

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## 1. INTRODUCCIÓN.

El territorio Tarijeño tiene áreas geográficas distintas y bien diferenciadas, de las cuales se destaca la zona alta con prominentes rasgos andinos a más de 3.000 metros de altitud, y la vegetación se compone principalmente de pastos duros, tholares y remanentes del bosque de Queñua, el único crecimiento natural en las especies de árboles de este ecosistema. Estas plantas se denominan (*Polylepis*), un género altoandino que incluye pequeños árboles y arbustos, a menudo llamados Queñual, queñua, quinal o quewiña (del Quechua qiwña), y se encuentran principalmente en Perú y Bolivia, aunque en países como Ecuador se le llama papel madera o en Argentina tabaquillo. Se observa que su taxonomía es muy compleja, con al menos 45 especies diferentes en toda su área de distribución en los Andes tropicales. (ESPINOZA BOZA, 2021)

Los bosques nativos tienden a albergar más biodiversidad que los bosques conformados principalmente por especies exóticas. En particular, los bosques de *Polylepis* ofrecen hábitat a numerosas especies en lugares muchas veces áridos o despoblados de árboles. Gran cantidad de especies animales hacen uso de sus recursos como alimento o refugio. Constituyen ecosistemas que albergan una biota única, en los que se estudiaron con especial interés las aves especialistas de hábitat o con altos niveles de endemismo. Protegen las fuentes de agua, regulan la escorrentía y mejoran la captación de agua. Los bosques de (*Polylepis*) son una fuente fundamental de madera como combustible para la cocción de alimentos. Se los usa para fabricar artesanías y confeccionar postes, vigas y herramientas. Asimismo, los bosques son zonas utilizadas para el pastoreo del ganado doméstico nativo (llamas, y alpacas) y del ganado introducido (ovejas y vacas).

Por su importancia en la alta montaña y por sus actuales amenazas, los bosques y arbustales de (*Polylepis*) merecen recibir acciones de conservación, además de un adecuado manejo y aprovechamiento. (CUYCKENS & RENISON, 2018), indican que, los bosques de (*Polylepis*) constituyen hábitats importantes para la flora y fauna, pero, adicionalmente a los servicios ambientales que proporcionan, también proveen productos maderables y no maderables a los pobladores que habitan estas zonas, siendo utilizado como leña y carbón; la madera es usada en la construcción de viviendas,

postes, listones y corrales; asimismo, como herramientas, sirve para la elaboración de arados y de cucharas, entre otros. (JULIAN, VILA, & ARZAMENDIA, 2021)

De acuerdo a lo anteriormente mencionado, resulta evidente que la madera de la Queñua, juega un papel importante en la vida de los campesinos que habitan esta zona geográfica del Departamento. Sin embargo, para determinar el mejor uso de los productos maderables, es necesario que pueda conocerse las propiedades de trabajabilidad de la madera de esta especie, entendiéndose que identificar esta característica tecnológica de la madera, se constituye en un factor determinante para establecer la aplicación adecuada de uso, obteniéndose de esta manera un beneficio máximo desde el punto de vista técnico y económico.

En este contexto, realizar un estudio de trabajabilidad, podría contribuir a diversificar el uso, respecto al uso tradicional, además de lograr mejores y finos acabados con buenos resultados de apariencia estética de los productos obtenidos. Dicho de otra manera, las características de maquinado son de primordial importancia para determinar las propiedades tecnológicas de la madera, ya que determinan la facilidad o dificultad de su procesamiento al ser sometida a las máquinas y herramientas utilizadas en las distintas operaciones de labrado, entendiéndose que su desconocimiento, esté ocasionando posiblemente, la subutilización de la Queñua, limitándose las posibilidades de que puedan obtenerse productos de alta calidad. Por lo expuesto, el presente trabajo, está dirigido a someter la madera de Queñua (*Polylepis tomentella wedd*) a operaciones de maquinado que permitan inferir sus posibles usos.

### **1.1. JUSTIFICACIÓN.**

La trabajabilidad de la madera, es un conjunto de propiedades o características que se identifican luego de que la variedad de la madera en estudio ha sido sometida al trabajo manual ó a la acción de herramientas manuales o eléctricas. En este contexto, se dice que una madera posee buena trabajabilidad, cuando responde a procesos mecánicos tales como el corte con sierra o al cepillado, así como al clavado, atornillado, lijado,

torneado, engomado o encolado. Contrariamente, una madera que no se puede cepillar, tornear ni lijar porque se daña u ofrece malos resultados, presenta mala trabajabilidad.

De hecho, la información existente en la actualidad sobre el maquinado o la trabajabilidad de la madera es poca o inexistente para una diversidad de especies. Esta deficiencia se constituye en una de las razones para que los probables usuarios de estas especies no las utilicen toda vez que, sin la información adecuada sobre el comportamiento de la madera en el momento de ser trabajada con máquinas y herramientas de carpintería, es probable que los usuarios prefieran no correr el riesgo de utilizar estas especies que presentan propiedades y características desconocidas.

En este sentido, existen diversos factores que deben considerarse al decidir qué tipo de madera debe usarse para llevar a cabo un proyecto determinado. La trabajabilidad de la madera se constituye en uno de los más importantes, es decir, la forma en la que responde cuando la madera es trabajada a mano o a través del uso de herramientas, así como la calidad de la veta y las formas cómo ésta, responde a los adhesivos y acabados. Ello implica que, cuando la trabajabilidad de la madera es alta, ofrece una menor resistencia al corte y tiene un menor efecto de embotamiento en las herramientas. La madera altamente trabajable es más fácil de manipular para conseguir las formas deseadas. Contrariamente, si la veta de la madera es recta y uniforme, será mucho más fácil crear juntas encoladas fuertes y duraderas, además de ayudar a proteger la madera para que no se parta al clavarla o atornillarla.

Para el aprovechamiento sustentable de estas especies de maderas andinas, es necesario determinar la calificación técnica utilizada, especialmente para maderas de alto valor, lo que sin duda tiene mucho que ver con las características de procesamiento. La razón por la cual esto nos llevó a investigar, el comportamiento de trabajabilidad nos permitirá conocer mejor el uso adecuado de este tipo de madera Queñua (*Polylepis tomentella* Wedd).

## **1.2. HIPÓTESIS.**

La madera de la especie Queñua (*Polylepis tomentella wedd*) responde adecuadamente al trabajo manual y a ensayos de trabajabilidad a los que pueden someterse a través de diferentes procesos, así como al uso de herramientas manuales y/o eléctricas de maquinado.

## **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

¿Las operaciones de maquinado, permiten establecer las propiedades y características que posee la madera de Queñua (*Polylepis tomentella wedd*), así como los posibles usos que se identifican a través de la trabajabilidad?

## **1.4. OBJETIVOS.**

### **1.4.1. Objetivo General.**

- Determinar las propiedades de trabajabilidad de la madera de Queñua (*Polylepis tomentella wedd*) a través de operaciones de maquinado que permitan identificar sus características, así como las posibilidades y opciones de uso.

### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar las propiedades de las operaciones de trabajabilidad de la madera e Queñua (*Polylepis tomentella Wedd*) a través del corte con sierra, cepillado, Moldurado, torneado, lijado, taladrado, empleando la norma ASTM-D-1666 – 87 (Re aprobado en 1999) (American Society for Testing and Materials), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales y las normas COPANT MADERAS 458-460.
- Clasificar a la madera de la especie Queñua (*Polylepis tomentella Wedd*), de acuerdo a su calidad de maquinado, en función a los grados de defectos y a la severidad de los mismos de acuerdo a patrones obtenidos a través de las normas

ASTM-D-1666 – 87 (Re aprobado en 1999) (American Society for Testing and Materials), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales.

- Identificar los posibles usos de la madera de Queñua (*Polylepis tomentella Wedd*) sobre la base de los resultados de trabajabilidad obtenidos.

**CAPÍTULO II**  
**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## 2. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DE LA ESPECIE

### 2.1.1. Descripción taxonómica de la especie Queñua (*Polylepis tomentella* Wedd)

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| <b>Reino:</b>        | <i>Vegetal.</i>         |
| <b>Phylum:</b>       | <i>Telomophytae.</i>    |
| <b>Sub reino:</b>    | <i>Fanerógamas.</i>     |
| <b>División:</b>     | <i>tracheophytae.</i>   |
| <b>Sud división:</b> | <i>anthophyta</i>       |
| <b>Clase:</b>        | <i>angiospermae.</i>    |
| <b>Orden:</b>        | <i>Rosales.</i>         |
| <b>Familia:</b>      | <i>Rosáceae.</i>        |
| <b>Genero</b>        | <i>Polylepis.</i>       |
| <b>Especie</b>       | <i>Tomentella Wedd.</i> |

**Nombres comunes** *Queñoa, Quewiña, Queuña, Queñua.*

Todas las especies del género *Polylepis* son árboles o arbustos, que alcanzan una altura que van de entre 1 a 27 m. Las especies que crecen a elevaciones relativamente bajas, como *P. multijuga* y *P. pauta*, son árboles altos. Otras especies, que crecen a mayor altitud 3,800 msnm, llegan a ser árboles pequeños o arbustos. El *P. besseri* y el *P. pepeii*, ubicados a elevaciones por encima de 4000 msnm son arbustivas, mientras el *P. tomentella wedd* conserva su hábito arborescente a pesar de encontrarse cerca a los 5,200 msnm (SIMPSON, 1979).



La corteza externa del género *Polylepis* está formada por ritidoma membranáceo o papiráceo, de color rojizo a marrón amarillento que se desprende en forma continua en capas delgadas (W. LEON, 2001).

El espesor de la corteza puede alcanzar valores de 3 cm. de espesor la que le sirve como material aislante de las heladas nocturnas y de la intensa radiación diurna (SIMPSON, 1979)

### 2.1.2. Hojas:

Alternas, compuestas, con tres folíolos, espatulados u ovoideos, en el envés de la hoja frecuentemente con pelos glandulosos amarillos, el borde crenado

### 2.1.3. Flores:

Hermafroditas, pequeñas, en racimos pendulares y laxos. Según observaciones propias las flores son pequeñas con sépalos de color violeta a rosado fucsia estambres de color negro.

**Ilustración 1 Detalle Hojas, Flores, Frutos inmaduros y Frutos Maduros de Queñua (*Polylepis tomentella* Wedd)**



#### **2.1.4. Frutos:**

Aquenios cilíndricos, de 5 a 6 mm de largo y 3mm de ancho. con 4 a 5 aristas punzantes, por las características de mantenerse la semilla dentro de un fruto seco (aquenio); la semilla se encuentra dentro la clasificación de semilla ortodoxa.

Tiene una raíz en forma de raigambre profunda y muy típica, conformada por raíces fuertes y lignificadas, los brinzales desarrollan desde muy temprano una larga raíz. (FJELDSA, 2004)

#### **2.1. USOS**

Se conoce que la Queñua como combustible es muy usado para fuego doméstico, es la especie preferida para hacer carbón en las zonas de gran altitud (FJELDSA, 2004)

Según estudios realizados en Cochabamba por (Millington et-al,1999) se tienen datos del uso de leña en tres comunidades Kewiña Pampa 0,57 ton/año, Palca 1,21 ton/año y Villa Esperanza 4,83 ton/año.

Se ha observado que existe mejoramiento de la productividad de un 60% cuando los campos están adyacentes a los Queñuales (*Polylepis*) (; FJELDSA, 2004)

#### **2.2. DISTRIBUCIÓN.**

En el género *Polylepis* se incluyen en total entre 15 - 28 especies de arbustos y árboles de mediano tamaño, distribuidos principalmente en los pisos montano, subalpino y alpino (FJELDSA, 2004).

Tiene su centro de riqueza en el área que comprende desde la parte central de Perú hasta el sur de Bolivia. Uno de los principales centros de riqueza de este género es Bolivia con 14 especies, de las cuales cuatro son endémicas del país (FJELDSA, 2004)

Fjeldså y Kessler, estimaron que el área potencial de los bosques de queñua y/o lampaya de Bolivia era de 55.000 km<sup>2</sup> (FJELDSA, 2004) de los cuales actualmente sólo el 10% permanece con cobertura boscosa. La distribución actual de los bosques de *Polylepis* es muy local y existen algunas zonas con bosques relativamente extensos,

pero en su gran mayoría los bosques son pequeños rodales restringidos a laderas rocosas y quebradas o matorrales abiertos en laderas montañosas (Kessler 2006). Hasta hace pocas décadas, este patrón de distribución fue considerado como natural, interpretando que las laderas rocosas y quebradas son microhábitats favorables para el desarrollo de *Polylepis* (FJELDSA, 2004). Sin embargo, los estudios sobre la distribución del género muestran, que se debe principalmente a la presión de las actividades humanas por miles de años en los Andes (Kessler 2002). Sobre todo la quema de los pastizales, que se realiza para mejorar los pastizales, reduce la cobertura boscosa (FJELDSA, 2004)

Según (NAVARRO, 2005); para Bolivia, se identificaron 26 tipos diferentes (asociaciones o comunidades) de bosques de *Polylepis*, los que se agruparon en cuatro áreas biogeográficas:

### **2.3.1. Grupo I: Bosques de (*Polylepis*) de las punas xerofíticas**

Este grupo incluye los bosques y arbustales de *Polylepis* distribuidos en Bolivia en la cordillera Occidental, Altiplano centro y sur y cordillera Oriental centro y sur. (MMAYA, 2012)

### **2.3.2. Grupo II: Bosques de (*Polylepis*) de las punas subhúmedo-húmedas**

Conjunto de bosques de *Polylepis* distribuidos en la cordillera Oriental central (cordilleras de Cochabamba y Tiraque) y norte (cordilleras de Tres Cruces y Real); así como en el Altiplano norte (cuenca del Lago Titicaca). Ocupan áreas en conjunto más lluviosas que los bosques del grupo I; y además presentan combinaciones florísticas que los relacionan claramente con las punas subhúmedas y húmedas del centro y sur del Perú. (MMAYA, 2012)

### **2.3.3. Grupo III: Bosques de (*Polylepis*) boliviano-Tucumanos**

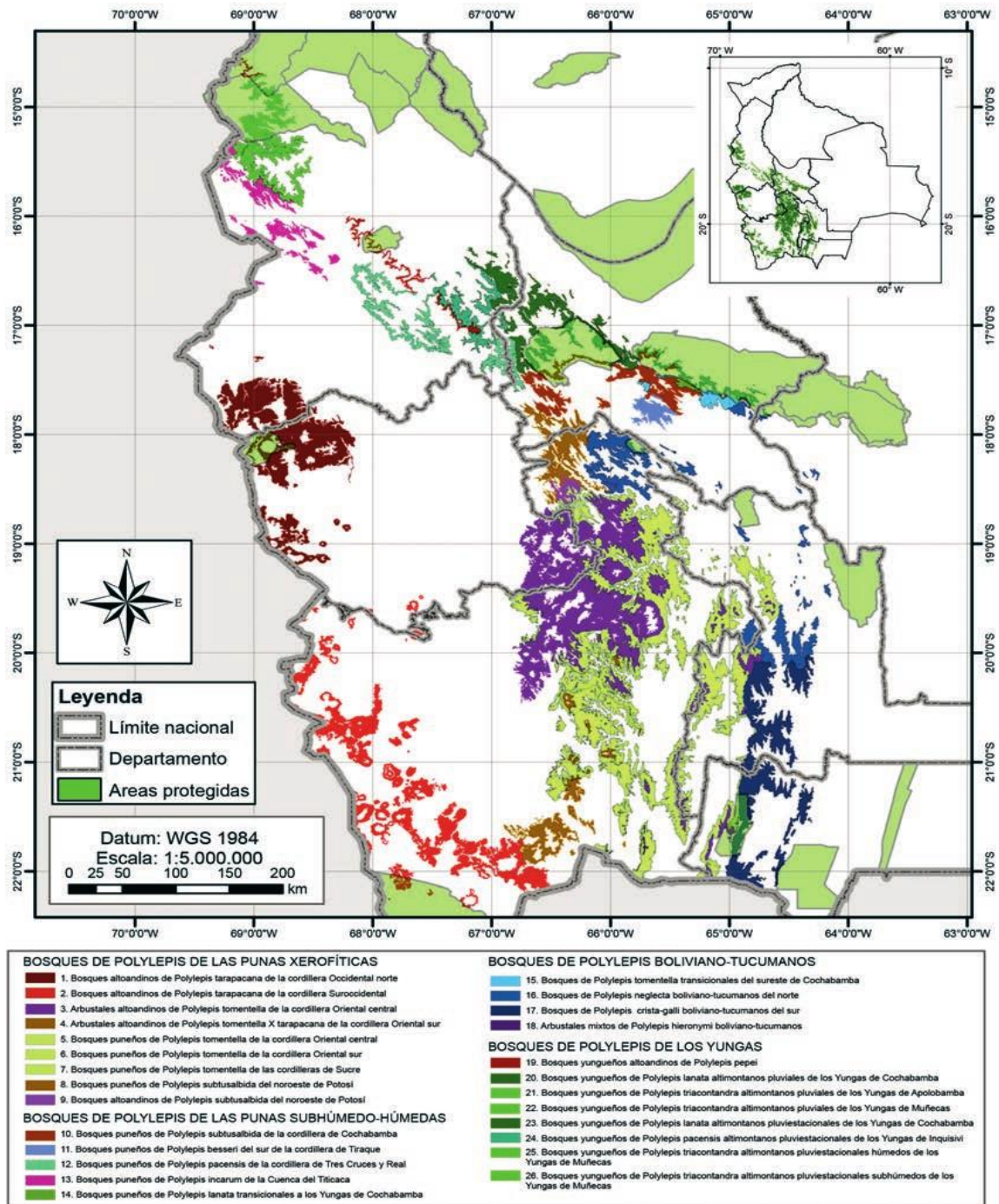
Conjunto de bosques de *Polylepis* distribuidos en la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana y en la zona de contacto de ésta con la Provincia Biogeográfica de la Puna Peruana, contacto que ocurre en el sureste del departamento de Cochabamba. Se hallan fundamentalmente en las laderas montañosas de la cordillera

Oriental, en los departamentos de Tarija, Chuquisaca y sureste de Cochabamba.  
(MMAYA, 2012)

#### **2.3.4. Grupo IV: Bosques de (*Polylepis*) de los Yungas**

Conjunto de bosques y arbustales distribuido en las laderas de los pisos altimontano y altoandino de los Yungas bolivianos, en los departamentos de La Paz y Cochabamba.  
(MMAYA, 2012)

**Ilustración 2 Mapa de Distribución de los Bosques de *Polylepis* spp. en Bolivia.**



Fuente: (MMAYA, 2012)

## 2.3. ECOLOGÍA DE LA ESPECIE.

### 2.3.1 Distribución altitudinal.

La Reserva Biológica Cordillera de Sama contiene remanentes de bosques de (*Polylepis*) en altitudes entre 2.300 y 3.800 msnm. se distribuye. También se puede encontrar en pastizales y arbustos por encima de los 4.000 msnm. pequeña región de Queñua (*Polylepis*) en los Andes. A menudo muy por encima de la línea normal del bosque a 3500 metros (FJELDSA, 2004).

### 2.3.2. Funciones ecológicas

Los bosques de (*Polylepis*) tienen varias funciones ecológicas.

Las áreas forestales mantienen un clima local estable, detienen la escorrentía al atrapar el agua en la vegetación y permitir que se filtre en el suelo. Los bosques contienen plantas que protegen el suelo de la erosión, almacenan sedimentos y nutrientes y secuestran carbono (FJELDSA, 2004)

## 3. MADERA.

La **madera** (del lat. materia), **xilema** (del griego lignificarse) o **leño** (del lat. *Lignum*) es la parte sólida de los árboles por debajo de la corteza. Es el conjunto de elementos lignificados, lo mismo traqueas o traqueidas. En sentido estricto, en cuanto al período de su formación, todo tejido secundario producido por el cambium hacia el interior del mismo. (Universidad Nacional de Santiago del Estero Facultad de Ciencias Forestales., 2000)

**Es un material heterogéneo y anisotrópico**, con propiedades muy diferentes de acuerdo a la dirección considerada. El estudio de su anatomía tiene gran influencia en la Tecnología y en la Industria.

La madera tiene principalmente las siguientes características:

- Es un material poroso, celular, no es un sólido.
- Está compuesto por más de un tipo de células, por lo tanto, su constitución es

heterogénea.

- La mayor proporción de elementos celulares es alargada con su eje longitudinal paralelo al eje del fuste.
- Las paredes celulares están constituidas fundamentalmente de celulosa, que forma largas cadenas moleculares.
- Contiene también lignina y hemicelulosas; éstas se ubican entre las cadenas de celulosa, donde además puede haber agua.
- El lumen de las células y la pared celular pueden contener diferentes materiales.

**Dadas las características estructurales las posibles fuentes de variación en el leño son:**

- Tipos de células presentes y sus proporciones.
- Tamaño de los diferentes tipos de células.
- Espesor de la pared celular.
- Dirección del eje de la célula en referencia al tronco.
- Proporción de un tipo de células con respecto a otro.
- Composición de la pared celular.
- Naturaleza, presencia y distribución de materiales extraños.

(Universidad Nacional de Santiago del Estero Facultad de Ciencias Forestales., 2000)

### **3.1. PARED CELULAR**

La pared celular es la envoltura que rodea totalmente el protoplasto de las células vegetales. Su presencia distingue las células vegetales de los animales y es la base de muchas de las características de los vegetales como organismos. La pared es rígida y mantiene la forma y tamaño de la célula. Previene la rotura de la membrana plasmática cuando aumenta el volumen provocado por la entrada de agua en la vacuola. Muchos tipos de células se identifican por la estructura de sus paredes, reflejando una estrecha relación con la función de la célula; por ejemplo, células cuya función es el sostén mecánico de la planta presentan paredes engrosadas o, en los tejidos externos, las paredes dan protección contra la abrasión del viento, la luz ultravioleta y la desecación.

Estas características superficiales de la pared, determinan la textura del tejido. (FLORES-VINDAS, 1999)

- **La célula vegetal**

es un ejemplo de célula eucariótica, consiste de una pared que la envuelve denominada membrana celulósica o cápsula de secreción y un protoplasto que es la parte viva, el protoplasto incluye la membrana plasmática, el citoplasma y el núcleo; el citoplasma a su vez contiene diversos tipos de plastidios, mitocondrias, vacuolas y sustancias ergásticas. Las células vegetales varían en forma, tamaño y contenidos; sin embargo, son las unidades estructurales. (FLORES-VINDAS, 1999).

- **Membrana plasmática**

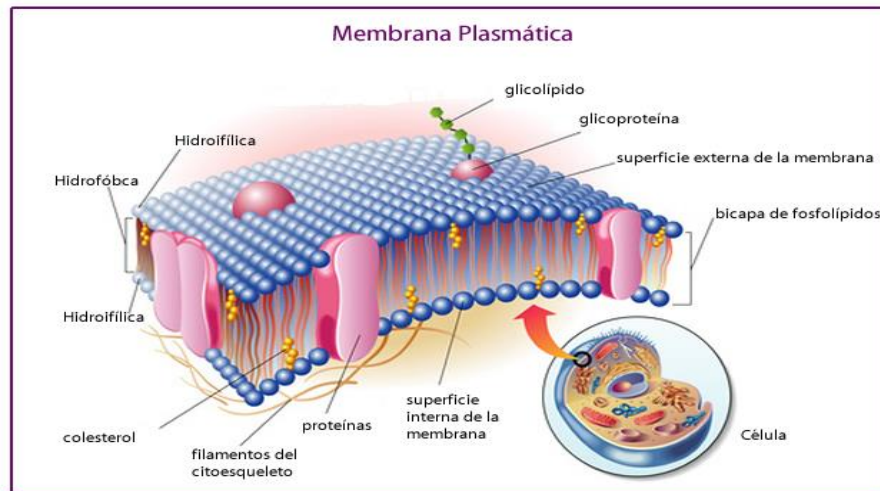
La membrana plasmática conocida como membrana celular es una cubierta que envuelve y delimita a la célula separándola del medio externo. Funciona como una barrera entre el interior de la célula y su entorno ya que permite la entrada y salida de moléculas a través de ella. Este paso de moléculas es un fenómeno llamado permeabilidad. Pero la membrana no deja pasar fácilmente a todas las moléculas, por lo que es selectivamente permeable.

La membrana plasmática es muy delgada, mide de 7 a 10 nanómetros (nm) de grosor, por lo que el microscopio óptico no la detecta, sólo puede ser observada con el microscopio electrónico.

Los principales componentes de la membrana plasmática son los lípidos (fosfolípidos y colesterol), las proteínas y grupos de carbohidratos que se unen a algunos de los lípidos y proteínas. Un fosfolípido es un lípido compuesto de glicerol, dos colas de ácidos grasos y una cabeza con un grupo fosfato. (FLORES-VINDAS, 1999)



### Ilustración 3 Membrana Plasmática



Fuente: (GALANTE, 1953)

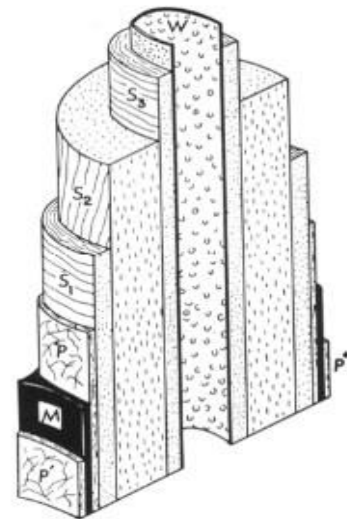
#### 3.1.1. Estructura de la pared celular.

La **lámina media** es la primera membrana de separación entre un par de células nuevas en el proceso de división celular, está constituida principalmente por pectato sustancia de calcio y magnesio, cuya función es ligar una célula con otra. A partir de esta membrana se depositan en el interior de la célula microfibrillas de celulosa, formando una trama desorganizada, que constituye la **pared primaria**

**M** = lámina media    **P** = pared primaria

**S1,S2,S3** =capas de pared secundaria

**W** = capa verrugosa



Pared de una traqueida mostrando sus diversas capas y la orientación característica de las microfibrillas.

La **pared primaria** es mucho más elástica y acompaña el aumento en dimensión de la célula en el momento de su diferenciación. Una vez alcanzado el tamaño definitivo se depositan, junto a la membrana primaria, microfibrillas de celulosa con cierta orientación, distinguiéndose **3 capas** bien nítidas. Estas tres capas se designan como **S1, S2 y S3** y forman la **pared secundaria** de la célula. Paralelamente al depósito de pared secundaria se inicia, de afuera hacia adentro, el proceso de lignificación que es mucho más intenso en la lámina media y en la pared primaria

(las células meristemáticas y la mayoría de las parenquimáticas no están lignificadas). Revistiendo el lumen aparece, en muchas células, una capa verrugosa que se interpreta como restos de protoplasma. Los elementos estructurales fundamentales de la pared celular son las **micro- fibrillas**, las cuales están inmersas en una sustancia básica llamada **matriz**.

La matriz está compuesta principalmente por pectinas y hemicelulosas, las microfibrillas por celulosa. Las microfibrillas son a su vez formadas por grupos de fibrillas elementales, las cuales encierran más o menos 36 cadenas de celulosa. Fajas de microfibrillas (más o menos 20) forman macrofibrillas y éstas finalmente las láminas de pared celular. (Universidad Nacional de Santiago del Estero Facultad de Ciencias Forestales., 2000)

### **3.1.2. Tejido vegetal**

Las estructuras de las plantas como hojas, raíces, tallo están hechas de tejido vegetal que varían en su arreglo en cada parte de la planta. La morfología de las plantas varía entre ellas, pero su composición es la misma. Los tejidos están compuestos de célula vegetal que se organizan para realizar una función. Los tejidos fundamentales que son parénquimas, colénquimas y esclerénquimas son los componentes principales del cuerpo primario de una planta. La función de estos tejidos varía desde almacenaje, soporte y metabolismo. Por ejemplo, los parénquimas son las más abundantes y versátiles en su función en la planta. Las células de este tejido pueden llevar a cabo síntesis de componentes, ayudar a transportar como almacenar sustancias y son células que están

activas en la división celular cuando llegan a su madures. Además, este tipo de célula puede estar asociada a tejidos más complejos como es el xilema y el floema. Otro tipo de tejido fundamental es la colénquima que son células vivas en su estado maduro, tienen una forma alargada y forman una pared celular primaria irregular. Estas células se encuentran en el crecimiento primario de la planta en áreas de alargamiento como el tallo, ramas, peciolo dando soporte a esa estructura. Por otro lado, esclerénquima son células rígidas con pared secundaria gruesa y lignificada. La función primordial de estas células es dar soporte a áreas de la planta que no se está alargando. El esclerénquima muere cuando llegan a su madures dejando la pared gruesa como estructura de soporte o apoyo en el área. Hay dos tipos de esclerénquimas que son las fibras y las esclereidas. La primera son largas y finas que forman filamentos. Por otra parte, las esclereidas son irregulares en su forma y pequeñas.

- **Colénquima**

es un tejido vivo formado por un solo tipo celular, la célula colenquimática. Se caracteriza por estar viva, por tener paredes engrosadas y por tener una morfología elongada en la dirección del eje principal. Presentan una gruesa pared celular primaria que la diferencia de las células parenquimáticas y caracterizada por engrosamientos distribuidos de manera desigual, lo que confiere al tejido gran resistencia a la tensión y a otros tipos de estrés mecánico. Se considera pared primaria puesto que puede crecer en superficie, además de en grosor. Las células colenquimáticas, al igual que las células parenquimáticas, son capaces de reanudar una actividad meristemática gracias a que sus paredes celulares son primarias y no lignificadas, a pesar de su grosor. Sólo ocasionalmente desarrollan paredes secundarias. Es posible encontrar formas celulares difíciles de clasificar como parenquimáticas o colenquimáticas, y esto es debido a la capacidad de revertir su diferenciación que tiene el colénquima. Aunque son células vivas raramente presentan cloroplastos. Sin embargo, es un tejido transparente por lo que permite la fotosíntesis en los órganos en los que

se encuentra. (Universidad Nacional de Santiago del Estero Facultad de Ciencias Forestales., 2000)

- **Esclerénquima**

El tejido esclerenquimático es complejo. Los dos tipos de células que lo componen se distinguen principalmente por su forma, su origen y su localización. Un tipo son las fibras, células alargadas y fusiformes, y el otro las esclereidas, que son células variadas en su forma, pero típicamente más isodiamétricas que las fibras. El origen de estos dos tipos celulares no está claro, pero se propone que las fibras se originan por diferenciación de células meristemáticas y las esclereidas a partir de células colenquimáticas o parenquimáticas que lignifican sus paredes celulares. (Universidad Nacional de Santiago del Estero Facultad de Ciencias Forestales., 2000)

- **Parénquima**

El parénquima es un tejido vivo, metabólicamente activo, principal representante de los tejidos denominados fundamentales (parénquima, colénquima y esclerénquima).

