

CAPÍTULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. MADERA

1.1.1. Concepto sobre estructura de la madera

La madera se puede definir como un conjunto de tejidos que se encuentran hacia la parte interna de la corteza. Específicamente es la zona comprendida entre la médula y el cambium vascular y en la misma se cumplen diversas funciones: Conducción de agua y sales minerales absorbidas por la raíz, soporte o resistencia mecánica y almacenamiento de sustancias alimenticias. Corresponde a lo que técnicamente se conoce con el nombre de xilema secundario. (*León W., 2001*).

1.2 Planos de corte de la madera

Debido a que los elementos constituyentes del leño se encuentran orientados y organizados en forma diferente según diversas direcciones consideradas, el aspecto de la madera cambia conforme el plano de corte en que es vista. (*Vargas. J. 1987*).

Los cortes en un tronco pueden ser de tres tipos puros: (ver Imagen.1)

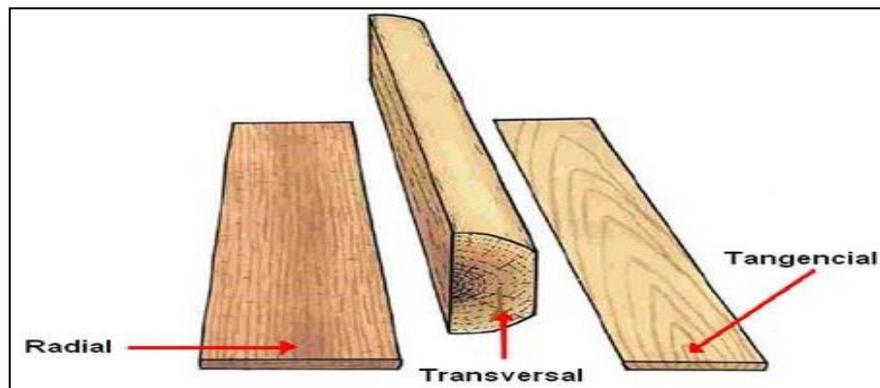
- a) Corte transversal u oblicuo:* dirección perpendicular al eje del tronco, se produce, por ejemplo, al voltear un árbol o seccionar un tronco.
- b) Corte tangencial:* (madera plana): cuando se realiza tangencialmente a los anillos de crecimiento del árbol. Es el corte en el que mejor se aprecia el veteado o figura de la madera.
- c) Corte radial:* (madera cuarteada): cuando tiene dirección paralela a los radios. Es el corte más estable de la madera ante cambios de humedad.

1.3 La madera

La madera como recurso renovable de amplia distribución en diversas latitudes y condiciones climáticas, ha sido utilizada por el hombre desde tiempos inmemoriales por las múltiples ventajas ofrecidas, que la hacen única entre todos los materiales que

se conocen, ya que además es un material perecedero, pero su vida útil puede ser prolongada considerablemente aplicando las técnicas de un manejo adecuado (León W., 2001).

IMAGEN N°1. Planos de corte de la madera: Radial, tangencial y transversal



Fuente: <http://www.bing.com/images/search?q=corte+radial>.

1.4 Características de la especie en estudio

1.4.1 Generalidades de la especie

La Mora (*Maclura tinctoria*) (tatajyva del guaraní significa "brazo del fuego") es una especie de la familia Moraceae, usada como tinte y nativa de toda América.

Esta especie crece en un amplio rango ambiental: bosque tropical y subtropical húmedo y seco, y en América Central en pastos y sabanas. Es muy raro encontrarla en bosques primarios, pero más común en bosques secundarios. Prefiere sitios húmedos, a menudo creciendo cercana a ríos y arroyos, pero también tolera suelos secos.

Es una especie heliófita ligera y crece razonablemente rápido a plena luz, pero también tolera algo de sombra cuando está joven. Tolerancia suelos poco profundos y prospera en suelos pobres. Prefiere suelos calcáreos, pero también se encuentra en suelos aluviales arenosos cercanos a corrientes de agua. En cuanto a textura prefiere suelos arcillo arenosos fértiles. Prefiere suelos bien drenados, pero tolera inundaciones por cortos periodos de tiempo. Su distribución altitudinal varía en elevaciones de 0 a 1,400 msnm.

1.5. Descripción taxonómica de la especie forestal mora (*Maclura tinctoria*)

1.5.1 Ficha dendrológica de la especie

CUADRO N° 1. Descripción Taxonómica

Reino:	Plantae
Sup reino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Rosales
Familia:	Moraceae
Género:	<i>Maclura</i>
Especie	<i>M. tinctoria</i>
<p>Nombre binomial</p> <p><i>Maclura tinctoria</i></p> <p>(L.) D.DON EX STEUD. 1841</p>	

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Maclura_tinctoria.

1.5.2. Morfología

Árbol semiperennifolio de tamaño mediano a grande, alcanzando hasta 30 m de altura y 90 cm de DAP. Su tronco es corto y posee una copa abierta e irregular. Los ejemplares mayores suelen tener contrafuertes en la base. La corteza es pardo grisácea con numerosas lenticelas amarillentas, agrietada y escamosa, desprendiéndose en piezas irregulares. Los tallos jóvenes producen un látex blanquecino, las ramas jóvenes y ramillas están a menudo armadas con espinas cortas y rígidas.

1.5.3. Las hojas.

Las hojas miden 5-15 cm de largo y de 2 a 6 cm de ancho, son simples, alternas, dispuestas en dos hileras y tienen un peciolo corto. Su forma es oval, acabadas en punta y con la base plana o cordada. Pueden ser enteras, aserradas, dentadas o hasta lobuladas.

1.5.4. Las flores

Las flores masculinas y femeninas ocurren en árboles diferentes (especie dioica). Las masculinas aparecen en amentos (cordoncitos colgantes) y las femeninas en cabezuelas solitarias de 4-5 mm de diámetro.

1.5.5. Los frutos

Los frutos sin carpos, son pequeños, comestibles y dispuestos en cabezuelas de 1-2 cm de diámetro. Contienen una pulpa carnosa y comestible. Son verdes cuando jóvenes y rojos cuando maduran. En el exterior tienen pequeños pelitos.

1.5.6. La Semilla

Las semillas se encuentran en el fruto, este contiene gran número de semillas planas color café, de 2-3 mm de largo, con una base redondeada y acabadas en punta.

1.5.7 La madera

La madera se utiliza para la fabricación de chapa de muy buena calidad y para aserrío. Presenta algunos problemas en su manejo pues es muy dura y pesada y posee ciertas cantidades de resinas. No obstante, se sugiere para usos futuros en la fabricación de duelas y parquet.

1.6 Operaciones de maquinado

Maquinado es el conjunto de operaciones que se realizan en la madera mediante máquinas y herramientas de corte con el fin de darles las dimensiones y perfiles deseados para su posterior utilización en la elaboración de productos terminados y preparar la superficie para la aplicación de un acabado. Los ensayos se realizarán apegados en la medida de lo posible a las especificaciones de la norma de la

(American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales. (*Flores y Fuentes 2001*)

1.7 Características de la madera que influyen en su trabajabilidad

De acuerdo con Flores y Fuentes (2001), de las características y propiedades de la madera más importante que influyen en la calidad de superficie maquinada están:

La densidad el contenido de humedad, la dirección del hilo, la textura, porosidad, contenidos extractivos, elasticidad, temperatura.

1.7.1 Densidad

Está correlacionada directamente con las propiedades mecánicas y particularmente con la resistencia que la madera opone a la penetración y al corte cuando se trabaja con máquinas y herramientas. Una densidad alta, implica la remoción de una mayor cantidad de sustancias, por lo que al someterlas a su procesamiento causa mayor fricción de las aristas de corte, obteniendo un desafilado más rápido de la herramienta. Las maderas más pesadas presentan un acabado más terso y frecuentemente se mantienen mejor que las maderas ligeras.

1.7.2 Contenido de humedad

Las maderas con bajos contenidos de humedad presentan una mayor resistencia a la penetración de las herramientas de corte, ocasionando el defecto de grano astillado en la superficie de la pieza maquinada. Por el contrario, las maderas con altos contenidos de humedad presentan menor resistencia a la penetración de la herramienta de corte, presentándose frecuentemente el defecto de grano veloso.

1.7.3 Dirección del hilo

La irregularidad de la dirección de las fibras hace variar continuamente las características de orientación del hilo con perjuicios sobre la superficie trabajada. El hilo desviado reduce la resistencia de la madera, dificulta en el maquinado de la madera y puede incrementar las tendencias a la deformación.

1.7.4 Grano

Terminó que se refiere a la forma en cómo se desarrolla las fibras de la madera a lo largo y ancho del tronco y ramas.

1.7.5 Textura

Las maderas con textura fina y homogénea presentan mejor calidad de maquinado que aquellas con textura media y más aún que aquellas con textura gruesa heterogénea.

1.7.6 Porosidad La porosidad no parece tener una influencia directa sobre el maquinado, ya que en general en maderas con porosidad circular, semicircular, y difusa al maquinaslas se obtiene una buena calidad.

1.7.7 Contenido de extractivos.

El contenido de extractivos en las paredes celulares y las partículas minerales que se encuentran en las cavidades celulares (sílice y cristales) son de igual importancia. Los primeros hacen que la madera sea más dura, mientras que las partículas minerales desarrollan una acción de rápido desgaste sobre el filo de la herramienta.

1.7.8 Elasticidad

Es la capacidad de la madera de comprimirse bajo la acción del elemento de corte y retornar a su estado original una vez que se ha terminado el trabajo de corte, lo que determina el ancho de corte, es decir que una madera con menor elasticidad requiere de un menor ancho de corte que una madera más elástica. (*normadera.tknuka.net contenido propiedades mecánicas*).

1.7.9 Temperatura

Manifiesta una influencia solo bajo los 0° C por la transformación de la humedad en hielo, el cual dificulta más el procesamiento de la madera, por el incremento del esfuerzo del corte y como consecuencia, un desgaste acelerado de la arista de corte. Esto debe tenerse en cuenta principalmente en lugares donde la temperatura llega a ser menores de 0° C. (*Zuriel Hernández*).

1.8 Trabajabilidad

Conjunto de propiedades o características que posee una determinada madera con relación a su respuesta de trabajo manual o a la acción de las herramientas manuales o eléctricas. Se dice entonces que la madera posee buena trabajabilidad cuando responde bien al corte con sierra, al cepillado, al moldurado, al torneado, al lijado y al taladrado, al encolado y engomado, etc.

Los procesos de la industria carpintera se inician con la recepción de la madera transformada en el aserradero y terminan con la expedición de un artículo o producto de madera terminado. Las primeras fases de la manipulación de la madera se tratan en procesos de la industria de la madera. (*Parish, 2001*)

1.8.1 Cepillado

Es la operación de corte que se lleva a cabo en una o ambas caras de la madera, con la finalidad de obtener el espesor deseado al mismo tiempo que se obtiene una superficie con un cierto grado de tersura. Es la operación más importante después del aserrío, ya que cualquier pieza de madera escuadrada antes de ser utilizada en algún producto final requiere ser cepillada, proporcionándole así un mayor valor agregado.

El defecto de mayor ocurrencia en esta operación es: grano arrancado, grano veloso, grano levantado y las marcas de astillas. El efecto de disminuir la velocidad de alimentación también es un factor importante de considerar, ya que se ha comprobado que, utilizando una baja velocidad de alimentación, la calidad de la superficie cepillada se incrementa. Esto se explica en buena parte porque en la medida que se reduce la velocidad de alimentación, la cantidad de madera que tiene que remover cada cuchilla al cortar es menor. (*Herrera, 1981*).

IMAGEN N°2. Cepilladora



Fuente: <https://www.milanuncios.com/otros-mobiliario/cepilladora-para-tablero>.

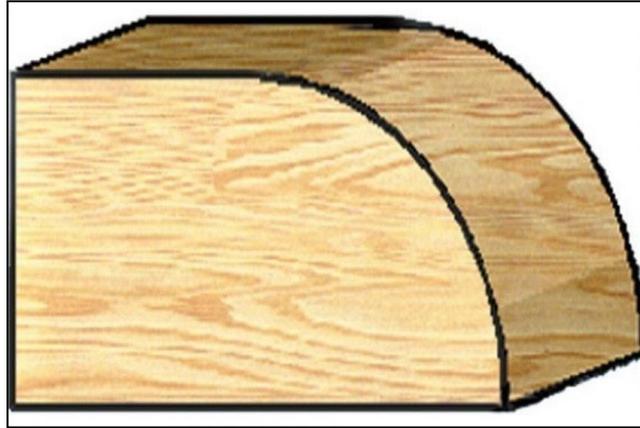
1.8.2 Moldurado

El moldurado consiste en proporcionar una pieza de madera un perfil terminado y con una figura deseada, a fin de mejorar su estética, por lo que la tersura del corte y el detalle de la figura son aspectos de gran importancia que se tienen presentes en esta operación. Se efectúa en trompos diseñados para hacer contornos con forma determinada en el borde de las piezas de madera, de acuerdo a la figura de la fresa.

El trompo más común es el de ejes verticales, en los que se montan las piezas cortantes y son generalmente de alimentación manual, aunque se les puede adaptar un dispositivo para hacerlos de alimentación automática.

En esta operación tenemos 2 tiempos de moldurado:

- Moldurado longitudinal (machimbrado).
- Moldurado transversal (en curva o recto). (*Castillo 1976*)

IMAGEN N°3. Moldurado

Fuente: <https://www.cesumin.biz/es/fresas-de-radio-concavo/makita-d-09422-fresa-para-madera-moldurado>.

1.8.3 Torneado.

Es la operación en la cual mediante el uso de cuchillas o gubias se da la figura deseada a las piezas de madera. Se realiza para elaborar distintos productos entre los que se encuentran; artículos deportivos, mangos para herramientas, partes para muebles y juguetes entre otros. El filo de la herramienta de corte, corta en diferentes posiciones a las fibras de la madera, la penetración es en sentido helicoidal y continuo, cuando la madera gira y las herramientas cortantes avanzan en dirección paralela al eje de rotación, en el torneado manual la cuchilla avanza sobre la línea central de la pieza a tornear. (DE LOS RÍOS, M. 2005)

La velocidad del giro del cabezal del torno depende tanto del diámetro de la pieza a tornear, como la velocidad de avance de la cuchilla, así pues, para tornear piezas de diámetro grandes esta debe ser reducida, mientras que para tornear piezas de diámetros pequeños esta debe ser mayor, por lo que es recomendable tener en el torno por lo menos cinco velocidades de giro diferentes (500, 1000, 1500, 3000, 5000 R.P.M). La mejor calidad de torneado se obtiene en maderas que presentan una alta densidad y una textura fina. (Flores y Fuentes, 2001).

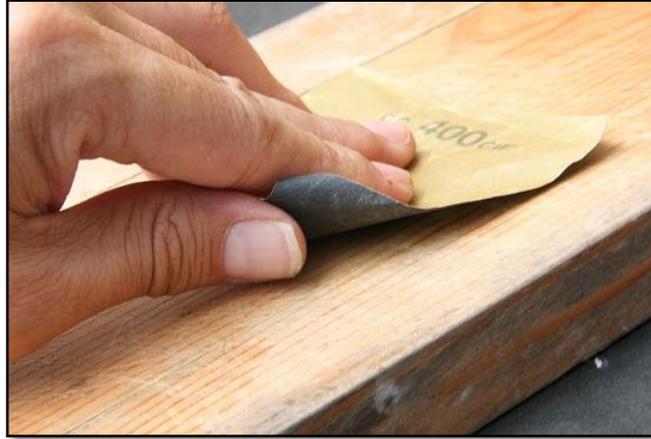
IMAGEN N°4. Torneado

Fuente: <https://www.google.com/search?q=torneado+de+madera&tbm>.

1.8.4 Lijado

La operación de lijado es una parte importante del proceso de reparación por lo que constituye una condicionante fundamental para la productividad y el encarecimiento de la reparación. Para conseguir un acabado de calidad, el operario debe conocer y dominar las operaciones que intervienen en la preparación de las superficies como la correcta selección de del abrasivo y del equipo esto se lo puede realizar a través de diferentes tipos de lijas ya que estas cuentan con una gran gama de materiales, de igual manera hay lijadoras mecánicas fijas y portátiles que facilita el trabajo de remoción o abrasividad. (Serrano y Sáenz, 2001)

IMAGEN N°5. Lijado



Fuente: <https://www.maquituls.es/noticias/wp-content/uploads/2016/05/lija-para-madera.jpg>.

1.8.5 Taladrado

El principio de la operación es perforar o hacer un agujero en una pieza de madera, en la cual se produce una fricción muy grande.

El taladrado es la operación que tiene por objeto hacer agujeros por arranque de viruta, con una herramienta llamada broca, cuya posición diámetro y profundidad han sido determinados previamente.

En este tipo de proceso, la herramienta de corte que se utiliza es cilíndrica rotatoria, conocida como broca, la cual es una herramienta giratoria la cual tiene uno o más bordes de corte con sus correspondientes ranuras las cuales se extienden a lo largo del cuerpo de la broca. En el proceso de taladrado se realizan dos movimientos: el movimiento de corte y de avance. Estos dos movimientos siempre se realizan salvo en máquinas de taladro profundo en las cuales no hay movimiento de corte ya que la pieza se hace girar en sentido contrario a la broca. (*Proceso de mano factura <https://sites.google.com>*).

IMAGEN N°6. Máquina de taladrado de madera



Fuente: <https://www.demaquinasyherramientas.com/taladro-de-banco-introduccion>.

1.9 Defectos comunes en el maquinado de madera

1.9.1 Grano arrancado o astillado.

Se presenta en las operaciones de moldurado, torneado y taladrado y principalmente en cepillado. Este defecto se presenta cuando la viruta se quiebra bajo el nivel de la superficie de la pieza, dejando pequeños huequecillos en ella. Es el defecto más grave y a la vez el más difícil de eliminar en una operación posterior de lijado. (*Serrano & Sáenz, 2001*).

Este defecto se debe a varias causas principales, entre las que destacan:

- a. Elevada inclinación del grano (grano entrecruzado, ondulado, etc.)
- b. Elevada velocidad de avance de la madera.
- c. Elevado ángulo de ataque (30° o más).
- d. Madera de alta dureza y muy seca (por debajo del 12% de C.H.).

e. Profundidad de corte elevada (más de 3 mm. por pasada, en el cepillado).

