

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En Bolivia, los bosques naturales constituyen una tradicional fuente de múltiples recursos complementarios a la subsistencia diaria de los pueblos rurales, originarios e indígenas. También son la base de una creciente industria de bienes maderables y no maderables que generan fuentes de trabajo e importantes ingresos. Gran parte de los bosques bolivianos conforman ecosistemas forestales tropicales que son internacionalmente reconocidos por las funciones y servicios ambientales que cumplen como mitigadores de cambios climáticos, ecoturismo, fuentes de biodiversidad y reguladores de regímenes hídricos, sin embargo, el bosque chaqueño también cumple funciones importantes.

En nuestro país, el limitado aprovechamiento de algunas especies se debe en parte al desconocimiento de sus características de maquinado que se reflejan en el aprovechamiento restringido de especies y precios altos de los productos terminados.

Se puede lograr mejores resultados de apariencia estética de los productos provenientes de la madera, gracias a los estudios de trabajabilidad, de un sin fin de especies a las cuales no se le realizaron estos estudios.

Es por eso, que el presente trabajo puede contribuir al mejor conocimiento y uso de la madera de la especie Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk), con la finalidad de proveer bases técnicas lo cual permitirá la incorporación de nuevas especies forestales a la industria maderera. De esta forma ofreciendo nuevos productos abriendo más mercado para la industria maderera.

1.2 Justificación

El estudio de trabajabilidad, es muy necesarios para analizar el comportamiento de las especies forestales maderables, al ser sometidas al trabajo de las diferentes máquinas de carpintería. La gran demanda de productos maderables y la continua disminución de especies

forestales de valor comercial están obligando a buscar nuevas especies que puedan cubrir la demanda del mercado maderero, actualmente en el mercado nacional no se tiene mucho conocimiento de esta especie, respecto a su madera para su utilización en la carpintería y en la industria maderera, puesto que la madera puede ser de amplio uso, debido a su peso no muy liviano y resistente al agua gracias a su resina, por lo que es utilizado también su fruto, especialmente para forraje, esta especie ha demostrado una buena adaptación al medio y se presenta como especie de interés para la realización de plantaciones forestales comerciales en la región del chaco en particular.

Para esto, se realizó ensayos de trabajabilidad de la especie forestal Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk), determinando el verdadero potencial para utilizar la madera en diferentes sectores de la industria maderera del país adecuando las normas establecidas para la trabajabilidad de la madera en lo que se refiere en las operaciones principales de cepillado, moldurado, taladrado, lijado y torneado.

El Chañar, si bien compone parte de la vegetación de la región del Chaco y en particular de la zona del estudio Villa Montes, también es una especie poco conocida por falta de estudios tecnológicos dándoles tan solo usos tradicionales, es por esta razón que con el presente estudio se busca una mejor aplicación en base a sus propiedades de trabajabilidad.

1.3. Hipótesis

La madera del Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk), es una especie maderable útil que cuenta con propiedades adecuadas para su trabajabilidad tecnológica, aplicada a las necesidades de los consumidores.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar las características de la madera de Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk), en el proceso de trabajabilidad de la madera, identificando las mejores alternativas de procesamiento y aplicaciones a las necesidades del consumidor.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar las características de la madera de Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk), para las operaciones de maquinado o trabajabilidad de la madera del: Cepillado, torneado, moldurado, taladrado y lijado, empleando la norma American Society for Testing and Materials.
- Clasificar la madera de la especie del Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk), de acuerdo al grado de calidad y defectos, aplicando la norma American Society for Testing and Materials, con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

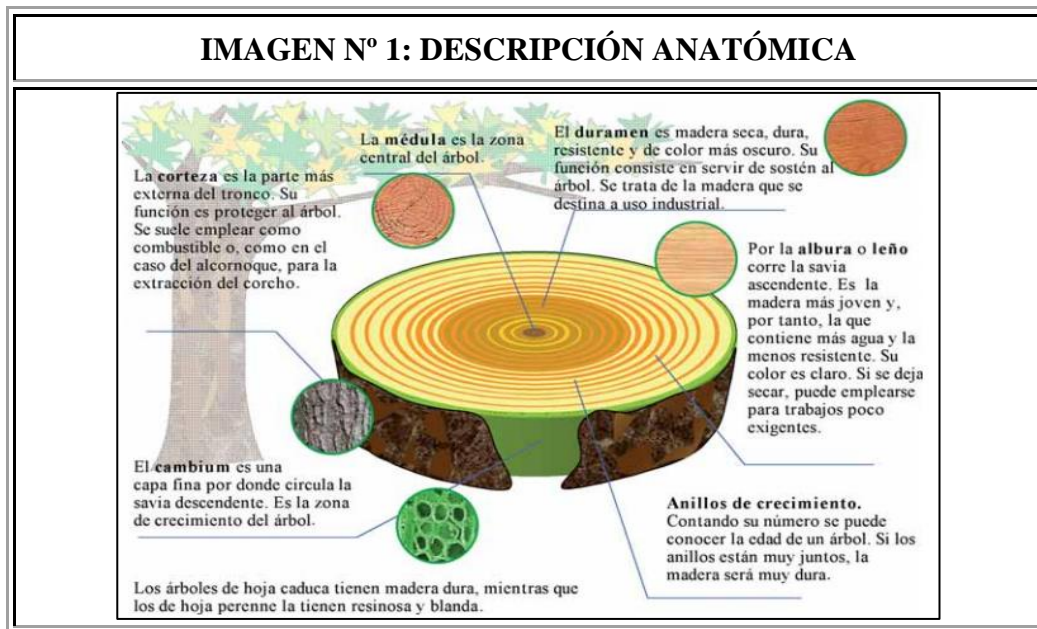
2. La Madera

2.1. Definición de Estructura de la Madera

La madera se puede definir como un conjunto de tejidos más o menos compactos y fibrosos que se extrae de los árboles y con la cual el hombre fabrica los más variados objetos para la vivienda y el uso diario. Esta materia se encuentra en el tronco de los árboles, 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. (León W., 2001).

2.1.2 Descripción Anatómica de la Madera

Se describe a continuación la composición de la naturaleza de la madera (Lectura complementaria, La Madera, 2008).



Fuente: Lectura complementaria, La Madera, 2008

2.1.3 Defectos de la Madera

Según *Galante, (1953)*, afirma que la madera siendo una sustancia orgánica está sujeta a sufrir enfermedades y tener defectos o vicios de conformación y desarrollo, que luego hacen que la masa leñosa no posea la totalidad de las buenas condiciones, características de cada especie, entre estos defectos tenemos:

- **Anomalías en el crecimiento o desarrollo**

- a) **Fibras retorcidas o reviradas**

Se debe a que la madera de la periferia crece y se desarrolla en altura más rápidamente que la cercana al corazón, por esta razón aparecen en forma de helicoides en lugar de ser rectas. Casi siempre esto se debe a las condiciones del sub suelo.

- b) **Nudos**

Los nudos se forman en los sitios donde arrancan las ramas en el fuste o en cualquier de aquellas que se bifurcan. Están formados por haces de fibras muy agrupadas y compactas, por lo que se hacen durísimos y de color oscuro. *Galante, (1953)*

- c) **Madera intrincada, enredada, contra veta, peluda o rabiosa**

Son las que tienen sus fibras cruzadas o mezcladas, o como si fuesen trenzadas. Estos tejidos se encuentran en las partes del fuste donde se insertan las ramas de gran tamaño. *Galante (1953)*

- d) **Excrecencias**

En ciertas especies aparecen crecimientos anormales en el fuste en formas de raros y gruesos nudos. Esto es debido a la formación de numerosas yemas que crecen juntas y apiñadas y que no pueden desarrollarse normalmente, y produciendo una madera cruzada de contra veta muy difícil de trabajar. *Galante (1953)*

e) Madera floja

Cuando una especie de parajes altos, secos y magros, se desarrolla en lugares bajos y húmedos, produce una madera floja, esponjoso y sin consistencia, que al secarse se contrae muchísimo, de tal modo que no se puede utilizar. *Galante (1953)*

f) Madera curvada

Los troncos curvados aserrados de bajo valor, por cuanto estos presentan betas muy atravesadas que le restan resistencia. *Galante (1953)*

g) Falsa albura o lunación

Es la presencia de anillos de tejido leñoso muerto en el interior de la masa leñosa sana y viva. Esta falsa albura doble o triple altera fundamentalmente la homogeneidad de la masa leñosa inutilizándola para su uso en obras. *Galante (1953)*

h) Acebolladura

Es la separación de los anillos de crecimiento entre sí, parcial o totalmente, y a veces en forma consecutiva varios de ellos toman la forma característica de la cebolla. Proviene este defecto o anomalía generalmente de las flexiones que sufre el fuste del árbol por la acción del viento, como así también la helada puede producir esa avería. *Galante (1953)*

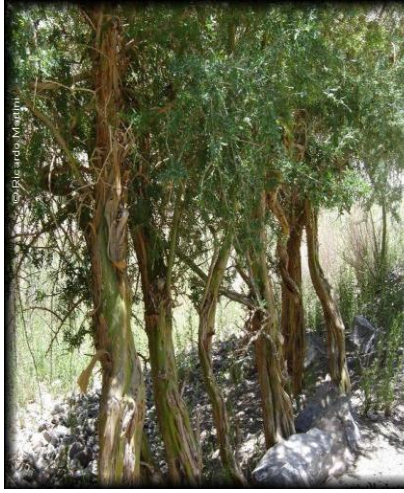
i) Corazón descentrado

Este defecto se encuentra en las maderas que proceden de árboles criados en terrenos de pendiente muy rápida. Las raíces no son igualmente fuertes, según estén hacia arriba o hacia debajo de la pendiente y por la misma razón la parte estrecha del duramen corresponde a la de las raíces débiles, la formación leñosa es poco homogénea, pues los anillos son de diferente espesor, muy estrechos una parte y muy gruesos en otra. *Galante (1953)*

2.2. Descripción De La Especie En Estudio

Descripción Taxonómica

IMAGEN N° 2: DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE DE CHAÑAR	
<u>Taxonomía</u>	
Reino:	<u>Plantae</u>
División:	<u>Magnoliophyta</u>
Clase:	<u>Magnoliopsida</u>
Orden:	<u>Fabales</u>
Familia:	<u>Fabaceae</u>
Género:	<u>Geoffroea</u>
Especie:	<i>Geoffroea decorticans</i> (GILL. EX HOOK. & ARN.) BURKART 1949



Fuente: Burkart, A. 1949. La posición sistemática del Chañar y las especies del género *Geoffroea*. Darwiniana, 9 (1): 9-23.

2.2.1. Descripción Dendrológica

Tiene un fuste erguido cuando crece aislado, pero es arbustivo cuando crece en bosquecillos. Llega de 3 a 10 m de altura con un tronco que puede superar los 40 cm de diámetro, la corteza se desprende longitudinalmente en fajas irregulares por debajo de las cuales aparece la nueva corteza verde. El follaje es abundante y de color verdoso. El tronco posee una gruesa corteza surcada por hendiduras medianamente profundas que le otorgan una textura áspera. El entramado del Chañar es cuantioso y, en conjunto con el follaje, proporciona una imagen redondeada a la copa del árbol. Los pétalos de la flor del Chañar están pigmentados por un amarillo intenso.

Florece de septiembre a octubre y fructifica de noviembre a enero. El fruto es una legumbre drupácea, muy carnosa, dulce y comestible. En algunas provincias argentinas y en la región chilena de Atacama se utiliza para hacer el arrope de Chañar.

IMAGEN N° 3: ÁRBOL CHAÑAR



Corteza: El tronco posee una gruesa corteza surcada por hendiduras medianamente profundas que le otorgan una textura áspera.

IMAGEN N° 4: CORTEZA DEL ÁRBOL CHAÑAR



Hojas: Glabras o seríceo pubescentes, pequeñas o medianas, imparipinadas, con el folíolo terminal mayor; inflorescencias en racimos simples, que nacen en los braquiblastos.

IMAGEN N° 5: HOJAS DEL ÁRBOL CHAÑAR



Flores: de hasta 1 cm de largo, de corola amarilla, a veces hasta de color ocre, con estrías rojizas.

IMAGEN N° 6: FLOR DEL ÁRBOL CHAÑAR



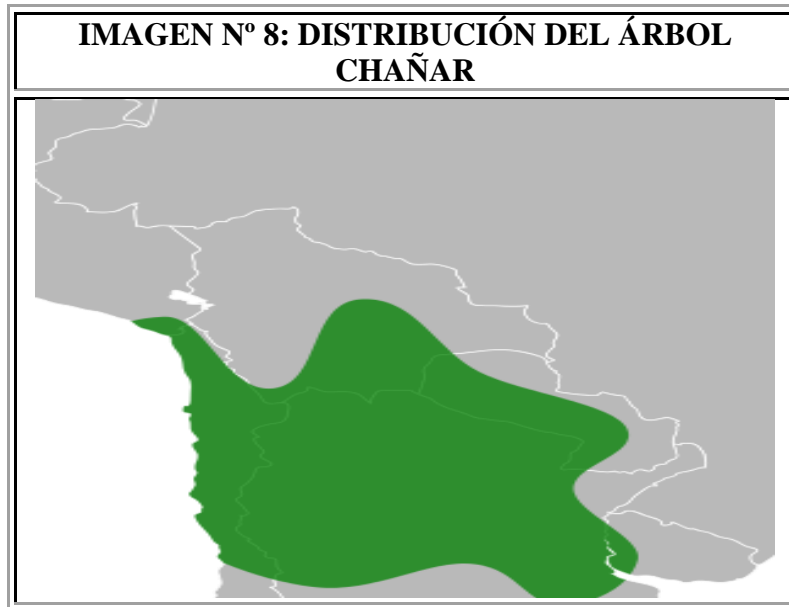
Fruto: Los frutos se utilizan muy comúnmente tanto para fines culinarios y medicinales en forma procesada de arropo de Chañar. Extremadamente dulce, oscuro y espeso, es muy similar a la miel o melaza vegetal y se utiliza en su lugar. Es conocido localmente para aliviar el dolor de garganta y para la tos.

IMAGEN N° 7: FRUTO DEL ÁRBOL CHAÑAR



Distribución: Se distribuye en una amplia región abarcando principalmente la Argentina (en el noroeste argentino, región de Cuyo, Formosa, Chaco, Córdoba, La Pampa, Corrientes, Entre Ríos, Buenos Aires, Río Negro, Santiago del Estero y Tucumán), y extendiéndose hacia el norte de Chile (de la Región de Arica y Parinacota a la de Coquimbo), al chaco boliviano y al oeste del Uruguay.

Ecología: Florece de septiembre a octubre y fructifica de noviembre a enero. El fruto es una legumbre drupácea, muy carnosa, dulce y comestible. En algunas provincias argentinas y en la región chilena de Atacama se utiliza para hacer el arropo de chañar.



