oswald Peñaloza Macha

Lima – Perú
2005

RESUMEN

El presente estudio tiene por objeto determinar el comportamiento de la madera de *Myrsine oligophilla* (Ingaina) al corte en diferentes maquinas de carpintería; a partir de árboles provenientes de un bosque secundario de Tarapoto, de tal manera que se proporcione mejores condiciones para su industrialización y posterior incorporación a los mercados nacionales e internacionales.

Se ensaya el Cepillado bajo ángulos de corte de 15°, 25° y 35° con dos velocidades de alimentación, para determinar la mejor calidad de superficie de la madera, además de usar el rugosímetro. En el Moldurado se ensaya dos velocidades de giro. En el Taladrado se efectuaron operaciones típicas industriales con dos cargas y dos velocidades de giro. Y para el Torneado se utilizó una cuchilla de perfil especial propuesta por la norma ASTM-D-1666-99.

Los ensayos se ajustaron a dicha norma con algunas modificaciones.

En el cepillado se obtuvo excelentes calidades con un ángulo de 25° y en el moldurado con una velocidad de 7430 RPM; en el taladrado se obtuvo regular calidad con una velocidad de 780 RPM y 30 Kg y en el torneado una calidad regular con un ángulo de 15° y una velocidad de 1680 RPM.

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	V
ÍNDICE	VI
LISTA DE CUADROS	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 CONSIDERACIONES GENERALES DE LA MADERA	2
2.2 CONSIDERACIONES SOBRE TRABAJABILIDAD DE LA MADERA	2
2.2.1 Principales defectos del labrado mecanizado	2
2.2.2 Principales operaciones de corte periférico	4
2.2.3 Factores que afectan el corte de la madera	4
2.2.4 Influencia de las características de la madera en su trabajabilidad	8
2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE MYRSINE OLIGOPHYLLA	9
2.3.1 Distribución Geográfica y hábitat	9
2.3.2 Características dendrológicas	10
2.3.3 Características de la Madera	10
2.3.4 Propiedades Físico-Mecánicas de la Madera	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN	12
3.2 MATERIALES Y EQUIPO	12
3.2.1 Materiales	12
3.2.2 Equipo	18
3.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	21
3.3.1 Selección e identificación de Viguetas	21
3.3.2 Codificación de Viguetas	22
3.3.3 Secado de viguetas	22
3.3.4 Preparación de Probetas	22
3.3.5 Realización de ensayos	24
3.3.6 Evaluación de probetas	27
3.3.7 Estudio Estadístico de los Grados de Calidad	34
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1 GRADOS PROMEDIOS DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS ENSAYOS DE TRABAJABILIDAD CON LA MADERA DE INGAINA	37
4.1.1 Ensayo de Cepillado	37
4.1.2 Ensayo de Moldurado	40
4.1.3 Ensayo de Taladrado	43
4.1.4 Ensayo de Torneado	46
4.2 VARIABILIDAD DE LA CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS ENSAYOS DE TRABAJABILIDAD	49
4.3 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS ENSAYOS DE TRABAJABILIDAD	51
4.3.1 Ensayo de Cepillado	51
4.3.2 Ensayo de Moldurado	51
4.3.3 Ensayo de Taladrado	53
4.3.4 Ensayo de Torneado	53

5. CONCLUSIONES	56
6. RECOMENDACIONES	57
ANEXO 1	61
CARACTERISTICAS DASOMETRICAS DE LOS ARBOLES SELECCIONADOS	61
ANEXO 2	62
FORMATOS UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS DE CEPILLADO, MOLDURADO TALADRADO Y TORNEADO	62
ANEXO 3	68
CONSTANCIA DE IDENTIFICACION DE LAS PROBETAS DE INGAINA EVALUADAS	68
ANEXO 4	70
GRADOS INDIVIDUALES DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS DIFERENTES ENSAYOS DE CEPILLADO CON LA MADERA DE INGAINA	70
ANEXO 5	77
VALORES INDIVIDUALES DE RUGOSIDAD EN LA MADERA CEPILLADA DE INGAINA.....	77
ANEXO 6	84
GRADOS INDIVIDUALES DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS DIFERENTES ENSAYOS DE MOLDURADO CON LA MADERA DE INGAINA	84
ANEXO 7	87
GRADOS INDIVIDUALES DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS DIFERENTES ENSAYOS DE TALADRADO CON LA MADERA DE INGAINA	87
ANEXO 8	92
GRADOS INDIVIDUALES DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS DIFERENTES ENSAYOS DE TORNEADO CON LA MADERA DE INGAINA.....	92
ANEXO 9	99
FOTOGRAFIAS	99
ANEXO 10	104
ANALISIS DE VARIANCIA DE LA CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS ENSAYOS DE CEPILLADO, MOLDURADO, TALADRADO Y TORNEADO.....	104

Lista de cuadros

	Página
CUADRO 1	NÚMERO DE PROBETAS UTILIZADAS.23
CUADRO 2	TABLA DE EVALUACIÓN PARA LA CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS ENSAYOS DE TRABAJABILIDAD.28
CUADRO 3	FACTORES DE CONVERSIÓN DE DEFECTOS SEGÚN LA SEVERIDAD EN LOS ENSAYOS DE TRABAJABILIDAD30
CUADRO 4	GRAVEDAD DE LOS DEFECTOS DE CEPILLADO.32
CUADRO 5	GRADOS PROMEDIOS DE CALIDAD DE SUPERFICIE Y RUGOSIDAD EN EL CEPILLADO POR PLANO DE CORTE, SEGÚN ÁNGULO DE CORTE Y VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN.38
CUADRO 6	GRADOS PROMEDIOS DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN EL MOLDURADO POR PLANO DE CORTE SEGÚN VELOCIDAD ANGULAR.41
CUADRO 7	GRADOS PROMEDIOS DE CALIDAD DE SUPERFICIE Y TIEMPOS PROMEDIOS DE PENETRACIÓN EN EL TALADRADO POR PLANO DE CORTE SEGÚN VELOCIDAD ANGULAR Y CARGA DE PENETRACIÓN.44
CUADRO 8	GRADOS PROMEDIOS DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN EL TORNEADO SEGÚN ÁNGULO DE CORTE Y VELOCIDAD ANGULAR.47
CUADRO 9	VARIABILIDAD DE GRADO PROMEDIO DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS ENSAYOS DE CEPILLADO, MOLDURADO, TALADRADO Y TORNEADO.50
CUADRO 10	RESUMEN DE LOS ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS ENSAYOS DE TRABAJABILIDAD.52
CUADRO 11	PRUEBA COMPARATIVA DE TUCKEY PARA LOS PLANOS DE CORTE EN EL ENSAYO DE CEPILLADO.55
CUADRO 12	PRUEBA COMPARATIVA DE TUCKEY PARA LOS ÁNGULOS DE CORTE EN EL ENSAYO DE CEPILLADO.55
CUADRO 13	PRUEBA COMPARATIVA DE TUCKEY PARA LOS ÁNGULOS DE CORTE EN EL ENSAYO DE TORNEADO.55

Lista de figuras

	Página
FIGURA 1	ÁNGULOS DE CORTE PARA ENSAYOS DE CEPILLADO.....14
FIGURA 2	BROCA PARA ENSAYO DE TALADRADO15
FIGURA 3	CUCHILLA PARA ENSAYO DE TORNEADO17
FIGURA 4	CUCHILLA PARA ENSAYO DE MOLDURADO16
FIGURA 5	PLANTILLA PARA PRUEBA DE TALADRADO26
FIGURA 6	ZONAS DE EVALUACIÓN EN PROBETAS DE MOLDURADO.33
FIGURA 7	GRADOS PROMEDIOS DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN EL CEPILLADO POR PLANO DE CORTE, SEGÚN ÁNGULO DE CORTE Y VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN.39
FIGURA 8	GRADOS PROMEDIOS DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN EL MOLDURADO POR PLANO DE CORTE SEGÚN VELOCIDAD ANGULAR.42
FIGURA 9	GRADOS PROMEDIOS DE CALIDAD DE SUPERFICIE Y TIEMPOS PROMEDIOS DE PENETRACIÓN EN EL TALADRADO POR PLANO DE CORTE SEGÚN VELOCIDAD ANGULAR Y CARGA DE PENETRACIÓN.45
FIGURA 10	GRADOS PROMEDIOS DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN EL TORNEADO SEGÚN ÁNGULO DE CORTE Y VELOCIDAD ANGULAR.48
FIGURA 11	GRANO ARRANCADO EN LA MADERA CEPILLADA CON ÁNGULO DE CORTE DE 25°100
FIGURA 12	DEFECTOS DE LA MADERA MOLDURADA101
FIGURA 13	GRANO ASTILLADO Y GRANO LEVANTADO EN LA MADERA TALADRADA102
FIGURA 14	GRANO ASTILLADO EN LA MADERA TORNEADA.103

1. INTRODUCCIÓN

El principal problema ambiental y económico en la amazonía es la deforestación causada principalmente por las actividades de agricultura migratoria y ganadería. Sin embargo, esta pérdida redundante actualmente en el surgimiento de bosques secundarios con numerosas especies de rápido crecimiento, que a pesar de presentarse en volúmenes importantes son de escaso valor comercial. Una forma de contribuir a darles un valor económico es explorando sus potencialidades de uso mediante la aplicación de tecnologías industriales para la fabricación de productos con valor agregado.

Las ventajas comparativas que ofrecen los bosques secundarios y la gran extensión de áreas intervenidas y en muchos casos abandonadas, conllevan a su aprovechamiento y utilización inmediata, actividad que será poco factible sin un gran esfuerzo en investigación de diversas características tecnológicas de la madera, entre las cuales su trabajabilidad es básica para una producción industrial con calidad en los procesos de transformación secundaria de la madera. Precisamente en los bosques secundarios de la Región San Martín una de las especies promisorias es la “Ingaina” (*Myrsine oligophylla*) la cual en la actualidad carece de este tipo de estudios.

El presente trabajo evalúa el comportamiento de la madera de *Myrsine oligophylla* al cepillado, moldurado, taladrado y torneado; a partir de árboles provenientes de un bosque secundario de Tarapoto, de tal manera que se proporcionen bases técnicas y mejores condiciones para su corte en las diferentes máquinas de carpintería y su posterior incorporación a los mercados nacionales e internacionales.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CONSIDERACIONES GENERALES DE LA MADERA

Ninin (17) señala que una madera es homogénea, cuando su estructura y la composición de las fibras, resulta uniforme en cada una de sus partes, y son poco homogéneas las maderas con radios medulares muy desarrollados.

Gutiérrez (10) establece que a mayor diámetro de los poros, las maderas poseen una menor resistencia mecánica, o sea que existe una relación inversa, entre el diámetro de los poros y las propiedades mecánicas; o directa, entre el número de poros y resistencia mecánica.

2.2 CONSIDERACIONES SOBRE TRABAJABILIDAD DE LA MADERA

2.2.1 PRINCIPALES DEFECTOS DEL LABRADO MECANIZADO

Tuset y Duran (25) admiten que los defectos de la madera generan variaciones en su calidad, las cuales determinan limitaciones en las aplicaciones posibles del material haciendo inferior su valor comercial.

Koch, citado por Taquire (23) y Ninin (17) explican que el grano arrancado se produce cuando los efectos corren por debajo del plano de corte, formándose el tipo de viruta I cuando la herramienta entra en la pieza mientras la madera es comprimida en forma local y no uniforme hasta que la cara de la herramienta entre en contacto con la superficie entera de la sección transversal de la viruta no deformada; a medida que la herramienta continua en movimiento, la madera en la zona por delante de ella queda sometida a mas compresión paralela al grano y a clivaje en la zona de filo. Al continuar el avance de la herramienta, la viruta quebrada se mueve hacia arriba sobre la cara de corte hasta que el filo consigue nuevamente una zona de madera sin deformar, en donde comienza otro ciclo.

JUNAC (14) precisa que la presencia y gravedad del grano arrancado es función de la densidad, siendo así que tiende a presentarse en maderas de mayor densidad. Louisiana State University Agricultural Center (15) agrega que el grano arrancado se presenta al extraer pequeñas piezas de madera con las cuchillas, causadas por una velocidad de alimentación demasiado rápida.

Koch, citado por Taquire (23) afirma que el grano velloso ocurre cuando la herramienta produce fallas de compresión y de cizallamiento en la madera por delante del filo. Zavala (27) considera que el grano velloso se asocia con la presencia de madera en tensión, y que se presenta en todos los ensayos de maquinado.

Zavala (27) señala que el grano levantado se presenta en la madera en tensión cuando se cepilla la madera en sentido opuesto al grano y se relaciona con la variación de las características de los anillos de crecimiento. Louisiana State University Agricultural Center (15) acota que el grano levantado se produce por aflojamiento del grano en la superficie de la madera.

Zavala (27) sostiene que el grano astillado se genera debido al grano inclinado y también a la presencia del grano irregular alrededor de los nudos.

Louisiana State University Agricultural Center (15) afirma que el grano comprimido es causado por la viruta que se enrosca en la hoja de la cuchilla y es empujada hacia la superficie de la madera.

2.2.2 PRINCIPALES OPERACIONES DE CORTE PERIFÉRICO

Según Ninin (17) el corte periférico es un proceso de corte rotatorio en el cual la madera es removida en forma de virutas individuales que se forman por la acción intermitente de cuchillas colocadas en un porta-cuchilla con movimiento rotatorio sobre la madera, obteniéndose una superficie resultante constituida por una serie de marcas de cuchillas individuales generadas por la acción sucesiva de cada cuchilla. También explica que el labrado mecanizado de la madera se efectúa para dar forma y calidad de superficie a materiales semielaborados mediante el cepillado, el moldurado de madera aserrada, el lijado de tableros aglomerados, el taladrado de elementos estructurales para uniones. De otro lado sostiene que en el labrado mecanizado se persiguen cuatro metas fundamentales:

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

2.2.3 FACTORES QUE AFECTAN EL CORTE DE LA MADERA

De acuerdo a Ninin (17), los factores que afectan la resistencia de la madera al corte se agrupan como sigue:

a) Factores inherentes a la madera:

- Especies

- Contenido de humedad
- Temperatura de la madera
- Coeficiente de fricción en corte
- Orientación del grano

b) Factores inherentes a las condiciones de corte:

- Ancho de corte
- Profundidad de corte
- Velocidad de corte
- Velocidad de alimentación

c) Factores inherentes a la herramienta:

- Angulo de corte o ataque
- Angulo de hierro o de la herramienta
- Angulo libre
- Calidad de filo

Vignote y Jiménez (26) afirman que los defectos de superficies causados por la cuchilla obedecen a la velocidad de avance y a la profundidad de corte; a medida que aumenta la velocidad de avance de la madera, aumenta el paso de la ondulación y la apariencia del defecto. De forma similar, aumentando la profundidad de corte, aumenta la irregularidad de la superficie y pierde calidad el trabajo. Agregan que el corte con cuchilla se debe realizar en la misma dirección del grano para evitar que la madera se fisure y se produzca el defecto denominado grano levantado.

French (9) sostiene que el número de cuchillas en el cabezal, las RPM del cabezal, la velocidad de alimentación y los ángulos de corte, dependen de las especies a cortarse. Recomienda en el caso de maderas de densidad mediana diferentes ángulos de corte: de 15 a 20°, para marcas de cuchilla de 3,5 a 4,7 por centímetro y una velocidad de alimentación de 59 a 44 m/min.; y de 25° para marcas de cuchillas de 3,5 a 4,3 por cm. y una velocidad de 59 a 48 m/min.

Ninin (17) señala que los diferentes mecanismos de falla generados en la madera producen distintos tipos de viruta, a los cuales corresponden calidades de superficie resultante, de otro lado asegura que la ocurrencia de los tipos de viruta depende de la especie, de algunas de sus características anatómicas, de su densidad y de algunas de sus propiedades mecánicas.

Scheelje (21) concluye para la madera de tornillo que con un ángulo de corte de 25° se obtiene una buena calidad de cepillado independientemente de la velocidad de alimentación; además la calidad de la superficie cepillada disminuye conforme aumente la densidad y se incremente el ángulo de corte. Con respecto al taladrado, la calidad de la perforación tiende a mejorar a medida que disminuye la carga y el tiempo de penetración de la broca.

El Laboratorio Británico de Investigación en Productos Forestales citado por Sato (20) concluye que los factores más importantes en el cepillado de maderas latifoliadas son: velocidad de alimentación, velocidad de corte y ángulo de corte; de igual forma indica que la velocidad de alimentación se escoge en relación al 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 madera.

Sato (20) precisa que el porta-cuchillas tiene un ángulo de corte fijo para una cuchilla estándar, este ángulo no puede aumentarse pero si reducirse por un afilado en la cara de corte llamado bisel frontal o bisel de corte, aunque a medida que se reduce el ángulo de corte la necesidad de potencia aumenta. Reporta para el cepillado de la moena un grado promedio regular con un ángulo de corte de 35° que se mejora cuando se reduce el ángulo de corte. Agrega que la madera de la especie copal y yacushapana, mejoran en calidad de superficie cuando se reduce el ángulo de corte de 30°.

El mismo autor (20) explica que la sección longitudinal de las maderas ensayadas en moldurado tienen un acabado excelente o bueno, debido a que se utilizó un ángulo de corte de 0°, o sea el límite donde la cuchilla corta y raspa; en el ensayo de taladrado las maderas de moena, cachimbo, uvilla y marupá mejoran en calidad al aumentarse de 1600 a 2700 RPM.

JUNAC (14) señala que la velocidad óptima de alimentación en el cepillado de maderas con densidad básica de 0,61 a 0,70 g/cm³ es de 5,4 m/min. y que es más recomendable cepillar a favor del grano y utilizar un ángulo de corte de 15°. En relación al moldurado establece que hay una mayor tendencia a la astilladura en el corte simple, debido en parte a la menor densidad de la madera, lo que produciría una mayor adherencia entre los filos de la herramienta y la madera.