1.9.2 Grano velloso o algodonado

Se presenta en las operaciones de cepillado, taladrado, moldurado, torneado y lijado, consiste en fibras o grupos de fibras levantadas sobre la superficie de la pieza que no fueron cortadas por la cuchilla, fresa, broca, u otra herramienta de corte, sobresalen de la superficie general de la tabla sin desprenderse. En la mayoría de los casos se puede corregir durante el proceso de lijado, pero requiere de un mayor costo, tanto a nivel de esfuerzo como de tiempo. (*Serrano & Sáenz, 2001*)

Las principales causas de este defecto son:

- a) Madera de tensión debido al crecimiento anormal del árbol.
- b) Filos redondeados de la cuchilla.
- c) Ángulo de ataque pequeño (15° o menos).
- d) Madera húmeda.
- e) Madera de baja dureza.

1.9.3 Grano levantado

Condiciones de aspereza en la superficie de la madera, en la que una parte del anillo de crecimiento u otra sección de madera se levanta sobre la superficie general de la pieza trabajada. (Fuente: *De Los Ríos, 2005*)

1.9.4 Grano rugoso

Este defecto se presenta en las operaciones de cepillado, taladrado, moldurado y torneado; cuando la madera entra en contacto con las cuchillas, éstas ejercen presión sobre las fibras, las cuales comprimen a su vez los vasos, que al estar rodeados de parénquima, hacen que al pasar la cuchilla sobre la madera se hundan antes de ser seccionados y luego emerjan a la superficie, dándole a ésta, apariencia y sensación ásperas. Puede también suceder por una separación de láminas por los anillos de crecimiento. (Fuente: *Serrano & Sáenz, 2001*).

Otras causas son:

- a. Porosidad elevada (circular).
- b. Mucha presión de los rodillos alimentadores.
- c. Madera relativamente húmeda.
- d. Cuchillas con filos redondeados.
- e. Baja velocidad de avance de la madera
- f. Bajo ángulo de corte (10 -15°).

Este defecto es relativamente fácil de eliminar en una operación posterior de lijado.

1.10 Calificación de las pruebas de maquinado

La calificación de las probetas con las que se evalúa el maquinado de la madera está referida a grados de defectos de 1 a 5, de acuerdo a patrones obtenidos de las Normas siendo éstas: ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales.

CUADRO N° 2. Evaluación y clasificación de las probetas de ensayo

GRADO	RANGO	CALIDAD	CLASIFICACIÓN
1	0,0 – 1,0	excelente	Libre de defectos.
2	1,0 – 2,0	Buena	Con defectos superficiales que pueden eliminarse.
3	2,0 – 3,0	regular	Con defectos marcados que pueden ser eliminados, utilizando lija gruesa del número 60 y después con una lija fina número 100.
4	3,0 – 4,0	Mala	Con defectos severos, que para eliminarse requiere cepillar de nuevo la pieza de madera.
5	4,0 – 5,0	deficiente	Con defectos muy severos, que para eliminarse es necesario sanear la pieza de madera.

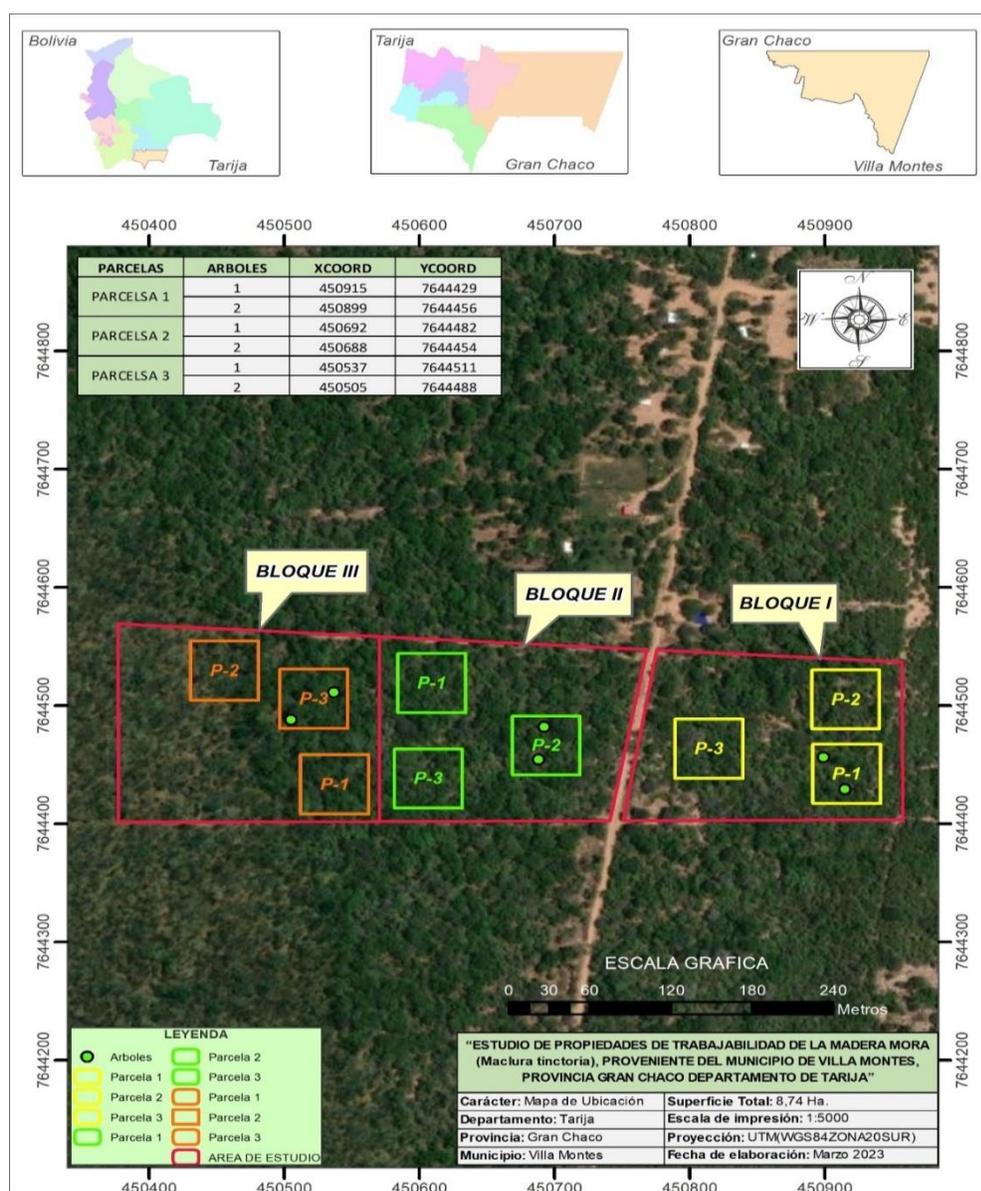
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en el municipio de Villa Montes, Provincia Gran Chaco Departamento de Tarija.

IMAGEN N°7. Ubicación geográfica del municipio de Villa Montes y zona de estudio de extracción de la madera



Fuente: Elaboración propia

2.1.1 Ubicación

Villa Montes, Tercera sección de la Provincia Gran Chaco de Tarija, se encuentra ubicada al noreste del departamento. Los límites del municipio son: al Norte con el Departamento de Chuquisaca, al Sur con el Municipio de Yacuiba y la República Argentina, al Este con Paraguay y al Oeste con la Provincia O'Connor del departamento de Tarija.

Villa Montes se encuentra a 247 km de la ciudad de Tarija un de viaje es de 6 horas en auto particular o con empresas de transporte como minivan o flota. (*PDR Del Gran Chaco 2017*).

2.1.2 Extensión

La extensión del municipio de Villa Montes es de 11.300 km², que representa el 64,84% de la superficie de la Provincia Gran Chaco; el 30,03% Departamental y el 1,03% del territorio Nacional. Villa Montes es la sección municipal con mayor extensión territorial de la provincia Gran Chaco, lo que conlleva a comprender su magnitud territorial, empero, a pesar de tener mayor extensión la densidad poblacional es baja debido al conjunto de características naturales, económicas y socio-culturales que conforman el municipio. (*PDR Del Gran Chaco 2017*)

2.2 Características Biofísicas

2.2.1 Descripción Fisiográfica

El Municipio de Villa Montes, pertenece desde la zona de pie de monte hacia la frontera con la República del Paraguay a la llanura chaqueña; y desde las serranías del Aguarangue hacia el oeste a la Provincia fisiográfica Sub Andina. La Llanura pertenece a una amplia unidad morfo estructural, casi en su integridad cubierta por sedimentos de origen aluvial, fluvio lacustre y residual, conteniendo en algunos lugares horizontes alternantes de cinerita. (*PDR Del Gran Chaco 2017*)

2.2.2 Relieve

- **Llanura chaqueña:** con un relieve ligeramente ondulado, constituido por una superficie llana con depresiones, con una elevación que oscila entre 350 a 500

msnm. Suelos de textura franco-limosa, depósitos coluviales y fluviales. Con pocos niveles de salinidad, buena disposición de nutrientes, ligero grado de erosión.

- **Zona Plana:** ubicada entre las serranías norte de Ibibobo y el pie de monte, es formada por depósitos coluviales, los suelos son profundos, bien drenados en las superficies más altas, e imperfectamente drenados en las depresiones.
- **Zona Pie de Monte:** formada en las estribaciones de la serranía del Agüaragüe, con relieve variable, pendientes entre 2 y 10%, de donde bajan diferentes ríos y quebradas. Presenta diferentes grados de disección, desde colinas denudativas, terrazas y llanuras de posicionales, formadas por sedimentos como areniscas, arcillitas y limolitas del terciario. Los suelos son mayormente profundos a muy profundos con poca pedregosidad superficial, contexturas medias finas, con drenaje superficial mayormente rápido.
- **La zona de las serranías y colinas:** desde la serranía del Agüaragüe hacia el oeste, se constituye de serranías con dirección norte-sur. La litología se constituye de areniscas, lutitas y arcillitas; las pendientes generalmente son bastante inclinadas, llegando a pendientes de mayor a 60%, pero también contiene valles de menor pendiente, sobre todo en el extremo oeste. Suelos profundos y drenados. (*PDR Del Gran Chaco 2017*).

2.2.3 Clima

El clima en Villa Montes es clasificado como semiárido cálido (*BSh*) y templado. En invierno hay mucho menos lluvia que en verano. El clima se considera de acuerdo al sistema de clasificación Köppen-Geiger. La temperatura media anual se encuentra a 24.0 °C. La precipitación anual es de 787 mm aproximadamente. La temperatura más alta registrada es de 46.7 °C.

2.2.4 Vegetación

La vegetación, corresponde a una formación de monte xerofítico y natural del chaco, con una diversidad de especies nativas y un considerable potencial maderable. La

vegetación ha sido clasificada como de monte bajo semiárido, altamente degradado e intervenido sobre todo por el uso ganadero, existiendo diversidad de especies, cuya densidad varía fundamentalmente debido a los cambios climáticos, altitud y geomorfología de la zona. La vegetación está compuesta por especies xeromórficas con follaje caducifolio, adaptadas a condiciones de extrema sequía y altas temperaturas. (*PDR Del Gran Chaco 2017*).

CUADRO N° 3. Tipo de vegetación y especies

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO
Vegetación Alta		Vegetación Alta	
Orcomolle	Bumelia obtusifolia	Quina	Miroxylon peruiferum
Palo borracho	Chorisia insignis	Guayacan o Algarrobilla	Caesalpinia paraguayensis
Palo zapallo	Pisonia zapallo	Cebil Colorado	Piptademia macrocarpa
Chañar	Geoffraea decorticans	Palo Borracho	Chorisia insignis
Tipa colorada	Pterogyne nitens	Orco quebracho	Schinopsis marginata
Roble	Amburana cearensis	Palo Blanco	Calycophyllum multiflorum
Mistol	Ziziphus mistol	Algarrobo	Prosopis alba
Palma negra	Copernicia australis	Tipa	Tipuana tipu
Urundel	Astronium urundeuva	Lapacho	Tabebuia ipe
Algarrobo negro	Prosopis nigra	Yuchán	Chorisia insignis
Vinal	Prosopis ruscifolia	Vegetación Baja	
Cala pierna	Cochlospermum argentinense	Porotillo	Capiris retusa
Cedro	Cedrela balansae, C. Angustifolia, C. Odorata	Sacha sandia	Capparis sp.
		Brea del agua	Parkinsonia aculeata
Mora	Maclura tinctoria	Ciperacea	Cyperus sp.
Timboy o pacará	Enterolobium contortissilium	Isacallante	Mimozzyghantus infesta
Quina blanca	Lonchocarpus lilloi	Tusca	Acacia aramo
Perilla o palo Amarillo	Phyllostylon rhamnoides	Taquillo	Prosopis sp.
Choroque o duraznillo	Ruprechtia triflora	Vegetación Salinas o Plazuelas	
Tala	Celtis spinosa	Palo santo	Bulnesias armientoi
Coca de cabra	Capparis retusa	Cardon	Stetsonia coryne
Sombra de toro	Acanthosyris falcata	Moco moco	Selaginella levi
Palo mataco	Achatocarpus microcarpa	Vegetación de Pasturas Nativa	
Sacha sandia	Capparis salicifolia	Simból	Pennisetum frutescens
Palo brea	Cercidium australe	Camaloe	Trichachne sp.
Quebracho Colorado	Schinopsis sp.	Taquillos	Prosopis alpataco
Quebracho blanco	Aspediosperma quebracho blanco	Palo Crus	Tabebuia nodosa
Cedro	Cedrela odorata	Quebrachales	Schinopsis lorentzii
Caspi Zapallo	Pisonia sapallo	Quebracho blanco	Aspidiosperma
Caraguata	Bromelia sp.		

Fuente: PDR Del Gran Chaco 2017

2.2.5 Fauna

Por las características ecológicas el Municipio de Villa Montes, presenta una variada e importante riqueza faunística y de vida silvestre, tanto en aves, mamíferos, peces, reptiles, etc. Estos se encuentran distribuidos en toda la zona de acuerdo al hábitat en que viven.

CUADRO N° 4. Tipo de aves y mamíferos

Nombre Popular	Nombre Científico		Nombre Popular	Nombre Científico
Tero Tero	Himantopus himantopus		Anta	Tapirus terrestris
Águila	Buteo pectoralis		Acuti	Dasiprocta punctata
Bien te Fue	Pitangus sulphuratus		Carachupa o Comadreja	Dedelfis alventris
Cardenal	Paroaria coronata		Coati	Nasua nasua
Charata	Ortalis Canicollis		Conejo del Monte	Pediolagus salinicola
Chulupia	Mimus Gilvus		Chancho majano	Catagonus wagneri
Chuña	Chunga Burmeisteri		Chancho del monte	Tayassu pecari
Garza Rosada	Trigisoma fasciatum		Hualacato	Euphractus sexcinctus
Garza Blanca	Casmerodius albus		Jochi	Dasiprocta punctata
Gallareta	Jacana jacana		Liebre	Sylvilagus brasiliensis
Gavilan	Parabuteo unicinctus		León	Puma concolor sp.
Halcón Negro	Falco ruficularis		Mono	Aotus trivirgatus
Hornero	Furnarius rufus		Mono salvador	Cebus apella
Huayco	Nothoprocta Pentlandi		Murcielago	Desmodus rotundus
Jilguero	Psarocolius Decumanus		Nutria	Eira barbara
Lechuza	Tyto alba		Oso bandera	Mymecophaga tridactyla
Loro Quirivi	Miopsitta Monechus		Oso hormiguero	Tamandua tetradactyla
Loro Choclero	Pionus Maximilliani		Pecari de collar	Pecari tajacu
Loro Hablador	Amazona Festiva		Pecari tropero	Tayassu pecari
Pava del monte	Penelope Obscura		Quirquincho bolita	Tolypeutes matacus
Perdiz	Crypturellus tataupa		Tatú, pejiche	Priodontes maximus
Picaflor	Chlorostilbon mellisugus		Tejón	Nasua nasua
Pájaro Carpintero	Piculus chrysochloros		Tigre	Panthera onca
Pato del Monte	Merganetta armata		Tigre onza	Felis yagoarundi
Paloma Torcasa	Columba spp		Corzuela	Manzana gounazoubira
Palometa	Serranus rhombus		Viscacha	Lagidium viscacia
Perdis	Nothura maculosa		Zorrino	Conepatus chinga
Sacre	Cathartes aura		Zorro	Cerdocyon thous
Tordo	Turdus chiguancu			
Tucán	Ramphastos toco			
Ulincha	Columbiga picui			
Urraca	Cyanocorax cyanomelas			
Vinchuquero	Lepidocolaptes angustirostris			

Fuente: PDR Del Gran Chaco 2017

2.2.6 Suelos

Pie de monte bordeando la Carretera Asfaltada (Yacuiba – Villa Montes – Santa Cruz), lugar de estudio la especie Mora, se divide en llanura de pie de monte y lecho de río; ambos componentes de terreno constituidos por deposiciones aluviales, de topografía ondulada, presentan pendientes de 0 a 5%; con muy poca rocosidad y pedregosidad superficial. Los suelos son profundos, bien drenados en la llanura pero pobremente drenados en el lecho de río, expuestos a inundaciones anuales. La textura es muy variable, desde arenosa a arcillosa. Se recomienda A3, uso agropecuario intensivo; se presentan limitaciones en cuanto a disponibilidad de forraje fresco para ganadería, pero presenta potencialidades para la siembra de pastos. No presenta mayores limitaciones para la agricultura. (*PDR Del Gran Chaco 2017*)

2.2.7. Grados de erosión

Los suelos en el Chaco, según su ubicación, son coluvio-aluviales o aluviales; superficiales a medianamente profundos, poco desarrollados en el pie de las serranías y profundos en las terrazas aluviales. La textura es de liviana a moderadamente pesada, su fertilidad es moderada a baja. Son suelos moderadamente jóvenes, poco evolucionados; en la llanura, no tienen una estructura consolidada, lo que los hace frágiles y muy susceptibles a la degradación, por el manejo no adecuado de los suelos y producto del uso de maquinarias e implementos no apropiados por las características de los mismos; como así también la realización de desmontes y cultivos en pendientes sin realizar prácticas adecuadas de conservación. (SENAMHI, Informe, Precipitaciones en el Chaco, 2013)

2.2.8. Recursos Forestales

El Chaco ofrece un potencial importante para desarrollar el área forestal, especialmente en el Subandino. Con un manejo integral de bosques es posible generar mano de obra e ingresos sostenibles para las comunidades.

