

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN.

El uso de las maderas de diferentes especies valiosas viene siendo usado desde años antes hasta nuestros tiempos actuales, llega a ser una materia prima elemental de mucha apreciación por barracas, carpinterías, aserraderos, etc. Las cuales realizan su proceso de transformación y comercialización del producto obtenido y desde hace años hasta nuestros tiempos se vienen usando las mismas especies maderables, y poniéndolo en riesgo que ya puedan estar en peligro de extinción

La apreciación irracional de los consumidores, de los recursos forestales del país y particularmente del departamento de Tarija, ha provocado un déficit de los productos provenientes de los bosques y muy especialmente de las maderas finas: Cedro, Roble, Nogal y otros, que en el presente se encuentran muy amenazadas y algunas en vías de extinción.

A través de los estudios de trabajabilidad se puedan lograr un mejor terminado de apariencia del producto por la cual se incluirían muchas especies forestales maderables que aún no se realizaron los estudios de trabajabilidad.

Las investigaciones de trabajabilidad se efectúan con el propósito de facilitar la integración de la industria a las necesidades de los consumidores de este material y consecuentemente al bosque, utilizando técnicas adecuadas.

Este trabajo pretende contribuir a ampliar el conocimiento de la madera de la especie Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia Radlkofer*), con la finalidad de proveer de bases técnicas que permitan la incorporación de nuevas especies a la producción maderera.

1.1 JUSTIFICACIÓN.

La creciente demanda de productos maderables y la disminución paulatina de muchas especies de importancia tecnológica y económica, obliga a buscar cada vez nuevas especies que puedan ingresar y remplazar al mercado maderero a especies valiosas, para ello es necesario realizar y hacer conocer resultados de estudio tecnológicos

(propiedades físicas, mecánicas, durabilidad) y más específicamente estudios de trabajabilidad para estas nuevas especies.

Actualmente hay un mercado aceptable en el país para promocionar el uso de maderas alternativas, poco conocidas y/o comercializadas en bajos volúmenes, pretendiendo buscar sustitutos de las especies valiosas en vías de agotamiento.

El Suiquillo si bien es una especie secundaria que forma parte de la vegetación existente en la zona de Caraparí, también es una especie poco conocida por falta de estudios, con el presente estudio se busca que esta especie tenga una mejor aplicación en base a sus propiedades tecnológicas.

La madera posee una serie de propiedades que la convierten en materia prima de excelente calidad para la fabricación de ciertos productos, ya que se desconoce de información documentada excepto sobre morfología y relocalización: mientras que la trabajabilidad de la especie Suiquillo no ha sido estudiada, por eso mismo me motiva a realizar el estudio de trabajabilidad de esta especie con fines de recomendar usos probables para muebles, parquet, materiales de construcción, artesanías y otros.

1.2 HIPÓTESIS.

Las características que presenta la madera del Suiquillo en operaciones de maquinado (Cepillado, moldurado, torneado, perforado y lijado) son excelentes para trabajarlas.

1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 Objetivo General.

Determinar las características que presenta la madera de Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia Radlkofer*) en las operaciones de maquinado o trabajabilidad, para identificar los posibles usos y aplicaciones de la madera.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Determinar el comportamiento de la madera del Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia Radlkofer*), a las operaciones de trabajabilidad, cepillado

moldurado, torneado, lijado y perforado. Evaluando: Área libre de defecto, grano arrancado, grano levantado y vellosidad.

- Identificar los defectos que presenta la madera del Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia Radlkofer*) en actividades de maquinado, con los resultados obtenidos.
- Identificar los posibles usos de la madera de Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia Radlkofer*), luego de los resultados alcanzados en los estudios de trabajabilidad.

CAPÍTULO II

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 CONCEPTO SOBRE ESTRUCTURA DE LA MADERA.

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

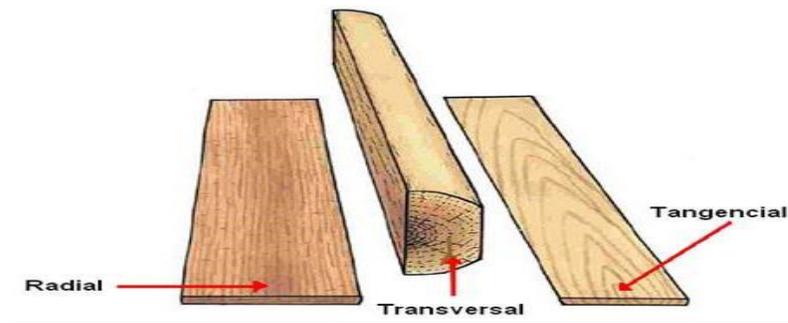
2.1.2 PLANOS DE CORTE DE LA MADERA.

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

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

- 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 vetado 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.

Figura N° 1. Planos de corte de la madera: Radial, Tangencial y Transversal



Fuente: <httpwww.bing.comimagessearchq=corte+radial>

2.1.3 LA MADERA.

La madera como recurso renovable de amplia distribución en diversas latitudes y condiciones climáticas, ha sido utilizada por el hombre desde tiempos inmemoriales por las múltiples ventajas ofrecidas, que la hacen única entre todos los materiales que se conocen, ya que además es un material perecedero, pero su vida útil puede ser prolongada considerablemente aplicando las técnicas de un manejo adecuado. (Villegas, 2001)

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE EN ESTUDIO.

Todas las labores forestales tienen relación directa, con el problema de la identificación o clasificación de las especies vegetales, existe la necesidad de conocer el comportamiento de sus propias características tecnológicas, por las aptitudes del uso de las especies forestales nativas; ya que muchas de ellas intervienen el proceso industrial, tales como ecológicos, taxonómicos, silvicultural, explotación, comercialización, utilidad del control de calidad, comportamiento en el uso de las especies, regeneración natural, reforestación, ornamentación, procesamiento para dar a cada una de las especies forestales su adecuada aplicación y uso.

La identificación de las especies forestales es el primer lineamiento que debe ser tomado en cuenta para todo trabajo técnico – científico.

Fundamentalmente deben identificarse las especies forestales o el individuo como tal, para establecer recién verdaderamente criterios técnicos referentes a las propias

características tecnológicas de cada especie a investigar.

La formación de varios estratos de bosques en el país, tiene como resultado la presencia de una gran variedad de especies forestales localizadas por cada región, por lo que es necesario que los estudios deban limitarse en áreas específicas y encuadradas a cada hábitat y en áreas de permanente investigación. (Copa 1999)

**Cuadro N ° 1. Descripción Taxonómica del Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia*
Radlk)**

Reino	Vegetal
Phyllum	Telemophytae
División	Tracheophytae
Sub División	Anthophyta
Clase	Angiospermae
Sub Clase	Dicotyledoneae
Grupo de órdenes	Corolinos
Orden	Sapindales
Familia	Sapindaceae
Género y sp.	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> <i>Radlkofer</i>
Nombre común	Suiquillo

2.3 DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA E IDENTIFICACIÓN.

2.3.1 Árbol. Inerme, polígamo-monoico de 10-25 m. de altura, (Ver foto N° 1). Fuste cilíndrico, largo y recto, la base con raíces generalmente tablares o tabulares poco pronunciadas, alcanza hasta 60 cm de diámetro; corteza externa delgada de apariencia lisa levemente fisurada, ritidoma de consistencia coriácea de color castaño-grisáceo, se desprende en placas irregulares; la corteza interna es fibrosa de color blanco amarillento que se oxida rápidamente obteniendo un color rojizo con olor suave agradable al sentido, de sabor amargo–picante, segrega savia, escaso e incoloro, (Ver foto N° 2).

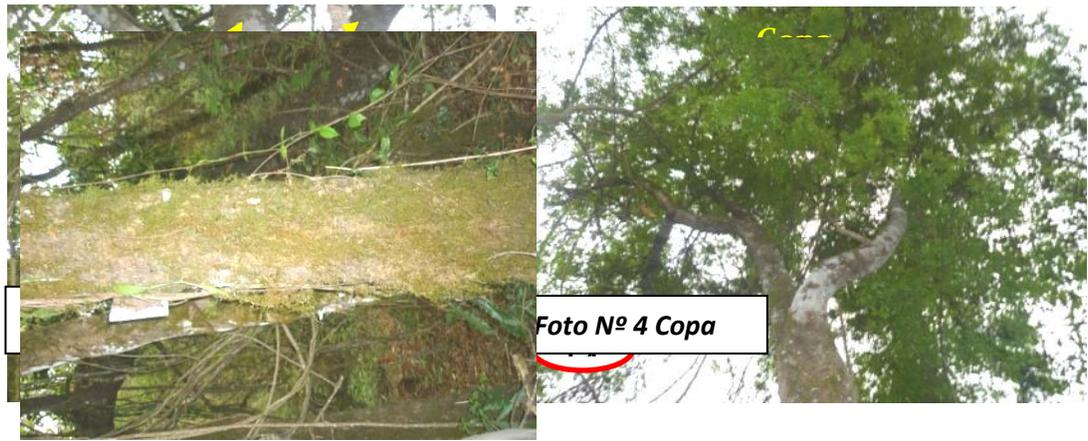


Fotografías (N°1): Especie arbórea *Diatenoptyryx sorbifolia* "suiquillo" en bosque húmedo de la comunidad Fuerte Viejo, Caraparí. Fuente: Propia