Fuente: The range of the legume species *Geoffroea decorticans*, according to.

Origen y hábitat: Este árbol seco habita los bosques áridos en una amplia área de la zona centro-sur de Sudamérica. Sus compañeros que conforman el bosque son generalmente algarrobos, quebrachos, y los afines y muy abundantes (*Vachellia caven*), se produce naturalmente. Se adapta a las condiciones del desierto y puede soportar temperaturas superiores a 40 °C.

2.3. Transformación De La Madera

Según Linares y colaboradores (2013) expone los siguientes conceptos de transformación de la madera como sigue:

2.3.1. Transformación Primaria

Es el inicio de procesamiento al que se somete las trozas de madera para su aprovechamiento óptimo, mediante máquinas y técnicas que tienden a obtener el mayor volumen de madera aserrada con la más alta calidad posible.

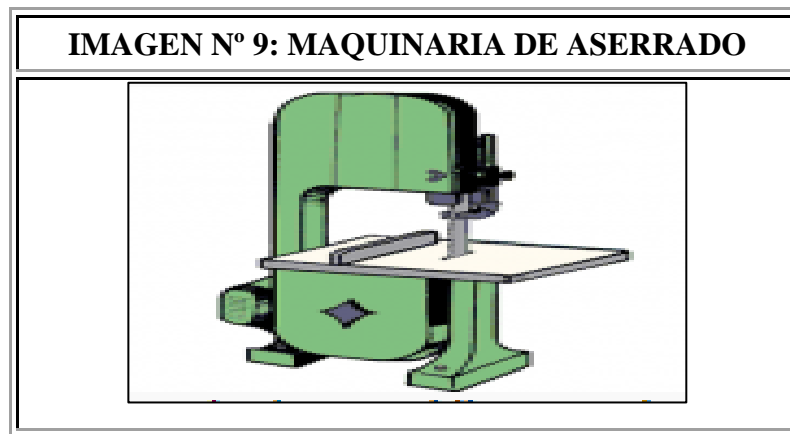
2.3.2 Aserrado

Es la primera transformación de los troncos o madera en rollo, para obtener piezas de madera de secciones rectangulares o cuadradas denominadas tablas o tablones, mediante uso de

aserraderos que pueden ser fijos, móviles y /o portátiles, con elementos cortantes de disco, cinta o de cadena.

2.3.3 Máquinas Del Proceso De Aserrío

- **La Sierra sinfín** es una máquina para trabajo con madera, cuyo órgano principal de trabajo es una cinta de acero en forma de arco, en cuyos bordes se le han tallado dientes similar a una sierra de mano. Con la sierra sinfín es posible realizar operaciones que en una sierra circular son imposibles de realizar. La operación más frecuente que se realizan con ella es el contorneado de madera, aunque también puede realizarse cortes rectos.



Fuente: https://www.google.com/search?q=sierra+sin+fin&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi_zaHatJzfAhXRuFkKHxzAmIQ_AUIDigB&biw=1366&bih=60

2.3.4. Evaluación Del Aserrado

Según el autor Puertas y colaboradores (2013), evalúa normalmente el aserrado con las denominaciones de:

- **Fácil:** Cuando no se presenta ningún inconveniente en el proceso de corte, ni desgaste excepcional de los elementos cortantes.
- **Moderado:** Cuando se presenta alguna dificultad en el corte, ya sea por características propias de la madera, como inclusiones (gomas y resinas), tipo de grano; o por el material de los elementos cortantes.
- **Difícil o muy difícil:** Cuando se reduce considerablemente la producción habitual del

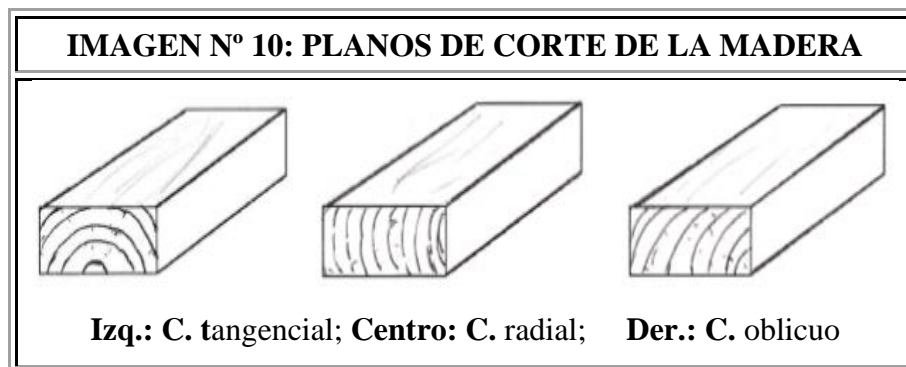
aserradero, ya sea por características propias de la materia prima, como niveles alto de contenidos de sílice, dureza, etc.; o por el material de los elementos cortantes.

2.3.5. 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, 1987).

Los cortes en un tronco pueden ser de tres tipos puros:

- **Corte Transversal:** Los anillos de crecimiento se aprecian en forma de círculos concéntricos, cuyo origen es la medula del árbol, la apariencia de los rayos leñosos son más o menos estrechas, que cortan perpendicularmente a los anillos de crecimiento. La apariencia de las líneas es a veces más clara y a veces más oscuras que el resto de la madera. (Vignote y Jiménez, 2000)
- **Corte Tangencial:** Los anillos se aprecian en forma de “V” invertida, son líneas de madera de color más oscuro que el resto de la madera, de escasa anchura (de unas décimas de mm) y de longitud muy variable (de 1 a 100 mm) orientadas según al eje del árbol. (Vignote y Jiménez, 2000)
- **Corte Radial:** Los anillos se aprecian como líneas paralelas, en la misma dirección que la longitud de la pieza, el radio se presenta como un espejuelo cuya anchura es la de la totalidad del corte, y longitud variable. (Vignote y Jiménez, 2000)



Fuente: Lectura complementaria, La Madera, 2008

2.3.6 Secado de la Madera

Según el “Manual de transformación de la madera” de Puertas y colaboradores (2013) define de la siguiente manera el proceso de secado de la madera y el tipo de secado como la operación que tiene por objeto eliminar el exceso de agua de la madera o disminuir el contenido de humedad de la madera húmeda o verde, en condiciones rápidas, económicas y sin ocasionar defectos que no alteren a sus propiedades mecánicas.

2.3.6.1 Fases De La Eliminación Del Agua De La Madera

Se realiza según la especie. El árbol en pie contiene agua y sustancias líquidas hasta en un 400% de contenido en humedad, cuando se tala el árbol, inicialmente la troza pierde las sustancias líquidas especialmente por la zona de albura. El agua libre es la primera en salir, siguiéndole el agua higroscópica.

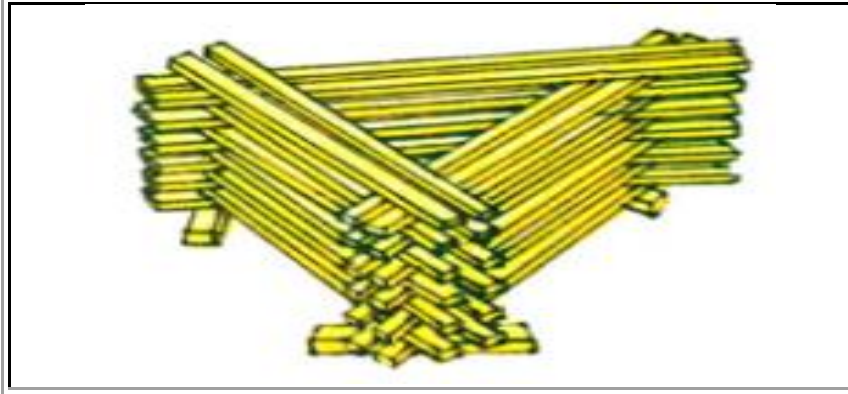
2.3.6.2. Formas De Secado De La Madera

2.3.6.2.1. Secado Al Natural o Al Aire Libre: es la primera etapa del secado, y puede disminuir la humedad de la madera hasta que la humedad del ambiente lo permita. La consideración general para el secado natural es hacerlo bajo techo o cobertura, y de preferencia los extremos de las tablas apiladas no deben estar expuestos a la radiación solar. (Puertas y colaboradores, 2013)

El apilado de madera depende de las características de la especie:

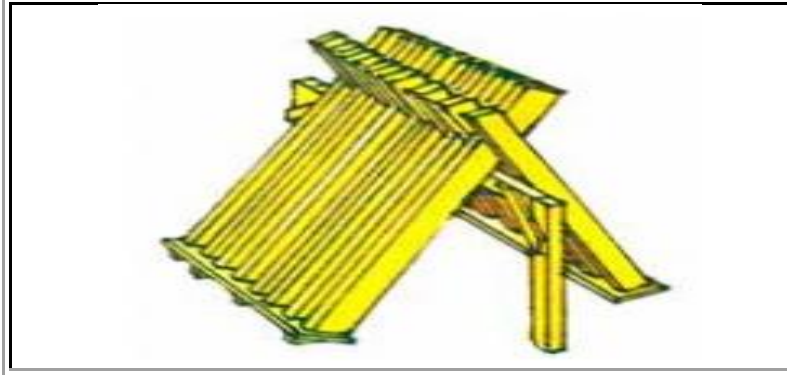
- **Apilado en triángulo horizontal:** se recomienda para maderas que no son susceptibles a la mancha azul y con poca deformación.

IMAGEN N° 11: APILADO EN TRIÁNGULO HORIZONTAL



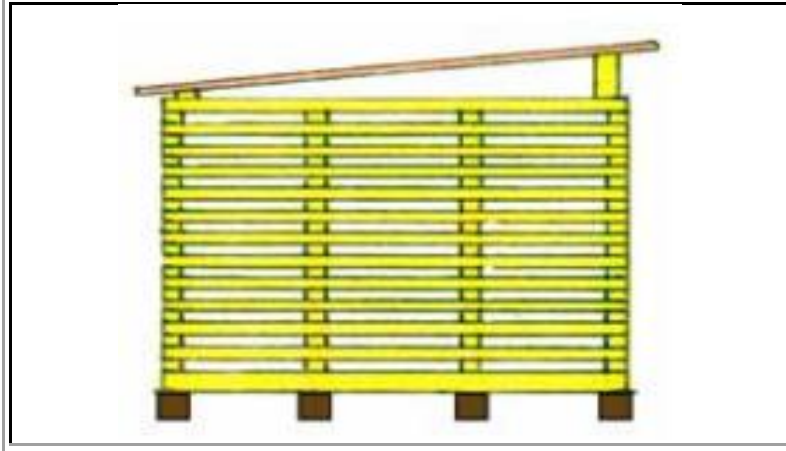
- **Apilado en talanqueras o caballetes:** recomendable con tablas de espesores menores de 1.5 pulgada, fáciles de secar y con mínimas tendencias a la deformación.

IMAGEN N° 12: APILADO TALANQUERAS O CABALLETES



- **Apilado horizontal con separadores:** debe tener un grado mínimo de pendiente, para acelerar la salida del agua libre.

IMAGEN N° 13: APILADO HORIZONTAL CON SEPARADORES



2.3.6.2.2 Secado En Cámara

Va a depender del tipo de cámara y cómo esté construida, dependiendo del material utilizado para su aislamiento, de la fuente de calor, por su costo eficiencia de la especie de madera y el espesor de las tablas. (Puertas y colaboradores, 2013)

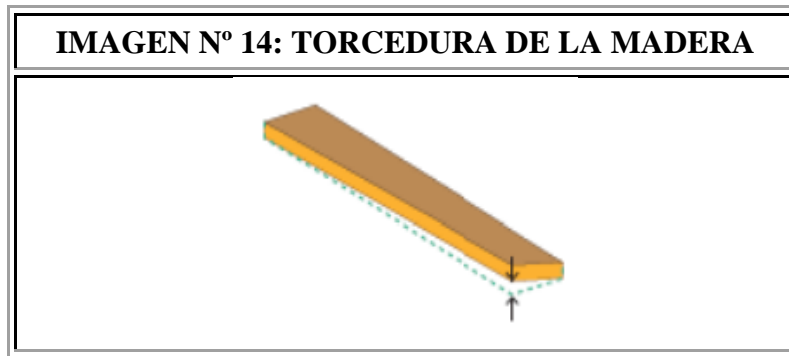
2.3.6.3 Defectos De La Madera Atribuibles Al Secado

Muchos de los defectos que se presentan en la madera son producto de los patrones de variación durante el secado de maderas juveniles, procedentes de plantaciones forestales; las mismas que son resultantes de:

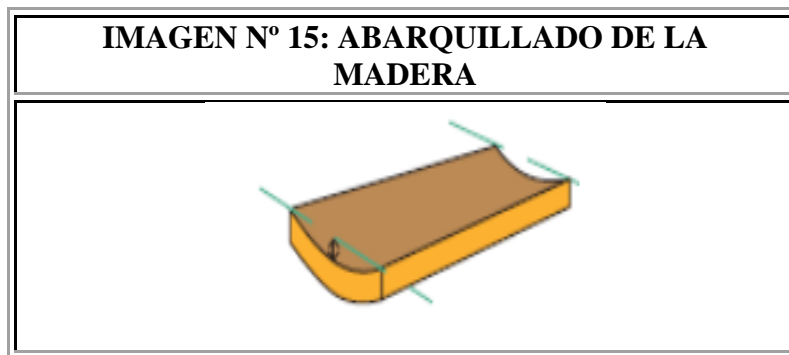
- Las diferencias que se presentan dentro de un mismo anillo de crecimiento.
- Los cambios que ocurren a medida que avanzamos de la médula hacia la corteza.
- Los cambios que se producen a diferentes niveles de altura.

a) **Alabeos:** Cualquier desviación de alguna de las superficies de la madera o una combinación de estas son deformaciones que puede experimentar una pieza de madera por la curvatura de su eje longitudinal o transversal (o ambos a la vez), como consecuencia de la pérdida de humedad. (<https://edoc.site/trabajabilidad-de-la-maderadocx-pdf-free.html>, 2018).

