

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La madera es un material ortótropo, con distinta elasticidad según la dirección de deformación, encontrado como principal contenido del tronco de un árbol. Los árboles se caracterizan por tener troncos que crecen año tras año, formando anillos concéntricos correspondientes al diferente crecimiento de la biomasa según las estaciones, y que están compuestos por fibras de celulosa unidas con lignina.

En el presente, el uso del recurso en particular de uso forestal del país, ha constituido un déficit de los productos provenientes del bosque y muy especialmente de maderas preciosas que con anterioridad fueron explotadas indiscriminadamente, las cuales se encuentran seriamente amenazadas y algunas al borde de la extinción.

De esta manera, se busca incorporar nuevas especies que no solo es de uso maderero, sino también, de uso agrícola; es así que se pueden obtener el doble de beneficios y de esta manera se incentive a los productores a plantar dichas especies. Posterior a esto, realizar estudios de trabajabilidad de todas las especies que no están consideradas dentro del uso laboral, para así poder sustituir a las maderas preciosas que en la actualidad son comercializadas y usadas para la ebanistería en un sin fin de artículos como ser puertas, ventanas, sillas, roperos, camas, etc.

Con un estudio de trabajabilidad, se puede procesar de mejor manera la madera y darle un mejor uso que quizá se lo hace erróneamente, se puede lograr mejores y finos acabados y mejores resultados de apariencia estética de los productos a base de madera.

La investigación o estudio de trabajabilidad, se lo hace con el propósito de poder integrar otras especies a la canasta forestal o mejorar su uso y que de alguna manera estas vayan a sustituir a otras especies consideradas valiosas y que se encuentran amenazadas o en algunos casos al borde de la extinción.

Los estudios de trabajabilidad, nos ayudan y abren un espacio en la canasta forestal con nuevas especies no necesariamente obtenidas de un bosque. Tal como es el caso

del Nogal común (*Juglans regia L*) que es cultivado en huertas y en zonas que no hay bosque.

El presente trabajo irá a contribuir al mejor conocimiento de la madera de la especie Nogal común (*Juglans regia L.*), con la finalidad de proveer bases y conocimientos técnicos lo cual permitirá la incorporación de nuevas especies forestales a la industria de la madera.

Obteniendo estos resultados se pueden realizar y dar nuevos y mejores usos a la madera y así a la fabricación de nuevos productos, abriendo más y nuevos mercados.

1.1. Justificación.

Debido a la gran demanda de productos forestales y por la disminución cuantitativa de especies forestales de gran valor comercial, es que se ve la necesidad de hacer un estudio de trabajabilidad de la especie Nogal común de huerta o cultivado, como se lo denomina (*Juglans regia L*).

Al respecto, se busca reemplazar el vacío que dejan las especies de gran valor en el mercado porque en muchos casos están en riesgo o prohibida su extracción.

Actualmente la madera de esta especie, sí está introducida en el mercado nacional y se lo usa en carpintería y otros pero carece de un estudio de trabajabilidad como tal.

El nogal si bien es una especie un tanto conocida en el sector maderero carece de estudios de trabajabilidad que nos pueda dar opciones para su uso adecuado, con el presente estudio se busca que tenga una mejor aplicación en base a sus propiedades de trabajabilidad.

1.2. Hipótesis.

La madera de la especie Nogal común *Juglans regia L.*, responde adecuadamente cuando es sometida a ensayos de trabajabilidad, en diferentes procesos de maquinado.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar las propiedades de trabajabilidad de la madera de Nogal común (*Juglans regia* L.) en operaciones de maquinado o trabajabilidad, para determinar las propiedades e identificar los posibles usos, mejores y finos acabados y dar más opciones; según las necesidades de los consumidores.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades de las operaciones de trabajabilidad de la madera de Nogal común (*Juglans regia* L.) a través del cepillado, moldurado, torneado, lijado y taladrado; empleando la norma (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales y las normas COPANT MADERAS 458-460.
- Clasificar la madera de acuerdo a su grado de calidad de maquinado de la especie Nogal común (*Juglans regia* L.) referida a grados de defectos y severidad de los mismos; de acuerdo a patrones obtenidos de las normas (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales.
- Identificar los posibles usos de la madera de Nogal común (*Juglans regia* L.) a través de los estudios de trabajabilidad; para la fabricación de muebles, ebanistería y otros.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. La madera.

La madera es una materia prima abundante, renovable, económica y fácil de trabajar; que procesada de la manera correcta puede resistir al embate del tiempo durante muchos años.