Sin embargo, se presentan una serie de problemas en el sector forestal como ser la pérdida de cobertura forestal por la acción de chaqueo y desmontes, aprovechamiento

forestal insostenible, falta de coordinación interinstitucional para desarrollar programas y proyectos que, beneficien a la población rural y que involucren el aprovechamiento adecuado de los recursos forestales del bosque, como también el cambio de uso de la tierra hacia usos inadecuados como ser las que se realizan en la mayoría de los desmontes con pendiente excesiva. . (*PDR Del Gran Chaco 2017*)

2.3 Características socioculturales

2.3.1 Características Demográficas

Para el Censo 2012, la población de Villa Montes llegó a 39.867 habitantes, 19.283 mujeres y 20.584 hombres. Las proyecciones a 2017 establecen que Villa Montes cuenta con 48.139 personas y para el 2020 tendrá alrededor de 51.916 habitantes.

Fuente: 2022 *INE – Instituto Nacional de Estadística*.

2.4 Producción

2.4.1. Tamaño y uso de la tierra

El uso de la tierra en las áreas rurales se destina a la producción de acuerdo a los factores climatológicos; así en zonas de llanura se cultiva maíz, en zonas de bajo riesgo como el pie de monte la producción agrícola es diversificada. La zona de pie de monte cultiva hortalizas, cítricos, soya, sorgo, sandías, tomates, entre otros, además del maíz. En la llanura chaqueña el uso de la tierra se destina predominantemente al pastoreo bovino y cuando las condiciones lo permiten se cultiva maíz en bajas proporciones. En los últimos años, parte del uso del suelo se ha destinado para la producción de forraje, como medida paliativa a las sequías características de la zona. (*PDR Del Gran Chaco 2017*)

2.5 Pecuaria

2.5.1 Sistema de Producción

El sistema de producción es el extensivo con el uso del ramoneo como estrategia alimentaria debido a las condiciones climáticas de la zona de transición y la llanura chaqueña; que se alimenta del monte nativo generalmente. La crianza de tipo extensivo se encuentra en el monte y la base de su alimentación es el ramoneo de

especies arbóreas tales como Choroque, Chañar, Mistol, Algarrobo, Tusca, Algarrobilla, y Coca de cabra, por falta de pastos naturales. En general el manejo es muy básico: existen pocos ganaderos que han construido cercos para dividir parcelas. El tipo de producción es de doble propósito, se cría ganado para carne y también para producir leche que dará espacio a la actividad quesera. (*PDR Del Gran Chaco 2017*)

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizó una serie de materiales, equipos y maquinaria para poder desarrollar el estudio de trabajabilidad (lijado, taladrado, moldurado, cepillado, y torneado) de la especie Forestal Mora (*Maclura tinctoria*). Los mismos que a continuación se describen:

3.1.1 Materiales de gabinete

- Norma COPANT MADERAS.
- Planillas para la toma de datos.
- Normas (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales.

3.1.2 Materiales y equipos de campo

- Brújula.
- Machete.
- Motosierra.
- Flexómetro.
- Cámara fotográfica.
- Pintura y brocha.
- Xilohigrometro.
- Parafina.

3.1.3 Maquinaria de carpintería

- Cepilladora.
- Torneadora.
- Maquina tupi.
- Taladro de banco.

- Sierra sin fin.
- Lijas.

3.1.4 Material biológico

- Madera de la especie forestal en estudio “Mora (*Maclura tinctoria*)”.

3.2 METODOLOGÍA

La metodología empleada se basó en las siguientes normas.

Las normas de la (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales y NORMA COPANT, sus manuales técnicos, y otros con la finalidad de que los resultados obtenidos en el presente estudio, sean confiables y aplicables y a la vez que tengan un marco de referencia técnico y científico.

CUADRO N° 5. Norma que se empleó en el presente estudio

NORMAS	TEMA
COPANT 458	Selección y colección de muestra.

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1 Selección y colección de muestra. Un aspecto importante en la ejecución de este tipo de trabajo de investigación corresponde a la correcta selección y colección de muestras, basada en la norma COPANT 458, recomienda que se tomen en cuenta el sistema de elección sea al azar de manera que todos los componentes (zona, sub zona, bloque, árbol, troza, vigueta y probeta) tengan la misma posibilidad de ser elegidas y formar parte de estudio y sean representativas en el área de estudio.

- Selección de la zona.
- Selección de los árboles.
- Selección de las trozas.
- Extracción de las trozas.

- Obtención de probetas para el estudio de la trabajabilidad.
- Codificación de las probetas.

3.2.2 Selección de la zona, aplicando la metodología de la norma COPANT 458

Para la selección de la zona, el primer aspecto tomado en cuenta ha sido la representatividad (en cuanto a la población y calidad de individuos) debido a la existencia de una cantidad significativa de la especie forestal Mora (*Maclura tinctoria*) en el predio, donde se obtuvieron las muestras. La zona de estudio se dividió en tres bloques, tomando en cuenta caminos y accesibilidad cursos de agua y su topografía de terreno.

A su vez en cada uno de los tres bloques se ubicó tres parcelas, de las cuales se eligió al azar una (parcela) por bloque, de manera que se obtuvo dos árboles de la especie forestal Mora (*Maclura tinctoria*), como se muestra en el cuadro N° 6.

CUADRO N° 6. División de las parcelas en tres bloques.

ZONA Superficie= 8.74 Ha.	Bloque 1 Superficie= 2.62 Ha	Parcela 1 (2 árboles) Superficie= 2500m²
		Parcela 2
		Parcela 3
	Bloque 2 Superficie= 2.92 Ha.	Parcela 1
		Parcela 2 (2 árboles) Superficie= 2500m²
		Parcela 3
	Bloque 3 Superficie= 3.13 Ha.	Parcela 1
		Parcela 2
		Parcela 3 (2 árboles) Superficie= 2500m²

Fuente: Elaboración Propia

La zona de estudio tiene una superficie de 8.74 Ha dividida en tres bloques: el bloque uno: 2.62 Ha.; bloque dos: 2.92 Ha. y el bloque tres de 3.13 Ha., dentro de cada uno de estos se implementó tres parcelas, en forma cuadrada de 50 * 50 m. debidamente geo referenciada.

Para con la instalación de las parcelas se usó el método de muestreo aleatorio simple, se ubicó un punto de origen que fue en el futuro el vértice o esquina (Norte), a partir de ese punto trazamos las parcelas con la brújula en sentido de las agujas del reloj, cuyas coordenadas fueron (0;0), se tomó las coordenadas geográficas de este punto con GPS: idealmente este punto GPS fue tomado en el mismo punto (0;0), a partir del punto (0;0) se abrió dos picas una con rumbo Este y la otra con dirección Norte hasta alcanzar los 50 metros. En bloque dos y tres, una vez ubicados los puntos de origen, se abrió picas hacia el Norte y Este hasta llegar a los 50 metros y cerrar las parcelas.

Para evitar los malos cierres de las parcelas, los rumbos deben ser controlados desde el inicio con brújula y ajustados con la declinación magnética (BOLFOR, 2000).

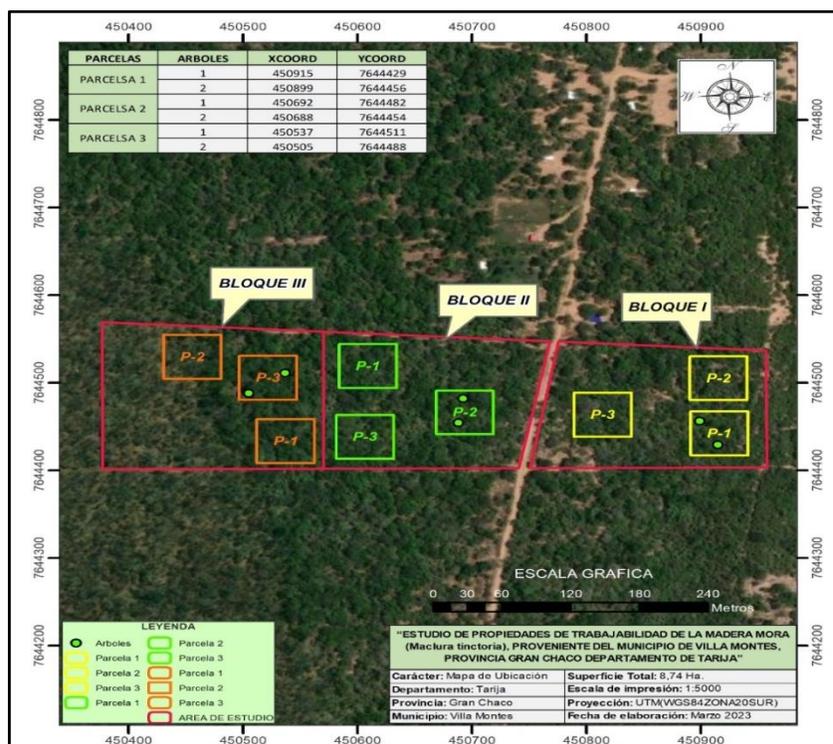
Sobre las picas se dejó jalones o estacas a cada 10 metros pintados o con cinta de color rojo, amarrados al jalón donde se indica el valor de la distancia acumulada.

Dentro de cada parcela seleccionada, se realizó un censo total de especies arbóreas (ver anexo N° 3).

3.2.3 Selección de árboles

En cada parcela elegida al azar, se eligió dos árboles, anotando sus coordenadas geográficas del lugar de extracción para realizar los estudios, tomando en cuenta sus características vegetativas de la especie al ser apeada como: fuste sano, diámetro a la altura del pecho (1.30) y la calidad del árbol, para el presente estudio se consideró 6 árboles de la especie forestal Mora (*Maclura tinctoria*).

IMAGEN N°8. Imagen satelital de la extracción de la muestra



Fuente: Elaboración propia

SELECCIÓN AL AZAR DE 2 ÁRBOLES POR PARCELA

BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3
PARCELA 1 = (2 árbol)	PARCELA 1	PARCELA 1
PARCELA 2	PARCELA 2 = (2 árbol)	PARCELA 2
PARCELA 3	PARCELA 3	PARCELA 3 = (2 árbol)
Coordenadas: árbol 1	Coordenadas: árbol 3	Coordenadas: árbol 5
X= 450915	X= 450692	X= 450537
Y= 7644429	Y= 7644482	Y= 7644511
Coordenadas: árbol 2	Coordenadas: árbol 4	Coordenadas: árbol 6
X= 450899	X= 450688	X= 450505
Y= 7644456	Y= 7644454	Y= 7644488

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Selección de la troza

Una vez que se ubicó y realizó el apeo, desrame de los árboles, se obtuvo ocho trozas las cuales dividió en secciones de 1.30 m de longitud las cuales fueron marcadas y señaladas en su extremo para su fácil identificación utilizando letras grandes en orden secuencial desde la parte inferior a la superior, luego se sorteó las trozas a utilizar de cada árbol, registrándose los datos de cada una de ellas.

3.2.5 Extracción de las trozas

Las trozas fueron transportadas desde el lugar del apeo, hasta un aserradero ubicado en la ciudad de Tarija (Ver anexo 4), propiedad del Sr. Marcelino Martínez Quiroga, que cuenta con las maquinarias a utilizar en el estudio de la especie forestal Mora (*Maclura tinctoria*).

3.2.6 Obtención de las probetas dentro de las trozas

La obtención de las probetas se realizó de acuerdo a las normas correspondientes en cada uno de los ensayos de trabajabilidad, para lo mismo se utilizaron probetas con dimensiones y números como se refleja en la siguiente tabla (ver cuadro N° 7), en las mismas probetas se realizaron varios ensayos como: lijado, moldurado, taladrado, cepillado y torneado.

CUADRO N° 7. Dimensiones y numero de probetas por ensayo

ENSAYO	DIMENSIÓN DE LAS PROBETAS (CM)	N° DE ÁRBOLES	PLANO DE CORTE	N° DE PROBETAS	N° TOTAL DE PROBETAS
CEPILLADO	4 X 10 X 100	6	Tangencial	9	27
			Radial	9	
			Oblicuo	9	
LIJADO	4 X 10 X 100	6	Tangencial	9	27
			Radial	9	
			Oblicuo	9	
MOLDURADO	3 X 10 X 30	6	Tangencial	3	9
			Radial	3	
			Oblicuo	3	
TALADRADO A 500 Y 1000 R.P.M.	3 X 10 X 30	6	Tangencial	3	9
			Radial	3	
			Oblicuo	3	
TORNEADO	2 X 2 X 12,5	6	Tangencial	3	9
			Radial	3	
			Oblicuo	3	

Fuente: Elaboración propia

3.2.7 Secado de las probetas

Las probetas, previo al ensayo, se sometieron a un proceso de secado aplicando la técnica de secado, apilado cuadrado horizontal al aire libre bajo protección (techo de calamina) hasta llegar a un punto de equilibrio de 14% de contenido de humedad en las probetas.

3.2.8 Densidad de la madera Mora (*Maclura tinctoria*)

PESO ESPECÍFICO (Kg/dm ³)	DUREZA	PESO
0.68	Dura	Pesada

Fuente: GIMENEZ-MOGLIA, (2003)

3.2.9. Tratamiento profiláctico

Una vez que se obtenidos los tablones centrales en el aserradero, se procedió a limpiarlos para evitar el ataque de insectos y hongos con los diferentes tratamientos como recomienda la Norma.

3.3. Desarrollo de los ensayos

3.3.1 Ensayo de cepillado

Se utilizó una cepilladora molduradora para el ensayo de cepillado, dada la gama relativamente amplia de velocidades de alimentación y giro y la facilidad de cambios de cabezales. A falta de esta máquina se puede usar una cepilladora (regrueseadora) o máquina combinada cepilladora-garlopa (cepilladora-canteadora). Siempre se utilizará cuchillas rectas y se cepillará solamente una cara de la probeta por pasada.

3.3.1 Se utilizó una cepilladora con las siguientes características

- Velocidad de giro de porta cuchillas: 5.000 r.p.m.
- Diámetro de la porta cuchillas 12 cm.
- Ángulo de la porta cuchillas de 30° a 35°
- Porta cuchillas de 4 cuchillas
- Velocidad de alimentación de (12 m/min).
- Alimentación perpendicular al eje de rotación de la porta cuchillas.

3.3.2 Accesorios

- Un tacómetro
- Dados o calibradores de cuchillas

3.3.3 Ensayos con madera seca

3.3.4 Probetas

Se utilizaron probetas con dimensiones y números como se refleja en la siguiente tabla (ver cuadro N° 8).

CUADRO N° 8. Dimensiones de las probetas para el ensayo de cepillado

ENSAYO	DIMENSIÓN DE LAS PROBETAS (CM)	N° DE ÁRBOLES	PLANO DE CORTE	N° DE PROBETAS	N° TOTAL DE PROBETAS
CEPILLADO	4 X 10 X 100	6	Tangencial	9	27
			Radial	9	
			Oblicuo	9	

Fuente: Elaboración propia

- Contenido de humedad: Las probetas de madera seca registraron un contenido de humedad de equilibrio.

Procedimiento

- Las probetas se marcaron con el número del árbol de procedencia y el número de la probeta de modo que ésta identificación no se pierda con el cepillado.
- Los planos de trabajo de la probeta deberán ser comprobados y ratificados antes del ensayo.
- Cada especie y cada uno de sus planos de corte fueron ensayados independientemente.
- La mitad de los cortes se hicieron en la dirección del grano y la otra mitad en contra del grano. Esto se hizo volteando la probeta para cepillar la cara opuesta, lo cual permite también liberar las tensiones internas de modo uniforme.
- Cada probeta fue introducida en la máquina en el mismo sentido de cada corte.
- Los cortes se efectuaron a una profundidad de 2 mm cada uno, hasta un espesor mínimo de la probeta 1.5 cm.
- El extremo de cada probeta se codificó al emerger de la máquina, para indicar la dirección de alimentación y el lado que acaba de ser procesado.
- Al cambiar la dirección del grano, volteando la probeta a su cara opuesta, se codificó en forma diferente que la pasada inicial.

3.3.6 Ensayo en condiciones comunes

- Los ensayos se realizaron con cuatro cuchillas de 30° de ángulo de corte (ángulo normal de la porta cuchillas), niveladas en la porta cuchillas y colocadas de la manera usual. Una vez ensayada y calificada la especie en cada plano de corte para una velocidad determinada.

3.3.7 Resultados de ensayos de cepillado

- Se evaluarán los defectos y se registrarán.
- Para los defectos secundarios, se realizó un informe el cual indica la frecuencia y magnitud de los mismos de la especie en estudio.
- La calificación se dio en grados de 1 a 5 de acuerdo a patrones obtenidos a partir de normas existentes. Para la evaluación se ponderó en función de porcentaje de incidencia y extensión del defecto.

3.4 Ensayo de taladrado

Se utilizó un taladro eléctrico de un eje, de alimentación manual, y se ensayó con dos velocidades: una de 1.000 r.p.m. y otra de 500 r.p.m.

La broca que se utilizó fue de doble hélice sin alas (broca de H.S.S.), de 1.25 cm / 1/2" de diámetro.

3.4.1 Probetas

Se utilizaron probetas con dimensiones y números como se refleja en la siguiente tabla (ver cuadro N° 9)

CUADRO N° 9. Dimensiones de las probetas para el ensayo de taladrado a 500 y 1000 r.p.m.

ENSAYO	DIMENSIÓN DE LAS PROBETAS (CM)	N° DE ÁRBOLES	PLANO DE CORTE	N° DE PROBETAS	N° TOTAL DE PROBETAS
TALADRADO a 500 y 1000 r.p.m.	3 X 10 X 30	6	Tangencial	3	9
			Radial	3	
			Oblicuo	3	

Fuente: Elaboración propia

Se prepararon probetas de tres tipos de corte: radial, oblicuo y tangencial, con un total de 9 probetas. Para cada probeta se hicieron dos agujeros de ensayo, uno a 500 r.p.m. y otro a 1000 r.p.m.