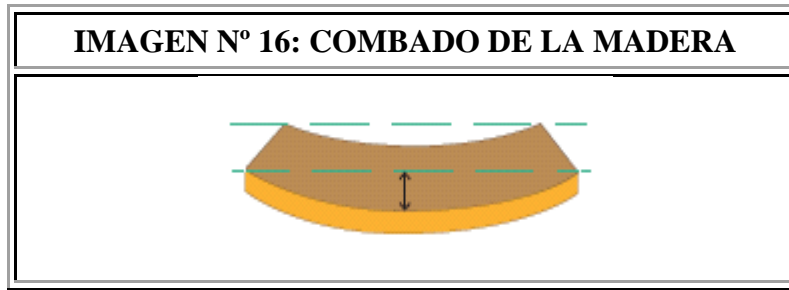
b) Torceduras: Este defecto se caracteriza por la forma de hélice que adopta la madera. Suelen ser causadas por la presencia de fibras desviadas o en espiral. También pueden originarse a partir de distorsiones localizadas del grano, como por ejemplo las relacionadas a nudos, inserción de ramas, entre otros. Torcedura de la madera. (<https://edoc.site/trabajabilidad-de-la-maderadocx-pdf-free.html>,2018)



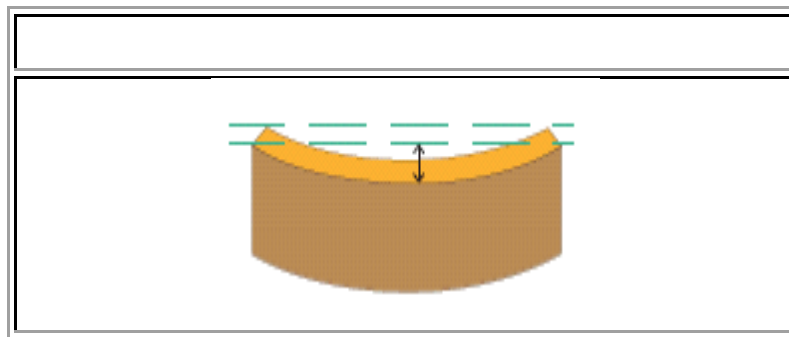
c) Abarquillado: Es el alabeo de las caras de una pieza aserrada, se produce cuando una de las caras seca más rápidamente que la opuesta, lo que puede ocurrir cuando una de las caras está expuesta a la sombra y la opuesta al sol. (<https://edoc.site/trabajabilidad-de-la-maderadocx-pdf-free.html>, 2018)



d) Combado: Es un tipo de deformación que provoca la curvatura de su eje longitudinal. Esto se presenta como consecuencia de una excesiva contracción longitudinal, y a veces se produce por el mal apilado de la madera; el uso de separadores demasiado distantes entre sí. (<https://edoc.site/trabajabilidad-de-la-maderadocx-pdf-free.html>, 2018)



e) **Encorvadura:** Es una deformación de los cantos por diferencias de contracción, estando la superficie de la pieza en un mismo plano. La encorvadura es uno de los alabeos más graves, puesto que no es posible reducir su intensidad una vez que se ha hecho presente. (<https://edoc.site/trabajabilidad-de-la-maderadocx-pdf-free.html>)



2.3 .6.4. Clasificación de Madera seca

Según Linares y colaboradores (2013), clasifica las piezas de madera después del proceso de secado en:

- **Maderas del «Grupo A»** (madera sin defectos): se clasifica así a las maderas de secado óptimo que en el proceso de pre secado o el programa adecuado de secado en cámara no presentan más variaciones que la reducción de sus dimensiones. Esta contracción se considera normal. Puede admitirse pequeñas grietas en los extremos, siempre que no sobrepasen en longitud el 1% del largo total de la tabla.
- **Maderas del «Grupo B»** (maderas con defectos leves o moderados): Son aquellas cuyas

deformaciones inciden en las propiedades y las dimensiones de las maderas. Las piezas son recuperables puesto que el defecto normalmente desaparece mediante el recorte o cepillado, utilizándolas como piezas cortas. Estos defectos se toleran en las siguientes dimensiones:

- Torceduras no muy pronunciadas que no excedan el 1% de desviación o un centímetro de flecha máxima a lo largo de la arista mayor.
- Arqueaduras no muy pronunciadas que no excedan el 1% de desviación o no más de un centímetro de flecha máxima entre la cara y la superficie plana de apoyo.
- Grietas y rajaduras de menos del 5% del largo de la pieza, ubicadas en los extremos.
- **Maderas del «Grupo C»** (maderas con defectos severos o graves): Son aquellas piezas no aceptables porque modifican en gran medida las propiedades y las dimensiones de las tablas, ocasionando que en algunos casos las piezas queden inservibles. Es de esperar que las maderas inservibles no sobrepasen el 8% del lote de madera seca, cifra perfectamente manejable. Los defectos se presentan con las siguientes características:
 - Torceduras de más de un milímetro de longitud respecto a la dimensión mayor.
 - Rajaduras en los extremos de más de 10% del largo de la pieza.

2.4. Trabajabilidad De La Madera

Según Serrano (2000), el maquinado de la madera es una de las propiedades tecnológicas que influyen en la utilización o subutilización de las especies forestales maderables, ya que determina la facilidad o dificultad de su procesamiento a ser sometidas a las máquinas y herramientas por lo que su conocimiento, permite observar la calidad superficial que se obtendrá de la madera una vez elaborada en un producto final.

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 (Parish, 2001).

Cuando a una madera se le practica algún tipo de corte para encajarla en otra pieza de madera o metal, se dice que ha sido sometida a una operación de trabajabilidad (JUNAC, 1988).

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

2.4.1. Características de Maquinado

Las características de maquinado se refieren al comportamiento de la madera al ser procesada con máquinas cortantes en las operaciones de cepillado, torneado, moldurado, taladrado y lijado, y se evalúan en función de la tersura de la superficie donde se efectúa el corte o lijado. La calidad de la superficie labrada depende directamente de las características de las herramientas utilizadas y de algunas propiedades tecnológicas de la madera. (*American Society for Testing and Materials ASTM-D-1666-64, 1970*)

2.4.2. Características Inherentes De La Madera Que Influyen En Su Trabajabilidad

De acuerdo al autor Flores y Fuentes (2001), las características y propiedades de la madera que influyen en la calidad de superficie de maquinado son:

- **Grano:** Término que se refiere a la forma en cómo se desarrollan las fibras de la madera a lo largo y ancho del tronco y ramas.
- **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 la arista de corte, obteniéndose un desafilado más rápido de la herramienta. Las maderas más pesadas presentan un acabado más terso y frecuentemente se maquinan mejor que las maderas ligeras.
- **Elasticidad:** Es la capacidad de la madera de comprimirse bajo la acción del elemento de corte y retorna 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.

- **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 presentar menor resistencia a la penetración de la herramienta de corte, presentándose frecuentemente el defecto de grano vellosa.
- **Nudos:** De acuerdo al libro de Vargas et. Al., 2007, los nudos afectan por las variaciones de la dirección de las fibras y el ángulo fibrilar, las diferencias en peso específico (diferentes tensiones) y presencia de grietas en nudos. El mayor efecto es en la tracción la que se reduce drásticamente.
- **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, agrega dificultad en el maquinado de la madera y puede incrementar las tendencias a la deformación.
- **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.
- **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.
- **Contenido de extractivos:** El contenido de extractivos en las paredes celulares y las particulares minerales que se encuentran en las cavidades celulares (sílice y cristales) son igual de importantes. 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.

- **Número de anillos de crecimiento por centímetro:** Al trabajar la madera es importante conocer el número de anillos que tiene por centímetro que tiene, porque este puede afectar la apariencia, la trabajabilidad y otras propiedades de la misma. Las maderas con porosidad difusa son menos afectadas por este factor que las maderas con porosidades circulares. En general maderas con mayor número de anillos por centímetro tienden a presentar una mejor calidad de maquinado.
- **Temperatura:** Aumentan la agitación molecular y disminuyen la cohesión, la madera de reacción aumenta la lignina en coníferas y la celulosa en latifoliadas. (Vargas, 2007).

2.4.3. Características De La Composición De Las Herramientas De Corte

El gran desarrollo tecnológico que alcanza en los últimos años el sector de la industria maderera ha traído un gran cambio, además de la modernización de la maquinaria, también en las herramientas de corte empleada.

- **Acero con alto contenido de cromo (HLS):** Se usa en la elaboración de herramientas integrales, es decir que los elementos de corte son del material que el cuerpo de la herramienta, adecuado para trabajar maderas blandas y duras con velocidades de alimentación no muy elevadas y velocidades periféricas.
- **Acero rápido al molibdeno (SSE):** Se usa en la fabricación de herramientas integrales al igual que el anterior, es un acero de alto rendimiento, indicado para el trabajo de grandes cantidades de madera blanda y dura. Recomendado para altas velocidades de rotación y sobre todo cuando se exige una superficie tersa o de lo más lisa posible.
- **Acero súper rápido al cobalto (HSSco):** Es una herramienta con elementos de corte recubiertos, es decir, que solo los elementos de corte son de este tipo de acero y el cuerpo de la herramienta es de otro material. Este tipo de acero es de alto rendimiento, es conveniente para trabajar a elevadas velocidades de rotación.
- **Hart Metal (HM):** Metal duro a base de carburo de tungsteno con carburo de titanio, es usado en la fabricación de herramientas con elementos de corte recubiertos al igual que el anterior, adecuado para todos los trabajos e indispensable para maderas abrasivas.

2.4.3.1.1. Cepillado

Según Serrano & Sáenz, 2001, el Cepillado es una operación en la cual se genera una superficie plana y se elimina un exceso de la madera aserrada, por medio de la producción de virutas. El cepillado es una de las operaciones más importantes en la mayoría de los productos que se elaboran tomando como materia prima la madera.

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 de incrementa. Esto explica en buen 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*). Las maderas que al ser cepilladas presenten superficies de mala calidad tendrán poca aceptación, principalmente en productos donde la cara sea visible. Esto reduce de forma significativa la calidad estética del producto. (<https://edoc.site/trabajabilidad-de-la-maderadocx-pdf-free.html>)

- **Maquinaria:** Según *Heinrich (1971)*, tiene por objeto, obtener piezas de dimensiones exactas con un acabado lizo y suave, de superficies perfectamente planas, lo que se consigue con las cuchillas de acero rotatorias. La porta cuchillas es la pieza principal de la máquina, provisto en el caso de cuatro cuchillas.

El principio de acción de cepillado es el siguiente: la máquina de cepillar trabaja con cuchillas rotativas que levantan una viruta corta. La madera a ser cepillada pasa desde la parte delantera de la mesa que le presta un apoyo firme, se acerca a las cuchillas que van arrancando todo lo que se pone al alcance del arco que describen.

En la práctica la mesa de salida tiene que estar enrasada con la arista superior de la superficie cilíndrica engendrada por la rotación de los filos de las cuchillas; la mesa de alimentación tiene que estar más baja que la otra siendo la diferencia de nivel igual al espesor de la viruta. (*Heinrich, 1971*)

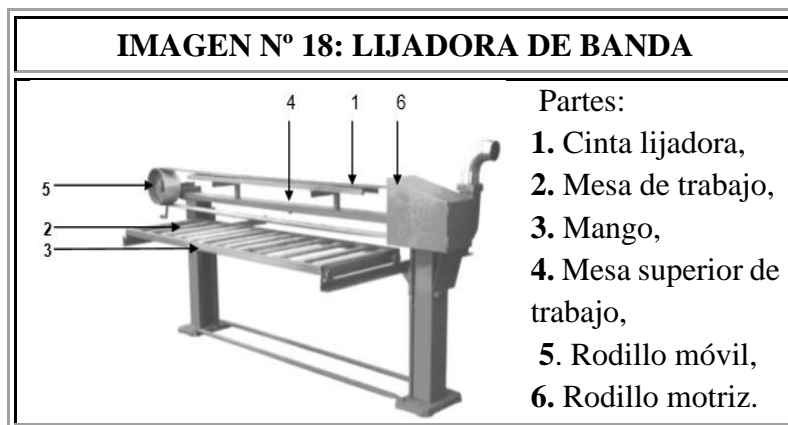


Fuente: (Heinrich, 1971)

2.4.3.1.2. 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)



Fuente: (Parraga, 1988)

2.4.3.1.3. Moldurado

Según Castillo, 1976; el moldurado consiste proporcionar a una pieza de madera un perfil terminado y con una figura deseada, a fin de mejorar su estética, por lo que la tersura del corte y el detalle de la figura son aspectos de gran importancia que se tienen presentes en esta operación. En esta operación tenemos 2 tipos de moldurado:

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

- **Maquinaria Tupí:** La fresadora vertical o tupí, según *Parish, (2001)*, es una máquina de funcionamiento sencillo, pero potencialmente muy peligrosa. Si las cuchillas de la fresadora vertical se separan de las abrazaderas superior e inferior de la porta cuchillas, pueden salir lanzadas con gran fuerza, además suele ser preciso sujetar el material cerca de la cuchilla, la sujeción debe realizarse con una porta pieza y no con las manos del operario. Pueden utilizarse cepos para sujetar el material a la mesa. *Heinrich, (1971)*; menciona que la tupí puede realizar los siguientes trabajos: ranura o rebaja, moldeado de cantos rectos, ranura para machihembrados, cantos curvos y molduras.



Fuente: Parish, (2001)

2.4.3.1.4. Taladrado

Según De Los Ríos 2005, el taladrado de la madera consiste en realizar una perforación de un diámetro deseado en la misma, con una gran variedad de máquinas que pueden ser de una o varias brocas colocadas horizontal o verticalmente, comúnmente se hace para colocar espigas, tornillos, pernos para madera y herrajes o elementos de unión o ensamble.

- **Maquinaria Escoplo – Taladro:** Según Heinrich (1971), El escoplo es utilizado para realizar perforaciones, utilizadas en la unión o introducción de espigas. Determinado el espesor, elegida la broca, regulada en la altura y profundidad, la pieza es ubicada en la mesa de apoyo, sujeta ésta con la prensa incluida, el mecanismo de perforación consiste en acercar frontalmente la pieza hacia el sector de la broca, realizada la perforación, se procede a realizar movimientos laterales para el afinado.



Fuente: Heinrich (1971)

2.4.3.1.5. Torneado

Se define como la operación en la cual mediante el uso de cuchillas o gubias se le da la figura deseada a las piezas de madera. (De los Ríos, 2005).

La velocidad periférica de la pieza varía debido a los diferentes círculos de corte que se producen, cuando la dirección de avance de la cuchilla es normal al eje de rotación de la pieza torneada, la velocidad de alineación disminuye a medida que el corte avanza de la periférica hacia el centro.

Cuando se utilizan tornos manuales se recomienda que la velocidad de avance sea lo más uniforme posible, cuidando siempre que la pieza a torner no se quemé por contacto prolongado en un punto entre esta y la herramienta de corte.

La velocidad del giro del cabezal del torno depende tanto del diámetro de la pieza a torner, como la velocidad de avance de la cuchilla, así pues, para torner piezas de diámetro grandes esta debe ser reducida, mientras que para torner 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).

- **Maquinaria el Torno:** Rosales (2006), menciona que el torno es la máquina giratoria más común y más antigua, sujeta una pieza de madera y la hace girar mientras una herramienta de corte da forma al objeto.



Fuente: Rosales (2006).