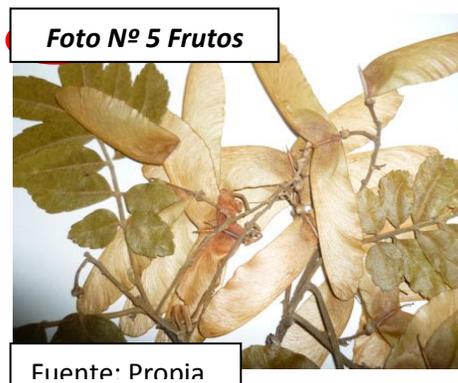
Fotografía (N°2) Corteza externa de la especie *Diatenoptyryx sorbifolia* "suiquillo" en bosque húmedo de la comunidad Fuerte Viejo, Caraparí



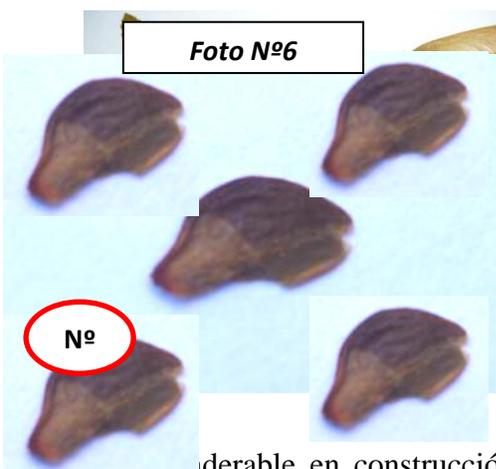
Por lo tanto, la copa tiene una forma alargada irregular y densa, de follaje persistente (foto N° 4)



2.3.2 Fruto. Disámara, pubescente cuando joven, cuando llega a la madurez es glabra y castaña (ver foto N°5); bialado, formado por dos alas extendidas de 2,5-3 cm de largo por 8-12 mm de ancho cada ala contiene una semilla ubicada en el extremo de unión de ambas alas.



2.3.3 Semillas. Son dos, de forma oblonga (foto n°6), comprimidas lateralmente, de 7-8 mm de largo por 3,5-4 mm de ancho.



2.3.4 Usos. Tanto para uso doméstico como industrial considerable en construcción civil, carpintería de cajas, carrocerías, impermeabilizaciones, vigas, durmientes, revestimientos, chapas, etc.; *Little, E; Ritz, G; Rombold, J; Hahn, W. 1980*

En las comunidades altoandinas la madera es utilizada para encofrados, cercas, como combustible y para la construcción de esta especie. de gran importancia económica a



2.3.5 Distribución Geográfica. Es una especie nativa de las selvas tropicales, cuya distribución es alta e irregular, se desarrolla en bosque sub-montano semideciduo entre los 700-900 m.s.n.m., de suelo húmedo y fértil. En Tarija, provincia Gran Chaco, Caraparí se encuentra gran cantidad de estos ejemplares (*Killen, T.; García, E. y Beck, S.; 1993*).

En el bosque húmedo de la comunidad Fuerte Viejo está distribuido desde la ladera inferior hasta la superior, cuya altitud oscila de 970-1120 m.s.n.m. (*Acosta 2004*).

Participa del estrato arborescente superior formado por árboles que sobrepasan los 20 m de altura, de temperamento ecológico “esciófita parcial”.

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA QUE INFLUYEN EN SU TRABAJABILIDAD.

De acuerdo con Flores y Fuentes (*2001*), de las características y propiedades de la madera más importantes que influyen en la calidad de superficie maquinada están: la densidad, el contenido de humedad, la dirección del hilo, la textura, porosidad, contenidos de extractivos, elasticidad y temperatura. Densidad: Está correlacionada directamente con las propiedades mecánicas y particularmente con la resistencia que la madera opone a la penetración y al corte cuando se trabaja con máquinas y herramientas. Una densidad alta, implica la remoción de una mayor cantidad de sustancias, por lo que al someterlas a su procesamiento causa mayor fricción de la arista de corte, obteniéndose un desafilado más rápido de la herramienta. Las maderas más pesadas presentan un acabado más terso y frecuentemente se maquinan mejor que las maderas ligeras.

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

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

2.4.3 Grano. Término que se refiere a la forma en cómo se desarrollan las fibras de la madera a lo largo y ancho del tronco y ramas.

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

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

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

2.4.7 Elasticidad. Es la capacidad de la madera de comprimirse bajo la acción del elemento de corte y retornar a su estado original una vez que se ha terminado el trabajo de corte, lo que determina el ancho de corte. Es decir que una madera con menor elasticidad requiere de un menor ancho de corte que una madera más elástica.

2.4.8 Numero de anillos de crecimiento por centímetro. Al trabajar la madera es importante conocer el número de anillos que tiene por centímetro que tiene, porque este puede afectar la apariencia, la trabajabilidad y otras propiedades de la misma. Las maderas con porosidad difusa son menos afectadas por este factor que las maderas con porosidades circulares. En general maderas con mayor número de anillos por centímetro tienden a presentar una mejor calidad de maquinado.

2.4.9 Temperatura. Manifiesta una influencia sólo bajo los 0° C, por la transformación de la humedad en hielo, el cual dificulta más el procesamiento de la madera, por el incremento del esfuerzo del corte y como consecuencia, un desgaste acelerado de la arista de corte. Esto debe tenerse en cuenta principalmente en los estados del Norte de la República Mexicana que es donde se llega a tener temperaturas por debajo de los 0° C.

2.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE.

El gran desarrollo tecnológico que alcanza en los últimos años el sector de la industria maderera ha traído un gran cambio, además de la modernización de la maquinaria, también en las herramientas de corte empleadas. Una adecuada selección de las herramientas, porta consigo no sólo un mejoramiento de las fases individuales de trabajo sino también un incremento en el potencial productivo. De acuerdo con las herramientas que se utilice, ya sea integral o con recubrimiento, se recomienda las siguientes velocidades periféricas de corte: para fresas integrales de 30-60 m/seg, para fresas con recubrimiento de 40-80 m/seg, en sierras circulares integrales de 40-70 m/seg y para sierra circulares con recubrimiento una velocidad de 50-90 m/seg, de lo cual se deduce que las herramientas de corte con recubrimiento permiten obtener además de una mayor duración de filo, utilizar velocidades de alimentación mayores la que permiten tener una mayor productividad (*Flores y Fuentes, 2001*).

Debido a que es más factible cambiar una herramienta que una máquina para trabajar las maderas duras como el encino, a continuación se presenta una breve descripción de los materiales más comúnmente utilizados en la construcción de herramientas de corte para obtener mejores resultados en las operaciones de maquinado:

2.5.1 Acero con alto contenido de Cromo (HLS). Acero con alto contenido de Cromo (Cr + Mo + V). Se usa en la fabricación de herramientas integrales, es decir que los elementos de corte son del mismo material que el cuerpo de la herramienta, adecuado para trabajar maderas blandas y duras con velocidades de alimentación no muy elevadas y velocidades periféricas de 40-45 m/seg.

2.5.2 Acero rápido al molibdeno (SSE). Acero rápido al molibdeno (Mo + W + V). Se usa en la fabricación de herramientas integrales al igual que el anterior. Es un acero de alto rendimiento, indicado para el trabajo de grandes cantidades de madera blanda y dura. Recomendado para altas velocidades de rotación con altas velocidades de alimentación, y sobre todo cuando se exige una superficie tersa o de lo más lisa posible con una velocidad periférica de 45-50 m/seg, permite reducir los tiempos muertos por cambio de herramientas para su afilado, y como consecuencia, se incrementan los tiempos de trabajo efectivo, manteniendo un grado óptimo de tersura de la superficie trabajada, esto con respecto al acero mencionado anteriormente.

2.5.3 Acero súper-rápido al Cobalto (HSSco). Acero súper-rápido al Cobalto (W + Mo + V + co). Es una herramienta con elementos de corte recubiertos, es decir, que sólo los elementos de corte son de este tipo de acero y el cuerpo de la herramienta es de otro material. Este tipo de acero es de alto rendimiento, es conveniente para trabajar a elevadas velocidades de rotación y alta velocidad de alimentación, con velocidades periféricas de 50-90 m/seg. Su gran duración del filo permite reducir los tiempos muertos por cambio de herramienta para afilar, incrementándose como consecuencia de estos los tiempos efectivos de trabajo, manteniendo un grado óptimo de tersura de la superficie trabajada.

2.5.4 Hart Metal (HM). Hart Metal o metal duro a base de Carburo de Tungsteno con carburo de Titanio y Tantalio. Es usado en la fabricación de herramientas con elementos de corte recubiertos al igual que el anterior, adecuado para todos los trabajos e indispensable para maderas abrasivas, para tableros y cuando se exige una larga duración de la arista de corte, es decir, una larga duración del filo. La velocidad periférica ideal es de 25-90 m/seg, de acuerdo con las características del material que se va a trabajar.

2.6 TRABAJABILIDAD. Conjunto de propiedades o características que posee una determinada madera con relación a su respuesta al trabajo manual o a la acción de las herramientas manuales o eléctricas.

Se dice entonces que una madera posee buena trabajabilidad cuando responde bien al

corte con sierra, al cepillado, al moldurado, al torneado, al lijado, al taladrado, al engomado o encolado, etc.

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

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

2.6.1.1 Maquinaria. La maquina cepilladora tiene por objeto, obtener piezas de dimensiones exactas con un acabado lizo y suave, de superficies perfectamente planas, lo que se consigue con las cuchillas de acero rotatorias. El portacuchillas es la pieza principal de la maquina, provisto en el caso de cuatro cuchillas. (Ver anexos III Fig. N° 3).