Contenido de Humedad: Las probetas se acondicionarán al contenido de humedad de equilibrio.

3.4.2 Procedimiento

El ensayo de taladrado se realizó en el laboratorio de tecnología.

- Se aplicó una carga de 30 kg en el eje de la broca, debiendo hacerse el agujero sin respaldo, o sea que la salida deberá estar libre.
- Para cada una de las dos velocidades de giro (500 r.p.m. y 1.000 r.p.m.) se determinó el tiempo de penetración de la broca.

3.4.3 Calificación

Este ensayo se calificó en 5 grados, repartidos entre: excelente, buena, regular, mala y deficiente como se muestra en el cuadro N° 2.

3.5 Ensayo de torneado

El ensayo de torneado se realizó en el laboratorio de trabajabilidad de la madera se utilizó un torno con varias velocidades de rotación del eje vivo, con un soporte

especialmente preparado en forma escalonada y con guía para obtener 15° de ángulo de corte.

Se recomienda el uso de un contrapunto (centro punto) libre.

3.5.1 Probetas

Se efectuaron determinaciones de ángulo de corte, para una observación paralela al grano y corte oblicuo.

CUADRO N° 10. Dimensiones de las probetas para el ensayo de torneado

ENSAYO	DIMENSIÓN DE LAS PROBETAS (CM)	N° DE ÁRBOLES	PLANO DE CORTE	N° DE PROBETAS	N° TOTAL DE PROBETAS
TORNEADO	2 X 2 X 12,5	6	Tangencial	3	9
			Radial	3	
			Oblicuo	3	

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Materiales para el ensayo

- ✓ Cronómetros
- ✓ Transportador con regla radial

3.5.3 Herramientas

- ✓ Se utilizó una gubia de 2cm de ancho, con radio de curvatura exterior de 1 cm (lado convexo) y curvatura del filo de 1 cm (arista); y se afiló con un ángulo de hierro a 40° afilado en la cara cóncava para obtener un ángulo de corte de 40°.
- ✓ Se utilizó otra gubia de 2 cm de ancho, con radio de curvatura exterior de 1 cm, afilado en el lado convexo con un ángulo de hierro de 30° para ensayos de 0° y 15° de ángulo de corte.

3.5.4 Determinación de ángulo de corte para observación paralela al grano

(Fondo)

- Se ensayaron en la misma probeta con ángulos de corte de 40°, 0°, 15° (una probeta por árbol).
- Para el ángulo de corte de 40° se ensayaron tangencialmente por encima de la probeta (tipo A)
- Con ángulo de corte de 0° (tipo B) se ensayará radialmente en la misma probeta.
- Para un ángulo de 15° se utilizaron una guía en el portaherramientas (tipo C).
- Se realizaron cortes enérgicos para todos los casos, habiendo dejado un diámetro de aproximadamente 1.5 cm. al final del ensayo.
- Se controló el tiempo de penetración mediante un cronómetro, con el fin de igualar el tiempo de penetración de los tres cortes en cada probeta.

3.5.5 Ensayo de Corte Oblicuo

- Se cortó a 45° con respecto al eje de la gubia. Se ensayaron una probeta por árbol y se utilizaron las gubias de 40° de ángulo de hierro.
- Se efectuaron pares de cortes opuestos, distanciados entre sí 5 mm en la sección cuadrada original.
- Los cortes se realizaron en forma enérgica y la profundidad no paso la mitad del filo (arista) en las esquinas de la probeta.
- Se determinó el tiempo de penetración mediante un cronómetro con el fin de igualar los tiempos de ensayo en cada par de cortes.
- Se efectuó hasta tres pares de corte en cada probeta para obtener un número satisfactorio de repeticiones.

3.5.5 Calificación

Calificación para observación paralela al grano:

- Se calificó en 5 grados el grano arrancado y la vellosidad en el fondo paralelo a las fibras y se registraron.

- Calificación para corte oblicuo.
- Se calificaron el ensayo en 5 grados. Se evaluaron el grano y vellosidad en la arista exterior de la probeta.

3.6 Ensayo de lijado

Se utilizó una lijadora portátil, especificándose las características de la máquina (velocidad de la lija, potencia del motor, longitud de la lija, dimensiones del plato, carga).

Materiales: Se utilizarán lija de óxido de aluminio o granate N° 60 y 100.

3.6.1 Probetas

Se utilizaron las probetas ensayadas en el cepillado, como se muestra en el cuadro N° 11, con un contenido de humedad de equilibrio. El ancho de la probeta fue 2 cm menos que el ancho de la lija.

CUADRO N° 11. Dimensiones de las probetas para el ensayo de lijado.

ENSAYO	DIMENSIÓN DE LAS PROBETAS (CM)	N° DE ÁRBOLES	PLANO DE CORTE	N° DE PROBETAS	N° TOTAL DE PROBETAS
LIJADO	4 X 10 X 100		Tangencial	9	27
		6	Radial	9	
			Oblicuo	9	

Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Requisitos Generales

- Se utilizó lijas en estado satisfactorio. Se ensayaron en la misma dirección que se utilizaron en el cepillado (a favor o en contra del grano). Se agrupó según cada tipo de corte (radial, tangencial, oblicuo) por separado.
- Para madera con grano arrancado se inició el trabajo con una lija N° 60 para eliminar dicho defecto, y después se siguió con lija N° 100 para evaluar la calidad de superficie.

- Para madera que no presentó grano arrancado se ensayó directamente con lija N°100.

3.6.3 Procedimientos

Ensayo de remoción con Lija N° 60

- Se determinó la facilidad o dificultad de lijar.
- Se hizo un lijado de rectificación previo al ensayo hasta eliminar las marcas de cepillado. Esta operación se realizó con lija N° 60 haciendo pasadas suaves a ambas caras.
- Se ensayaron con una presión cercana o inferior a 100 gr/cm manteniendo dicha presión durante todos los ensayos.
- La velocidad de la lija (m/min) multiplicada por el tiempo de alimentación (minutos) dio la remoción por metro.
- Se efectuó un número de pasadas suficiente para poder lograr una remoción significativa de más o menos .05 mm. La remoción se observó en cuatro puntos distribuidos a una distancia de 30 cm de los extremos y de 1 cm de los cantos.
- El producto de la velocidad de la lija por el tiempo de alimentación por el número de pasadas es igual a la longitud de la lija pasada (es conveniente expresar esta longitud en Km). Para las condiciones de este ensayo, esta longitud es también igual a 0.24 Km por el número de pasadas.
- Se tocó la superficie de la madera inmediatamente después de lijar calificándose su temperatura como alta, mediana (temperatura humana = 37°) o baja.
- Se observó la velocidad de ensuciamiento de la lija y la facilidad de remoción de la suciedad.

Ensayo de Lija N° 100.

- Se realizaron cuatro pasadas, dos de ida y dos de vuelta las condiciones de ensayo fueron similares a las usadas con lija N° 60.

3.6.4 Calificación

Calificación de Ensayo de Remoción con Lija N° 60.

A. Se determinaron un coeficiente de remoción (mm/Km), dividiendo 0.5 mm entre cantidad de lija pasada, expresada en Km.

$$\text{Remoción} = \frac{0.5 \text{ mm}}{\text{Velocidad de la lija} \times \text{tiempo de alimentación} \times \text{N}^\circ \text{ de pasadas}}$$

Por tanto:

Remoción = (2/ número de pasadas para remover 0.5 mm) (mm/km)

B. Facilidad de remoción de la suciedad. - La lija se puede limpiar con aire comprimido, con una escobilla o batiéndole, lo cual dio una idea de la facilidad o dificultad de limpiarla.

C. Velocidad de desgaste de la lija. - Se observó el desgaste de las puntas de los cristales del abrasivo de la lija mediante una lupa.

D. Temperatura de la lija. - Los grados de recalentamiento de la lija se estimaron en dos pasadas consecutivas (de lo contrario sería difícil que sean confiables, debido a la variación de los tiempos entre pasadas y el número de pasadas).

Calificación de lija N° 100.

- Se calificaron los defectos de rayado y vellosidad en 5 grados y se hicieron observaciones complementarias de ensuciamiento, facilidad de remoción de suciedad, desgaste y temperatura.
- Los calentamientos se determinaron después de dos pasadas consecutivas, (una pasada de ida seguida inmediatamente por una de vuelta).
- La facilidad de remoción de suciedad y velocidad de desgaste se determinaron en forma similar a lo indicado para lija N° 60.

3.7 Ensayo de moldurado

Para este ensayo se utilizaron las probetas de cepillado y lijado:

CUADRO N° 12. dimensiones de las probetas para el ensayo de moldurado.

ENSAYO	DIMENSIÓN DE LAS PROBETAS (CM)	N° DE ÁRBOLES	PLANO DE CORTE	N° DE PROBETAS	N° TOTAL DE PROBETAS
MOLDURADO	3 X 10 X 30	6	Tangencial	3	9
			Radial	3	
			Oblicuo	3	

Fuente: Elaboración propia

Se utilizó la máquina tupí trompo de un eje, de alimentación manual, con una velocidad de giro preferentemente entre 5.000 y 7.000 r.p.m.

Se fabricaron cuatro guías de seguridad hechas de madera, las cuales se fijaron con prensas manuales (dos laterales y dos verticales)

- Se utilizó una porta cuchillas de aproximadamente 10 mm de diámetro y con un ángulo de la porta cuchillas de más o menos 30° para alojar dos o más cuchillas.
- La cuchilla tiene un ángulo libre de filo de 20°, ángulo de hierro de 40°, la lengua un ángulo libre lateral de 10° y se un realizo un diseño de la cuchilla para producir la hembra del machihembrado.

3.7.1 Procedimiento

- Se ensayaron con una sola cuchilla sobresalida y las otras escondidas (contrapeso).
- El ángulo de corte se midió con respecto al filo a1 de la cuchilla más sobresaliente y el centro del radio.
- La cuchilla se proyectó como mínimo 13 mm.

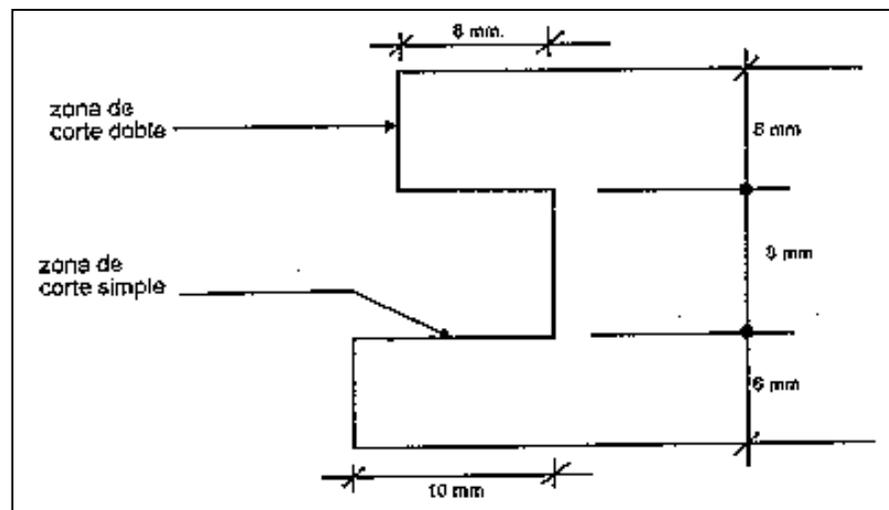
- Se ensayaron longitudinalmente en el canto de la probeta y se ajustaron la alimentación para obtener una marca de cuchilla de un milímetro, para mejores resultados con marcas más grandes o pequeñas.
- Se ensayaron en caras opuestas para obtener resultados a favor y contra el grano.

3.7.2 Calificación

La calificación se hizo en dos zonas, como se muestra en la figura N° 1:

- Zona 1: (la parte más corta de 8 mm.) astillado y los defectos similares acepillado o sea vellosidad, arrancado o grano levantado.
- Zona 2: (la parte más larga, de 10 mm) astillado y vellosidad.
- Las probetas se clasificaron en 5 grados en orden creciente según la presencia, frecuencia y magnitud de los defectos mencionados.

Figura N° 1: Zonas de calificación de probetas de moldurado.



Fuente: Zavala Z.D (1976)

3.7.3 Evaluación de probetas

La evaluación de las probetas se realizó de forma visual con base en el grano arrancado, grano astillado, grano vellosos y grano levantado

3.8 Clasificación de los defectos en base a su extensión y severidad

CUADRO N° 13. Extensión y severidad de los defectos.

Extensión del defecto	Categoría	Severidad del defecto	Categoría
1 /5.	1	Libre de defecto	1
2/5.	2	Muy superficiales	2
3/5.	3	Marcado	3
4/5.	4	Pronunciados	4
5/5.	5	Muy pronunciados	5

Fuente: Zavala Z.D (1976)

3.9 Sistema de evaluación de probetas de maquinado

Promediando la combinación numérica de los granos de las variables de extensión y severidad de los defectos, se estableció la forma de evaluación indicada como sigue:

CUADRO N° 14. Sistema de evaluación de probetas de maquinado.

Extensión	severidad	combinación	promedio	Categoría
1	1	1—1	1	I - Excelente
2	1	2—1	1.5	II - Bueno
2	2	2—2	2	II
3	3	2—3	2.5	II
4	4	3—2	2.5	II
5	5	3—3	3	III - Regular
		3—4	3.5	III
		4—2	3	III
		4—3	3.5	III
		5—2	3.5	III
		3—5	4	IV - Pobre
		4—4	4	IV
		4—5	4.5	IV
		5—3	4	IV
		5—4	4.5	IV
		5—5	5	V – Muy pobre

Fuente: Zavala Z.D (1976)

Para la evaluación general de las características de trabajabilidad, se consideró el porcentaje de probetas para cada una de las cinco categorías, como se indica en el siguiente cuadro.

3.10. Calificación de probetas en función del porcentaje de piezas libres de defecto

CUADRO N° 15. Porcentaje de piezas sin defecto

CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	% PIEZAS
Excelente	Sin defectos	90-100
Bueno	Con defectos lijeros	80-90
Regular		60-80
Pobre	Con defectos severos	50-60
Muy pobre		0-50

Fuente: Zavala Z.D (1976)

CUADRO N° 16. Grado, calificación, área de defecto en %, gravedad del defecto

GRADO	CALIFICACION	AREA DE DEFECTO EN %	GRAVEDAD DEL DEFECTO
1	Excelente	0-4	Muy leve
2	Buena	5-35	Leve
3	Regular	36-69	Acentuado
4	Mala	70-89	Grave
5	Deficiente	90-100	Muy grave

Fuente: Zavala Z.D (1976)

3.11. Rango, calidad, grado

CUADRO N° 17. Rango, calidad, grado

Rango	Calidad	Grado
0.0 - 1.0	Excelente	1
1.0 - 2.0	Buena	2
2.0 - 3.0	Regular	3
3.0 - 4.0	Mala	4
4.0 - 5.0	Deficiente	5

Fuente: Zavala Z.D (1976)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4 RESULTADOS

Con la finalidad de facilitar el análisis de los resultados de este trabajo, cada ensayo se evaluó en forma separada de los ensayos de cepillado, taladrado, torneado, lijado y moldurado, así mismo se realizó un análisis de las probetas considerando los defectos dominantes de grano arrancado, grano velloso, grano levantado y grano astillado, a favor y en contra el grano dependiendo del tipo de ensayo.

4.1 Procedimiento para la obtención de datos del ensayo de cepillado

Para el ensayo de cepillado, se realizó la recopilación de datos (ángulo de corte 30° y 15°) de 6 árboles que se identificaron como muestra, en los diferentes tipos de corte tangencial, radial y oblicuo, a favor y en contra del grano, obteniendo un promedio de la combinación entre la extensión del defecto y la severidad del defecto calificando dentro de los rangos de excelente, buena, regular, mala y deficiente como indica la norma ASTM-1666-64 (1970)

4.2 Resultados del ensayo del cepillado

Nombre común: Mora

Nombre científico: *Maclura tinctoria*

IMAGEN N°9. Ensayo de cepillado



MAQUINA CEPILLADORA

PROBETAS CEPILLADAS

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 18. Velocidad de alimentación 12 m/min corte tangencial árbol 1-2, 3-4 y 5-6 ángulo 30°

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
	2	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
	3	TANGENCIAL	→	3	3	3 - 3	3
3 - 4	4	TANGENCIAL	→	3	3	3 - 3	3
	5	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
	6	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
5 - 6	7	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
	8	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
	9	TANGENCIAL	→	3	3	3 - 3	3
PROMEDIO				2.333			2.333
DESVIACIÓN ESTANDAR				0.500			0.500
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
TANG. 30°	2.333	1.667	1.667	2.066			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENO	BUENO	REGULAR			

PROMEDIO	2.333	2.333
DESV. ESTANDAR	0.500	1.933
N° DE PROBETAS	9	6
N° DE ÁRBOLES		

$$\frac{\Sigma((G.A)+(G.V)+(G.L)+(G.A))}{4}$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO

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

GRANO ARRANCADO

$$E = (2.333 - 1)*1+1$$

$$E = 2.333$$

GRANO VELLOSO

$$E = (2.333 - 1)*0.5+1$$

$$E = 1.667$$

GRANO LEVANTADO

$$E = (2.333 - 1)*0.5+1$$

$$E = 1.667$$

GRANO ASTILLADO

$$E = (2.333 - 1)*0.8+1$$

$$E = 2.066$$

CONSTANTE (F)

$$G.A = 1$$

$$G.V = 0.5$$

$$G.L = 0.5$$

$$G.A = 0.8$$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 18 se puede observar todos los cálculos del corte tangencial a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 30° obteniendo una calificación buena en los granos velloso y levantado y regular en los granos arrancado y astillado. El defecto de cepillado en el corte tangencial en sentido al grano el defecto dominante es el grano de arrancado de calidad regular.