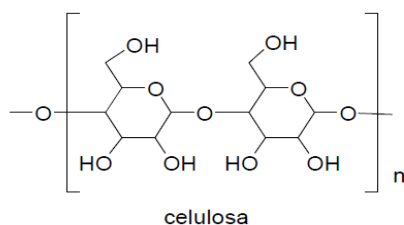
El tejido parenquimático puede representar hasta el 90 % de una planta herbácea. Es un tejido sencillo que está implicado en una gran variedad de funciones dependiendo de dónde se encuentre, como la fotosíntesis, el almacenamiento, la elaboración de sustancias orgánicas y la regeneración de tejidos. El parénquima, o las células parenquimáticas, se encuentra en prácticamente todos los sistemas de tejidos de la planta. Forma masas continuas de células en la corteza y en la médula de tallos y raíces, es un elemento de los tejidos conductores, aparece en el mesófilo de la hoja, en la pulpa de los frutos y en el endospermo de las semillas. Este tipo de tejido rellena espacios entre otros tejidos y dentro de ellos. Puede representar un 80 % de las células vivas de una planta. Parte de la capacidad de regeneración de las plantas tras sufrir heridas se debe a la actividad de las células parenquimáticas. (Universidad Nacional de Santiago del Estero Facultad de Ciencias Forestales., 2000)

### 3.1.3. Principales componentes de la madera

La madera presenta una estructura celular en la que cada célula se caracteriza por poseer una cavidad central o lumen, y una pared compuesta por varias capas diferentes. Los componentes principales de la madera son la celulosa, la hemicelulosa, y la lignina. Están presentes dentro de las paredes de las células (fibras, vasos y traqueidas) en las maderas de coníferas y latifoliadas. En la tabla 4 se indican los componentes químicos de la madera, su participación porcentual en la estructura de la pared celular y su función. (Maximiliano, 2022)

- **La celulosa:** sustancia que forma el esqueleto de los vegetales. Es un polisacárido estructural que constituye la mitad del material total de la madera aproximadamente y está formado por glucosa que forma parte de la pared de las células vegetales. Forma parte de los tejidos de sostén. Es un polisacárido estructural formado por glucosa que forma parte de la pared de las células vegetales. Su fórmula empírica es  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , con el valor mínimo de  $n = 200$ . Sirve de aguante a la planta, le da protección y es muy resistente a los agentes y componentes químicos, insoluble en casi todos los disolventes Su fórmula empírica es  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , con el valor mínimo de  $n = 200$ . (Maximiliano, 2022)

#### Ilustración 4 formula empírica celulosa



**Fuente:** (Maximiliano, 2022)

- **La lignina:** es un polímero resultante de la unión de diversos ácidos y alcoholes fenilpropiónicos que está presente en las paredes celulares de organismos del reino Plantas y también en las Dinophytas del reino Chromalveolata. Este

polímero proporciona dureza, protección y rigidez. Es utilizada por la industria de los plásticos. (Maximiliano, 2022)

- **Hemicelulosa:** se caracteriza por ser una molécula con ramificaciones, como lo es el ácido urónico, Configurando la matriz en la cual se enredan las fibras de celulosa que es capaz de unirse a las otras moléculas mediante enlaces que forman la pared rígida que protege a la célula de la presión ejercida sobre esta por el resto de las células que la rodean. (Maximiliano, 2022)

Otros componentes minoritarios que forman parte de la madera son: resinas, grasas, ceras y otras sustancias. Además, en su composición destaca el hidrógeno en su mayoría, pero también el oxígeno, el carbono, el nitrógeno y las cenizas. En menor cantidad podemos encontrar el potasio, sodio, calcio, silicio y otros elementos. (Maximiliano, 2022)

- **Tanino**  
En las plantas cumplen funciones de defensa ante el herbivorismo. Los taninos en general son toxinas que reducen significativamente el crecimiento y la supervivencia de muchos herbívoros cuando se adicionan a su dieta. Además, tienen potencial de producir rechazo al alimento. Los mamíferos como la vaca, el ciervo y el simio característicamente evitan a las plantas o partes de las plantas con alto contenido de taninos. Las frutas no maduras, por ejemplo, con frecuencia tienen altos contenidos de taninos, que pueden estar concentrados en las capas celulares más externas de la fruta.  
Químicamente son metabolitos secundarios de las plantas fenólicos, no nitrogenados, solubles en agua y no en alcohol ni solventes orgánicos.

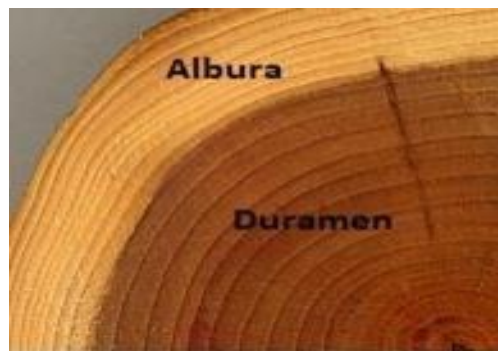
### 3.1.3. Estructura anatómica de la madera.

La estructura anatómica de la madera depende principalmente de la ordenación de los diferentes elementos anatómicos que la constituyen. La estructura de la madera de las coníferas<sup>1</sup> se considera más simple y homogénea que en el caso de las frondosas cuya

estructura se considera más compleja. Los siguientes elementos caracterizan estructuralmente la madera: (SANCHEZ, 2010)

- El ***duramen*** es la parte interna de la madera. Suele presentar un color oscuro y una alta densidad.
- La ***albura*** es la parte externa de la madera. Posee una tonalidad más clara que el duramen y se considera madera blanda.

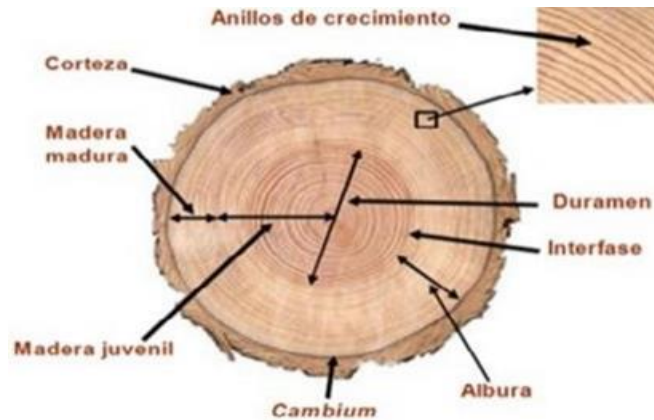
#### **Ilustración 5 Albura y Duramen**



**Fuente:** (SANCHEZ, 2010)

- Los ***anillos de crecimiento*** son nuevas células que se originan a lo largo de la vida de la madera. Si cortamos la madera de forma transversal, los anillos de crecimiento son las diferentes circunferencias con diversidad de tamaños y colores que aparecen en la madera. Los anillos de crecimiento nos permiten conocer la edad que tiene un árbol. Además, en función del momento en el que transcurre el crecimiento, se puede distinguir la madera de primavera y la madera de verano.

### Ilustración 6 Torta-Anillo de Crecimiento



Fuente: (SANCHEZ, 2010)

- La **fibra** (veta) es el conjunto de células dispuestas en la dirección del eje del árbol, sin considerar, ni los elementos vasculares ni las células de parénquima. Se distinguen dos clases de fibras debido a los cambios que se producen en las dimensiones y disposiciones de este conjunto de células: las fibras rectas y las fibras no rectas.
  - Las fibras rectas originan piezas de madera que presentan mayor calidad desde el punto de vista estructural. Este tipo de fibras discurren de forma paralela al eje del árbol.
  - Las fibras no rectas forman piezas que destacan visualmente debido a las figuras que originan. Este tipo de fibras no-rectas se subdivide a su vez en tres grupos de fibras: las fibras onduladas, las fibras reviradas y las fibras entrelazadas. (SANCHEZ, 2010)
- El **grano** hace referencia a la disposición de las fibras (traqueidas en las gimnospermas y vasos en los angiospermas) en relación con el eje longitudinal del tronco.
  - En coníferas, el grano se refiere al diámetro relativo de las traqueidas, mientras que en las frondosas se refiere al de los vasos.
  - Existen varios tipos de grano: basto o grueso, medio y fino. Los mejores acabados son con el grano fino.



- En el crecimiento de los árboles influyen numerosos factores externos que afectan a la madera. (SANCHEZ, 2010)

### Ilustración 7 tipos de grano



Fuente: (SANCHEZ, 2010)

- La **madera de reacción** es una de las múltiples respuestas que tiene un árbol ante la influencia de algún factor externo. Concretamente este tipo de respuesta se genera cuando el árbol está sometido a tensiones que pueden predominar en una sola dirección. (SANCHEZ, 2010)
- En la **madera de tracción**, los vasos poseen pared más gruesa y disminuye el porcentaje tanto de fibras como de parénquima. Esta madera es usada para desintegración, pues sus propiedades están muy modificadas. (SANCHEZ, 2010)
- La **madera de compresión** posee mayor densidad, anillos de crecimiento más anchos, y con proporción más abundante que los de verano, sumado a otras características anatómicas producen una hinchazón y merma longitudinal mayor.
- La **higroscopicidad** de la madera es el término que hace referencia al intercambio de la humedad con el ambiente que les rodea. De esta forma a cada estado ambiental (temperatura y humedad relativa del aire) le corresponde un grado de humedad de la madera, llamado humedad de equilibrio higroscópico. (SANCHEZ, 2010)

### Ilustración 8 Madera de Compresión y Reacción



*Madera Compresión*

*Madera Reacción*

**Fuente:** (SANCHEZ, 2010)

#### 3.1.4. Definición de madera.

La madera es un conjunto de tejidos más o menos densos y fibrosos separados de la zona entre el núcleo y el cambium vascular, que realizan varias funciones diferentes: conducción de agua y sales minerales adsorbidas en ella, soporte o resistencia mecánica y conservación de los alimentos, corresponde técnicamente al nombre de xilema secundario. (W. LEON , 2001).

#### 3.1.5. Madera temprana y madera tardía.

La madera de los árboles que nace a finales de verano y otoño se denomina madera tardía y se tratará de madera color oscura, poco espaciosa y gruesas paredes. La madera inicial de primavera es la madera temprana. El crecimiento primario o crecimiento en longitud comienza con la germinación de los brotes extremos del tronco, ramas y ramificaciones. En estos brotes hay zonas de crecimiento donde las células se dividen de forma continua para después alargarse. Estos brotes verdes y claros al inicio, con el transcurso del tiempo, se harán leñosos, es decir, será su corteza.

El crecimiento secundario o crecimiento en espesor tiene lugar en el cámbium. En las épocas de crecimiento el cámbium desarrolla tres tipos de células: células para su propio engrosamiento, células para el líber que lo circunda y células para el leño que se encuentra en su interior. Las células del líber (capa cortinal interna) formarán hacia fuera la corteza (capa cortinal externa). Las células hacia el interior, hacia la médula, serán células de madera. (W. LEON , 2001).

### **3.1.6. Poder calorífico de la madera**

Es una característica termoquímica dado que en la determinación del poder calorífico se produce la combustión de la madera, con formación de cenizas como residuo. (SUIREZS, 2010)

#### **Definición**

Es el calor desprendido por kg de combustible en combustión completa a presión y temperatura atmosférica normal. El poder calorífico de la madera se toma como un valor medio de: 4500 Kcal/kg para madera anhidra.

Factores que influyen en el poder calorífico de la madera:

- o Contenido de humedad.
- o Porcentaje de lignina (mayor contenido de lignina, mayor poder calorífico)

### **3.1.7. Propiedades acústicas**

La madera es tomada en cuenta en las construcciones cuando se quiere proteger del sonido, por lo tanto, actúa como aislante del sonido, es 9 veces más aislante que el cemento.

En los casos de construcción de instrumentos musicales, la madera por ser un material elástico es muy usada, ya que las ondas sonoras necesitan de un material elástico para propagarse. Es decir, por ser porosa tiene la capacidad de

amortiguar las vibraciones sonoras absorbiendo y reduciendo el sonido.

La temperatura de la madera y su contenido de humedad elevados afectan el amortiguamiento negativamente. (SUIREZS, 2010)

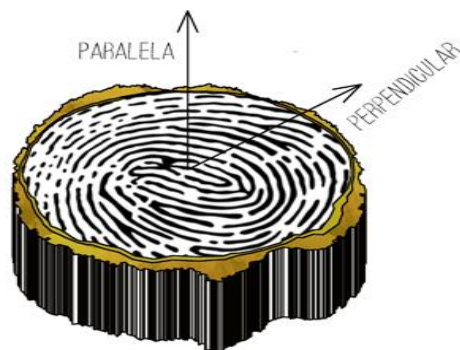
### 3.1.8. Propiedades eléctricas

La madera no es conductora de la electricidad, pero en estado húmedo conduce la corriente eléctrica, debido a que el agua es el conductor. (SUIREZS, 2010).

### 3.1.9. Propiedades mecánicas

La estructura de la madera se diferencia en tres direcciones principales: longitudinal, radial y tangencial. A la hora de hablar de las propiedades mecánicas estas tres direcciones se agrupan en dos: las paralelas y las perpendiculares a las fibras, a la estructura tubular. Como veremos en esta publicación la estructura del árbol se centra en resistir las tensiones paralelas a la fibra.

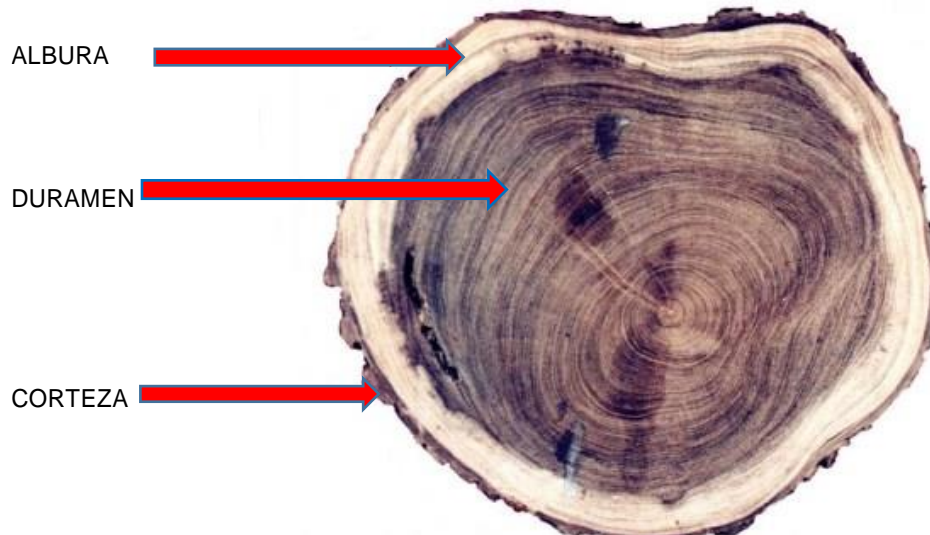
#### Ilustración 9 compresión paralela y perpendicular



Fuente: (SUIREZS, 2010)

### 3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DEL TRONCO

**Ilustración 10 Sección Transversal de una Rodaja de Juste**



*Fuente:* (W. LEON, 2001)

#### 3.2.1 Corteza.

Término utilizado para referirse a todos los tejidos que se encuentran hacia el lado externo del cambium vascular. (W. LEON , 2001)

La corteza está constituida interiormente por **floema** (corteza viva) conjunto de tejidos vivos especializados en la conducción de savia elaborada, y exteriormente por **ritidoma** o **cortex** o **corteza muerta**, tejido que reviste el tronco. (W. LEON, 2001)

La corteza es de gran importancia en la identificación de árboles vivos; y el estudio de su estructura despierta cada vez más interés por contribuir enormemente en la diferenciación de individuos semejantes. Algunas especies se usan industrialmente por su corteza como *Quercus súber* en la producción de corcho; *Schinopsis balansae*, *Astronium balansae*, *Acacia nigra*, *Eucalyptus sp.* en la producción de taninos; *Pinus radiata* en la producción de resinas; *Cinamonum celaricum* en la obtención de canela y otras numerosas aplicaciones como alimento de ganado, productos farmacéuticos.

La corteza protege al vegetal contra el desecamiento, ataques fúngicos o fuego además de la función de almacenamiento y conducción de nutrientes. (Universidad Nacional de Santiago del Estero Facultad de Ciencias Forestales., 2000).

### **3.2.3 Tipo de corteza**

- **Corteza lisa**

La corteza lisa es característica de árboles jóvenes o de aquellos que tienen un crecimiento rápido. Se trata de una corteza suave y uniforme, sin fisuras ni rugosidades. Ejemplos de árboles con corteza lisa son el abedul, el olmo o el arce plateado. (Rojas, 2018)

- **Corteza rugosa**

La corteza rugosa es propia de árboles más viejos y de crecimiento más lento. Esta corteza presenta surcos y arrugas que se forman con el tiempo y que dan a los árboles una apariencia más rústica y robusta. Ejemplos de árboles con corteza rugosa son el roble, el castaño o el alcornoque. (Rojas, 2018)

- **Corteza escamosa**

La corteza escamosa es típica de algunos árboles de climas cálidos y secos. Esta corteza se desprende en pequeñas placas o escamas que se superponen unas a otras, dejando al descubierto la corteza interior. Ejemplos de árboles con corteza escamosa son el pino, el cedro o el eucalipto. (Rojas, 2018)

- **Corteza fisurada**

La corteza fisurada es propia de algunos árboles de climas fríos y húmedos. Esta corteza presenta fisuras profundas que se abren con el tiempo y que pueden llegar a cubrir gran parte del tronco. Ejemplos de árboles con corteza fisurada son el abeto, el álamo o el sauce. (Rojas, 2018)

### 3.2.3 Corteza de Queñua (*polylepis tometella* Wedd.)

La corteza externa del género *Polylepis* está formada por ritidoma membranáceo o papiráceo, de color rojizo a marrón amarillento que se desprende en forma continua en capas delgadas. El espesor de la corteza puede alcanzar valores de 3 cm. de espesor la que le sirve como material aislante de las heladas nocturnas y de la intensa radiación diurna (SIMPSON, 1979)



### 3.2.4. Cambium vascular.

Es un meristema lateral presente en las plantas vasculares y el cual produce xilema secundaria y el floema secundario. Es el responsable del crecimiento en grosor o crecimiento secundario de las en las cuales se presenta. (Universidad Nacional de Santiago del Estero Facultad de Ciencias Forestales., 2000)

### 3.2.5. La médula.

Representa el corazón de muchos tallos. En su mayor parte se compone de células parenquimatosas que almacenan productos nutritivos como el almidón. (Universidad Nacional de Santiago del Estero Facultad de Ciencias Forestales., 2000)

### 3.2.6. Anillos de crecimiento.

Son capas concéntricas que representan la cantidad de madera producida por el cambium vascular cuando se presentan condiciones favorables para el crecimiento.

El estudio del ancho de los anillos de crecimiento, además de dar una información valiosa sobre la vida del árbol, es de gran interés para la Silvicultura, Dasometría y Ordenación pues permite a través del análisis de troncos la elaboración de tablas de cubicación y sentar las bases para la producción.



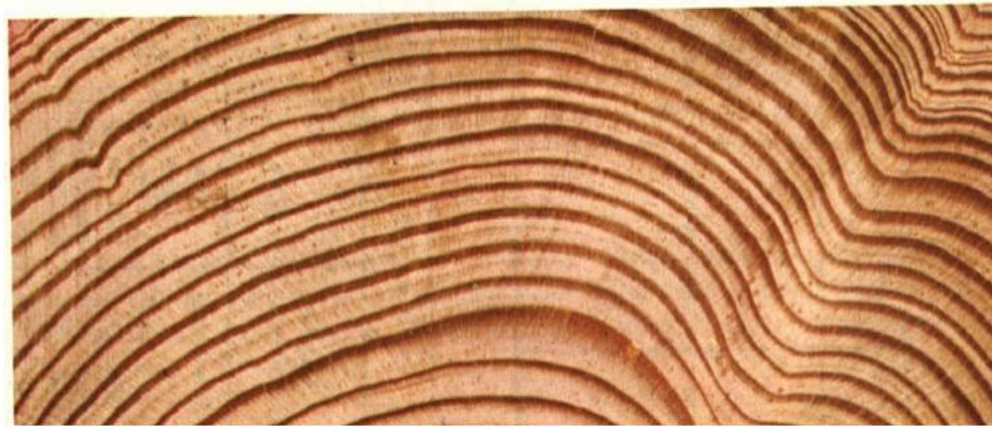
La información de los anillos de crecimiento contribuye con la Meteorología, por permitir estimar las precipitaciones acaecidas durante un período de actividad vegetativa o descubrir variaciones climáticas de épocas pasadas.

La **Dendrocronología**, es la ciencia que estudia los anillos de crecimiento; ha colaborado enormemente en la Arqueología, posibilitando conocer la época de corte de maderas de antiguas construcciones y determinar la edad de ciertas obras de arte y antigüedades históricas. (Universidad Nacional de Santiago del Estero Facultad de Ciencias Forestales., 2000)

Un anillo de crecimiento típico consta de dos partes:

- **Leño temprano (de primavera o inicial).**
- **Leño tardío (de otoño o de verano).**

#### **Ilustración 11 Anillos de Crecimiento**



**Fuente:** (W. LEON , 2001)

El **Leño de Primavera** corresponde al crecimiento del árbol al inicio del período vegetativo, normalmente en primavera, época en que las plantas reinician su actividad vital con toda intensidad luego de un período de dormancia. Las células producidas en este período presentan las paredes delgadas, lumen grande y adquieren en conjunto una coloración clara.

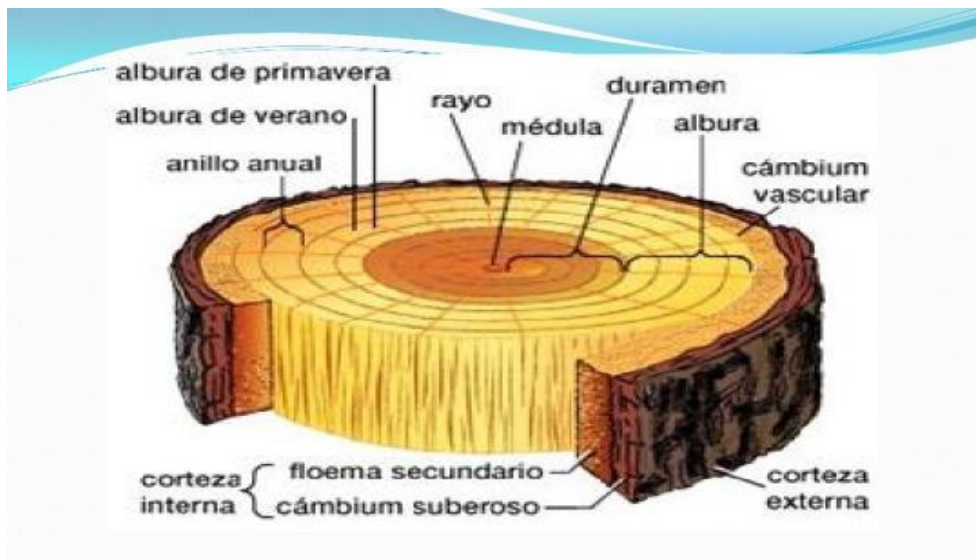


A medida que se aproxima el fin del período vegetativo, normalmente el otoño, las células van disminuyendo su actividad vital, y consecuentemente las paredes se tornan más espesas y sus lúmenes menores, tomando el conjunto un aspecto más oscuro, constituyendo el **Leño de Otoño o Tardío**. Esta alternancia de colores se observa normalmente en los anillos de crecimiento de numerosas especies.

### 3.2.7 Albura y Duramen.

La parte de la xilema, en la cual algunas células aún están vivas y en consecuencia fisiológicamente activas se conoce con el nombre de albura. Pasado cierto tiempo, durante el cual el protoplasma de las células de la xilema muere, este tejido se transforma en otro llamado duramen. En la albura, debido a la presencia de células vivas, se almacenan sustancias de reserva. De igual manera, la conducción de agua sólo se limita a la albura. El duramen cumple la función de soporte o resistencia del tronco. (W. LEON, 2001)

#### Ilustración 12 Descripción Anatómica



**Fuente:** Lectura complementaria, La Madera, 2006

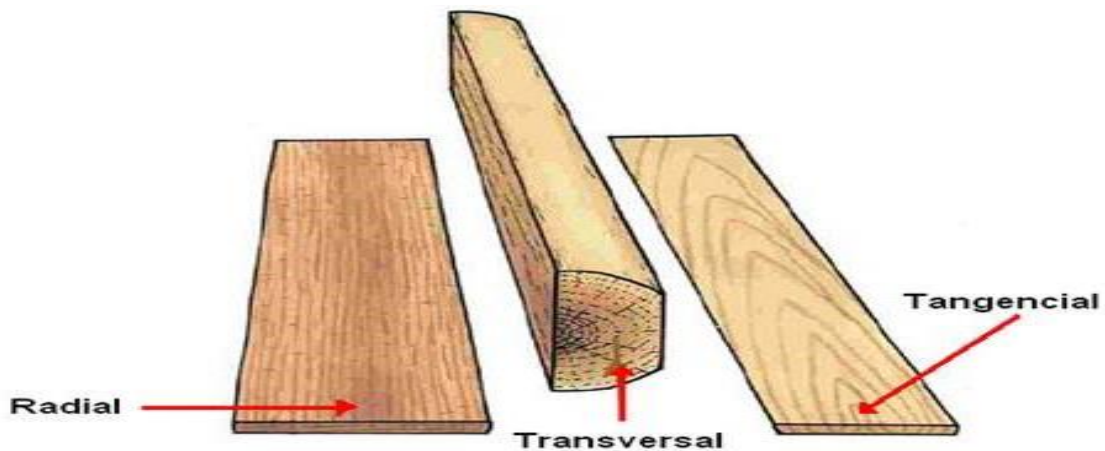
### 3.3. PLANOS DE CORTE DE LA MADERA.

Debido a que los elementos constituyentes del leño se encuentran orientados y organizados en forma diferente según diversas direcciones consideradas, el aspecto de la madera cambia conforme el plano de corte en que es vista. (VARGAS.J, 2013)

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

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

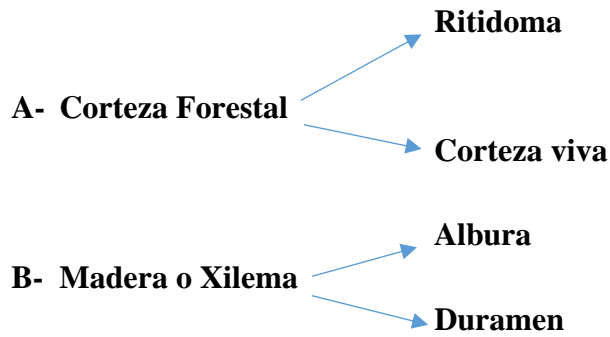
**Ilustración 13 Planos de corte de la Madera-Radial, Tangencial y Transversal**



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

## ESTRUCTURA MACROSCÓPICA DEL TRONCO

si se observa una sección transversal de un justo de afuera hacia adentro, se evidencia diferentes zonas.



### 2.4. DEFECTOS DE LA MADERA.

La madera está sujeta a variaciones en su calidad debido a una serie de factores, los cuales se manifiestan como irregularidades o imperfecciones que, al afectar sus propiedades físicas, mecánicas o químicas, determinan limitaciones en las aplicaciones posibles de aquel material. Esas irregularidades o imperfecciones, denominadas defectos, pueden ser de distinta índole, atendiendo al origen que las motivó:

- 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 helicoide 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)

## **2.5. TRABAJABILIDAD.**

Conjunto de propiedades o características que tiene una determinada madera en relación con su respuesta al trabajo manual o al uso de herramientas manuales o eléctricas. La trabajabilidad de la madera es buena cuando responde bien al aserrado, cepillado, perfilado, torneado, lijado, taladrado, encolado etc.

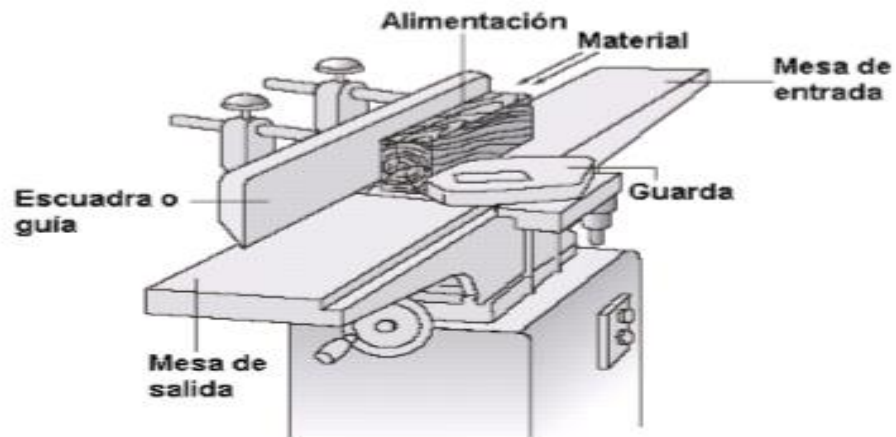
### **2.5.1. Cepillado.**

Es un corte realizado en uno o ambos lados de la madera para lograr el espesor deseado creando un plano sólido. Esta es la operación más importante después del aserrado, porque cada pieza cuadrada de madera debe cepillarse antes de ser utilizada en el producto final, lo que agrega valor.