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)*

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

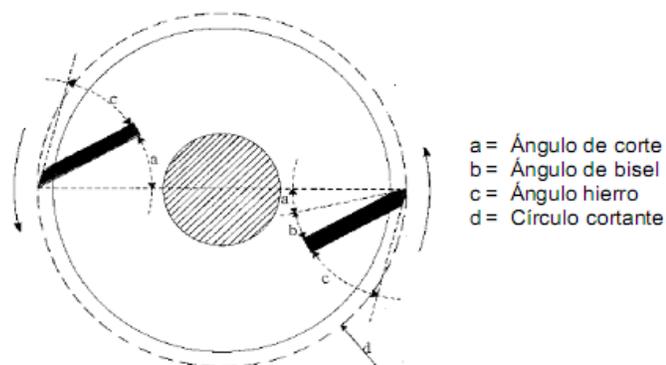
de nivel igual al espesor de la viruta. (Heinrich, 1971)

2.6.1.2 Principales factores que afectan la calidad superficial. El defecto de grano arrancado es usualmente el más común y de mayor perjuicio para la calidad superficial en las maderas tropicales. Los aspectos principales que favorecen la producción de grano arrancado son: elevada inclinación del grano y especialmente en la cercanía de los nudos y ángulo de corte o de ataque.

Inclinación del grano: Una inclinación del grano elevado, como sucede con el grano entrecruzado, el grano ondulado y en cercanía de los nudos, extremadamente perjudicial, por lo que un operario debe siempre procurar que la entrada de la madera a la máquina se dé a favor del grano. En el caso del grano ondulado y el de nudos no es posible orientar la entrada a favor del grano, por lo que debe solucionarse con una disminución de la velocidad de avance o cambio del ángulo de corte. (Martínez & Martínez, 1996)

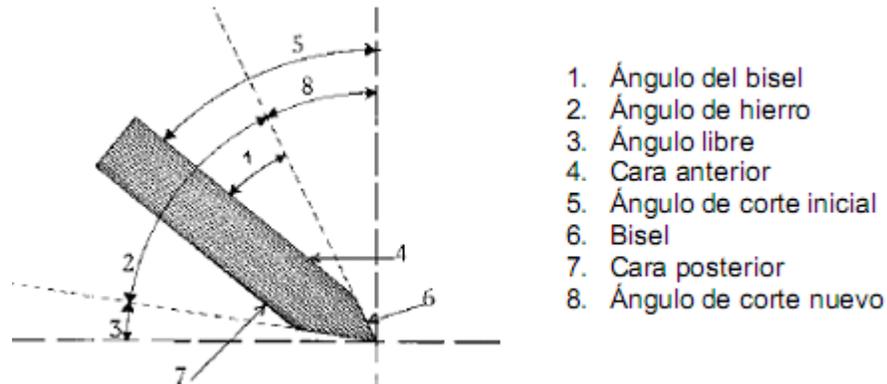
Ángulo de corte: Un ángulo de corte elevado en combinación con una fuerte inclinación del grano es crítico en la producción de una superficie con grano arrancado. En esta prueba la modificación del ángulo de corte se procedió al afilado del bisel, que van desde los 15 a 30°. Cabe destacar que una disminución del ángulo de corte por medio de un contra-bisel (ángulo de bisel) fortalece el ángulo de hierro, o sea, que la punta de la cuchilla se hace más robusta, (Serrano & Sáenz, 2001)

Fig. 2 Nomenclatura usada en cuchillas de cepilladora



Fuente: Serrano & Sáenz, 2001.

Fig. 3 Esquema de modificación del ángulo de corte por medio del bisel



Fuente: (Serrano & Sáenz, 2001)

2.6.2 MOLDURADO. 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.

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

En esta operación tenemos 2 tipos de moldurado:

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

2.6.2.1 Maquinaria: Tupí. La fresadora vertical o tupí es una máquina de funcionamiento sencillo pero potencialmente muy peligrosa. Si las cuchillas de la fresadora vertical se separan de las abrazaderas superior e inferior del portacuchillas, pueden salir lanzadas con gran fuerza. Además, suele ser preciso sujetar el material cerca de las cuchillas. La sujeción debe realizarse con una porta-pieza y no con las manos del operario. Pueden utilizarse cepos para sujetar el material a la mesa. (Ver anexos III Fig.Nº 4)

Cuando se trata de un trabajo de labrado, la madera es trabajada debido a la acción de las cuchillas de corte rotatorio en un árbol de eje vertical, éstas cuchillas giran en sentido contrario de las agujas del reloj y unos flejes de acero sujetan la pieza de madera contra la guía. (Heinrich, 1971; citado por Zambrana, 1990)

La tupí puede realizar los siguientes trabajos: ranura o rebaja, moldeado de cantos rectos, ranura para machihembrados, cantos curvos y molduras.

2.6.3 TORNEADO. Es la operación en la cual mediante el uso de cuchillas o gurbias se le da la figura deseada a las piezas de madera. Se realiza para elaborar distintos productos entre los que se encuentran; artículos deportivos, mangos para herramientas, partes para muebles y juguetes entre otros. El filo de la herramienta de corte, corta en diferentes posiciones a las fibras de la madera; la penetración es en sentido helicoidal y continuo, cuando la madera gira y las herramientas cortantes avanzan en dirección paralela al eje de rotación, en el torneado manual la cuchilla avanza sobre la línea central de la pieza a tornear. La velocidad periférica de la pieza varía, debido a los diferentes círculos de corte que se producen; cuando la dirección de avance de la cuchilla es normal al eje de rotación de la pieza torneada, la velocidad de alimentación disminuye a medida que el corte avanza de la periferia hacia el centro.

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

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. (Flores y Fuentes, 2001).

2.6.3.1 Maquinaria. El torno es la máquina giratoria más común y más antigua, sujeta una pieza de madera y la hace girar mientras una herramienta de corte da forma al objeto. La herramienta puede moverse paralela o perpendicularmente a la dirección de giro, para obtener piezas con partes cilíndricas o cónicas, o para cortar acanaladuras. Empleando herramientas especiales, un torno puede utilizarse también para obtener superficies lisas, como las producidas por una fresadora, o para taladrar orificios en la pieza. Las partes principales del torno se detallan a continuación:

2.6.3.2 Cabezal. Es una caja fijada al extremo de la bancada por medio de tornillos o bridas. En ella va alojado el eje principal, que es el que proporciona el movimiento a la pieza. En su interior suele ir alojado el mecanismo para lograr las distintas velocidades, que se seleccionan por medio de mandos adecuados, desde el exterior.

2.6.3.3 Bancada. Es un zócalo de fundición soportado por uno o más pies, que sirve de apoyo y guía a las demás partes principales del torno.

Debe tener dimensiones apropiadas y suficientes para soportar las fuerzas que se originan durante el trabajo, las guías han de servir de perfecto asiento y permitir un deslizamiento suave y sin juego al carro y contra cabezal.

2.6.3.4 Eje Principal. Es el órgano que más esfuerzos realiza durante el trabajo. Por consiguiente, debe ser robusto y estar perfectamente guiado por los rodamientos, para que no haya desviaciones ni vibraciones.

2.6.3.5 Contra Cabezal o Contrapunto. El contra cabezal o cabezal móvil, llamado impropriamente contrapunto, consta de dos piezas de fundición, de las cuales una se desliza sobre la bancada y la otra puede moverse transversalmente sobre la primera, mediante uno o dos tornillos.

2.6.4 HERRAMIENTAS PARA EL TORNEADO.

2.6.4.1 El formón. Es una herramienta manual de corte libre utilizada en carpintería. Se compone de hoja de hierro acerado, de entre 4 y 40 mm. de ancho, con

boca formada por un bisel, y mango de madera. Su longitud de mango a punta es de 20cm. aprox. El ángulo del filo oscila entre los 25-40°, dependiendo del tipo de madera a trabajar: madera blanda, menor ángulo; madera dura, mayor ángulo.

2.6.4.2 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:

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

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

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

2.7 DEFECTOS COMUNES EN EL MAQUINADO DE MADERA.

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

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

- a. Elevada inclinación del grano (grano entrecruzado, ondulado, etc.)
- b. Elevada velocidad de avance de la madera.

- c. Elevado ángulo de ataque (30° o más).
- d. Madera de alta dureza y muy seca (por debajo del 12% de C.H.).
- e. Profundidad de corte elevada (más de 3 mm. por pasada, en el cepillado).

Foto. N°7 Grano arrancado o astillado



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

Las principales causas de este defecto son:

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

Foto N° 8 Grano



veloso o algodonado

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

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

Otras causas son:

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

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

2.8 CALIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS DE MAQUINADO.

La calificación de las probetas con las que se evalúa el maquinado de la madera está referida a grados de defectos de 1 a 5, de acuerdo a patrones obtenidos de las Normas COPANT Maderas siendo éstas:

Cuadro N° 2 Evaluación y clasificación de las probetas de ensayo

GRADO 1	EXCELENTE	Libre de defectos.
GRADO 2	BUENA	Con defectos superficiales que pueden eliminarse
GRADO 3	REGULAR:	Con defectos marcados que pueden ser eliminados utilizando una lija gruesa del número 60 y después una lija final del número 100.
GRADO 4	POBRE	Con defectos severos que para eliminarse requiere cepillar de nuevo la pieza de madera.
GRADO 5	MUY POBRE	Con defectos muy severos, que para eliminarlos es necesario sanear la pieza de madera.

Fuente: Normas COPANT Maderas

CAPÍTULO III

3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

3.1 Ubicación. La comunidad Fuerte Viejo se localiza al este del departamento de Tarija, en la provincia Gran Chaco Segunda Sección Caraparí, localizada aproximadamente a 6 Km. de la ciudad de Caraparí. Entre otras características de importancia se tiene una altitud que oscila entre los 800 a 1000 msnm.

3.1.2 Accesibilidad. De acuerdo a información de la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC), por Caraparí pasa la red fundamental que une a la provincia Gran Chaco con la ciudad de Tarija; la carretera nacional sirve de conexión con la República Argentina considerada como una carretera internacional, la cual cuenta con un sector asfaltado y la mayor parte de tierra (Camino de primer orden), desde la ciudad de Caraparí se puede ingresar a la zona de estudio por un camino de segundo y tercer orden, que en la época de lluvia se dificulta la transitabilidad por el descuido en su mantenimiento.