CUADRO N° 19. Velocidad de alimentación 12 m/min corte tangencial árbol 1-2, 3-4 y 5-6 ángulo 30°

N° ÁRBO L	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	TANGENCIAL	←	2	3	2 - 3	2.5
	2	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
	3	TANGENCIAL	←	3	4	3 - 4	3.5
3 - 4	4	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
	5	TANGENCIAL	←	2	3	2 - 3	2.5
	6	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
5 - 6	7	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
	8	TANGENCIAL	←	3	4	3 - 4	3.5
	9	TANGENCIAL	←	4	5	4 - 5	4.5
PROMEDIO				2.778			3.056
DESVIACIÓN ESTANDAR				0.667			0.726
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
TANG. 30°	3.056	2.028	2.028	2.645			
CALIFICACIÓN	MALA	REGULAR	REGULAR	REGULAR			

PROMEDIO	3.056	2.778
DESV. ESTANDAR	0.726	2.439
N° DE PROBETAS N° DE ÁRBOLES	9	6



$$\frac{\Sigma((G.A)+(G.V)+(G.L)+(G.A))}{4}$$

DESARROLLO:

CONSTANTE (F)

FORM. TIPOS DE GRANO

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

$$G.A = 1$$

$$G.V = 0.5$$

$$G.L = 0.5$$

$$G.A = 0.8$$

GRANO ARRANCADO

$$E = (3.056 - 1)*1+1$$

$$E = 3.056$$

GRANO LEVANTADO

$$E = (3.056 - 1)*0.5+1$$

$$E = 2.028$$

GRANO VELLOSO

$$E = (3.056 - 1)*0.5+1$$

$$E = 2.028$$

GRANO ASTILLADO

$$E = (3.056 - 1)*0.8+1$$

$$E = 2.645$$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 19 se puede observar todos los cálculos del corte tangencial en contra del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 30° obteniendo una calificación regular en la mayoría de los tipos de grano excepto en el grano arrancado obteniendo una calidad mala. En sentido contrario al grano, el defecto dominante es el grano arrancado con una calidad considerada mala.

CUADRO N° 20. Velocidad de alimentación 12 m/min corte radial árbol 1-2, 3-4 y 5-6 ángulo 30°

N° ÁRBO L	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	2	RADIAL	→	3	3	3 - 3	3
	3	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
3 - 4	4	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	5	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	6	RADIAL	→	3	4	3 - 4	3.5
5 - 6	7	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	8	RADIAL	→	3	2	3 - 2	2.5
	9	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
PROMEDIO				2.222			2.222
DESVIACIÓN ESTANDAR				0.667			0.712
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
RADIAL 30°	2.222	1.611	1.611	1.978			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENO	BUENO	BUENO			

PROMEDIO	2.222	2.222
DESV. ESTANDAR	0.712	1.855
N° DE PROBETAS	9	6
N° DE ÁRBOLES		

→ $\Sigma((G.A)+(G.V)+(G.L)+(G.A))/4$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO

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

GRANO ARRANCADO

$$E = (2.222 - 1)*1+1$$

$$E = 2.222$$

GRANO VELLOSO

$$E = (2.222 - 1)*0.5+1$$

$$E = 1.611$$

GRANO LEVANTADO

$$E = (2.222 - 1)*0.5+1$$

$$E = 1.611$$

GRANO ASTILLADO

$$E = (2.222 - 1)*0.8+1$$

$$E = 1.978$$

CONSTANTE (F)

$$G.A = 1$$

$$G.V = 0.5$$

$$G.L = 0.5$$

$$G.A = 0.8$$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 20 se puede observar todos los cálculos del corte radial a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 30° obteniendo una calificación buena en la mayoría de los tipos de grano excepto en el grano arrancado obteniendo una calidad regular. El defecto dominante es el grano arrancado de calidad regular.

CUADRO N° 21. Velocidad de alimentación m/min corte radial árbol 1-2, 3-4 y 5-6 ángulo 30°

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	RADIAL	←	3	3	3 - 3	3
	2	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
	3	RADIAL	←	3	4	3 - 4	3.5
3 - 4	4	RADIAL	←	3	3	3 - 3	3
	5	RADIAL	←	3	3	3 - 3	3
	6	RADIAL	←	3	4	3 - 4	3.5
5 - 6	7	RADIAL	←	3	4	3 - 4	3.5
	8	RADIAL	←	3	3	3 - 3	3
	9	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2.778			2.944
DESVIACIÓN ESTANDAR				0.441			0.583
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
RADIAL 30°	2.944	1.972	1.972	2.555			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENO	BUENO	REGULAR			

PROMEDIO	2.944	2.778
DESV. ESTANDAR	0.583	2.361
N° DE PROBETAS N° DE ÁRBOLES	9	6

$$\rightarrow \frac{\Sigma((G.A)+(G.V)+(G.L)+(G.A))}{4}$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO

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

CONSTANTE (F)

$$\begin{aligned} G.A &= 1 \\ G.V &= 0.5 \\ G.L &= 0.5 \\ G.A &= 0.8 \end{aligned}$$

GRANO ARRANCADO

$$E = (2.222 - 1)*1+1$$

$$E = 2.222$$

GRANO VELLOSO

$$E = (2.222 - 1)*0.5+1$$

$$E = 1.611$$

GRANO LEVANTADO

$$E = (2.222 - 1)*0.5+1$$

$$E = 1.611$$

GRANO ASTILLADO

$$E = (2.222 - 1)*0.8+1$$

$$E = 1.978$$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 21 se puede observar todos los cálculos del corte radial en contra del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 30° obteniendo una calificación buena en los granos vellosos y levantados y regular en los granos arrancados y astillados. El defecto dominante es el grano arrancado con una calidad considerada regular.

CUADRO N° 22. Velocidad de alimentación 12 m/min corte oblicuo árbol 1-2, 3-4 y 5-6 ángulo 30°

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
	2	OBLICUO	→	3	3	3 - 3	3
	3	OBLICUO	→	3	3	3 - 3	3
3 - 4	4	OBLICUO	→	2	3	2 - 3	2.5
	5	OBLICUO	→	3	3	3 - 3	3
	6	OBLICUO	→	3	3	3 - 3	3
5 - 6	7	OBLICUO	→	3	2	3 - 2	2.5
	8	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
	9	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2.556			2.556
DESVIACIÓN ESTANDAR				0.527			0.464
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
OBLICUO 30°	2.556	1.778	1.778	2.245			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENO	BUENO	REGULAR			

PROMEDIO	2.556	2.556
DESV. ESTANDAR	0.464	2.089
N° DE PROBETAS	9	6
N° DE ÁRBOLES		



$$\frac{\Sigma((G.A)+(G.V)+(G.L)+(G.A))}{4}$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO

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

GRANO ARRANCADO

$$E = (2.556 - 1)*1+1$$

$$E = 2.556$$

GRANO VELLOSO

$$E = (2.556 - 1)*0.5+1$$

$$E = 1.778$$

GRANO LEVANTADO

$$E = (2.556 - 1)*0.5+1$$

$$E = 1.778$$

GRANO ASTILLADO

$$E = (2.556 - 1)*0.8+1$$

$$E = 2.245$$

CONSTANTE (F)

$$G.A = 1$$

$$G.V = 0.5$$

$$G.L = 0.5$$

$$G.A = 0.8$$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 22 se puede observar todos los cálculos del corte oblicuo en contra del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 30° obteniendo una calificación buena en los granos velloso y levantado y regular en los granos arrancado y astillado. El defecto dominante es el grano arrancado con una calidad considerada regular.

CUADRO N° 23. Velocidad de alimentación 12 m/min corte oblicuo árbol 1-2, 3-4 y 5-6 ángulo 30°

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
	2	OBLICUO	←	2	3	2 - 3	2.5
	3	OBLICUO	←	3	4	3 - 4	3.5
3 - 4	4	OBLICUO	←	3	4	3 - 4	3.5
	5	OBLICUO	←	3	4	3 - 4	3.5
	6	OBLICUO	←	3	3	3 - 3	3
5 - 6	7	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
	8	OBLICUO	←	3	2	3 - 2	2.5
	9	OBLICUO	←	3	2	3 - 2	2.5
PROMEDIO				2.667			2.778
DESVIACIÓN ESTANDAR				0.500			0.618
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
OBLICUO 30°	2.778	1.889	1.889	2.422			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENO	BUENO	REGULAR			

PROMEDIO	2.778	2.667
DESV. ESTANDAR	0.618	2.245
N° DE PROBETAS	9	6
N° DE ÁRBOLES		



$$\Sigma((G.A)+(G.V)+(G.L)+(G.A))/4$$

DESARROLLO:

FORM TIPOS DE GRANO

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

GRANO ARRANCADO

$$E = (2.778 - 1)*1+1$$

$$E = 2.778$$

GRANO VELLOSO

$$E = (2.558 - 1)*0.5+1$$

$$E = 1.889$$

GRANO LEVANTADO

$$E = (2.778 - 1)*0.5+1$$

$$E = 1.889$$

GRANO ASTILLADO

$$E = (2.778 - 1)*0.8+1$$

$$E = 2.422$$

CONSTANTE (F)

$$G.A = 1$$

$$G.V = 0.5$$

$$G.L = 0.5$$

$$G.A = 0.8$$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 23 se puede observar todos los cálculos del corte oblicuo a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 30° obteniendo una calificación buena en los granos veloso y levantado y regular en los granos arrancado y astillado. El defecto dominante es el grano arrancado de calidad regular.

CUADRO N° 24. Velocidad de alimentación 12 m/min corte tangencial árbol 1-2, 3-4 y 5-6 ángulo 15°

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	TANGENCIAL	→	3	3	3 - 3	3
	2	TANGENCIAL	→	3	3	3 - 3	3
	3	TANGENCIAL	→	2	3	2 - 3	2.5
3 - 4	4	TANGENCIAL	→	3	2	3 - 2	2.5
	5	TANGENCIAL	→	1	2	1 - 2	1.5
	6	TANGENCIAL	→	2	3	2 - 3	2.5
5 - 6	7	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
	8	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
	9	TANGENCIAL	→	3	3	3 - 3	3
PROMEDIO				2.333			2.444
DESVIACIÓN ESTANDAR				0.707			0.527
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
TANG. 15°	2.444	1.722	1.722	2.155			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENO	BUENO	REGULAR			

PROMEDIO	2.444	2.333
DESV. ESTANDAR	0.527	2.011
N° DE PROBETAS	9	6
N° DE ÁRBOLES		

$$\frac{\Sigma((G.A)+(G.V)+(G.L)+(G.A))}{4}$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO

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

GRANO ARRANCADO

$$E = (2.444 - 1)*1+1$$

$$E = 2.444$$

GRANO VELLOSO

$$E = (2.444 - 1)*0.5+1$$

$$E = 1.722$$

GRANO LEVANTADO

$$E = (2.444 - 1)*0.5+1$$

$$E = 1.722$$

GRANO ASTILLADO

$$E = (2.444 - 1)*0.8+1$$

$$E = 2.155$$

CONSTANTE (F)

$$G.A = 1$$

$$G.V = 0.5$$

$$G.L = 0.5$$

$$G.A = 0.8$$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 24 se puede observar todos los cálculos del corte tangencial a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 15° obteniendo una calificación buena en los granos velloso y levantado y regular en los granos arrancado y astillado. El defecto dominante es el grano de arrancado de calidad regular.

CUADRO N° 25. Velocidad de alimentación 12 m/min corte tangencial árbol 1-2, 3-4 y 5-6 ángulo 15°

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
	2	TANGENCIAL	←	2	3	2 - 3	2.5
	3	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
3 - 4	4	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
	5	TANGENCIAL	←	3	2	3 - 2	2.5
	6	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
5 - 6	7	TANGENCIAL	←	2	3	2 - 3	2.5
	8	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
	9	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
PROMEDIO				2.667			2.722
DESVIACIÓN ESTANDAR				0.500			0.363
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
TANG. 15°	2.722	1.861	1.861	2.378			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR			

PROMEDIO	2.722	2.667
DESV. ESTANDAR	0.363	2.205
N° DE PROBETAS	9	6
N° DE ÁRBOLES		

$$\frac{\Sigma((G.A)+(G.V)+(G.L)+(G.A))}{4}$$

DESARROLLO:

<p>FORM. TIPOS DE GRANO</p> $E=(G-1)*F+1$

GRANO ARRANCADO

$$E = (2.722 - 1) * 1 + 1$$

$$E = 2.722$$

GRANO VELLOSO

$$E = (2.722 - 1) * 0.5 + 1$$

$$E = 1.861$$

GRANO LEVANTADO

$$E = (2.722 - 1) * 0.5 + 1$$

$$E = 1.861$$

GRANO ASTILLADO

$$E = (2.722 - 1) * 0.8 + 1$$

$$E = 2.378$$

CONSTANTE (F)

$$G.A = 1$$

$$G.V = 0.5$$

$$G.L = 0.5$$

$$G.A = 0.8$$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 25 se puede observar todos los cálculos del corte tangencial en contra del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 15° obteniendo una calificación buena en los granos velloso y levantado y regular en los granos arrancado y astillado. El defecto dominante es el grano arrancado con una calidad considerada regular.

CUADRO N° 26. Velocidad de alimentación 12 m/min corte radial árbol 1-2, 3-4 y 5-6 ángulo 15°

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	2	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	3	RADIAL	→	3	3	3 - 3	3
3 - 4	4	RADIAL	→	2	3	2 - 3	2.5
	5	RADIAL	→	3	2	3 - 2	2.5
	6	RADIAL	→	2	3	2 - 3	2.5
5 - 6	7	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	8	RADIAL	→	2	3	2 - 3	2.5
	9	RADIAL	→	3	2	3 - 2	2.5
PROMEDIO				2.333			2.389
DESVIACIÓN ESTANDAR				0.500			0.333
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
RADIAL 15°	2.389	1.695	1.695	2.111			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENO	BUENO	REGULAR			

PROMEDIO	2.389	2.333
DESV. ESTANDAR	0.333	1.972
N° DE PROBETAS N° DE ÁRBOLES	9	6

$$\frac{\Sigma((G.A)+(G.V)+(G.L)+(G.A))/4}$$

DESARROLLO:

FORM TIPOS DE GRANO

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

GRANO ARRANCADO

$$E = (2.389 - 1) * 1 + 1$$

$$E = 2.389$$

GRANO VELLOSO

$$E = (2.389 - 1) * 0.5 + 1$$

$$E = 1.695$$

GRANO LEVANTADO

$$E = (2.389 - 1) * 0.5 + 1$$

$$E = 1.695$$

GRANO ASTILLADO

$$E = (2.389 - 1) * 0.8 + 1$$

$$E = 2.111$$

CONSTANTE (F)

$$G.A = 1$$

$$G.V = 0.5$$

$$G.L = 0.5$$

$$G.A = 0.8$$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 26 se puede observar todos los cálculos del corte radial a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 15° obteniendo una calificación buena en los granos velloso y levantado y regular en los granos arrancado y astillado. El defecto dominante es el grano arrancado de calidad regular.

CUADRO N° 27. Velocidad de alimentación 12 m/min corte radial árbol 1-2, 3-4 y 5-6 ángulo 15°

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	RADIAL	←	2	3	2 - 3	2.5
	2	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
	3	RADIAL	←	2	3	2 - 3	2.5
3 - 4	4	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
	5	RADIAL	←	3	3	3 - 3	3
	6	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
5 - 6	7	RADIAL	←	3	3	3 - 3	3
	8	RADIAL	←	3	3	3 - 3	3
	9	RADIAL	←	2	3	2 - 3	2.5
PROMEDIO				2.333			2.500
DESVIACIÓN ESTANDAR				0.500			0.433
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
RADIAL 15°	2.500	1.750	1.750	2.200			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENO	BUENO	REGULAR			

PROMEDIO	2.500	2.333
DESV. ESTANDAR	0.433	2.050
N° DE PROBETAS	9	6
N° DE ÁRBOLES		



$$\frac{\sum((G.A)+(G.V)+(G.L)+(G.A))}{4}$$

DESARROLLO:

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

GRANO ARRANCADO

$$E = (2.500 - 1) \cdot 1 + 1$$

$$E = 2.500$$

GRANO VELLOSO

$$E = (2.500 - 1) \cdot 0.5 + 1$$

$$E = 1.750$$

GRANO LEVANTADO

$$E = (2.500 - 1) \cdot 0.5 + 1$$

$$E = 1.750$$

GRANO ASTILLADO

$$E = (2.500 - 1) \cdot 0.8 + 1$$

$$E = 2.200$$

CONSTANTE (F)

$$G.A = 1$$

$$G.V = 0.5$$

$$G.L = 0.5$$

$$G.A = 0.8$$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 27 se puede observar todos los cálculos del corte radial en contra del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 15° obteniendo una calificación buena en los granos velloso y levantado y regular en los granos arrancado y astillado. El defecto dominante es el grano arrancado con una calidad considerada regular.

CUADRO N° 28. Velocidad de alimentación 12 m/min corte oblicuo árbol 1-2, 3-4 y 5-6 ángulo 15°

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
	2	OBLICUO	→	3	3	3 - 3	3
	3	OBLICUO	→	3	3	3 - 3	3
3 - 4	4	OBLICUO	→	2	3	2 - 3	2.5
	5	OBLICUO	→	2	3	2 - 3	2.5
	6	OBLICUO	→	3	3	3 - 3	3
5 - 6	7	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
	8	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
	9	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2.333			2.444
DESVIACIÓN ESTANDAR				0.500			0.464
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
OBLICUO 15°	2.444	1.722	1.722	2.155			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENO	BUENO	REGULAR			

PROMEDIO	2.444	2.333
DESV. ESTANDAR	0.464	2.011
N° DE PROBETAS	9	6
N° DE ÁRBOLES		



$$\frac{\sum((G.A)+(G.V)+(G.L)+(G.A))}{4}$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO

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

GRANO ARRANCADO

$$E = (2.444 - 1) \cdot 1 + 1$$

$$E = 2.444$$

GRANO VELLOSO

$$E = (2.444 - 1) \cdot 0.5 + 1$$

$$E = 1.722$$

GRANO LEVANTADO

$$E = (2.444 - 1) \cdot 0.5 + 1$$

$$E = 1.722$$

GRANO ASTILLADO

$$E = (2.444 - 1) \cdot 0.8 + 1$$

$$E = 2.155$$

CONSTANTE (F)

$$G.A = 1$$

$$G.V = 0.5$$

$$G.L = 0.5$$

$$G.A = 0.8$$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 28 se puede observar todos los cálculos del corte oblicuo en contra del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 15° obteniendo una calificación buena en los granos velloso, levantado y regular en los granos arrancado y astillado calificación buena en los granos velloso y levantado y regular en los granos arrancado y astillado. El defecto dominante es el grano arrancado con una calidad considerada regular.