### **2.5.2. Maquinaria.**

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. (HEINRICH, 1971)

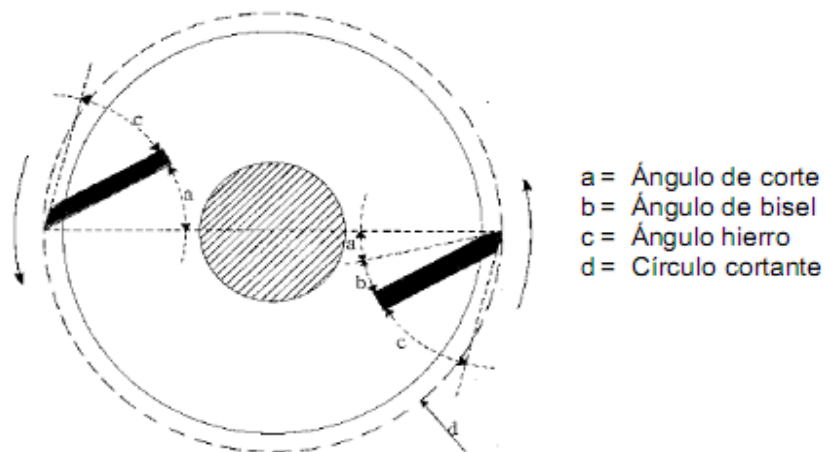
### Ilustración 14 Cepilladora o Garlopa y sus Partes



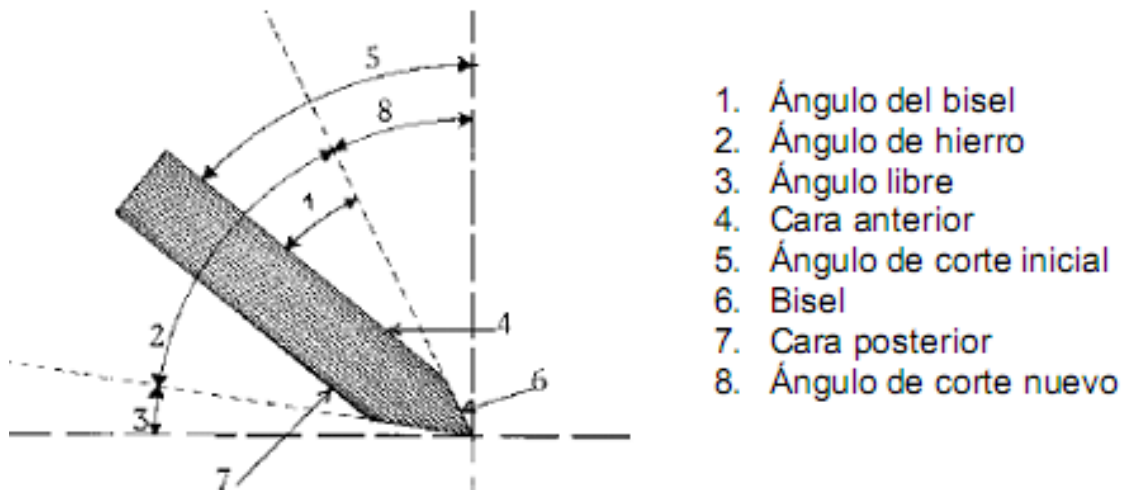
Fuente: (HEINRICH, 1971)

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)

### Ilustración 15 Nomenclatura usada en Cuchillas de Cepilladora



**Ilustración 16 Esquema de modificación del ángulo de corte por medio de bisel**



**Fuente:** (SERRANO, 2001).

El moldurado consiste en 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.

Se efectúa en trompos diseñados para hacer contornos con forma determinada en el borde de las piezas de madera, de acuerdo a la figura de la fresa.

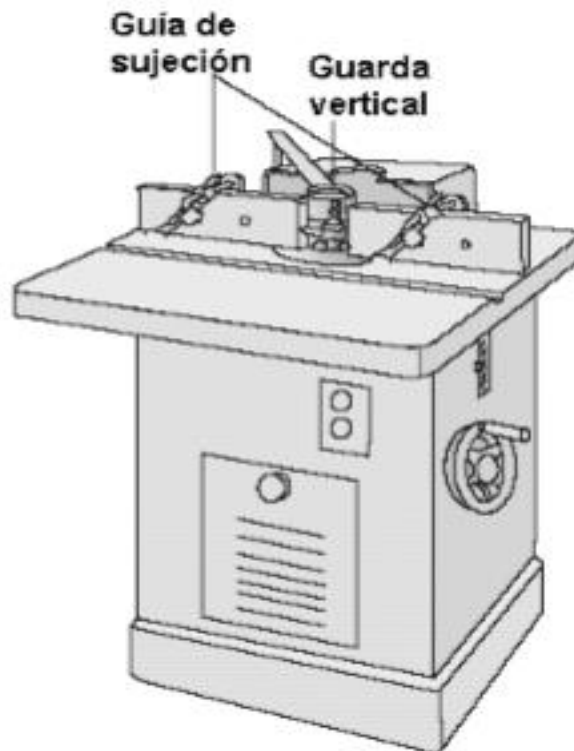
- Moldurado longitudinal (machimbrado).
- Moldurado transversal (en curva o recto).

## **2.6. MAQUINARIA: TUPÍ.**

Una fresadora vertical, o fresadora, es una máquina cuyo trabajo es sencillo, pero potencialmente muy peligroso. Si las cuchillas verticales se separan de los soportes de montaje superior e inferior, pueden salir despedidas con mucha fuerza. La fijación debe realizarse con la porta puntas, no con las manos del usuario. Se pueden usar sujetadores para sujetar el material a la mesa. En el tallado, la madera se procesa mediante cuchillas

de corte que giran sobre el eje de un eje vertical, estas cuchillas giran en sentido antihorario y unos flejes de acero sujetan la pieza de madera. (HEINRICH 1971 )

### Ilustración 17 Fresadora o tupí



Fuente: (PARISH, 2001)

#### 2.6.1. Torneado.

Es un proceso en el que se obtiene el patrón deseado en piezas de madera con vetas o ranuras. Esto se hace para desarrollar varios productos que incluyen; equipamiento deportivo, portaherramientas, muebles y juguetes. La velocidad de giro del cabezal del torno depende tanto del diámetro de la pieza a tornear, como la velocidad de avance de la cuchilla, así pues, para tornear piezas de diámetros grandes esta debe ser reducida, mientras que para tornear piezas de diámetros pequeños esta debe ser mayor, por lo que es recomendable tener en el torno 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. (FUENTES, 2001)

Cuando se utilizan tornos manuales se recomienda que la velocidad de avance sea lo más uniforme posible, cuidando siempre que la pieza a tornear 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 tornear, como la velocidad de avance de la cuchilla, así pues, para tornear piezas de diámetro grandes esta debe ser reducida, mientras que para tornear piezas de diámetros pequeños esta debe ser mayor, por lo que es recomendable tener en el torno por lo menos cinco velocidades de giro diferentes (500, 1000, 1500, 3000, 5000 rpm). La mejor calidad de torneado se obtiene en maderas que presentan una alta densidad y una textura fina. (FUENTES, 2001)

### 2.6.2. Herramientas para el torneado

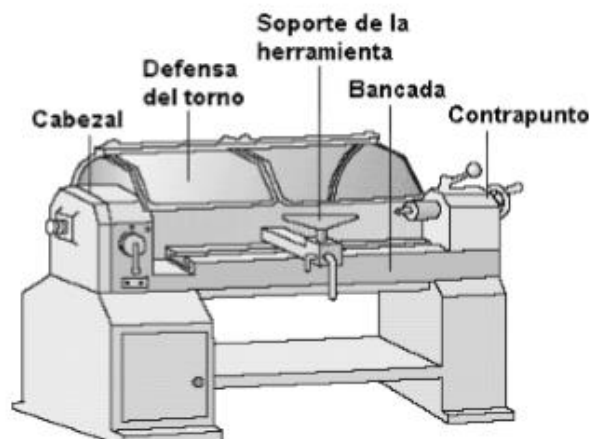
- **El formón:** es una herramienta manual de corte libre utilizada en carpinterías. Se compone de hoja de hierro acerrado, de entre 4 y 40 mm de ancho con boca formado por el bisel y mango de madera, su longitud de mango a punta es de 20cm aproximadamente, el ángulo de filo oscila entre los 25-40° dependiendo del tipo de madera a trabajar, madera blanda menor ángulo, madera dura mayor ángulo.
- **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:** Parecida 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 la forma semicircular, puede ser de extremo cóncavo o convexo con radio variado y su uso facilita el desgaste de la madera antes de llegar a tocar la forma 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 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.

### 2.6.3. Maquinaria.

Torno es el tipo de torno más antiguo y común, que sostiene y gira una pieza de madera mientras el cortador da forma al objeto. La herramienta puede moverse paralela o perpendicularmente a la dirección de rotación, para obtener piezas con partes cilíndricas o cónicas o para cortar ranuras. Con herramientas especiales, el torno también se puede utilizar para obtener superficies lisas, como las que se hacen con una fresadora, o para perforar agujeros en una pieza.

**Ilustración 18 Torno**



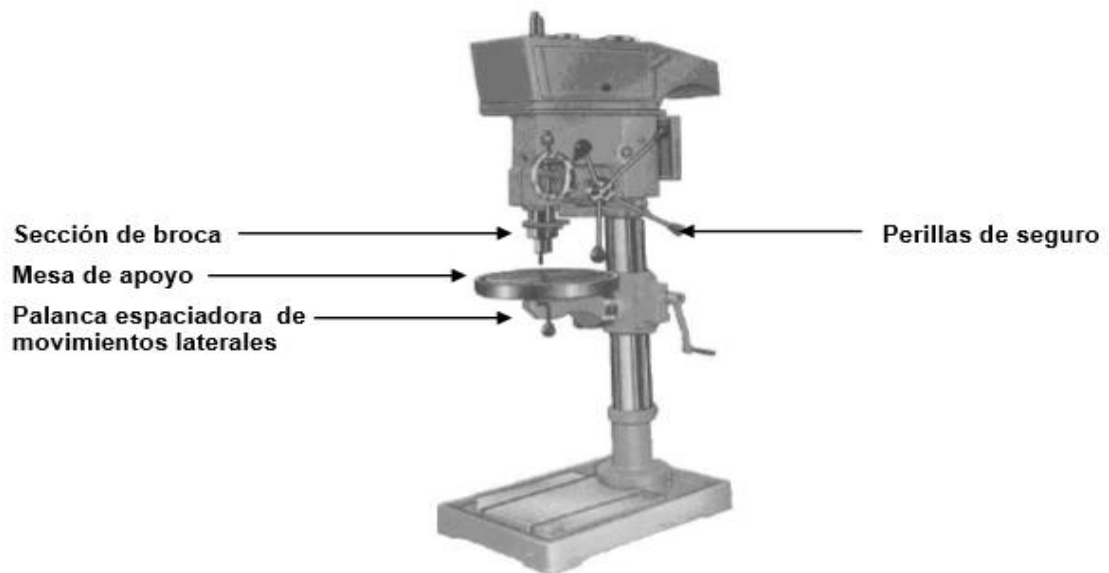
**Fuente:** (SERRANO, 2001)

## 2.7. TALADRADO.

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

En el proceso de taladrado se realizan dos movimientos: el movimiento de corte y de avance. Estos dos movimientos siempre se realizan salvo en máquinas de taladro profundo en las cuales no hay movimiento de corte ya que la pieza se hace girar en sentido contrario a la broca.

**Ilustración 19 Taladro de Banco**



*Fuente:* (SERRANO, 2001)

## 2.8. DEFECTOS EN EL MAQUINADO DE MADERA.

### 2.8.1. Grano arrancado

Es la falla que se produce cuando los efectos corren por debajo del plano de corte, produciéndose el tipo de viruta, la cual se forma cuando la herramienta entra en la pieza, la madera es comprimida en forma local y no uniforme hasta que la cara de la herramienta entre en contacto con la superficie entera de la sección transversal de la viruta. (SERRANO, 2001) Este defecto se debe a varias causas principales, entre las que destacan:

- Elevada inclinación del grano (grano entrecruzado, ondulado, etc.).
- Elevada velocidad de avance de la Madera.
- Elevado ángulo de ataque ( $30^\circ$  o más).
- Madera de alta dureza y muy seca (por debajo de 12% de contenido de humedad).
- Profundidad de corte elevado (más de 3mm, por pasada en el cepillado).

#### Ilustración 20 Grano Arrancado



Fuente (SERRANO, 2001))

### 2.8.2. Grano velloso o algodónado.

Se asocia con la presencia de madera en tensión, y que se presenta en todos los ensayos de maquinado. En la mayoría de los casos se pueden corregir durante el proceso de lijado, pero requiere de un mayor costo, tanto a nivel de esfuerzo como de tiempo. (SERRANO, 2001)

Las principales causas del defecto son:

- Madera de tención debido al crecimiento anormal del árbol.
- Angulo de ataque pequeño ( $15^\circ$  o menos).
- Madera húmeda.
- Madera de baja dureza.

### **Ilustración 21 Grano Velloso**



**Fuente:** (SERRANO, 2001)

### **2.8.3. Grano levantado o astillado**

Es la condición de aspereza que presenta la superficie de la madera cuando las fibras o traqueidas se desprenden de la superficie maquinada dejando pequeñas huellas en forma de agujeros. (VARGAS.J, 2013)

El grano astillado se genera debido al grano inclinado y también a la presencia del grano irregular alrededor de los nudos. (ZAVALA, 1976)

### Ilustración 22 Grano Astillado



**Fuente:** (ZAVALA, 1976)

#### 2.8.4. Grano rugoso

Este defecto se presenta en las operaciones de cepillado, taladrado, moldurado, y torneado, cuando la madera entra en contacto con las cuchillas, estas ejercen presión sobre las fibras, las cuales comprimen a su vez los vasos que, al estar rodeados de parénquima, hacen que al pasar por la cuchilla sobre la madera se hundan antes de ser seleccionados y luego emerjan a la superficie, donde a esta apariencia y sensación ásperas. Pueden también suceder por una separación de láminas por los anillos de crecimiento. (SERRANO, 2001)

### Ilustración 23 Grano rugoso



**Fuente:** (SERRANO, 2001)

Otras causas son:

- Porosidad elevada (circular)

- Mucha presión de los rodillos alimentadores.
- Madera relativamente húmeda.
- Cuchillas con filos redondeados.
- Baja velocidad de avance de la madera.
- Bajo ángulo de corte (10-15°)

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

### 2.8.5. Grano comprimido

Es causado por la viruta que se enrosca en la hoja de la cuchilla y es empujada hacia la superficie de la madera. Este defecto se observa mayormente en ensayo de taladrado. (SOTO, 1976)

### 2.8.5. Calificación de las pruebas de maquinado

La calificación de las probetas con las que se evalúa el maquinado de la madera está referidas a grados de defectos de 1 a 5 de acuerdo a patrones obtenidos de las normas siendo éstas:

**Cuadro 1 Evaluación y Clasificación de las probetas de ensayo**

| Grado | Rango     | Calidad   | Descripción                                      |
|-------|-----------|-----------|--|
| 1     | 0,0 – 1,0 | Excelente | Libre de defectos                                |
| 2     | 1,0 – 2,0 | Buena     | Con defectos superficiales que pueden eliminarse |
| 3     | 2,0 – 3,0 | Regular   | Con defectos marcados.                           |
| 4     | 3,0 – 4,0 | Pobre     | Con defectos severos                             |
| 5     | 4,0 – 5,0 | Muy pobre | Con defectos muy severos                         |

**Fuente:** (NORMAS ASTM-D-1666 – 87 (Re aprobado en 1999))

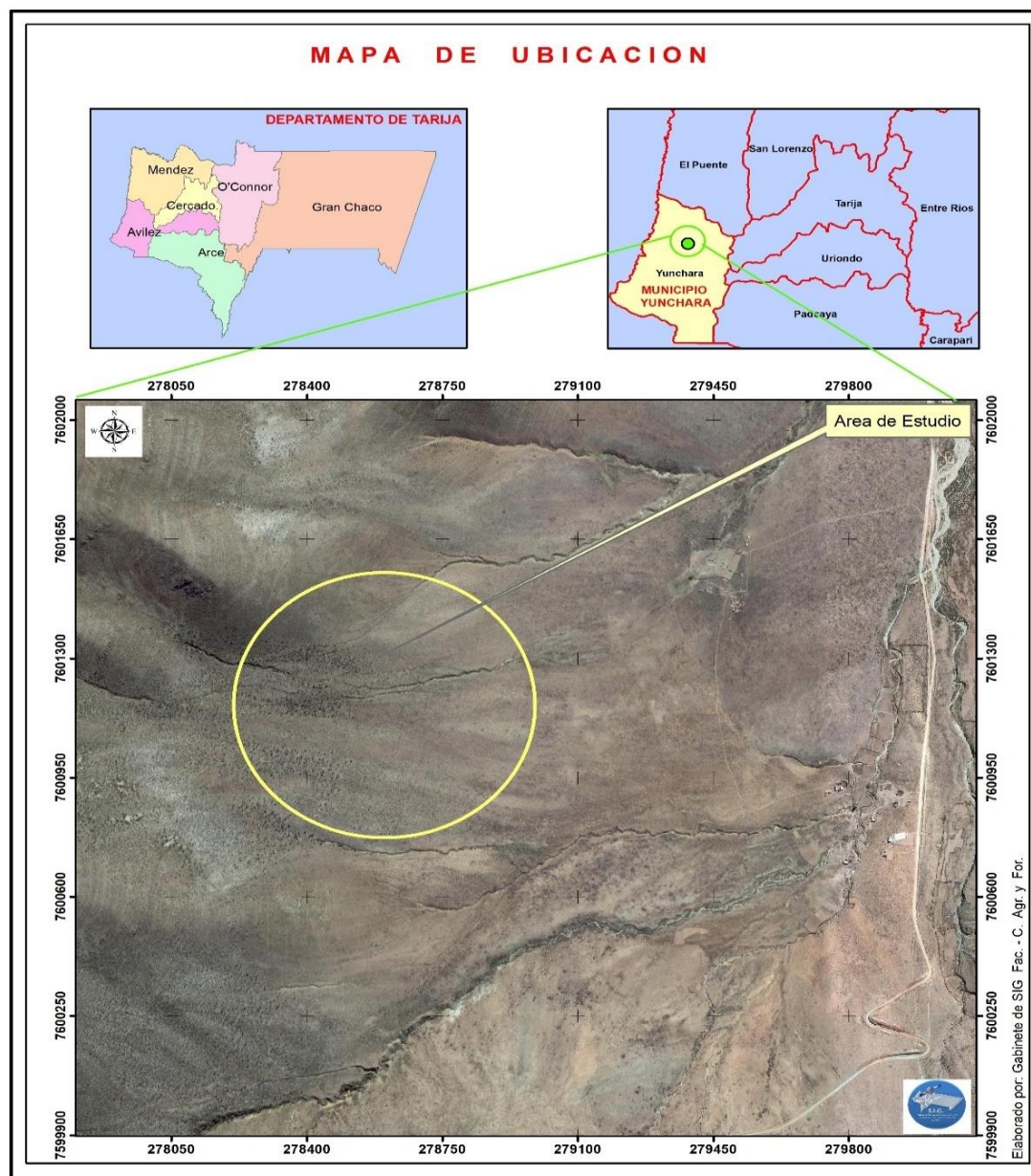
**CAPÍTULO III**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

- MAPA DE UBICACIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO.



**Fuente:** Elaboración propia 2023

### **3.1.1. Localización.**

El área de extracción de la muestra está ubicada en la comunidad de Ramadas distrito de Yunchará departamento de Tarija. Las coordenadas geográficas corresponden 21°40'42.7"S 65°08'26.5"W con alturas de 3.320 m.s.n.m.

### **3.1.2. Accesibilidad.**

La comunicación vial existente de la comunidad de Ramadas en el municipio de Yunchará, es mediante un camino carretero de tierra, que integran así el norte con la comunidad San Luis de Palqui y al sur o estés con la comunidad de Pasajes Tajzara, que actualmente se encuentra en malas condiciones para transitar con vehículos de alto tonelaje. Cabe señalar que en tiempo de lluvia se dificulta el acceso por la falta de mantenimiento de los caminos

### **3.1.3. Usos de la tierra.**

El uso del suelo está por encima de su Capacidad de Uso Mayor. Las categorías de frágil y muy frágil abarcan el 90 % de las tierras y corresponden a las clases IV-VII, uso ganadero extensivo con limitaciones, razón por la cual estas tierras deben ser manejadas con criterios de sostenibilidad, para evitar el deterioro de la cobertura vegetal. (GOBIERNO MUNICIPAL DE YUNCHARÁ, 2009).

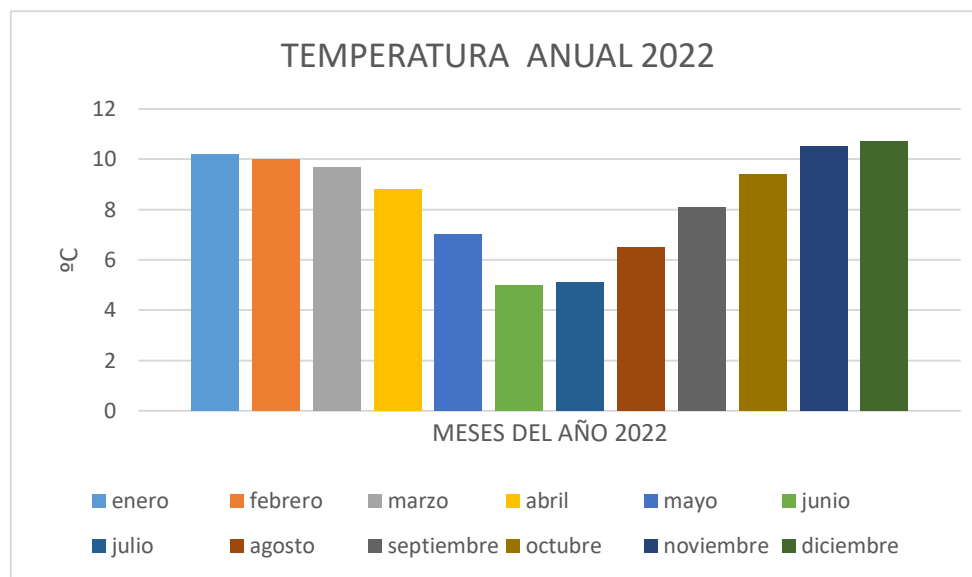
## **3.2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS**

### **3.2.1. Clima.**

El clima de la región es frío, característico de la puna; con precipitaciones anuales de 310 mm distribuida en 6 meses del año de noviembre a abril, con más frecuencia las lluvias de diciembre a febrero. La temperatura media es de 6,2 °C con una máxima media de 14,8 °C y una mínima media de - 2,4 °C. teniendo valores extremos en diciembre con 24,4°C y en julio con -17,2 °C. a partir de esto se deduce que la región es bastante fría con largos periodos de temperaturas inferiores a los 0°C. La

evaporación potencial estimada con el método de Thoronwaite es de 492 mm./año. Según el balance hídrico de Thoronwaite la región pertenece a un clima semiárido, (Galarza,1997).

**Diagrama 1 Temperatura Anual**



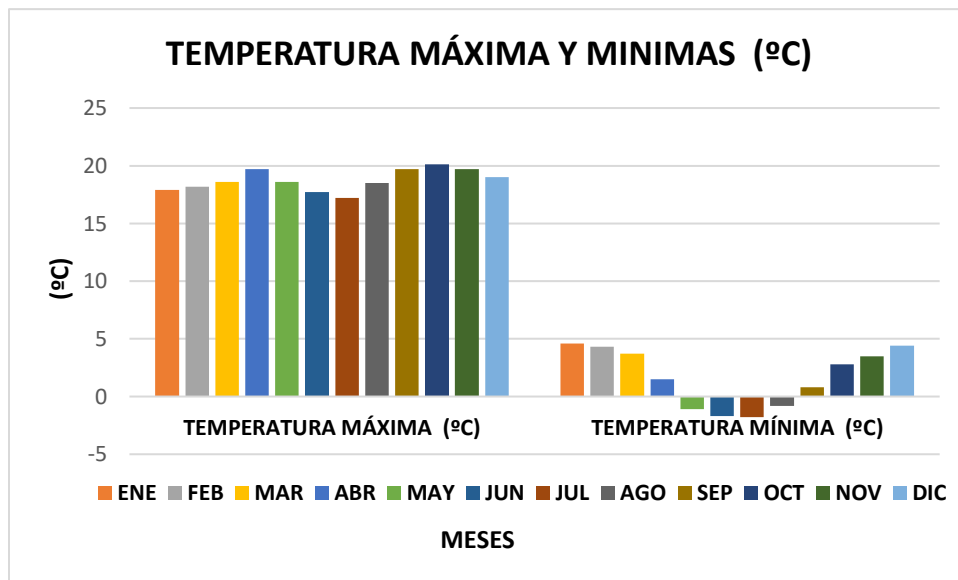
**Fuente:** (SENAMHI, 2022)

### 3.2.2. Temperaturas máximas

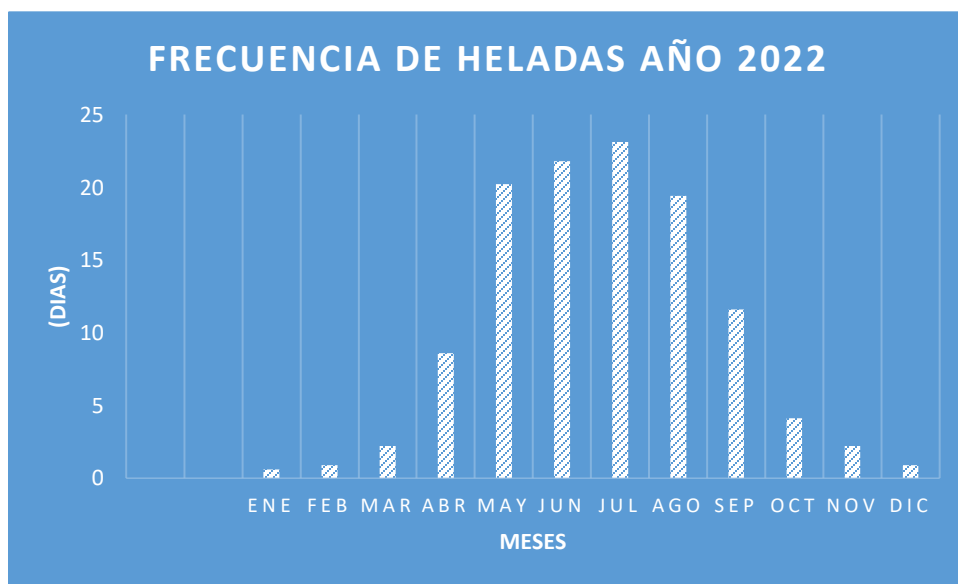
El mes más cálido (con el máximo promedio de temperatura alta) es Diciembre (20.1°C). El mes con el promedio de temperatura alta y el mes con temperatura más bajo es Julio (16.7°C).

El mes con el promedio de temperatura baja más alto es **Diciembre** (12.5°C). El mes más frío (con el promedio de temperatura baja más bajo) es **Julio** (5.2°C).

**Diagrama 2 temperaturas máximas**



**Diagrama 3 frecuencia heladas día**

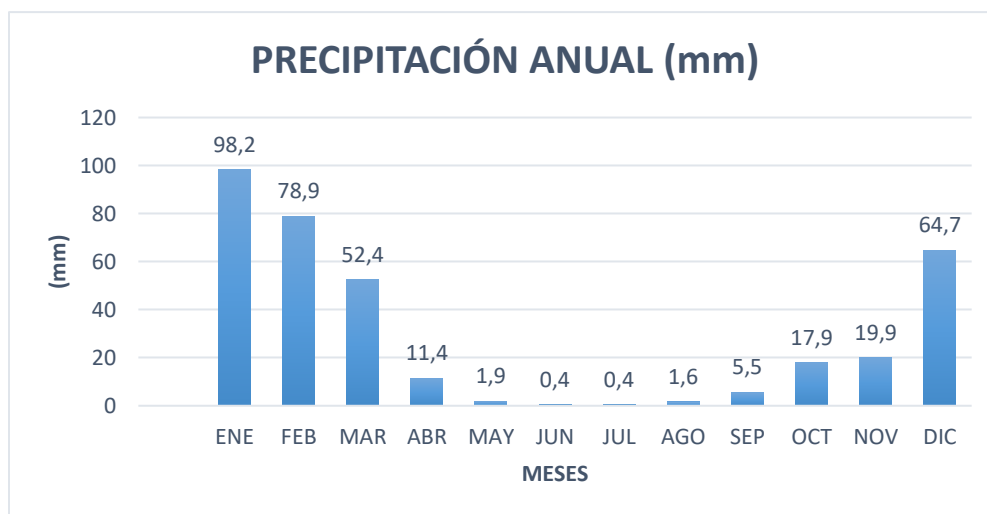


**Fuente:** (SENAMHI, 2022)

### 3.2.3. Cantidad de precipitación.

El mes más húmedo (con la precipitación más alta) es Enero (167mm). El mes más seco (con la precipitación más baja) es Junio (7mm).

**Diagrama 4 Cantidad de Precipitación**



**Fuente:** (SENAMHI, 2022)

La temperatura en la zona de Cabeceras de Valle El clima en esta zona es semiárido y templado frío, con una temperatura media en los meses calurosos de octubre a marzo y la mínima media en los meses de invierno: mayo a septiembre, que corresponden también a la época seca, con características de Precipitación pluvial concentrándose las lluvias en los meses de diciembre a marzo, los Riesgos Climáticos de mayor incidencia, son las heladas, localizadas en los meses de agosto a octubre; sin embargo, ocurren heladas tardías y tempranas. Las primeras se registran en los meses de febrero a marzo, ocasionan que los cultivos alcancen la madurez fisiológica y las tardías en los meses de octubre a noviembre, durante el inicio del ciclo vegetativo. Las granizadas le siguen en importancia, que generalmente se presentan en los meses de octubre a enero y producen pérdidas considerables en producción agrícola. (GOBIERNO MUNICIPAL DE YUNCHARÁ, 2009)

### 3.2.4. Suelo.

En la cuenca de Tajzara el suelo es pedregoso, perteneciendo al grupolitic calciortides del orden aridisoles. Este suelo es muy superficial y la textura dominante es franco arenoso hasta los 25 cm de profundidad. En este horizonte se encuentra un PH (OH) suavemente alcalino, en el horizonte subsuperficial es neutro. Encontró erosión de suelo demostrado por áreas sin materia orgánica y vegetación (TEOFILO, 1997)

### 3.2.5 Vegetación.

En las ecoregiones Puna y Alto Andina se han identificado 305 especies. Las que tienen mayor representatividad están entre las familias Asteraceae, Poaceae y Cactaceae. Se destaca en la cuenca de Tajzara el bosque de Quewiña (*Polylepis tomentella Wedd*), yareta (*Azorella compacta*) y varias especies de tholas (*Baccharis* spp.). (GOBIERNO MUNICIPAL DE YUNCHARÁ, 2009).

La vegetación más frecuente en la zona es mayormente de gramíneas con los géneros *Festuca*, *Stipa*, *Aristida*, *Calamagrostis* y otros.

Al mismo tiempo existen especies arbustivas como *Parastrephia*, *Tetraglochin*, etc. Entre las especies arbóreas tenemos al género (*Polylepis*).

La zona del altiplano se caracteriza por la vegetación que corresponde a una estepa, pastizales, tholares y otras especies xerofíticas que se constituyen en alimento para el ganado existente, todas estas especies son perennes.