- **Herramientas para el torneado**

a) El formón. Es una herramienta manual de corte libre utilizada en carpintería. Se compone de hoja de hierro acerado, de entre 4 y 40 mm. de ancho, con boca formada por un bisel, y mango de madera. Su longitud de mango a punta es de 20cm. aprox. El ángulo del filo oscila entre los 25-40°, dependiendo del tipo de madera a trabajar: madera blanda, menor ángulo; madera dura, mayor ángulo.

b) La gubia. La gubia es un formón de media caña; es decir acanalada, que se usa para tallar y ahuecar la madera. Las principales gubias utilizadas por los tallistas y otros profesionales de la madera se pueden dividir en:

- **Gubias planas.** Parecidas a los formones, pero con una leve curvatura que facilita mucho su uso a la hora de la talla, ya que así se evita que los vértices del extremo cortante rayen la madera.

- **Gubias curvas o con forma de U.** Tienen forma semicircular, puede ser de extremo cóncavo o convexo con radio variado y su uso facilita la desgastación de la madera antes de llegar a tocar la forma final deseada.

- **Gubias punta de lanza o en vértice.** Son como la conjunción de dos formones en un vértice y su uso principal es el de usar la punta de unión como elemento de corte que marca la forma de manera previa. Los formones son diseñados para realizar cortes, muescas, rebajes y trabajos artesanos artísticos de sobre relieve en madera. Se trabaja con fuerza de manos o mediante la utilización de una maza de madera para golpear la cabeza del formón.

2.4.3.2. Defectos Comunes En El Maquinado De Madera

- **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 huequillos 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).
- **Grano vellosa.** 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.
- **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*).
 - **Grano rugoso.** Este defecto se presenta en las operaciones de cepillado, taladrado, moldurado y torneado; cuando la madera entra en contacto con las cuchillas, estas 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.

2.4.3.3. 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:

CUADRO N° 1: CALIFICACIÓN DE PROBETAS DE MAQUINADO			
RANGO	CALIDAD	GRADO	DESCRIPCIÓN
0,0 – 1,0	Excelente	1	Libre de defecto.
1,0 – 2,0	Buena	2	Con defectos superficiales que pueden eliminarse
2,0 – 3,0	Regular	3	Con defectos marcados que pueden ser eliminados utilizando lija gruesa de N° 60 y después con una lija fina de N° 100
3,0 – 4,0	Mala	4	Con defectos severos que para eliminar se requiere cepillar de nuevo la pieza de madera.
4,0 – 5,0	Deficiente	5	Con defectos muy severos que para eliminarse son necesarios sanear la pieza de madera.

Fuente: Norma y métodos para ensayos tecnológicos sud proyectos N/1- estudio de tecnología e Ingeniería de la Madera. Norma de la (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del Área de Estudio

3.1.1. Ubicación Geográfica

El presente proyecto se realizó en la ribera del río Pilcomayo que se encuentra localizado en la comunidad de Puesto 1, municipio de Villa Montes con las coordenadas al Este 453610 y Norte 7646874 y una altitud de 381 msnm. El municipio de Villa Montes, se encuentra ubicado al noreste del departamento de Tarija, es la tercera sección de la provincia Gran Chaco. Limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sur con el municipio de Yacuiba y la república de Argentina, al este con Paraguay y al oeste con la provincia O'Connor del departamento de Tarija, con una superficie aproximada de 11.300 km², representa el 64,84% de la superficie provincial, el 30% departamental. Geográficamente se ubica entre las coordenadas 21°00' y 22°14' de latitud sud y 62°17' y 64°00' de longitud oeste. (PDM Villa Montes 2011-2015).



Fuente: Elaboración propia. 2020

3.1.2. División Política

Desde el año 1995, por resolución de la junta municipal N° 041/95, el municipio está subdividido en 11 distritos, de los cuales cuatro son urbanos y siete rurales. Los distritos urbanos están compuestos por 13 barrios mientras que los distritos rurales por 69 comunidades. (PDM Villa Montes 2011-2015)

3.2. Descripción Fisiográfica

El municipio de Villa Montes, tiene tres sistemas fisiográfico pie de monte, zona de transición, y la llanura chaqueña. (PDM Villa Montes 2011-2015).

3.2.1. Clima

El clima depende en gran medida del relieve y de su variación altitudinal, que va desde los 262 msnm en el extremo sud este (esmeralda) , hasta cerca de los 2.000 msnm, en la cordillera del Aguaragüe en el extremo oeste , diferenciándose 2 pisos altitudinales: piso basal o de baja altitud (0-500 msnm) y submontano (500-1500 msnm). De acuerdo al estudio FAO-UNESCO 2011.

3.2.2. Temperatura

La temperatura media anual es de 23.5°C, en verano de 27.2°C y en invierno de 18.4°C con máximas que superan los 40°C en los meses de verano y mínima que bajan hasta menos de 6°C en invierno con frentes fríos del sur que afectan a la agricultura de la zona. (PDM Villa Montes 2011-2015)

3.2.3. Precipitaciones Pluviales

El municipio de Villa Montes tiene una precipitación promedio anual de 902.5 mm. De los cuales el 80% se distribuye entre los meses de noviembre a mayo. (SENAMHI)

3.2.4. Heladas

Las heladas son condicionante en la producción agrícola, que los productores tienen que tomar en cuenta a la hora de decidir que cultivo producir, durante los meses de riesgo de ocurrencia de heladas (junio - agosto). (PDM Villa Montes 2011-2015)

3.2.5. Sequías

En el municipio de Villa Montes, las olas de sequías son prolonga por falta de precipitaciones ocasionan pérdidas considerables en agricultura y ganadería. Siendo un problema que se presenta todos los años poniendo a la población en situación de emergencia. (PDM Villa Montes 2011-2015)

3.2.6. Vientos

En el municipio de Villa Montes, la época de mayores vientos ocurre durante los meses de julio y agosto con vientos predominantes del sur y norte. A una velocidad de 7,5 km/hr media anual (SENAMHI 2016) PDM Villa Montes 2011-2015).

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 chañar (*Geoffroea decorticans* Burk) mismos que a continuación se describen:



RESUMEN CLIMATOLOGICO

Periodo Considerado: 1998 - 2015

Estación: VILLA MONTES -
AEROPUERTO
Provincia: GRAN
CHACO
Departamento:
TARIJA

Latitud S.: 21° 15' 17"
Longitud
W.: 63° 24' 27"
Altitud: 403 m.s.n.m.

Índice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	34,5	33,5	31,9	28,8	25,6	25,0	26,1	29,6	32,3	34,6	34,6	34,5	30,9
Temp. Min. Media	°C	20,1	19,9	19,3	16,7	13,1	10,5	9,1	10,5	13,5	18,3	19,2	20,0	15,8
Temp. Media	°C	27,3	26,7	25,6	22,8	19,3	17,8	17,6	20,0	22,9	26,5	26,9	27,3	23,4
Temp. Max. Extr.	°C	44,6	44,2	42,2	40,0	40,1	39,0	38,3	43,8	45,3	46,7	46,7	45,0	46,7
Temp. Min. Extr.	°C	12,1	11,5	10,5	3,5	0,4	-5,1	-7,0	-5,0	-2,5	4,4	8,5	9,8	-7,0
Días con Helada		0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	5
Humed. Relativa	%	69	72	76	78	77	75	66	59	55	57	61	66	68
Presión Barométrica	hPa	962,1	962,7	963,6	966,2	968,0	968,0	968,4	967,2	965,4	963,2	962,0	961,4	964,8
Precipitación	mm	148,0	169,5	135,5	87,5	30,6	14,2	3,5	1,1	4,7	44,8	96,4	166,7	902,5
Pp. Max. Diaria	mm	84,4	124,8	137,3	93,4	63,8	15,2	14,8	3,4	16,4	87,2	76,2	112,7	137,3
Días con Lluvia		9	10	11	11	7	5	2	1	1	4	7	10	76
Velocidad del viento	km/hr	6,8	6,9	4,9	4,5	4,8	4,7	7,3	8,3	10,6	11,5	11,6	8,3	7,5
Dirección del viento		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Fuente: SENAMHI

3.2.7. Características Físico-Biológicas Del Ámbito Rural

Las principales características de los suelos en el municipio varían de acuerdo a la unidad de terreno, las mismas se encuentran descritas más ampliamente en el diagnóstico integral. (PDM Villa Montes 2011-2015)

3.2.8. Flora y fauna: principales especies

La vegetación, corresponde a una formación de monte xerofítico y natural del chaco con una diversidad de especies nativas y considerable potencial maderable. Entre las especies predominantes e importantes se tiene las siguientes:

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTÍFICO
VEGETACION ALTA	
Orco molle	<i>Bumelia obtusifolia</i>
Palo borracho	<i>Chorisia insignis</i>
Palo zapallo	<i>Pisonia sapallo</i>
Chañar	<i>Geoffraea decorticans</i> Burk
Tipa colorada	<i>Pterogyne nitens</i>
Roble	<i>Amburana cearensis</i>
Mistol	<i>Ziziphus mistol</i>
Palma negra	<i>Copernicia australis</i>
Urundel	<i>Astronium urundeuva</i>
Algarrobo negro	<i>Prosopis nigra</i>
Vinal	<i>Prosopis ruscifolia</i>
Cala pierna	<i>Cochlospermum argentinense</i>
Cedro	<i>Cedrela balansae, C. Angustifolia, C. Odorata</i>
Mora	<i>Chlorophora tintoria</i>
Timboy o pacará	<i>Enterolobium contortissiliquum</i>
Quina blanca	<i>Lonchocarpus lilloi</i>
Perilla o palo amarillo	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>
Choroque o duraznillo	<i>Ruprechtia triflora</i>
Tala	<i>Celtis spinosa</i>
Coca de cabra	<i>Capparis retusa</i>
Sombra de toro	<i>Acanthosyris falcata</i>
Palo mataco	<i>Achatocarpus microcarpa</i>
Sacha sandía	<i>Capparis salicifolia</i>
Palo brea	<i>Cercidium australe</i>
Quebracho colorado	<i>Schinopsis sp.</i>
Quebracho blanco	<i>Aspediosperma quebracho blanco</i>
Cedro	<i>Cedrella odorata</i>
Quina	<i>Miroxylon peruiferum</i>
Guayacán o Algarrobilla	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>
Cebil colorado	<i>Piptademia macrocarpa</i>
Palo Borracho	<i>Chorisia insignis</i>
Orco quebracho	<i>Schinopsis marginate</i>
Palo Blanco	<i>Calycophyllum multiflorum</i>
Algarrobo	<i>Prosopis alba</i>
Tipa	<i>Tipuana tipu</i>
Lapacho	<i>Tabebuia ipe</i>
Yuchán	<i>Chorisia insignis</i>
Caspi Zapallo	<i>Pisonia sapallo</i>

Fuente: HAMVM – Plan de Manejo Corvalán 2009

3.2.9. Vegetación Nativa

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
VEGETACION BAJA	
Porotillo	<i>Capirisretusa</i>
Sacha sandia	<i>Capparissp.</i>
Brea del agua	<i>Parkinsonia aculeata</i>
Ciperacea	<i>Cyperus sp.</i>
Isacallante	<i>Mimozgyhantus infesta</i>
Tusca	<i>Acasia aromo</i>
Taquillo	<i>Prosopis sp.</i>
Caraguata	Bromelia sp.
VEGETACION DE SALINAS O PLAZUELAS	
Palo santo	<i>Bulnesia sarmientol</i>
Cardón	<i>Stetsonia coryne</i>
Moco moco	<i>Selaginella selovi</i>
VEGETACION DE PASTURAS NATIVAS	
Simbol	<i>Pennisetum Frutenscens</i>
Camalote	<i>Trichachne sp.</i>
Taquillos	<i>Prosopis alpataco</i>
Palo Cruz	<i>Tubeuia nodosa</i>
Quebrachales	<i>Schinopsis lorentzzi</i>

Fuente: HAMVM – Plan de Manejo Corvalán 2009

3.2.10. FAUNA

3.2.10.1. Principales especies

Por las características ecológicas el Municipio de Villa Montes, presenta una variada e importante riqueza faunística y de vida silvestre, cuyas especies más importantes se señalan a continuación.

3.2.10.2. Fauna y Vida Silvestre – Mamíferos

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Mamíferos	
Mono de 4 ojos	<i>Aotus trivirgatus</i>
Silbador San Martín	<i>Cebus apella</i>
Tejón, Coatí	<i>Nasua, nasua</i>
Puma	<i>Felis concolor</i>
Hormiguero tamandúa	<i>Tomandua tetradactyla</i>
Liebre, conejo de monte	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>
Comadreja, carachupa	<i>Didelphis olbiventris</i>
Quirquincho mulita	<i>Dasyopus sp.</i>
Tatú Pejichi	<i>Dasyous novencintus</i>
Huasu	<i>Mazama americana</i>
Jochi pitao	<i>Agouti paca</i>
Iguana	<i>Tupinambis spp.</i>
Gato montes	<i>Felis spp</i>
Corzuela	<i>Mazama gouazoibira</i>
Zorrinos	<i>Conepatus spp</i>
Nandú	<i>Rhea america</i>
Inambúes	<i>Nothoprocta spp</i>
Charata	<i>Ortalis canicoles</i>
Chuña	<i>Chunga burmeisteri</i>
Tortuga	<i>Geochelone chilensis</i>
Oso bandera	<i>Mymecophaga trydactila</i>
Anta	<i>Tamandua tetradactyla</i>
Gato onza	<i>Leopardus wieddi</i>
Ciervo de los pantanos	<i>Blastocerus dichotomus</i>
pecari labiado	<i>Tayassu pecari</i>
Gualacate	<i>Euphractus sexcinctus</i>
Quirquincho bola	<i>Tolypeutes matacus</i>
Martin silvado	<i>Cebus apella</i>
Zorro patas amarillas	<i>Pseudolopezgymnocercus</i>
Zorro patas negras	<i>Cerdocyn thous</i>
Pichiciego	<i>Priodontes maximus</i>
Tigre	<i>Chlamiporus retusus</i>
Acutí	<i>Dacyprocta punctada</i>
Pantera onca	<i>León</i>
Puma con color	<i>Ocelote</i>
Oso bandera	<i>Leopardus pardalis</i>
Oso hormiguero	<i>Myrmecophaga tridáctila</i>
Taitetú	<i>Tapirus terrestris</i>
Tropero	<i>Pecari tajacu</i>