El mismo autor (14) sostiene que los tiempos de penetración en el taladrado varían directamente con la densidad básica e inversamente con las velocidades angulares de la broca, debido a que las maderas de mayor densidad acarrearán mayores esfuerzos, por lo tanto mayores dificultades; de allí que en maderas duras el taladrado debe realizarse reduciendo la velocidad angular. En cuanto al torneado indica que el grano arrancado es mayor en las maderas de más alta densidad, mientras que la vellosidad se presenta en maderas de menor densidad.

Emary (7) y Harriague (11) precisan que la calidad de cepillado mejora en la medida que disminuya la velocidad de avance.

Emary (7) y Herrera (12) explican que cuando en la superficie se genera un menor número de marcas de cuchilla, más pequeñas y menos profundas, se obtiene mejor acabado en el cepillado.

Spence (22) afirma que mientras más alta sea la velocidad de avance, más rápido se cepillará la tabla, pero el cepillado será burdo. Una velocidad de avance lenta dejará un cepillado más liso, pero reducirá la producción, así mismo recomienda una velocidad de avance de 6m/min. para un cepillado de alta calidad.

Según Lluncor (16) el defecto de grano veloso se podría eliminar aumentando la velocidad del cabezal y en el caso del defecto de grano arrancado se puede reducir o eliminar disminuyendo el ángulo de corte, o reduciendo la velocidad de alimentación. Referente a los planos de corte, el defecto de grano arrancado es más notorio en el plano radial. En cuanto al taladrado, los tiempos de penetración y la calidad del orificio se mejoran al aumentar la velocidad de giro; de otro lado el grano astillado mayormente se presenta en especies de mayor densidad.

2.2.4 INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA EN SU TRABAJABILIDAD

Forintek (8) y Zavala (27) destacan que el peso específico o densidad de la madera está relacionado con las características de trabajabilidad. Zavala (27) agrega que también existe una influencia directa en dichas características de las siguientes propiedades tecnológicas:

- La orientación del hilo
- La textura de la madera
- El tipo de porosidad y sus características

- La variación de los anillos de crecimiento, específicamente la variación entre la madera de primavera y verano.

Ninin (17) indica que la estructura anatómica, composición química y propiedades físico-mecánicas se interrelacionan al momento del labrado mecanizado; explicando que la estructura anatómica facilita o dificulta las fallas a nivel celular, según la abundancia o escasez de células de baja resistencia, la distribución crítica de los elementos potenciales de falla, la inclinación de grano.

Koch, citado por Taquire (23) enfatiza que 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 entrecruzado, se presenta en la superficie radial en forma de bandas alternas, una a favor y otra en contra del grano; al ser cepilladas se produce grano arrancado en las bandas contra el grano. Las maderas en compresión que generalmente tienen fibras en ángulos helicoidales son difíciles de cepillar, así como las maderas en tensión producen vellosidades en la superficie cepillada.

Bernui (3) señala que un elevado contenido de humedad de la madera reduce notablemente su dureza y rigidez; y que en el caso de abrasividad notable, reduce considerablemente el proceso de desgaste de los filos.

2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE MYRSINE OLIGOPHYLLA

2.3.1 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y HÁBITAT

De acuerdo a Tello (24) esta especie se distribuye en los Departamentos de Cajamarca, Amazonas, Junín y La Libertad y se desarrolla desde los 800 m hasta los 1600 m de altitud, con una precipitación promedio de 1000 mm.

2.3.2 CARACTERÍSTICAS DENDROLÓGICAS

Tello (24) describe a esta especie como un árbol de mas de 15 m de altura y 25 cm de diámetro; raíces redondas, fuste cilíndrico, ramificación monopodial; corteza externa liza, ritidoma suberoso de color plomizo con presencia de líquenes de una apariencia blanquecina otras de color naranja; de corteza interna de color blanco cremoso, textura areno fibrosa de consistencia pegajosa, con un espesor de corteza de 5-9 mm que exuda abundante savia de color marrón oscuro al ser cortada.

2.3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

Chavesta (5) caracteriza a la madera, como de color rojo a rosado claro en condición seca al aire, no existiendo diferencia entre albura y duramen; de grano recto y textura fina. Destaca la presencia de los siguientes elementos: parénquima longitudinal de tipo paratraqueal vasicéntrico visible en la sección transversal con lupa de 10 aumentos y que en la sección longitudinal presenta de 5 a 8 células por hilera; radios anchos o gruesos visibles a simple vista y radios finos visibles con lupa de 10 aumentos en la sección transversal, en promedio 2/mm en la sección tangencial, multiseriados, de 2 a 8 mm con mas de 80 células de altura; fibras de longitud promedio de 1251 μm clasificadas como medianas y espesor de pared de 7 μm clasificada como gruesa y no estratificada.

Détienne y Jacquet (6) hacen una descripción anatómica a nivel de genero, indicando que la madera es de color marrón-rosado, con poros difusos, solitarios y multiradiales de 2 ó 3, numerosos (25 a 50 por mm^2) y finos (70 a 100 μm); parénquima escaso formado en filas de 2

a 4 células; radios poco numerosos (2-3 por mm), muy altos (hasta 10 mm.) y muy largos (5-12 series) de estructura muy heterogénea; presencia de células repletas de mucílago rojo-anaranjado; fibras finas y con puntuaciones simples.

2.3.4. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MADERA.

Acevedo y Condori (1) clasifican a la madera por su densidad básica de $0,63 \text{ g/cm}^3$ en el Grupo IV como de alta densidad básica que en condición seca al aire posee una densidad de $0,77 \text{ g/cm}^3$. También reportan los siguientes valores de resistencia mecánica: carga de ruptura al cizallamiento $97,82 \text{ kg/cm}^2$; carga de ruptura a la flexión estática $594,76 \text{ kg/cm}^2$; compresión perpendicular $42,33 \text{ kg/cm}^2$; clivaje $69,7 \text{ kg/cm}$, módulo de elasticidad $114,11 \text{ tn/cm}^2$ y dureza lateral $547,07 \text{ kg/cm}^2$.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente estudio se realizó en el Taller de Trabajabilidad de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

3.2 MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1 MATERIALES

A. Madera

Probetas para ensayos de trabajabilidad preparadas con madera proveniente de bosques secundarios del Departamento de San Martín de la especie que sigue a continuación.

Nombre científico: *Myrsine oligophylla*

Sinonimia: *Rapanea oligophylla* (Zalbruckner)

Nombres comunes: Ingaina (Tarapoto), Toche, Guayache (Jaén, San Ignacio)

Familia: Myrsinaceae

B. Cuchillas para Cepilladora

Tres juegos de cuchilla de acero rápido con los ángulos graficados en la figura N° 01, distribuidas como sigue:

- Juego de 03 cuchillas estándares para un ángulo de corte de 35°.
- Juego de 03 cuchillas preparadas con un bisel frontal de 10° para un ángulo de corte de 25°.
- Juego de 03 cuchillas preparadas con un bisel frontal de 20° para un ángulo de corte de 15°.

C. Cuchilla para Moldurado

De una sola pieza preparada con la forma mostrada en la figura N° 04.

D. Broca para Taladrado

De acero rápido (HSS), de 12,5 mm (1/2") de diámetro, de doble hélice sin alas con ángulo de afilado en la punta de 45°; tal como se muestra en la figura N° 02.

E. Cuchilla para Torneado

De una sola pieza y preparada con el perfil especial; mostrado en la figura N° 03.

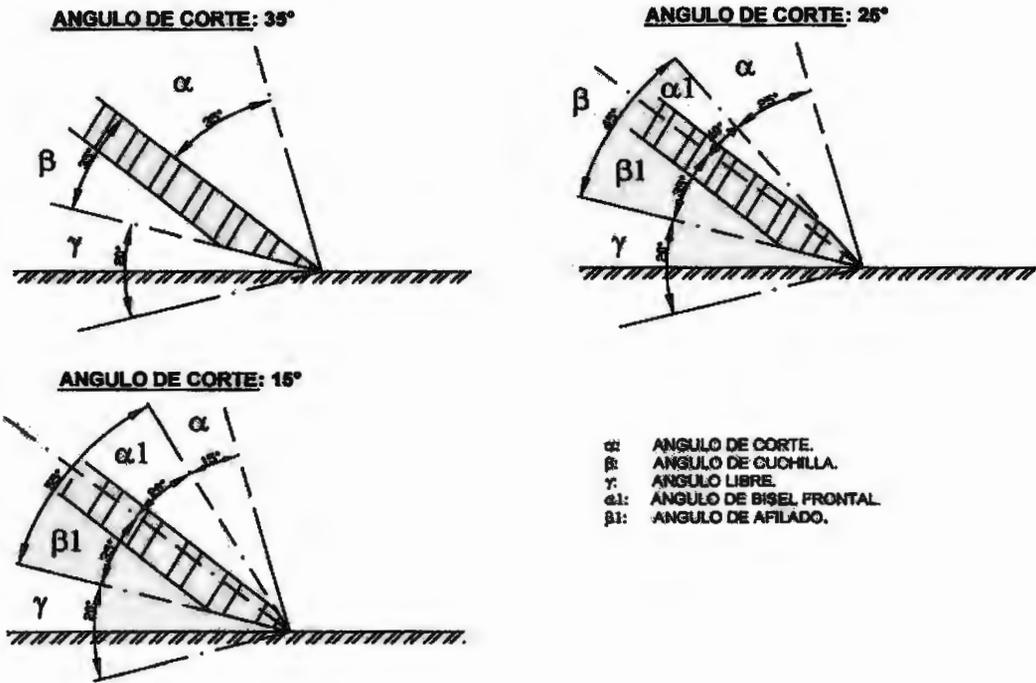


Figura 1 Ángulos de Corte para ensayos de Cepillado

Fuente: Scheelje (21)

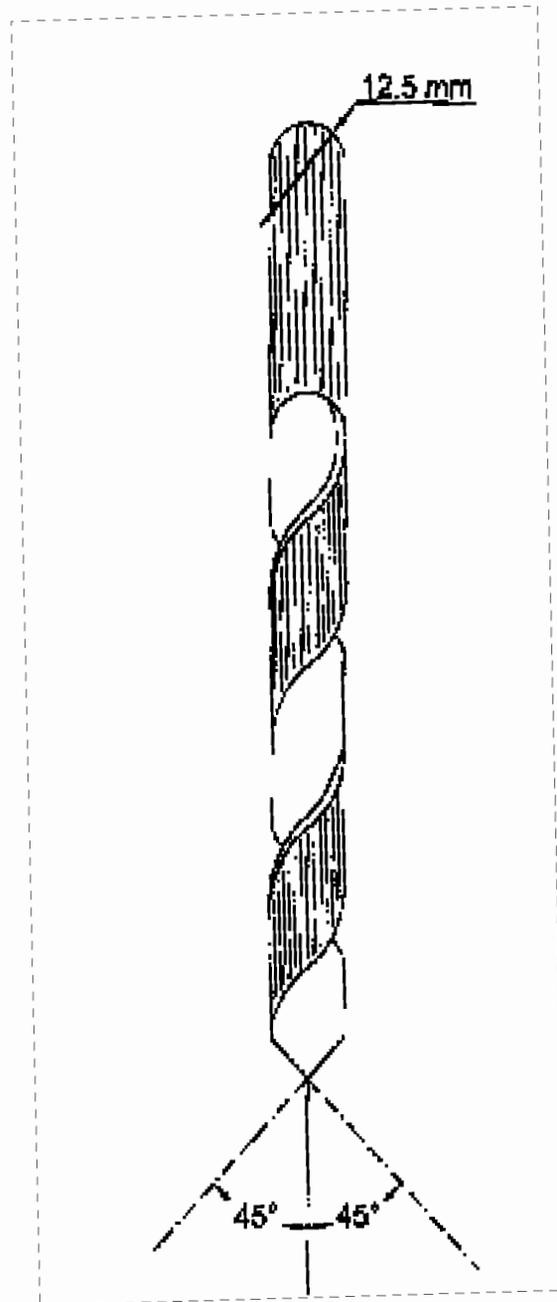


Figura 2 Broca para ensayo de Taladrado

Fuente: Scheelje (21)

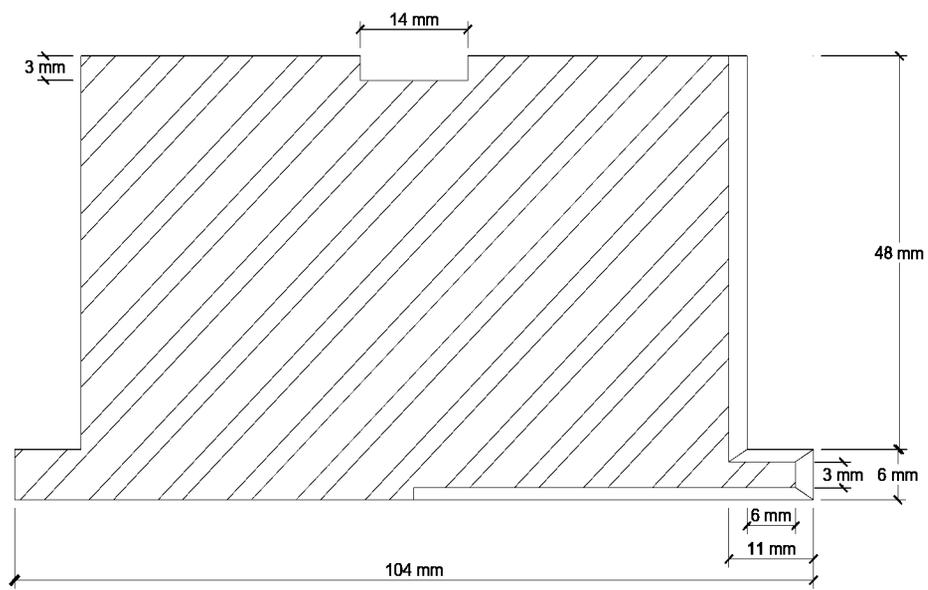


Figura 3 Cuchilla para ensayo de Moldurado

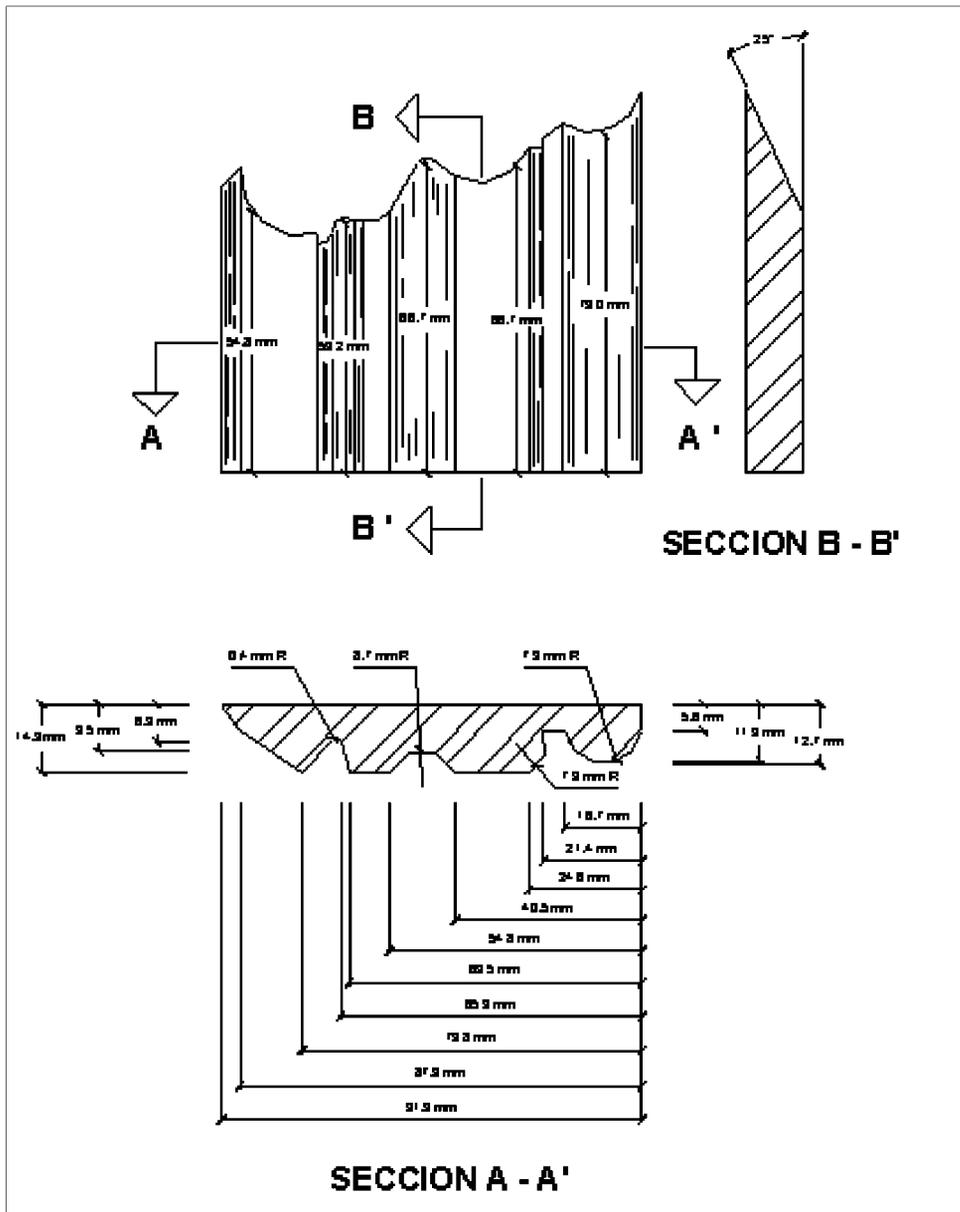


Figura 4 Cuchilla para ensayo de Torneado

Fuente: ASTM (2)

F. Formularios de registro y evaluación de ensayos

Con los formatos mostrados en el anexo N° 02, de acuerdo al tipo de ensayo.