**Cuadro 2 Arbustos**

| <b>Género y Especie</b>         | <b>Familia</b> | <b>Nombre Común</b> |
|---------------------------------|----------------|---------------------|
| <b>Parastrephia lepidophila</b> | Compositaceae  | T'hola              |
| <b>Fabiana densa</b>            | Solanaceae     | T'holillas          |
| <b>Tetraglochim cristatum</b>   | Rosaceae       | Kànlla              |
| <b>Adesmia espinosissima</b>    | Leguminosas    | Churquisitos        |
| <b>Satureja Parviflora</b>      | laviadas       | muña                |
| <b>Adesmia horridiuscula</b>    | Leguminosas    | Churquisitos        |

**Fuente:** (GOBIERNO MUNICIPAL DE YUNCHARÁ, 2009)

**Cuadro 3 pastos**

| <b>Género y Especie</b>    | <b>Familia</b> | <b>Nombre Común</b> |
|----------------------------|----------------|---------------------|
| <b>Festuca orthophilla</b> | Gramíneas      | Paja brava          |
| <b>Festuca scripifolia</b> | Gramíneas      | Paja blanca         |
| <b>Stipa ichu</b>          | Gramíneas      | Paja amarilla       |
| <b>Distinchlis humilis</b> | Gramíneas      | Brama               |
| <b>Trifolium amabilis</b>  | Leguminosas    | Alfilla             |
| <b>Bromus unioloides</b>   | Gramíneas      | Cebadilla           |

**Fuente:** (GOBIERNO MUNICIPAL DE YUNCHARÁ, 2009)

**Cuadro 4 Arboles**

| Género y Especie             | Familia       | Nombre Común |
|------------------------------|---------------|--------------|
| <i>Polylepis tomentella</i>  | Rosaceae      | Queñua       |
| <i>Acacia faddeana haras</i> | mimosaceae    | Palqui       |
| <i>Schinus molle</i>         | anacardiáceae | Molle        |

**Fuente:** (GOBIERNO MUNICIPAL DE YUNCHARÁ, 2009)

### 3.2.6. Relieve.

La comunidad Ramadas se encuentra en el segundo piso altitudinal del municipio de Yunchará (La cabecera de valles), por las características topográficas que presenta tiene un relieve ondulado escapado. (GOBIERNO MUNICIPAL DE YUNCHARÁ, 2009).

### 3.2.7. Fauna.

**Cuadro 5 Principales especies de animales en el Municipio de Yunchará Comunidad Ramadas año 2007**

| Nombre común | Nombre científico       |
|--------------|-------------------------|
| Vicuña       | Vicugna vicugna         |
| Vizcacha     | Lagidium viscacia       |
| Chinchilla   | Chinchilla brevicaudata |
| Chinchillón  | Abrocoma cinérea        |
| Gato andino  | Felis jacobita          |
| Zorrino      | Conepatus rex           |
| Cóndor       | Vultur gryhus           |

**Fuente:** (GOBIERNO MUNICIPAL DE YUNCHARÁ, 2009)



#### **4. MATERIALES.**

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizó una serie de materiales, equipos y maquinaria para poder desarrollar el estudio de trabajabilidad (Cepillado, Lijado, Taladrado, Moldurado y Torneado) Queñoa (*Polylepis Tomentella Wedd*) Los mismos que a continuación se describen:

##### **4.1.1. Materiales de gabinete**

- Mapas y cartas geográficas de la zona.
- Libreta de anotaciones
- Norma COPANT MADERAS
- Calculadora
- Material de escritorio
- Planillas de registro
- Norma (ASTM-D, 1666-87,1999)
- Consideraciones de la madera alto andinas (PADT-REFORT, 1981).
- Impresora

##### **4.1.2. Material a Biológico**

- *Queñua (Polylepis tomentella Wedd)*

##### **4.1.3. Materiales de campo**

- Motosierra
- Cámara fotográfica

- Vehículo para el transporte del material
- Machetes
- Flexómetro
- Brújula
- Libreta de campo
- Spray color Rojo
- Parafina
- GPS Garmin etrex 64s
- Plumón indeleble
- Brocha

#### **4.1.4. Maquinaria de carpintería.**

- Cepilladora.
- Torneadora.
- Máquina Tupí.
- Taladro de banco.
- Cierra sin fin.
- Lijas.

#### **4.1.5. Materiales y equipo de gabinete.**

- Material de escritorio.
- Formulario
- Calculadora
- Laptop ASUS VIVOBOK15

## **4.1. METODOLOGÍA.**

La metodología empleada en la presente investigación es cuantitativa.

### **4.1.1. Método de investigación**

Se aplicó el método descriptivo con un diseño cuantitativo, que estuvo basado en la observación y evaluación de los procesos de maquinado de la madera, donde se identificó, registro y cuantifico los defectos de cada uno de las probetas de los respectivos ensayos (Cepillado, Lijado, Moldurado, Taladrado y Torneado). El dimensionamiento y los ensayos de las probetas se realizó teniendo en cuenta como base referencial a la Norma (ASTM-D, 1666-87,1999) y las consideraciones de la (PADT-REFORT, 1981).

### **4.1.2. Técnicas y Normas empleadas.**

Las técnicas empleadas en el presente trabajo se encuentran dentro de las normas de la (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-87(1999) de igual forma se aplicaron las NORMAS COPANT 458 selección y colección de muestras y NORMAS COPANT 460, métodos de determinación del contenido de humedad, con la finalidad que los resultados, sean confiables y aplicables y tengan un marco de referencia técnico y científico. Para la correcta selección y colección de muestras, para la misma se aplicó 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 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.

**Cuadro 6 Normas COPANT**

| NORMAS                               | TEMA  |
|--------------------------------------|---|
| COPANT 459                           | Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos                 |
| COPANT 458                           | Selección y colección de muestras   |
| COPANT 460                           | Método de determinación del Contenido de Humedad  |
| ASTM-D-1666 – 87(REAPROBADO EN 1999) | Métodos estándar para realizar pruebas de mecanizado de madera y materiales a base de madera. |

#### **4.1.3. Selección y colección de muestras.**

Para el procedimiento del estudio de la trabajabilidad de la madera se realizó mediante la norma panamericana COPANT 458; La muestra se basó en el sistema de selección al azar de modo que cada uno de las unidades componentes (árbol, troza y probeta), tengan la misma posibilidad de ser elegidas. La selección de probetas destinado a ensayos tecnológicos comprende los siguientes pasos:

- Selección de la zona.
- Ubicación del árbol.
- Selección de los árboles.
- Identificación de la especie.
- Selección de las trozas.
- Extracción de las trozas.
- Obtención de probetas para el estudio de la trabajabilidad.

- Obtención de viguetas dentro de las trozas.
- Codificación de las probetas.

#### **4.1.4. Selección de zona.**

Se llevó a cabo en provincia José María Avilés, Municipio Yunchará, Comunidad Ramadas sector donde se llevó a cabo el muestreo de árboles.

#### **4.1.5. Ubicación del Árbol.**

Los árboles que constituyen la muestra deberán ser ubicados, marcados y georeferenciados (uso de GPS), inclusive se debe registrar los rumbos y distancias con cinta métrica o cartabones de pasos, con respecto a un punto de referencia, para facilitar su localización.

#### **4.1.6. Selección de los árboles**

Se seleccionaron aleatoriamente seis árboles, tomando en consideración el estado fitosanitario, rectitud del tronco, diámetro representativo poblacional y accesibilidad al lugar, según las especificaciones de la norma COPANT 458.

En cada parcela se eligió al azar 2 árboles por bloque haciendo un total de 6 árboles en las diferentes parcelas tomando en cuenta las características vegetativas de la especie al ser apeada como: Fuste sano diámetro a la altura de pecho y calidad del árbol. (anexo 4)

**Cuadro 7 Selección de Arboles**

|             |                 |                            |
|-------------|-----------------|----------------------------|
| <b>ZONA</b> | <b>BLOQUE 1</b> | <b>Parcela 1</b>           |
|             |                 | <b>Parcela 2 (2 árbol)</b> |
|             |                 | <b>Parcela 3</b>           |
|             | <b>BLOQUE 2</b> | <b>Parcela 1 (2 árbol)</b> |
|             |                 | <b>Parcela 2</b>           |
|             |                 | <b>Parcela 3</b>           |
|             | <b>BLOQUE 3</b> | <b>Parcela 1</b>           |
|             |                 | <b>Parcela 2</b>           |
|             |                 | <b>Parcela 3 (2 árbol)</b> |

**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.1.7. Identificación de la especie.**

El árbol fue identificado sobre la base del material botánico completo. Estando el árbol en pie y luego tumbado, se registro los datos referentes al árbol en una ficha de campo. Una vez tumbado el árbol se tomaron muestras con hojas, flores y/o frutos, ramitas y cortezas, para su identificación posterior. El material así obtenido será herborizado de acuerdo con las técnicas recomendadas (Norma COPANT 458)

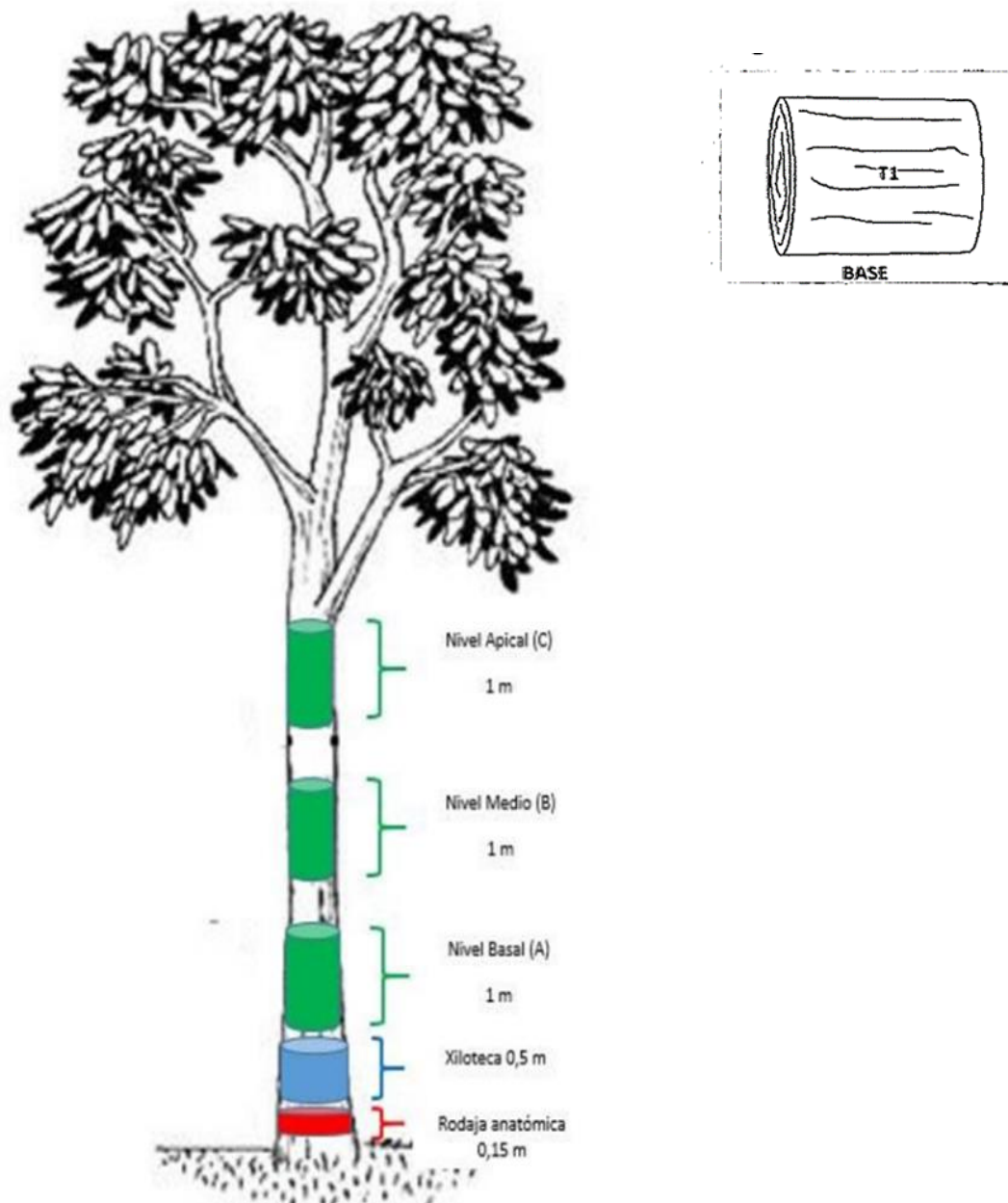
#### **4.1.8. Selección de las trozas**

Se realizó el apeo, desramado y se dividió el fuste en secciones de 1 m, los cuales fueron marcados con pintura desde la parte inferior a la superior de la troza, para poder identificarlos rápidamente. Las trozas se eligieron por sorteo, anotando los datos de cada troza en las planillas.

Trozado del fuste El trozado del fuste para la obtención de probetas para los ensayos de trabajabilidad se siguió el siguiente esquema de trozado. (Tomado de la Norma ISO 4470- 1982). El esquema de trozado del fuste permitió la toma de muestras por niveles

longitudinales del fuste (uno nivel). Las trozas obtenidas fueron marcadas con el número de árbol seguido el número de la troza.

**Ilustración 24 Distribución de nivel de fuste del árbol**



**Fuente:**(VIVANCO, 2017)

### Ilustración 25 Obtención de tablones



#### 4.1.8. Obtención de las probetas en las trozas.

La obtención de las probetas se realizó de acuerdo a las normas correspondientes en cada uno de los ensayos de trabajabilidad para lo mismo se utilizaron probetas en números y dimensiones como refleja la siguiente tabla; en las mismas probetas se realizó varios ensayos como: cepillado, lijado, taladrado, moldurado, torneado.

### Ilustración 26 Obtención de las probetas en las trozas





**Cuadro 8 Dimensiones y números de probetas para los ensayos de Trabajabilidad**

| ENSAYO    | DIMENSIONES DE PROBETAS (CM) |              | N° DE ARBOLES | PLANO DE CORTE | N° DE PROBETAS | N° TOTAL DE PROBETAS |
|-----------|------------------------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------------|
| CEPILLADO | Espesor                      | 4 x 10 X 100 | 6             | TANGENCIAL     | 9              | 27                   |
|           | Ancho                        |              |               | RADIAL         | 9              |                      |
|           | Largo                        |              |               | OBLICUO        | 9              |                      |
| LIJADO    | Espesor                      | 4 x 10 X 100 | 6             | TANGENCIAL     | 9              | 27                   |
|           | Ancho                        |              |               | RADIAL         | 9              |                      |
|           | Largo                        |              |               | OBLICUO        | 9              |                      |
| MOLDURADO | Espesor                      | 3 x 10 X 30  | 6             | TANGENCIAL     | 3              | 9                    |
|           | Ancho                        |              |               | RADIAL         | 3              |                      |
|           | Largo                        |              |               | OBLICUO        | 3              |                      |
| TALADRADO | Espesor                      | 3 x 10 X 30  | 6             | TANGENCIAL     | 3              | 9                    |
|           | Ancho                        |              |               | RADIAL         | 3              |                      |
|           | Largo                        |              |               | OBLICUO        | 3              |                      |
| TORNEADO  | Espesor                      | 2 x 2 X 12,5 | 6             | TANGENCIAL     | 3              | 9                    |
|           | Ancho                        |              |               | RADIAL         | 3              |                      |
|           | Largo                        |              |               | OBLICUO        | 3              |                      |

Las probetas, previo al ensayo, se sometieron a un proceso de secado aplicando la técnica de secado apilado cuadrado horizontal bajo cubierta, hasta llegar al punto de equilibrio de 12% de contenido de humedad en las probetas.

**Ilustración 27 Secado de probetas**



**Cuadro 9 Selección de las probetas e identificación de defectos**

| PROBETAS                   | %    | N.º DE PROBETAS |   | DEFECTO           | PLANO DE CORTE |
|----------------------------|------|-----------------|---|-------------------|----------------|
| SELECCIONADAS              | 0,70 | 37              |   | —                 | tangencial     |
|                            |      |                 |   |                   | radial         |
|                            |      |                 |   |                   | oblicuo        |
| RECHAZADAS                 | 0,30 | 13              | 3 | probetas torcidas | tangencial     |
|                            |      |                 | 4 | probetas rajadas  | radial         |
|                            |      |                 | 6 | probetas torcidas | oblicuo        |
| <b>TOTAL,<br/>PROBETAS</b> | 100  | 50              |   |                   |                |

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.1.9. Codificación de las probetas

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

$$A_1P_1T \rightarrow AG \leftarrow AC$$

$A_1$  : hace mención al número de árboles.

$P_1$ : 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 grano (AC).

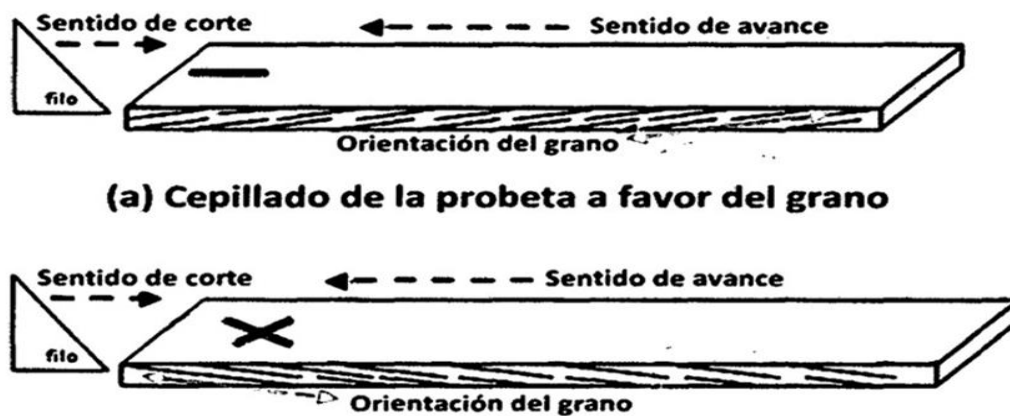
### 3.3. DESARROLLO DE LOS ENSAYOS

Los ensayos se realizaron de acuerdo a la norma ASTM-D-1666 – 87 (Re aprobado en 1999), teniendo en cuenta que se empleó la maquina disponible en el aserradero y en el laboratorio de la universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

#### 4.3.1. Ensayo de cepillado.

Para la realización de este ensayo se elaboraron 27 probetas, distribuidas en tres planos; Tangencial, Radial, Oblicuo.

Ilustración 28 cepillado a favor y contra grano



Fuente: (ADVINCULA, 2020)

### Ilustración 29 Ensayo de Cepillado



#### 4.3.1.1. Resultados de ensayos de cepillado.

Se evaluó los defectos y se registrarón el defecto dominante de acuerdo con el principio de que grano arrancado tenga mayor gravedad. Los defectos a ser considerados fueron: grano velloso, grano arrancado, grano levantado (astillado).

Los defectos se calificarón tomando en cuenta la siguiente clasificación.

**Cuadro 10 Clasificación de los defectos**

| Rango     | Calidad   |
|-----------|-----------|
| 0.0 - 1.0 | Excelente |
| 1.0 - 2.0 | Bueno     |
| 2.0 - 3.0 | Regular   |
| 3.0 - 4.0 | Malo      |
| 4.0 - 5.0 | Muy malo  |

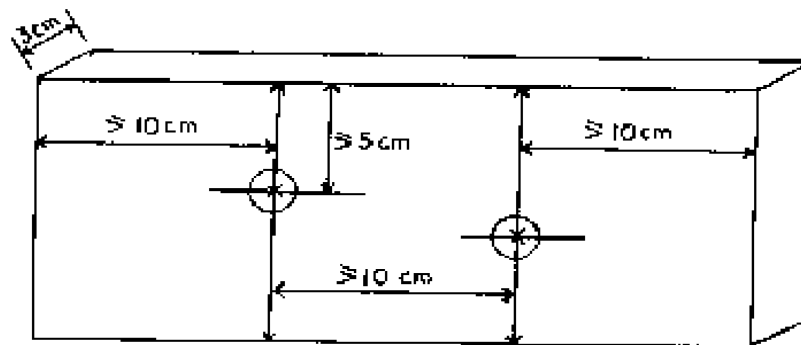
**Fuente:** (ZAVALA, 1976)

#### 4.3.1.2. Ensayo de taladrado.

Se utilizó 9 probetas, debidamente orientadas: 3 tangenciales, 3 oblicuas y 3 radiales, de 30 cm de longitud, 10 cm de ancho y 3 cm de espesor. Se realizaron dos ensayos por probeta, uno a cada extremo, a una distancia de 10 cm de los extremos y a 4.5 cm de los cantos. Se aplicó una carga constante de 30 kg para realizar la penetración y se cronometró el tiempo que tarda la broca en pasar de un lado a otro.

La calidad de grados de defectos se realizó tomando en cuenta los siguientes defectos: grano levantado, grano veloso y grano arrancado.

**Ilustración 30 Probeta para ensayo de taladrado**



Este ensayo se calificó en 5 grados repartidos entre el peor y el mejor de los materiales ensayados, y se registrarán.

#### 3.3.1.3. Elemento cortante para el ensayo de taladrado

Se utilizó una broca de doble hélice sin alas (H.S.S.) ser de 1 pulg. (25 mm) del tipo de punta de clavo de centro sólido de una sola torsión. En cada probeta se efectuaron dos orificios, uno con velocidad de giro 500 rpm y la otra de 1000 rpm con una velocidad de alimentación manual.

### Ilustración 31 Broca para ensayo de taladrado



#### 3.3.1.4. Equipo para ensayo de taladrado.

Se usó un taladro eléctrico de un eje, de alimentación automática o manual, con un rango de velocidad de 500- 2500 r.m.p y se ensayó con dos velocidades: 1000 r.p.m y otra con 500 r.p.m.



Los defectos se calificaron así:

**Cuadro 11 Clasificación de defectos en taladrado**

| Rango     | Calidad   |
|-----------|-----------|
| 0.0 - 1.0 | Excelente |
| 1.0 - 2.0 | Bueno     |
| 2.0 - 3.0 | Regular   |
| 3.0 - 4.0 | Malo      |
| 4.0 - 5.0 | Muy malo  |

**Fuente:** (Zavala Z., 1994)

### 3.3.2. Ensayo de torneado.

En este ensayo se utilizó dos clases de gubias: una de 2 cm de ancho, con un radio de curvatura exterior de 1 cm (arista) y afilada en el lado convexo, con un ángulo de hierro de 30 grados, para así obtener ángulos de corte de 0° y 15 °; la segunda gubia de 2 cm de ancho, y un radio de curvatura exterior de 1 cm (arista) y afilada en la parte cóncava con un ángulo de hierro de 40°, para obtener un ángulo de corte de 40°.

Se determinó el tiempo de penetración con la ayuda de un cronómetro esto con el fin que el tiempo de penetración sea similar para los tres tipos de corte.

#### 3.3.2.1. Calificación.

La calidad de grados de defectos se realizó de acuerdo a la Norma ASTM D-1666-87 tomando en cuenta: Grano arrancado, grano vellosa y grano levantado. El porcentaje de afectación de defectos se realizó por medición directa en las zonas afectadas de cada probeta, auxiliándose de una lupa para identificar los tipos de defectos presentados en las probetas.

Se calificó en 5 rangos en el grano arrancado y la vellosidad en el fondo paralelo a las fibras y se registrarón.

**Cuadro 12 Clasificación de rango en grano arrancado**

| Rango     | Calidad   |
|-----------|-----------|
| 0.0 - 1.0 | Excelente |
| 1.0 - 2.0 | Bueno     |
| 2.0 - 3.0 | Regular   |
| 3.0 - 4.0 | Malo      |
| 4.0 - 5.0 | Muy malo  |

**Fuente:** (Zavala Z., 1994)

### 3.3.3. Ensayo de lijado.

Se utilizó una lijadora de banda con mesa o una lijadora portátil, debiéndose especificar las características de la máquina (velocidad de la lija, potencia del motor, longitud de la lija, dimensiones del plato, carga). Para la lijadora de mesa se deberá ensayar con un plato de 15 cm de largo.

El ensayo de lijado se dividió en dos fases. El primer proceso de lijado (remoción con lija N°60) se lo realizó con la finalidad de obtener una superficie lisa a partir de una superficie brusca, consecuencia del maquinado previo (cepillado). El segundo proceso se realizó la remoción con la lija N°100.

El propósito de este ensayo fue determinar la eficiencia, calidad superficial y tipos de defectos ocasionados con los dos tipos de lijas.

**lija N°60**



**lija N°100**





### 3.3.3.1. Procedimientos.

Se realizó tres pasadas con la lija en cada una de las probetas a favor y en contra del grano con la finalidad de remover 0,5 mm de espesor. Después del lijado inmediatamente se determinó la temperatura de la lija tocando la superficie de la madera calificándose la temperatura como alta, (temperatura humana 37) se midió la velocidad de desgaste de la lija y velocidad de ensuciamiento esto relacionado con la eliminación fácil o difícil de las partículas de la madera. La relación se midió con la ayuda de la siguiente fórmula.

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

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

Por tanto:

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

### 3.3.3.2 Calificación.

Calificación de Ensayo de Remoción con Lija N° 60 se calificará de acuerdo a 5 grados o rangos y se hicieron las observaciones pertinentes a la remoción de suciedad, desgaste de lija y temperatura.

Los defectos se calificarán tomando en cuenta la siguiente clasificación:

**Cuadro 13 Clasificación de ensayo Remoción con lija N.º 60**

| Rango     | Calidad   |
|-----------|-----------|
| 0.0 - 1.0 | Excelente |
| 1.0 - 2.0 | Bueno     |
| 2.0 - 3.0 | Regular   |
| 3.0 - 4.0 | Malo      |
| 4.0 - 5.0 | Muy malo  |

Fuente: (Zavala Z., 1994)

Calificación de lija N° 100

Se obtuvo una calificación de los defectos de rayado y vellosidad en 5 grados o rangos de calidad elaborando las observaciones complementarias de ensuciamiento, facilidad de remoción de suciedad, desgaste y temperatura.

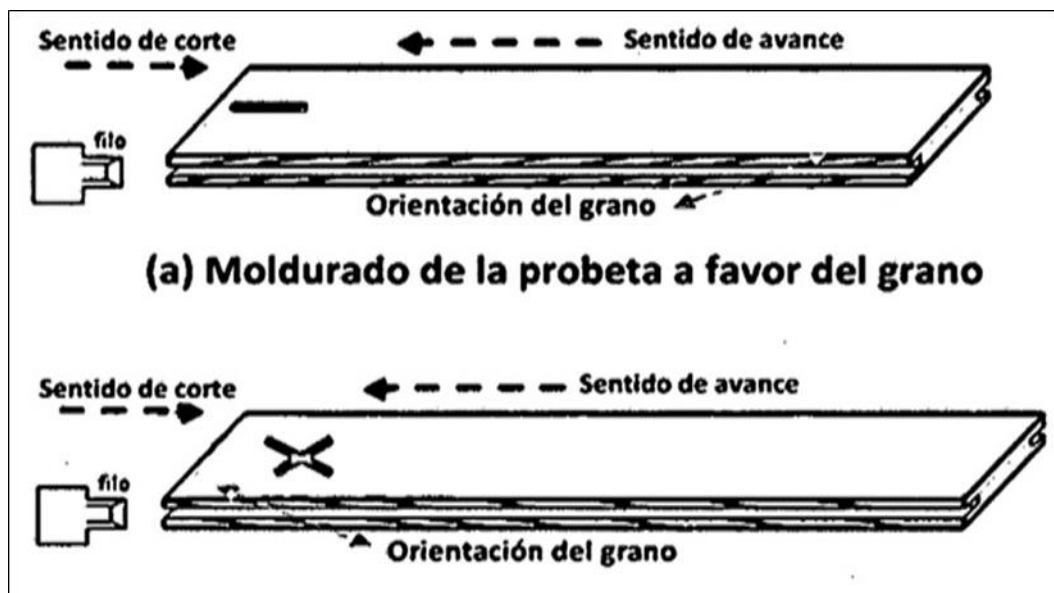
El calentamiento se determinó después de dos pasadas consecutivas, (una pasada de ida seguida inmediatamente por una de vuelta).

La facilidad de remoción de suciedad y velocidad de desgaste se determinó en forma similar a lo indicado para lija N° 60.

#### 3.3.4. Ensayo de moldurado.

Para este ensayo se utilizó las probetas de cepillado, lijado, taladrado.

**Ilustración 32 Moldurado a favor y contra grano**



Fuente: (ADVINCULA, 2020)

#### **3.3.4.1. Elemento de corte para ensayo de moldurado.**

Se utilizó una porta cuchillas de aproximadamente 10 cm de diámetro y con un ángulo de la porta cuchillas de más o menos  $30^\circ$  para alojar dos o más cuchillas; la cuchilla tiene un ángulo libre de filo de 20%, ángulo de hierro de  $40''$ , la lengua un ángulo libre lateral de 10% y se realizó un diseño de la cuchilla para producir la hembra del machihembrado.

#### **3.3.4.2 Equipos para el ensayo de moldurado**

Se utilizó la máquina tupí trompo de un eje, de alimentación manual, con una velocidad de giro preferentemente entre 5.000 y 7.000 r.p.m. Se fabricaron cuatro guías de seguridad hechas de madera, las cuales se fijarán con prensas manuales (dos laterales y dos verticales).

#### **3.2.4.3. Calificación.**

Zona 1: (la parte más corta de 8 mm.) astillado y los defectos similares acepillado o sea vellosidad, arrancado o grano levantado.

Zona 2: (la parte más larga, de 10 mm) astillado y vellosidad.

Las probetas se clasificarán en 5 grados en orden creciente según la presencia, frecuencia y magnitud de los defectos mencionados. Se pudo medir la longitud y el número de astillas por metro lineal.

#### **3.3.4.4. Análisis de la Información**

El análisis estadístico se lo realizo mediante estimadores, tales como:

Cuadro14 análisis de la información

|  |   |
|--|---|
| <b>MEDIA ARITMETICA</b>                | $\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$   |
| <b>VARIANZA COMBINADA</b>              | $sc^2 = \left[ \frac{\sum x_1^2 - \left(\frac{\sum x_1}{n1}\right)^2 + \sum x_2^2 - \left(\frac{\sum x_2}{n2}\right)^2}{n1 + n2} \right]$ |
| <b>DESVIACION TIPICA DE LAS MEDIAS</b> | $Scx = \sqrt{\frac{Sc^2}{n1 + n2}}$   |
| <b>LIMITES DE CONFIANZA</b>            | <i>Limite de la madia = <math>\bar{x} +/-(s\bar{x} * t)</math></i>  |
| <b>COEFICIENTE DE VARIACION</b>        | $CV\% = (Sc/sc\bar{x}) * 100$   |

Fuente: Elaboración propia

## 3.4. Grados de calidad para la calificación de los ensayos.

Cuadro15 calificación de los ensayos

| <b>Grado</b> | <b>Calidad</b>               |
|--------------|------------------------------|
| <b>I</b>     | Excelente o defecto muy leve |
| <b>II</b>    | Bueno o defecto leve         |
| <b>III</b>   | Regular o defecto acentuado  |
| <b>IV</b>    | Malo o defecto grave         |
| <b>V</b>     | Muy malo o defecto muy grave |

Fuente: (Norma ASTM D 1666-87, 1994)

### 3.4.1. Ecuación (PADT-REFORT., 1974)

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

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

Dónde:

E = Equivalente de defecto

G= Grado de calidad

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

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

### 3.4.2. Rango de calificación según la calidad para los ensayos.

**Cuadro16 Rango de calificación según la calidad para los ensayos.**

| <b>RANGO</b> | <b>CALIDAD</b> |
|--------------|----------------|
| De 1.0 a 1.5 | Excelente      |
| De 1.6 a 2.5 | Bueno          |
| De 2.6 a 3.5 | Regular        |
| De 3.6 a 4.5 | Malo           |
| De 4.6 a 5.5 | Muy malo       |

# **CAPÍTULO IV**

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1. RESULTADOS**

- Con la finalidad de facilitar el análisis de los resultados de este trabajo, para cada ensayo e evaluó en forma separada cada proceso, ensayo de cepillado, lijado taladrado, moldurado y torneado, así mismo se realizó un análisis independiente a cada probeta, considerando los defectos dominantes de grano arrancado, grano vellosos, grano levantado y grano astillado ya sea a favor del grano como en contra, dependiendo del tipo de ensayo.
- Una vez obtenidos los valores de los ensayos prácticos, se llevó a cabo un análisis estadístico con el fin de la determinación de la dureza como variable dependiente del comportamiento que presentaba la madera de la especie con las que se trabajó respecto a la densidad básica: 0,52 (gr/cm<sup>3</sup>) y contenido de humedad: 110,16 %.
- Grano ligeramente entrecrusado. De textura media a fina tiene un veteado de líneas verticales poco pronunciadas. La madera es semidura es resistente al ataque de hongos e insectos.