Fuente: HAMVM – Plan de Manejo Corvalán. 2009

3.2.10.3. Fauna y Vida Silvestre – Ave

Nombre común	Nombre científico
Aves	
Paraba militar (loro)	<i>Ara militaris</i>
Lechuza - búho	<i>Tyto alba</i>
Hornero - tiluchi	<i>Furnarius rufus</i>
Guacamayo cuello amarillo	<i>Ara militaris</i>
Calacante común	<i>Aratinga acuticaudata</i>
Bira pinta	<i>Busarellus nigricollis</i>
Gavilán mixto	<i>Parabuteo unicinctus</i>
Biraete	<i>Buteo magnirostris</i>
Aguilucho alas largas	<i>Buteo albicaudatus</i>
Cuajo grande	<i>Trigosomalineatum</i>
Manguani	<i>Ardea cocoi</i>
Galarza blanca	<i>Casmerodius albus</i>
Cóndor de los llanos	<i>Sarcoramphus papa</i>
pava campanilla	<i>Pipile pipile</i>
Cacaré	<i>Cyanocorax cynomelas</i>
pava de monte	<i>Penelope obscura</i>
Trepador gigante	<i>Xiphocolaptes major</i>
Trepador colorado	<i>Dentocolaptes picummus</i>
Pica palo colorado	<i>Campylorhamphus trochilirostris</i>
Cardenal	<i>Paroira coronata</i>
Ichua	<i>Falco femoralis</i>
Cola parada	<i>Synallaxis albescens</i>
Boyero negro	<i>Cacicus solitarius</i>
Tordo	<i>Molothrus bonariensis</i>
Tordo músico	<i>Molothrus badius</i>
Tapetí	<i>Sykvilagus brasiliensis</i>
Carpintero común	<i>Picummus ciratus</i>
Loro hablador	<i>Amazona aestiva</i>
Tacaroe	<i>Aramides cajanea</i>
Piyo	<i>Rhea americana</i>
Tucán	<i>Ramphastos toco</i>
Lechuzo de anteojos	<i>Pulsatrix perpicillata</i>
Picaflor bronceado	<i>Hylocharis Chysura</i>
Piojito picado	<i>Inezia inornata</i>
Viudita acuática	<i>Fluricola albiventer</i>
Monjita blanca	<i>Xolmis irupero</i>
Gasta bola	<i>Pitangus sulphuratus</i>

Fuente: HAMVM – Plan de Manejo Corvalán. 2009

3.2.10.4. Fauna y Vida Silvestre – Peces

Nombre vulgar	Nombre científico
Peces	
Sábalo	<i>Prochilodus lineatus</i>
Surubí	<i>Pseudoplatystoma spp</i>
Dorado	<i>Salminus brasiliensis</i>
Bagre	<i>Pimelodus Albicans</i>
Salmón	<i>Bricon Orbignyanus</i>
Boga	<i>Lepurinus Obtusidents</i>

Fuente: HAMVM – Plan de Manejo Corvalán. 2009

3.3. Áreas protegidas

El territorio del municipio de Villa Montes se contempla tres áreas protegidas que son:

- ❖ Reserva privada El Carvolan (no aprobado)
- ❖ Parque nacional del Aguaragüe (aprobado)
- ❖ Reserva del Quebrachos Colorado (no aprobado)

Área protegida	Establecimiento	Categoría según el SNAP	Superficie	Ubicación	Obs.
El Corvalan	1996, compra por PROMETA	Reserva de vida silvestre	4.500 has	Al este del municipio	Reserva privada
Serranía del Aguaragüe	2000, propuesta por parte de PROMETA	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado	108.311 has	Serranía y pie de monte de la cordillera	Aprobada en abril de 2000
Cabo Juan	1992, por el CDF	Reserva Nacional de Vida Silvestre	129.801 has	Extremo noreste del municipio	Reserva de Quebracho Colorado. No está legalizada
Fuente: Elaboración en base a información del diagnóstico integral y prometa					

3.3.1 Recursos forestales

3.3.2. Principales especies y sus características

En el siguiente cuadro, se muestran las principales especies forestales que son aprovechadas para satisfacer las demandas de estos tipos de maderas a nivel comercial o trabajos comunales y familiares.

3.3.3. Species de interés commercial

Orco molle	<i>Bumelia obtusifolia</i>
Tipa colorada	<i>Pterogyne nitens</i>
Roble	<i>Amburana cearensis</i>
Urundel	<i>Astronium urundeuva</i>
Cedro	<i>Cedrela balansae, C. Angustifolia, C. Odorata</i>
Mora	<i>Chlorophora tintoria</i>
Timboy o pacará	<i>Enterolobium contortissiliquum</i>
Quina blanca	<i>Lonchocarpus lilloi</i>
Perilla o palo Amarillo	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>
Quebracho Colorado	<i>Schinopsis sp.</i>
Quebracho blanco	<i>Aspediosperma quebracho blanco</i>
Quina	<i>Miroxylon peruiferum</i>
Guayacán	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>
Cebil Colorado	<i>Piptademia macrocarpa</i>
Orco quebracho	<i>Schinopsis marginate</i>
Palo Blanco	<i>Calycophyllum multiflorum</i>
Tipa	<i>Tipuana tipu</i>
Lapacho	<i>Tabebuia ipe</i>

Fuente: HAMVM – Plan de Manejo Corvalán. 2009

3.4. Aspecto Socio Culturales

3.4.1. Aspecto demográfico

Según el Censo de la Población y Vivienda (INE 2012), la población urbana del municipio de Villa Montes alcanza 39.800 habitantes, que lo representa el 68% del total de la población que se encuentra en la mancha urbana, con una tasa anual de crecimiento de 4.04%.

3.4.2. Idioma

Los idiomas que se hablan en el municipio de Villa Montes son:

- El Castellano
- Guaraní
- Weenhayek

3.5. Características Generales de las Especie

3.5.1 Identificación de la especie

Nombre científico: Geoffroea decorticans (Gill., ex Hook.& Arn.) Burk.

Nombre común: “Chañar” (Chile, Argentina, Perú, Bolivia)

Familia: Fabaceae (Leguminosae: Papilionoideae)

3.5.2. Origen

Género de origen sudamericano y tropical. Cuenta con tres especies desde Venezuela, *G. spinosa*, hasta la Argentina donde prosperan *G. striata*, árbol higrófilo de la selva chaqueña y *G. decorticans* de más amplia distribución.

3.5.3. Distribución geográfica

Se encuentra en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas. En Argentina ocupa principalmente las provincias fitogeográficas del Chaco, Monte y Espinal.

De amplia distribución geográfica, se extiende desde el sur de Perú hasta la Patagonia Argentina. Se encuentra también en el Norte de Chile, Bolivia, Chaco Paraguayo y Oeste de Uruguay.

3.5.4. Condiciones del hábitat natural

Variables climáticas: Se desarrolla en clima subtropical y semiárido templado seco. Desde de los 50 a 300 mm de precipitación, en donde se encuentran napas freáticas poco profundas, hasta los 1.200 mm. Tolera temperaturas extremas, desde los 48°C a los -15°C.

- Variables edáficas: Prospera en distintos tipos de suelos. Tolera muy bien los suelos salinos y se desarrolla en áreas medanosas.

- Variables topográficas: Se encuentran bosquecillos desde los 2.500 m en latitudes bajas, hasta el nivel del mar.

3.5.5. Importancia y usos

Alimentación humana: El fruto es consumido en forma cruda, elaborada o conservada. La pulpa del mesocarpio es dulce, aromática, áspera y harinosa. La parte comestible está constituida por el mesocarpio carnoso que secado al aire, contiene 11,10% de azúcares y 4,49% de resinas con un 8,75% de proteínas, 15,20% de azúcar reductor y 52,89% de almidón y otros hidratos de carbono. En condiciones adecuadas los frutos secos pueden ser conservados hasta la próxima cosecha.

El arrope, jarabe o miel de chañar es una preparación dulce popular elaborado a partir de la cocción de los frutos sin agregado de azúcar.

Uso medicinal: La corteza es muy usada contra catarros, tos común y tos convulsa, se emplea en forma de cocción y generalmente con el agregado de azúcar y miel. También suele ser indicada en casos de hemorragia, neumonía y flatulencia.

Uso en carpintería: La madera del Chañar es blanco-amarillenta, flexible, porosa, de textura fina, fácil de trabajar y semidura.

Apicultura: Por su abundancia de flores se la considera como una planta melífera de cierta importancia. Debido a su floración muy temprana cumple un rol clave en la cadena de alimentación de las abejas.

Valor forrajero y ganadería: Los montes de Chañar constituyen un abrigo para el ganado contra el sol, el granizo y los vientos fríos.

El follaje y brotes tiernos son consumidos por cabras y ovejas. Los frutos son consumidos por animales domésticos y silvestres.

3.5.6. Descripción botánica

Pequeño árbol de 4 a 7 m de altura o arbusto espinoso. En zonas áridas se presenta una supuesta subespecie que conforma individuos arbóreos de mayor porte de hasta 10 m de altura con fuste de hasta 5 a 6 m y 40 cm de diámetro.

Flores: hermafroditas dispuestas en racimos simples, amarillas con rayas de color naranja.

El fruto: del Chañar es una drupa de forma ovoide a globosa, de 1,7 a 3 cm de largo, con el epicarpio liso de color rojizo. El endocarpio es leñoso y encierra una semilla grande de 1 cm x 2,5 cm.

3.5.7. Capacidad de regeneración natural

El Chañar presenta regeneración por semillas o por vía vegetativa mediante raíces gemíferas y corona de la planta (lignotuber)

3.3 Materiales

Se utilizaron los siguientes materiales:

3.3.1 Materiales de gabinete

- Mapas y cartas geográficas de la zona.
- Normas 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.
- Material de escritorio.
- Computadora
- Impresora

3.3.2. Materiales y equipos de campo

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

3.3.3. Maquinaria de carpintería.

- Cepilladora.
- Torneadora.
- Maquina tupi.
- Taladro de banco.
- Sierra sin fin.
- Lijas.

3.3.4. Material biológico.

- Madera de la especie en estudio de Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk).

3.3.5 METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó en el presente trabajo, se encuentra dentro de las normas de la (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales y NORMAS COPANT para la correcta selección y colección de muestras, las mismas se aplican bajo un sistema de elección al azar de manera que todos los componentes (zona, sub zona, bloque, árbol vigueta probeta, troza) tengan la misma posibilidad de ser elegidas y formar parte de estudio y sean representativas en el área de estudio; también se consideró los 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 ayuda de la bibliografía de diferentes autores.

3.3.6 Aplicación De Las Normas COPANT

3.3.7. Selección y colección de la muestra

3.3.7.1. Selección de la zona

Para la selección de la zona de estudio, el primer aspecto tomado en cuenta la representatividad (en cuanto a la población y calidad de individuos) que tiene la especie del Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk), con el fin de recolectar una muestra representativa se dividió a la zona en 3 parcelas de acuerdo al tipo de bosque.

3.3.8.1. Selección de árboles

De cada una de las parcelas se eligió al azar 1 árbol para realizar los estudios, tomando en cuenta sus características vegetativas de la especie al ser apeada como: fuste sano, a la altura del pecho; para el presente estudio se consideró 3 árboles.



Fuente: Elaboración Propia

Referencias:

<p>P1: Parcela 1</p> <p>X: Coordenadas X</p> <p>Y: Coordenadas Y</p> <p>Árbol N° 1</p> <p style="text-align: center;">○</p>	<p>P1: Parcela 2</p> <p>X: Coordenadas X</p> <p>Y: Coordenadas Y</p> <p>Árbol N° 1</p> <p style="text-align: center;">○</p>	<p>P1: Parcela 3</p> <p>X: Coordenadas X</p> <p>Y: Coordenadas Y</p> <p>Árbol N° 1</p> <p style="text-align: center;">○</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración Propia

3.3.7.2. Selección de la troza. Una vez ubicado y realizado el apeo, desrame de los 3 árboles, se dividió el fuste en secciones iguales de cada uno, las cuales han sido marcadas y selladas en sus extremos para su fácil identificación, con letras grandes en orden secuencial desde la parte inferior a la superior, para un posterior sorteo de las trozas a utilizar de cada árbol, llevando un registro de cada una de ellas.

IMAGEN N° 23: SELECCIÓN DE LA TROZA



Fuente: Elaboración propia

3.3.7.3. Extracción de las trozas. Las trozas han sido transportadas desde el lugar del apeo hasta un aserradero en la ciudad de Tarija.

Una vez ubicado y realizado el apeo, desrame del árbol, se dividió el fuste en secciones iguales las cuales fueron marcadas en sus extremos para su fácil identificación, en orden secuencial desde la parte inferior a la superior, luego se realizó el sorteo de las trozas a utilizar de cada árbol, registrándose los datos de cada una de ellas.

IMAGEN N° 24: SELECCIÓN DE LA TROZA



Fuente: Elaboración propia. 2020

3.3.7.5. Tratamiento profiláctico. Una vez obtenidos los tablones centrales en el aserradero, se realizó la limpieza del aserrín para evitar el ataque de insectos y hongos con los diferentes tratamientos como recomienda la Norma.

3.3.7.6. Obtención de las probetas dentro de las trozas. La obtención de las probetas ha sido de acuerdo a las normas correspondientes en cada uno de los ensayos de trabajabilidad.

IMAGEN N° 25: OBTENCIÓN DE TABLAS



Fuente: Elaboración propia. 2020

3.3.8. Parafinado de probetas

Para evitar la pérdida de humedad de las probetas por las caras de forma brusca, se procedió a parafinar con vela líquida para que la madera no pierda rápido su humedad y así disminuir los defectos en el secado.

IMAGEN N° 26: PARAFINADO DE PROBETAS



3.3.9. Codificación de las probetas

Para la correcta identificación de las probetas se colocó la nomenclatura con base a los siguientes aspectos, por ejemplo:

A₁P₁T→AG←AC

Referencias:

A₁: Hace mención al número de árbol

P₁: Hace mención al número de probetas

T: Hace mención al Plano de corte (Tangencial, Radial, Oblicuo)

→: Dirección a favor del Grano (AG)

←: Dirección a contra del Grano (AC)

**IMAGEN N° 27: NOMENCLATURA ESTABLECIDA
PARA LAS PROBETAS**



3.3.10. Evaluación de Defectos

Finalizado el tiempo de secado al aire libre, se procedió a la evaluación visual de defectos producidos durante el tiempo de secado como rajaduras, grietas y alabeos.

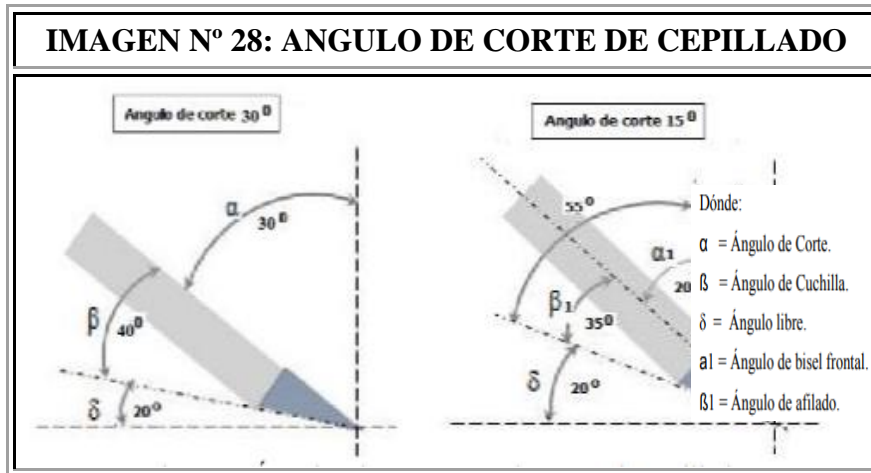
NORMA ASTM-D-1666-64 (American Society for Testing and Materials) (1970) EN EL PROCESO DE TRABAJABILIDAD.