CUADRO N° 29. Velocidad de alimentación 12 m/min corte oblicuo árbol 1-2, 3-4 y 5-6 ángulo 15°

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
	2	OBLICUO	←	2	3	2 - 3	2.5
	3	OBLICUO	←	3	4	3 - 4	3.5
3 - 4	4	OBLICUO	←	3	3	3 - 3	3
	5	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
	6	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
5 - 6	7	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
	8	OBLICUO	←	3	3	3 - 3	3
	9	OBLICUO	←	3	2	3 - 2	2.5
PROMEDIO				2.444			2.500
DESVIACIÓN ESTANDAR				0.527			0.559
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
OBLICUO 15°	2.500	1.750	1.750	2.200			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENO	BUENO	REGULAR			

PROMEDIO	2.500	2.444
DESV. ESTANDAR	0.559	2.050
N° DE PROBETAS N° DE ÁRBOLES	9	6

$$\rightarrow \frac{\Sigma((G.A)+(G.V)+(G.L)+(G.A))}{4}$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO

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

GRANO ARRANCADO

$$E = (2.500 - 1) * 1 + 1$$

$$E = 2.500$$

GRANO VELLOSO

$$E = (2.444 - 1) * 0.5 + 1$$

$$E = 1.750$$

GRANO LEVANTADO

$$E = (2.500 - 1) * 0.5 + 1$$

$$E = 1.750$$

GRANO ASTILLADO

$$E = (2.444 - 1) * 0.8 + 1$$

$$E = 2.200$$

CONSTANTE (F)

$$G.A = 1$$

$$G.V = 0.5$$

$$G.L = 0.5$$

$$G.A = 0.8$$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 29 se puede observar todos los cálculos del corte oblicuo en contra del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 15° obteniendo una calificación buena en los granos veloso y levantado y regular en los granos arrancado y astillado. El defecto dominante es el grano arrancado con una calidad considerada regular.

CUADRO N° 30. Resultados de ensayos de cepillado con ángulo de 30° y 15°

Clasificación velocidad constante 12 m/min													
ESTADO DE LA MADERA	Ángulo	Tangencial		Tangencial		Radial		Radial		Oblicuo		Oblicuo	
ORIENTACIÓN	→←	→		←		→		←		→		←	
MADERA SECA	30°	2,33	2,33	3,05	2,77	2,22	2,22	2,94	2,77	2,55	2,55	2,77	2,66
CONTENIDO DE HUMEDAD 14%		0,50	1,93	0,72	2,43	0,71	1,85	0,58	2,36	0,46	2,08	0,61	2,24
		9	6	9	6	9	6	9	6	9	6	9	6
MADERA SECA	15°	2,44	2,33	2,72	2,66	2,38	2,33	2,50	2,33	2,44	2,33	2,50	2,44
CONTENIDO DE HUMEDAD 14%		0,52	2,01	0,36	2,20	0,33	1,97	0,43	2,05	0,46	2,01	0,55	2,05
		9	6	9	6	9	6	9	6	9	6	9	6

Fuente: Elaboración propia.

X	X%
S%	SD
N	K

X	Promedio de los grados de defecto
X%	Promedio de los porcentajes de extensión del defecto
S%	Desviación estándar entre probetas
SD	Defecto dominante
N	Número de probetas
K	Número de árboles

4.1.1. Análisis de resultados de cepillado

Se realizó la recopilación de datos a un ángulo de 30° y 15° de 6 árboles que se identificaron como muestra, en los diferentes tipos de corte Tangencial, Radial y Oblicuo, a favor y en contra del grano, obteniendo un promedio entre la combinación de la extensión del defecto y la severidad, calificados dentro de los rangos de Excelente, Buena, Regular y Mala, como especifica la norma ASTM-D-1666-64(1970).

Después de realizar el ensayo de cepillado, las probetas se evaluaron visualmente exponiéndolas a la luz natural, para así poder definir las características de cepillado de la especie forestal Mora (*Maclura tinctoria*), con base a una calificación a partir del defecto dominante, los valores para la madera se dan con un grado de humedad del 14 %, de acuerdo con los planos tangencial, radial y oblicuo. Para los cortes a favor y en contra del grano, con ángulos de 30° y 15° el ensayo de cepillado se realizó a una velocidad de alimentación de 12m/min.

En tal sentido el ensayo de cepillado se encuentra dentro del rango de calidad de buena a regular, por lo que se presentan defectos superficiales, considerando un porcentaje de 60 – 80 % libre de defecto.

Como resultado en el análisis de comparación (15 y 30°) ensayo de cepillado, se puede determinar que existe un pequeño grado de variación, presentando defectos dominantes en el ángulo de 15°.

4.3. Resultados de ensayos de taladrado

Nombre común: Mora

Nombre científico: *Maclura tinctoria*

IMAGEN N°10. Ensayo de taladrado



(Máquina de taladro)



(Probetas utilizadas)

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Reporte de defectos secundarios del taladrado a 500 RPM

En el ensayo del taladrado se evaluó 9 probetas con tiempos de perforación de 500 y 1000 r.p.m. en los tres tipos de cortes, tangencial, radial y oblicuo.

CUADRO N° 31. Tiempo de penetración de la madera en 500rpm y 1000 rpm

TIEMPO DE PERFORACIÓN PROMEDIO			
500 RPM			
N° DE ÁRBOL	TANGENCIAL	RADIAL	OBLICUO
1 - 2	9.25	13.05	9.79
3 - 4	7.56	10.39	9.97
5 - 6	10.12	12.78	8.81
PROMEDIO	8.977	12.073	9.523
DESV. ESTANDAR	1.302	1.464	0.624

TIEMPO DE PERFORACIÓN PROMEDIO			
1000 RPM			
N° DE ÁRBOL	TANGENCIAL	RADIAL	OBLICUO
1 - 2	6.43	9.91	11.76
3 - 4	5.45	9.76	11.56
5 - 6	8.72	9.87	11.68
PROMEDIO	6.867	9.847	11.667
DESV. ESTANDAR	1.678	0.078	0.101

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 32. Resultado del ensayo de taladrado en corte tangencial a 500 r.p.m.

GRANO ASTILLADO			GRANO ARRANCADO			GRANO VELLOSO			GRANO LEVANTADO		
1	2 - 3	2.50	1	2 - 2	2.00	1	3 - 2	2.50	1	4 - 3	3.50
2	2 - 2	2.00	2	2 - 2	2.00	2	3 - 3	3.00	2	3 - 3	3.00
3	2 - 1	1.50	3	2 - 1	1.50	3	2 - 3	2.50	3	3 - 4	3.50
Promedio		2.00	Promedio		1.83	Promedio		2.67	Promedio		3.33

PROBETAS	ORIENTACIÓN	CALIFICACIÓN			
N°		Grano astillado	Grano arrancado	Grano veloso	Grano levantado
3	Tangencial	2 Buena	1,83 Buena	2,67 Regular	3,33 Mala

Fuente: Elaboración propia

Taladrado: en corte tangencial, el defecto dominante es grano levantado, categorizado como de mala calidad.

CUADRO N° 33. Resultado del ensayo de taladrado en corte radial a 500 r.p.m.

GRANO ASTILLADO			GRANO ARRANCADO			GRANO VELLOSO			GRANO LEVANTADO		
1	2 - 2	2.00	1	2 - 1	1.50	1	3 - 4	3.50	1	2 - 3	2.50
2	2 - 3	2.50	2	2 - 3	2.50	2	3 - 2	2.50	2	2 - 2	2.00
3	2 - 2	2.00	3	2 - 2	2.00	3	2 - 3	2.50	3	2 - 1	1.50
Promedio			Promedio			Promedio			Promedio		
2.17			2.00			2.83			2.00		

PROBETAS	ORIENTACIÓN	CALIFICACIÓN			
		Grano astillado	Grano arrancado	Grano velloso	Grano levantado
N°					
3	Radial	2,17 Regular	2,00 Buena	2,83 Regular	2,00 Buena

Fuente: Elaboración propia

Taladrado: en corte radial, el defecto dominante grano velloso, categorizada como calidad de regular.

CUADRO N° 34. Resultado del ensayo de taladrado en corte oblicuo a 500 r.p.m.

GRANO ASTILLADO			GRANO ARRANCADO			GRANO VELLOSO			GRANO LEVANTADO		
1	1 - 1	1.00	1	2 - 1	1.50	1	3 - 3	3.00	1	2 - 3	2.50
2	2 - 1	1.50	2	2 - 1	1.50	2	3 - 2	2.50	2	2 - 2	2.00
3	1 - 1	1.00	3	2 - 2	2.00	3	2 - 2	2.00	3	3 - 2	2.50
Promedio			Promedio			Promedio			Promedio		
1.17			1.67			2.50			2.33		

PROBETAS	ORIENTACIÓN	CALIFICACIÓN			
		Grano astillado	Grano arrancado	Grano velloso	Grano levantado
N°					
3	Oblicuo	1,17 Buena	1,67 Buena	2,50 Regular	2,33 Regular

Fuente: Elaboración propia

Taladrado: en corte oblicuo, el defecto dominante grano velloso, categorizado como de calidad regular.

4.3.2. Reporte de defectos secundarios del taladrado a 1000 RPM

CUADRO N° 35. Resultado del ensayo de taladrado en corte tangencial a 1000 r.p.m.

GRANO ASTILLADO			GRANO ARRANCADO			GRANO VELLOSO			GRANO LEVANTADO		
1	3 - 2	2.50	1	2 - 1	1.50	1	2 - 1	1.50	1	2 - 2	2.00
2	2 - 2	2.00	2	2 - 1	1.50	2	2 - 1	1.50	2	2 - 3	2.50
3	2 - 2	2.00	3	1 - 1	1.00	3	2 - 1	1.50	3	3 - 3	3.00
Promedio		2.17	Promedio		1.33	Promedio		1.50	Promedio		2.50

PROBETAS	ORIENTACIÓN	CALIFICACIÓN			
N°		Grano astillado	Grano arrancado	Grano veloso	Grano levantado
3	Tangencial	1,83 Buena	1,50 Buena	2,17 Regular	2,33 Regular

Fuente: Elaboración propia

Taladrado: en corte tangencial el defecto dominante es el grano levantado categorizado como calidad regular.

CUADRO N° 36. Resultado del ensayo de taladrado en corte radial a 1000 r.p.m.

GRANO ASTILLADO			GRANO ARRANCADO			GRANO VELLOSO			GRANO LEVANTADO		
1	2 - 2	2.00	1	1 - 2	1.50	1	2 - 2	2.00	1	2 - 2	2.00
2	2 - 1	1.50	2	1 - 2	1.50	2	2 - 2	2.00	2	2 - 2	2.00
3	2 - 2	2.00	3	1 - 2	1.50	3	2 - 3	2.50	3	3 - 3	3.00
Promedio		1.83	Promedio		1.50	Promedio		2.17	Promedio		2.33

PROBETAS	ORIENTACIÓN	CALIFICACIÓN			
N°		Grano astillado	Grano arrancado	Grano veloso	Grano levantado
3	Radial	2,17 Regular	1,33 Buena	1,50 Buena	2,50 Regular

Fuente: Elaboración propia

Taladrado: en corte radial el defecto dominante es el grano levantado, categorizado como calidad regular.

CUADRO N° 37. Resultado del ensayo de taladrado en corte oblicuo a 1000 r.p.m.

GRANO ASTILLADO			GRANO ARRANCADO			GRANO VELLOSO			GRANO LEVANTADO		
1	2 - 1	1.50	1	2 - 1	1.50	1	2 - 1	1.50	1	2 - 2	2.00
2	2 - 1	1.50	2	1 - 1	1.00	2	2 - 1	1.50	2	2 - 2	2.00
3	2 - 2	2.00	3	2 - 1	1.50	3	2 - 2	2.00	3	2 - 2	2.00
Promedio			Promedio			Promedio			Promedio		
1.67			1.33			1.67			2.00		

PROBETAS	ORIENTACIÓN	CALIFICACIÓN			
		Grano astillado	Grano arrancado	Grano veloso	Grano levantado
N°					
3	Oblicuo	1,67 Buena	1,33 Buena	1,67 Buena	2,00 Regular

Fuente: Elaboración propia

Taladrado: en corte oblicuo, defecto dominante grano levantado, categorizado como calidad regular.

CUADRO N° 38. Resultados de ensayo de taladrado

REVOLUCIÓN	Tiempo de penetración en segundos					
	Tangencial		Radial		Oblicuo	
500 RPM	8,97	1,30	12,07	1,46	9,52	0,62
	3	6	3	6	3	6
1000RPM	6,86	1,67	9,84	0,07	11,66	0,10
	3	6	3	6	3	6

O	S
N	K

O	Promedio de los tiempos
S	Desviación estándar entre los huecos
N	Número de probetas
K	Número de árboles

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Análisis de resultados de taladrado a 500 y 1000 r.p.m.

Los resultados en los ensayos de taladrado, manifiestan que a mayor velocidad de penetración en la madera menor será el tiempo de perforación, aumentando la presencia de un defecto dominante como ser el caso del grano levantado.

Sin embargo, a menor velocidad de penetración aumenta el tiempo de perforado y los defectos son variables, manifestándose dependiendo el corte de la probeta (tangencial, radial y oblicuo).

4.4. Resultados de ensayos de torneado

A continuación de muestra en el cuadro los resultados obtenidos del ensayo del torneado, se consideró en el análisis, los defectos dominantes del grano arrancado, velloso y astillado.

Nombre común: Mora.

Nombre científico: *Maclura tinctoria*

IMAGEN N°11. Ensayo del torneado



Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 39. Resultado del ensayo del grano arrancado

ÁNGULO	PROBETA	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
ÁNGULO DE 0°	1	2	1	2 - 1	1.5
	2	2	3	2 - 3	2.5
	3	3	2	3 - 2	2.5
PROMEDIO					2.167
DESVIACIÓN ESTANDAR					0.577
ÁNGULO DE 15°	1	2	2	2 - 2	2
	2	3	2	3 - 2	2.5
	3	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO					2.167
DESVIACIÓN ESTANDAR					0.289
ÁNGULO DE 40°	1	2	2	2 - 2	2
	2	3	2	3 - 2	2.5
	3	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO					2.167
DESVIACIÓN ESTANDAR					0.289

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 39, se muestra como resultado que en los tres ángulos de corte (0°, 15° y 40°) presentan el mismo promedio, siendo este de 2.167. Considerado de calidad regular, a diferencia de su desviación estándar que es variable, donde el ángulo de 0° y 40° el defecto se encuentra más agrupado a diferencia del ángulo de 15° donde el defecto es más disperso en las probetas.

CUADRO N° 40. Resultado del ensayo del grano vellosa

ÁNGULO	PROBETA	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
ÁNGULO DE 0°	1	2	1	2 - 1	1.5
	2	2	2	2 - 2	2
	3	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO					1.833
DESVIACIÓN ESTANDAR					0.289
ÁNGULO DE 15°	1	2	1	2 - 1	1.5
	2	2	1	2 - 1	1.5
	3	3	2	3 - 2	2.5
PROMEDIO					1.833
DESVIACIÓN ESTANDAR					0.577
ÁNGULO DE 40°	1	2	2	2 - 2	2
	2	3	2	3 - 2	2.5
	3	3	2	3 - 2	2.5
PROMEDIO					2.333
DESVIACIÓN ESTANDAR					0.289

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 40, se puede evidenciar que se presenta un defecto dominante, en el ángulo de corte de 40° presentando un promedio de 2.333 correspondiente a una categoría regular.

CUADRO N° 41. Resultado del ensayo del grano astillado

ÁNGULO	PROBETA	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
ÁNGULO DE 0°	1	2	1	2 - 1	1.5
	2	3	2	3 - 2	2.5
	3	3	3	3 - 3	3
PROMEDIO					2.333
DESVIACIÓN ESTANDAR					0.764
ÁNGULO DE 15°	1	2	2	2 - 2	2
	2	2	3	2 - 3	2.5
	3	3	3	3 - 3	3
PROMEDIO					2.500
DESVIACIÓN ESTANDAR					0.500
ÁNGULO DE 40°	1	3	2	3 - 2	2.5
	2	3	2	3 - 2	2.5
	3	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO					2.333
DESVIACIÓN ESTANDAR					0.289

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 41, se puede evidenciar que se presenta un defecto dominante, en el ángulo de corte de 15° presentando un promedio de 2.500 correspondiente a una categoría regular.

CUADRO N° 42. Resultados de ensayo de torneado

CORTE PARALELO AL GRANO						
ÁNGULO DE CORTE	Tiempo (seg)	Número de probetas	Número de árboles	Defecto de grano arrancado	Defecto de grano veloso	Defecto de grano astillado
ÁNGULO DE 0°	8,43	3	6	2,16	1,83	2,33
	2,03			0,57	0,28	0,76
ÁNGULO DE 15°	9,38	3	6	2,16	1,83	2,5
	1,00			0,28	0,57	0,5
ÁNGULO DE 40°	7,82	3	6	2,16	2,33	2,33
	0,52			0,28	0,28	0,28

O(t)
S(t)

O(g)
S(g)

O (t)	0 (t) es el promedio de los tiempos en segundos.
S (t)	S (t) es la desviación estándar entre probetas
O (g)	0 (g) es el promedio de los grados del defecto.
S (g)	S (g) es la desviación estándar entre probetas.

Fuente: Elaboración propia

4.4.1. Análisis de resultado del torneado

Las probetas del ensayo del torneado se analizaron visualmente exponiéndolas a la luz natural, evaluándolas en una escala del 1 al 5, con base a la presencia de grano arrancado, astillado y veloso. Los resultados obtenidos hacen que en cualquier ángulo de corte la mayor presencia de defecto se encuentra en el grano astillado y arrancado. Considerándola de calidad regular dándole un porcentaje de piezas sin defectos de 60 a 80%.

4.5. Resultados de ensayos de lijado

Nombre común: Mora.

Nombre científico: *Maclura tinctoria*

IMAGEN N°12. Ensayo del lijado



(Lijado de las probetas)

(Lija)

Fuente: Elaboración propia

4.5.1 Procedimiento para la obtención de datos del lijado

Se muestra el procedimiento de la obtención de datos, hasta obtener los resultados. Para un mejor análisis, se consideró en el análisis los defectos de rayado y velloidad a favor y en contra del grano.