3.2.2 EQUIPO

A. De preparación de probetas

- Maquinas de carpintería: Garlopa, sierra circular, cepilladora y sierra radial.
- Herramientas auxiliares: Cinta métrica, escuadra, lápiz de cera.

B. De preparación de cuchillas

- Afiladora de cuchillas
- Herramientas auxiliares: Nivel, falsa escuadra, transportador.

C. De ensayo

- Cepilladora Wadkin Bursgreen, con las especificaciones que a continuación se detallan:

N° de caras 1

Ancho de mesa 300 mm

Diámetro de portacuchillas 100 mm

Numero de cuchillas 3

Velocidad angular 5000 RPM

Velocidad de alimentación 5 y 10 m/min

- Tupí marca SICM-Chambon, con las especificaciones que a continuación se detallan:

N° de ejes 1

Velocidad angular 3750, 7430, 9750 RPM

Diámetro de portacuchilla 120 mm

Mesa 800 mm x 800 mm

- Taladro de pedestal marca Bimak modelo 25/e con las especificaciones que a continuación se detallan:

Potencia 1 Hp

Mesa 135 mm x 180 mm

Velocidad angular 770, 1400, 1980 RPM

Diámetro del eje 70 mm

- Torno manual Wadkin Bursgreen con las especificaciones que a continuación se detallan:

Diámetro de volteo 300 mm

Longitud máxima entre puntas 950 mm

Longitud total de banco 1150 mm

Altura del piso al eje 1000 mm

Velocidad angular 500, 950, 1680, 2820 RPM.

D. De medición y control

- Higrómetro de contacto Wagner L 609
- Cronómetro Casio
- Vernier digital Mitutoyo de 0,01 mm de precisión
- Tacómetro digital Mitutoyo de 1 RPM de precisión
- Rugosímetro Mitutoyo de 0,01 μm de precisión
- Balanza de Pie B.C con una precisión de 0,1 g
- Pesas de 5 kg.
- Cuchilla
- Lupas de 10x y 22x

E. De procesamiento de datos e imágenes

- Microcomputadora Pentium IV con los programas Microsoft Office, Minitab y Autocad.

3.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

Se siguieron las estipulaciones de la Norma ASTM-D-1666-87 “Standard Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood-Base Materials” (2) en lo referente al ensayo de torneado, adecuando la velocidad de ensayo de 3200 RPM a las velocidades disponibles en el torno descrito en 3.2.2 C y probando dos ángulos de corte adicionales al de 0°. Teniendo en cuenta que el resto de la maquinaria disponible no cumple con las especificaciones establecidas por la norma aludida se adoptó las modificaciones de equipo y maquinaria propuestas por la JUNAC (13) para las maderas tropicales.

3.3.1 SELECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE VIGUETAS

Se seleccionaron al azar cinco árboles, a partir de los cuales se obtuvieron viguetas de diferentes niveles de altura correspondientes a las partes basal e intermedia del fuste. De cada árbol seleccionado se prepararon 6 viguetas de 6 cm. x 11 cm. x 1.5 m, orientados en tres planos de corte: Tangencial (2 viguetas), Radial (2 viguetas) y Oblicuo (2 viguetas).

La identificación de la madera estuvo a cargo de la sección de Anatomía de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Las características dasométricas de los árboles seleccionados se muestran en el anexo N° 01.

3.3.2 CODIFICACIÓN DE VIGUETAS

Cada vigueta se identificó con un código compuesto por 2 letras que indica la especie; un dígito que indica el número del árbol; una letra que indica la posición dentro del árbol y 2 letras que indican la orientación del corte, por ejemplo: In - 3B -Tg.

3.3.3 SECADO DE VIGUETAS

Las viguetas se secaron al aire, hasta un contenido de humedad de 11% a 14%, medido con un higrómetro de contacto ajustado para la especie.

3.3.4 PREPARACIÓN DE PROBETAS

Las viguetas se escuadraron en una cara y un canto, alisándose mediante una garlopa mecánica, para luego rectificar la orientación codificada en cada tabla antes de proceder al dimensionamiento de las probetas requeridas por cada tipo de ensayo, siguiendo las estipulaciones establecidas por la JUNAC (13). El número de probetas preparadas y sus dimensiones se detallan en el cuadro N° 01.

Para los ensayos de cepillado, moldurado y taladrado, se prepararon las probetas en los tres planos de corte (tangencial, oblicuo y radial). Finalmente las probetas obtenidas para cada tipo de ensayo se codificaron con el número de árbol y el tipo de corte.

Cuadro 1 Número de Probetas utilizadas.

ENSAYO	Dimensiones de la Probeta (cm.)	Número de Árboles	Número de probetas por árbol	Número total
Cepillado	4 x 10 x 100	5	3	15
Moldurado	2 x 7,5 x 100	5	3	15
Taladrado	2,5 x 10 x 30	5	3	15
Torneado	2 x 2 x 12,5	5	12	60

Fuente: Elaboración Propia

3.3.5 REALIZACIÓN DE ENSAYOS

Se efectuaron cortes de cepillado, moldurado, taladrado y torneado, los cuales constituyen operaciones frecuentes en la industria de transformación secundaria de la madera. El procedimiento seguido para cada ensayo se detalla a continuación:

A. Cepillado

Los cortes de cepillado se efectuaron a una profundidad de 2 mm cada uno hasta alcanzar un espesor mínimo de 16 mm de acuerdo a los siguientes pasos:

- a) Se determinó el contenido de humedad al inicio del ensayo mediante un Higrómetro de contacto.
- b) Se ensayó los tres planos de corte (radial, tangencial y oblicuo) para cada árbol evaluado.
- c) Se marcó el extremo de cada probeta para indicar la dirección de alimentación y el lado que acababa de ser procesado.
- d) Todas las probetas fueron cepilladas por ambas caras, realizando el corte a favor del grano para cada ángulo de corte probado.
- e) Se ensayaron tres juegos de cuchillas: uno con 35° de ángulo de corte (ángulo estándar del portacuchilla), niveladas y colocadas de la manera usual y los otros juegos con ángulos de corte de 15° y de 25°, utilizándose para cada juego 2 velocidades de alimentación, una de 5 m/min y la otra de 10 m/min.
- f) Se calcularon las marcas de cuchilla correspondiente a las dos velocidades de alimentación, empleando la siguiente formula: $M = (\omega \times N) / V \times 100$

Donde:

M = Número de marcas de cuchilla por cm

ω = Velocidad angular del cabezal portacuchilla en RPM

N = Número de cuchillas en el cabezal

V = Velocidad de avance en m/min.

B. Moldurado

Los cortes de moldurado se realizaron con cuchillas preparadas con un ángulo de filo de 40° . También se empleó una guía especial con la finalidad de que la operabilidad se realice sin riesgo y que la probeta no vibre al momento del ensayo. Todas las probetas fueron ensayadas a favor del grano con un ángulo de corte de 0° , las cuales fueron desvastadas con el tupí y con la ayuda de la guía.

C. Taladrado

Se efectuaron cuatro agujeros por probeta; dos a una velocidad de 770 RPM y dos a 1400 RPM, utilizándose en ambas velocidades una carga de penetración de 15 kg. y otra de 30 kg. La ubicación correcta de cada uno de los agujeros se marcó por medio de una plantilla como se muestra en la figura N° 05. Las perforaciones se realizaron sin ningún respaldo ya que se evalúa también la salida de la broca. La operación de taladrado se repitió en los tres planos de corte (radial, tangencial y oblicuo), controlándose adicionalmente el tiempo de penetración de la broca.

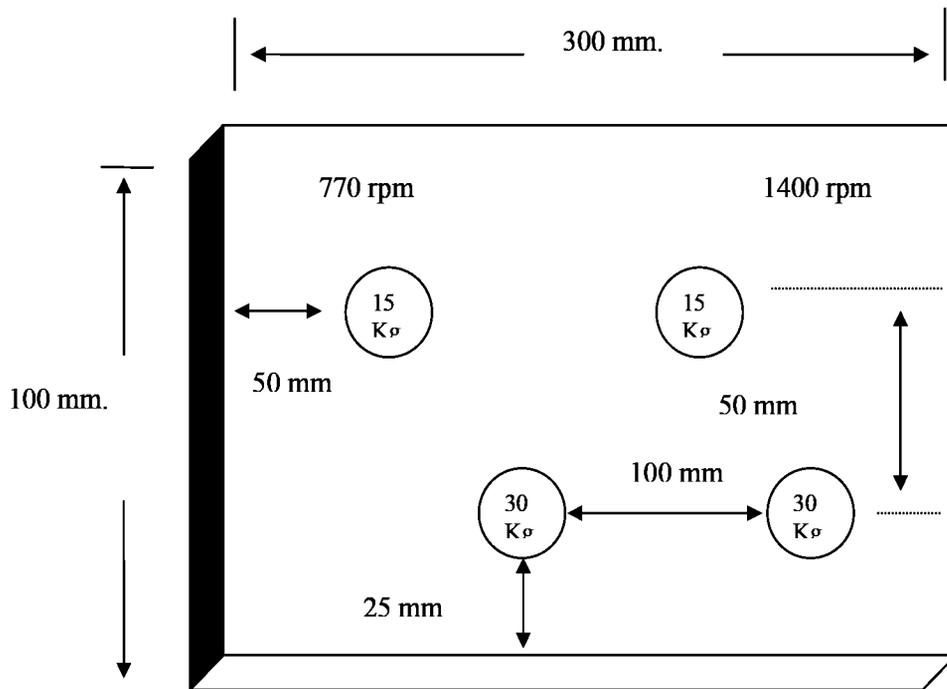


Figura 5 Plantilla para prueba de Taladrado

D. Torneado

Se ensayaron las probetas sin diferenciar la orientación de corte a una velocidad aproximada de 1680 RPM y 2820 RPM, empleando una cuchilla de perfil especial propuesta por la Norma ASTM D-1666-87 (2), con un ángulo de cuchilla de 25°.

3.3.6 EVALUACIÓN DE PROBETAS

La evaluación se efectuó inspeccionando la severidad del defecto en la superficie maquinada de cada probeta según su plano de corte, para lo cual se cuantificó la extensión y gravedad de cada defecto observado por tipo de ensayo; de tal manera que las probetas puedan clasificarse de acuerdo a una escala de 5 grados de calidad establecidos en base a la severidad del defecto dominante.

La calidad de la superficie evaluada por cada probeta se obtuvo aplicando la tabla del cuadro N° 02 a los defectos encontrados en cada ensayo. Luego de clasificar la calidad de la probeta por cada defecto presente, se asignaron los grados correspondientes a la calidad de superficie observada, utilizando para ello la siguiente escala:

<u>CALIDAD</u>	<u>GRADO</u>
Excelente (Defecto muy leve)	1
Buena (Defecto leve)	2
Regular (Defecto acentuado)	3
Mala (Defecto grave)	4
Deficiente (Defecto muy grave)	5

Cuadro 2 Tabla de Evaluación para la Calidad de Superficie en los Ensayos de Trabajabilidad.

Severidad del defecto	Extensión de la superficie defectuosa (%)			
	(0 - 4)	(5 - 35)	(36 - 69)	(70 - 100)
Suave	Excelente	Buena	Regular	Regular
Moderado	Buena	Regular	Mala	Mala
Fuerte	Regular	Mala	Mala	Deficiente

En base a la ponderación de cada defecto para los diferentes ensayos se realizó una equivalencia del defecto, buscando su peso correspondiente en el cuadro N° 03 y aplicando luego la formula propuesta por Sato (19), que a continuación se detalla:

$$E = (G - 1) F + 1$$

Donde:

E = Equivalencia del defecto

G = Grado de calidad

F = Factor de conversión o peso por tipo de ensayo

Finalmente con las equivalencias obtenidas de cada defecto por probeta se determinó la calidad final para la probeta en base al defecto con mayor equivalencia o equivalencia dominante y el rango de clasificación que se detalla a continuación:

RANGO	CALIDAD
De 1,0 a 1,5	Excelente
De 1,6 a 2,5	Buena
De 2,6 a 3,5	Regular
De 3,6 a 4,5	Mala
De 4,6 a 5,0	Deficiente

Cuadro 3 Factores de Conversión de Defectos Según la Severidad en los Ensayos de Trabajabilidad

DEFECTOS	FACTOR DE CONVERSION			
	CEPILLADO	MOLDURADO	TALADRADO	TORNEADO
Grano Arrancado	1,0	1,0	----	1,0
Vellosidad (Lanosidad)	0,5	0,2	0,2	0,2
Grano Levantado	0,5	0,7	0,7	0,8
Ruptura de Grano	----	----	1,0	----
Grano Comprimido (Aplastamiento)	----	----	0,2	0,6
Grano Astillado	0,8	0,5	0,8	0,9

Fuente: Sato (20)

A. Cepillado

La extensión de los defectos de cepillado se determinó porcentualmente mediante un recuadro de 10 cm por 10 cm. La severidad de los mismos se determinó según el cuadro N° 04 a partir de las mediciones de la profundidad del grano arrancado y el ancho de astilla para el caso de grano astillado. En los casos del grano veloso y grano levantado se estimó por simple comparación. Con estos parámetros, se continuó la evaluación de acuerdo al procedimiento descrito. Adicionalmente se evaluó la calidad de superficie de las probetas en base a su rugosidad, con el fin de diferenciar calidades de superficie similares visualmente.

Las condiciones climáticas presentes al momento de medir la rugosidad superficial fueron: temperatura promedio (bajo sombra) 24.1 °C y humedad relativa promedio 79.6%.

B. Moldurado

La extensión de los defectos se cuantificó porcentualmente de acuerdo a la totalidad de la probeta, similar al caso de cepillado, para lo cual se evaluó cada defecto en dos zonas ilustradas en la figura N° 06 como: zona 1 (corte doble) y zona 2 (corte simple). La severidad de los defectos se estimó por simple comparación.

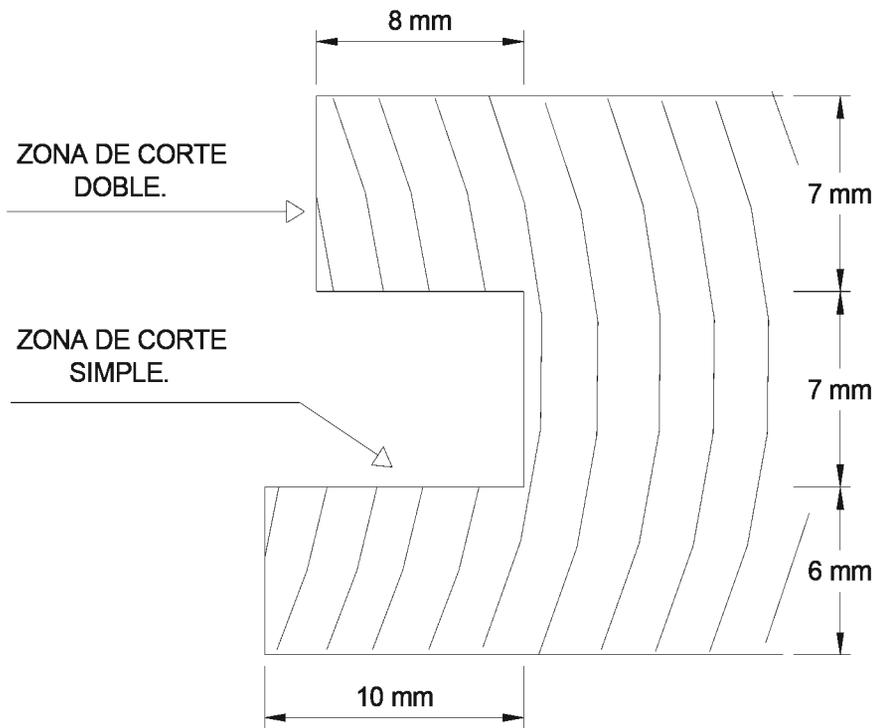
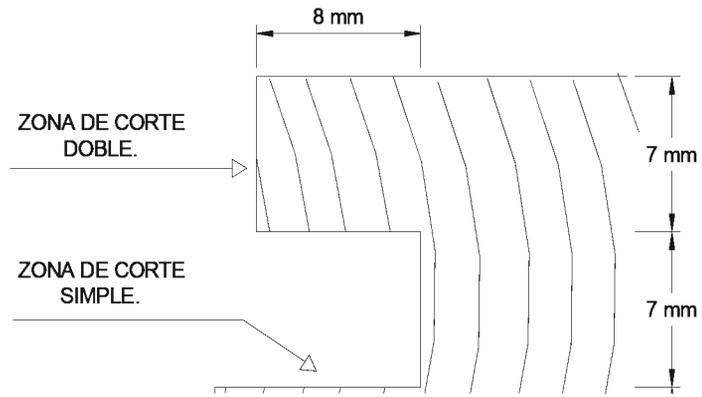
C. Taladrado

La extensión de los defectos se determinó porcentualmente en la porción de circunferencia afectada. La severidad de los mismos se estimó por simple comparación, luego se completó la evaluación según el procedimiento descrito.

Cuadro 4 Gravedad de los Defectos de Cepillado.

DEFECTO	GRAVEDAD		
	SUAVE	MODERADO	FUERTE
Grano Arrancado (Profundidad)	menor a 0,2 mm	0,2 – 0,5 mm	mayor a 0,5 mm
Grano Astillado (Ancho de Astilla)	menor a 1,0 mm	1,0 – 2,0 mm	mayor a 2,0 mm

Fuente: Scheelje (21)



D. Torneado

La extensión de los defectos, se cuantificó porcentualmente separando las porciones afectadas de la probeta en las siguientes partes: cilindro mayor y menor para evaluar el defecto de grano arrancado y grano levantado; plano inclinados para evaluar el grano comprimido y las aristas resultantes para evaluar el grano astillado y grano veloso. La severidad de los defectos encontrados se estimó por simple comparación. Luego se continuó la evaluación de acuerdo al procedimiento descrito.