3.4. Ensayo de cepillado

Para la realización de este ensayo se elaboraron 27 probetas, distribuidas en tres planos; tangencial, radial y oblicuo.

3.4.1. Elemento cortante para ensayo de cepillado

Para el cepillado se utilizó cuchillas de acero con ángulos de corte de 15° y 30°, tal y como se muestra en la imagen.



3.4.1.2. Equipos para el ensayo de Cepillado

Se utilizó una cepilladora grueseadora, con velocidad de giro de porta cuchillas de 5000 r.p.m., y un diámetro de 10 cm, 30° de ángulo de corte normal, con capacidad de alojar 3 cuchillas, velocidad de alimentación (m/min): 12 y un ancho de mesa de 40 cm., se usaron preferentemente cuchillas de acero rápido (HSS).

IMAGEN N° 29: ENSAYO DE CEPILLADO



Fuente: Elaboración propia. 2020

Se utilizó una cepilladora molduradora para los ensayos 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 utilizó cuchillas rectas y se cepilló solamente una cara de la probeta por pasada.

➤ **Características de la Máquina Cepilladora**

- Velocidad de giro de porta cuchillas: 5.000 r.p.m.
- Diámetro de la porta cuchillas: 10 a 12 cm.
- Ángulo de la porta cuchillas: 30/ a 35/
- Porta cuchillas para alojar 3 o 4 cuchillas
- Velocidades de alimentación (m/min): 3, 6, 9, 12 y eventualmente otras superiores.
- Alimentación perpendicular al eje de rotación de la porta cuchillas
- Cuchillas: Se usaron preferentemente cuchillas de acero rápido (HSS). Al momento de ensayo los filos deberán estar en buen estado.

➤ **Accesorios**

- Un tacómetro
- Dados o calibradores de cuchillas

3.4.1.3. Ensayos con madera seca

CUADRO N° 1: DIMENSIONES Y NÚMEROS DE PROBETAS POR ENSAYO

ENSAYO	DIMENSION DE PROBETAS (cm)	N° DE ARBOLES	PLANO DE CORTE	N° DE PROBETAS	N° TOTAL DE PROBETAS
CEPILLADO	4 X 10 X 100	3	Tangencial	9	27
			Radial	9	
			Oblicuo	9	
LIJADO	4 X 10 X 100	3	Tangencial	9	27
			Radial	9	
			Oblicuo	9	
MOLDURADO	3 X 10 X 30	3	Tangencial	3	9
			Radial	3	
			Oblicuo	3	
TALADRADO	3 X 10 X 30	3	Tangencial	3	9
			Radial	3	
			Oblicuo	3	
TORNEADO	2 X 2 X 12,5	3	Tangencial	3	9
			Radial	3	
			Oblicuo	3	

3.4.1.5. Probetas

Se realizaron 27 probetas:

- 9 en corte tangencial (plano)
- 9 en corte oblicuo (falso cuarteado)
- 9 en corte radial (cuarteado)

Las probetas fueron de 100 cm de longitud 10 cm de ancho y un espesor aproximado de 4 cm se midió el contenido de humedad en seco.

3.4.1.6. Procedimiento

- Se marcaron las probetas con el número del árbol de procedencia y el número de la probeta de modo que esta 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 serán ensayados independientemente.
- La mitad de los cortes se realizaron en la dirección del grano y la otra mitad en contra del grano. Esto se logrará volteando la probeta para cepillar la cara opuesta, lo cual permite también liberar las tensiones internas de modo uniforme.
- Cada probeta será 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 marcará una vez cuando emerge 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 marcará en forma diferente que la pasada inicial.

3.4.1.7. Ensayo en condiciones comunes

- Los ensayos se realizaron con tres o cuatro cuchillas de 30/ o 35/ 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, se podrá repetir el proceso con una velocidad de alimentación menor hasta reducir los defectos a niveles aceptables.
- Si la madera presenta grano arrancado con las condiciones antes mencionadas se repetirá el ensayo con cuchillas afiladas para obtener un ángulo de corte 15/.

3.4.1.8. Obtención de los resultados de ensayos de cepillado

- Se evaluaron y registraron los defectos.
- El grano arrancado es, por ser en bajo relieve, el defecto que reviste mayor gravedad.
- Para los efectos secundarios se realizó un informe secundario que indique la frecuencia y magnitud de los mismos de la especie.
- El rango de calificación en grados es de 1 a 5 de acuerdo a patrones obtenidos a partir de normas existentes. Para la evaluación se ponderará en función de porcentaje de incidencia y extensión del defecto.

IMAGEN N° 30: ENSAYO DE CEPILLADO



Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Ensayo de Lijado



3.4.2.1. Equipo

Se utilizó una lijadora portátil, marca COROMA Angle Grinder (AB316A) de 6.500 r.p.m el plato con un diámetro de 17,5 cm debiéndose especificar las características de la máquina (velocidad de la lija, potencia del motor, longitud de la lija, dimensiones del plato, carga).

3.4.2.2. Materiales

Se utilizó lija de óxido de aluminio N° 60 y 100

3.4.2.3. Probetas

Se manejó las probetas ensayadas en cepillado, es decir nueve probetas por árbol, de madera seca con un contenido de humedad del 10.01 al 12.79%. El ancho de la probeta fue como máximo 2 cm menos que el ancho de la lija.

3.4.2.4. Requisitos Generales

- Se utilizó lijas en estado satisfactorio (no nueva por no ser representativa). Se ensayó en la misma dirección utilizada en el cepillado (a favor o en contra del grano). Para el ensayo se agrupo cada tipo de corte, (radial, tangencial, oblicuo) y especie por separado.
- Debido a que la madera presentó grano arrancado en el proceso de cepillado se trabajó con lija N° 60 para eliminar dicho defecto y después se siguió con la lija N°100 para evaluar la calidad de la superficie, de acuerdo a lo que indica la norma .

3.4.2.5. Procedimiento del ensayo de Lijado

- Se determinó la facilidad o dificultad de lijar.
- Se hizo un lijado de rectificación previo al ensayo hasta eliminar las marcas de cepillado haciendo pasadas suaves en ambas caras.
- Se ensayó con una presión cercana o inferior a 100 gr/cm^2 manteniéndose dicha presión durante todos los ensayos.
- La velocidad del lijado (m/min) multiplicada por el tiempo de alimentación (minutos) da la remoción por metro.
- Se efectuó cuatro pasadas, dos de ida y dos de vuelta, suficiente para poder lograr una remoción significativa de más o menos 0.5 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.
- Se tocó la superficie de la madera inmediatamente después del lijado 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. Así también se pudo determinar la velocidad de desgaste de la lija.

3.4.2.6. Calificación con lija N°/ 100

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

La remoción se midió con la ayuda de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{0,5 \text{ mm}}{\text{Velocidad de la lija} * \text{Tiempo de alimentación} * \text{N}^\circ \text{ de pasadas}}$$

$$R = (2/\text{número de pasadas para remover } 0.5\text{mm}) \text{ (mm/km)}$$

B. Facilidad de remoción de la suciedad. - La lija se limpió con aire comprimido, con una escobilla o batiéndole, lo cual da 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 de abrasividad de la lija mediante una lupa.

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

3.4.3. Ensayo de Taladrado

Se utilizaron un taladro eléctrico de un eje, de alimentación automática o manual, y se ensayó con dos velocidades: una cercana a 1.000 r.p.m y otra aproximadamente de 500 r.p.m., también se requerirá de una broca de doble hélice sin alas (broca de H.S.S.), de 1.25 cm / 1/2" de diámetro.

▪ Probetas

Las probetas fueron de un espesor de 3 cm el ancho 12,5 cm y el largo de 30 cm.

Se prepararon 18 probetas (3 árboles x 3 tipos de corte x 2 velocidades de ensayo = 18) de tres tipos de corte:

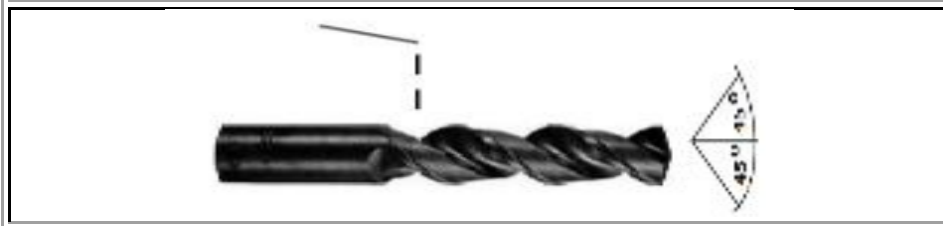
- Radial
- Oblicuo
- Tangencial

A cada probeta se le hizo dos agujeros de ensayo, el contenido de humedad las probetas se acondicionarán al contenido de humedad de equilibrio.

▪ **Procedimiento**

- Se aplicó una carga de 30 kg en el eje de la broca, debiendo hacerse el agujero sin respaldo dejando la salida libre.
- Para cada una de las dos velocidades de giro (500 r.p.m. y 1.000 r.p.m.) se determinará el tiempo de penetración de la broca.
- Opcionalmente se podrán hacer ensayos adicionales con una carga de 15 kg, con broca de doble hélice sin alas.

IMAGEN N° 32: BROCA PARA ENSAYO DE TALADRADO



3.4.3.1 Equipo para el ensayo de taladrado

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

IMAGEN N° 33: BROCA PARA ENSAYO DE TALADRADO



3.4.3.2. Obtención de los resultados de ensayos de taladrado

Se llevaron un registro minucioso de los datos en un rango de calificación de 5 grados, repartidos entre el peor y el mejor de los materiales ensayados.

3.4.4. Ensayo de Torneado

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.

3.4.4.1 Accesorios

- Cronómetros
- Transportador con regla radial

3.4.4.2. 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 afilará 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 interior 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.

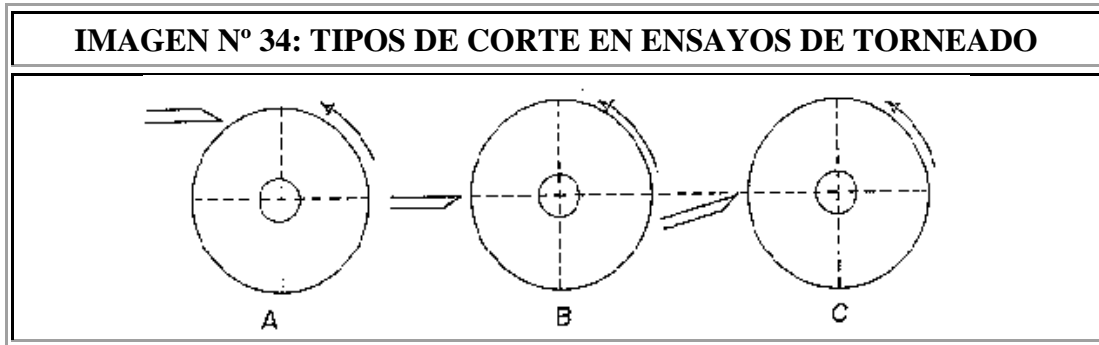
3.4.4.3. Probetas

Se prepararon 9 probetas de cada muestra (3 árboles x 3 probetas por árbol = 9) de 12.5 cm de longitud, 2 cm de ancho y 2 cm de espesor. Se efectuarán determinaciones de ángulo de corte para observación paralela al grano y corte oblicuo.

3.4.4.4. Determinación de Angulo 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 ensayará 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 utilizará una guía en el portaherramientas (tipo C).



- Se efectuaron cortes enérgicos para todos los casos, debiendo dejarse un diámetro de aproximadamente 1.5 cm. al final del ensayo.
- Se determinaron el tiempo de penetración mediante un cronómetro, con el fin de igualar el tiempo de penetración de los tres cortes en cada probeta.

3.4.4.5. Ensayo de Corte Oblicuo

- Se realizaron un corte a 45° con respecto al eje de la gubia. Se ensayó una probeta por árbol y se utilizó 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 deberá pasar la mitad del filo (arista) en las esquinas de la probeta.



3.4.4.6. Calificación

- Calificación observación paralela al grano.
- Se calificó en 5 grados el grano arrancado y la vellosidad en el fondo paralelo a las fibras y se registro

3.4.5. Ensayo de Moldurado

- Se utilizó un tupí trompo de un eje, de alimentación manual, con una capacidad de giro preferentemente entre 5.000 y 7.000 r.p.m.
- Se fabricaron guías de seguridad hechas de madera, las cuales se fijaron con prensas manuales (dos laterales)
- Se utilizó porta fresas de aproximadamente 10 cm de diámetro y con un ángulo del porta fresas de más o menos 30° para alojar dos o más cuchillas.
- La fresa tuvo un ángulo libre de filo de 20°, ángulo de hierro de 40°, la lengua un ángulo libre lateral de 10° y se hizo un diseño de la cuchilla para producir la hembra del machihembrado.

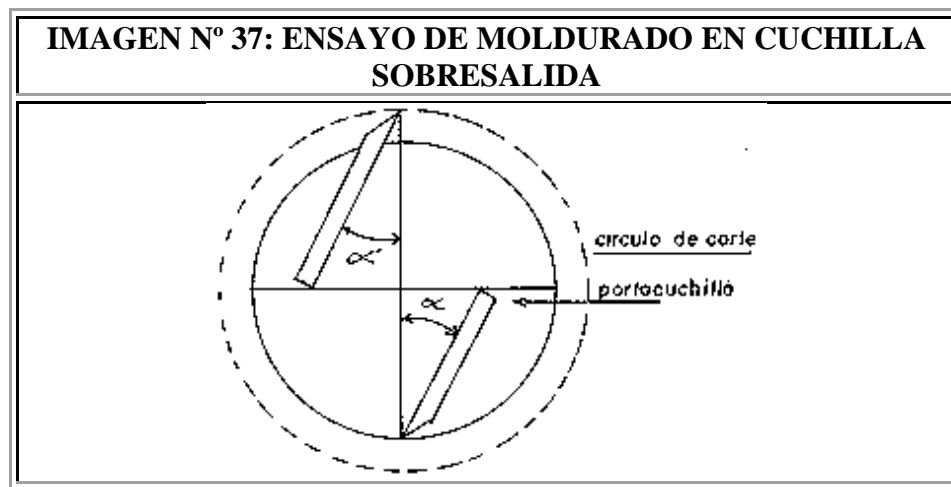


3.4.5.1. Probetas

Se utilizó tres probetas por árbol, de madera seca a un contenido de humedad en equilibrio, de 3 cm x 10 cm x 30 cm, con los tres tipos de orientación (radial, tangencial, oblicua). Se manipuló las probetas de cepillado.