3.1.3 Geología. Según el mapa geológico de Tarija (*ZONISIG, 2001*), el área de estudio pertenece a los periodos Cretácico, Terciario y Cuaternario. La litología dominante está compuesta por limonitas, arcillitas, areniscas, calizas y otras. El departamento de Tarija presenta tres tipos tectónicos de plegamientos bien definidos que corresponde a las provincias fisiográficas de la Cordillera Oriental, el Subandino y la Llanura Chaco Beniana, correspondiendo el área de estudio en este caso a la provincia fisiográfica del Subandino. El plegamiento y fallamiento en las formaciones geológicas son menos complejos en el Subandino.

3.1.4 Geomorfología. Según el estudio realizado por el ZONISIG (1999-2001); La provincia fisiográfica del Subandino está constituida por un conjunto de paisajes dominados por serranías, colinas y valles. Las serranías y colinas del Subandino están orientadas en el sentido Norte-Sur, conformados por anticlinales estrechos y valles sinclinales más amplios, donde se instalan los ríos más importantes, originando valles con llanuras aluviales de pequeña y mediana amplitud.

Las serranías presentan formas alargadas por cientos de kilómetros y paralelas entre sí, constituidas por rocas más resistentes y homogéneas, en tanto que los valles sinclinales se hallan constituidos por rocas menos resistentes y más blandas.

3.1.5 Fisiografía. Las formaciones presentes en el área son los paisajes de llanuras aluviales, coluviales y las serranías del sub-andino.

- El paisaje aluvial presenta formas, como las terrazas de formación incipiente ubicadas en las cercanías de los ríos con pendientes cortas y planas (1%) con alturas sobre el nivel del río de 0,70 metros. Las terrazas bajas de 1,50 a 2,50 m.
- Existen pequeñas áreas que presentan características de cauces abandonados, con sedimentos arenosos y con piedras en la superficie.
- El paisaje de serranías se caracteriza por presentar un relieve bastante accidentado, las pendientes inferiores presentan mejores características edáficas que el resto de la unidad, con gradientes de 4 a 8%. (*Cortez et al, 1999*).

3.1.6 Suelo. Según el estudio realizado por (*ZONISIG, 1999*), los suelos del área de estudio son superficiales a profundos de 30 á 150 cm. Excesivamente drenado a moderadamente bien drenado, materia orgánica superficial en estado de descomposición débil, con presencia de pocos fragmentos en un porcentaje del 2% de formas sub-redondeados, meteorizados de areniscas, limonitas y lutitas. La textura de estos suelos pertenecen al grupo medio como: franco, franco arcillo y franco arenoso, la conductividad eléctrica es muy baja, con pH de moderado a fuertemente ácido.

3.2 CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS.

3.2.1 Clima. De acuerdo con el mapa ecológico de Bolivia del área de estudio se encuentra en una zona transicional del bosque húmedo templado, así mismo se tiene una precipitación promedio de 2000 mm/año en el área de estudio.

3.2.2 Hidrología. La comunidad Fuerte Viejo, perteneciente a la Segunda Sección de Caraparí forma parte del gran Sistema hidrográfico de la cuenca de La Plata, la que a su vez tiene como parte de ella a la cuenca del río Caraparí.

3.3 CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS.

3.3.1 Vegetación. Según el informe técnico presentado por el departamento de fitotecnia (2004), pertenecientes a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, el levantamiento florístico preliminar del área de estudio, presenta una vegetación compuesta por árboles que están en el orden de los 15 a 20 m. de altura y una cobertura aproximada del 40 al 60 %, las especies que los integran en una mayoría corresponden a los sempervirentes (siempre verdes), y se encuentran algunas especies deciduas por la estación del año, especialmente en el dosel superior como los géneros: *Tabebuia*, *Cedrela*, *Myroxylon*, *Tipuana*, y otros, en alturas de relieve mayores a los 800 msnm.

De este análisis podemos deducir que la vegetación existente en la comunidad Fuerte Viejo corresponde a: Bosque denso siempre verde semidecuido submontano, presenta los siguientes estratos de vegetación:

3.3.2 Estrato Arbóreo. Se registran 30 especies arbóreas mayores a 10 cm. de DAP, pertenecientes a 20 familias botánicas. Las especies con mayor número de individuos por hectárea es el chal-chal y *Nectandra* sp. Siendo las más frecuentes en todos los sitios de evaluación. Por otro lado se tiene un total de 468 individuos por hectárea. La vegetación a los 970 msnm. Se caracteriza por ser un bosque ralo de ladera inferior escarpada, con una densidad de 320 individuos por hectárea.

Cuadro N°3: Estrato Arbóreo

Familia	Especie	Nombre común	N° Ind./HA
Lauraceae	<i>Cinnamomum porphyria</i> - (Kosterm.)	Laurel	72
Sapotaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex. Steudel	Aguay	6
Myrsinaceae	<i>Rapanea</i> sp.	Yuruma	5
Solanaceae	<i>Solanum riparium</i> Pers	Tabaquillo blanco	22
Sapindaceae	<i>Cupanea vernalis</i> Cambess	Condorillo	7
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlkofe	Suiquillo	19

	<i>Allophylusedulis (Camb.) Radlk</i>	Chal-chal	50
Mirtaceae	<i>Eugenia sp.</i>	Guayabo	28
	<i>Eugenia uniflora L.</i>	Arrayán	80
	<i>Bleparocalyx gigantea L.</i>	Barroso	4
Polygonaceae	<i>Ruprechtialaxiflora L.</i>	Membrillo	10
	<i>Coccolobatiaceae Lindau</i>	Mandor	2
Flacourtiaceae	<i>Xilosmapubescens</i>	Amarillo	9
Tiliaceae	<i>Heliocarpuspapayanensis</i>	Cascarilla	9
Euphorbiaceae	<i>Crotondensiflorus</i>	Tabaquillo rosado	13
Boraginaceae	<i>Patagonula americana</i>	Lanza blanca	25
	<i>Cordiatrichotoma</i>	Afata	19
	<i>Saccellium lanceolatum</i>	Lanza monteña	6
Rutaceae	<i>Fagara coco</i>	Sauco	9
Bignoniaceae	<i>Tabebuiaimpefiginosa</i>	Lapacho rosado	19
	<i>Tabebuiaheteropoda</i>	Lapacho amarillo	6
Juglandaceae	<i>Juglansaustralis</i>	Nogal	2
Meliaceae	<i>Cedrelasp.</i>	Cedrillo	5
Anacardiaceae	<i>Astroniumurundeuva</i>	Urundel	11
Leg. Mimosoidea	<i>Anadenantheracolubrina</i>	Cebil	29
	<i>Inga edulis - Martius</i>	Pacay	11
Leg. Papilionoidea	<i>Lonchocarpuslilloí - (Hassl.) Burk.</i>	Quina blanca	4
	<i>Tipuanatipu - (Benth.) O.Kuntze</i>	Tipa	8
	<i>Myroxylonperuiferum - L.f.</i>	Quina colorada	4
TOTAL			494

Fuente: Estudio Diagnóstico Ambiental Municipio Caraparí

3.3.3 Estrato arbustivo. Se encuentra disperso en la parte inferior del bosque, obteniendo un 22% de cobertura y una densidad de 2.343 individuos por hectárea como promedio general. Integrado en su mayoría *Psychotriacarthaganensis*; con 1.714 individuos por hectárea. Esta especie está distribuida en áreas tropicales y subtropicales en casi todo el mundo (Cabrera, 1993). La densidad y cobertura de las

especies presentes demostraron ser descendentes de acuerdo al piso altitudinal. En la parte más baja de evaluación a los 970 msnm, existen 3200 individuos por hectárea y un 36.6% de cobertura, a los 1000 msnm, hay 2200 individuos por hectárea con una cobertura de 15,1%

Cuadro N°4: Estrato Arbustivo

Familia	Especie	N° Ind./ha
Solanaceae	<i>Solanumtrichoneurom</i>	461
Rubiaceae	<i>Psychotriacarthaganensis</i>	1698
Acanthaceae	<i>Aphelandrasp.</i>	61
Urticaceae	<i>Urerasp.</i>	59
Piperaceae	<i>Pipersp.</i>	57
TOTAL		2336

Fuente: Estudio Diagnóstico Ambiental Municipio Caraparí

3.3.4 Estrato herbáceo. La cobertura de este estrato es del 10.3%, y una densidad de 84167 individuos por hectárea integrados por la familia Gramineae, Acantáceas y Asplenidiaceae, destacándose *Oplismenushirtellus*. Con 24167 individuos por hectárea siendo muy consumido por el ganado bovino, de aspecto postrado y tallos tenues que les hace accesibles al pastoreo de los animales, su habitat es en regiones boscosas, a la sombra, también se encuentra en este hábitat en todos los lugares sombríos del bosque, sempervirente. La cobertura y densidad de las especies tienen un ascenso en cuanto a los pisos altitudinales a 970 msnm existe 26666 individuos por hectárea y 4% de cobertura a 1000 msnm existen 97500 individuos por hectárea y 12.2% de cobertura. **Cuadro N°5: Estrato Herbáceo**

Familia	Especie	N° Ind./ha
Aspleniaceae	<i>Aspleniumsp.</i>	15841
Acanthaceae	<i>Ruelliasp.</i>	9158
	<i>Diclipterasp.</i>	1659
Maranthaceae	<i>Maranta sp.</i>	2511
Gramineae	<i>Ichnantus</i>	10822
	<i>Oplismenushirtellus</i>	24156
Acanthaceae	<i>Justicia goudotti</i>	19900
TOTAL		75047

Fuente: Estudio Diagnóstico Ambiental Municipio Caraparí

3.4 Aspectos socioeconómicos

3.4.1 Uso actual de la tierra. En general, el uso dominante es la agricultura y ganadería, seguido del aprovechamiento y uso forestal, plantaciones forestales.