#### **5.1.1 CEPILLADO**

##### **5.1.1.1. Procedimiento para la obtención de datos del cepillado.**

A continuación se muestra un cuadro de base de datos explicando el procedimiento de la obtención de datos hasta la obtención de resultados, para un mejor análisis se consideró en el análisis los defectos dominantes de grano arrancado, grano vellosos, grano levantado y grano astillado a favor del grano y contra del grano.

**TABLA 1 BASE DE DATOS CEPILLADO A 30°**

| N° ÁRBOL | PROBETA | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO | CATEGORÍA |
|----------|---------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 6        | 1       | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |         |             | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 2       | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        | EXCELENTE |
|          |         |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          | 3       | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          |         |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
|          | 1       | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |         |             | ←         | 3                     | 4                     | 3-4         | 3,5      | MALA      |
|          | 2       | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |         |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          | 3       | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          |         |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 1       | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 2,5      | REGULAR   |
|          |         |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | BUENA     |
|          | 2       | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |         |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 3       | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          |         |             | ←         | 3                     | 4                     | 3-4         | 3,5      | REGULAR   |
|          | 1       | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        | EXCELENTE |
|          |         |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 2       | RADIAL      | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |         |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | REGULAR   |
|          | 3       | RADIAL      | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |         |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          | 1       | RADIAL      | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
|          |         |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 2       | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        | BUENA     |
|          |         |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          | 3       | RADIAL      | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      | BUENA     |
|          |         |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
| 1        | RADIAL  | →           | 2         | 2                     | 2-2                   | 2           | BUENA    |           |
|          |         | ←           | 3         | 2                     | 3-2                   | 2,5         | REGULAR  |           |
| 2        | RADIAL  | →           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
|          |         | ←           | 3         | 3                     | 3-3                   | 3           | REGULAR  |           |
| 3        | RADIAL  | →           | 1         | 2                     | 1-2                   | 1,5         | BUENA    |           |
|          |         | ←           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |



**TABLA 1 BASE DE DATOS CEPILLADO A 30°**

| N° ÁRBOL | PROBETA | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO | CATEGORÍA |
|----------|---------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1        | OBLICUO |             | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
|          |         |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | REGULAR   |
| 2        | OBLICUO |             | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          |         |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
| 3        | OBLICUO |             | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENO     |
|          |         |             | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
| 1        | OBLICUO |             | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          |         |             | ←         | 3                     | 4                     | 3-4         | 3,5      | MALA      |
| 2        | OBLICUO |             | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          |         |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | REGULAR   |
| 3        | OBLICUO |             | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
|          |         |             | ←         | 4                     | 4                     | 4-4         | 4        | MALA      |
| 1        | OBLICUO |             | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | REGULAR   |
|          |         |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
| 2        | OBLICUO |             | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |         |             | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
| 3        | OBLICUO |             | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | REGULAR   |
|          |         |             | ←         | 3                     | 4                     | 3-4         | 3,5      | MALA      |

**Fuente:** Elaboración propia

#### Descripción del tabla N°1

Se realizó la recopilación de datos a un ángulo de 30° de 6 árboles que se identificaron como muestra, en los diferentes tipos de corte Tangencial, Radial y Oblicuo, a favor y en contra del grano, obteniendo un promedio entre la combinación de la extensión del defecto y severidad del defecto calificando dentro de los rangos de Excelente, Buena Regular y Mala como específica la norma ASTM-D-1666 – 87 (Re aprobado en 1999)

| TABLA 2 VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 M/MIN A FAVOR GRANO TANGENCIAL |          |             |                 |                       |                       |                 |          |
|---|----------|-------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| CORTE TANGENCIAL ÁRBOL 1,2,3,4,5,6 ANGULO DE 30°                    |          |             |                 |                       |                       |                 |          |
| N° ÁRBOL  | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN       | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN     | PROMEDIO |
| 6   | 1        | TANGENCIAL  | →               | 2                     | 2                     | 2-2             | 2        |
|   | 2        | TANGENCIAL  | →               | 1                     | 1                     | 1-1             | 1        |
|   | 3        | TANGENCIAL  | →               | 2                     | 3                     | 2-3             | 2,5      |
|   | 1        | TANGENCIAL  | →               | 2                     | 2                     | 2-2             | 2        |
|   | 2        | TANGENCIAL  | →               | 2                     | 2                     | 2-2             | 2        |
|   | 3        | TANGENCIAL  | →               | 2                     | 3                     | 2-3             | 2,5      |
|   | 1        | TANGENCIAL  | →               | 1                     | 1                     | 1-1             | 1        |
|   | 2        | TANGENCIAL  | →               | 2                     | 2                     | 2-2             | 2        |
|   | 3        | TANGENCIAL  | →               | 2                     | 3                     | 2-3             | 2,5      |
| PROMEDIO  |          |             |                 | 1,778                 | —                     | —               | 1,94     |
| DESV.ESTANDAR   |          |             |                 | 0,441                 | —                     | —               | 0,58     |
| DEFECTO DOMINANTE   |          |             | GRANO ARRANCADO | GRANO VELLOSO         | GRANO LEVANTADO       | GRANO ASTILLADO |          |
| Tangencial 30°  |          |             | 1,89            | 1,47                  | 1,47                  | 1,75            |          |
| CALIFICACION  |          |             | BUENA           | BUENA                 | BUENA                 | BUENA           |          |

|                             |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|
| PROMEDIO                    | 1,944 | 1,778 |
| DESV. ESTANDAR              | 0,583 | 1,658 |
| N DE PROBETAS/ N DE ARBOLES | 9     | 6     |

$$\sum ((G.A) + (G.B) + (G.I) + (G.A))/4$$

| DESARROLLO:                                |                     | CONSTANTES |
|--|---------------------|------------|
| FORM. TIPO DE GRANO                        |                     |            |
| E=(G-1) *F+1 <a href="#">Ver página 68</a> |                     | G.A = 1    |
|  |                     | G.B = 0,5  |
|  |                     | G.I = 0,5  |
|  |                     | G.A = 0,8  |
| <b>G. ARRANCADO</b>                        | <b>G. LEVANTADO</b> |            |
| E= (1,944-1) *1+1                          | E= (1,94-1) *0,5+1  |            |
| <b>1,94</b>                                | <b>1,47</b>         |            |
| <b>G. VELLOSO</b>                          | <b>G. ASTILLADO</b> |            |
| E= (1,94-1) *0,5+1                         | E= (1,94-1) *0,8+1  |            |
| <b>1,47</b>                                | <b>1,75</b>         |            |

### Descripción de la tabla N°2

Se puede observar todos los cálculos del corte tangencial a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min en un ángulo de 30° obteniendo una calificación de buena en todos los tipos de grano.

**TABLA 3 VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 M/MIN A CONTRA GRANO TANGENCIAL.**

| CORTE TANGENCIAL ARBOL 1,2,3,4,5,6 ÁNGULO DE 30° |          |                 |               |                       |                       |             |          |
|--|----------|-----------------|---------------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| N° ÁRBOL   | PROBETAS | ORIENTACIÓN     | DIRECCIÓN     | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
| 6  | 1        | TANGENCIAL      | ←             | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|  | 2        | TANGENCIAL      | ←             | 2                     | 2                     | 2-2         | 1,5      |
|  | 3        | TANGENCIAL      | ←             | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
|  | 1        | TANGENCIAL      | ←             | 3                     | 4                     | 3-4         | 3,5      |
|  | 2        | TANGENCIAL      | ←             | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
|  | 3        | TANGENCIAL      | ←             | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|  | 1        | TANGENCIAL      | ←             | 3                     | 3                     | 3-3         | 2,5      |
|  | 2        | TANGENCIAL      | ←             | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|  | 3        | TANGENCIAL      | ←             | 3                     | 4                     | 3-4         | 2,5      |
| PROMEDIO   |          |                 |               | 2,556                 | —                     | —           | 2,500    |
| DESV. ESTANDAR                                   |          |                 |               | 0,527                 | —                     | —           | 0,5590   |
| DEFECTO DOMINANTE                                |          | GRANO ARRANCADO | GRANO VELLOSO | GRANO LEVANTADO       | GRANO ASTILLADO       |             |          |
| Tangencial 30°                                   |          | 2,500           | 1,75          | 1,75                  | 2,2                   |             |          |
| CALIFICACIÓN                                     |          | REGULAR         | BUENA         | BUENA                 | REGULAR               |             |          |

|                              |       |       |  |
|------------------------------|-------|-------|--|
| PROMEDIO                     | 2,500 | 2,556 |  |
| DESV. STÁNDAR                | 0,559 | 2,05  | $\sum ((G.A) + (G.B) + (G.L) + (G.A))/4$ |
| NDE PROBETAS/<br>NDE ÁRBOLES | 9     | 6     |  |

| DESARROLL                                   | CONSTANTES          |
|---|---------------------|
| FORM. TIPO DE GRANO                         |                     |
| $E=(G-1)*F+1$ <a href="#">Ver página 68</a> | GA=1                |
|   | GB=0,5              |
|   | GI=0,5              |
|   | GA=0,8              |
| <b>G. ARRANCADO</b>                         | <b>G. LEVANTADO</b> |
| $E=(2,500-1)*1+1$                           | $E=(2,500-1)*0,5+1$ |
| <b>25</b>                                   | <b>1,75</b>         |
| <b>G. VELLOSO</b>                           | <b>G. ASTILLADO</b> |
| $E=(2,500-1)*0,5+1$                         | $E=(2,500-1)*0,8+1$ |
| <b>1,75</b>                                 | <b>2,20</b>         |

### Descripción de la tabla N°3

Se puede observar todos los cálculos del corte tangencial a contra grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min en un Ángulo de 30° obteniendo una calificación de buena en dos tipos de grano y regular en dos tipos de grano.

| TABLA 4 VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN DE 12M/MIN A FAVOR DEL GRANO RADIAL. |          |             |                        |                       |                       |                        |          |
|--|----------|-------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------|
| CORTE RADIAL ARBOL 1,2,3,4,5,6 ÁNGULO DE 30°                           |          |             |                        |                       |                       |                        |          |
| N° ÁRBOL   | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN              | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN            | PROMEDIO |
| 6  | 1        | RADIAL      | →                      | 1                     | 1                     | 1-1                    | 1        |
|  | 2        | RADIAL      | →                      | 2                     | 3                     | 2-3                    | 2,5      |
|  | 3        | RADIAL      | →                      | 3                     | 3                     | 3-3                    | 3        |
|  | 1        | RADIAL      | →                      | 2                     | 2                     | 2-2                    | 2        |
|  | 2        | RADIAL      | →                      | 2                     | 2                     | 2-2                    | 2        |
|  | 3        | RADIAL      | →                      | 2                     | 3                     | 2-3                    | 2,5      |
|  | 1        | RADIAL      | →                      | 2                     | 3                     | 2-3                    | 2,5      |
|  | 2        | RADIAL      | →                      | 2                     | 2                     | 2-2                    | 2        |
|  | 3        | RADIAL      | →                      | 1                     | 1                     | 1-1                    | 1        |
| <b>PROMEDIO</b>  |          |             |                        | 1,889                 | —                     | —                      | 2,056    |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>  |          |             |                        | 0,601                 | —                     | —                      | 0,6821   |
| <b>DEFECTO DOMINANTE</b>   |          |             | <b>GRANO ARRANCADO</b> | <b>GRANO VELLOSO</b>  | <b>GRANOLEVANTADO</b> | <b>GRANO ASTILLADO</b> |          |
| Radial 30°   |          |             | 2,056                  | 1,528                 | 1,528                 | 1,845                  |          |
| CALIFICACION   |          |             | REGULAR                | BUENA                 | BUENA                 | BUENA                  |          |
| <b>PROMEDIO</b>  |          |             | 2,056                  | 1,889                 |                       |                        |          |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>  |          |             | 0,682                  | 1,739                 |                       |                        |          |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b>                                 |          |             | 9                      | 6                     |                       |                        |          |

$$\sum ((G.A) + (G.B) + (G.I) + (G.A))/4$$

| DESARROLLO:                                   |                        | CONSTANTES                                     |
|---|------------------------|--|
| <b>FORM. TIPO DE GRANO</b>                    |                        |  |
| $E=(G-1) * F+1$ <a href="#">Ver página 68</a> |                        | G.A = 1<br>G.B = 0,5<br>G.I = 0,5<br>G.A = 0,8 |
| <b>G. ARRANCADO</b>                           | <b>G. LEVANTADO</b>    |  |
| $E= (2,056-1) * 1+1$                          | $E= (2,056-1) * 0,5+1$ |  |
| <b>2,056</b>                                  | <b>1,528</b>           |  |
| <b>G. VELLOSO</b>                             | <b>G. ASTILLADO</b>    |  |
| $E= (2,056-1) * 0,5+1$                        | $E= (2,056-1) * 0,8+1$ |  |
| <b>1,528</b>                                  | <b>1,845</b>           |  |

#### Descripción de la tabla N°4

Se puede observar todos los cálculos del corte radial a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min en un ángulo de 30° obteniendo una calificación de buena en tres tipos de grano y regular en un tipo de grano.

| TABLA 5 VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN DE 12M/MIN A CONTRA GRANO RADIAL. |          |             |                        |                        |                        |                        |          |
|---|----------|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| CORTE RADIAL ARBOL 1,2,3,4,5,6 ANGULO DE 30°                        |          |             |                        |                        |                        |                        |          |
| N° ÁRBOL  | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN              | EXTIENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO  | COMBINACIÓN            | PROMEDIO |
| 6   | 1        | RADIAL      | ←                      | 3                      | 2                      | 3-2                    | 2,5      |
|   | 2        | RADIAL      | ←                      | 3                      | 4                      | 3-4                    | 3,5      |
|   | 3        | RADIAL      | ←                      | 3                      | 3                      | 3-3                    | 3        |
|   | 1        | RADIAL      | ←                      | 4                      | 4                      | 4-4                    | 4        |
|   | 2        | RADIAL      | ←                      | 2                      | 2                      | 2-2                    | 2        |
|   | 3        | RADIAL      | ←                      | 3                      | 4                      | 3-4                    | 3,5      |
|   | 1        | RADIAL      | ←                      | 2                      | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|   | 2        | RADIAL      | ←                      | 3                      | 3                      | 3-3                    | 3        |
|   | 3        | RADIAL      | ←                      | 2                      | 2                      | 2-2                    | 2        |
| <b>PROMEDIO</b>   |          |             |                        | 2,778                  | —                      | —                      | 2,889    |
| <b>DESV.ESTANDAR</b>  |          |             |                        | 0,667                  | —                      | —                      | 0,6972   |
| <b>DEFECTO DOMINANTE</b>  |          |             | <b>GRANO ARRANCADO</b> | <b>GRANO VELLOSO</b>   | <b>GRANO LEVANTADO</b> | <b>GRANO ASTILLADO</b> |          |
| Radial 30°  |          |             | 2,889                  | 1,945                  | 1,945                  | 2,511                  |          |
| <b>CALIFICACIÓN</b>   |          |             | REGULAR                | BUENA                  | BUENA                  | REGULAR                |          |

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| <b>PROMEDIO</b>                        | 2,889 | 2,778 |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>                  | 0,697 | 2,322 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9     | 6     |

$$\sum (G.A) + (G.B) + (G.I) + (G.A))/4$$

| DESARROLLO:                                |                     | CONSTANES |
|--|---------------------|-----------|
| <b>FORM. TIPO DE GRANO</b>                 |                     |           |
| E=(G-1) *F+1 <a href="#">Ver página 68</a> |                     | G.A = 1   |
|  |                     | G.B = 0,5 |
| <b>G. ARRANCADO</b>                        | <b>G. LEVANTADO</b> | G.I = 0,5 |
| E= (2,889-1) *1+1                          | E= (2,889-1) *0,5+1 | G.A = 0,8 |
| 2,889                                      | 1,945               |           |
| <b>G. VELLOSO</b>                          | <b>G. ASTILLADO</b> |           |
| E= (2,889-1) *0,5+1                        | E= (2,889-1) *0,8+1 |           |
| 1,945                                      | 2,511               |           |

### Descripción de la tabla N°5

Se puede observar todos los cálculos del corte radial a contra grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min en un Angulo de 30° obteniendo una calificación de 50% con calificación buena y 50% calificación regular en los tipos de granos.

| TABLA 6 VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 M/MIN A FAVOR DEL GRANO OBLICUO. |         |             |                        |                       |                        |                        |          |
|---|---------|-------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------|
| CORTE OBLICUO ARBOL 1,2,3,4,5,6 ANGULO DE 30°                         |         |             |                        |                       |                        |                        |          |
| N° ÁRBOL  | PROBETA | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN              | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO  | COMBINACIÓN            | PROMEDIO |
| 6   | 1       | OBLICUO     | →                      | 3                     | 3                      | 3-3                    | 3        |
|   | 2       | OBLICUO     | →                      | 2                     | 2                      | 2-2                    | 2        |
|   | 3       | OBLICUO     | →                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|   | 1       | OBLICUO     | →                      | 3                     | 4                      | 3-4                    | 3,5      |
|   | 2       | OBLICUO     | →                      | 2                     | 2                      | 2-2                    | 2        |
|   | 3       | OBLICUO     | →                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|   | 1       | OBLICUO     | →                      | 3                     | 3                      | 3-3                    | 3        |
|   | 2       | OBLICUO     | →                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|   | 3       | OBLICUO     | →                      | 1                     | 2                      | 1-2                    | 1,5      |
| <b>PROMEDIO</b>   |         |             |                        | 2,222                 | —                      | —                      | 2,500    |
| <b>DESV.ESTANDAR</b>  |         |             |                        | 0,667                 | —                      | —                      | 0,6124   |
| <b>DEFECTO DOMINANTE</b>  |         |             | <b>GRANO ARRANCADO</b> | <b>GRANO VELLOSO</b>  | <b>GRANO LEVANTADO</b> | <b>GRANO ASTILLADO</b> |          |
| Oblicuo 30°   |         |             | 2,222                  | 1,75                  | 1,75                   | 2,2                    |          |
| <b>CALIFICACIÓN</b>   |         |             | REGULAR                | BUENA                 | BUENA                  | REGULAR                |          |
| <b>PROMEDIO</b>   |         |             | 2,500                  | 2,556                 |                        |                        |          |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>   |         |             | 0,612                  | 2,05                  |                        |                        |          |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b>                                |         |             | 9                      | 6                     |                        |                        |          |

$$\sum ((G.A) + (G.B) + (G.L) + (G.A))/4$$

| DESARROLLO:                                  |                       | CONSTANTES |
|--|-----------------------|------------|
| <b>FORM. TIPO DE GRANO</b>                   |                       |            |
| $E=(G-1) *F+1$ <a href="#">Ver página 68</a> |                       | G.A = 1    |
|  |                       | G.B = 0,5  |
| <b>G. ARRANCADO</b>                          | <b>G. LEVANTADO</b>   | G.I = 0,5  |
| $E= (2,500-1) *1+1$                          | $E= (2,500-1) *0,5+1$ | G.A = 0,8  |
| <b>2,50</b>                                  | <b>1,75</b>           |            |
| <b>G. VELLOSO</b>                            | <b>G. ASTILLADO</b>   |            |
| $E= (2,500-1) *0,5+1$                        | $E= (2,500-1) *0,8+1$ |            |
| <b>1,75</b>                                  | <b>2,2</b>            |            |

### Descripción de la tabla N°6

Se puede observar todos los cálculos del corte oblicuo a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min en un Ángulo de 30° obteniendo una calificación de 50% con calificación buena y 50% calificación regular en los tipos de granos.

| TABLA 7 VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 M/MIN A CONTRA GRANO OBLICUO. |          |             |                        |                       |                        |                        |          |
|--|----------|-------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------|
| CORTE OBLICUO ARBOL 1,2,3,4,5,6 ANGULO DE 30°                      |          |             |                        |                       |                        |                        |          |
| N° ÁRBOL   | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN              | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO  | COMBINACIÓN            | PROMEDIO |
| 6  | 1        | OBLICUO     | ←                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|  | 2        | OBLICUO     | ←                      | 3                     | 3                      | 3-3                    | 3        |
|  | 3        | OBLICUO     | ←                      | 3                     | 3                      | 3-3                    | 3        |
|  | 1        | OBLICUO     | ←                      | 3                     | 4                      | 3-4                    | 3,5      |
|  | 2        | OBLICUO     | ←                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|  | 3        | OBLICUO     | ←                      | 3                     | 4                      | 3-4                    | 3,5      |
|  | 1        | OBLICUO     | ←                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|  | 2        | OBLICUO     | ←                      | 3                     | 4                      | 3-4                    | 3,5      |
|  | 3        | OBLICUO     | ←                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
| <b>PROMEDIO</b>  |          |             |                        | 2,556                 | —                      | —                      | 2,944    |
| <b>DESV.ESTANDAR</b>   |          |             |                        | 0,527                 | —                      | —                      | 0,4640   |
| <b>DEFECTO DOMINANTE</b>   |          |             | <b>GRANO ARRANCADO</b> | <b>GRANO VELLOSO</b>  | <b>GRANO LEVANTADO</b> | <b>GRANO ASTILLADO</b> |          |
| Oblicuo 30°  |          |             | 2,94                   | 2,00                  | 2,00                   | 2,6                    |          |
| <b>CALIFICACIÓN</b>  |          |             | REGULAR                | BUENA                 | BUENA                  | REGULAR                |          |

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| <b>PROMEDIO</b>                        | 2,944 | 2,556 |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>                  | 0,464 | 2,396 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9     | 6     |

$$\sum ((G.A) + (G.B) + (G.I) + (G.A))/4$$

| DESARROLLO:                                |                     | CONSTANTES |
|--|---------------------|------------|
| <b>FORM. TIPO DE GRANO</b>                 |                     |            |
| E=(G-1) *F+1 <a href="#">Ver página 68</a> |                     | G.A = 1    |
|  |                     | G.B = 0,5  |
| <b>G. ARRANCADO</b>                        | <b>G. LEVANTADO</b> | G.I = 0,5  |
| E= (2,994-1) *1+1                          | E= (2,994-1) *0,5+1 | G.A = 0,8  |
| <b>2,94</b>                                | <b>2,00</b>         |            |
| <b>G. VELLOSO</b>                          | <b>G. ASTILLADO</b> |            |
| E= (2,994-1) *0,5+1                        | E= (2,994-1) *0,8+1 |            |
| <b>2,00</b>                                | <b>2,60</b>         |            |

### Descripción de la tabla N° 7

Se puede observar todos los cálculos del corte oblicuo a contra grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min en un Ángulo de 30° obteniendo una calificación de 50% con calificación buena y 50% calificación regular en los tipos de granos.

TABLA 8 BASE DE DATOS CEPILLADO A 15°

| N° ÁRBOL | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO | CATEGORÍA |
|----------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 6        | 1        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      | BUENA     |
|          |          |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          | 2        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 3                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |          |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | REGULAR   |
|          | 3        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 1        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 4                     | 2-4         | 3        | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 2        | TANGENCIAL  | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 3                     | 4                     | 3-4         | 3,5      | MALA      |
|          | 3        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      | BUENA     |
|          |          |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 1        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |          |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 2        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        | EXCELENTE |
|          |          |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          | 3        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | REGULAR   |
|          | 1        | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        | EXCELENTE |
|          |          |             | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 2        | RADIAL      | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |          |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | REGULAR   |
|          | 3        | RADIAL      | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      | BUENA     |
|          |          |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
| 1        | RADIAL   | →           | 3         | 2                     | 3-2                   | 2,5         | REGULAR  |           |
|          |          | ←           | 3         | 3                     | 3-3                   | 3           | REGULAR  |           |
| 2        | RADIAL   | →           | 1         | 2                     | 1-2                   | 1,5         | BUENA    |           |
|          |          | ←           | 2         | 2                     | 2-2                   | 2           | BUENA    |           |
| 3        | RADIAL   | →           | 1         | 2                     | 1-2                   | 1,5         | BUENA    |           |
|          |          | ←           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
| 1        | RADIAL   | →           | 2         | 2                     | 2-2                   | 2           | BUENA    |           |
|          |          | ←           | 3         | 1                     | 3-1                   | 2           | BUENA    |           |
| 2        | RADIAL   | →           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
|          |          | ←           | 3         | 4                     | 3-4                   | 3,5         | MALA     |           |
| 3        | RADIAL   | →           | 1         | 2                     | 1-2                   | 1,5         | BUENA    |           |
|          |          | ←           | 1         | 3                     | 1-3                   | 2           | BUENA    |           |



TABLA 8 BASE DE DATOS CEPILLADO A 15°

| N° ÁRBOL | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO | CATEGORÍA |
|----------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1        | OBLICUO  | →           | 3         | 1                     | 3-1                   | 2           | BUENA    |           |
|          |          | ←           | 3         | 3                     | 3-3                   | 3           | REGULAR  |           |
| 2        | OBLICUO  | →           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
|          |          | ←           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
| 3        | OBLICUO  | →           | 2         | 2                     | 2-2                   | 2           | BUENO    |           |
|          |          | ←           | 3         | 2                     | 3-2                   | 2,5         | REGULAR  |           |
| 1        | OBLICUO  | →           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
|          |          | ←           | 3         | 4                     | 3-4                   | 3,5         | MALA     |           |
| 2        | OBLICUO  | →           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
|          |          | ←           | 3         | 3                     | 3-3                   | 3           | REGULAR  |           |
| 3        | OBLICUO  | →           | 3         | 2                     | 3-2                   | 2,5         | REGULAR  |           |
|          |          | ←           | 2         | 4                     | 2-4                   | 3           | REGULAR  |           |
| 1        | OBLICUO  | →           | 3         | 3                     | 3-3                   | 3           | REGULAR  |           |
|          |          | ←           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
| 2        | OBLICUO  | →           | 2         | 2                     | 2-2                   | 2           | BUENA    |           |
|          |          | ←           | 3         | 3                     | 3-3                   | 3           | REGULAR  |           |
| 3        | OBLICUO  | →           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
|          |          | ←           | 3         | 4                     | 3-4                   | 3,5         | MALA     |           |

**Fuente:** Elaboración propia

#### Descripción de tabla N°8

Se realizó la recopilación de datos a un ángulo de 15° de 6 árboles que se identificaron como muestra, en los diferentes tipos de corte Tangencial, Radial y Oblicuo, a favor y en contra del grano, obteniendo un promedio entre la combinación de la extensión del defecto y severidad del defecto calificando dentro de los rangos de Excelente, Buena Regular y Mala como específica la norma ASTM-D-1666 – 87 (Re aprobado en 1999)

| TABLA 9 VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 M/MIN A FAVOR DEL GRANO TANGENCIAL |          |             |                        |                       |                        |                        |          |
|---|----------|-------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------|
| CORTE TANGENCIAL ARBOL 1,2,3,4,5,6 ANGULO DE 15°                        |          |             |                        |                       |                        |                        |          |
| N° ÁRBOL  | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN              | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO  | COMBINACIÓN            | PROMEDIO |
| 6   | 1        | TANGENCIAL  | →                      | 1                     | 2                      | 1-2                    | 1,5      |
|   | 2        | TANGENCIAL  | →                      | 2                     | 2                      | 2-2                    | 2        |
|   | 3        | TANGENCIAL  | →                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|   | 1        | TANGENCIAL  | →                      | 2                     | 4                      | 2-4                    | 3        |
|   | 2        | TANGENCIAL  | →                      | 3                     | 3                      | 3-3                    | 3        |
|   | 3        | TANGENCIAL  | →                      | 1                     | 2                      | 1-2                    | 1,5      |
|   | 1        | TANGENCIAL  | →                      | 2                     | 2                      | 2-2                    | 2        |
|   | 2        | TANGENCIAL  | →                      | 1                     | 1                      | 1-1                    | 1        |
|   | 3        | TANGENCIAL  | →                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
| <b>PROMEDIO</b>   |          |             |                        | 1,778                 | -                      | -                      | 2,111    |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>   |          |             |                        | 0,667                 | -                      | -                      | 0,6972   |
| <b>DEFECTO DOMINANTE</b>  |          |             | <b>GRANO ARRANCADO</b> | <b>GRANO VELLOSO</b>  | <b>GRANO LEVANTADO</b> | <b>GRANO ASTILLADO</b> |          |
| Tangencial 15°  |          |             | 2,111                  | 1,56                  | 1,75                   | 1,89                   |          |
| <b>CALIFICACIÓN</b>   |          |             | REGULAR                | BUENA                 | BUENA                  | BUENA                  |          |
| <b>PROMEDIO</b>   |          |             | 2,111                  | 1,778                 |                        |                        |          |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>   |          |             | 0,697                  | 1,826                 |                        |                        |          |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b>                                  |          |             | 9                      | 6                     |                        |                        |          |

$$\sum ((G.A) + (G.B) + (G.I) + (G.A))/4$$

| DESARROLLO:                                   |                        | CONSTANTES |
|---|------------------------|------------|
| <b>FORM. TIPO DE GRANO</b>                    |                        |            |
| $E=(G-1) * F+1$ <a href="#">Ver página 68</a> |                        | G.A = 1    |
|   |                        | G.B = 0,5  |
| <b>G. ARRANCADO</b>                           | <b>G. LEVANTADO</b>    | G.I = 0,5  |
| $E= (2,111-1) * 1+1$                          | $E= (2,111-1) * 0,5+1$ | G.A = 0,8  |
| <b>2,11</b>                                   | <b>1,75</b>            |            |
| <b>G. VELLOSO</b>                             | <b>G. ASTILLADO</b>    |            |
| $E= (2,111-1) * 0,5+1$                        | $E= (2,111-1) * 0,8+1$ |            |
| <b>1,56</b>                                   | <b>1,89</b>            |            |

### Descripción de tabla N°9

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte tangencial a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12m/min en un Ángulo de 15°, obteniendo una calificación de buena en la mayoría de tipos de grano excepto en grano arrancado obteniendo una calificación de regular.