CUADRO N° 43. Resultado rayado tangencial a favor del grano

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	TANGENCIAL	————→	1	2	1 - 2	1.5
	2	TANGENCIAL	————→	1	2	1 - 2	1.5
	3	TANGENCIAL	————→	2	2	2 - 2	2
3 - 4	4	TANGENCIAL	————→	1	2	1 - 2	1.5
	5	TANGENCIAL	————→	2	2	2 - 2	2
	6	TANGENCIAL	————→	2	1	2 - 1	1.5
5 - 6	7	TANGENCIAL	————→	2	2	2 - 2	2
	8	TANGENCIAL	————→	2	2	2 - 2	2
	9	TANGENCIAL	————→	1	2	1 - 2	1.5
PROMEDIO							1.722
DESVIACIÓN ESTANDAR							0.264

PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	N° PROBETA	N° DE ÁRBOL
1.722	0.264	9	6

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro N° 43, en defecto de rayado de corte tangencial en sentido al grano, presenta un promedio de 1.722 con una desviación estándar de 0.264.

CUADRO N° 44. Resultado rayado tangencial en contra del grano

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
	2	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
	3	TANGENCIAL	←	2	3	2 - 3	2.5
3 - 4	4	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
	5	TANGENCIAL	←	2	1	2 - 1	1.5
	6	TANGENCIAL	←	2	3	2 - 3	2.5
5 - 6	7	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
	8	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
	9	TANGENCIAL	←	1	2	1 - 2	1.5
PROMEDIO							2.000
DESVIACIÓN ESTANDAR							0.354

PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	N° PROBETA	N° DE ÁRBOL
2.000	0.354	9	6

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro N° 44, en defecto de rayado de corte tangencial en contra el grano, presenta un promedio de 2.000 con una desviación estándar de 0.354.

CUADRO N° 45. Resultado rayado radial a favor del grano

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1.5
	2	RADIAL	→	3	2	3 - 2	2.5
	3	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1.5
3 - 4	4	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1.5
	5	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	6	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1.5
5 - 6	7	RADIAL	→	3	2	3 - 2	2.5
	8	RADIAL	→	3	2	3 - 2	2.5
	9	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO							1.944
DESVIACIÓN ESTANDAR							0.464

PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	N° PROBETA	N° DE ÁRBOL
1.944	0.464	9	9

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro N° 45, en defecto de rayado de corte radial en sentido al grano, presenta un promedio de 1.944 con una desviación estándar de 0.464 de buena calidad.

CUADRO N° 46. Resultado rayado radial en contra del grano

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	RADIAL	←	3	2	3 - 2	2.5
	2	RADIAL	←	3	2	3 - 2	2.5
	3	RADIAL	←	2	1	2 - 1	1.5
3 - 4	4	RADIAL	←	3	2	3 - 2	2.5
	5	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
	6	RADIAL	←	2	1	2 - 1	1.5
5 - 6	7	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
	8	RADIAL	←	3	2	3 - 2	2.5
	9	RADIAL	←	3	3	3 - 3	3
PROMEDIO							2.222
DESVIACIÓN ESTANDAR							0.507

PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	N° PROBETA	N° DE ÁRBOL
2.222	0.507	9	9

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro N° 46, en defecto de rayado de corte radial en contra el grano, presenta un promedio de 2.222 con una desviación estándar de 0.507.

CUADRO N° 47. Resultado rayado oblicuo a favor del grano

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	OBLICUO	————→	3	2	3 - 2	2.5
	2	OBLICUO	————→	4	3	4 - 3	3.5
	3	OBLICUO	————→	3	2	3 - 2	2.5
3 - 4	4	OBLICUO	————→	3	3	3 - 3	3
	5	OBLICUO	————→	3	2	3 - 2	2.5
	6	OBLICUO	————→	4	2	4 - 2	3
5 - 6	7	OBLICUO	————→	3	2	3 - 2	2.5
	8	OBLICUO	————→	3	2	3 - 2	2.5
	9	OBLICUO	————→	4	2	4 - 2	3
PROMEDIO							2.778
DESVIACIÓN ESTANDAR							0.363

PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	N° PROBETA	N° DE ÁRBOL
2.778	0.363	9	9

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro N° 47, en defecto de rayado de corte oblicuo en sentido al grano, presenta un promedio de 2.778 con una desviación estándar de 0.363.

CUADRO N° 48. Resultado rayado oblicuo en contra del grano

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	OBLICUO	←	4	2	4 - 2	3
	2	OBLICUO	←	3	3	3 - 3	3
	3	OBLICUO	←	3	2	3 - 2	2.5
3 - 4	4	OBLICUO	←	3	2	3 - 2	2.5
	5	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
	6	OBLICUO	←	3	2	3 - 2	2.5
5 - 6	7	OBLICUO	←	4	3	4 - 3	3.5
	8	OBLICUO	←	4	3	4 - 3	3.5
	9	OBLICUO	←	4	2	4 - 2	3
PROMEDIO							2.833
DESVIACIÓN ESTANDAR							0.500

PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	N° PROBETA	N° DE ÁRBOL
2.833	0.500	9	9

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro N° 48, en defecto de rayado de corte oblicuo en contra el grano, presenta un promedio de 2.833 con una desviación estándar de 0.500.

CUADRO N° 49. Resultado vellosidad tangencial a favor del grano

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	TANGENCIAL	————→	1	1	1 - 1	1
	2	TANGENCIAL	————→	1	1	1 - 1	1
	3	TANGENCIAL	————→	2	1	2 - 1	1.5
3 - 4	4	TANGENCIAL	————→	2	1	2 - 1	1.5
	5	TANGENCIAL	————→	1	1	1 - 1	1
	6	TANGENCIAL	————→	2	1	2 - 1	1.5
5 - 6	7	TANGENCIAL	————→	1	1	1 - 1	1
	8	TANGENCIAL	————→	1	1	1 - 1	1
	9	TANGENCIAL	————→	1	2	1 - 2	1.5
PROMEDIO							1.222
DESVIACIÓN ESTANDAR							0.264

PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	N° PROBETA	N° DE ÁRBOL
1.222	0.264	9	9

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro N° 49, en defecto de vellosidad en corte tangencial en sentido al grano, presenta un promedio de 1.222 con una desviación estándar de 0.264.

CUADRO N° 50. Resultado vellosidad tangencial en contra del grano

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	TANGENCIAL	←	1	2	1 - 2	1.5
	2	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
	3	TANGENCIAL	←	1	1	1 - 1	1
3 - 4	4	TANGENCIAL	←	1	1	1 - 1	1
	5	TANGENCIAL	←	2	1	2 - 1	1.5
	6	TANGENCIAL	←	1	2	1 - 2	1.5
5 - 6	7	TANGENCIAL	←	1	1	1 - 1	1
	8	TANGENCIAL	←	1	2	1 - 2	1.5
	9	TANGENCIAL	←	1	1	1 - 1	1
PROMEDIO							1.333
DESVIACIÓN ESTANDAR							0.354

PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	N° PROBETA	N° DE ÁRBOL
1.333	0.354	9	9

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro N° 50, en defecto de vellosidad en corte tangencial en contra el grano, presenta un promedio de 1.333 con una desviación estándar de 0.354.

CUADRO N° 51. Resultado vellosidad radial a favor del grano

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
	2	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1.5
	3	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
3 - 4	4	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1.5
	5	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	6	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
5 - 6	7	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1.5
	8	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1.5
	9	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO							1.444
DESVIACIÓN ESTANDAR							0.391

PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	N° PROBETA	N° DE ÁRBOL
1.444	0.391	9	9

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro N° 51, en defecto de vellosidad en corte radial en sentido al grano, presenta un promedio de 1.444 con una desviación estándar de 0.391.

CUADRO N° 52. Resultado vellosidad radial en contra del grano

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	RADIAL	←	2	1	2 - 1	1.5
	2	RADIAL	←	1	1	1 - 1	1
	3	RADIAL	←	2	1	2 - 1	1.5
3 - 4	4	RADIAL	←	2	1	2 - 1	1.5
	5	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
	6	RADIAL	←	1	1	1 - 1	1
5 - 6	7	RADIAL	←	1	1	1 - 1	1
	8	RADIAL	←	2	1	2 - 1	1.5
	9	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO							1.444
DESVIACIÓN ESTANDAR							0.391

PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	N° PROBETA	N° DE ÁRBOL
1.444	0.391	9	9

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro N° 52, en defecto de vellosidad en corte radial en contra el grano, presenta un promedio de 1.444 con una desviación estándar de 0.391.

CUADRO N° 53. Resultado vellosidad oblicuo en favor al grano

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	OBLICUO	————→	2	1	2 - 1	1.5
	2	OBLICUO	————→	1	1	1 - 1	1
	3	OBLICUO	————→	1	1	1 - 1	1
3 - 4	4	OBLICUO	————→	1	1	1 - 1	1
	5	OBLICUO	————→	2	1	2 - 1	1.5
	6	OBLICUO	————→	1	1	1 - 1	1
5 - 6	7	OBLICUO	————→	1	2	1 - 2	1.5
	8	OBLICUO	————→	2	1	2 - 1	1.5
	9	OBLICUO	————→	1	1	1 - 1	1
PROMEDIO							1.222
DESVIACIÓN ESTANDAR							0.264

PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	N° PROBETA	N° DE ÁRBOL
1.222	0.264	9	9

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro N° 53, en defecto de vellosidad en corte oblicuo en sentido al grano, presenta un promedio de 1.222 con una desviación estándar de 0.264.

CUADRO N° 54. Resultado vellosidad oblicuo en contra al grano

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1 - 2	1	OBLICUO	←	1	1	1 - 1	1
	2	OBLICUO	←	2	1	2 - 1	1.5
	3	OBLICUO	←	2	1	2 - 1	1.5
3 - 4	4	OBLICUO	←	1	1	1 - 1	1
	5	OBLICUO	←	1	1	1 - 1	1
	6	OBLICUO	←	1	2	1 - 2	1.5
5 - 6	7	OBLICUO	←	1	1	1 - 1	1
	8	OBLICUO	←	2	1	2 - 1	1.5
	9	OBLICUO	←	1	1	1 - 1	1
PROMEDIO							1.222
DESVIACIÓN ESTANDAR							0.264

PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	N° PROBETA	N° DE ÁRBOL
1.222	0.264	9	9

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro N° 54, en defecto de vellosidad en corte oblicuo en contra el grano, presenta un promedio de 1.222 con una desviación estándar de 0.264.

CUADRO N° 55. Resultados de ensayo de lijado

DEFECTOS DEL LIJADO					FACTORES A CONSIDERAR							
DEFECTOS	Rayado		Vellosidad		velocidad de ensuciamiento	facilidad de remoción de suciedad	velocidad de desgaste abrasivo	temperatura de la lija				
	→ A favor del grano	← En contra de lgrano	→ A favor del grano	← En contra de lgrano								
TANGENCIAL	1,72 9	0,26 6	2,00 9	0,35 6	1,22 9	0,26 6	1,33 9	0,35 6	A	B	A	A
RADIAL	1,94 9	0,46 6	2,22 9	0,50 6	1,44 9	0,39 6	1,44 9	0,39 6	A	B	C	A
OBLICUO	2,77 9	0,36 6	2,83 9	0,50 6	1,22 9	0,26 6	1,22 9	0,26 6	A	B	C	A

Fuente: Elaboración propia

O	S	A = Alta B = Mediana C = Baja	O	Valor promedio de los grados de defecto
N	K		S	Desviación estándar entre probetas
			N	Numero de probetas
			K	Número de árboles

En el presente cuadro se analizó la vellocidad y rayado en sentido y contra del grano en los diferentes cortes de las probetas (Tangencial, Radial y Oblicuo).

Las probetas se evaluaron visualmente, clasificándolas en los rangos del I al V como se muestra en el cuadro N° 14 con base en los defectos de rayones y vellosidad

- Corte tangencial presenta un defecto dominante “rayado” en sentido contrario al grano, considerando su calidad de regular.
- Corte radial presenta un defecto dominante “rayado” en sentido contrario al grano, considerado de calidad regular.
- Corte oblicuo presenta un defecto dominante “rayado” en contra y a favor del grano, considerándola de calidad regular aproximándose a mala.

Sin embargo, los demás resultados fueron favorables, ya que no presentan de manera considerable los defectos “rayado y vellocidad” estando dentro de un rango de 1- 2 siendo de buena calidad para el lijado, con un porcentaje del 80 – 90% libre de defectos.

4.6 Resultados de ensayos de moldurado

Nombre común: Mora

Nombre científico: *Maclura tinctoria*.

Se muestra el procedimiento de la obtención de datos, hasta obtener los resultados del ensayo de moldurado en corte doble y corte simple.

4.6.1. Calificación en corte doble

IMAGEN N°13. Ensayo del moldurado



(Máquina de moldurado)



(Moldurado de probetas)

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 56. Resultado del ensayo tangencial grano astillado

A	P	ORIENTACIÓ N	DIRECCIÓ N	EXTENSIÓ N DEL DEFECTO	SEVERIDA D DEL DEFECTO	COMBINACIÓ N	PROMEDI O
1-2	1	TANGENCIAL	→	3	3	3 - 3	3
3-4	2	TANGENCIAL	→	3	3	4 - 3	3
5-6	3	TANGENCIAL	→	3	3	3 - 3	3
PROMEDIO				3.00	-	-	3.00
DESV. ESTANDAR				0.00	-	-	0.00

O (g)	3.00	O (%)	3.00
S (g)	0.00	S (%)	0.00
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓ N	DIRECCIÓ N	EXTENSIÓ N DEL DEFECTO	SEVERIDA D DEL DEFECTO	COMBINACIÓ N	PROMEDI O
1-2	1	TANGENCIAL	←	4	3	4 - 3	3.5
3-4	2	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
5-6	3	TANGENCIAL	←	4	3	4 - 3	3.5
PROMEDIO				3.667	-	-	3.333
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.289

O (g)	3.333	O (%)	3.667
S (g)	0.289	S (%)	0.577
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 56, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte doble, de corte tangencial a favor y contra grano, obteniendo una clasificación de ambos de grado 4 considerada de calidad mala.

CUADRO N° 57. Resultado del ensayo tangencial grano arrancado

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
3-4	2	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
5-6	3	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2.000	-	-	2.000
DESV. ESTANDAR				0	-	-	0

O (g)	2.00	O (%)	2.00
S (g)	0.00	S (%)	0.00
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	TANGENCIAL	←	3	2	3 - 2	2.5
3-4	2	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
5-6	3	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2.667	-	-	2.500
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.500

O (g)	2.500	O (%)	2.667
S (g)	0.500	S (%)	0.577
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 57, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte doble, de corte tangencial a favor y contra grano, obteniendo una clasificación de ambos de grado 3 considerada de calidad regular.

CUADRO N° 58. Resultado del ensayo tangencial grano velloso

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	TANGENCIAL	————→	2	2	2 - 2	2
3-4	2	TANGENCIAL	————→	3	2	3 - 2	2.5
5-6	3	TANGENCIAL	————→	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2.333	-	-	2.167
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.289

O (g)	2.167	O (%)	2.333
S (g)	0.289	S (%)	0.577
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	TANGENCIAL	←————	3	3	3 - 3	3
3-4	2	TANGENCIAL	←————	3	2	3 - 2	2.5
5-6	3	TANGENCIAL	←————	3	4	3 - 4	3.5
PROMEDIO				3.000	-	-	3.000
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.500

O (g)	3.000	O (%)	3.000
S (g)	0.500	S (%)	0.000
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 58, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte doble, de corte tangencial a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en sentido al grano de grado 3 considerada de calidad regular y contra grano, de grado 4 considerada de calidad mala.

CUADRO N° 59. Resultado del ensayo radial grano astillado

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
3-4	2	RADIAL	→	3	2	3 - 2	2.5
5-6	3	RADIAL	→	3	2	3 - 2	2.5
PROMEDIO				2.667	-	-	2.333
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.289

O (g)	2.333	O (%)	2.667
S (g)	0.289	S (%)	0.577
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	RADIAL	←	3	4	3 - 4	3.5
3-4	2	RADIAL	←	3	3	3 - 3	3
5-6	3	RADIAL	←	3	2	3 - 2	2.5
PROMEDIO				3.000	-	-	3.000
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.500

O (g)	3.000	O (%)	3.000
S (g)	0.500	S (%)	0.000
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 59, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte doble, de corte radial a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en sentido al grano de grado 3 considerada de calidad regular y contra grano, de grado 4 considerada de calidad mala.

CUADRO N° 60. Resultado del ensayo radial grano arrancado

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
3-4	2	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
5-6	3	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1.5
PROMEDIO				2.000	-	-	1.833
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.289

O (g)	1.833	O (%)	2.000
S (g)	0.289	S (%)	0.000
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	RADIAL	←	3	2	3 - 2	2.5
3-4	2	RADIAL	←	3	3	3 - 3	3
5-6	3	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2.667	-	-	2.500
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.500

O (g)	2.500	O (%)	2.667
S (g)	0.500	S (%)	0.577
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 60, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte doble, de corte radial a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en sentido al grano de grado 2 considerada de calidad buena y contra grano, de grado 3 considerada de calidad regular.

CUADRO N° 61. Resultado del ensayo radial grano velloso

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	RADIAL	————→	2	1	2 - 1	1.5
3-4	2	RADIAL	————→	2	2	2 - 2	2
5-6	3	RADIAL	————→	2	1	2 - 1	1.5
PROMEDIO				2.000	-	-	1.667
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.289

O (g)	1.667	O (%)	2.000
S (g)	0.289	S (%)	0.000
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	RADIAL	←————	2	2	2 - 2	2
3-4	2	RADIAL	←————	2	1	2 - 1	1.5
5-6	3	RADIAL	←————	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2.000	-	-	1.833
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.289

O (g)	1.833	O (%)	2.000
S (g)	0.289	S (%)	0.000
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 61, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte doble, de corte radial a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en ambos de grado 2 considerada de calidad buena.