3.3.7 ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LOS GRADOS DE CALIDAD

Los grados de calidad obtenidos por probeta en los diferentes ensayos se tabularon en una hoja electrónica de cálculo para facilitar la estimación de los parámetros indicadores de la variabilidad normal de la madera, siguiendo el procedimiento descrito por Calzada (4). Para cada ensayo realizado se determinó la variabilidad de la especie a nivel de árboles, aplicando el esquema siguiente:

- N° de árboles evaluados : 05
- N° de repeticiones por árbol: 03, excepto en torneado que es 02.
- N° de repeticiones por tipo de ensayo: 15, menos en torneado que es 10.

La evaluación del efecto de los diferentes tratamientos aplicados a las probetas de cepillado, moldurado, taladrado y torneado se realizó mediante dos diseños estadísticos: uno de bloques completos al azar para los tres primeros ensayos y otro completamente al azar para el torneado. Independientemente del tipo de ensayo, sólo se consideró un arreglo factorial de 3Ax2B para el cepillado y torneado, así como 2Ax2B en el caso del taladrado, de acuerdo al detalle siguiente:

- Unidad experimental: probeta de madera de Ingaina.
- Variable observada: grado de calidad.
- Bloque para el cepillado, moldurado y taladrado: plano de corte
- Factores para el cepillado de la madera

Factor A: ángulo de corte (α)

Niveles de factor A: 15°, 25° y 35°

Factor B: velocidad de alimentación (V_a)

Niveles de factor B: 5 y 10 m/min.

Tipo de combinación: $\alpha - V_a$

- Factores para el torneado de la madera

Factor A: ángulo de corte (α)

Nivel de factor A: 0°, 15° y 35°

Factor B: velocidad angular (ω)

Niveles de factor B: 1680 RPM y 2820 RPM.

Tipo de combinación: $\alpha - \omega$

- Factores para el taladrado de la madera

Factor A: velocidad angular (ω)

Niveles de factor A: 770 RPM y 1400 RPM.

Factor B: carga de penetración (P)

Niveles de factor B: 15 kg. y 30 kg.

Tipo de combinación: $\omega - P$

- Factor para el moldurado de la madera: velocidad angular

Según los diseños utilizados se plantearon las siguientes hipótesis por tipo de ensayo:

- Hp 1: Los efectos del plano de corte en los grados de calidad de la madera cepillada, moldurada, taladrada y torneada son similares.
- Hp 2: Los efectos del ángulo de corte en los grados de calidad de la madera cepillada son similares.
- Hp 3: Los efectos de la velocidad de alimentación en los grados de calidad de la madera cepillada son similares.
- Hp 4: Los efectos de la interacción entre los factores ángulos de corte y velocidad de alimentación son similares.
- Hp 5: Los efectos de la velocidad angular en los grados de calidad de la madera moldurada son similares.
- Hp 6: Los efectos de la velocidad angular en los grados de calidad de la madera taladrada son similares.
- Hp 7: Los efectos de la carga de penetración en los grados de calidad de la madera taladrada son similares.
- Hp 8: Los efectos de la interacción entre los factores velocidad angular y carga de penetración son similares.
- Hp 9: Los efectos del ángulo de corte en los grados de calidad de la madera torneada son similares.
- Hp 10: Los efectos de la velocidad angular en los grados de calidad de la madera torneada son similares.
- Hp 11: Los efectos de la interacción entre los factores ángulo de corte y velocidad angular son similares.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 GRADOS PROMEDIOS DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS ENSAYOS DE TRABAJABILIDAD CON LA MADERA DE INGAINA.

Los valores obtenidos corresponden a la madera de Ingaina con un contenido de humedad promedio de 13 %.

4.1.1 ENSAYO DE CEPILLADO

En el cuadro N° 05 se muestra el grado promedio de calidad de la superficie cepillada por plano de corte con los ángulos de corte de 15°, 25° y 35°, a las velocidades de alimentación de 5 y 10 m/min. Adicionalmente se registran datos promedios de rugosidad de la superficie evaluada. En este cuadro así como en la figura N° 07 se puede apreciar que la mejor calidad de superficie corresponde a los planos de corte tangencial y oblicuo para un ángulo de corte de 25° y una velocidad de alimentación de 5m/min.

Los grados individuales de calidad de superficie de las probetas evaluadas se detallan en el anexo N° 04. Los valores individuales de rugosidad en la madera cepillada se muestran en el anexo N° 05.

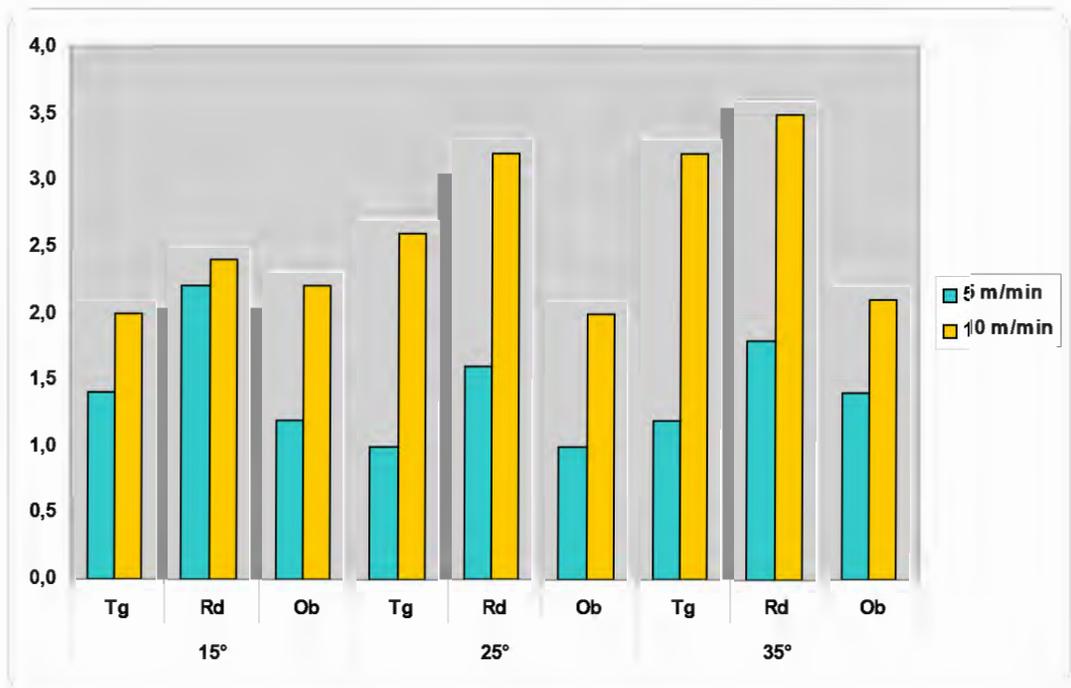
De acuerdo a los valores del cuadro N° 05 se deduce que la Ingaina tiene un comportamiento excelente con un ángulo de corte de 25° a una velocidad de alimentación de 5 m/min, tanto en el plano de corte tangencial como oblicuo, la similitud de calidad entre los planos aludidos se confirma mediante la prueba de Tuckey mostrada en el cuadro N° 11.

Cuadro 5 Grados Promedios de Calidad de Superficie y Rugosidad en el Cepillado por Plano de Corte, según Angulo de Corte y Velocidad de Alimentación.

ÁNGULO DE CORTE	VELOCIDAD DE ALIMENTACION (m/min)	PLANO DE CORTE					
		Tangencial		Radial		Oblicuo	
		Grado de calidad	Rugosidad (um)	Grado de calidad	Rugosidad (um)	Grado de calidad	Rugosidad (um)
15°	5	1,4	6,63	2,2	6,91	1,2	6,84
	10	2,0	7,23	2,4	7,51	2,2	7,83
25°	5	1,0	7,30	1,6	7,73	1,0	7,48
	10	2,6	7,99	3,2	8,17	2,0	8,22
35°	5	1,2	8,22	1,8	9,77	1,4	8,08
	10	3,2	8,11	3,5	9,75	2,1	9,24

Fuente: Elaboración Propia

Figura 7 Grados Promedios de Calidad de Superficie en el Cepillado por Plano de Corte, según Angulo de Corte y Velocidad de Alimentación.



El mejor comportamiento de la madera en los planos de corte tangencial y oblicuo se debe a que el parénquima radial en estos planos se concentra menos y se reparte mejor que en el plano radial, lo cual magnifica el efecto de grano arrancado cuando la madera como en el caso de la Ingaina posee radios anchos. Una estructura de tales características, al momento de entrar en contacto con la cuchilla, implica según Ninin (17), que la pieza de madera se comprima y la fibra falle por debajo del plano de corte.

En general se puede admitir que la Ingaina mantiene un patrón relativamente definido en la calidad del cepillado con las velocidades de 5 y 10 m/min., debido a las marcas de cuchilla generadas por cm., de 30 y 15 respectivamente. Teniendo en cuenta que 8 marcas de cuchilla/cm son suficientes para obtener un cepillado de calidad aceptable según ASTM (2), por razones de productividad es más apropiada una velocidad de alimentación de 10 m/min.

De otro lado en el cuadro N° 05, se aprecia una tendencia ascendente de los valores promedios de rugosidad conforme aumenta el ángulo de corte de 15° a 35°; es decir que a mayor ángulo de corte mayor será la incisión, por lo tanto se producirá mayor irregularidad en la superficie.

El defecto dominante por su mayor incidencia es el grano arrancado debido al parénquima radial, conforme se ilustra en la figura N° 11 del anexo N° 09.

4.1.2 ENSAYO DE MOLDURADO

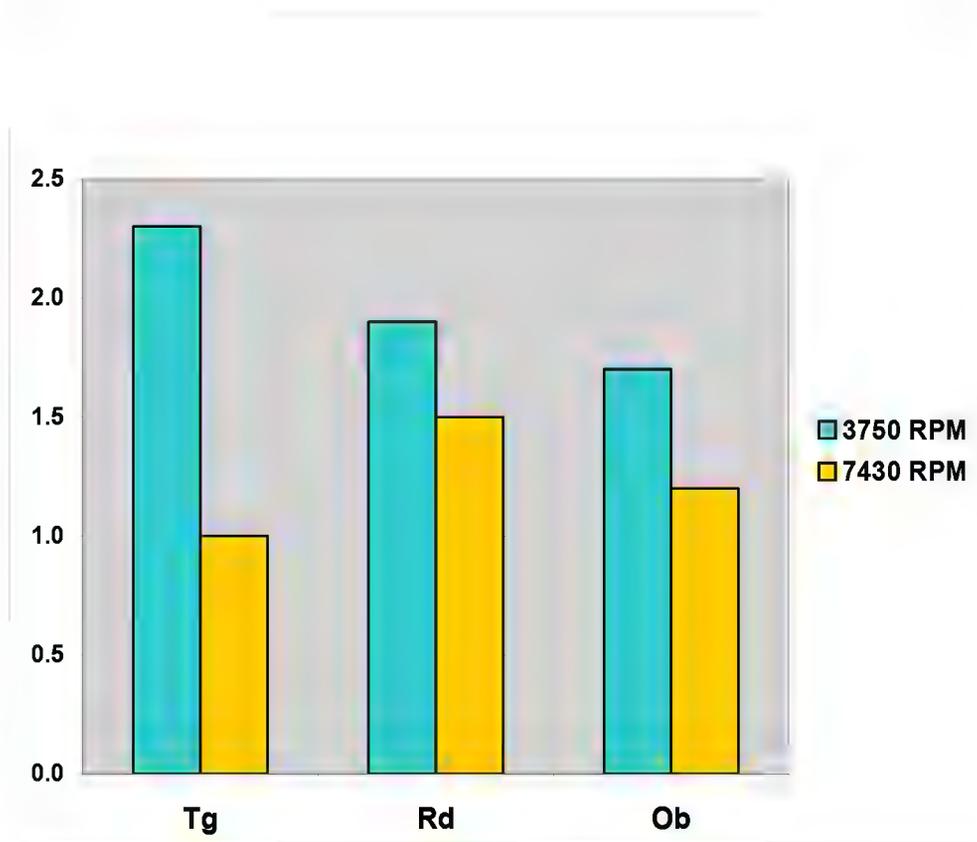
En el cuadro N° 06 se presenta el grado promedio de calidad de superficie de la madera moldurada por plano de corte, según la velocidad angular de 3750 RPM y 7430 RPM. En este cuadro así como en la figura N° 08 se puede observar que la mejor calidad de superficie

Cuadro 6 : Grados Promedios de Calidad de Superficie en el Moldurado por Plano de Corte según Velocidad Angular.

VELOCIDAD ANGULAR (RPM)	PLANO DE CORTE		
	Tangencial	Radial	Oblicuo
3750	2,3	1,9	1,7
7430	1,0	1,5	1,2

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8 Grados Promedios de Calidad de Superficie en el Moldurado por Plano de Corte según Velocidad Angular.



corresponde al plano de corte tangencial con la mayor velocidad angular. Los grados individuales de calidad de superficie de las probetas evaluadas se detallan en el anexo N° 06.

Según los valores del cuadro N° 06, se infiere que la Ingaina tiene un comportamiento excelente en el plano de corte tangencial cuando se aumenta la velocidad angular, debido a que la madera posee radios anchos y altos que en su plano tangencial se observan como husos distribuidos uniformemente entre las fibras.

De otro lado, también se aprecia que en el plano de corte radial la Ingaina presenta una menor calidad debido a que en este plano la concentración del parénquima radial contribuye a la manifestación de defectos.

El defecto dominante por su mayor incidencia es el grano levantado, seguido del grano arrancado que se presenta sobretodo en la zona de corte doble debido a la presencia de parénquima radial y nudo vivo, conforme se ilustra en la figura N° 12 del anexo N° 09.

4.1.3 ENSAYO DE TALADRADO

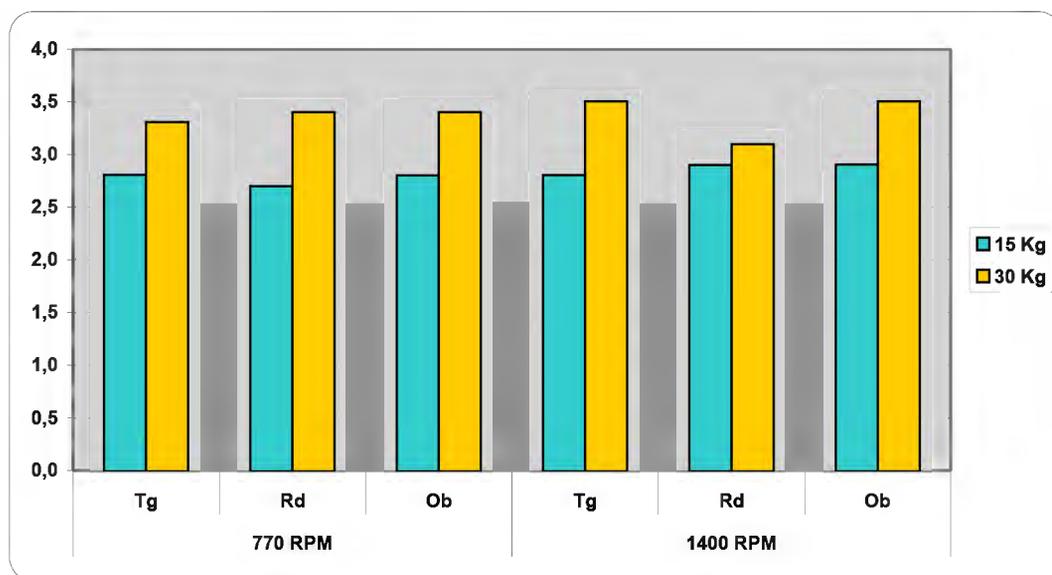
En el cuadro N° 07 se presenta el grado promedio de calidad de superficie de la madera taladrada por plano de corte, con velocidades angulares de 770 y 1400 RPM empleando cargas de penetración de 15 y 30 kg; además de los tiempos promedios de penetración. En este cuadro así como en la figura N° 09 se aprecia una mejor calidad de superficie para el plano de corte radial con la menor velocidad y la menor carga. Los grados individuales de calidad de superficie de las probetas evaluadas se detallan en el anexo N° 07.

Cuadro 7 Grados Promedios de Calidad de Superficie y Tiempos Promedios de Penetración en el Taladrado por Plano de Corte según Velocidad Angular y Carga de Penetración.

VELOCIDAD ANGULAR (RPM)	CARGA (Kg)	PLANO DE CORTE					
		Tangencial		Radial		Oblicuo	
		Grado	Tiempo (s)	Grado	Tiempo (s)	Grado	Tiempo (s)
770	15	2,8	7,00	2,7	8,40	2,8	8,64
	30	3,3	2,46	3,4	4,00	3,4	3,40
1400	15	2,8	3,82	2,9	5,82	2,9	4,64
	30	3,5	1,64	3,1	1,40	3,5	2,00

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 9 Grados Promedios de Calidad de Superficie y Tiempos Promedios de Penetración en el Taladrado por Plano de Corte según Velocidad Angular y Carga de Penetración.



De acuerdo a los valores del cuadro N° 07, la Ingaina tiende a un comportamiento regular cuando se disminuyen la carga de penetración y velocidad angular en el plano de corte radial, debido a que los anillos de crecimiento son casi paralelos a la dirección del orificio de ensayo.

En términos generales se puede deducir que un aumento de la velocidad angular permite mejorar los tiempos de penetración, sin desmedro de la calidad del taladrado que prácticamente permanece constante.

El defecto dominante es el grano astillado para una menor velocidad angular bajo una misma carga de penetración, defecto que se convierte en grano arrancado al aumentar dicha velocidad, debido a que las astillas que se forman son arrancadas y desplazadas fuera del orificio rápidamente, conforme se ilustra en la figura N° 13 del anexo N° 09.

4.1.4 ENSAYO DE TORNEADO

En el cuadro N° 08 se muestra el grado promedio de calidad de superficie de la madera torneada con ángulos de corte de 0°, 15° y 35° a las velocidades angulares de 1680 y 2820 RPM. En este cuadro así como en la figura N° 10 se observa que la mejor calidad de superficie se obtiene con un ángulo de corte de 15° a una menor velocidad angular. Los grados individuales de calidad de superficie de las probetas evaluadas se detallan en el anexo N° 08.