| TABLA 10 VELÓCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 M/MIN A CONTRA GRANO TANGENCIAL |          |             |                        |                       |                        |                        |          |
|---|----------|-------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------|
| CORTE TANGENCIAL ARBOL 1,2,3,4,5,6 ANGULO DE 15°                      |          |             |                        |                       |                        |                        |          |
| N° ÁRBOL  | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN              | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO  | COMBINACIÓN            | PROMEDIO |
| 6   | 1        | TANGENCIAL  | ←                      | 2                     | 2                      | 2-2                    | 2        |
|   | 2        | TANGENCIAL  | ←                      | 3                     | 3                      | 3-3                    | 3        |
|   | 3        | TANGENCIAL  | ←                      | 3                     | 2                      | 3-2                    | 2,5      |
|   | 1        | TANGENCIAL  | ←                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|   | 2        | TANGENCIAL  | ←                      | 3                     | 4                      | 3-4                    | 3,5      |
|   | 3        | TANGENCIAL  | ←                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|   | 1        | TANGENCIAL  | ←                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|   | 2        | TANGENCIAL  | ←                      | 2                     | 2                      | 2-2                    | 2        |
|   | 3        | TANGENCIAL  | ←                      | 3                     | 3                      | 3-3                    | 3        |
| <b>PROMEDIO</b>   |          |             |                        | 2,444                 | -                      | -                      | 2,611    |
| <b>DESV.ESTANDAR</b>  |          |             |                        | 0,527                 | -                      | -                      | 0,4859   |
| <b>DEFECTO DOMINANTE</b>  |          |             | <b>GRANO ARRANCADO</b> | <b>GRANO VELLOSO</b>  | <b>GRANO LEVANTADO</b> | <b>GRANO ASTILLADO</b> |          |
| Tangencial 15°  |          |             | 2,611                  | 1,81                  | 1,81                   | 2,29                   |          |
| <b>CALIFICACIÓN</b>   |          |             | REGULAR                | BUENO                 | BUENO                  | REGULAR                |          |

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| <b>PROMEDIO</b>                        | 2,611 | 2,444 |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>                  | 0,486 | 2,128 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9     | 6     |

$\sum ((G.A) + (G.B) + (G.L) + (G.A))/4$

| DESARROLLO:                                |                     | CONSTANTES |
|--|---------------------|------------|
| <b>FORM. TIPO DE GRANO</b>                 |                     |            |
| E=(G-1) *F+1 <a href="#">Ver página 68</a> |                     | G.A = 1    |
| <b>G. ARRANCADO</b>                        | <b>G. LEVANTADO</b> | G.B = 0,5  |
| E= (2,611-1) *1+1                          | E= (2,611-1) *0,5+1 | G.L = 0,5  |
| <b>2,61</b>                                | <b>1,81</b>         | G.A = 0,8  |
| <b>G. VELLOSO</b>                          | <b>G. ASTILLADO</b> |            |
| E= (2,611-1) *0,5+1                        | E= (2,611-1) *0,8+1 |            |
| <b>1,81</b>                                | <b>2,29</b>         |            |

### Descripción de la tabla N° 10

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte tangencial a contra grano con una velocidad de alimentación de 12m/min en un Ángulo de 15°, obteniendo una calificación de 50% con calificación buena y 50% calificación regular en los tipos de granos.

| TABLA 11 VELÓCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 M/MIN A FAVOR DE GRANO RADIAL. |          |                        |                      |                        |                        |             |          |
|--|----------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-------------|----------|
| CORTE RADIAL ARBOL 1,2,3,4,5,6 ANGULO DE 15°                         |          |                        |                      |                        |                        |             |          |
| N° ÁRBOL   | PROBETAS | ORIENTACIÓN            | DIRECCIÓN            | EXTENSIÓN DEL DEFECTO  | SEVERIDAD DEL DEFECTO  | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
| 6  | 1        | RADIAL                 | →                    | 1                      | 1                      | 1-1         | 1        |
|  | 2        | RADIAL                 | →                    | 2                      | 2                      | 2-2         | 2        |
|  | 3        | RADIAL                 | →                    | 1                      | 2                      | 1-2         | 1,5      |
|  | 1        | RADIAL                 | →                    | 3                      | 2                      | 3-2         | 2,5      |
|  | 2        | RADIAL                 | →                    | 1                      | 2                      | 1-2         | 1,5      |
|  | 3        | RADIAL                 | →                    | 1                      | 2                      | 1-2         | 1,5      |
|  | 1        | RADIAL                 | →                    | 2                      | 2                      | 2-2         | 2        |
|  | 2        | RADIAL                 | →                    | 2                      | 3                      | 2-3         | 2,5      |
|  | 3        | RADIAL                 | →                    | 1                      | 2                      | 1-2         | 1,5      |
| <b>PROMEDIO</b>  |          |                        |                      | 1,556                  | -                      | -           | 1,778    |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>  |          |                        |                      | 0,726                  | -                      | -           | 0,5069   |
| <b>DEFECTO DOMINANTE</b>   |          | <b>GRANO ARRANCADO</b> | <b>GRANO VELLOSO</b> | <b>GRANO LEVANTADO</b> | <b>GRANO ASTILLADO</b> |             |          |
| RADIAL 15°   |          | 1,778                  | 1,75                 | 1,39                   | 2,2                    |             |          |
| CALIFICACIÓN   |          | BUENA                  | BUENA                | BUENA                  | REGULAR                |             |          |

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| <b>PROMEDIO</b>                        | 1,778 | 1,556 |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>                  | 0,507 | 1,779 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9     | 6     |

$$\sum ((G.A) + (G.B) + (G.I) + (G.A))/4$$

| DESARROLLO:                                |                     | CONSTANTES |
|--|---------------------|------------|
| FORM. TIPO DE GRANO                        |                     |            |
| E=(G-1) *F+1 <a href="#">Ver página 68</a> |                     | G.A = 1    |
|  |                     | G.B = 0,5  |
|  |                     | G.I = 0,5  |
|  |                     | G.A = 0,8  |
| <b>G. ARRANCADO</b>                        | <b>G. LEVANTADO</b> |            |
| E= (1,778-1) *1+1                          | E= (1,778-1) *0,5+1 |            |
| <b>1,78</b>                                | <b>1,39</b>         |            |
| <b>G. VELLOSO</b>                          | <b>G. ASTILLADO</b> |            |
| E= (1,778-1) *0,5+1                        | E= (1,778-1) *0,8+1 |            |
| <b>1,75</b>                                | <b>2,2</b>          |            |

### Descripción de la tabla N°11

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte radial a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12m/min en un Ángulo de 15°, obteniendo una calificación de buena en la mayoría de tipos de grano excepto en grano arrancado obteniendo una calificación de regular.

| TABLA 12 VELÓCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 M/MIN A CONTRA GRANO RADIAL. |          |             |                        |                       |                        |                        |          |
|--|----------|-------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------|
| CORTE RADIAL ARBOL 1,2,3,4,5,6 ANGULO DE 15°                       |          |             |                        |                       |                        |                        |          |
| N° ÁRBOL   | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN              | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO  | COMBINACIÓN            | PROMEDIO |
| 6  | 1        | RADIAL      | ←                      | 3                     | 2                      | 3-2                    | 2,5      |
|  | 2        | RADIAL      | ←                      | 3                     | 3                      | 3-3                    | 3        |
|  | 3        | RADIAL      | ←                      | 2                     | 2                      | 2-2                    | 2        |
|  | 1        | RADIAL      | ←                      | 3                     | 3                      | 3-3                    | 3        |
|  | 2        | RADIAL      | ←                      | 2                     | 2                      | 2-2                    | 2        |
|  | 3        | RADIAL      | ←                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|  | 1        | RADIAL      | ←                      | 3                     | 1                      | 3-1                    | 2        |
|  | 2        | RADIAL      | ←                      | 3                     | 4                      | 3-4                    | 3,5      |
|  | 3        | RADIAL      | ←                      | 1                     | 3                      | 1-3                    | 2        |
| <b>PROMEDIO</b>  |          |             |                        | 2,444                 | -                      | -                      | 2,500    |
| <b>DESV.ESTANDAR</b>   |          |             |                        | 0,726                 | -                      | -                      | 0,559    |
| <b>DEFECTO DOMINANTE</b>   |          |             | <b>GRANO ARRANCADO</b> | <b>GRANO VELLOSO</b>  | <b>GRANO LEVANTADO</b> | <b>GRANO ASTILLADO</b> |          |
| RADIAL 15°   |          |             | 2,500                  | 1,75                  | 1,75                   | 2,2                    |          |
| CALIFICACION   |          |             | REGULAR                | BUENA                 | BUENA                  | REGULAR                |          |

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| <b>PROMEDIO</b>                        | 2,500 | 2,444 |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>                  | 0,559 | 2,05  |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ARBOLES</b> | 9     | 6     |

$$\sum (G.A) + (G.B) + (G.I) + (G.A))/4$$

| DESARROLLO:                                |                     | CONSTANTES |
|--|---------------------|------------|
| <b>FORM. TIPO DE GRANO</b>                 |                     |            |
| E=(G-1) *F+1 <a href="#">Ver página 68</a> |                     | G.A = 1    |
|  |                     | G.B = 0,5  |
| <b>G. ARRANCADO</b>                        | <b>G. LEVANTADO</b> | G.I = 0,5  |
| E= (2,500-1) *1+1                          | E= (2,500-1) *0,5+1 | G.A = 0,8  |
| <b>2,5</b>                                 | <b>1,75</b>         |            |
| <b>G. VELLOSO</b>                          | <b>G. ASTILLADO</b> |            |
| E= (2,500-1) *0,5+1                        | E= (2,500-1) *0,8+1 |            |
| <b>1,75</b>                                | <b>2,2</b>          |            |

### Descripción de la tabla N°12

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte radial a contra grano con una velocidad de alimentación de 12m/min en un Angulo de 15°, obteniendo una calificación de 50% con calificación buena y 50% calificación regular en los tipos de granos.

| TABLA 13 VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 M/MIN A FAVOR DEL GRANO OBLICUO. |          |             |                        |                       |                        |                        |          |
|--|----------|-------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------|
| CORTE OBLICUO ARBOL 1,2,3,4,5,6 ANGULO DE 15°                          |          |             |                        |                       |                        |                        |          |
| N° ÁRBOL   | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN              | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO  | COMBINACIÓN            | PROMEDIO |
| 6  | 1        | OBLICUO     | →                      | 3                     | 1                      | 3-1                    | 2        |
|  | 2        | OBLICUO     | →                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|  | 3        | OBLICUO     | →                      | 2                     | 2                      | 2-2                    | 2        |
|  | 1        | OBLICUO     | →                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|  | 2        | OBLICUO     | →                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
|  | 3        | OBLICUO     | →                      | 3                     | 2                      | 3-2                    | 2,5      |
|  | 1        | OBLICUO     | →                      | 3                     | 3                      | 3-3                    | 3        |
|  | 2        | OBLICUO     | →                      | 2                     | 2                      | 2-2                    | 2        |
|  | 3        | OBLICUO     | →                      | 2                     | 3                      | 2-3                    | 2,5      |
| <b>PROMEDIO</b>  |          |             |                        | 2,333                 | -                      | -                      | 2,389    |
| <b>DESV.ESTANDAR</b>   |          |             |                        | 0,500                 | -                      | -                      | 0,3333   |
| <b>DEFECTO DOMINANTE</b>   |          |             | <b>GRANO ARRANCADO</b> | <b>GRANO VELLOSO</b>  | <b>GRANO LEVANTADO</b> | <b>GRANO ASTILLADO</b> |          |
| Oblicuo 15°  |          |             | 2,222                  | 1,69                  | 1,69                   | 2,11                   |          |
| <b>CALIFICACIÓN</b>  |          |             | REGULAR                | BUENA                 | BUENA                  | REGULAR                |          |

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| <b>PROMEDIO</b>                        | 2,500 | 2,556 |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>                  | 0,612 | 1,972 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9     | 6     |

$$\sum ((G.A) + (G.B) + (G.I) + (G.A))/4$$

| DESARROLLO:  |   | CONSTANES                                      |
|--|---|--|
| <b>FORM. TIPO DE GRANO</b><br>E=(G-1) *F+1 <a href="#">Ver página 68</a> |   | G.A = 1<br>G.B = 0,5<br>G.I = 0,5<br>G.A = 0,8 |
| <b>G. ARRANCADO</b><br>E= (2,389-1) *1+1<br><b>2,39</b>                  | <b>G. LEVANTADO</b><br>E= (2,389-1) *0,5+1<br><b>1,69</b> |  |
| <b>G. VELLOSO</b><br>E= (2,389-1) *0,5+1<br><b>1,69</b>                  | <b>G. ASTILLADO</b><br>E= (2,389-1) *0,8+1<br><b>2,11</b> |  |

### Descripción de la tabla N°13

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte oblicuo a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12m/min en un Ángulo de 15°, obteniendo una calificación de 50% con calificación buena y 50% calificación regular en los tipos de granos.

| TABLA 14 VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 M/MIN A CONTRA GRANO OBLICUO. |          |                        |                      |  |                        |             |          |
|---|----------|------------------------|----------------------|--|------------------------|-------------|----------|
| CORTE OBLICUO ARBOL 1,2,3,4,5,6 ANGULO DE 15°                       |          |                        |                      |  |                        |             |          |
| N° ÁRBOL  | PROBETAS | ORIENTACIÓN            | DIRECCIÓN            | EXTENSIÓN DEL DEFECTO                    | SEVERIDAD DEL DEFECTO  | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
| 6   | 1        | OBLICUO                | ←                    | 3  | 3                      | 3-3         | 3        |
|   | 2        | OBLICUO                | ←                    | 2  | 3                      | 2-3         | 2,5      |
|   | 3        | OBLICUO                | ←                    | 3  | 2                      | 3-2         | 2,5      |
|   | 1        | OBLICUO                | ←                    | 3  | 4                      | 3-4         | 3,5      |
|   | 2        | OBLICUO                | ←                    | 3  | 3                      | 3-3         | 3        |
|   | 3        | OBLICUO                | ←                    | 2  | 4                      | 2-4         | 3        |
|   | 1        | OBLICUO                | ←                    | 2  | 3                      | 2-3         | 2,5      |
|   | 2        | OBLICUO                | ←                    | 3  | 3                      | 3-3         | 3        |
|   | 3        | OBLICUO                | ←                    | 3  | 4                      | 3-4         | 3,5      |
| <b>PROMEDIO</b>   |          |                        |                      | 2,667                                    | -                      | -           | 2,944    |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>   |          |                        |                      | 0,500                                    | -                      | -           | 0,391    |
| <b>DEFECTO DOMINANTE</b>  |          | <b>GRANO ARRANCADO</b> | <b>GRANO VELLOSO</b> | <b>GRANO LEVANTADO</b>                   | <b>GRANO ASTILLADO</b> |             |          |
| Oblicuo 15°   |          | 2,944                  | 2                    | 2  | 2,6                    |             |          |
| <b>CALIFICACIÓN</b>   |          | REGULAR                | BUENA                | BUENA                                    | REGULAR                |             |          |
| <b>PROMEDIO</b>   |          | 2,944                  | 2,667                |  |                        |             |          |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>   |          | 0,391                  | 2,396                | $\sum ((G.A) + (G.B) + (G.I) + (G.A))/4$ |                        |             |          |
| <b>N DE PROBETAS/ N DE ÁRBOLES</b>                                  |          | 9                      | 6                    |  |                        |             |          |

| DESARROLLO:  |   | CONSTANES                                      |
|--|---|--|
| <b>FORM. TIPO DE GRANO</b><br>E=(G-1) *F+1 <a href="#">Ver página 68</a> |   | G.A = 1<br>G.B = 0,5<br>G.I = 0,5<br>G.A = 0,8 |
| <b>G. ARRANCADO</b><br>E= (2,994-1) *1+1<br><b>2,99</b>                  | <b>G. LEVANTADO</b><br>E= (2,994-1) *0,5+1<br><b>2,00</b> |  |
| <b>G. VELLOSO</b><br>E= (2,994-1) *0,5+1<br><b>2,00</b>                  | <b>G. ASTILLADO</b><br>E= (2,994-1) *0,8+1<br><b>2,60</b> |  |

### Descripción de la tabla N°14

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte oblicuo a contra grano con una velocidad de alimentación de 12m/min en un Ángulo de 15°, obteniendo una calificación de 50% con calificación buena y 50% calificación regular en los tipos de granos.

**TABLA 15 RESULTADO DEL ENSAYO DE CEPILLADO**

NOMBRE COMUN:

Queñua

NOMBRE CIENTÍFICO:

*polylepis tomentella Wedd*

| ESTADO DE LA MADERA | GRADOS | SIMBOLOGIA |    | CALIFICACION VALORES CONSTANTES |      |      |      |        |      |      |      |         |      |      |      |
|---------------------|--------|------------|----|---------------------------------|------|------|------|--------|------|------|------|---------|------|------|------|
|                     |        |            |    | TANGENCIAL                      |      |      |      | RADIAL |      |      |      | OBLICUO |      |      |      |
|                     |        |            |    | →                               |      | ←    |      | →      |      | ←    |      | →       | ←    |      |      |
| MADERA SECA         | 30°    | X          | X% | 1,89                            | 1,67 | 2,5  | 2,56 | 2,06   | 1,89 | 2,89 | 2,78 | 2,5     | 2,22 | 2,94 | 2,56 |
|                     |        | S%         | SD | 0,60                            | 1,62 | 0,56 | 2,05 | 0,68   | 1,74 | 0,70 | 2,32 | 0,61    | 2,05 | 0,46 | 2,39 |
|                     |        | N          | K  | 9                               | 6    | 9    | 6    | 9      | 6    | 9    | 6    | 9       | 6    | 9    | 6    |
| MADERA SECA         | 15°    | X          | X% | 2,11                            | 1,78 | 2,61 | 2,44 | 1,78   | 1,56 | 2,5  | 2,44 | 2,5     | 2,56 | 2,94 | 2,67 |
|                     |        | S%         | SD | 0,70                            | 1,83 | 0,49 | 2,13 | 0,51   | 1,78 | 0,56 | 2,05 | 0,61    | 1,97 | 0,39 | 2,40 |
|                     |        | N          | K  | 9                               | 6    | 9    | 6    | 9      | 6    | 9    | 6    | 9       | 6    | 9    | 6    |

|    |  |
|----|--|
| X  | PROMEDIO DE LOS GRADOS DE DEFECTO                    |
| X% | PROMEDIO DE LOS PORCENTAJES DE EXTENSIÓN DEL DEFECTO |
| S% | DESVIACIÓN ESTÁNDAR ENTRE PROBETAS                   |
| SD | DEFECTO DOMINANTE                                    |
| N  | NÚMERO DE PROBETAS                                   |
| K  | NÚMERO DE ARBOLES                                    |



### **5.1.1.2. Análisis de resultado de cepillado**

Después de cada uno de los ensayos realizados, las probetas se evaluaron visualmente exponiéndolas a la luz natural, así poder definir las características de cepillado de la especie Queñua (*Polylepis tomentella Wedd*). Con base de una calificación a partir del defecto dominante y de acuerdo con el principio de que el arrancado es el que por naturaleza recibe mayor gravedad, los valores se dan para madera con grado de humedad 12° de acuerdo con los planos tangenciales, radial, oblicuo; para corte a favor del grano y en contra del grano, con Ángulo de 30° y 15°, el ensayo de cepillado se realizó a una velocidad de alimentación de 12m/min en tal sentido el ensayo de cepillado se encuentra dentro del rango de calidad 80-90% (bueno) por lo que presenta defectos superficiales.

Con la finalidad de definir las condiciones más adecuadas del cepillado, se analizó el defecto de los Ángulos de corte 15° y 30°, se observó una variación pequeña en el porcentaje de probetas con la categoría buena sin embargo considerando que la madera Queñua (*Polylepis tomentella Wedd*) es de tipo semi dura y comparando los resultados obtenidos entre ambos ángulos se corta mejor con Angulo de 30° obteniendo los grados de defecto menor.

Con relación a los defectos existe una mayor tendencia a desarrollar el grano arrancado y astillado a un menor Ángulo de corte. La presencia de grano arrancado y astillado pueden atribuirse a la presencia de nudos (muertos), y un deficiente cuidado natural, en el cual no tiene ningún cuidado e intervención del de la mano del hombre. (ZAVALA.D., 1993).

## **5.2. LIJADO**

### **5.2.1. Procedimiento para la obtención de datos del lijado**

A continuación, se muestra un cuadro de base de datos explicando el procedimiento de la obtención de datos hasta la obtención de resultados, para un mejor análisis se consideró en el análisis los defectos dominantes del rayado y vellosidad a favor del grano y contra del grano.

TABLA 16 BASE DE DATOS DEL RAYADO

| N° ÁRBOL | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO | CATEGORÍA |
|----------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 6        | 1        | TANGENCIAL  | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
|          | 2        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |          |             | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 3        | TANGENCIAL  | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
|          |          |             | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 1        | TANGENCIAL  | →         | 3                     | 4                     | 3-4         | 3,5      | MALA      |
|          |          |             | ←         | 4                     | 2                     | 4-2         | 3        | MALA      |
|          | 2        | TANGENCIA   | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
|          | 3        | TANGENCIAL  | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 1        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |          |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
|          | 2        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 3        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          | 1        | RADIAL      | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |          |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 2        | RADIAL      | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          | 3        | RADIAL      | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
|          | 1        | RADIAL      | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
|          |          |             | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 2        | RADIAL      | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          | 3        | RADIAL      | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |          |             | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
| 1        | RADIAL   | →           | 3         | 2                     | 3-2                   | 2,5         | REGULAR  |           |
|          |          | ←           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
| 2        | RADIAL   | →           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
|          |          | ←           | 3         | 2                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
| 3        | RADIAL   | →           | 2         | 2                     | 2-2                   | 2           | BUENA    |           |
|          |          | ←           | 3         | 2                     | 3-2                   | 2,5         | REGULAR  |           |
| 1        | RADIAL   | →           | 3         | 2                     | 3-2                   | 2,5         | REGULAR  |           |
|          |          | ←           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
| 2        | RADIAL   | →           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
|          |          | ←           | 3         | 2                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |
| 3        | RADIAL   | →           | 2         | 2                     | 2-2                   | 2           | BUENA    |           |
|          |          | ←           | 2         | 3                     | 2-3                   | 2,5         | REGULAR  |           |

**TABLA 16 BASE DE DATOS DEL RAYADO**

| N° ÁRBOL | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO | CATEGORÍA |
|----------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1        | OBLICUO  |             | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
| 2        | OBLICUO  |             | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENA     |
|          |          |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
| 3        | OBLICUO  |             | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
|          |          |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
| 1        | OBLICUO  |             | →         | 4                     | 2                     | 4-2         | 3        | MALA      |
|          |          |             | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
| 2        | OBLICUO  |             | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
| 3        | OBLICUO  |             | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
|          |          |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
| 1        | OBLICUO  |             | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
| 2        | OBLICUO  |             | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
|          |          |             | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      | REGULAR   |
| 3        | OBLICUO  |             | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        | MALA      |
|          |          |             | ←         | 4                     | 3                     | 4-3         | 3,5      | MALA      |

**Fuente:** Elaboración propia

### **Descripción de la tabla N°16**

Se realizó la recopilación de datos del rayado de 6 árboles que se identificaron como muestra, en los diferentes tipos de corte Tangencial, Radial y Oblicuo, a favor y en contra del grano, obteniendo un promedio entre la combinación de la extensión del defecto y severidad del defecto calificando dentro de los rangos de Excelente, Buena Regular y Mala como especifica la norma ASTM-D-1666 – 87 (Re aprobado en 1999).

| TABLA 17 RAYADO TANGENCIAL         |          |             |           |                       |                       |             |          |
|------------------------------------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| CORTE TANGENCIAL A FAVOR DEL GRANO |          |             |           |                       |                       |             |          |
| N° ÁRBOL                           | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
| 6                                  | 1        | TANGENCIAL  | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                                    | 2        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
|                                    | 3        | TANGENCIAL  | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
|                                    | 1        | TANGENCIAL  | →         | 3                     | 4                     | 3-4         | 3,5      |
|                                    | 2        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|                                    | 3        | TANGENCIAL  | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                                    | 1        | TANGENCIAL  | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                                    | 2        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
|                                    | 3        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
| <b>PROMEDIO</b>                    |          |             |           |                       |                       |             | 2,56     |
| <b>DESV. ESTÁNDAR</b>              |          |             |           |                       |                       |             | 0,46     |

Fuente: Elaboración propia

|  | $\bar{x}$ | S    |
|--|-----------|------|
| <b>PROMEDIO/<br/>DESV. ESTÁNDAR</b>    | 2,56      | 0,46 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9         | 6    |

#### Descripción de la tabla N°17

En el cuadro de rayado se evaluó 9 probetas de los 6 árboles obtenidos en corte tangencial a favor del grano obteniendo un promedio de 2,56 con una desviación estándar de 0,46 sugiere que las mediciones tienen una tendencia central alrededor de 2,56, y la variabilidad asociada es moderada. Calificación Regular

| TABLA 18 RAYADO TANGENCIAL    |          |             |           |                       |                       |             |          |
|-------------------------------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| CORTE TANGENCIAL CONTRA GRANO |          |             |           |                       |                       |             |          |
| N° ÁRBOL                      | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
| 6                             | 1        | TANGENCIAL  | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
|                               | 2        | TANGENCIAL  | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                               | 3        | TANGENCIAL  | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                               | 1        | TANGENCIAL  | ←         | 4                     | 2                     | 4-2         | 3        |
|                               | 2        | TANGENCIAL  | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
|                               | 3        | TANGENCIAL  | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|                               | 1        | TANGENCIAL  | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
|                               | 2        | TANGENCIAL  | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|                               | 3        | TANGENCIAL  | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
| <b>PROMEDIO</b>               |          |             |           |                       |                       |             | 2,67     |
| <b>DESV. ESTÁNDAR</b>         |          |             |           |                       |                       |             | 0,35     |

**Fuente:** Elaboración propia

|  | $\bar{x}$ | S    |
|--|-----------|------|
| <b>PROMEDIO/<br/>DESV. ESTÁNDAR</b>    | 2,67      | 0,35 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9         | 6    |

### Descripción de la tabla N°18

En el cuadro de rayado se evaluó 9 probetas de los 6 árboles obtenidos en corte tangencial a favor del grano obteniendo un promedio de 2,67 con una desviación estándar de 0,35 sugiere que las mediciones tienen una tendencia central alrededor de 2,67, y la variabilidad asociada es baja a moderada. Calificación Regular

| TABLA 19 RAYADO RADIAL         |          |             |           |                       |                       |             |          |
|--------------------------------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| CORTE RADIAL A FAVOR DEL GRANO |          |             |           |                       |                       |             |          |
| N° ÁRBOL                       | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
| 6                              | 1        | RADIAL      | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
|                                | 2        | RADIAL      | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|                                | 3        | RADIAL      | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                                | 1        | RADIAL      | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
|                                | 2        | RADIAL      | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|                                | 3        | RADIAL      | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
|                                | 1        | RADIAL      | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                                | 2        | RADIAL      | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|                                | 3        | RADIAL      | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
| <b>PROMEDIO</b>                |          |             |           |                       |                       |             | 2,39     |
| <b>DESV. ESTÁNDAR</b>          |          |             |           |                       |                       |             | 0,333    |

Fuente: Elaboración propia

|  | $\bar{x}$ | S    |
|--|-----------|------|
| <b>PROMEDIO/<br/>DESV. ESTÁNDAR</b>    | 2,39      | 0,33 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9         | 6    |

### Descripción de la tabla N°19

En el cuadro de rayado se evaluó 9 probetas de los 6 árboles obtenidos en corte tangencial a favor del grano obteniendo un promedio de 2,39 con una desviación estándar de 0,33 sugiere que las mediciones tienen una tendencia central alrededor de 2,39, y la variabilidad asociada es baja a moderada. Calificación Regular

| TABLA 20 RAYADO RADIAL      |          |             |           |                       |                       |             |          |
|-----------------------------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| CORTE RADIAL A CONTRA GRANO |          |             |           |                       |                       |             |          |
| N° ÁRBOL                    | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
| 6                           | 1        | RADIAL      | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|                             | 2        | RADIAL      | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
|                             | 3        | RADIAL      | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
|                             | 1        | RADIAL      | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                             | 2        | RADIAL      | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|                             | 3        | RADIAL      | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                             | 1        | RADIAL      | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|                             | 2        | RADIAL      | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                             | 3        | RADIAL      | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
| <b>PROMEDIO</b>             |          |             |           |                       |                       |             | 2,500    |
| <b>DESV. ESTÁNDAR</b>       |          |             |           |                       |                       |             | 0,250    |

**Fuente:** Elaboración propia

|  | $\bar{x}$ | S    |
|--|-----------|------|
| <b>PROMEDIO/<br/>DESV. ESTÁNDAR</b>    | 2,5       | 0,25 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9         | 6    |

### Descripción de la tabla N°20

En el cuadro de rayado se evaluó 9 probetas de los 6 árboles obtenidos en corte tangencial a favor del grano obteniendo un promedio de 2,5 con una desviación estándar de 0,25 sugiere que las mediciones tienen una tendencia central alrededor de 2,5, y la variabilidad asociada es baja. Calificación Regular

| TABLA 21 RAYADO OBLICUO         |          |             |           |                       |                       |             |          |
|---------------------------------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| CORTE OBLICUO A FAVOR DEL GRANO |          |             |           |                       |                       |             |          |
| N° ÁRBOL                        | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
| 6                               | 1        | OBLICUO     | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                                 | 2        | OBLICUO     | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
|                                 | 3        | OBLICUO     | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
|                                 | 1        | OBLICUO     | →         | 4                     | 2                     | 4-2         | 3        |
|                                 | 2        | OBLICUO     | →         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|                                 | 3        | OBLICUO     | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
|                                 | 1        | OBLICUO     | →         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                                 | 2        | OBLICUO     | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
|                                 | 3        | OBLICUO     | →         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
| PROMEDIO                        |          |             |           |                       |                       |             | 2,72     |
| DESV. ESTÁNDAR                  |          |             |           |                       |                       |             | 0,36     |

Fuente: Elaboración propia

|                                | $\bar{x}$ | S    |
|--------------------------------|-----------|------|
| PROMEDIO/<br>DESV. ESTÁNDAR    | 2,72      | 0,36 |
| N DE PROBETAS/<br>N DE ÁRBOLES | 9         | 6    |