Gran parte de la comunidad de Fuerte Viejo de la Segunda Sección de Caraparí, está cubierto por bosques explotados en distintos grados de intensidad, localmente se observan cultivos agrícolas (maíz, papa, frutales como cítricos), también se dedican a la ganadería, la cual tiene un manejo tradicional, entre los animales domésticos más importantes tenemos: caballos, vacas, cerdos, aves de corral etc.

CAPÍTULO IV

4 MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1 MATERIALES.

Para la ejecución y el cumplimiento de los objetivos trazados en el presente trabajo, se recurrió al uso de una serie de equipo y maquinaria necesarios para poder realizar las operaciones de aserrío; como también de herramientas, instrumentos y otros.

Los materiales utilizados se agrupan en cinco partes que son:

- Material de Gabinete.
- Material y equipo de campo.
- Materiales Biológicos.
- Maquinaria y equipo de laboratorio de trabajabilidad
- Materiales de aserradero.

4.1.1 Material de gabinete.

- Mapas y cartas geográficas de la zona a escala 1: 20000.
- Normas COPANT MADERAS.
- Planillas para toma de datos.
- Material de escritorio.
- Computadora.

4.1.2 Material y equipo de campo.

- Brújula, Eclímetro.
- Pintura y Brocha.
- Motosierra, Flexómetro, Machete.
- Cámara Fotográfica.
- Planillas de Campo.
- Vehículo de Transporte.

4.1.3 Material biológico.

- Madera de la especie en estudio.

4.1.4 Materiales de aserradero.

- Sierra sin fin para la elaboración de tablonés.
- Sierra sin fin para la elaboración de listones para probetas.

4.1.5 Maquinaria y equipo de laboratorio de trabajabilidad.

- Xilohigrometro
- Balanza.
- Cepilladora
- Tupi o molduradora
- Torneadora.
- Lupa.
- Lápices de color

4.2 METODOLOGÍA.

La metodología a utilizar en el presente trabajo se encuadra dentro de las NORMAS COPANT MADERAS, sus manuales técnicos, y otros con la finalidad de que los resultados obtenidos en el presente estudio, sean confiables y aplicables, y a la vez que tengan un marco de referencia técnico y científico.

4.2.1 Normas empleadas.

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

4.2.2 Selección y colección de muestras. Un aspecto importante en la ejecución de este tipo de trabajos de investigación corresponde a la correcta selección y colección de muestras, basada en las normas (COPANT 458) Recomienda que se tomen en cuenta el 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 al área de estudio.

- Selección de la zona.

- Selección de los árboles.
- Selección de las trozas.
- Obtención de probetas para el estudio de la trabajabilidad.
- Extracción de las trozas.
- Obtención de viguetas dentro de las trozas.
- Codificación de las probetas.

4.2.3 Selección de zona. Para la selección de la zona, el primer aspecto tomando en cuenta ha sido la representatividad (en cuanto a la población y calidad de individuos). La zona se dividirá en tres bloques tomando en cuenta caminos y accesibilidad cursos de agua y su topografía del terreno.

A su vez cada uno de los bloques fue sub dividido en tres parcelas de las cuales se eligió al azar una (parcela) por bloque de manera que se obtuvo:

Cuadro N° 6 (SELECCIÓN DE ÁRBOLES)

ZONA	BLOQUE 1	Parcela 1
		Parcela 2 (1 árbol)
		Parcela 3
	BLOQUE 2	Parcela 1 (1 árbol)
		Parcela 2
		Parcela 3
	BLOQUE 3	Parcela 1
		Parcela 2
		Parcela 3 (1 árbol)

4.2.4 Selección de árboles. En cada parcela se eligió al azar un árbol para realizar los estudios, tomando en cuenta sus características vegetativas de la especie al ser apeada como: diámetro a la altura del pecho, buen fuste y sanos, para el presente estudio se consideró 3 árboles.

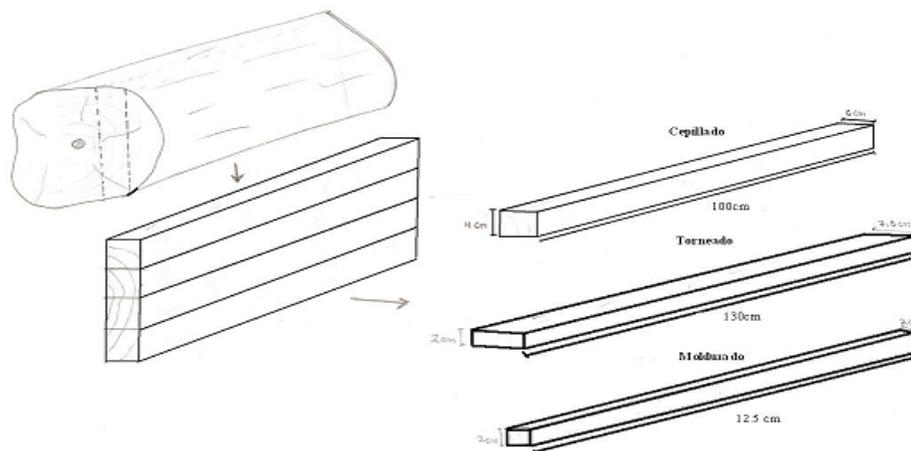
4.2.5 Selección de la troza. Una vez ubicado y realizado el apeo, desrame del árbol, se dividió el fuste en secciones iguales las cuales fueron marcadas y selladas en sus extremos para su fácil identificación, utilizando letras grandes en orden secuencial desde la parte inferior a la superior, luego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

4.2.6 Extracción de las trozas. Las trozas fueron transportadas desde el lugar del apeo hasta un aserradero que se encuentra en cercanías del área de extracción, de lo contrario de no haber aserraderos en las cercanías del área estas deberían ser trasladadas hasta la ciudad de Tarija.

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

4.2.8 Obtención de probetas para el estudio de la trabajabilidad. Será según la Norma Panamericana COPANT Madera, que nos proporcionó las medidas de las probetas para los siguientes ensayos de estudio.

Fig. N° 4 Obtención de las probetas dentro de las viguetas



4.2.9 Obtención de las probetas dentro de las trozas. La obtención de las probetas fue realizada de acuerdo a las normas correspondientes en cada uno de los ensayos de trabajabilidad.

El procedimiento empleado para el cumplimiento del presente trabajo es la propuesta por la NORMA TECNICAS COPANT, también fueron añadidos algunos criterios necesarios, para poder conseguir los objetivos trazados y lograr el resultado final.

4.3 ENSAYO DE CEPILLADO.

Se preparó cuatro probetas radiales y cuatro tangenciales de 4cm x 150 cm del árbol a ser investigado. Tomando en cuenta el contenido de humedad en la madera obviamente que el mismo fue en condiciones netamente naturales (secada al aire libre).

- **Equipo:** Para la realización del cepillado se utilizó una cepilladora, con unas cuchillas totalmente preparadas para obtener ángulos de ataque de diferentes porcentajes, de rebaje en la madera.
- **Procedimiento del ensayo.**
- Con las cuchillas ya afiladas y preparadas se ajustaron y se nivelaron en la porta cuchillas para realizar un trabajo confiable.
- El cálculo de las marcas de las cuchillas se determinó en base de una formula Según ASTM – 1666 (04); La cantidad de marcas de cuchilla por pulgada se puede averiguar relacionando cada dato de la siguiente forma:

$$\text{Número de Marcas de cuchillas} = \frac{R * B}{C * 12}$$

NMC= Numero de marcas de la cuchilla por pulgadas.

R= Revoluciones por minuto de la porta cuchillas.

B= Número de cuchillas en el porta cuchillas.

C= Velocidad de alimentación en pies/min.

- Se realizó el ensayo de cepillado las muestras de forma alternada sobre las caras opuestas, en la cual una cara este en contra del grano y otra en favor del grano, tomando en cuenta la disposición de las fibras de la especie a estudiar.
- Todos los ensayos han sido realizados con una misma profundidad de corte.
- Todas las probetas fueron ensayadas con las mismas cuchillas.

4.4 ENSAYO DEL MOLDURADO.

- **Preparación de las probetas:** Se utilizó las mismas probetas secadas al aire libre de 2cm x7cm, 5cm x30cm que fueron ensayadas en el taladro. Las probetas se marcaron mediante una plantilla, para darle una forma de probeta formalizada y se cortó con una sierra de cinta sin fin.
- **Equipos y materiales:** Se utilizó una maquina denominada Tupi y Se preparó las cuchillas.
- **Procedimiento:** Se realizó el ensayo con un solo ángulo de corte. Las probetas se colocaron en la guía especial que trae el instrumento de fábrica posteriormente se desbastará (corte preliminar en la Tupi). El ensayo consistió en dar un corte en el acabado de la pieza.
- **Evaluaciones:** Se ensayaron cada una de las probetas y se denotaron los defectos de las caras ya sea en sentido transversal o longitudinal. Cada probeta ha sido calificada y evaluada de acuerdo a las características que presentaron las mismas.

4.5 ENSAYO DE TORNEADO.

- **Preparación de las probetas.** Se prepararon 16 probetas con las siguientes medidas 2cm x2cm x12.5 cm. Se marcaron con la clave de numeración correspondiente para su identificación.
- **Equipos y materiales:** Se utilizó un torno de diferentes revoluciones por minuto.
- **Procedimiento:** Se ensayó con una velocidad de rotación. Se denotó la facilidad y las dificultades del torneado durante la ejecución del procedimiento.