3.4.5.1. Procedimiento

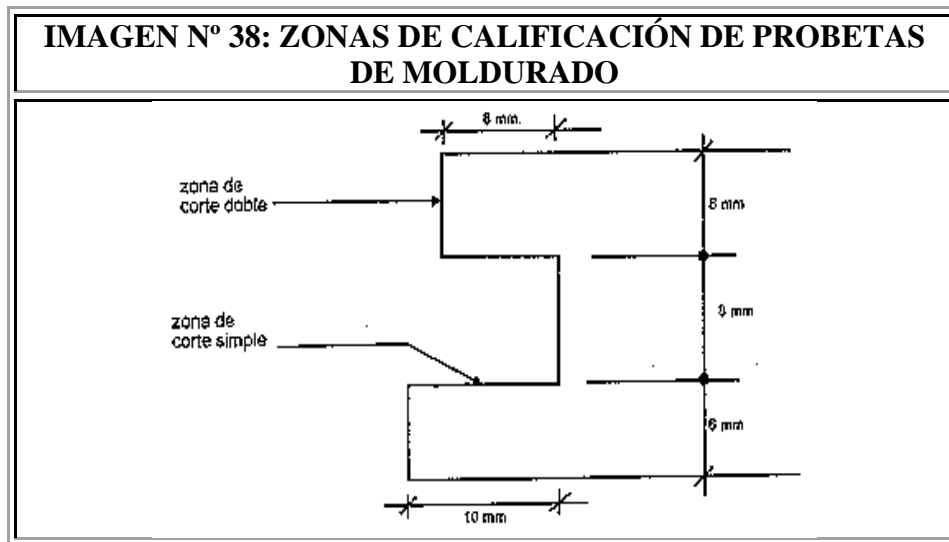
- Se ensayó con una sola fresa sobresalida y las otras escondidas (contrapeso).
- El ángulo de corte se midió con respecto al filo al de la fresa más sobresaliente y el centro del radio como se indica en la Figura. N°38
- La fresa se proyectó como mínimo 13 mm.
- Se ensayó longitudinalmente en el canto de la probeta.
- Se probó en caras opuestas para obtener resultados a favor y contra el grano.



3.4.5.2. Calificación

La calificación se realizó en dos zonas que se indican en la Figura. N° 39

- Zona 1: (la parte más corta de 3 mm) astillado o levantado y los defectos similares a cepillado o sea vellosidad, arrancado.
- 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.



3.4.5.2. Clasificación de los Defectos en base a su extensión y severidad

Se procedió a calificar los resultados obtenidos de cada ensayo, en base a la Norma, ASTM-D-1666-64 (1970), la evaluación de la probeta se realizó en forma visual con base en el grano arrancado, grano astillado, grano veloso y grano levantado.

La presencia de los defectos se evaluó considerando la extensión de los defectos y la superficie de la probeta y la severidad de los mismos con la siguiente calificación numérica:

TABLA N° 1: 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)

TABLA N° 2: GRADO, CALIFICACIÓN, ÁREA DE DEFECTO EN %, GRAVEDAD DEL DEFECTO

GRADO	CALIFICACIÓN	ÁREA 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)

TABLA N° 3: SISTEMA DE EVALUACIÓN DE PROBETAS DE MAQUINADO.

EXTENSIÓN	SEVERIDAD	COMBINACIÓN	PROMEDIO	CATEGORÍA
1	1	1—1	1	I
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
		3—4	3.5	III
		4—2	3	III
		4—3	3.5	III
		5—2	3.5	III
		3—5	4	IV
		4—4	4	IV
		4—5	4.5	IV
		5—3	4	IV
		5—4	4.5	IV
		5—5	5	V

Fuente Zavala Z.D (1976)

TABLA N° 4: 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)*

CALIFICACIÓN DE PROBETAS EN FUNCIÓN DEL PORCENTAJE DE PIEZAS LIBRES DE DEFECTO

TABLA N° 5: PORCENTAJE DE PIEZAS SIN DEFECTO

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

Fuente: *Zavala Z.D (1976)*

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Resultados del Cepillado

Realizado el cepillado se tiene los siguientes resultados:

ESTADO DE LA MADERA	ÁNGULO	SIMBOLOGÍA		CALIFICACIÓN VELOCIDAD CONSTANTE 12m/min											
				TANGENCIAL				RADIAL				OBLICUO			
				→		←		→		←		→		←	
MADERA SECA	15°	X	X%	1,55	1,44	1,94	1,177	1,777	1,777	2,005	1,888	1,611	1,333	2	1,77
		S%	SD	0,271	1,285	0,46	1,29	0,444	1,543	0,300	1,738	0,41	1,42	0,352	1,7
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3
MADERA SECA	30°	X	X%	1,190	1,333	2	1,778	1,667	1,556	2,222	2	1,278	1,000	2,388	2,222
		S%	SD	0,499	1,583	0,354	1,7	0,433	1,467	0,244	1,855	0,263	1,195	0,786	1,971
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3

Fuente: Elaboración propia. 2020

X	promedio de los grado de defecto
X%	promedio de los porcentaje de extensión de defecto
S%	desviación estándar entre probetas
SD	defecto dominante
N	número de probetas
K	número de arboles

4.1.1 Análisis de resultados del Cepillado

El ensayo se realizó a una velocidad de alimentación de 12m/min, en los planos tangencial, radial y oblicuo para corte a favor y en contra del grano, después de cada uno de los ensayos

realizados, las probetas se evaluaron visualmente exponiéndolas a la luz natural, para identificar los defectos que presenta al cepillado la madera de la especie de Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk).

Con la finalidad de definir las condiciones más adecuadas de cepillado, se analizó el efecto de los ángulos de corte de 15° y 30°, se observó que a mayor ángulo de corte los defectos resaltan más ya sea en corte radial, tangencial y oblicuo. De acuerdo a resultados que se obtuvieron del cepillado de la madera del Chañar para un Angulo de 15° se considera dentro del grado de calidad de buena de 1-2 considerando un porcentaje de piezas libre de defectos de 80 a 90 % con defectos superficiales, y para un ángulo de 30° para corte en favor del grano en los tres planos de corte se la califico como buena con piezas libre de defectos de 80-90% con defectos superficiales y para corte en contra grano para planos tangencial y radial se las califico como regular y para el plano oblicuo se la calificó como buena considerando un porcentaje de pieza libre de defecto de 80 – 90 % con defectos superficiales.

4.1.2. Reporte de defectos secundarios del Cepillado

Como defectos secundarios del cepillado se consideró la calificación respecto al área de los defectos y gravedad del defecto que se encontró en la madera

Reporte a 15°					
PROBETAS	ORIENTACIÓN	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
			Grano arrancado	Grano velloso	Grano levantado
9	Tangencial	→ A favor del grano	1,555 leve	1,27 leve	1,44 leve
9	Tangencial	← En contra del grano	1,994 leve	1,47 leve	1,75 leve
PROBETAS	ORIENTACIÓN	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
			Grano arrancado	Grano velloso	Grano levantado
9	Radial	→ A favor del grano	1,777 leve	1,387 leve	1,621 leve
9	Radial	← En contra del grano	2,055 leve	1,527 leve	1,844 leve

PROBETAS	ORIENTACIÓN	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
			Grano arrancado	Grano velloso	Grano levantado
9	Oblicuo	→ A favor del grano	1,611 leve	1,305 leve	1,488 leve
9	Oblicuo	← En contra del grano	2,000 leve	1,5 leve	1,8 leve

Fuente: Elaboración propia. 2020

Los defectos más frecuentes fueron de grano arrancado, grano levantado que se consideran como grano dominante tanto a favor y a contra grano, los cuales se encuentran dentro del rango de 1-2 por lo que se los califica como calidad de buena con piezas libre de defecto de 80 – 90 % con defectos superficiales.

Reporte a 30°					
PROBETAS	ORIENTACIÓN	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
			Grano arrancado	Grano velloso	Grano levantado
9	Tangencial	→ A favor del grano	1,190 leve	1,595 leve	1,952 leve
9	Tangencial	← En contra del grano	2,000 acentuado	1,5 leve	1,1,8 leve
PROBETAS	ORIENTACIÓN	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
			Grano arrancado	Grano velloso	Grano levantado
9	Radial	→ A favor del grano	1,667 leve	1.334 leve	1,534 leve
9	Radial	← En contra del grano	2,222 acentuado	1,611 leve	1,977 leve

PROBETAS	ORIENTACION	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
			Grano arrancado	Grano veloso	Grano levantado
9	Oblicuo	→ A favor del grano	1,278 leve	1,139 leve	1,222 leve
9	Oblicuo	← En contra del grano	2,388 acentuado	1,694 leve	2,110 acentuado

Fuente: Elaboración propia. 2020

Los defectos más frecuentes en el corte a favor del grano fueron grano arrancado, grano levantado que se consideran como grano dominante categorizándola con calidad de 1–2 como buena y a contra grano el defecto que más se presentó en los cortes tangencial y radial fue el grano arrancado categorizándolas con rango y calidad de 2-3 como regular y mientras que en el corte oblicuo se la categorizó con rango y calidad de 2–3 como regular.

4.1.3. Discusión

Dado los resultados obtenidos en el cepillado y comparando con los estudios de trabajabilidad de otra especie existe diferencia, siendo que solo para el ángulo de 30° a corte en contra grano para planos tangencial y radial el defecto que más se presentó fue el grano arrancado categorizándolas con rango y calidad de 2 - 3 como regular para la especie chañar (*Geoffroea decorticans* Burk).

4.2. Resultados del ensayo de Lijado

ESTADO DE LA MADERA	ORIENTACION	SIMBOLOGIA		DEFECTOS								VELOSIDAD DE ENSUCIA	FACILIDAD DE REMOCION	VELOCIDAD DE DESGAST	TEMPERATURA DE LIJADO
				RAYADO				VELLOSIDAD							
				→		←		→		←					
MADERA SECA	TANGENCIAL	O	S	1,167	0,250	1,444	0,301	1,222	0,44	1,88	0,56	A	B	B	B
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3				
MADERA SECA	RADIAL	O	S	1,111	0,221	1,389	0,221	1,277	0,634	2	0,66	A	B	B	B
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3				
MADERA SECA	OBLICUO	O	S	1,056	0,167	1,222	0,263	1,33	0,5	1,833	0,612	A	B	B	B
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3				

Fuente: Elaboración propia. 2020

O	Valor promedio de grados de defecto
S	Desviación estándar entre probetas
N	Número de probetas
K	Número de árboles

Análisis del resultado del Lijado

De acuerdo las especificaciones de la Norma se utilizaron dos tipos de lija N°/60 y 100 La evaluación de las probetas se realizó después de procesarlas con la lija N°/100. Las probetas se evaluaron visualmente, clasificándolas en el rango del 1 al 5 como específica, con base a los defectos de rayones y vellosidades.

Los resultados de ensayo de lijado fueron positivos en los defectos a analizar, encontrándose para el rayado un rango entre 1 – 2 calificándola como buena, con un porcentaje de piezas libre de defecto de 80 – 90 %, y para vellosidad un rango de 1– 2 calificándola como bueno con un porcentaje de piezas libre de defecto de 80 – 90 % sin defectos.

A	ALTA
B	MEDIA
C	BAJA

También se calificó la velocidad de ensuciamiento de la lija como alta y mientras que la temperatura, facilidad de remoción de suciedad, facilidad de desgaste de abrasivos y temperatura de lija se la calificó como media.

4.2.1. Discusión:

Los resultados obtenidos en el lijado y comparando con estudios de trabajabilidad de otra especie existe diferencia siendo que en los defectos a analizar, el rayado se lo categorizo en un rango entre 1 – 2 calificándola como buena, con un porcentaje de piezas libre de defecto de 80 – 90 %, y la vellosidad con un rango de 1 – 2 calificándola como bueno con un porcentaje de piezas libre de defecto de 80 – 90 % con defectos ligeros para la especie Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk).

4.3. Resultados del ensayo de Moldurado

SENTIDO	ANCHO DE MARCA (mm)			SIMBOLOGIA	CALIFICACION								
					CORTE DOBLE								
	T	R	O		TANGENCIAL			RADIAL			OBLICUO		
					ARRANCADO	ASTILLADO	VELLOSO	ARRANCADO	ASTILLADO	VELLOSO	ARRANCADO	ASTILLADO	VELLOSO
→ A FAVOR DEL GRANO	1	1	1	O (g)	1,500	1,500	1,833	1,500	1,667	2,00	1,667	1,667	1,500
				S (g)	1,322	0,500	0,288	0,5	0,577	0,500	0,289	0,577	0,500
				O(%)	1,000	1,00	1,667	1,333	1,333	1,667	1,00	1,00	1,00
				S (%)	0,000	0,00	0,577	0,577	0,577	0,577	0,00	0,00	0,00
				N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				K	3	3	3	3	3	3	3	3	3
← EN CONTRA DEL GRANO	1	1	1	O (g)	1,833	1,833	2,00	2,00	2,167	1,833	1,833	1,833	1,667
				S (g)	0,288	0,288	0,00	0,00	0,957	0,289	0,289	0,289	0,577
				O(%)	1,00	1,667	1,667	1,333	2,00	1,667	1,667	1,667	1,333
				S (%)	0,00	0,577	0,577	0,577	0,00	0,577	0,577	0,577	0,577
				N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				K	3	3	3	3	3	3	3	3	3
O (g)	PROMEDIO DE LOS GRADO DE DEFECTO												
S (g)	DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROBETAS DEL GRADO DE DEFECTO												
O(%)	PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE EXTENCION DEL DEFECTO												
S (%)	DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROBETAS DE LA EXTENCION DEL DEFECTO												
N	NUMERO DE PROBETAS												
K	NUMERO DE ARBOLES												

Fuente: Elaboración propia. 2020

4.3.1. 4Análisis de resultados del Moldurado (corte doble)

Las probetas se evaluaron visualmente exponiéndolas a la luz natural, para identificar los defectos que presenta al someter a una máquina molduradora la madera de la especie Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk).

El resultado del ensayo de moldurado en el corte doble considerando la dirección del grano orientación de la probeta y tipo de corte se lo pudo calificar de 1 – 2 calificándola como buena para grano arrancado grano astillado y grano vellosos con un porcentaje de piezas sin defectos de 80 a 90, es decir con defectos ligeros. Sin embargo, a contra grano el defecto más notorio es el grano arrancado.