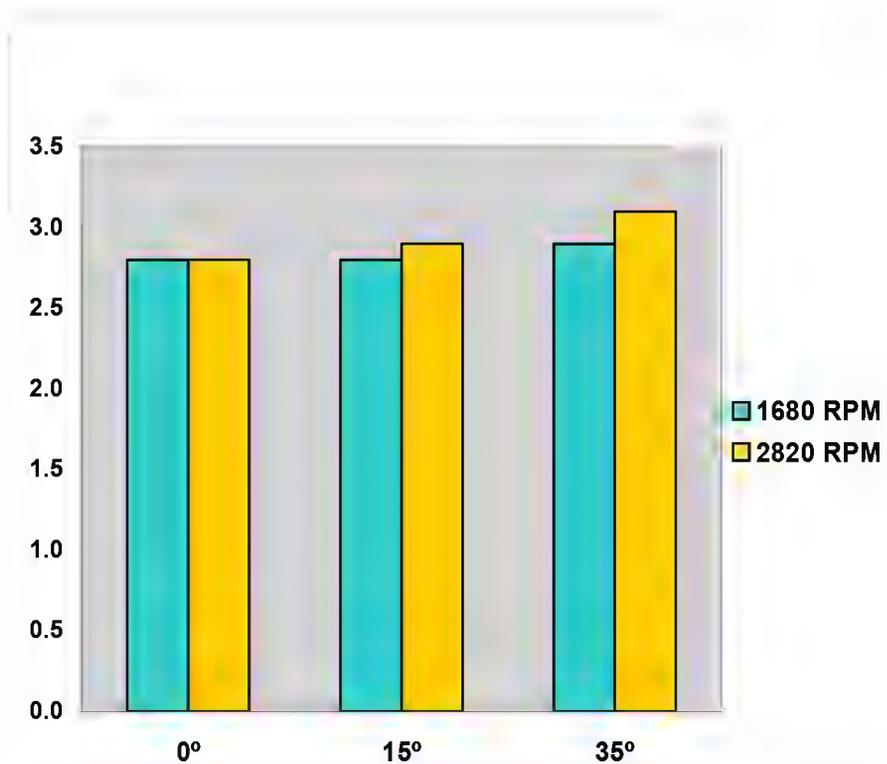
El cuadro N° 08 muestra claramente a la Ingaina como una madera de torneado regular que mejora su calidad con un ángulo de corte de 15° a una menor velocidad, debido a que cuando se trabaja con un ángulo de corte de 0° solo se realizaría un raspado y rápido calentamiento de la cuchilla eliminando únicamente polvillo.

Cuadro 8 Grados Promedios de Calidad de Superficie en el Torneado según Angulo de Corte y Velocidad Angular.

ÁNGULO DE CORTE	VELOCIDAD ANGULAR (RPM)	GRADO DE CALIDAD
0°	1680	2,8
	2820	2,8
15°	1680	2,8
	2820	2,9
35°	1680	2,9
	2820	3,1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10 Grados Promedios de Calidad de Superficie en el Torneado según Angulo de Corte y Velocidad Angular.



El defecto dominante por su mayor incidencia es el grano astillado principalmente en las zonas de corte de las aristas debido al parénquima radial, conforme se ilustra en la figura N° 14 del anexo N° 09.

4.2 VARIABILIDAD DE LA CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS ENSAYOS DE TRABAJABILIDAD.

El cuadro N° 09 consolida los diferentes coeficientes de variación obtenidos para los ensayos de Cepillado, Moldurado, Taladrado y Torneado, observándose la variabilidad de la especie, la variabilidad entre los árboles y la variabilidad dentro de los árboles.

Aplicando la escala propuesta por Rubio (18) al grado de variabilidad de la calidad en los ensayos de trabajabilidad del cuadro aludido, se observa una gran variabilidad en el cepillado que se acentúa con el ángulo de corte de 25°, denotando una alta heterogeneidad de las probetas, así como una alta variabilidad entre los árboles recolectados de las diferentes parcelas. En relación al moldurado su grado de variabilidad permite calificarlo de bueno con calidades muy heterogéneas, debido a la gran variabilidad de la especie, generada por la alta variabilidad entre árboles y dentro de los árboles.

En cuanto al taladrado en el cuadro N° 09 destaca la escasa variabilidad que independientemente de la carga de penetración proporciona una perforación calificable de regular, que en el caso de la menor velocidad angular se atribuye a la alta homogeneidad de las probetas entre árboles. El mismo cuadro muestra un torneado regular independientemente de la velocidad angular con calidades muy homogéneas, debido a la uniformidad de las probetas.

Cuadro 9 Variabilidad de Grado Promedio de Calidad de Superficie en los Ensayos de Cepillado, Moldurado, Taladrado y Torneado.

PARAMETRO ESTADISTICO	CEPILLADO			MOLDURADO		TALADRADO		TORNEADO	
	10 m/min			3750 RPM	7430 RPM	30 Kg		1680 RPM	
	15°	25°	35°			770 RPM	1400 RPM	15°	35°
PROMEDIO	2,2	2,6	2,9	2,0	1,2	3,4	3,4	2,8	2,9
CV	30,7	34,2	33,4	37,1	43,0	8,0	17,2	2,2	3,6
CV1	29,5	23,4	25,0	24,5	28,0	2,2	13,5	1,6	2,9
CV2	8,5	25,0	22,2	27,8	32,6	7,7	10,6	1,6	2,1

CV : COEFICIENTE DE VARIACION TOTAL (%)

CV1 : COEFICIENTE DE VARIACION ENTRE ÁRBOLES (%)

CV2 : COEFICIENTE DE VARIACION DENTRO DE ÁRBOLES (%)

4.3 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS ENSAYOS DE TRABAJABILIDAD.

4.3.1 ENSAYO DE CEPILLADO

El cuadro N° 10 resume el análisis de variancia de la calidad de superficie en el cepillado por plano de corte con tres ángulos de corte y dos velocidades de alimentación, destacando las diferencias altamente significativas entre los planos de corte, entre los ángulos y entre las velocidades. De otro lado se puede apreciar que no existe interacción entre los factores ángulo de corte y velocidad de alimentación. El cuadro N° 11 muestra la comparación de los planos de corte según la prueba de Tuckey, observándose que no difieren los planos tangencial y oblicuo.

De forma similar, al comparar los ángulos de corte en el cuadro N° 12, se observa que solo difieren los ángulos de 25° y 35°. Así mismo, se demuestra

que las calidades del cepillado con los ángulos 25° y 15° son similares estadísticamente, lo cual indica la posibilidad de trabajar con cualquiera de los dos ángulos de corte, en vista que se podrían obtener excelentes calidades con ambos ángulos. Considerando la dificultad que representa el ángulo de corte de 25° al preparar el bisel frontal de 10° en una afiladora convencional de cuchillas, es preferible elegir el ángulo de corte de 15° ya que requiere un mayor bisel frontal.

4.3.2 ENSAYO DE MOLDURADO

En el cuadro N° 10 se aprecia el análisis de variancia de la calidad de superficie en el moldurado por plano de corte con dos velocidades angulares, observándose que existen

Cuadro 10 Resumen de los Análisis de Variancia de la Calidad de Superficie en los Ensayos de Trabajabilidad.

FUENTE DE VARIABILIDAD	CEPILLADO	MOLDURADO	TALADRADO	TORNEADO
Plano de corte (Bloque)	**	NS	NS	--
Velocidad de alimentación (V)	**	–	--	--
Velocidad angular (ω)	--	**	NS	NS
Angulo de corte (α)	**	–	--	*
Carga de penetración (P)	--	–	**	--
Interacción V – α	NS	–	--	--
Interacción ω - P	–	–	NS	--
Interacción ω - α	–	–	--	*

NS: No significativo

* Significativo

** Altamente significativo

Fuente: Elaboracion propia

diferencias altamente significativas entre las velocidades, pero no existe diferencias entre los planos de corte.

El cuadro aludido pone en evidencia que en términos generales la calidad del moldurado en los planos de corte tangencial, radial y oblicuo es similar estadísticamente, lo cual permite trabajar indistintamente en cualquier plano de corte. También demuestra que la calidad de moldurado mejora significativamente al aumentar la velocidad angular a 7430 RPM.

4.3.3 ENSAYO DE TALADRADO

El cuadro N° 10 muestra el análisis de variancia de la calidad de superficie en el taladrado por plano de corte con dos tipos de carga de penetración y dos velocidades angulares, observándose que existen diferencias altamente significativas entre las cargas. De otro lado se aprecia que no hay interacción entre los factores carga y velocidad.

Según el cuadro en mención el comportamiento de los planos de corte es constante ya que estadísticamente dichos planos son similares. También se puede afirmar que la calidad de la perforación es afectada en forma muy significativa por la magnitud de la carga aplicada, mas no así por la velocidad angular.

4.3.4 ENSAYO DE TORNEADO

El cuadro N° 10 resume el análisis de variancia de la calidad de superficie en el torneado con tres ángulos de corte y dos velocidades angulares, observándose que no existen diferencias significativas entre ambas velocidades. Además se aprecia que existe interacción entre los

factores ángulo y velocidad. En el cuadro N° 13 se muestra la comparación de los ángulos de corte según la prueba de Tuckey, destacando las diferencias significativas entre los ángulos de 15° y 35° debido a que con el ángulo de 15° se favorece una mejor calidad.

En términos generales se puede afirmar que las calidades proporcionadas por ambas velocidades angulares son similares, lo cual se manifiesta en el cuadro N° 10.

Cuadro 11 Prueba Comparativa de Tuckey para los Planos de Corte en el Ensayo de Cepillado.

COMPARACIÓN	SIGNIFICANCIA
Radial – Tangencial	Significativo
Radial – Oblicuo	Significativo
Tangencial – Oblicuo	No Significativo

Cuadro 12 Prueba Comparativa de Tuckey para los Ángulos de Corte en el Ensayo de Cepillado.

COMPARACIÓN	SIGNIFICANCIA
35° - 25°	Significativo
35° - 15°	No Significativo
25° - 15°	No Significativo

Cuadro 13 Prueba Comparativa de Tuckey para los Ángulos de Corte en el Ensayo de Torneado.

COMPARACIÓN	SIGNIFICANCIA
0° - 15°	No Significativo
0° - 35°	No Significativo
15° - 35°	Significativo

5. *CONCLUSIONES*

- La madera de Ingaina a un contenido de humedad promedio de 13%, según el tipo de maquinado, proporciona una calidad de superficie variable de excelente a regular.
- La calidad del cepillado mejora en los planos de corte tangencial y oblicuo, la cual se hace más evidente con un ángulo de corte de 25° a una velocidad de alimentación de 5 m/min.
- Los defectos de grano arrancado se acentúan en el plano de corte radial con el empleo de un mayor ángulo de corte en el cepillado.
- El ángulo de corte de 15° en el cepillado, genera una superficie de baja rugosidad, independientemente de la velocidad de alimentación.
- La calidad del moldurado en cualquier plano de corte, se mejora cuando se utiliza una mayor velocidad angular.
- La calidad de la perforación aplicando una carga de penetración de 30 kg en cualquier plano de corte, se mantiene constante al aumentar la velocidad angular, reduciéndose el tiempo de penetración.
- La calidad de torneado permanece constante con la velocidad angular, pero disminuye conforme aumenta el ángulo de corte.

6. *RECOMENDACIONES*

- El maquinado eficiente de la madera de Ingaina debe considerar las siguientes condiciones de trabajo:
 - Cepillado con ángulo de corte de 15° a una velocidad de alimentación de 10 m/min.
 - Moldurado con velocidad angular de 7430 RPM.
 - Taladrado utilizando una velocidad angular de 1400 RPM con una carga de penetración de 30 kg.
 - Torneado con ángulos de corte menores a 35° pero mayores que 0° con velocidades angulares cercanas a 2820 RPM.

- Realizar estudios de trabajabilidad de la madera orientados a evaluar cuantitativamente la calidad de la superficie trabajada en las diferentes máquinas de carpintería.

- Incluir la rugosidad como un parámetro cuantitativo en el control de calidad de la superficie cepillada.

- La madera de ingaina, por su veteado, se recomienda utilizarse como chapas decorativas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acevedo, M. M.; Condori R. C. 2003. Propiedades Físico-Mecánicas de cinco especies maderables provenientes de bosques secundarios de Tarapoto. Lima, PE, CEDISA-INCAGRO. 70p.
2. American Society For Testing and Materials. 1999. Standard Methods for Conducting Machining Test of Wood and Wood-Base Materials ASTM-D-1666-87. Philadelphia, USA. 19p.
3. Bernui C., R. 1990. Trabajabilidad de la madera de la familia Bombacaceae de un bosque tropical húmedo. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 133p.
4. Calzada, B. J. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación. Lima, PE, Ed. Milagros S.A. 202p.
5. Chavesta, C. M. 2003. Estudio Anatómico de Cinco Especies Forestales de Bosque Secundario da la Región San Martín. Lima, PE, CEDISA-INCAGRO 30p.
6. Détienne P. et Jacquet P. 1983. Atlas D' identification des Bois de L' Amazonie et des Régions voisines. Centre Technique Forestier Tropical. France. 640p.
7. Emary, A. B. 1992. Curso de Carpintería y Ebanistería. MX, Limusa. v. 1. 165p.
8. Forintek Canada Corp. 2001. Twists and Turs of Quality Wood Machining. Revista Technology Overview. Vancouver, Canadá. 4p.
9. French, G. 1977. Diseño y operación de aserraderos de maderas duras tropicales. Lima, PE. 252p.
10. Gutiérrez D. 1985. Algunos usos probables de 24 maderas de la zona de Madre de Dios. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú., Universidad Nacional Agraria La Molina, Programa Académico de Ciencias Forestales. 56P.

11. Harriague, H. F. 1999. Estudio de la Trabajabilidad de diez especies maderables de Santa Cruz. 65p. (Documento Técnico, 73/1999).
12. Herrera B. A. 1981. Avance en la determinación de las características de maquinado de cinco especies de encino que vegetan en México. *Ciencia Forestal: Revista del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales* 34(6):45-63.
13. Junta del Acuerdo de Cartagena. 1976. Normas y Metodología para actividades tecnológicas. Lima, PE, PADT-REFORT. 41p.
14. Junta del Acuerdo de Cartagena. 1983. Estudio de Características de Trabajabilidad de 105 maderas de los Bosques Tropicales del grupo andino. Parte I. Lima, PE. PADT-REFORT. 184p.
15. Louisiana State University Agricultural Center. 2001. La Madera, su naturaleza y propiedades para la carpintería. LSU. Ag Center Research and Extensión. 18p.
16. Lluncor, M. D. s.f. Trabajabilidad de nueve especies de la zona Selva Baja (Allpahuayo- Jenaro Herrera). Pucallpa, PE. 21p.
17. Ninin, S. L. 1983. Texto de labrado mecanizado. Mérida, VE. Universidad de los Andes. 264p.
18. Rubio, D. J. 1996. Estadística Aplicada. Lima, PE, Departamento de Estadística e Informática. UNALM. 179p.
19. Sato, A. et. al. 1975. Estudio Tecnológico de Maderas del Perú. Lima, PE, UNALM. (2): 62-77. Normas y Métodos.
20. Sato A., A. 1976. Propiedades de trabajabilidad de la madera de 12 especies del Perú. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Programa Académico de Ciencias Forestales. 110p.
21. Scheelje B., M. 2002. Comportamiento del Tornillo de Tres Edades Diferentes al Cepillado, Taladrado y Torneado. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 106 p.

22. Spence W. P; Griffiths L. D. 1993. Manual Moderno de Diseño y Construcción de Muebles y Gabinetes. MX, Prentice-Hall Hispano Americanas, S.A. v. 3. 582p.
23. Taquire A., A. 1987. Propiedades Físicas a Nivel Radial, Longitudinal y Comportamiento al Cepillado, Moldurado, Taladrado y Lijado de Guazuma Crinita Mart. (Bolaina Blanca)-Pucallpa. Tesis Ing. Forestal. Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro. 113 p.
24. Tello Ll. J. 2001. Especies Forestales de uso múltiple de los bosques de neblina en el Nor oriente del Perú. p 69-72.
25. Tuset R; Duran F. 1986. Manual de Maderas Comerciales, equipos y procesos de utilización. Montevideo, UR, Hemisferio Sur. 688p.
26. Vignote S.; Jiménez F. 2000. Tecnología de la medra. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, ES. Mundi-Prensa. 653p.
27. Zavala Z. D. 1993. Factores que influyen en las características de Maquinado de la Madera. INIFA. MX. p 145-157.