4.6 ENSAYO DE PERFORADO.

- **Preparación de las probetas:** Se preparó ocho probetas secadas al aire libre de 2cm x7cm, 5cm x30cm en las probetas se marcaron las claves de

numeración para la identificación y la ubicación de los agujeros con la ayuda de una planilla.

- **Equipos y materiales:** Se utilizó un taladro eléctrico de columna. Se utilizó una mecha para la realización del taladrado.
- **Procedimiento del ensayo:** Se realizó el ensayo a velocidades de rotación. Se ubicó en cada extremo los agujeros a ser ensayados. Se denotó la facilidad o la dificultad de penetración durante el procedimiento.

4.7 ENSAYO DE LIJADO.

- **Preparación de las probetas:** Se utilizó el mismo material que se ha usado durante el cepillado.
- **Equipos y materiales:** Se utilizó diferentes grados de lija de madera.
- **Procedimiento:** Se lijo las caras de manera continua y sucesiva con los diferentes tipos de lijas de 40 grados y 60 grados. Se utilizó lijas nuevas para cada una de las muestras.
- **Evaluación:** Se examinó de forma visual la calidad del lijado.

CLASIFICACIÓN DE PROBETAS CON DEFECTOS SEGÚN NORMAS COPANT MADERAS

PORCENTAJE	CLASIFICACIÓN
0 – 24,9 %	Muy pobre
25 - 49,9 %	pobre
50 - 74,9%	regular
75 – 99.9%	buena
100	excelente

CAPÍTULO V

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Realizada la tabulación de datos obtenidos en el ensayo de trabajabilidad de la especie *Suiquillo (Diatenopteryx sorbifolia Radlkofer)*, se obtiene los siguientes resultados:

5.1 CEPILLADO.

▪ **Cuadro N° 7 - Árbol A-1 Cepillado Cara Radial.**

FACTORES				Nº de repetición	% probetas sin defectos	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIF.
ÁNGULO DE CORTE	DIR. DE CORTE	VEL. ALIMENTACION (PIES/MIN)	DIR. DE GRANO			GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO RUGOSO	
25º	Radial A-1	12,86	A direccion del grano	8	87.5	0	12.5	0	Buena
		14,28	A contra del grano	8	62.5	25	0	12.5	Regular
45º	Radial A-1	12,82	A direccion del grano	8	100	0	0	0	Excelente
		14,71	A contra del grano	8	87.5	25	0	0	Buena
25º	Radial A-1	14,04	A direccion del grano	8	62.5	0	12.5	25	Regular
		13,37	A contra del grano	8	62.5	25	12.5	0	Regular
45º	Radial A-1	12,82	A direccion del grano	8	100	0	0	0	Excelente
		12,27	A contra del grano	8	62.5	12.5	0	25	Regular
PROMEDIO					78,125	10,9375	4,6875	7,8125	

▪ **Cuadro N° 8 - Árbol A-1 Cepillado Cara Tangencial.**

FACTORES				Nº de repetición	% probetas sin defectos	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIF.
ÁNGULO DE CORTE	DIR. DE CORTE	VEL. ALIMENTACION (PIES/MIN)	DIR. DE GRANO			GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO RUGOSO	
25º	Tangencial A-1	11,7969	A direccion del grano	8	100	0	0	0	Excelente
		10,928	A contra del grano	8	87.5	0	0	12.5	Buena
45º	Tangencial A-1	11,3568	A direccion del grano	8	100	0	0	0	Excelente
		10,9159	A contra del grano	8	75	25	0	0	Buena
25º	Tangencial A-1	12,0521	A direccion del grano	8	62.5	0	12.5	25	Regular
		13,9279	A contra del grano	8	62.5	25	12.5	0	Regular
45º	Tangencial	10,7765	A direccion	8	87.5	0	12.5	0	Buena

	A-1		del grano						
		11,5342	A contra del grano	8	75	25	0	0	Buena
PROMEDIO					81.25	9.375	4,6875	4.6875	

▪ **Cuadro N° 9 - Árbol A-2 Cepillado Cara Radial.**

FACTORES				Nº de repetición	% probetas sin defectos	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIF.
ÁNGULO DE CORTE	DIR. DE CORTE	VEL. ALIMENTACION (PIES/MIN)	DIR. DE GRANO			GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO RUGOSO	
25°	Radial A-2	11,579	A direccion del grano	8	75	0	25	0	Buena
		10,776	A contra del grano	8	62.5	0	25	12.5	Regular
45°	Radial A-2	11,496	A direccion del grano	8	50	25	0	25	Regular
		11,150	A contra del grano	8	75	25	0	0	Buena
25°	Radial A-2	9.9086	A direccion del grano	8	37.5	25	12.5	25	Pobre
		11.197	A contra del grano	8	50	25	25	0	Regular
45°	Radial A-2	10,397	A direccion del grano	8	50	12.5	37.5	0	Regular
		10.057	A contra del grano	8	62.5	12.5	25	0	Regular
PROMEDIO					57.81	15.625	18.75	7.8125	

▪ **Cuadro N° 10 - Árbol A-2 Cepillado Cara Tangencial.**

FACTORES				Nº de repetición	% probetas sin defectos	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIF.
ÁNGULO DE CORTE	DIR. DE CORTE	VEL. ALIMENTACION (PIES/MIN)	DIR. DE GRANO			GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO RUGOSO	
25°	Tangencial A-2	12,052	A direccion del grano	8	75	0	12.5	12.5	Buena
		12,618	A contra del grano	8	75	25	0	0	Buena
45°	Tangencial A-2	11,248	A direccion del grano	8	100	0	0	0	Excelente
		11,588	A contra del grano	8	25	12.5	37.5	25	Muy pobre
25°	Tangencial A-2	10,234	A direccion del grano	8	37.5	25	12.5	25	Pobre
		10,335	A contra del grano	8	50	25	25	0	Regular
45°	Tangencial A-2	10,754	A direccion del grano	8	12.5	50	37.5	0	Muy pobre
		10,121	A contra del grano	8	25	37.5	25	12.5	Muy pobre
PROMEDIO					50	21.875	18.75	9.375	

▪ **Cuadro N° 11 - Árbol A-3 Cepillado Cara Radial.**

FACTORES				N° de repetición	% probetas sin defectos	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIF.
ÁNGULO DE CORTE	DIR. DE CORTE	VEL. ALIMENTACION (PIES/MIN)	DIR. DE GRANO			GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO RUGOSO	
25°	Radial A-3	12,452	A direccion del grano	8	75	0	12.5	12.5	Buena
		12,518	A contra del grano	8	75	25	0	0	Buena
45°	Radial A-3	11,248	A direccion del grano	8	100	0	0	0	Excelente
		11,588	A contra del grano	8	25	12.5	37.5	25	Muy pobre
25°	Radial A-3	10,234	A direccion del grano	8	37.5	25	12.5	25	Pobre
		12,335	A contra del grano	8	50	25	25	0	Regular
45°	Radial A-3	11,754	A direccion del grano	8	50	12,5	37.5	0	Regular
		10,121	A contra del grano	8	25	37.5	25	12.5	Muy pobre
PROMEDIO					54.69	17,1875	18.75	9,375	

▪ **Cuadro N° 12 - Árbol A-3 Cepillado Cara Tangencial.**

FACTORES				N° de repetición	% probetas sin defectos	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIF.
ÁNGULO DE CORTE	DIR. DE CORTE	VEL. ALIMENTACION (PIES/MIN)	DIR. DE GRANO			GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO RUGOSO	
25°	Tangencial A-3	11.092	A direccion del grano	8	100	0	0	0	Excelente
		10.518	A contra del grano	8	37.5	25	37.5	0	Pobre
45°	Tangencial A-3	11.2486	A direccion del grano	8	50	37.5	12.5	0	Regular
		11.588	A contra del grano	8	62.5	0	0	37.5	Regular
25°	Tangencial A-3	10.234	A direccion del grano	8	62.5	12.5	25	0	Regular
		11.337	A contra del grano	8	37.5	50	12.5	0	Pobre
45°	Tangencial A-3	9.754	A direccion del grano	8	50	50	0	0	Regular
		11.021	A contra del grano	8	75	12.5	0	12.5	Pobre
PROMEDIO					59,38	23.4375	10,94	6,25	

5.1.1 RESULTADOS FINALES DEL CEPILLADO:

CEPILLADO	% De Probetas Libres de Defectos	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIFICACION DE PROBETAS
		GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO RUGOSO	
A-1 Cara Radial	78,13	10,94	4,69	7,81	0– 24,9% = Muy Pobre
A-1 Cara Tangencial	81,25	9,38	4,69	4,69	25 – 49,9 % = Pobre
A-2 Cara Radial	57,81	15,63	18,75	7,81	50 – 74,9 % = Regular
A-2 Cara Tangencial	50,00	21,88	18,75	9,38	75 – 99,9 % = Buena
A-3 Cara Radial	54,69	17,19	18,75	9,38	100 % = Excelente
A-3 Cara Tangencial	59,38	23,44	10,94	6,25	63,54 = REGULAR
MEDIA TOTAL	63,54	16,41	12,76	7,55	

Los resultados obtenidos en el ensayo de cepillado no fueron muy óptimos, en conclusión la madera del Suiquillo obtuvo una media total con los siguientes resultados; El porcentaje libre de defectos es de 63,54 % y un total de defectos de 36,72 %, encontrándose más defectos de grano arrancado, el cepillado de esta madera se comporta mejor en el corte radial, con estos valores podemos clasificar en la tabla como una madera “Regular”, esto nos quiere decir que para realizar el Cepillado de la madera del Suiquillo el resultado que obtendremos sería regular.