### Descripción de la tabla N°21

En el cuadro de rayado se evaluó 9 probetas de los 6 árboles obtenidos en corte tangencial a favor del grano obteniendo un promedio de 2,72 con una desviación estándar de 0,36 sugiere que las mediciones tienen una tendencia central alrededor de 2,72, y la variabilidad asociada es moderada. Calificación Regular



| TABLA 22 RAYADO OBLICUO      |          |             |           |                       |                       |             |          |
|------------------------------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| CORTE OBLICUO A CONTRA GRANO |          |             |           |                       |                       |             |          |
| N° ÁRBOL                     | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
| 6                            | 1        | OBLICUO     | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                              | 2        | OBLICUO     | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
|                              | 3        | OBLICUO     | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
|                              | 1        | OBLICUO     | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                              | 2        | OBLICUO     | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
|                              | 3        | OBLICUO     | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|                              | 1        | OBLICUO     | ←         | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |
|                              | 2        | OBLICUO     | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|                              | 3        | OBLICUO     | ←         | 4                     | 3                     | 4-3         | 3,5      |
| <b>PROMEDIO</b>              |          |             |           |                       |                       |             | 2,83     |
| <b>DESV. ESTÁNDAR</b>        |          |             |           |                       |                       |             | 0,35     |

Fuente: Elaboración propia

|  | $\bar{x}$ | S    |
|--|-----------|------|
| <b>PROMEDIO/<br/>DESV. ESTÁNDAR</b>    | 2,83      | 0,35 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9         | 6    |

### Descripción de la tabla N°22

En el cuadro de rayado se evaluó 9 probetas de los 6 árboles obtenidos en corte tangencial a favor del grano obteniendo un promedio de 2,83 con una desviación estándar de 0,35 sugiere que las mediciones tienen una tendencia central alrededor de 2,83, y la variabilidad asociada es moderada. Calificación Regular

TABLA 23 BASE DE DATOS DE VELLOSIDAD

| N° ÁRBOL | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO  | CATEGORIA |
|----------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|-----------|-----------|
| 6        | 1        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1         | EXCELENTE |
|          |          |             | ←         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1         | EXCELENTE |
|          | 2        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1         | EXCELENTE |
|          |          |             | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5       | BUENO     |
|          | 3        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2         | BUENO     |
|          |          |             | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5       | BUENO     |
|          | 1        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1         | EXCELENTE |
|          |          |             | ←         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1         | EXCELENTE |
|          | 2        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5       | BUENA     |
|          |          |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2         | BUENA     |
|          | 3        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1         | EXCELENTE |
|          |          |             | ←         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5       | BUENO     |
|          | 1        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5       | BUENO     |
|          |          |             | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5       | BUENO     |
|          | 2        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5       | BUENO     |
|          |          |             | ←         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1         | EXCELENTE |
|          | 3        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1         | EXCELENTE |
|          |          |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2         | BUENO     |
|          | 1        | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1         | EXCELENTE |
|          |          |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2         | BUENO     |
|          | 2        | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1         | EXCELENTE |
|          |          |             | ←         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1         | EXCELENTE |
|          | 3        | RADIAL      | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2         | BUENA     |
|          |          |             | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5       | BUENA     |
|          | 1        | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1         | EXCELENTE |
|          |          |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2         | BUENO     |
|          | 2        | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1         | EXCELENTE |
|          |          |             | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5       | BUENO     |
|          | 3        | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1         | EXCELENTE |
|          |          |             | ←         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5       | BUENO     |
| 1        | RADIAL   | →           | 1         | 2                     | 1-2                   | 1,5         | BUENO     |           |
|          |          | ←           | 1         | 1                     | 1-1                   | 1           | EXCELENTE |           |
| 2        | RADIAL   | →           | 2         | 1                     | 2-1                   | 1,5         | BUENO     |           |
|          |          | ←           | 2         | 2                     | 2-2                   | 2           | BUENO     |           |
| 3        | RADIAL   | →           | 1         | 1                     | 1-1                   | 1           | EXCELENTE |           |
|          |          | ←           | 2         | 1                     | 2-1                   | 1,5         | BUENO     |           |

TABLA 23 BASE DE DATOS DE VELLOSIDAD

| N° ÁRBOL | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO | CATEGORIA |
|----------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
|          | 1        | OBLICUO     | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      | BUENO     |
|          |          |             | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      | BUENO     |
|          | 2        | OBLICUO     | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        | EXELENTE  |
|          |          |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENO     |
|          | 3        | OBLICUO     | →         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      | BUENO     |
|          |          |             | ←         | 1                     | 2                     | 3-3         | 1,5      | BUENO     |
|          | 1        | OBLICUO     | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENO     |
|          |          |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | MALA      |
|          | 2        | OBLICUO     | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        | EXCELENTE |
|          |          |             | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      | REGULAR   |
|          | 3        | OBLICUO     | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      | REGULAR   |
|          |          |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | MALA      |
|          | 1        | OBLICUO     | →         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      | BUENO     |
|          |          |             | ←         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      | BUENO     |
|          | 2        | OBLICUO     | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      | BUENO     |
|          |          |             | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        | BUENO     |
|          | 3        | OBLICUO     | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        | EXCELENTE |
|          |          |             | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      | BUENO     |

Fuente: Elaboración propia

**Descripción de la tabla N°23**

Se realizó la recopilación de datos de vellosidad de 6 árboles que se identificaron como muestra, en los diferentes tipos de muestra, en los diferentes tipos de corte Tangencial, Radial, Oblicuo, a favor y contra grano, obteniendo un promedio entre la combinación de la extensión del defecto y severidad del defecto calificando dentro de los rangos de Excelente, Buena, Regular, Mala como especifica la norma ASTM-D-1666 – 87 (Re aprobado en 1999).

| TABLA 24 VELLOSIDAD TANGENCIAL     |          |             |           |                       |                       |             |          |
|------------------------------------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| CORTE TANGENCIAL A FAVOR DEL GRANO |          |             |           |                       |                       |             |          |
| N° ÁRBOL                           | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
| 6                                  | 1        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        |
|                                    | 2        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        |
|                                    | 3        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
|                                    | 1        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        |
|                                    | 2        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      |
|                                    | 3        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        |
|                                    | 1        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      |
|                                    | 2        | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      |
|                                    | 3        | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        |
| <b>PROMEDIO</b>                    |          |             |           |                       |                       |             | 1,28     |
| <b>DESV. ESTÁNDAR</b>              |          |             |           |                       |                       |             | 0,36     |

Fuente: Elaboración propia

|  | $\bar{x}$ | S    |
|--|-----------|------|
| <b>PROMEDIO/<br/>DESV. ESTÁNDAR</b>    | 1,28      | 0,36 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9         | 6    |

### Descripción de la tabla N°24

En el cuadro de vellosidad se evaluó 9 probetas de los 6 árboles obtenidos en corte tangencial a favor del grano obteniendo un promedio de 1,28 con una desviación estándar de 0,36 sugiere que las mediciones tienen una tendencia central alrededor de 1,28, y la variabilidad asociada es moderada. Calificación Bueno

| TABLA 25 VELLOSIDAD TANGENCIAL  |          |             |           |                       |                       |             |          |
|---------------------------------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| CORTE TANGENCIAL A CONTRA GRANO |          |             |           |                       |                       |             |          |
| N° ÁRBOL                        | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
| 6                               | 1        | TANGENCIAL  | ←         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        |
|                                 | 2        | TANGENCIAL  | ←         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      |
|                                 | 3        | TANGENCIAL  | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      |
|                                 | 1        | TANGENCIAL  | ←         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        |
|                                 | 2        | TANGENCIAL  | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
|                                 | 3        | TANGENCIAL  | ←         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        |
|                                 | 1        | TANGENCIAL  | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      |
|                                 | 2        | TANGENCIAL  | ←         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        |
|                                 | 3        | TANGENCIAL  | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
| <b>PROMEDIO</b>                 |          |             |           |                       |                       |             | 1,39     |
| <b>DESV. ESTÁNDAR</b>           |          |             |           |                       |                       |             | 0,42     |

**Fuente:** Elaboración propia

|  | $\bar{x}$ | S    |
|--|-----------|------|
| <b>PROMEDIO/<br/>DESV. ESTÁNDAR</b>    | 1,39      | 0,42 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9         | 6    |

### Descripción de la tabla N°25

En el cuadro de vellosidad se evaluó 9 probetas de los 6 árboles obtenidos en corte tangencial a favor del grano obteniendo un promedio de 1,39 con una desviación estándar de 0,42 sugiere que las mediciones tienen una tendencia central alrededor de 1,39, y la variabilidad asociada es moderada. Calificación Regular

| TABLA 26 VELLOSIDAD RADIAL     |          |             |           |                       |                       |             |          |
|--------------------------------|----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| CORTE RADIAL A FAVOR DEL GRANO |          |             |           |                       |                       |             |          |
| N° ÁRBOL                       | PROBETAS | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
| 6                              | 1        | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        |
|                                | 2        | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1,5      |
|                                | 3        | RADIAL      | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 3        |
|                                | 1        | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 3,5      |
|                                | 2        | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 2        |
|                                | 3        | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 2,5      |
|                                | 1        | RADIAL      | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 2,5      |
|                                | 2        | RADIAL      | →         | 2                     | 1                     | 2-1         | 2,5      |
|                                | 3        | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 2,5      |
| <b>PROMEDIO</b>                |          |             |           |                       |                       |             | 2,33     |
| <b>DESV. ESTÁNDAR</b>          |          |             |           |                       |                       |             | 0,75     |

Fuente: Elaboración propia

|  | $\bar{x}$ | S    |
|--|-----------|------|
| <b>PROMEDIO/<br/>DESV. ESTÁNDAR</b>    | 2,33      | 0,75 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9         | 6    |

### Descripción de la tabla N°26

En el cuadro de vellosidad se evaluó 9 probetas de los 6 árboles obtenidos en corte tangencial a favor del grano obteniendo un promedio de 2,33 con una desviación estándar de 0,75 sugiere que las mediciones tienen una tendencia central alrededor de 2,33, y la variabilidad asociada es moderada a alta.

Calificación Regular

| <b>TABLA 27 VELLOSIDAD RADIAL</b>  |                 |                    |                  |                              |                              |                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|--------------------|------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------|
| <b>CORTE RADIAL A CONTRA GRANO</b> |                 |                    |                  |                              |                              |                    |                 |
| <b>N° ÁRBOL</b>                    | <b>PROBETAS</b> | <b>ORIENTACIÓN</b> | <b>DIRECCIÓN</b> | <b>EXTENSIÓN DEL DEFECTO</b> | <b>SEVERIDAD DEL DEFECTO</b> | <b>COMBINACIÓN</b> | <b>PROMEDIO</b> |
|                                    | 1               | RADIAL             | ←                | 2                            | 2                            | 2-2                | 2               |
|                                    | 2               | RADIAL             | ←                | 1                            | 1                            | 1-2                | 1,5             |
|                                    | 3               | RADIAL             | ←                | 2                            | 1                            | 2-1                | 3               |
|                                    | 1               | RADIAL             | ←                | 2                            | 2                            | 2-2                | 3,5             |
|                                    | 2               | RADIAL             | ←                | 2                            | 1                            | 2-1                | 2               |
|                                    | 3               | RADIAL             | ←                | 1                            | 2                            | 1-2                | 2,5             |
|                                    | 1               | RADIAL             | ←                | 1                            | 1                            | 1-1                | 2,5             |
|                                    | 2               | RADIAL             | ←                | 2                            | 2                            | 2-2                | 2,5             |
|                                    | 3               | RADIAL             | ←                | 2                            | 1                            | 2-1                | 2,5             |
| <b>PROMEDIO</b>                    |                 |                    |                  |                              |                              |                    | <b>2,44</b>     |
| <b>DESV. ESTÁNDAR</b>              |                 |                    |                  |                              |                              |                    | <b>0,58</b>     |

**Fuente:** Elaboración propia

|  | $\bar{x}$ | S    |
|--|-----------|------|
| <b>PROMEDIO/<br/>DESV. ESTÁNDAR</b>    | 2,44      | 0,58 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9         | 6    |

### **Descripción de la tabla N°27**

En el cuadro de vellosidad se evaluó 9 probetas de los 6 árboles obtenidos en corte tangencial a favor del grano obteniendo un promedio de 2,44 con una desviación estándar de 0,58 sugiere que las mediciones tienen una tendencia central alrededor de 2,44, y la variabilidad asociada es moderada a alta. Calificación Regular

| <b>TABLA 28 VELLOSIDAD OBLICUO</b>     |                 |                    |                  |                              |                              |                    |                 |
|--|-----------------|--------------------|------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------|
| <b>CORTE OBLICUO A FAVOR DEL GRANO</b> |                 |                    |                  |                              |                              |                    |                 |
| <b>N° ÁRBOL</b>                        | <b>PROBETAS</b> | <b>ORIENTACIÓN</b> | <b>DIRECCIÓN</b> | <b>EXTENSIÓN DEL DEFECTO</b> | <b>SEVERIDAD DEL DEFECTO</b> | <b>COMBINACIÓN</b> | <b>PROMEDIO</b> |
| 6                                      | 1               | OBLICUO            | →                | 1                            | 2                            | 1-2                | 1,5             |
|  | 2               | OBLICUO            | →                | 1                            | 1                            | 1-1                | 1               |
|  | 3               | OBLICUO            | →                | 2                            | 1                            | 2-1                | 1,5             |
|  | 1               | OBLICUO            | →                | 2                            | 2                            | 2-2                | 2               |
|  | 2               | OBLICUO            | →                | 1                            | 1                            | 1-1                | 1               |
|  | 3               | OBLICUO            | →                | 1                            | 2                            | 1-2                | 1,5             |
|  | 1               | OBLICUO            | →                | 2                            | 1                            | 2-1                | 1,5             |
|  | 2               | OBLICUO            | →                | 1                            | 2                            | 1-2                | 1,5             |
|  | 3               | OBLICUO            | →                | 1                            | 1                            | 1-1                | 1               |
| <b>PROMEDIO</b>                        |                 |                    |                  |                              |                              |                    | <b>1,39</b>     |
| <b>DESV. ESTÁNDAR</b>                  |                 |                    |                  |                              |                              |                    | <b>0,33</b>     |

**Fuente:** Elaboración propia

|  | $\bar{x}$ | S    |
|--|-----------|------|
| <b>PROMEDIO/<br/>DESV. ESTÁNDAR</b>    | 1,39      | 0,33 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9         | 6    |

### **Descripción de la tabla N°28**

En el cuadro de vellosidad se evaluó 9 probetas de los 6 árboles obtenidos en corte tangencial a favor del grano obteniendo un promedio de 1,39 con una desviación estándar de 0,33 sugiere que las mediciones tienen una tendencia central alrededor de 1,39, y la variabilidad asociada es baja a moderada. Calificación Bueno



| <b>TABLA 29 VELLOSIDAD OBLICUO</b>  |                 |                    |                  |                              |                              |                    |                 |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------|------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------|
| <b>CORTE OBLICUO A CONTRA GRANO</b> |                 |                    |                  |                              |                              |                    |                 |
| <b>N° ÁRBOL</b>                     | <b>PROBETAS</b> | <b>ORIENTACIÓN</b> | <b>DIRECCIÓN</b> | <b>EXTENSIÓN DEL DEFECTO</b> | <b>SEVERIDAD DEL DEFECTO</b> | <b>COMBINACIÓN</b> | <b>PROMEDIO</b> |
| 6                                   | 1               | OBLICUO            | ←                | 2                            | 1                            | 2-1                | 1,5             |
|                                     | 2               | OBLICUO            | ←                | 2                            | 2                            | 2-2                | 2               |
|                                     | 3               | OBLICUO            | ←                | 1                            | 2                            | 1-2                | 1,5             |
|                                     | 1               | OBLICUO            | ←                | 2                            | 2                            | 2-2                | 2               |
|                                     | 2               | OBLICUO            | ←                | 2                            | 1                            | 2-1                | 1,5             |
|                                     | 3               | OBLICUO            | ←                | 2                            | 2                            | 2-2                | 2               |
|                                     | 1               | OBLICUO            | ←                | 1                            | 1                            | 1-1                | 1               |
|                                     | 2               | OBLICUO            | ←                | 2                            | 2                            | 2-2                | 2               |
|                                     | 3               | OBLICUO            | ←                | 2                            | 1                            | 2-1                | 1,5             |
| <b>PROMEDIO</b>                     |                 |                    |                  |                              |                              |                    | <b>1,67</b>     |
| <b>DESV. ESTÁNDAR</b>               |                 |                    |                  |                              |                              |                    | <b>0,35</b>     |

**Fuente:** Elaboración propia

|  | $\bar{x}$ | S    |
|--|-----------|------|
| <b>PROMEDIO/<br/>DESV. ESTÁNDAR</b>    | 1,67      | 0,35 |
| <b>N DE PROBETAS/<br/>N DE ÁRBOLES</b> | 9         | 6    |

### **Descripción de la tabla N°29**

En el cuadro de vellosidad se evaluó 9 probetas de los 6 árboles obtenidos en corte tangencial a favor del grano obteniendo un promedio de 1,67 con una desviación estándar de 0,35 sugiere que las mediciones tienen una tendencia central alrededor de 1,67, y la variabilidad asociada es moderada. Calificación Bueno

**TABLA 30 RESULTADO DEL ENSAYO DE LIJADO**

**NOMBRE COMUN:**

Queñua

**NOMBRE CIENTIFICO:**

*Polylepis tomentella Wedd*

| ESTADO DE LA MADERA | SIMBOLOGIA |   | DEFECTOS |      |      |     |            |      |      |      | VELOCIDAD DE ENSUCIAMINETO | FACILIDAD DE REMOCION DE SUCIEDAD | VELOCIDAD DE DESGASTE ABRASIVOS | TEMPERATURA DE LA LIJA |
|---------------------|------------|---|----------|------|------|-----|------------|------|------|------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------|
|                     |            |   | RAYADO   |      |      |     | VELLOSIDAD |      |      |      |                            |                                   |                                 |                        |
|                     |            |   | →        |      | ←    |     | →          |      | ←    |      |                            |                                   |                                 |                        |
| TANGENCIAL          | O          | S | 2,56     | 0,46 | 2,67 | 0,4 | 1,28       | 0,36 | 1,39 | 0,42 | A                          | B                                 | C                               | A                      |
|                     | N          | K | 9        | 6    | 9    | 6   | 9          | 6    | 9    | 6    |                            |                                   |                                 |                        |
| RADIAL              | O          | S | 2,39     | 0,33 | 2,5  | 0,3 | 2,33       | 0,75 | 2,44 | 0,58 | B                          | B                                 | B                               | A                      |
|                     | N          | K | 9        | 6    | 9    | 6   | 9          | 6    | 9    | 6    |                            |                                   |                                 |                        |
| OBLICUO             | O          | S | 2,72     | 0,36 | 2,83 | 0,4 | 1,39       | 0,33 | 1,67 | 0,35 | A                          | B                                 | C                               | A                      |
|                     | N          | K | 9        | 6    | 9    | 6   | 9          | 6    | 9    | 6    |                            |                                   |                                 |                        |

|   |       |
|---|-------|
| A | ALTA  |
| B | MEDIA |
| C | BAJA  |

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

### **5.2.2. Análisis del resultado del Lijado**

De acuerdo las especificaciones de la Norma se utilizaron dos tipos de lija N°/60 y100, procesando primero todas las probetas con la lija N/60, posteriormente Con lija de N/100. La evaluación de las probetas se realizó después de procesarlas con la lija del grano N/100. Las probetas se evaluaron visualmente, clasificándolas en el rango del 1 al V como específica el [cuadro 15](#), con base a los defectos de rayones y vellosidades. Los resultados de ensayo de lijado fueron positivos en los defectos a analizar. encontrándose en un rango entre 1 - 2 calificándola como buena, con un porcentaje de pieza libre de defecto de 80 - 90 %, desde el punto de vista del tipo de corte en el tangencial predomina el defecto en la vellosidad con una velocidad de ensuciamiento alto y una temperatura baja, mientras que en el corte radial , tangencial y oblicuo: se encuentra con una concentración de defecto en el rayado, con una velocidad de ensuciamiento de baja a media y una temperatura de media a alta con una facilidad de remoción de suciedad media para los tres tipos de corte. Desde el punto de vista le los defectos se encuentran en el corte radial y oblicuo defecto de vellosidad.

## **5.3. TALADRADO**

### **5.3.1. Procedimiento para la obtención de datos del taladrado.**

A continuación, se muestra un cuadro de base de datos explicando el procedimiento de la obtención de datos hasta la obtención de resultados, para un mejor análisis se consideró en el análisis los defectos en base a r.p.m.

TABLA 31 BASE DE DATOS DE TALADRADO

|                       | TIEMPOS DE PERFORACION PROMEDIO |        |         |        |        |         | CALIFICACION DE PERFORADO |        |         |                |         |         |       |
|-----------------------|---------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|---------------------------|--------|---------|----------------|---------|---------|-------|
|                       | 1000RPM                         |        |         | 500RPM |        |         | 1000RPM                   |        |         | 500RPM         |         |         |       |
|                       | TANG                            | RADIAL | OBLICUO | TANG   | RADIAL | OBLICUO | TANG                      | RADIAL | OBLICUO | TANG           | RADIAL  | OBLICUO |       |
| 6                     | 5,26                            | 4,67   | 5,46    | 5,7    | 5,93   | 8,12    | 2                         | 2      | 2       | 3              | 5       | 4       |       |
|                       | 6,58                            | 4,93   | 6,32    | 7,28   | 6,67   | 5,62    |                           |        |         |                |         |         |       |
|                       | 4,27                            | 5,01   | 5,56    | 5,43   | 6,38   | 7,3     | 3                         | 2      | 3       | 5              | 4       | 5       |       |
|                       | 6,1                             | 4,74   | 6,24    | 5,84   | 7,33   | 6,55    |                           |        |         |                |         |         |       |
|                       | 5,99                            | 5,09   | 5,35    | 4,86   | 4,87   | 4,94    | 2                         | 3      | 2       | 4              | 3       | 6       |       |
|                       | 4,38                            | 4,29   | 5,25    | 7,66   | 5,07   | 6,86    |                           |        |         |                |         |         |       |
|                       | 5,53                            | 4,35   | 5,87    | 6,56   | 5,12   | 5,49    | 3                         | 2      | 4       | 4              | 4       | 5       |       |
|                       | 4,32                            | 5,03   | 6,44    | 6,11   | 4,79   | 6,04    |                           |        |         |                |         |         |       |
| 5,1                   | 4,54                            | 5,37   | 6,22    | 5,05   | 5,54   |         |                           |        |         |                |         |         |       |
| <b>TOTAL</b>          | 47,53                           | 42,65  | 51,86   | 55,66  | 51,21  | 56,46   | 10                        | 9      | 11      | 16             | 16      | 20      |       |
| <b>MEDIA</b>          | 5,28                            | 4,74   | 5,76    | 6,18   | 5,69   | 6,27    | 2,500                     | 2,250  | 2,750   | 4,00           | 4,00    | 5,000   |       |
| <b>DESV. ESTANDAR</b> | 0,85                            | 0,30   | 0,46    | 0,88   | 0,92   | 1,02    | 0,577                     | 0,500  | 0,957   | 0,816          | 0,816   | 0,816   |       |
|                       |                                 |        |         |        |        |         | <b>1000 RPM</b>           |        |         | <b>500 RPM</b> |         |         |       |
|                       |                                 |        |         |        |        |         | TANG                      | RADIAL | OBLICUO | TANG           | RADIAL  | OBLICUO |       |
|                       |                                 |        |         |        |        |         | <b>GRANO ASTILLADO</b>    | 2,20   | 2,00    | 2,40           | 3,40    | 3,40    | 4,20  |
|                       |                                 |        |         |        |        |         | <b>RUPTURA DE GRANO</b>   | 1,750  | 1,625   | 1,875          | 2,500   | 2,500   | 3,000 |
|                       |                                 |        |         |        |        |         | <b>GRANO DOMINANTE</b>    | 1,8    | 1,6     | 1,9            | 2,5     | 2,5     | 3,0   |
|                       |                                 |        |         |        |        |         | BUENO                     | BUENO  | BUENO   | REGULAR        | REGULAR | MALO    |       |

**Descripción de la tabla N°31**

En el cuadro de base de datos de taladrado se evaluó probetas con tiempo de perforación de 1000 r.p.m y 500 r.p.m en los tres tipos de corte Tangencial, Radial y Oblicuo a mayor revoluciones menor defecto en el perforado, a 1000 r.p.m. obtienen una calificación buena. A 500 r.p.m. fue de regular a malo. Esto se debe a menor revolución mayor defecto en el perforado.

**TABLA 32 RESULTADOS DE TALADRADO**

NOMBRE COMUN:

Queñua

NOMBRE CIENTIFICO:

*Polylepis tomentella* Well

| REVOLUCIONES | TIEMPO DE PERFORACION SEG. |      |        |      |         |      | CALIFICACION |      |        |      |         |      |
|--------------|----------------------------|------|--------|------|---------|------|--------------|------|--------|------|---------|------|
|              | TANGENCIAL                 |      | RADIAL |      | OBLICUO |      | TANGENCIAL   |      | RADIAL |      | OBLICUO |      |
| 500 RPM      | 6,18                       | 0,88 | 5,70   | 0,90 | 6,27    | 1,02 | 4,00         | 0,82 | 4,00   | 0,82 | 5,00    | 0,82 |
|              | 3                          | 6    | 3      | 6    | 3       | 6    | 3            | 6    | 3      | 6    | 3       | 6    |
| 1000 RPM     | 5,28                       | 0,85 | 4,74   | 0,30 | 5,76    | 0,46 | 2,50         | 0,58 | 2,25   | 0,50 | 2,75    | 0,96 |
|              | 3                          | 6    | 3      | 6    | 3       | 6    | 3            | 6    | 3      | 6    | 3       | 6    |

**Fuente:** Elaboración propia

### 5.3.2. Análisis de ensayo de taladrado

Las perforaciones se evaluaron de acuerdo a la presencia o ausencia de los defectos descritos anteriormente.

Para determinar el comportamiento de la madera al taladro se puede decir que a menor r.p.m incluye mayor tiempo de penetración en segundos pero mayor grado de defecto, mientras que mayor r.p.m menor tiempo de penetración, pero con grado de defecto menor según la orientación de la probeta, dándole una categoría en el rango de bueno a regular .

### 5.4. TORNEADO

Procedimiento para la obtención de datos de torneado, a continuación, se muestra un [cuadro12](#) de base de datos explicando el procedimiento de la obtención de datos hasta la obtención de resultados, para un mejor análisis se consideró en el análisis los defectos dominantes de defectos del grano arrancado y velloso.

| TABLA 33 BASE DE DATOS DE TORNEADO |               |        |       |       |                     |                 |               |                    |
|------------------------------------|---------------|--------|-------|-------|---------------------|-----------------|---------------|--------------------|
| ÁNGULO                             | PROBETAS      | TIEMPO |       |       | DIÁMETRO RESULTANTE | GRANO ARRANCADO | GRANO VELLOSO | PROMEDIO DE TIEMPO |
| ÁNGULO DE CORTE 0°                 | 1             | 16,56  | 14,48 | 14,58 | 1,587               | 1,5             | 1             | 15,207             |
|                                    | 2             | 17,67  | 15,08 | 17,86 | 1,657               | 2               | 1,5           | 16,87              |
|                                    | 3             | 18,07  | 17,59 | 17,46 | 1,076               | 1               | 1,5           | 17,707             |
|                                    | PROMEDIO      | —      | —     | —     | —                   | 1,500           | 1,333         | 16,594             |
|                                    | DES. ESTANDAR | —      | —     | —     | —                   | 0,500           | 0,289         | 1,273              |
| ÁNGULO DE CORTE 15°                | 1             | 14,38  | 12,36 | 11,09 | 1,636               | 2,5             | 2             | 12,61              |
|                                    | 2             | 14,18  | 11,53 | 12,28 | 1,559               | 3               | 2,5           | 12,663             |
|                                    | 3             | 13,58  | 11,44 | 11,62 | 1,448               | 2,5             | 3             | 12,213             |
|                                    | PROMEDIO      | —      | —     | —     | —                   | 2,667           | 2,500         | 12,4956            |
|                                    | DES. ESTANDAR | —      | —     | —     | —                   | 0,289           | 0,500         | 0,2459             |
| ÁNGULO DE CORTE 40°                | 1             | 14,00  | 13,08 | 11,54 | 1,568               | 3               | 3             | 12,87              |
|                                    | 2             | 13,55  | 13,78 | 12,03 | 1,559               | 3               | 2,5           | 13,12              |
|                                    | 3             | 12,66  | 11,68 | 12,82 | 1,459               | 2,5             | 3             | 12,387             |
|                                    | PROMEDIO      | —      | —     | —     | —                   | 2,833           | 2,833         | 12,792             |
|                                    | DES. ESTANDAR | —      | —     | —     | —                   | 0,289           | 0,289         | 0,373              |

Fuente: Elaboración propia

| TABLA 34 GRANO ARRANCADO |               |                       |                       |             |          |       |
|--------------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|-------|
| ÁNGULO                   | PROBETA       | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |       |
| ÁNGULO DE CORTE 0°       | 1             | 1                     | 2                     | 1—1         | 1,5      |       |
|                          | 2             | 2                     | 2                     | 2—2         | 2        |       |
|                          | 3             | 1                     | 1                     | 1—1         | 1        |       |
|                          | PROMEDIO      |                       |                       |             |          | 1,500 |
|                          | DES. ESTÁNDAR |                       |                       |             |          | 0,500 |
| ÁNGULO DE CORTE 15°      | 1             | 2                     | 3                     | 2—3         | 2,5      |       |
|                          | 2             | 3                     | 3                     | 3—3         | 3        |       |
|                          | 3             | 2                     | 3                     | 2—3         | 2,5      |       |
|                          | PROMEDIO      |                       |                       |             |          | 2,667 |
|                          | DES. ESTÁNDAR |                       |                       |             |          | 0,289 |
| ÁNGULO DE CORTE 40°      | 1             | 3                     | 3                     | 3—3         | 3        |       |
|                          | 2             | 3                     | 3                     | 3—3         | 3        |       |
|                          | 3             | 2                     | 3                     | 2—3         | 2,5      |       |
|                          | PROMEDIO      |                       |                       |             |          | 2,833 |
|                          | DES. ESTÁNDAR |                       |                       |             |          | 0,289 |

Fuente: Elaboración propia

### Ángulo de corte 0°

Un promedio de 1,500 sugiere que, en términos generales, las mediciones de grano arrancado se centran alrededor de este valor.

La desviación estándar de 0,500 indica una variabilidad moderada en las mediciones de grano arrancado con calificación **B**.

### Ángulo de corte 15°

Un promedio de 2,500 sugiere que, en términos generales, las mediciones se centran alrededor de este valor. Calificación **R**.

La desviación estándar de 0,500 indica una variabilidad moderada en las mediciones.

### Ángulo de corte 40°

Un promedio de 2,833 sugiere que, en términos generales, las mediciones se centran alrededor de este valor.