CUADRO N° 62. Resultado del ensayo oblicuo grano astillado

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	OBLICUO	————→	3	3	3 - 3	3
3-4	2	OBLICUO	————→	3	3	3 - 3	3
5-6	3	OBLICUO	————→	3	2	3 - 2	2.5
PROMEDIO				3.000	-	-	2.833
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.289

O (g)	2.833	O (%)	3.000
S (g)	0.289	S (%)	0.000
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	OBLICUO	←————	3	4	3 - 4	3.5
3-4	2	OBLICUO	←————	4	3	4 - 3	3.5
5-6	3	OBLICUO	←————	3	4	3 - 4	3.5
PROMEDIO				3.333	-	-	3.500
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.000

O (g)	3.500	O (%)	3.333
S (g)	0.000	S (%)	0.577
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 62, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte doble, de corte oblicuo a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en sentido al grano de grado 3 considerada de calidad regular y contra grano, de grado 4 considerada de calidad mala.

CUADRO N° 63. Resultado del ensayo oblicuo grano arrancado

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	OBLICUO	————→	2	2	2 - 2	2
3-4	2	OBLICUO	————→	1	2	1 - 2	1.5
5-6	3	OBLICUO	————→	2	3	2 - 3	2.5
PROMEDIO				1.667	-	-	2.000
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.500

O (g)	2.000	O (%)	1.667
S (g)	0.500	S (%)	0.577
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	OBLICUO	←————	2	2	2 - 2	2
3-4	2	OBLICUO	←————	2	1	2 - 1	1.5
5-6	3	OBLICUO	←————	2	3	2 - 3	2.5
PROMEDIO				2.000	-	-	2.000
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.500

O (g)	2.000	O (%)	2.000
S (g)	0.500	S (%)	0.000
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 63, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte doble, de corte oblicuo a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en ambos de grado 3 considerada de calidad regular

CUADRO N° 64. Resultado del ensayo oblicuo grano vellos

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
3-4	2	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
5-6	3	OBLICUO	→	2	1	2 - 1	1.5
PROMEDIO				2.000	-	-	1.833
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.289

O (g)	1.833	O (%)	2.000
S (g)	0.289	S (%)	0.000
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	OBLICUO	←	3	2	3 - 2	2.5
3-4	2	OBLICUO	←	3	3	3 - 3	3
5-6	3	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2.667	-	-	2.500
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.500

O (g)	2.500	O (%)	2.667
S (g)	0.500	S (%)	0.577
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 64, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte doble, de corte oblicuo a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en sentido al grano de grado 2 considerada de calidad buena y contra grano, de grado 3 considerada de calidad regular.

CUADRO N° 65. Resultados de ensayo de moldurado de corte doble

SENTIDO	ANCHO MARCA (mm)			CALIFICACIÓN								
	T	R	O	CORTE DOBLE								
				TANGENCIAL			RADIAL			OBLICUO		
				AST	ARR	VELL	AST	ARR	VELL	AST	ARR	VELL
 A FAVOR DEL GRANO	1	1	1	3	2	2,16	2,33	1,83	1,66	2,83	2	1,83
				0	0	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,5	0,28
				3	2	2,33	2,16	2	2	3	1,66	2
				0	0	0,57	0,57	0	0	0	0,57	0
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
				6	6	6	6	6	6	6	6	6
 EN CONTRA DEL GRANO	1	1	1	3,33	2,5	3	3	2,5	1,83	3,5	2	2,5
				0,28	0,5	0,5	0,5	0,5	0,28	0	0,5	0,5
				3,66	2,66	3	3	2,66	2	3,33	2	2,66
				0,57	0,57	0	0	0,57	0	0,57	0	0,57
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
				6	6	6	6	6	6	6	6	6

Fuente: *elaboración propia*

O(g)	O(g)	Promedio de los grados del defecto
S(g)	S(g)	Desviación estándar entre probetas del grado.
O(%)	O(%)	Promedio del porcentaje de extensión del defecto.
S(%)	S(%)	Desviación estándar entre probetas de la extensión.
N	N	Número de probetas
K	K	Número de árboles

Los resultados obtenidos en el ensayo de moldurado en corte doble, muestran que a favor y contra el grano presentan los siguientes defectos, “grano astillado, veloso y arrancado” en los tres tipos de corte de la probeta.

- A favor del grano el porcentaje de defecto se encuentra en un rango de 2-3 considerando un grano de calidad de regular para su trabajabilidad.
- En sentido contrario al grano, presenta un rango de 2-3 y 3-4 considerando un grado de regular a mala para su trabajabilidad.

4.6.2. Calificación en corte simple

CUADRO N° 66. Resultado del ensayo tangencial grano astillado

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	TANGENCIAL	————→	2	2	2 - 2	2
3-4	2	TANGENCIAL	————→	4	3	4 - 3	3.5
5-6	3	TANGENCIAL	————→	3	2	3 - 2	2.5
PROMEDIO				3.00	-	-	2.667
DESV. ESTANDAR				1.00	-	-	0.764

O (g)	2.667	O (%)	3.000
S (g)	0.764	S (%)	1.000
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	TANGENCIAL	←————	3	3	3 - 3	3
3-4	2	TANGENCIAL	←————	4	3	4 - 3	3.5
5-6	3	TANGENCIAL	←————	3	3	3 - 3	3
PROMEDIO				3.333	-	-	3.167
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.289

O (g)	3.167	O (%)	3.333
S (g)	0.289	S (%)	0.577
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 66, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte simple, de corte tangencial a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en sentido al grano de grado 3 considerada de calidad regular y contra grano, de grado 4 considerada de calidad mala.

CUADRO N° 67. resultado del ensayo tangencial grano arrancado

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
3-4	2	TANGENCIAL	→	3	2	3 - 2	2.5
5-6	3	TANGENCIAL	→	3	2	3 - 2	2.5
PROMEDIO				2.667	-	-	2.333
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.289

O (g)	2.333	O (%)	2.667
S (g)	0.289	S (%)	0.577
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	TANGENCIAL	←	3	2	3 - 2	2.5
3-4	2	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
5-6	3	TANGENCIAL	←	4	3	4 - 3	3.5
PROMEDIO				3.333	-	-	3.000
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.500

O (g)	3.000	O (%)	3.333
S (g)	0.500	S (%)	0.577
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 67, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte simple, de corte tangencial a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en sentido al grano de grado 3 considerada de calidad regular y contra grano, de grado 4 considerada de calidad mala.

CUADRO N° 68. Resultado del ensayo tangencial grano velloso

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	TANGENCIAL	→	2	1	2 - 1	1.5
3-4	2	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
5-6	3	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2.000	-	-	1.833
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.289

O (g)	1.833	O (%)	2.000
S (g)	0.289	S (%)	0.000
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
3-4	2	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
5-6	3	TANGENCIAL	←	2	1	2 - 1	1.5
PROMEDIO				2.000	-	-	1.833
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.289

O (g)	1.833	O (%)	2.000
S (g)	0.289	S (%)	0.000
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 68, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte simple, de corte tangencial a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en ambos de grado 2 considerada de calidad buena.

CUADRO N° 69. Resultado del ensayo radial grano astillado

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	RADIAL	→	3	3	3 - 3	3
3-4	2	RADIAL	→	3	4	3 - 4	3.5
5-6	3	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2.667	-	-	2.833
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.764

O (g)	2.833	O (%)	2.667
S (g)	0.764	S (%)	0.577
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	RADIAL	←	3	4	3 - 4	3.5
3-4	2	RADIAL	←	3	4	3 - 4	3.5
5-6	3	RADIAL	←	3	2	3 - 2	2.5
PROMEDIO				3.000	-	-	3.167
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.577

O (g)	3.167	O (%)	3.000
S (g)	0.577	S (%)	0.000
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 69, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte simple, de corte radial a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en sentido al grano de grado 3 considerada de calidad regular y contra grano, de grado 4 considerada de calidad mala.

CUADRO N° 70. Resultado del ensayo radial grano arrancado

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	RADIAL	————▶	2	2	2 - 2	2
3-4	2	RADIAL	————▶	3	2	3 - 2	2.5
5-6	3	RADIAL	————▶	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2.333	-	-	2.167
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.289

O (g)	2.167	O (%)	2.333
S (g)	0.289	S (%)	0.577
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	RADIAL	◀————	2	2	2 - 2	2
3-4	2	RADIAL	◀————	2	1	2 - 1	1.5
5-6	3	RADIAL	◀————	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2.000	-	-	1.833
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.289

O (g)	1.833	O (%)	2.000
S (g)	0.289	S (%)	0.000
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 70, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte simple, de corte radial a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en sentido al grano de grado 3 considerada de calidad regular y contra grano, de grado 2 considerada de calidad buena.

CUADRO N° 71. Resultado del ensayo radial grano velloso

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	RADIAL	————▶	3	2	3 - 2	2.5
3-4	2	RADIAL	————▶	2	2	2 - 2	2
5-6	3	RADIAL	————▶	2	1	2 - 1	1.5
PROMEDIO				2.333	-	-	2.000
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.500

O (g)	2.000	O (%)	2.333
S (g)	0.500	S (%)	0.577
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	RADIAL	◀————	2	2	2 - 2	2
3-4	2	RADIAL	◀————	3	2	3 - 2	2.5
5-6	3	RADIAL	◀————	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2.333	-	-	2.167
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.289

O (g)	2.167	O (%)	2.333
S (g)	0.289	S (%)	0.577
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 71, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte simple, de corte radial a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en ambos de grado 3 considerada de calidad regular.

CUADRO N° 72. Resultado del ensayo oblicuo grano astillado

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	OBLICUO	→	3	2	3 - 2	2.5
3-4	2	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
5-6	3	OBLICUO	→	3	2	3 - 2	2.5
PROMEDIO				2.667	-	-	2.333
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.289

O (g)	2.333	O (%)	2.667
S (g)	0.289	S (%)	0.577
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	OBLICUO	←	4	2	4 - 2	3
3-4	2	OBLICUO	←	3	3	3 - 3	3
5-6	3	OBLICUO	←	3	3	3 - 3	3
PROMEDIO				3.333	-	-	3.000
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.000

O (g)	3.000	O (%)	3.333
S (g)	0.000	S (%)	0.577
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 72, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte simple, de corte oblicuo a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en sentido al grano de grado 3 considerada de calidad regular y contra grano, de grado 4 considerada de calidad mala.

CUADRO N° 73. Resultado del ensayo oblicuo grano arrancado

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
3-4	2	OBLICUO	→	2	3	2 - 3	2.5
5-6	3	OBLICUO	→	2	1	2 - 1	1.5
PROMEDIO				2.000	-	-	2.000
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.500

O (g)	2.000	O (%)	2.000
S (g)	0.500	S (%)	0.000
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
3-4	2	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
5-6	3	OBLICUO	←	2	1	2 - 1	1.5
PROMEDIO				2.000	-	-	1.833
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.289

O (g)	1.833	O (%)	2.000
S (g)	0.289	S (%)	0.000
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 73, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte simple, de corte oblicuo a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en sentido al grano de grado 3 considerada de calidad regular y contra grano, de grado 2 considerada de calidad buena.

CUADRO N° 74. Resultado del ensayo oblicuo grano velloso

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	OBLICUO	————→	2	2	2 - 2	2
3-4	2	OBLICUO	————→	2	3	2 - 3	2.5
5-6	3	OBLICUO	————→	2	1	2 - 1	1.5
PROMEDIO				2.000	-	-	2.000
DESV. ESTANDAR				0.000	-	-	0.500

O (g)	2.000	O (%)	2.000
S (g)	0.500	S (%)	0.000
N	3	K	6

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1-2	1	OBLICUO	←————	2	2	2 - 2	2
3-4	2	OBLICUO	←————	3	2	3 - 2	2.5
5-6	3	OBLICUO	←————	3	2	3 - 2	2.5
PROMEDIO				2.667	-	-	2.333
DESV. ESTANDAR				0.577	-	-	0.289

O (g)	2.333	O (%)	2.667
S (g)	0.289	S (%)	0.577
N	3	K	6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 74, se puede observar todos los cálculos de moldurado en corte simple, de corte oblicuo a favor y contra grano, obteniendo una clasificación en ambos de grado 3 considerada de calidad regular.

4.6.2. Calificación en corte simple

CUADRO N° 75. Resultados de ensayo de moldurado de corte simple

SENTIDO	ANCHO MARCA (mm)			CALIFICACIÓN								
	CORTE SIMPLE											
	T	R	O	TANGENCIAL			RADIAL			OBLICUO		
				AST	ARR	VELL	AST	ARR	VELL	AST	ARR	VELL
 A FAVOR DEL GRANO	1	1	1	2,66	2,33	1,83	2,33	1,83	1,66	2,83	2	1,83
				0,76	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,5	0,28
				3	2,66	2	2,66	2	2	3	1,66	2
				1	0,57	0	0,57	0	0	0	0,57	0
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
				6	6	6	6	6	6	6	6	6
				6	6	6	6	6	6	6	6	6
 EN CONTRA DEL GRANO	1	1	1	3,16	3	0,83	3,16	1,83	2,16	3	1,83	2,33
				0,28	0,5	0,28	0,57	0,28	0,28	0	0,28	2,28
				3,33	3,33	2	3	2	2,33	3,33	2	2,66
				0,57	0,57	0	0	0	0,57	0,57	0	0,57
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
				6	6	6	6	6	6	6	6	6
				6	6	6	6	6	6	6	6	6

Fuente: elaboración propia.

O(g)	O(g)	Promedio de los grados del defecto
S(g)	S(g)	Desviación estándar entre probetas del grado.
O(%)	O(%)	Promedio del porcentaje de extensión del defecto.
S(%)	S(%)	Desviación estándar entre probetas de la extensión.
N	N	Número de probetas
K	K	Número de árboles

Los resultados obtenidos en el ensayo de moldurado en corte simple, muestran que a favor y contra el grano presentan los siguientes defectos, “grano astillado, velloso y arrancado” en los tres tipos de corte de la probeta.

- A favor del grano el porcentaje de defecto se encuentra en un rango de 2-3 considerando un grano regular para su trabajabilidad.
- En sentido contrario al grano, presenta un rango de 2-3 y 3-4 considerando un grado de calidad regular a mala para su trabajabilidad.

4.7. DISCUSIÓN

En comparación a otros estudios de la familia Moraceae; *Morus alba* y *Chlorophora tinctoria*, del libro: “información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia” en la que se muestran resultados de la densidad básica de *Morus alba* de 0.56g/cm^3 es de fácil de procesar mecánicamente y de buen acabado superficial y *Chlorophora tinctoria* con una densidad de 0.71 g/cm^3 que es moderadamente difícil de trabajar mecánicamente. Se pudo observar que la especie forestal Mora (*Maclura tinctoria*) tiene una densidad básica 0.68 g/cm^3 , que es más baja en comparación a *Chlorophora tinctoria* del libro citado, lo que la hace que la especie forestal Mora (*Maclura tinctoria*) con densidad básica 0.68 g/cm^3 sea de más fácil trabajabilidad en las operaciones de maquinado.

CAPÍTULO V

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Durante la ejecución de las operaciones de maquinado y la experiencia adquirida en el Laboratorio de Trabajabilidad de la Madera y la carpintería del Sr. Marcelino Martínez Quiroga, para desarrollar los ensayos de trabajabilidad de Cepillado, Moldurado, Torneado, Taladrado y Lijado, con la aplicación de la norma (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales y la norma COPANT MADERAS 458, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Todas las probetas se trabajaron con un contenido de humedad menor al 14%.

- El ensayo de cepillado para la especie forestal Mora (*Maclura tinctoria*), correspondiendo a una clasificación de buena a regular por lo que presenta defectos superficiales, considerando que corresponde a un porcentaje de 60 a 80 % libre de defecto.

Los defectos más frecuentes fueron de grano arrancado, grano astillado, y grano velloso, el más reincidente fue el grano arrancado dentro del rango 2.0 - 3.0 por lo que se considera una categorización de calidad regular.

Como resultado en el análisis de comparación (15 y 30⁰) ensayo de cepillado, se puede determinar que existe un pequeño grado de variación, presentando defectos dominantes en el ángulo de 15⁰.

- El comportamiento de la madera en la operación del taladrado, muestra que es muy propensa a sufrir grano arrancado, grano astillado, grano velloso y levantado. El defecto de mayor consideración es el grano levantado que está en un rango de 2 – 3 y 3-4 considerado como de calidad regular a mala, con un porcentaje de 60 a 80% libre de defectos.

- El comportamiento de la madera en la operación de lijado manifiesta su defecto dominante “rayado”, con un rango entre 1-2 califica en el grado de calidad 2 que corresponde a buena. Con un porcentaje de piezas libre de defecto de 80-90 %.
- En conclusión el comportamiento de la madera en la operación de torneado, se observó que en los diferentes ángulos de operación se manifestó como defecto dominante el grano astillado con un rango 2-3, considerado como regular, con un porcentaje libre de defectos de 60 – 80%.
- El comportamiento de la madera en la operación de moldurado observando el grano arrancado y velloso, se lo pudo calificar en un rango de 2-3 y 3-4 considerando la calidad de regular a mala. Con un porcentaje de piezas libre de defecto 60-80 %.

Considerando todos los aspectos observados se puede determinar que la madera de la especie forestal Mora (*Maclura tinctoria*), tiene una buena trabajabilidad en el maquinado, del lijado, regular en cepillado. Regular en taladrado y moldurado y regular en torneado. Por lo cual se puede utilizar para realizar o elabora muebles y recomendar para la ebanistería en general.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda continuar con los demás estudios tecnológicos de la madera Mora (*Maclura tinctoria*), para obtener una información completa de la trabajabilidad de la madera y propiedades mecánicas de la especie, de tal manera que permita proporcionar información que posibilite el manejo productivo y rentable aplicados a las necesidades de consumidor.
- Al momento de cortar los árboles se recomienda hacer cortes limpios para evitar que se astille el mismo al momento de caer.
- Orientar bien las trozas para obtener probetas libres de defecto y con su orientación correspondiente.

- Realizar tratamientos profilácticos a la madera ya aserrada de este modo evitar la invasión de hongos u otros agentes patógenos. Para afinar los extremos de la madera aserrada con el fin de evitar que se rajen.
- Aserrar la madera a sobre medida para hacer secar al aire libre hasta que alcance su contenido de humedad según la norma (menor a 15% óptima al 12%).
- Usar maquinaria y herramientas siguiendo normas de seguridad de este modo así evitar accidentes e inconvenientes que pongan en riesgo la salud del operador.