5.2 MOLDURADO.

▪ Cuadro N° 13 - Árbol A-1 Moldurado.

FACTORES		N° de repeticiones	% de Probeta libre de defectos	% de probetas con defectos			Calificación
Velocidad de alimentación (pies/minuto)	Dirección corte			Grano arrancado	Grano velloso	Grano Levantado	
11,8110236	<i>A favor del grano A-1</i>	8	87,5	0	12,5	0	Buena
	<i>Contra de grano A-1</i>	8	37,5	37,5	25	0	Pobre
12,176313	<i>A favor del grano</i>	8	62,5	12,5	25	0	Regular
	<i>Contra de grano A-1</i>	8	37,5	62,5	0	0	Regular
PROMEDIO			56,25	28,125	15,625	0	

▪ Cuadro N° 14 - Árbol A-2 Moldurado.

FACTORES		N° de repeticiones	% de Probeta libre de defectos	% de probetas con defectos			Calificación
Velocidad de alimentación (pies/minuto)	Dirección corte			Grano arrancado	Grano velloso	Grano Levantado	
11,8110236	<i>A favor del grano</i>	8	62,5	0	12,5	0	Regular
	<i>Contra de grano</i>	8	37,5	37,5	25	0	Pobre
12,176313	<i>A favor del grano</i>	8	86,35	12,5	37,5	0	Buena
	<i>Contra de grano</i>	8	12,5	62,5	0	0	Muy Pobre
PROMEDIO			49,7125	28,125	31,25	0	

▪ Cuadro N° 15 - Árbol A-3 moldurado.

FACTORES		N° de repeticiones	% de Probeta libre de defectos	% de probetas con defectos			Calificación
Velocidad de alimentación (pies/minuto)	Dirección corte			Grano arrancado	Grano velloso	Grano Levantado	
11,8110236	<i>A favor del grano</i>	8	50	37,5	12,5	0	Regular
	<i>Contra de grano</i>	8	50	37,5	12,5	0	Regular
12,176313	<i>A favor del grano</i>	8	62,5	25	12,5	0	Regular
	<i>Contra de grano</i>	8	12,5	50	37,5	0	Muy Pobre
PROMEDIO			43,75	37,5	18,75	0	

5.2.1 RESULTADOS FINALES DEL MOLDURADO:

MOLDURADO	% De Probetas Libres de Defectos	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIFICACIÓN DE PROBETAS
		GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	
A-1 Moldurado	56,25	28,13	15,63	0	49,90 = POBRE
A-2 Moldurado	49,71	28,13	31,25	0	
A-3 Moldurado	43,75	37,5	18,75	0	
MEDIA TOTAL	49,90	31,25	18,54	0	

Los resultados finales del Moldurado dieron los siguientes valores; El 49,90 % de la madera que fue sometida a ensayos de moldurado estuvo libre de defectos y se encontró 53,13 % de defectos (Grano Arrancado y Grano Velloso). Con estos valores

encontrados se puede clasificar a la madera del Suiquillo como “Pobre” para realizar trabajos de Moldurado.

5.3 TORNEADO.

▪ **Cuadro N° 16 - Árbol A-1 Torneado.**

FACTOR	N° DE REPETICIONES	ORIENTACIÓN DEL CORTE				CALIFICACIÓN
		PARALELO AL GRANO				
		% DE PROBETAS LIBRE DE DEFECTOS	PORCENTAJE DE PROBETAS CON DEFECTOS			
Grano arrancado	Grano rugoso		Grano velloso			
1500	16 A1	93,75	6,25	0	0	Excelente
2500	16 A1	75	12,5	12,5	0	Buena
PROMEDIO		84,375	9,375	6,25	0	

▪ **Cuadro N° 17 - Árbol A-2 Torneado.**

FACTOR	N° DE REPETICIONES	ORIENTACIÓN DEL CORTE				CALIFICACIÓN
		PARALELO AL GRANO				
		% DE PROBETAS LIBRE DE DEFECTOS	PORCENTAJE DE PROBETAS CON DEFECTOS			
Grano arrancado	Grano rugoso		Grano velloso			
1500	16 A2	93,75	0	6,25	0	Excelente
2500	16 A2	87,5	12,5	0	0	Buena
PROMEDIO		90,625	6,25	3,125	0	

▪ **Cuadro N° 18 - Árbol A-3 Torneado.**

FACTOR	N° DE REPETICIONES	ORIENTACIÓN DEL CORTE				CALIFICACIÓN
		PARALELO AL GRANO				
		% DE PROBETAS LIBRE DE DEFECTOS	PORCENTAJE DE PROBETAS CON DEFECTOS			
Grano arrancado	Grano rugoso		Grano velloso			
1500	16 A3	93,75	6,25	0	0	Excelente
2500	16 A3	81,25	12,5	6,25	0	Buena
PROMEDIO		87,5	9,375	3,125	0	

5.3.1 RESULTADOS FINALES DEL TORNEADO:

TORNEADO	% De Probetas Libres de Defectos	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIFICACIÓN DE PROBETAS
		GRANO ARRANCADO	GRANO RUGOSO	GRANO VELLOSO	
A-1 Torneado	84,38	9,38	6,25	0	87,50 = BUENA
A-2 Torneado	90,63	6,25	3,13	0	
A-3 Torneado	87,5	9,38	3,13	0	
MEDIA TOTAL	87,5	8,33	4,17	0	

En cuanto al perforado, la madera del Suiquillo presento los siguientes valores; En una media total se alcanzó 87,5 % de la madera libre de defectos y se encontraron defectos de Grano Arrancado 8,33 % y Grano Rugoso 4,17%. Lo cual equivale a un total de porcentaje de defectos con un valor de 12.5% Con estos valores se clasifica a la madera como “Buena” para realizar trabajos de torneado.

5.4 PERFORADO.

▪ Cuadro N° 19 - Árbol A-1 Perforado.

FACTORES		Numero de repeticiones	% de Probeta libre de defectos	% de probetas con defectos			Calificación
Tipo de broca	r,p,m de la broca			Grano arrancado	Grano rugoso	Grano velloso	
Para metal	2240	16 A-1	68,75	25	0	6,25	Buena
Para madera	2240	16 A-1	93,75	6,25	0	0	Excelente
PROMEDIO			81,25	15,63	0	3,125	

▪ Cuadro N° 20 - Árbol A-2 Perforado.

FACTORES		Numero de repeticiones	% de Probeta libre de defectos	% de probetas con defectos			Calificación
Tipo de broca	r,p,m de la broca			Grano arrancado	Grano rugoso	Grano velloso	
Para metal	2240	16 A-2	68,75	25	0	6,25	Buena
Para madera	2240	16 A-2	87,5	12,5	0	0	Buena
PROMEDIO			78,13	18,75	0	3,13	

▪ **Cuadro N° 21 - Árbol A-3 Perforado.**

FACTORES		Numero de repeticiones	% de Probeta libre de defectos	% de probetas con defectos			Calificación
Tipo de broca	r,p,m de la broca			Grano arrancado	Grano rugoso	Grano veloso	
Para metal	2240	16 A-3	62,5	25	0	12,5	Buena
Para madera	2240	16 A-3	75	25	0	0	Buena
PROMEDIO			68,75	25	0	6,25	

5.4.1 RESULTADOS FINALES DEL PERFORADO:

PERFORADO	% De Probetas Libres de Defectos	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIFICACION DE PROBETAS
		GRANO ARRANCADO	GRANO RUGOSO	GRANO VELLOSO	
A-1 Perforado	81,25	15,63	0	3,13	76,04 = BUENA
A-2 Perforado	78,13	18,75	0	3,13	
A-3 Perforado	68,75	25	0	6,25	
MEDIA TOTAL	76,04	19,79	0	4,17	

La madera del Suiquillo presentó los siguientes valores para el ensayo de Perforado; 76,04 % de la madera estuvo libre de defectos y se encontró un 23,96 % de defectos, los más significativos son los de Grano Arrancado, se clasifica a la madera como “Buena” para realizar trabajos de perforado.

5.4.2 CALIDAD INTERNA DE LA PERFORACIÓN.

▪ **Cuadro N° 22 - Árbol A-1 Calidad Perforación.**

FACTORES		N° REPETICIÓN DE PERFORACIONES	% CALIDAD INTERNA DE PERFORACIONES		CLASIFICACIÓN
TIPO DE BROCA	R.P.M. DE LA BROCA		LIBRE DE DEFECTOS (LISO)	GRANO RUGOSO	
PARA METAL	2240	16 A-1	100	0	Excelente
PARA MADERA	2240	16 A-1	100	0	Excelente

▪ **Cuadro N° 23 - Árbol A-2 Calidad Perforación.**

FACTORES		N° REPETICIÓN DE PERFORACIONES	% CALIDAD INTERNA DE PERFORACIONES		CLASIFICACIÓN
TIPO DE BROCA	R.P.M. DE LA BROCA		LIBRE DE DEFECTOS (LISO)	GRANO RUGOSO	
PARA METAL	2240	16 A-2	100	0	Excelente
PARA MADERA	2240	16 A-2	100	0	Excelente

▪ **Cuadro N° 24 - Árbol A-3 Calidad Perforación.**

FACTORES		N° REPETICIÓN DE PERFORACIONES	% CALIDAD INTERNA DE PERFORACIONES		CLASIFICACIÓN
TIPO DE BROCA	R.P.M. DE LA BROCA		LIBRE DE DEFECTOS (LISO)	GRANO RUGOSO	
PARA METAL	2240	16 A-3	100	0	Excelente
PARA MADERA	2240	16 A-3	100	0	Excelente

La madera del Suiquillo dio “Excelentes” resultados para la calidad de perforación interna, no se encontraron defectos.