ANEXO 1

CARACTERISTICAS DASOMETRICAS DE LOS ARBOLES SELECCIONADOS

CODIGO	EDAD ESTIMADA (Años) *	ALTURA (m)		DAP (cm)	FUSTE	TERRENO
		TOTAL	COMERCIAL			
IN 2	25	29	8	29	Recto	Inclinado
IN 3	25	18	8	28	Recto	Inclinado
IN 4	25	20	9	30	Recto	Inclinado
IN 6	25	18	10	29	Recto	Inclinado
IN 7	25	18	7	28	Recto	Inclinado

* Según el Centro de investigación y Desarrollo de la Selva Alta (CEDISA)

ANEXO 2

**FORMATOS UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS DE CEPILLADO, MOLDURADO
TALADRADO Y TORNEADO**

FORMATO PARA EL ENSAYO DE MOLDURADO

Nombre Común
 Nombre Científico
 Procedencia
 Ejecutor

Fecha
 Velocidad de Giro
 (rpm)

DEFECTOS

C. H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	DEFECTOS								OBSERVACIONES				
			GRANO ARRANCADO		GRANO VELLOSO		GRANO LEVANTADO		GRANO ASTILLADO						
			ZONA 1	ZONA 2	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 1	ZONA 2					
			Extensión		Gravedad	Extensión		Gravedad	Extensión		Gravedad	Extensión		Gravedad	

ANEXO 3

**CONSTANCIA DE IDENTIFICACION DE LAS PROBETAS DE INGAINA
EVALUADAS**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES, TEF: 349-5647 ANEXO.203, Fax: 3492041
APDO.456 - LA MOLINA LIMA PERU

CONSTANCIA

El que suscribe, JEFE DEL LABORATORIO DE ANATOMÍA DE LA MADERA, deja constancia que, de acuerdo con los estudios anatómicos efectuados, las muestras de madera proporcionadas por el Bach. DANNY PEÑALOZA MACHA, ex alumno de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria la Molina, empleadas en su trabajo de tesis titulado: "Características de Trabajabilidad de la madera de Ingaina (*Myrsine oligophylla*)", corresponden a la especie:

<u>Nombre Común</u>	<u>Nombre Científico</u>	<u>Familia</u>
1. Ingaina	<i>Myrsine oligophylla</i> Zalbruckner	Myrsinaceae

Atentamente,



Ing. Manuel Chavesta Custodio
Lab. Anatomía de la Madera

La Molina, 25 de Julio de 2005

ANEXO 4

**GRADOS INDIVIDUALES DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS DIFERENTES
ENSAYOS DE CEPILLADO CON LA MADERA DE INGAINA.**

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 10/3/03
 Angulo de Corte (°) : 35°
 Velocidad de Alimentacion (m/min) : 10
 N° de Cuchillas : 3

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	CALIFICACION												E DOMINANTE	CALIDAD				
			GRANO ARRANCADO				GRANO VELLOSO				GRANO LEVANTADO						GRANO ASTILLADO			
			GRADO			E	GRADO			E	GRADO			E			GRADO			E
			L1	L2	PROMEDIO		L1	L2	PROMEDIO		L1	L2	PROMEDIO				L1	L2	PROMEDIO	
13	Ob	4A															1,0	Excelente		
13	Tg	7B	3	3	3	3											3,0	Regular		
13	Rd	2B	4	3	3,5	3,5											3,5	Regular		
13	Tg	6B		4	4	4											4,0	Malo		
13	Rd	4B	3	3	3	3											3,0	Regular		
13	Rd	3B	2	4	3	3											3,0	Regular		
13	Tg	2A	4	4	4	4											4,0	Malo		
13	Tg	4B	2		2	2											2,0	Bueno		
13	Tg	3B	3		3	3											3,0	Regular		
13	Ob	7A	2		2	2											2,0	Bueno		
13	Rd	6B	5		5	5											5,0	Muy Malo		
13	Rd	7B	2	4	3	3											3,0	Regular		
13	Ob	3A	2	3	2,5	2,5											2,5	Bueno		
13	Ob	2B	2	2	2	2											2,0	Bueno		
13	Ob	6A		3	3	3											3,0	Regular		

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 10/3/03
 Angulo de Corte (°) : 35°
 Velocidad de Alimentacion (m/min) : 5
 N° de Cuchillas : 3

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	CALIFICACION												E DOMINANTE	CALIDAD				
			GRANO ARRANCADO				GRANO VELLOSO				GRANO LEVANTADO						GRANO ASTILLADO			
			GRADO			E	GRADO			E	GRADO			E			GRADO			E
			L1	L2	PROMEDIO		L1	L2	PROMEDIO		L1	L2	PROMEDIO				L1	L2	PROMEDIO	
13	Tg	6B																	1	Excelente
13	Rd	4B																	1	Excelente
13	Ob	3A																	1	Excelente
13	Rd	7B		2	2	2													2	Bueno
13	Ob	2B		2	2	2													2	Bueno
13	Rd	6B	2		2	2													2	Bueno
13	Ob	7A																	1	Excelente
13	Ob	6A		2	2	2													2	Bueno
13	Rd	3B		2	2	2													2	Bueno
13	Tg	3B	2		2	2													2	Bueno
13	Tg	2A																	1	Excelente
13	Tg	7B																	1	Excelente
13	Rd	2B		2	2	2													2	Bueno
13	Ob	4A																	1	Excelente
13	Tg	4B																	1	Excelente

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 10/3/03
 Angulo de Corte (°) : 15°
 Velocidad de Alimentacion (m/min) : 5
 N° de Cuchillas : 3

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	CALIFICACION												E DOMINANTE	CALIDAD				
			GRANO ARRANCADO				GRANO VELLOSO				GRANO LEVANTADO						GRANO ASTILLADO			
			GRADO			E	GRADO			E	GRADO			E			GRADO			E
			L1	L2	PROMEDIO		L1	L2	PROMEDIO		L1	L2	PROMEDIO				L1	L2	PROMEDIO	
13	Ob	7A																	1	Excelente
13	Ob	4A																	1	Excelente
13	Tg	7B																	1	Excelente
13	Tg	2A																	1	Excelente
13	Tg	6B		2	2	2													2	Bueno
13	Ob	6A																	1	Excelente
13	Rd	2B	2		2	2													2	Bueno
13	Rd	4B																	1	Excelente
13	Tg	4B																	1	Excelente
13	Rd	6B	2		2	2													2	Bueno
13	Rd	7B		4	4	4													4	Malo
13	Ob	2B	2	2	2	2													2	Bueno
13	Tg	3B	2		2	2													2	Bueno
13	Rd	3B		2	2	2													2	Bueno
13	Ob	3A																	1	Excelente

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 6/3/03
 Angulo de Corte (°) : 15°
 Velocidad de Alimentacion (m/min) : 10
 N° de Cuchillas : 3

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	CALIFICACION												E DOMINANTE	CALIDAD				
			GRANO ARRANCADO				GRANO VELLOSO				GRANO LEVANTADO						GRANO ASTILLADO			
			GRADO			E	GRADO			E	GRADO			E			GRADO			E
			L1	L2	PROMEDIO		L1	L2	PROMEDIO		L1	L2	PROMEDIO				L1	L2	PROMEDIO	
13	Ob	2B	3	3	3	3												3	Regular	
13	Ob	4A																1	Excelente	
13	Tg	7B		2	2	2												2	Bueno	
13	Tg	4B																1	Excelente	
13	Tg	2A		3	3	3												3	Regular	
13	Tg	6B		2	2	2												2	Bueno	
13	Tg	3B	2		2	2												2	Bueno	
13	Ob	6A		3	3	3												3	Regular	
13	Rd	2B	3		3	3												3	Regular	
13	Rd	6B	4	2	3	3												3	Regular	
13	Ob	7A	2		2	2												2	Bueno	
13	Rd	7B		2	2	2												2	Bueno	
13	Rd	4B	2	2	2	2												2	Bueno	
13	Rd	3B		2	2	2												2	Bueno	
13	Ob	3A		2	2	2												2	Bueno	

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 10/3/03
 Angulo de Corte (°) : 25°
 Velocidad de Alimentacion (m/min) : 5
 N° de Cuchillas : 3

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	CALIFICACION												E DOMINANTE	CALIDAD				
			GRANO ARRANCADO				GRANO VELLOSO				GRANO LEVANTADO						GRANO ASTILLADO			
			GRADO			E	GRADO			E	GRADO			E			GRADO			E
			L1	L2	PROMEDIO		L1	L2	PROMEDIO		L1	L2	PROMEDIO				L1	L2	PROMEDIO	
13	Ob	3A																	1	Excelente
13	Ob	4A																	1	Excelente
13	Tg	6B																	1	Excelente
13	Rd	6B	2		2	2													2	Bueno
13	Tg	7B																	1	Excelente
13	Ob	2B																	1	Excelente
13	Ob	7A																	1	Excelente
13	Ob	6A																	1	Excelente
13	Tg	4B																	1	Excelente
13	Tg	2A																	1	Excelente
13	Rd	7B																	1	Excelente
13	Rd	3B																	1	Excelente
13	Rd	4B																	1	Excelente
13	Rd	2B	3		3	3													3	Regular
13	Tg	3B																	1	Excelente

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 10/3/03
 Angulo de Corte (°) : 25°
 Velocidad de Alimentación (m/min) : 10
 N° de Cuchillas : 3

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	CALIFICACION																E DOMINANTE	CALIDAD
			GRANO ARRANCADO				GRANO VELLOSO				GRANO LEVANTADO				GRANO ASTILLADO					
			GRADO			E	GRADO			E	GRADO			E	GRADO			E		
			L1	L2	PROMEDIO		L1	L2	PROMEDIO		L1	L2	PROMEDIO		L1	L2	PROMEDIO			
13	Tg	7B	2		2	2													2,0	Bueno
13	Ob	4A	2		2	2													2,0	Bueno
13	Ob	3A	2	2	2	2													2,0	Bueno
13	Ob	2B		3	3	3													3,0	Regular
13	Tg	3B	3	3	3	3													3,0	Regular
13	Ob	6A	2	2	2	2													2,0	Bueno
13	Rd	3B	3	3	3	3													3,0	Regular
13	Tg	4B	2	2	2	2													2,0	Bueno
13	Tg	6B		3	3	3													3,0	Regular
13	Tg	2A		3	3	3													3,0	Regular
13	Rd	4B	3	2	2,5	2,5													2,5	Bueno
13	Rd	2B	4	2	3	3													3,0	Regular
13	Rd	6B	5		5	5													5,0	Muy Malo
13	Rd	7B	2	3	2,5	2,5													2,5	Bueno
13	Ob	7A																	1,0	Excelente

ANEXO 5

VALORES INDIVIDUALES DE RUGOSIDAD EN LA MADERA CEPILLADA DE INGAINA

Nombre Común : Ingaina

Fecha :

5/3/03

Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*

Angulo de Corte : 35°

Procedencia : Tarapoto

Velocidad de Alimentacion : 10 m/min

Ejecutor : Danny

N° de Cuchillas : 3

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	Ra								Rt							
			L1				L2				L1				L2			
			Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio
Ob	4A	10,29	9,54	11,07	10,30	9,87	10,76	9,14	9,92	111,1	102,8	104,1	75,63	70,91	101,8	84,76	85,82	
Tg	7B	6,66	7,39	6,91	6,99	7,26	8,47	7,45	7,73	74,05	77,11	80,03	54,72	83,96	84,18	90,2	86,11	
Rd	2B	8,01	9,15	10,17	9,11	9,76	10,16	9,46	9,79	88,41	78,4	116,9	59,94	87,64	122,4	71,86	93,97	
Tg	6B	6,92	8,1	7,31	7,44	7,34	5,77	7,01	6,71	70,9	86,88	67,52	56,93	73,68	87,55	76,93	79,39	
Rd	4B	9,04	10,4	6,92	8,79	13,44	9,4	9,02	10,62	97,56	103,9	62,61	71,49	132,8	99,24	129,5	120,51	
Rd	3B	9,92	7,77	12,94	10,21	9,83	9,45	7	8,76	97,14	88,36	85,95	66,17	89,96	88,22	63,5	80,56	
Tg	2A	8,03	10,79	9,2	9,34	8,72	9,08	6,35	8,05	103,8	102,8	99,67	73,20	98,01	77,84	86,21	87,35	
Tg	4B	8,95	8,14	11,42	9,50	9,49	8,11	8,32	8,64	85,91	83,91	197,3	60,94	93,02	80,35	71,72	81,70	
Tg	3B	7,45	7,59	8,03	7,69	11,18	7,12	8,67	8,99	85,72	86,06	72,51	61,59	111,5	100,9	100,8	104,40	
Ob	7A	7,86	8,91	9,28	8,68	9,4	9,22	8,63	9,08	80,69	108	111	67,23	80,5	98,07	98,28	92,28	
Rd	6B	8,09	7,89	6,87	7,62	10,64	12,87	13,84	12,45	65,34	72,53	69,01	50,29	79,4	93,2	87,21	86,60	
Rd	7B	7,83	10,19	10,15	9,39	8,5	13,08	10,56	10,71	75,73	98,94	98,34	62,56	85,27	99,27	109	97,85	
Ob	3A	9,83	8,46	9,95	9,41	9,28	9,61	9,46	9,45	77,79	76,35	81,86	55,71	94,87	83,76	92,75	90,46	
Ob	2B	8,15	9,49	9,75	9,13	7,82	9,07	9,42	8,77	99,2	79,01	87,93	63,74	81,09	96,04	86,01	87,71	
Ob	6A	8,86	7,07	8,59	8,17	8,89	8,23	11,03	9,38	99,2	79,01	87,93	63,74	73,3	84,94	111,8	90,01	

Nombre Común : Ingaina

Fecha :

5/3/03

Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*

Angulo de Corte : 35°

Procedencia : Tarapoto

Velocidad de Alimentacion : 5 m/min

Ejecutor : Danny

N° de Cuchillas : 3

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	Ra								Rt							
			L1				L2				L1				L2			
			Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio
Tg	6B	6,43	8,76	12,04	7,26	6,25	6,59	8,72	7,19	59,73	129,8	131	106,84	54,71	74,03	80,55	69,76	
Rd	4B	8,97	11,13	7,79	10,33	9,64	10,89	9,09	9,87	79,74	82,92	76,24	79,63	71,09	102,6	90,54	88,08	
Ob	3A	7,8	9,09	7,19	8,98	7,19	10,04	10,2	9,14	92,67	97,29	75,35	88,44	72,68	93,44	99,12	88,41	
Rd	7B	7,76	7,51	7,61	9,29	8,08	12,6	9,21	9,96	71,19	80,43	86,61	79,41	76,07	69,54	100,8	82,14	
Ob	2B	8,13	7,85	7,79	7,55	8,95	6,67	6,09	7,24	87,93	102	87,07	92,33	88,39	80,01	62,76	77,05	
Rd	6B	7,56	7,59	9,93	10,03	9,86	14,95	12,87	12,56	81,49	61,64	78,18	73,77	71,97	97,68	109,5	93,05	
Ob	7A	6,28	7,65	7,38	6,91	7,05	6,81	6,93	6,93	55,94	76,89	85,32	72,72	76,73	77,62	78,96	77,77	
Ob	6A	7,12	7,97	10,34	7,91	6,92	8,64	9,3	8,29	68,99	73,5	78,95	73,81	66,94	88,94	77,52	77,80	
Tg	3B	6,27	7,02	6,46	6,67	8,48	6,71	6,05	7,08	78,95	71,92	62,03	70,97	103	71,73	78,53	84,42	
Rd	3B	10,67	9,85	12,33	9,70	8,62	8,59	8,27	8,49	83,32	68,88	113,6	88,60	87,21	70,54	69,82	75,86	
Tg	2A	7,4	13,29	12,22	9,54	8,02	7,94	8,19	8,05	58,08	96,47	110,6	88,38	70,54	81,57	82,25	78,12	
Tg	7B	8,17	7,73	7,94	8,30	6,44	8,99	9,32	8,25	71,38	80,11	68,88	73,46	80,72	114,6	175,2	123,51	
Rd	2B	9,71	14,11	11,78	10,69	7,78	8,25	9,77	8,60	89,3	91,09	86,14	88,84	93,77	69,49	111,3	91,52	
Ob	4A	8,58	7,43	7,41	8,27	12,72	8,81	8,21	9,91	84,86	74,06	104	87,64	97,02	85,48	93,87	92,12	
Tg	4B	7,71	8,07	9,05	8,11	8,2	8,54	9,5	8,75	78,01	84,84	88,32	83,72	87,68	82,24	93,32	87,75	

Nombre Común : Ingaina

Fecha :

5/3/03

Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*

Angulo de Corte : 25°

Procedencia : Tarapoto

Velocidad de Alimentacion : 5 m/min

Ejecutor : Danny

N° de Cuchillas : 3

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	Ra								Rt							
			L1				L2				L1				L2			
			Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio
Ob	4A	7,73	8,53	8,5	8,25	9,04	8,08	9,31	8,81	82,53	80,9	83,38	82,27	97,66	80,96	90,6	89,74	
Tg	6B	8,3	7,19	7,9	7,80	6,75	5,91	6,99	6,55	89,38	80,45	72,25	80,69	64,84	61,25	63,28	63,12	
Rd	6B	6,14	6,11	6,99	6,41	9,3	7,26	7,88	8,15	61,8	62,3	88,86	70,99	89,38	67,82	65,13	74,11	
Tg	7B	7,92	7,02	8,47	7,80	6,48	6,05	6,59	6,37	83,67	75,79	86,17	81,88	73,84	91,01	74,6	79,82	
Ob	2B	8,4	7,55	8,93	8,29	7,65	7,66	7,22	7,51	95,83	74,59	83,86	84,76	85,74	83,05	77,83	82,21	
Ob	7A	7,24	6,05	5,98	6,42	6,92	6,69	6,11	6,57	68,35	65,23	56,27	63,28	83,4	67,52	68,9	73,27	
Ob	6A	6,24	8,24	7,52	7,33	6,26	5,94	7,01	6,40	74,63	76,09	55,29	68,67	74,81	81,02	76,47	77,43	
Tg	4B	7,84	7,66	6,33	7,28	7,78	7,09	9,64	8,17	82,05	83,44	77,94	81,14	77,84	86,91	91,55	85,43	
Tg	2A	9,08	6,54	6,49	7,37	7,88	7,41	8,21	7,83	107,5	65,56	78,22	83,76	74,98	80,46	73,51	76,32	
Rd	7B	7,78	6,13	7	6,97	6,8	6,43	6,6	6,61	85,77	75,58	75,73	79,03	68,49	83,29	93,4	81,73	
Rd	3B	7,62	9,23	6,07	7,64	6,85	7,74	6,48	7,02	76,22	87,55	67,71	77,16	68,57	96,85	63,31	76,24	
Rd	4B	9,38	10,01	7,25	8,88	8,69	8	7,97	8,22	105,7	98,86	76,4	93,65	92,11	87,13	80,31	86,52	
Rd	2B	7,74	8,2	9,93	8,62	9,2	9,32	7,69	8,74	89,58	72,12	89,18	83,63	64,37	84,03	78,26	75,55	
Tg	3B	7,1	5,62	6,48	6,40	6,96	6,93	8,44	7,44	75,12	68,01	68,99	70,71	82,69	63,3	87,82	77,94	
Ob	3A	6,23	7,64	9,09	7,65	7,49	7,14	8,22	7,62	64,52	83,5	88,6	78,87	79,42	87,24	89,88	85,51	