SENTIDO	ANCHO DE MARCA (mm)			SIMBOLOGIA	CALIFICACION								
					CORTE SIMPLE								
	T	R	O		TANGENCIAL			RADIAL			OBLICUO		
ARRANCADO				ASTILLADO	VELLOSO	ARRANCADO	ASTILLADO	VELLOSO	ARRANCADO	ASTILLADO	VELLOSO		
→ A FAVOR DEL GRANO	1	1	1	O (g)	1,333	1,667	1,500	2,00	1,833	1,667	1,500	1,333	1,667
				S (g)	0,677	0,577	0,500	0,00	0,289	0,289	0,00	0,289	0,289
				O(%)	1,667	1,333	1,333	1,667	1,667	1,333	1,00	1,000	1,000
				S (%)	0,577	0,577	0,577	0,289	0,577	0,577	0,00	0,00	0,000
				N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				K	3	3	3	3	3	3	3	3	3
← EN CONTRA DEL GRANO	0	1	1	O (g)	1,333	2,166	2,166	2,00	2,166	2,00	2,333	1,667	2,00
				S (g)	0,677	0,289	0,288	0,00	0,289	0,00	0,577	0,289	0,00
				O(%)	1,667	2,00	2,00	1,667	1,333	2,00	2,00	1,333	2,00
				S (%)	0,577	0,00	0,00	0,289	0,577	0,00	0,00	0,577	0,00
				N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				K	3	3	3	3	3	3	3	3	3
O (g)	PROMEDIO DE LOS GRADO DE DEFECTO												
S (g)	DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROBETAS DEL GRADO DE DEFECTO												
O(%)	PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE EXTENCION DEL DEFECTO												
S (%)	DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROBETAS DE LA EXTENCION DEL DEFECTO												
N	NUMERO DE PROBETAS												
K	NUMERO DE ARBOLES												

Fuente: Elaboración propia. 2020

4.3.2. Análisis de resultados del Moldurado (corte simple)

El resultado del ensayo de moldurado en el corte simple, considerando la dirección a favor del grano, orientación de la probeta y tipo de corte se lo pudo calificar en un rango de 1-2 considerándola de calidad buena. Con un porcentaje de piezas libre de defecto 80-90 %. Con defectos ligeros y mientras que para el ensayo en contra del grano se tuvo una calificación de 1 – 2 para grano astillado calificándola como buena mientras que para el grano arrancado y veloso se la califico de 2 – 3 como regular con piezas libre de defectos de 60 – 80 %.

4.3.3. Discusión

El resultado obtenido en el ensayo de moldurado y comparando con estudios de trabajabilidad de otra especie existe diferencia siendo que en los defectos a analizar y considerando la dirección del grano orientación de la probeta y tipo de corte para grano arrancado grano astillado y grano veloso se lo pudo calificar de 1–2 calificándola como buena con un porcentaje de piezas sin defectos de 80-90, es decir con defectos ligeros y para grano arrancado y veloso para corte a contra grano se la calificó de 2–3 como regular con piezas libre de defectos de 60–80 % para el Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk).

4.3. Resultados de ensayos de Taladrado

		RESULTADOS DE PERFORADO													
ESTADO DE LA	REVOLUCIONES	SIMBOLOGIA		TIEMPO DE PENETRACION (SEG.)						CALIFICACION					
				TANGENCIAL		RADIAL		OBLICUO		TANGENCIAL		RADIAL		OBLICUO	
ADERA SEC	500 RPM	O	S	2,667	0,667	2,667	0,667	2,667	0,667	2,667	0,577	2,667	0,577	2,667	0,577
		N	K	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ADERA SEC	1000 RPM	O	S	5,64	0,279	4,91	0,253	5,07	0,554	1,667	0,577	2,333	0,577	2,333	0,577
		N	K	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia. 2020

O	VALOR PROMEDIO
S	DESVIACIÓN ESTÁNDAR ENTRE PROBETAS
N	NÚMERO DE PROBETAS
K	NÚMERO DE ARBOLES

4.4.1. Análisis de resultados del Taladrado

Los resultados del ensayo de taladrado considerando la orientación se evaluó las probetas con tiempo de perforación de 500 r.p.m con un rango de 2–3 para el corte tangencial y radial calificándola como regular con porcentaje de piezas libres de defecto de 60–80 % y para el corte oblicuo se la calificó de 1–2 calificándola como buena con piezas libre de defecto de 80–90 % y para la perforación de 1000 rpm considerando la orientación con un rango de 1–2 calificándola como buena con piezas libre de defecto de 80–90 % concluyendo a mayor revolución por minuto menor defecto.

4.4.2. Reporte de Defectos secundarios del Taladrado

Se toma en cuenta como defectos secundarios del taladrado la calificación respecto a la gravedad de los defectos que se encontró en la madera.

4.4.3. Reporte Secundario Del Taladrado A 500 Rpm

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	Nº	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO

TANGENCIAL	3	2,00 acentuado	2,333 acentuado	2,667 acentuado
------------	---	-------------------	--------------------	--------------------

Taladrado en corte tangencial defecto dominante grano levantado categorizados como calidad regular.

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	Nº	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
RADIAL	3	2,167 acentuado	2,333 acentuado	2,333 acentuado

Taladrado en corte radial defecto dominante grano levantado categorizado como calidad de regular.

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	Nº	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
OBLICUO	3	2,333 acentuado	2,333 acentuado	2,667 acentuado

Taladrado en corte oblicuo defecto dominante grano levantado categorizada como buena.

Fuente: Elaboración propia. 2020

4.3.3. Reporte Secundario de Taladrado A 1000 rpm

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	Nº	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
TANGENCIAL	3	1,500 leve	1,500 leve	1,833 leve

Taladrado en corte tangencial defecto dominante grano levantado categorizada como calidad de buena.

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	Nº	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
RADIAL	3			

		1,667 leve	1,667 leve	1,833 leve
--	--	---------------	---------------	---------------

Taladrado en corte radial defecto dominante grano levantado categorizada como calidad de buena.

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	N°	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
OBLICUO	3	1,667 leve	1,500 leve	2,00 acentuado

Taladrado en corte oblicuo defecto dominante grano levantado categorizó como calidad de buena.

4.4.4. Discusión

Dado los resultados obtenidos en el presente ensayo de taladrado de la Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk).

Para perforación a 1000 rpm se la califico como buena con un rango de 1-2 y para taladrado a 500 rpm se calificó de buena a regular siendo que en los planos tangencial y radial predomino el defecto de grano levantado calificándola como regular de 2-3 regular.

4.5. Resultados de ensayos de Torneado

ÁNGULO DE CORTE	SIMBOLOGIA	CORTE PARALELO AL GRANO				
		TIEMPO EN SEGUNDOS	NUMERO		DEFECTOS	
			CORTE (N)	ARBOLES (K)	GRANO ARRANCADO	GRANO BELLOSO
ÁNGULO DE CORTE 0°	O	52,88	3	3	1,333 bueno	1,333 bueno
	S	0,544	3	3	0,289	0,289
ÁNGULO DE CORTE 15°	O	53,67	3	3	1,833 bueno	1,667 bueno
	S	0,794	3	3	0,289	0,289

ÁNGULO DE CORTE 40°	O	51,92	3	3	2,167 regular	1,00 excelente
	S	1,134	3	3	0,289	0,00

O	VALOR PROMEDIO
S	DESVIACIÓN ESTANDAR ENTRE PROBETAS
N	NÚMERO DE PROBETAS
K	NÚMERO DE ARBOLES

4.5.1. Análisis de resultados del Torneado

Las probetas de torneado se analizaron visualmente exponiéndolas a la luz natural, evaluándolas en una escala de 1 a 5, con base a una presencia y ausencia de los defectos de grano arrancado y vellosos. El resultado obtenido nos indica que en cualquier ángulo de corte la mayor presencia de defectos se encuentra en el grano arrancado.

Los resultados del ensayo de torneado según el ángulo 0° se calificó como buena en grano arrancado con piezas libre de defectos de 80-90 % con defectos ligeros y bueno en grano vellosos con piezas libre de defecto de 80–90% con defectos ligeros.

El resultado para el ángulo de 15° se calificó como regular en grano arrancado con piezas libre de defecto de 60–80 % y buena en el defecto grano vellosos con piezas libre de defecto de 80–90% con defectos ligeros.

Posteriormente en el ángulo de 45° se calificó como buena en grano arrancado con piezas libre de defecto de 80–90 % con defectos ligeros y excelente en el defecto grano vellosos con piezas libre de defecto de 90–100 % sin defectos.

4.5.2. Discusión

Dado los resultados obtenidos en el ensayo de torneado con base a una presencia y ausencia de los defectos de grano arrancado y velloso. Se calificó de 0-1,1-2 y de 2-3 calificando como excelente buena y regular.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Con la aplicación de la norma correspondiente y a un contenido de humedad CH% del 10.79% se desarrolló los ensayos de Cepillado, Moldurado, Torneado, Taladrado y Lijado; obteniendo las siguientes conclusiones:

- El comportamiento de la madera a la operación de Cepillado a favor y en contra del grano en los planos tangencial, radial y oblicuo de la madera de la especie Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk). Los ensayos de Cepillado a favor y en contra del grano en los planos tangencial, radial y oblicuo de la madera, influyen directamente en la generación de defectos, aunque la severidad de esto en el Cepillado, en general son regular que van de bueno a regular que pueden ser mejorado en su totalidad con el proceso de lijado.
- Para un ángulo de 15° los defectos más frecuentes fueron grano arrancado y grano levantado y presentándose con menor frecuencia el grano velloso que se las categorizó dentro del rango de 1-2 de calidad buena con defectos superficiales, los resultados para un ángulo de 30° con corte a favor del grano los defecto más frecuentes fueron grano levantado, grano arrancado considerados como grano dominante y menor frecuencia el grano velloso que se las categorizó dentro del rango de 1-2 de calidad buena con defectos superficiales y a contra grano el defecto que más se presentó en los planos tangencial y radial fue el grano arrancado categorizándolas con un rango de 2-3 de calidad regular y para el plano oblicuo el grano arrancado se la categorizó dentro del rango de 1-2 de calidad buena con defectos superficiales y los defectos de grano levantado y grano velloso de igual manera se presentó con menor intensidad que el grano arrancado en el corte a contra grano.
- Con respecto al ángulo de corte entre 30° y 15°, no muestran diferencias en la calidad de cepillado, aunque ligeramente es mejor el ángulo de corte en los planos radial, tangencial, oblicuo y presentando mejores resultados en la madera cepillando a favor del grano, comparando con el cepillado en contra del grano.

- El comportamiento de la madera del Chañar a la operación de lijado N° 100 en los cortes a favor y contra grano en los planos tangencial radial y oblicuo, fueron positivos en los defectos a analizar rayones y vellosidad encontrándose para el rayado un rango entre 1–2 calificándola como buena, con defectos ligeros y la vellosidad se la calificó en un rango de 0–1 calificándola como excelente sin de defectos, entonces el lijado en la madera del Chañar demuestra una buena calidad, al lijado presentando mejores resultados en la madera lijando a favor del grano, comparando con el lijado en contra del grano.
- El ensayo de Moldurado muestra defectos muy bajos que pueden ser corregidos con el lijado, el comportamiento de la madera del Chañar en la operación de moldurado en el corte doble considerando la dirección del grano orientación de la probeta y tipo de corte se lo pudo calificar dentro del rango de 1–2 calificándola como buena para grano arrancado grano astillado y grano vellosos presentando defectos ligeros. Sin embargo a contra grano el defecto más notorio es el grano arrancado, y los resultados del ensayo de moldurado en el corte simple, considerando la dirección a favor del grano, orientación de la probeta y tipo de corte se lo pudo calificar en un rango de 1-2 considerándola de calidad buena para grano arrancado vellosos y grano astillado con defectos ligeros y mientras que para el ensayo en contra del grano se tuvo una calificación para el grano arrancado y vellosos dentro del rango de 2–3 se la califico como regular y de 1–2 para grano astillado calificándola como buena. Siendo un factor importante la dirección de grano, se obtuvo buenos resultados realizando el corte de moldura a favor del grano. tanto en corte simple como en corte doble.
- El ensayo de Taladrado manifiesta una calificación de buena en la entrada y salida de la broca, cuando se aplica 1000 r.p.m, tanto en el sentido tangencial, radial y oblicuo, sin embargo, no ocurre lo mismo cuando baja a 500 r.p.m la velocidad del taladro, observándose como defecto dominante el grano astillado sobre todo en el sentido radial y oblicuo que, se clasifican como regular a malo respectivamente.
- El comportamiento de la madera en la operación de Torneado, para un ángulo 0° se calificó como buena en grano arrancado con defectos ligeros y excelente en grano vellosos sin de defectos. Para un ángulo de 15° el grano arrancado se calificó como regular y el grano vellosos se la calificó como buena con defectos ligeros. Posteriormente en el ángulo de 45° para grano arrancado se calificó como buena con defectos ligeros y excelente para

grano vellosos sin defectos. Al ver los resultados en los tres ángulos de corte nos indica que se obtiene un mejor acabado al trabajar con ángulos de corte de 0° y 45°. Considerando todos los aspectos observados se puede determinar que la madera del Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk), tiene una buena trabajabilidad en el maquinado, tanto en cepillado, lijado, taladrado, moldurado y torneado.

5.2. Recomendaciones

Concluido el presente trabajo, se recomienda:

- Trabajar la madera con dirección de corte a favor del grano, en las operaciones de maquinado como cepillado, lijado y moldurado para obtener un mejor acabado.
- Para el proceso de Torneado se recomienda que las cuchillas se encuentren en buen estado y bien afiladas para obtener un resultado de calidad.
- Se recomienda orientar bien las trozas en la operación de aserrío para obtener probetas con buena calidad en los cortes.
- Se recomienda parafinar los extremos de la madera aserrada, y no exponer de forma directa al sol durante el secado con el fin de evitar defectos como rajaduras torceduras y evitar que los hongos no ataquen o pudran la madera ya que esta especie es de un sabor neutro ni dulce ni amarga y es propenso que el hongo descomponga la madera con facilidad.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se recomiendan socializar el presente estudio, para que se conozcan las potencialidades de la especie y de esta manera dar un mejor uso y pueda ser integrada al mercado como producto maderable.
- Considerando todos los resultados en los diferentes ensayos de la madera del Chañar (*Geoffroea decorticans* Burk), el contenido de humedad CH% con el cual se trabajó la madera es de 10.79%, donde se pudo comprobar que tiene una buena trabajabilidad en las operaciones de cepillado, lijado, taladrado, moldurado y torneado, demostrando un buen acabado por lo tanto, se puede recomendar para la elaboración de muebles pequeños de carpintería, para la construcción, molduras y torneados en acabados pequeños. Ya que esta especie no es de mayor volumen y se la utiliza más en el chaco como forraje para el

ganado ya que este estudio comprueba que la madera es de buena calidad para trabajos pequeños en tema de la trabajabilidad de la madera para sus diferentes usos como sillas mesas para la construcción para cajas de verduras variedades de trabajabilidad de pequeñas artesanías, muebles rústicos.