5.5 LIJADO.

▪ **Cuadro N° 25 - Árbol A-1 Lijado Cara Radial.**

FACTORES		N° DE REPETICIONES	% DEFECTOS	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIFICACIÓN
TIPO DE LIJA	DIREC. DE CORTE			MARCA DE RAYA	GRANO VELLOSO	GRANO LANOSO	
60 Grados	A favor del grano A1-R	1	99	1	0	0	Excelente
40 Grados	Contra del grano A1-R	1	97	3	0	0	Excelente
60 Grados	A favor del grano A1-R	1	99	1	0	0	Excelente
40 Grados	Contra del grano A1-R	1	98	2	0	0	Excelente
PROMEDIO			98,25	1,75	0	0	

▪ **Cuadro N° 26 - Árbol A-1 Lijado Cara Tangencial.**

FACTORES		N° DE REPETICIONES	% DEFECTOS	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIFICACIÓN
TIPO DE LIJA	DIREC. DE CORTE			MARCA DE RAYA	GRANO VELLOSO	GRANO LANOSO	
60 Grados	A favor del grano A1-T	1	98	2	0	0	Excelente
40 Grados	Contra del grano A1-T	1	97	3	0	0	Excelente

60 Grados	A favor del grano A1-T	1	100	0	0	0	Excelente
40 Grados	Contra del grano A1-T	1	99	1	0	0	Excelente
PROMEDIO			98.5	1.5	0	0	

▪ **Cuadro N° 27 - Árbol A-2 Lijado Cara Radial.**

FACTORES		N° DE REPETICIONES	% LIBRE DE DEFECTOS	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIFICACIÓN
TIPO DE LIJA	DIREC. DE CORTE			MARCA DE RAYA	GRANO VELLOSO	GRANO LANOSO	
60 Grados	A favor del grano A2-R	1	98	2	0	0	Buena
40 Grados	Contra del grano A2-R	1	97	2	0	0	Buena
60 Grados	A favor del grano A2-R	1	100	0	0	0	Excelente
40 Grados	Contra del grano A2-R	1	99	1	0	0	Buena
PROMEDIO			98.5	1.25	0	0	

▪ **Cuadro N° 28 - Árbol A-2 Lijado Cara Tangencial.**

FACTORES		N° DE REPETICIONES	% DEFECTOS	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIFICACIÓN
TIPO DE LIJA	DIREC. DE CORTE			MARCA DE RAYA	GRANO VELLOSO	GRANO LANOSO	
60 Grados	A favor del grano A2-T	1	97	3	0	0	Buena
40 Grados	Contra del grano A2-T	1	99	1	0	0	Buena
60 Grados	A favor del grano A2-T	1	100	0	0	0	Excelente
40 Grados	Contra del grano A2-T	1	99	1	0	0	Buena
PROMEDIO			98.75	1.25	0	0	

▪ **Cuadro N° 29 - Árbol A-3 Lijado Cara Radial.**

FACTORES		N° DE REPETICIONES	% DEFECTOS	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIFICACIÓN
TIPO DE LIJA	DIREC. DE CORTE			MARCA DE RAYA	GRANO VELLOSO	GRANO LANOSO	
60 Grados	A favor del grano A3-R	1	98	2	0	0	Buena
40 Grados	Contra del grano A3-R	1	98	2	0	0	Buena
60 Grados	A favor del grano A3-R	1	99	1	0	0	Buena
40 Grados	Contra del grano A3-R	1	99	1	0	0	Buena
PROMEDIO			98.5	1.5	0	0	

▪ **Cuadro N° 30 - Árbol A-3 Lijado Cara Tangencial**

FACTORES		N° DE REPETICIONES	% DEFECTOS	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIFICACIÓN
TIPO DE LIJA	DIREC. DE CORTE			MARCA DE RAYA	GRANO VELLOSO	GRANO LANOSO	
60 Grados	A favor del grano A3-T	1	99	1	0	0	Buena
40 Grados	Contra del grano A3-T	1	98	2	0	0	Buena
60 Grados	A favor del grano A3-T	1	99	1	0	0	Buena
40 Grados	Contra del grano A3-T	1	97	3	0	0	Buena
PROMEDIO			98.25	1.75	0	0	

5.5.1 RESULTADOS FINALES DEL LIJADO:

LIJADO	% De Probetas Libres de Defectos	% DE PROBETAS CON DEFECTOS			CLASIFICACIÓN DE PROBETAS
		MARCA DE RAYA	GRANO VELLOSO	GRANO LANOSO	
A-1 Cara Radial	98,25	1,75	0	0	0 – 24,9 % = Muy Pobre
A-1 Cara Tangencial	98,5	1,5	0	0	25 – 49,9 % = Pobre
A-2 Cara Radial	98,5	1,25	0	0	50 – 74,9 % = Regular
A-2 Cara Tangencial	98,75	1,25	0	0	75 – 99,9 % = Buena
A-3 Cara Radial	98,5	1,5	0	0	100 % = Excelente
A-3 Cara Tangencial	98,25	1,75	0	0	98,46 = BUENO
MEDIA TOTAL	98,46	1,5	0	0	

Los resultados finales del Lijado dieron los siguientes valores; El 98,46 % de la madera lijada estuvo libre de defectos y solo se encontró 1,5 % de defectos el cual se debe a una marca de raya. Con estos valores encontrados se puede clasificar a la madera del Suiquillo como “Buena” para realizar trabajos de Lijado.

CAPÍTULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 CONCLUSIONES.

Por las experiencias adquiridas durante la ejecución de los trabajos realizados en el Laboratorio de Trabajabilidad de la Madera y la correspondiente evaluación de los resultados alcanzados en los ensayos de Cepillado, Moldurado, Torneado, Perforado y Lijado, se concluye que:

En los ensayos de cepillado se obtuvo los siguientes valores de la especie Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia Radlkofer*) de acuerdo a las tablas de evaluación se la clasifica como Regular (R) es decir que adquiere un valor promedio libre de defectos de 63.54%.

Se observa que los defectos de la madera del Suiquillo es muy propenso en cuanto al Grano Arrancado (16.41%), el Grano Rugoso (7.55%) con menos significancia y el defecto de Grano Velloso 12.76% es menor que los anteriores.

Se observa que el comportamiento al maquinado (Cepillado) en favor a la dirección del grano no presenta diferencias significativas

El promedio general del área afectada en el Cepillado es de 36.72%

El comportamiento de la madera de Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia Radlk.*) a las operaciones de Moldurado muestran los siguientes resultados:

El área libre de defectos alcanza un valor de 49.9% y se clasifica como una madera de clase Pobre (P).

Los promedios de defectos son los siguientes: de acuerdo a su incidencia Grano Arrancado 31.25%, Grano Velloso 18.54%, Grano Levantado 0.0%.

Se muestra también que los defectos alcanzan un promedio de 49.79%.

En lo que concierne al ensayo de Torneado se obtuvo los siguientes valores, donde se la califica como una madera de comportamiento Buena (B) al Torneado.

El área libre de defectos es de 87.50%

El defecto Grano Arrancado alcanza un promedio de 8.33% siguiéndole el de Grano Rugoso con 4.17%, y sin datos corresponde a Grano Velloso 0.0%.

El promedio general de área afectada por defectos es del 12.5%.

En general la madera del Suiquillo muestra un comportamiento de Bueno a Regular a las diferentes operaciones de maquinado.

En lo que concierne al ensayo de Perforado se obtuvo los siguientes valores, donde se la califica como una madera de comportamiento Buena (B) al Perforado.

El área libre de defectos es de 76.04%

El defecto Grano Arrancado alcanza un promedio de 19.76% siguiéndole el de Grano Velloso con 4.17%, y sin datos corresponde a Grano Rugoso 0.0%.

El promedio general de área afectada por defectos es del 23,96%.

El comportamiento de la madera de Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia Radlkofer*) a las operaciones de Lijado muestran los siguientes resultados:

El área libre de defectos alcanza un valor de 98.46% y se clasifica como una madera de clase Bueno (B).

Los promedios de defectos son los siguientes: de acuerdo a su incidencia Marca de Raya 1.50%, Grano Velloso sin datos 0.0%, y Grano Lanoso igual 0.0%.

Se muestra también que los defectos alcanzan un promedio de 1.50%.

Por los valores alcanzados en los ensayos, la madera de Suiquillo puede ser utilizada en la elaboración de mangos para herramientas menores, artesanías, para leña y revestimientos, por el buen resultado en el terminado de su proceso de trabajabilidad.

6.2 RECOMENDACIONES.

En base al comportamiento que muestra la madera del Suiquillo desde el apeo del árbol, operaciones de aserrío, elaboración de probetas, tratamientos profilácticos, operaciones de maquinado o trabajabilidad y otros, se realiza las siguientes recomendaciones:

- a) Durante las operaciones de aserrío para la elaboración de tablones, cuarterones y listones, éstas deben tomar en cuenta la orientación tangencial y radial, para de esta manera obtener resultados confiables.
- b) Se recomienda realizar estos mismos ensayos de cepillado, Moldurado, perforado y Torneado, con maquinaria más eficiente donde se pueda medir velocidad de alimentación, Ángulo de ataque, diferentes tipos de molduras, diferentes tipos de cuchillas y otros.
- c) El Suiquillo es una madera que alcanza diámetros aprovechables de 20 a 25 cm de diámetro, esto hace que no se pueda usar la madera para realizar trabajos como por ejemplo muebles que exigen dimensiones mayores.
- d) Para la ejecución de otros ensayos de trabajabilidad se recomienda realizar una correcta identificación taxonómica de la especie en estudio.