Nombre Común : Ingaina

Fecha :

7/3/03

Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*

Angulo de Corte : 25°

Procedencia : Tarapoto

Velocidad de Alimentacion : 10 m/min

Ejecutor : Danny

N° de Cuchillas : 3

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	Ra								Rt							
			L1				L2				L1				L2			
			Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio
Tg	7B	9,63	9,75	9,83	8,91	7,73	7,35	7,23	7,44	89,83	99,91	83,19	90,98	80,3	81,79	70,65	77,58	
Ob	4A	8,82	8,69	8,46	8,58	10,68	8,23	9,8	9,57	87,57	92,28	78,62	86,16	101,2	96,2	97	98,13	
Ob	3A	6,97	8,43	9,75	8,20	9,1	9,2	9,21	9,17	78,67	78,29	93,95	83,64	88,75	116,7	85,49	96,98	
Ob	2B	6,94	9,11	7,07	8,14	8,55	8,38	8,9	8,61	73,05	88,5	75,74	79,10	90,57	71,13	83,55	81,75	
Tg	3B	7,6	6,25	8,22	7,45	9,97	8,5	7,41	8,63	82,54	77,78	81,68	80,67	97,53	72,89	75,39	81,94	
Ob	6A	7,4	8,45	8,36	7,84	6,73	7,67	8,75	7,72	71,85	71	83,86	75,57	67,46	69,71	76,07	71,08	
Rd	3B	7,93	7,61	6,62	7,82	8,66	7,91	6,43	7,67	83,59	69,64	78,8	77,34	93,07	66,42	68,29	75,93	
Tg	4B	8,51	9,78	8,72	8,63	8,65	7,59	8,12	8,12	95,13	93,13	83,7	90,65	83,95	76,81	68,79	76,52	
Tg	6B	6,71	8,43	8,18	6,77	6,71	5,18	5,66	5,85	70,36	73,3	87,13	76,93	71,12	52,47	82,93	68,84	
Tg	2A	7,76	7,8	7,94	8,18	7,72	8,98	7,62	8,11	94,75	72,72	81,81	83,09	73,31	90,63	81,95	81,96	
Rd	4B	11,99	6,95	7,95	9,23	9,27	8,75	7,96	8,66	105,7	75,18	83,52	88,13	93,31	86,8	84,42	88,18	
Rd	2B	7,36	10,4	8,87	8,74	7,61	8,46	9,67	8,58	87,57	104,6	78,94	90,37	84,14	84,68	94,3	87,71	
Rd	6B	9,13	8,52	7,89	8,84	8,17	8,87	8,48	8,51	95,03	76,7	77,6	83,11	85,77	75,38	69,93	77,03	
Rd	7B	6,6	6,05	6,74	7,76	7,89	10,62	5,69	8,07	72,21	67,06	81,93	73,73	73,41	75,06	51,45	66,64	
Ob	7A	7,2	6,25	7,55	7,05	6,92	7,69	7,13	7,25	77,01	63,54	68,49	69,68	67,59	75,66	76,07	73,11	

Nombre Común : Ingaina

Fecha :

6/3/03

Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*

Angulo de Corte : 15°

Procedencia : Tarapoto

Velocidad de Alimentacion : 10 m/min

Ejecutor : Danny

N° de Cuchillas : 3

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	Ra								Rt							
			L1				L2				L1				L2			
			Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio
Ob	2B	7,6	7,38	7,21	8,09	7,55	9,29	6,79	7,88	76,32	80,87	69,85	75,68	75,46	80,36	81,83	79,22	
Ob	4A	8,31	7,57	7,89	7,99	8,16	8,1	8,67	8,31	78,52	78,11	73,69	76,77	82,69	75,75	86,27	81,57	
Tg	7B	7,74	7,17	5,98	7,21	6,49	6,73	8,91	7,38	74,29	89,19	78,65	80,71	65,23	72,24	87,85	75,11	
Tg	4B	10,85	5,35	8,06	8,35	6,88	8,85	8,5	8,08	86,12	81,31	74,24	80,56	72,58	99,81	92,64	88,34	
Tg	2A	7,43	9,08	5,89	7,20	6,56	5,1	4,94	5,53	82,87	90,27	85,92	86,35	74,48	73,01	59,52	69,00	
Tg	6B	6,46	6,16	7,37	6,62	8,72	7,23	4,58	6,84	81,99	64,37	80,46	75,61	80,18	109,3	54,55	81,34	
Tg	3B	6,7	9,04	7,48	8,42	7,73	9,53	5,39	7,55	80,6	76,57	93,43	83,53	80,36	89,52	64,63	78,17	
Ob	6A	7,21	7,71	8,08	6,80	5,49	5,48	7,24	6,07	73,24	95,42	74,88	81,18	67,72	61,62	88,58	72,64	
Rd	2B	7,1	6,63	6,15	6,92	7,86	7,03	5,12	6,67	89,61	70,09	73,15	77,62	72,16	57,35	59,04	62,85	
Rd	6B	6,72	6,9	6,36	7,28	6,61	8,23	7,72	7,52	79,22	69,47	74,76	74,48	61,57	73,78	79,35	71,57	
Ob	7A	8,84	6,77	8,88	8,48	8,13	9,84	6,6	8,19	84,34	71,69	132,6	96,21	94,99	91,12	71,66	85,92	
Rd	7B	7,03	6,58	7,28	7,95	7,42	10,23	7,73	8,46	85,29	79,44	73,68	79,47	70,33	84,21	56,14	70,23	
Rd	4B	8,34	8,91	7,33	8,32	9,15	7,7	7,85	8,23	75,67	89,78	78,38	81,28	99,29	81,99	69,83	83,70	
Rd	3B	9,23	8,47	5,99	9,21	7,9	9,92	5,83	7,88	79,42	68,87	62,87	70,39	79,13	108,8	64,3	84,08	
Ob	3A	5,68	9,11	9,2	7,95	9,91	9,07	6,69	8,56	70,54	112,9	85,12	89,52	83,27	99,62	67,76	83,55	

Nombre Común : Ingaina

Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*

Procedencia : Tarapoto

Ejecutor : Danny

Fecha : 6/3/03

Angulo de Corte : 15°

Velocidad de Alimentacion : 5 m/min

N° de Cuchillas : 3

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	Ra								Rt							
			L1				L2				L1				L2			
			Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Promedio
Ob	7A	7,11	6,45	6,11	6,77	6,1	6,74	7,08	6,64	69,76	70,71	66,11	68,86	67,07	72,31	74,37	71,25	
Ob	4A	6,94	6,82	6,51	6,59	4,63	6	7,02	5,88	76,77	86,2	68,3	77,09	68,13	78,07	78,73	74,98	
Tg	7B	6,67	6,05	6,35	6,57	6,46	6,98	7,16	6,87	77,02	68,17	73,85	73,01	80,07	74,07	77,77	77,30	
Tg	2A	7,11	7,77	5,27	7,57	7,32	7,83	6,43	7,19	75,73	80,05	78,73	78,17	66,12	74,22	82,45	74,26	
Tg	6B	4,96	6,87	5,65	5,54	6,78	4,79	4,83	5,47	57,86	68,58	54,88	60,44	68,74	62,81	51,36	60,97	
Ob	6A	5,11	7,76	7,62	6,81	6,53	7,55	6,03	6,70	67,13	80,16	71,62	72,97	68,4	60,62	58,34	62,45	
Rd	2B	5,8	7,72	6,91	6,96	6,78	7,35	7,08	7,07	65,93	85,23	82,54	77,90	99,47	74,72	57,06	77,08	
Rd	4B	8,83	8,68	6,98	7,80	6,27	5,88	7,25	6,47	86,75	94,74	72,06	84,52	80,83	64,33	70,75	71,97	
Tg	4B	7,96	8,78	7,84	7,86	7,52	6,83	6,72	7,02	69,12	81,44	80,71	77,09	84,13	79,16	64,3	75,86	
Rd	6B	6,21	6,62	6,22	6,54	6,97	6,79	8,03	7,26	80,28	65,93	77,23	74,48	69,88	69,14	74,84	71,29	
Rd	7B	7,01	6,35	5,82	6,60	6,76	6,45	8,48	7,23	74,06	83,04	67,47	74,86	76,04	73,03	78,38	75,82	
Ob	2B	7,51	6,66	6,69	6,96	6,49	6,72	5,83	6,35	74,36	76,83	75,13	75,44	67,74	73,6	66,11	69,15	
Tg	3B	4,75	7,08	6,96	6,11	6,46	6,49	6,32	6,42	54,19	71,57	71,83	65,86	67,19	66,55	71,87	68,54	
Rd	3B	7,83	6,12	7	6,76	7,8	6,34	5,11	6,42	86,53	64,35	59,72	70,20	67,33	68,15	58,98	64,82	
Ob	3A	6,53	9,47	8,68	8,35	6,79	9,05	6,8	7,55	91,5	89,17	97,57	92,75	78,77	88,58	76,08	81,14	

ANEXO 6

**GRADOS INDIVIDUALES DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS DIFERENTES ENSAYOS DE MOLDURADO CON LA
MADERA DE INGAINA**

Nombre Común : Ingaina

Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*

Procedencia : Tarapoto

Ejecutor : Danny

Fecha : 9/4/03

Velocidad de Giro (RPM): 3750

C. H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	CALIFICACION												E DOMINANTE	CALIDAD				
			GRANO ARRANCADO				GRANO VELLOSO				GRANO LEVANTADO						GRANO ASTILLADO			
			GRADO			F _i	GRADO			F _i	GRADO			F _i			GRADO			F _i
			ZONA 1	ZONA 2	PROMEDIO		ZONA 1	ZONA 2	PROMEDIO		ZONA 1	ZONA 2	PROMEDIO				ZONA 1	ZONA 2	PROMEDIO	
12	Rd	4B																1,0	Excelente	
12	Ob	4A																1,0	Excelente	
12	Rd	7B	3		3	3												3,0	Regular	
12	Ob	2B																1,0	Excelente	
12	Ob	3A		1	1	1				2		2	1,7					1,7	Bueno	
13	Tg	6B	3		3	3												3,0	Regular	
12	Rd	2A	2		2	2												2,0	Bueno	
12	Ob	6A	3		3	3												3,0	Regular	
12	Tg	4B								2		2	1,7					1,7	Bueno	
12	Rd	6B								2		2	1,7					1,7	Bueno	
13	Ob	7A								2		2	1,7					1,7	Bueno	
12	Tg	7B	1		1	1				2		2	1,7					1,7	Bueno	
12	Tg	3B	2		2	2				2		2	1,7					2,0	Bueno	
12	Rd	3B	2		2	2				2		2	1,7					2,0	Bueno	
13	Tg	2B	3		3	3				2		2	1,7					3,0	Regular	

Nombre Común : Ingaina

Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*

Procedencia : Tarapoto

Ejecutor : Danny

Fecha : 9/4/03

Velocidad de Giro (RPM): 7430

C. H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	CALIFICACION												E DOMINANTE	CALIDAD				
			GRANO ARRANCADO				GRANO VELLOSO				GRANO LEVANTADO						GRANO ASTILLADO			
			GRADO			E	GRADO			E	GRADO			E			GRADO			E
			ZONA 1	ZONA 2	PROMEDIO		ZONA 1	ZONA 2	PROMEDIO		ZONA 1	ZONA 2	PROMEDIO				ZONA 1	ZONA 2	PROMEDIO	
12	Rd	4B													2		2	1,5	1,5	Excelente
12	Ob	4A																	1,0	Excelente
12	Rd	7B																	1,0	Excelente
12	Ob	2B	1		1	1									2		2	1,5	1,5	Excelente
12	Ob	3A								1	1	1							1,0	Excelente
13	Tg	6B																	1,0	Excelente
12	Rd	2A	3		3	3													3,0	Excelente
12	Ob	6A																	1,0	Excelente
12	Tg	4B																	1,0	Excelente
12	Rd	6B	1		1	1													1,0	Excelente
13	Ob	7A													2		2	1,5	1,5	Excelente
12	Tg	7B																	1,0	Excelente
12	Tg	3B																	1,0	Excelente
12	Rd	3B								1		1	1						1,0	Excelente
13	Tg	2B																	1,0	Excelente

ANEXO 7

**GRADOS INDIVIDUALES DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS DIFERENTES ENSAYOS DE TALADRADO CON LA
MADERA DE INGAINA**

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 01/02/03
 Diametro de Broca (") : 1/2
 Carga (Kg) : 30
 Velocidad de Giro (RPM) : 1400

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	TIEMPO DE PENETRACION (SEG)	CALIFICACION								E DOMINANTE	CALIDAD
				GRANO ASTILLADO				RUPTURA DE GRANO					
				GRADO			E	GRADO			E		
				ENTRADA	SALIDA	PROMEDIO		ENTRADA	SALIDA	PROMEDIO			
13	Ob	2A	3	4	2	3	2,4	3	4	3,5	3,5	3,5	Malo
13	Rd	2B	2	3	2	2,5	2,05	2	2	2	2	2,1	Bueno
13	Tg	2B	2	4	4	4	3,1	4	3	3,5	3,5	3,5	Malo
14	Ob	3A	2	4	4	4	3,1	3	3	3	3	3,1	Regular
13	Rd	3B	1	5	3	4	3,1	3	3	3	3	3,1	Regular
13	Tg	3B	2	3	2	2,5	2,05	4	4	4	4	4,0	Malo
13	Ob	4A	2	4	3	3,5	2,75	4	4	4	4	4,0	Malo
13	Rd	4B	1	4	4	4	3,1	4	4	4	4	4,0	Malo
13	Tg	4B	2	4	2	3	2,4	4	4	4	4	4,0	Malo
13	Ob	6A	1	3	4	3,5	2,75	4		4	4	4,0	Malo
13	Rd	6B	1	4	3	3,5	2,75	2	2	2	2	2,8	Regular
13	Tg	6A	1	3	4	3,5	2,75	2		2	2	2,8	Regular
13	Ob	7A	2	2	2	2	1,7	3	2	2,5	2,5	2,5	Bueno
13	Rd	7B	2	4	3	3,5	2,75	3	2	2,5	2,5	2,8	Regular
13	Tg	7B	1					4	2	3	3	3,0	Regular

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 01/02/03
 Diametro de Broca (") : 1/2
 Carga (Kg) : 30
 Velocidad de Giro (RPM) : 780

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	TIEMPO DE PENETRACION (SEG)	CALIFICACION								E DOMINANTE	CALIDAD
				GRANO ASTILLADO				RUPTURA DE GRANO					
				GRADO			E	GRADO			E		
				ENTRADA	SALIDA	PROMEDIO		ENTRADA	SALIDA	PROMEDIO			
13	Ob	2A	8	4	4	4	3,1		3	3	3	3,1	Regular
14	Rd	2B	6	4	4	4	3,1		3	3	3	3,1	Regular
13	Tg	2B	4	4	4	4	3,1	3	3	3	3	3,1	Regular
14	Ob	3A	3	4	4	4	3,1	3	3	3	3	3,1	Regular
13	Rd	3B	2	4	4	4	3,1	4		4	4	4,0	Malo
13	Tg	3B	2	4	3	3,5	2,75	3	2	2,5	2,5	2,8	Regular
13	Ob	4A	2	4	4	4	3,1	2	2	2	2	3,1	Regular
13	Rd	4B	2	4	4	4	3,1	4	3	3,5	3,5	3,5	Regular
13	Tg	4B	2	4	3	3,5	2,75	2	2	2	2	2,8	Regular
13	Ob	6A	2	4	3	3,5	2,75	4	3	3,5	3,5	3,5	Regular
13	Rd	6B	7	4	3	3,5	2,75	3	2	2,5	2,5	2,8	Regular
13	Tg	6A	2	3	3	3	2,4	4	3	3,5	3,5	3,5	Regular
13	Ob	7A	2	3	3	3	2,4	4	3	3,5	3,5	3,5	Regular
13	Rd	7B	3	4	3	3,5	2,75	3	3	3	3	3,0	Regular
13	Tg	7B	2	4		4	3,1	4	2	3	3	3,1	Regular

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 01/02/03
 Diametro de Broca (") : 1/2
 Carga (Kg) : 15
 Velocidad de Giro (RPM) : 780

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	TIEMPO DE PENETRACION (SEG)	CALIFICACION								E DOMINANTE	CALIDAD
				GRANO ASTILLADO				RUPTURA DE GRANO					
				GRADO			E	GRADO			E		
				ENTRADA	SALIDA	PROMEDIO		ENTRADA	SALIDA	PROMEDIO			
13	Ob	2A	10	3	4	3,5	2,75					2,8	Regular
13	Rd	2B	7	3	4	3,5	2,75		3	3	3	3,0	Regular
13	Tg	2B	8	3	4	3,5	2,75					2,8	Regular
14	Ob	3A	11	3	3	3	2,4		2	2	2	2,4	Bueno
13	Rd	3B	11	3	2	2,5	2,05		2	2	2	2,1	Bueno
13	Tg	3B	9	3	3	3	2,4					2,4	Bueno
13	Ob	4A	7	4	3	3,5	2,75					2,8	Regular
13	Rd	4B	5	4	3	3,5	2,75					2,8	Regular
13	Tg	4B	8	3	2	2,5	2,05					2,1	Bueno
13	Ob	6A	11	2	4	3	2,4		3	3	3	3,0	Regular
13	Rd	6B	13	3	3	3	2,4					2,4	Bueno
13	Tg	6A	5	4	4	4	3,1					3,1	Regular
13	Ob	7A	4	2	3	2,5	2,05	2	2	2	2	2,1	Bueno
13	Rd	7B	6	3	3	3	2,4		2	2	2	2,4	Bueno
13	Tg	7B	5	2	3	2,5	2,05		3	3	3	3,0	Regular