El estándar de 0,289 indica una variabilidad baja a moderada en las mediciones de grano arrancado con calificación **R**.

| TABLA 35 GRANO VELLOSO |                |                       |                       |             |          |       |
|------------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|-------|
| ÁNGULO                 | PROBETA        | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |       |
| ÁNGULO DE CORTE 0°     | 1              | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        |       |
|                        | 2              | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      |       |
|                        | 3              | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      |       |
|                        | PROMEDIO       |                       |                       |             |          | 1,333 |
|                        | DESV. ESTÁNDAR |                       |                       |             |          | 0,289 |
| ÁNGULO DE CORTE 15°    | 1              | 2                     | 2                     | 2-3         | 2        |       |
|                        | 2              | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |       |
|                        | 3              | 3                     | 3                     | 3-2         | 3        |       |
|                        | PROMEDIO       |                       |                       |             |          | 2,500 |
|                        | DESV. ESTÁNDAR |                       |                       |             |          | 0,500 |
| ÁNGULO DE CORTE 40°    | 1              | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |       |
|                        | 2              | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |       |
|                        | 3              | 3                     | 3                     | 3-3         | 3        |       |
|                        | PROMEDIO       |                       |                       |             |          | 2,833 |
|                        | DESV. ESTÁNDAR |                       |                       |             |          | 0,289 |

Fuente: Elaboración propia

### Ángulo de corte 0°

Con un promedio de 1,333 y una desviación estándar de 0,289, puedes inferir lo siguiente:

La mayoría de las mediciones están cerca del valor promedio de 1,333. con calificación **B**.

La desviación estándar de 0,289 indica que hay una variabilidad moderada en las mediciones.

### Ángulo de corte 15°

un promedio de 2,500 con una desviación estándar de 0,500 sugiere que las mediciones de grano veloso tienen una tendencia central alrededor de 2,500, pero hay una variabilidad moderada en torno a este valor. para ángulo de corte 15°. **R**.

### Ángulo de corte 40°

Un promedio de 2,833 con una desviación estándar de 0,289 sugiere que las mediciones de grano veloso tienen una tendencia central alrededor de 2,833, y la variabilidad asociada es baja a moderada. Con calificación **R**.

**TABLA 36 RESULTADO DE ENSAYO DE TORNEADO**

| TABLA 36 RESULTADO DE ENSAYO DE TORNEADO |                    |                         |                                  |                 |               |
|--|--------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------|
| NOMBRE COMUN:                            |                    |                         | Queñua                           |                 |               |
| NOMBRE CIENTIFICO:                       |                    |                         | <i>Polylepis tomentella Wedd</i> |                 |               |
| ÁNGULO DE CORTE                          | TIEMPO EN SEGUNDOS | CORTE PARALELO AL GRANO |                                  |                 |               |
|  |                    | NÚMERO                  |                                  | DEFECTO         |               |
|  |                    | CORTE (N)               | ÁRBOLES (K)                      | GRANO ARRANCADO | GRANO BELLOSO |
| ÁNGULO DE CORTE 0°                       | 16,594             | 3                       | 6                                | 1,500           | 1,333         |
|  | 1,273              | 3                       | 6                                | 0,500           | 0,289         |
| ÁNGULO DE CORTE 15°                      | 12,496             | 3                       | 6                                | 2,667           | 2,500         |
|  | 0,246              | 3                       | 6                                | 0,289           | 0,500         |
| ÁNGULO DE CORTE 40°                      | 12,792             | 3                       | 6                                | 2,833           | 2,833         |
|  | 0,373              | 3                       | 6                                | 0,289           | 0,289         |

**Fuente:** Elaboración propia.



#### 5.4.1. Análisis de resultados de torneado.

Las probetas de torneado se analizaron visualmente exponiéndolas a la luz natural, evaluandolas en una escala del 1 al 5, con base a la presencia y ausencia de los defectos de grano arrancado y velloso. Los resultados obtenidos hace mención que en cualquier ángulo de corte la mayor presencia de defectos se encuentra en grano arrancado; mientras que el tiempo en segundos disminuye los defectos tienden a aumentar los cuales son resultados negativos categorizándolas dentro de rango de: bueno a regular.

#### 5.5. MOLDURADO.

| <b>TABLA 37 TANGENCIAL GRANO ASTILLADO</b> |          |                    |                  |                              |                              |                    |                 |
|--|----------|--------------------|------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------|
| <b>A</b>                                   | <b>P</b> | <b>ORIENTACIÓN</b> | <b>DIRECCIÓN</b> | <b>EXTENSIÓN DEL DEFECTO</b> | <b>SEVERIDAD DEL DEFECTO</b> | <b>COMBINACIÓN</b> | <b>PROMEDIO</b> |
| 1  | 1        | TANGENCIAL         | →                | 1                            | 2                            | 1--2               | 1,5             |
|  | 2        | TANGENCIAL         | →                | 2                            | 1                            | 2--1               | 1,5             |
|  | 3        | TANGENCIAL         | →                | 1                            | 2                            | 1--2               | 1,5             |
| <b>PROMEDIO</b>                            |          |                    |                  | 1,33                         | —                            | —                  | 1,50            |
| <b>DESV. ESTÁNDAR</b>                      |          |                    |                  | 0,58                         | —                            | —                  | 0,00            |

|             |             |
|-------------|-------------|
| <b>1,33</b> | <b>1,50</b> |
| <b>0,58</b> | <b>0,00</b> |
| <b>3</b>    | <b>6</b>    |

El promedio de 1,50 indica que todas las mediciones tienen el mismo valor, ya que la desviación estándar es 0,00.

La desviación estándar de 0,00 significa que no hay variabilidad en las mediciones. Todas las mediciones son idénticas y coinciden exactamente con el promedio.

| A                     | P | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
|-----------------------|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1                     | 1 | TANGENCIAL  | ←         | 2                     | 3                     | 2--3        | 2,5      |
|                       | 2 | TANGENCIAL  | ←         | 1                     | 2                     | 2--2        | 1,5      |
|                       | 3 | TANGENCIAL  | ←         | 2                     | 2                     | 2--1        | 2        |
| <b>PROMEDIO</b>       |   |             |           | 1,67                  | —                     | —           | 2,00     |
| <b>DESV. ESTÁNDAR</b> |   |             |           | 0,58                  | —                     | —           | 0,50     |

Fuente: Elaboración propia

|             |             |
|-------------|-------------|
| <b>1,67</b> | <b>2,00</b> |
| <b>0,58</b> | <b>0,50</b> |
| <b>3</b>    | <b>6</b>    |

un promedio de 2,00 con una desviación estándar de 0,50 sugiere que las mediciones son, en general, consistentes y muestran una variabilidad moderada con respecto al promedio.

**TABLA 38 TANGENCIAL GRANO ARRANCADO**

| A                     | P | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
|-----------------------|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1                     | 1 | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 2                     | 2—2         | 2        |
|                       | 2 | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 1                     | 2—1         | 1,5      |
|                       | 3 | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 2                     | 1—2         | 1,5      |
| <b>PROMEDIO</b>       |   |             |           | 0,56                  | —                     | —           | 1,67     |
| <b>DESV. ESTANDAR</b> |   |             |           | 0,58                  | —                     | —           | 0,29     |

|             |             |
|-------------|-------------|
| <b>0,56</b> | <b>1,67</b> |
| <b>0,58</b> | <b>0,29</b> |
| <b>3</b>    | <b>6</b>    |

Si la escalada es de baja a alta severidad, un promedio de 1,67 sugiere una presencia moderada en general, y la desviación estándar indica cuánto varían estas mediciones.

La desviación estándar de 0,27 sugiere que hay cierta variabilidad en las mediciones, pero no es extremadamente alta.

| A                     | P | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
|-----------------------|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1                     | 1 | TANGENCIAL  | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                       | 2 | TANGENCIAL  | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
|                       | 3 | TANGENCIAL  | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
| <b>PROMEDIO</b>       |   |             |           | 0,889                 | —                     | —           | 2,333    |
| <b>DESV. ESTANDAR</b> |   |             |           | 0,577                 | —                     | —           | 0,289    |

|             |             |
|-------------|-------------|
| <b>0,89</b> | <b>2,33</b> |
| <b>0,58</b> | <b>0,29</b> |
| <b>3</b>    | <b>6</b>    |

Un promedio de 2,33 con una desviación estándar de 0,28 sugiere que las mediciones son, en general, consistentes, pero hay una variabilidad moderada con respecto al promedio.

**TABLA 39 TANGENCIAL GRANO VELLOSO**

| A                     | P | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
|-----------------------|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1                     | 1 | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      |
|                       | 2 | TANGENCIAL  | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      |
|                       | 3 | TANGENCIAL  | →         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      |
| <b>PROMEDIO</b>       |   |             |           | 1,667                 | —                     | —           | 1,50     |
| <b>DESV. ESTANDAR</b> |   |             |           | 0,577                 | —                     | —           | 0,00     |

|             |             |
|-------------|-------------|
| <b>1,67</b> | <b>1,50</b> |
| <b>0,58</b> | <b>0,00</b> |
| <b>3</b>    | <b>6</b>    |

Un promedio de 1,50 indica que todas las mediciones tienen el mismo valor, ya que la desviación estándar es 0,00.

| A                     | P | ORIENTACION | DIRECCION | EXTENCION DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACION | PROMEDIO |
|-----------------------|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1                     | 1 | TANGENCIAL  | ←         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      |
|                       | 2 | TANGENCIAL  | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      |
|                       | 3 | TANGENCIAL  | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
| <b>PROMEDIO</b>       |   |             |           | 1,67                  | —                     | —           | 1,67     |
| <b>DESV. ESTANDAR</b> |   |             |           | 0,58                  | —                     | —           | 0,29     |

**Fuente:** Elaboración propia

|             |             |
|-------------|-------------|
| <b>1,67</b> | <b>1,67</b> |
| <b>0,58</b> | <b>0,29</b> |
| <b>3</b>    | <b>6</b>    |

Un promedio de 1,67 con una desviación estándar de 0,29 sugiere que las mediciones son, en general, consistentes, pero hay una variabilidad moderada con respecto al promedio.

**TABLA 40 RADIAL GRANO ASTILLADO**

| A                     | P | ORIENTACION | DIRECCION | EXTENCION DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACION | PROMEDIO |
|-----------------------|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1                     | 1 | RADIAL      | →         | 2                     | 1                     | 2--1        | 1,5      |
|                       | 2 | RADIAL      | →         | 1                     | 2                     | 1--2        | 1,5      |
|                       | 3 | RADIAL      | →         | 2                     | 2                     | 2--2        | 2        |
| <b>PROMEDIO</b>       |   |             |           | 1,67                  | —                     | —           | 1,67     |
| <b>DESV. ESTANDAR</b> |   |             |           | 0,577                 | —                     | —           | 0,29     |

|             |             |
|-------------|-------------|
| <b>1,67</b> | <b>1,67</b> |
| <b>0,58</b> | <b>0,29</b> |
| <b>3</b>    | <b>6</b>    |

Un promedio de 1,67 con una desviación estándar de 0,29 sugiere que las mediciones son, en general, consistentes, pero hay una variabilidad moderada con respecto al promedio.

| A                     | P | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
|-----------------------|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1                     | 1 | RADIAL      | ←         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        |
|                       | 2 | RADIAL      | ←         | 2                     | 3                     | 2-3         | 2,5      |
|                       | 3 | RADIAL      | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
| <b>PROMEDIO</b>       |   |             |           | 1,67                  | —                     | —           | 1,83     |
| <b>DESV. ESTANDAR</b> |   |             |           | 0,58                  | —                     | —           | 0,76     |

Fuente: Elaboración propia

|             |             |
|-------------|-------------|
| <b>1,67</b> | <b>1,83</b> |
| <b>0,58</b> | <b>0,76</b> |
| <b>3</b>    | <b>6</b>    |

un promedio de 1,83 sugiere una presencia relativamente baja en general, pero la desviación estándar indica que hay una variabilidad significativa en estas mediciones.

**TABLA 41 RADIAL GRANO ARRANCADO**

| A                     | P | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
|-----------------------|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1                     | 1 | RADIAL      | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
|                       | 2 | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        |
|                       | 3 | RADIAL      | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      |
| <b>PROMEDIO</b>       |   |             |           | 1,33                  | —                     | —           | 1,50     |
| <b>DESV. ESTANDAR</b> |   |             |           | 0,58                  | —                     | —           | 0,50     |

|             |             |
|-------------|-------------|
| <b>1,33</b> | <b>1,50</b> |
| <b>0,58</b> | <b>0,50</b> |
| <b>3</b>    | <b>6</b>    |

Un promedio de 1,50 con una desviación estándar de 0,50 sugiere que las mediciones son, en general, consistentes, pero hay una variabilidad moderada con respecto al promedio.

| A                     | P | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
|-----------------------|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1                     | 1 | RADIAL      | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      |
|                       | 2 | RADIAL      | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
|                       | 3 | RADIAL      | ←         | 3                     | 1                     | 3-1         | 2        |
| <b>PROMEDIO</b>       |   |             |           | 2,33                  | —                     | —           | 1,83     |
| <b>DESV. ESTANDAR</b> |   |             |           | 0,58                  | —                     | —           | 0,29     |

Fuente: Elaboración propia

|             |             |
|-------------|-------------|
| <b>2,33</b> | <b>1,83</b> |
| <b>0,58</b> | <b>0,29</b> |
| <b>3</b>    | <b>6</b>    |

Con un promedio de 1,83 con una desviación estándar de 0,29 sugiere que las mediciones son, en general, consistentes y muestran poca variabilidad con respecto al promedio.

| <b>TABLA 42 RADIAL GRANO VELLOSO</b> |   |             |           |                       |                       |             |          |
|--------------------------------------|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| A                                    | P | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
| 1                                    | 1 | RADIAL      | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      |
|                                      | 2 | RADIAL      | →         | 1                     | 1                     | 1-2         | 1        |
|                                      | 3 | RADIAL      | →         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      |
| <b>PROMEDIO</b>                      |   |             |           | 1,33                  | —                     | —           | 1,33     |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>                |   |             |           | 0,58                  | —                     | —           | 0,29     |

|             |             |
|-------------|-------------|
| <b>1,33</b> | <b>1,33</b> |
| <b>0,58</b> | <b>0,29</b> |
| <b>3</b>    | <b>6</b>    |

Un promedio de 1,33 con una desviación estándar de 0,29 sugiere que las mediciones son, en general, consistentes y muestran una variabilidad moderada con respecto al promedio.

| A                     | P | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
|-----------------------|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1                     | 1 | RADIAL      | ←         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      |
|                       | 2 | RADIAL      | ←         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      |
|                       | 3 | RADIAL      | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      |
| <b>PROMEDIO</b>       |   |             |           | 1,33                  | —                     | —           | 1,50     |
| <b>DESV. ESTANDAR</b> |   |             |           | 0,58                  | —                     | —           | 0,00     |

Fuente: Elaboración propia

|             |             |
|-------------|-------------|
| <b>1,33</b> | <b>1,50</b> |
| <b>0,58</b> | <b>0,00</b> |
| <b>3</b>    | <b>6</b>    |

Un promedio de 1,50 indica que todas las mediciones tienen el mismo valor, ya que la desviación estándar es 0,00.

| <b>TABLA 43 OBLICUO GRANO ARRANCADO</b> |   |             |           |                       |                       |             |          |
|---|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| A                                       | P | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
| 1                                       | 1 | OBLICUO     | →         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      |
|   | 2 | OBLICUO     | →         | 3                     | 1                     | 3-1         | 2        |
|   | 3 | OBLICUO     | →         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
| <b>PROMEDIO</b>                         |   |             |           | 2,33                  | —                     | —           | 1,83     |
| <b>DESV. ESTANDAR</b>                   |   |             |           | 0,58                  | —                     | —           | 0,29     |

|             |             |
|-------------|-------------|
| <b>2,33</b> | <b>1,83</b> |
| <b>0,58</b> | <b>0,29</b> |
| <b>3</b>    | <b>6</b>    |

Un promedio de 1,83 con una desviación estándar de 0,29 sugiere que las mediciones son, en general, consistentes y muestran poca variabilidad con respecto al promedio es a favor del grano y grano arrancado.

| A                     | P | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
|-----------------------|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1                     | 1 | OBLICUO     | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
|                       | 2 | OBLICUO     | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      |
|                       | 3 | OBLICUO     | ←         | 2                     | 2                     | 2-2         | 2        |
| <b>PROMEDIO</b>       |   |             |           | 2,33                  | —                     | —           | 2,00     |
| <b>DESV. ESTANDAR</b> |   |             |           | 0,58                  | —                     | —           | 0,5      |

Fuente: Elaboración propia

|      |      |
|------|------|
| 2,33 | 2,00 |
| 0,58 | 0,50 |
| 3    | 6    |

Con un promedio de 2,00 con una desviación estándar de 0,50 sugiere que las mediciones son, en general, consistentes y muestran una variabilidad moderada con respecto al promedio a contra grano.

**TABLA 44 OBLICUO GRANO VELLOSO**

| A                     | P | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
|-----------------------|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1                     | 1 | OBLICUO     | →         | 1                     | 1                     | 1-1         | 1        |
|                       | 2 | OBLICUO     | →         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      |
|                       | 3 | OBLICUO     | →         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      |
| <b>PROMEDIO</b>       |   |             |           | 1,33                  | —                     | —           | 1,33     |
| <b>DESV. ESTANDAR</b> |   |             |           | 0,58                  | —                     | —           | 0,29     |

|      |      |
|------|------|
| 1,33 | 1,33 |
| 0,58 | 0,29 |
| 3    | 6    |

La mayoría de las mediciones (quizás la gran mayoría) están alrededor del valor promedio de 1,33.

La desviación estándar de 0,29 indica que hay cierta variabilidad en las mediciones, pero no es muy alta.



| A                     | P | ORIENTACIÓN | DIRECCIÓN | EXTENSIÓN DEL DEFECTO | SEVERIDAD DEL DEFECTO | COMBINACIÓN | PROMEDIO |
|-----------------------|---|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1                     | 1 | OBLICUO     | ←         | 1                     | 2                     | 1-2         | 1,5      |
|                       | 2 | OBLICUO     | ←         | 2                     | 1                     | 2-1         | 1,5      |
|                       | 3 | OBLICUO     | ←         | 3                     | 2                     | 3-2         | 2,5      |
| <b>PROMEDIO</b>       |   |             |           | 2,00                  | —                     | —           | 1,83     |
| <b>DESV. ESTANDAR</b> |   |             |           | 1,00                  | —                     | —           | 0,58     |

**Fuente:** Elaboración propia

|             |             |
|-------------|-------------|
| <b>2,00</b> | <b>1,83</b> |
| <b>1,00</b> | <b>0,58</b> |
| <b>3</b>    | <b>6</b>    |

Con un promedio de 1,83 y una desviación estándar de 0,58, puedes inferir lo siguiente:

La mayoría de las mediciones están alrededor del valor promedio de 1,83.

La desviación estándar de 0,58 indica que hay cierta variabilidad en las mediciones, y esta variabilidad es mayor en comparación con una desviación estándar más baja.

| TABLA 45 RESULTADOS DE ENSAYO DE MOLDURADO |                          |   |  |                        |           |         |                    |           |         |                     |           |         |
|--|--------------------------|---|--|------------------------|-----------|---------|--------------------|-----------|---------|---------------------|-----------|---------|
| NOMBRE COMÚN:                              |                          |   | Queñua   |                        |           |         |                    |           |         |                     |           |         |
| NOMBRE CIENTÍFICO:                         |                          |   | <i>polylepis tomentella Wedd</i>                 |                        |           |         |                    |           |         |                     |           |         |
| SENTIDO                                    | ANCHO DE LA MARCA (mm)   |   |  | CALIFICACIÓN           |           |         |                    |           |         |                     |           |         |
|  |                          |   |  | CORTE DOBLE TANGENCIAL |           |         | CORTE DOBLE RADIAL |           |         | CORTE DOBLE OBLICUO |           |         |
| →<br>FAVOR DEL GRANO                       | T                        | R | O  | ARRANCADO              | ASTILLADO | VELLOSO | ARRANCADO          | ASTILLADO | VELLOSO | ARRANCADO           | ASTILLADO | VELLOSO |
|  | ←<br>EN CONTRA DEL GRANO | 1 | 1  | 1                      | 0,56      | 1,33    | 1,67               | 1,33      | 1,67    | 1,33                | 2,33      | 2,00    |
| 0,58                                       |                          |   |  |                        | 0,58      | 0,58    | 0,58               | 0,58      | 0,58    | 0,58                | 1,00      | 0,58    |
| 1,67                                       |                          |   |  |                        | 1,50      | 1,50    | 1,50               | 1,67      | 1,33    | 1,83                | 1,67      | 1,33    |
| 0,29                                       |                          |   |  |                        | 0,00      | 0,00    | 0,50               | 0,29      | 0,29    | 0,29                | 0,29      | 0,29    |
| 3  |                          |   |  |                        | 3         | 3       | 3                  | 3         | 3       | 3                   | 3         | 3       |
| 6  |                          |   |  |                        | 6         | 6       | 6                  | 6         | 6       | 6                   | 6         | 6       |
| ←<br>EN CONTRA DEL GRANO                   | 1                        | 1 | 1  | 0,89                   | 1,67      | 1,67    | 2,33               | 1,67      | 1,33    | 2,33                | 2,33      | 2       |
|  |                          |   |  | 0,58                   | 0,58      | 0,58    | 0,58               | 0,58      | 0,58    | 0,58                | 0,58      | 1       |
|  |                          |   |  | 2,33                   | 2,00      | 1,67    | 1,83               | 1,83      | 1,5     | 2,00                | 2,17      | 1,83    |
|  |                          |   |  | 0,29                   | 0,50      | 0,29    | 0,29               | 0,76      | 0       | 0,50                | 0,29      | 0,58    |
|  |                          |   |  | 3                      | 3         | 3       | 3                  | 3         | 3       | 3                   | 3         | 3       |
|  |                          |   |  | 6                      | 6         | 6       | 6                  | 6         | 6       | 6                   | 6         | 6       |
| O(g)                                       |                          |   | PROMEDIO DE LOS GRADOS DEL DEFECTO               |                        |           |         |                    |           |         |                     |           |         |
| S(g)                                       |                          |   | DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROBETAS DEL GRADO     |                        |           |         |                    |           |         |                     |           |         |
| O(%)                                       |                          |   | PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE EXTENSION DEL DEFECTO |                        |           |         |                    |           |         |                     |           |         |
| S(%)                                       |                          |   | DESVIACION ENTRE PROBETAS DE LA EXTENCION        |                        |           |         |                    |           |         |                     |           |         |
| N  |                          |   | NUMERO DE PROBETAS                               |                        |           |         |                    |           |         |                     |           |         |
| K  |                          |   | NUMERO DE ARBOLES                                |                        |           |         |                    |           |         |                     |           |         |

**TABLA 46 RESULTADOS DE ENSAYO DE MOLDURADO**

NOMBRE COMUN:

Queñua

NOMBRE CIENTIFICO:

*polylepis tomentella*

| SENTIDO                        | ANCHO DE LA MARCA (mm) |   |   | CALIFICACION                                     |           |         |           |           |         |           |           |         |
|--------------------------------|------------------------|---|---|--|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|
|                                |                        |   |   | CORTE SIMPLE                                     |           |         |           |           |         |           |           |         |
|                                |                        |   |   | TANGENCIAL                                       |           |         | RADIAL    |           |         | OBLICUO   |           |         |
| →<br>FAVOR DEL<br>GRANO        | T                      | R | O | ARRANCADO  | ASTILLADO | VELLOSO | ARRANCADO | ASTILLADO | VELLOSO | ARRANCADO | ASTILLADO | VELLOSO |
|                                | A                      | 1 | 1 | 1  | 0,55      | 1,32    | 1,66      | 1,32      | 1,65    | 1,33      | 2,32      | 2,00    |
| 0,57                           |                        |   |   |  | 0,57      | 0,57    | 0,58      | 0,58      | 0,58    | 0,58      | 1,00      | 0,58    |
| 1,65                           |                        |   |   |  | 1,50      | 1,50    | 1,50      | 1,66      | 1,32    | 1,82      | 1,65      | 1,32    |
| 0,28                           |                        |   |   |  | 0,00      | 0,00    | 0,50      | 0,28      | 0,28    | 0,28      | 0,29      | 0,27    |
| 3                              |                        |   |   |  | 3         | 3       | 3         | 3         | 3       | 3         | 3         | 3       |
| 6                              |                        |   |   |  | 6         | 6       | 6         | 6         | 6       | 6         | 6         | 6       |
| ←<br>EN<br>CONTRA DEL<br>GRANO | 1                      | 1 | 1 | 0,88   | 1,66      | 1,66    | 2,32      | 1,66      | 1,33    | 2,32      | 2,33      | 2       |
|                                |                        |   |   | 0,57   | 0,58      | 0,57    | 0,58      | 0,58      | 0,57    | 0,57      | 0,57      | 1       |
|                                |                        |   |   | 2,32   | 2,00      | 1,66    | 1,82      | 1,83      | 1,5     | 2,00      | 2,17      | 1,82    |
|                                |                        |   |   | 0,28   | 0,50      | 0,27    | 0,28      | 0,75      | 0       | 0,50      | 0,28      | 0,56    |
|                                |                        |   |   | 3  | 3         | 3       | 3         | 3         | 3       | 3         | 3         | 3       |
|                                |                        |   |   | 6  | 6         | 6       | 6         | 6         | 6       | 6         | 6         | 6       |
| O(g)                           |                        |   |   | PROMEDIO DE LOS GRADOS DEL DEFECTO               |           |         |           |           |         |           |           |         |
| S(g)                           |                        |   |   | DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROBETAS DEL GRADO     |           |         |           |           |         |           |           |         |
| O(%)                           |                        |   |   | PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE EXTENSION DEL DEFECTO |           |         |           |           |         |           |           |         |
| S(%)                           |                        |   |   | DESVIACION ENTRE PROBETAS DE LA EXTENSION        |           |         |           |           |         |           |           |         |
| N                              |                        |   |   | NUMERO DE PROBETAS                               |           |         |           |           |         |           |           |         |
| K                              |                        |   |   | NUMERO DE ARBOLES                                |           |         |           |           |         |           |           |         |

### 5.5.1. Análisis de resultado del moldurado.

Analizando el cuándo de resultados de los ensayos de moldurado corte doble y corte simple, se pudo calificar de 0-1 y de 1-2 la especie Queñua (*Polylepis tomentella Wedd*), presento un comportamiento de la madera al moldurado de excelente a bueno, lo cual se debería a que la especie presenta una textura media a fina según su descripción anatómica de la madera. (LLUNCOR, 1977).

la textura fina de la madera Queñua parece contribuir a resultados favorables, destacando su calidad en la escala de calificación. Continuar evaluando y ajustando los procesos en función de las características específicas de esta madera puede conducir a resultados aún más satisfactorios en proyectos futuros.

### 5.6 DISCUSIONES.

Analizando la densidad básica 0,52 y contenido de humedad 110,16% Queñua (*Polylepis tomentella Wedd*), sobre resultados de los ensayos de moldurado de la especie Queñua (*Polylepis tomentella Wedd*), tenemos que presentar un comportamiento excelente a bueno, lo cual se debería a que la especie presenta una textura media a fina.

Realizando una comparación (*Polylepis incana H.B.K.*), que tiene un contenido de humedad 75,95% y densidad básica 0,54 g/cm<sup>3</sup> comportamiento son similares en los diferentes ensayos realizados lo cual se debería a que la especie presenta una textura media a fina, según su descripción anatómica de la madera (AYLLÓN, 2016).

Los ensayos de cepillado, taladrado, moldurado, lijado y torneado han arrojado resultados comparables en ambas especies de *Polylepis*.

Ambas especies presentan comportamientos similares en los ensayos de moldurado, cepillado, taladrado, lijado y torneado sugiriendo que la textura media a fina es una característica importante en su rendimiento.

Se sugiere que la similitud en la densidad básica de ambas especies podría ser un factor clave para el comportamiento similar en los ensayos mencionados.

La densidad básica y el contenido de humedad son diferentes entre las dos especies, pero no parecen ser los principales factores que influyen en el comportamiento en los ensayos.

**CAPÍTULO VI**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**

## 6.1. CONCLUSIONES:

- Los ensayos de cepillado 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 bajos que van de bueno regular que pueden ser estos eliminados con el proceso de lijado tabla 30.
- Los defectos de cepillado que más superficie afectada muestran son en el grano arrancado, seguido por el grano astillado; los cuales pueden ser reducidos sustancialmente cepillándola la madera a favor del grano, presentándose en el menor grado en el plano tangencial de la madera. 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 de 30° donde se obtiene menor defecto.
- Los defectos del lijado con lija N° 60, que más superficie afectada presenta es el rayado; después de un promedio de tres pasadas se califica el lijado como bueno, regular a mala, con un porcentaje libre de defecto entre 60 a 70 %. Para el ensayo de lijado con la lija N° 100, se tiene calificaciones que van desde bueno a excelente, el desgaste en la madera es menor.
- 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.
- Los defectos del torneado que mayor prevalencia tienen son de grano arrancado a velloso, que están directamente relacionados al ángulo de corte, es decir, cuando se baja la velocidad del torno tienden a aumentar los defectos independientemente de la orientación de las probetas. El mejor ángulo de corte es de 15°
- El ensayo de moldurado muestra defectos muy bajos que pueden ser corregidos con el lijado. Integrando los resultados de cada uno de los ensayos de maquinado, se demuestra que la madera de la especie Queñua (*Polylepis tomentella Wedd*), Presenta características buenas de trabajabilidad. Se prueba la hipótesis planteada siendo la

especie de la Queñua (*Polylepis tomentella Wedd*). Una madera que cuenta con propiedades adecuadas para su trabajabilidad tecnológica.

- El resultado del ensayo de moldurado considerando la dirección del grano orientación de la probeta y tipo de corte se lo pudo calificar de 0 - 1 y de 1 - 2 calificándola como buena a excelente con un porcentaje de piezas sin defectos de 80 a 90 y 90 a 100, es decir con defectos ligeros.
- Realizados todos los ensayos, los datos obtenidos dan valores adecuados para la trabajabilidad de esta especie, pero por la altura del juste y defectos naturales de la especie que tiene no es favorable. A esta madera se puede darle un uso en artesanías ya que se requiere menores longitudes.
- Cabe considerar la especie mayormente en lo que es artesanías ya que tiene las propiedades de trabajabilidad. La madera es dura de textura fina es trabajable y durable, pese a que no alcanza grandes longitudes, apreciado en carpintería.
- La especie de (*Polylepis tomentella Wedd*) manifiesta un comportamiento excelente al moldurado y regular al torneado y taladrado influyendo significativamente el grano medio a grueso, entrecruzado y de densidad media.



## 6.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con demás estudios tecnológicos de la madera con la finalidad de establecer una secuencia y obtener información completa acerca de la trabajabilidad de la madera y propiedades mecánicas de tal manera que permita proporcionar información que posibilite el manejo productivo y rentable aplicadas a las necesidades del consumidor.
- 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 realizar el estudio en secado de la madera de la especie Queñua (*Polylepis tomentella Wedd*). Ya que presento varios defectos al secado.
- Considerando los aspectos observados en la presente investigación, se recomienda utilizar la madera de la especie Queñua (*Polylepis tomentella Wedd*) en la elaboración de muebles de dimensiones cortas y en trabajos de artesanía en general.