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 01/02/03
 Diametro de Broca (") : 1/2
 Carga (Kg) : 15
 Velocidad de Giro (RPM) : 1400

C.H. %	ORIENTACION DE ANILLOS	N° DE ARBOL	TIEMPO DE PENETRACION (SEG)	CALIFICACION								E DOMINANTE	CALIDAD
				GRANO ASTILLADO				RUPTURA DE GRANO					
				GRADO			E	GRADO			E		
				ENTRADA	SALIDA	PROMEDIO		ENTRADA	SALIDA	PROMEDIO			
13	Ob	2A	6	4	3	3,5	2,75					2,8	Regular
13	Rd	2B	10	3		3	2,4		4	4	4	4,0	Muy malo
13	Tg	2B	6	3	3	3	2,4		3	3	3	3,0	Regular
14	Ob	3A	6	4		4	3,1	3	4	3,5	3,5	3,5	Malo
13	Rd	3B	6	4	3	3,5	2,75		2	2	2	2,8	Regular
13	Tg	3B	5	2	3	2,5	2,05		3	3	3	3,0	Regular
13	Ob	4A	3	2	3	2,5	2,05		2	2	2	2,1	Bueno
13	Rd	4B	3	3	3	3	2,4		2	2	2	2,4	Bueno
13	Tg	4B	4	3	4	3,5	2,75		2	2	2	2,8	Regular
13	Ob	6A	6	3	3	3	2,4	3	3	3	3	3,0	Regular
13	Rd	6B	6	3		3	2,4		2	2	2	2,4	Bueno
13	Tg	6A	2	2	3	2,5	2,05		3	3	3	3,0	Regular
13	Ob	7A	2						3	3	3	3,0	Regular
13	Rd	7B	4	3	2	2,5	2,05					2,1	Bueno
13	Tg	7B	2	2		2	1,7		2	2	2	2,0	Bueno

ANEXO 8

**GRADOS INDIVIDUALES DE CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS DIFERENTES ENSAYOS DE TORNEADO CON LA
MADERA DE INGAINA**

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 27/3/03
 Angulo de Cuchilla (°) : 25°
 Angulo de Corte (°) : 15°
 Velocidadde Giro (rpm) : 1680

C.H. %	N° DE ARBOL	CALIFICACION										E DOMINANTE	CALIDAD
		GRANO ARRANCADO		GRANO VELLOSO		GRANO ASTILLADO		GRANO LEVANTADO		RUGOSIDAD			
		GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E		
12	2B1	2	2			3	2,8	3	2,6	2	1,6	2,8	Regular
12	2B2	2	2			3	2,8			2	1,6	2,8	Regular
12	3A	2	2			3	2,8			2	1,6	2,8	Regular
12	3B	2	2			3	2,8			2	1,6	2,8	Regular
12	4B1	2	2			3	2,8	2	1,8	2	1,6	2,8	Regular
12	4B2	2	2			3	2,8	2	1,8	4	2,8	2,8	Regular
12	6A	2	2			2	1,9	2	1,8	4	2,8	2,8	Regular
12	6B	3	3			3	2,8	2	1,8	4	2,8	3,0	Regular
12	7A1					3	2,8	2	1,8	4	2,8	2,8	Regular
12	7A2					3	2,8	2	1,8	2	1,6	2,8	Regular

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 26/3/03
 Angulo de Cuchilla (°) : 25°
 Angulo de Corte (°) : 15°
 Velocidadde Giro (rpm) : 2820

C.H. %	N° DE ARBOL	CALIFICACION										E DOMINANTE	CALIDAD
		GRANO ARRANCADO		GRANO VELLOSO		GRANO ASTILLADO		GRANO LEVANTADO		RUGOSIDAD			
		GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E		
12	2B1					3	2,8	3	2,6	3	2,2	2,8	Regular
12	2B2	2	2			3	2,8	3	2,6	3	2,2	2,8	Regular
12	3A	3	3			3	2,8	3	2,6	3	2,2	3,0	Regular
12	3B	3	3			3	2,8	3	2,6	3	2,2	3,0	Regular
12	4B1	3	3			3	2,8	2	1,8	3	2,2	3,0	Regular
12	4B2	3	3			3	2,8	3	2,6	3	2,2	3,0	Regular
12	6B1	2	2			2	1,9	3	2,6	4	2,8	2,8	Regular
12	6B2	3	3			3	2,8	2	1,8	3	2,2	3,0	Regular
12	7A1	3	3			3	2,8	3	2,6	3	2,2	3,0	Regular
12	7A2	2	2			2	1,9	3	2,6	3	2,2	2,6	Regular

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 10/3/03
 Angulo de Cuchilla (°) : 25°
 Angulo de Corte (°) : 0°
 Velocidadde Giro (rpm) : 1680

C.H. %	N° DE ARBOL	CALIFICACION										E DOMINANTE	CALIDAD
		GRANO ARRANCADO		GRANO VELLOSO		GRANO ASTILLADO		GRANO LEVANTADO		RUGOSIDAD			
		GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E		
12	2B1					3	2,8			3	2,2	2,8	Regular
12	2B2					3	2,8			3	2,2	2,8	Regular
12	3A					3	2,8			3	2,2	2,8	Regular
12	3B	2	2			3	2,8	2	1,8	3	2,2	2,8	Regular
12	4B1	3	3			3	2,8	2	1,8	3	2,2	3,0	Regular
12	4B2					3	2,8			3	2,2	2,8	Regular
13	6B1					3	2,8			3	2,2	2,8	Regular
12	6B2					3	2,8			3	2,2	2,8	Regular
12	7B1	3	3			3	2,8			3	2,2	3,0	Regular
12	7B2					2	1,9			3	2,2	2,8	Regular

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 10/3/03
 Angulo de Cuchilla (°) : 25°
 Angulo de Corte (°) : 0°
 Velocidadde Giro (rpm) : 2820

C.H. %	N° DE ARBOL	CALIFICACION										E DOMINANTE	CALIDAD
		GRANO ARRANCADO		GRANO VELLOSO		GRANO ASTILLADO		GRANO LEVANTADO		RUGOSIDAD			
		GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E		
12	2B1					3	2,8			3	2,2	2,8	Regular
12	2B2					3	2,8			3	2,2	2,8	Regular
12	3A1	2	2			3	2,8			3	2,2	2,8	Regular
12	3A2					3	2,8	3	2,6	3	2,2	2,8	Regular
12	4B1					3	2,8			3	2,2	2,8	Regular
12	4B2					3	2,8			3	2,2	2,8	Regular
12	6B1					3	2,8			3	2,2	2,8	Regular
12	6B2					3	2,8			3	2,2	2,8	Regular
12	7A1					3	2,8			3	2,2	2,8	Regular
12	7A2					3	2,8			3	2,2	2,8	Regular

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

Fecha : 27/3/03
 Angulo de Cuchilla (°) : 25°
 Angulo de Corte (°) : 35°
 Velocidadde Giro (rpm) : 1680

C.H. %	N° DE ARBOL	CALIFICACION										E DOMINANTE	CALIDAD
		GRANO ARRANCADO		GRANO VELLOSO		GRANO ASTILLADO		GRANO LEVANTADO		RUGOSIDAD			
		GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E		
12	2B1	2	2			3	2,8	3	2,6	3	2,2	2,8	Regular
12	2B2	3	3			3	2,8	3	2,6	3	2,2	3,0	Regular
12	3A	2	2			3	2,8	3	2,6	3	2,2	2,8	Regular
12	3B	2	2			3	2,8	3	2,6	3	2,2	2,8	Regular
12	4B1	2	2			3	2,8	3	2,6	3	2,2	2,8	Regular
12	4B2	3	3			3	2,8	3	2,6	3	2,2	3,0	Regular
12	6A	3	3			3	2,8	2	1,8	3	2,2	3,0	Regular
12	6B	3	3			2	1,9	3	2,6	3	2,2	3,0	Regular
12	7B1	2	2			3	2,8	3	2,6	3	2,2	2,8	Regular
12	7B2	2	2			3	2,8	3	2,6	3	2,2	2,8	Regular

Nombre Común : Ingaina
 Nombre Científico : *Myrsine oligophylla*
 Procedencia : Tarapoto
 Ejecutor : Danny

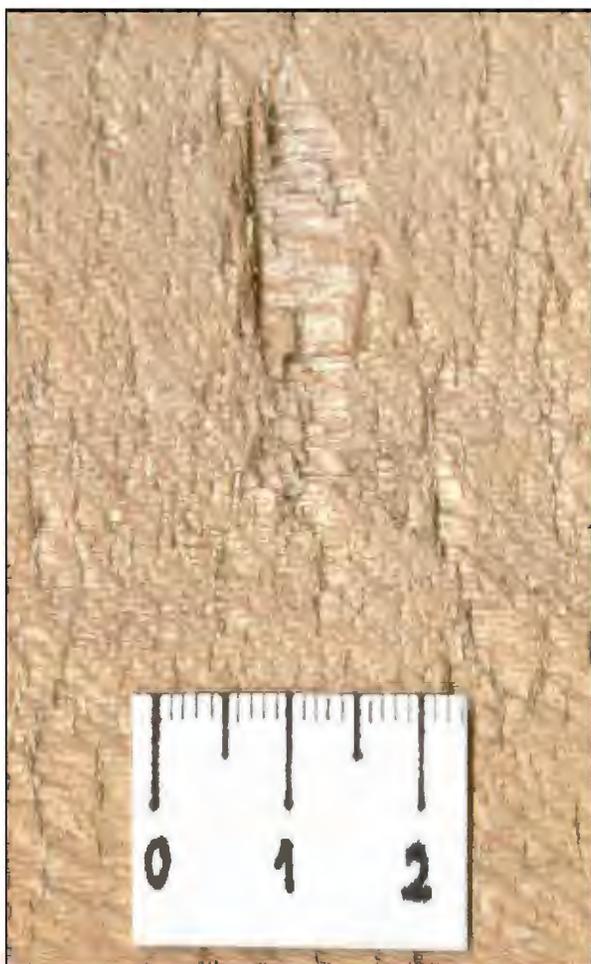
Fecha : 26/3/03
 Angulo de Cuchilla (°) : 25°
 Angulo de Corte (°) : 35°
 Velocidadde Giro (rpm) : 2820

C.H. %	N° DE ARBOL	CALIFICACION										E DOMINANTE	CALIDAD
		GRANO ARRANCADO		GRANO VELLOSO		GRANO ASTILLADO		GRANO LEVANTADO		RUGOSIDAD			
		GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E	GRADO	E		
12	2B1	2	2			3	2,8	3	2,6	4	2,8	2,8	Regular
12	2B2	2	2			3	2,8	3	2,6	3	2,2	2,8	Regular
12	3B1	3	3			4	3,7	3	2,6	3	2,2	3,7	Malo
12	3B2	2	2			2	1,9	3	2,6	4	2,8	2,8	Regular
12	4B1	3	3			4	3,7	2	1,8	4	2,8	3,7	Malo
12	4B2	3	3			4	3,7	3	2,6	4	2,8	3,7	Malo
12	6B1	3	3			3	2,8	2	1,8	3	2,2	3,0	Regular
12	6B2	3	3			2	1,9	2	1,8	4	2,8	3,0	Regular
12	7A	3	3			2	1,9	3	2,6	4	2,8	3,0	Regular
12	7B	2	2			3	2,8	3	2,6	4	2,8	2,8	Regular

ANEXO 9

FOTOGRAFIAS

Figura 11 Grano Arrancado en la Madera Cepillada con Angulo de Corte de 25°

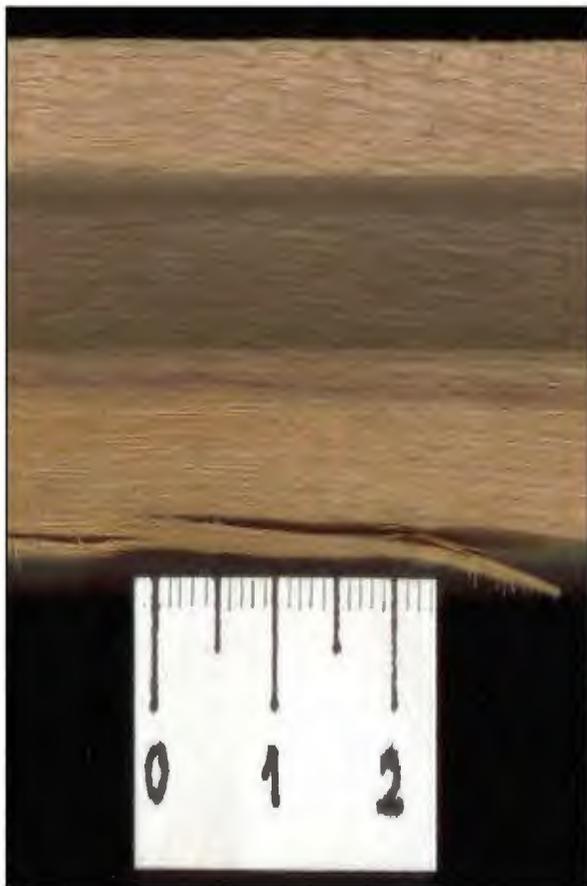


Sin Nudo

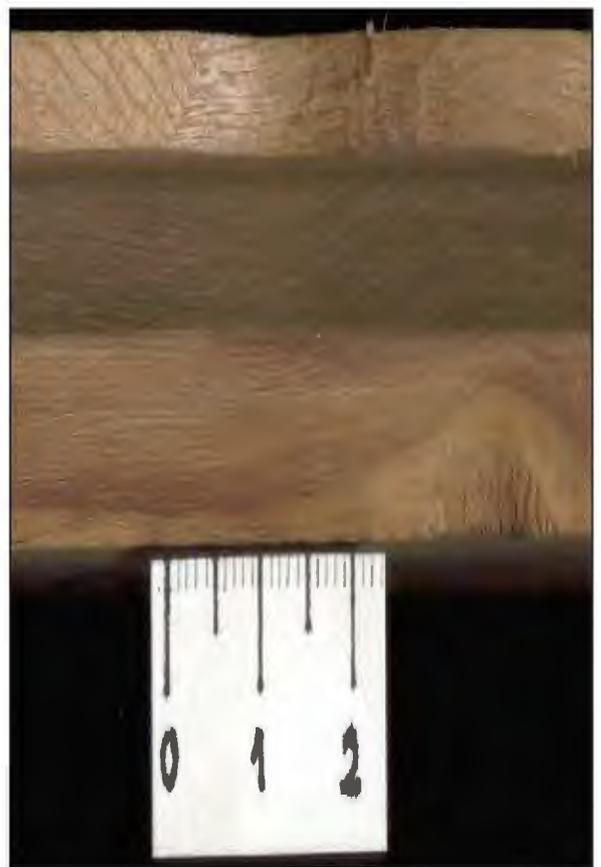


Con Nudo

Figura 12 Defectos de la Madera Moldurada



Grano Levantado



Grano Arrancado

Figura 13 Grano Astillado y Grano Levantado en la Madera Taladrada



Entrada



Salida



Entrada



Salida

Figura 14 Grano Astillado en la Madera Torneada.



ANEXO 10

**ANALISIS DE VARIANCIA DE LA CALIDAD DE SUPERFICIE EN LOS ENSAYOS DE CEPILLADO, MOLDURADO,
TALADRADO Y TORNEADO.**

CUADRO A : ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA CALIDAD DE SUPERFICIE EN EL ENSAYO DE CEPILLADO POR PLANO DE CORTE CON TRES ANGULOS DE CORTE Y DOS VELOCIDADES DE ALIMENTACIÓN.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS AJUSTADOS	CUADRADO MEDIO AJUSTADO	VALOR F	SIGNIFICANCIA
Plano de Corte (Bloque)	2	10.0500	10.0500	5.0250	10.67	Altamente Significativo **
Angulo de Corte	2	4.8667	4.8667	2.4333	5.17	**
Velocidad de Alimentación	1	30.0444	30.0444	30.0444	63.80	**
Interacción Angulo - velocidad	2	0.4222	0.4222	0.2111	0.45	No Significativo
Error	82	38.6167	38.6167	0.4709		
Total	89	84.0000				

CUADRO B : ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA CALIDAD DE SUPERFICIE EN EL ENSAYO DE MOLDURADO POR PLANO DE CORTE CON DOS VELOCIDADES ANGULARES.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	SIGNIFICANCIA
Plano de Corte (Bloque)	2	0.416	0.208	0.49	No Significativo
Velocidad angular	1	4.033	4.033	9.58	Altamente Significativo
Error	26	10.951	0.421		
Total	29	15.400			

CUADRO C : ANALISIS DE VARIANCIA DE LA CALIDAD DE SUPERFICIE EN EL ENSAYO DE TALADRADO POR PLANO DE CORTE CON DOS TIPOS DE CARGA Y DOS VELOCIDADES ANGULARES.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS AJUSTADO	CUADRADO MEDIO AJUSTADO	VALOR F	SIGNIFICANCIA
Plano de Corte (Bloque)	2	0.1990	0.1990	0.0995	0.49	No Significativo
Carga de Penetración	1	4.4827	4.4827	4.4827	22.05	**
Velocidad angular	1	0.0540	0.0540	0.0540	0.27	No Significativo
Interacción Carga – Velocidad	1	0.0427	0.0427	0.0427	0.21	No Significativo
Error	54	10.9775	10.9775	0.2033		
Total	59	15.7540				

CUADRO D : ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA CALIDAD DE SUPERFICIE EN EL ENSAYO DE TORNEADO CON TRES ANGULOS DE CORTE Y DOS VELOCIDADES ANGULARES.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	SIGNIFICANCIA
Ángulo de Corte	2	0.3070	0.1535	4.51	Significativo
Velocidad angular	1	0.1042	0.1042	3.06	No Significativo
Interacción Ángulo-Velocidad	2	0.3203	0.1602	4.71	Significativo
Error	54	1.8370	0.3400		
Total	59	2.5685			