La madera es combustible y además cuando es empleada en construcción le confiere a los ambientes una sensación de calidez y protección ancestral por lo cual es un elemento fundamental en casi todas las industrias humanas. (*Uriarte 2010*)

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*)

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

2.1.1 Partes del tronco

Las partes del tronco son: (*Según León, 2001*)

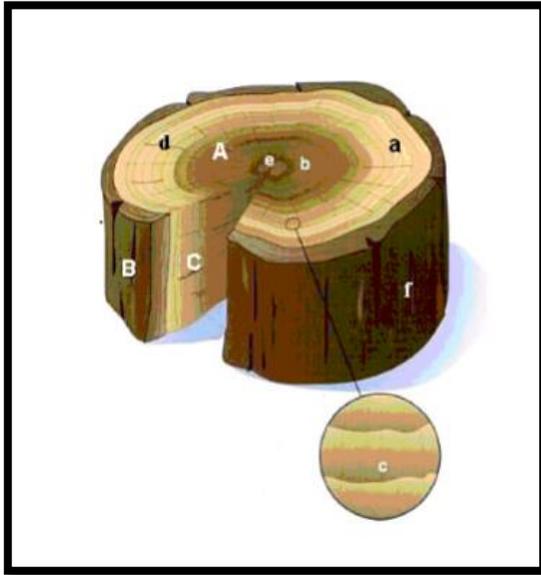
2.1.1.1 Corteza.

Término utilizado para referirse a todos los tejidos que se encuentran hacia el lado externo del cambium vascular.

2.1.1.2 Cambium vascular.

Es un meristema lateral presente en las plantas vasculares y el cual produce xilema secundario y el floema secundario. Es el responsable del crecimiento en grosor o crecimiento secundario de las plantas en las cuales se presenta.

FIGURA 1 PARTES DEL TRONCO



A. Sección transversal

B. Sección tangencial

C. Sección radial

a. Albura b. Duramen c. Anillos de crecimiento d. Radios leñosos e. Médula f. Corteza

Fuente: Martínez & Vignote, 2006

2.1.1.3 La médula.

Representa el corazón de muchos tallos. En su mayor parte se compone de células parenquimatosas que almacenan productos nutritivos como el almidón.

2.1.1.4 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.

2.1.1.5 Duramen y albura.

La parte del 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 del 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.

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.) y un corte intermedio como es el corte tangencial-radial (oblicuo):

2.1.2.1 Corte transversal.

Dirección perpendicular al eje del tronco, se produce, por ejemplo, al voltear un árbol o seccionar un tronco.

2.1.2.2 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.

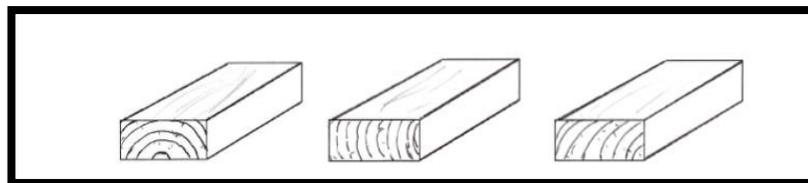
2.1.2.3 Corte radial (madera cuarteada).

Cuando tiene dirección paralela a los radios. Es el corte más estable de la madera ante cambios de humedad del material.

2.1.2.4 Corte oblicuo (falso cuarteado).

Cuando se realiza de manera intermedia entre el corte tangencial y el corte radial. (Vizcarra, 1998)

FIGURA 2 PLANOS DE CORTE DE LA MADERA



Izq.: C. tangencial; Centro: C. radial; Der.: C. oblicuo

Fuente: Vargas, 1987

2.2. Características de la especie en estudio.

2.2.1. Descripción taxonómica del nogal (*Juglans regia* L.)

CUADRO 1. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

Reino:	Plantae
División:	angiospermas
Clase:	dicotiledoneas
Orden:	juglandales
Familia:	juglandaceae
Género:	<i>Juglans</i>
Especie	<i>Juglans regia</i>

(Malvoti et al, 1997)

2.3. Descripción dendrológica e identificación.

2.3.1. Generalidades de la especie.

El nogal común o cultivado como se lo denomina es una especie implantada que se adapta fácilmente en valles altos, principalmente, en zonas de media y alta montaña. También hay otras especies de nogal en el departamento como es el nogal de monte (*Juglans australis*) este más distribuido en la formación tucumano boliviano; donde las condiciones climáticas como la humedad son mejores que los valles altos y el valle central en general.

2.3.2. Morfología

El (*Juglans regia* L). es un gran árbol caducifolio que logra alcanzar los 35 metros de altura. Su robusto tronco puede sobrepasar los 2 metros de diámetro, es corto y de un color blanco o gris claro. De él brotan gruesas y fuertes ramas que forman una copa grande y redondeada.

2.3.3. La raíz.

El sistema de raíces de este árbol es muy avanzado. Está compuesto por una raíz principal pivotante y otra secundaria con raíces someras y robustas. Estas se extienden marcadamente, tanto horizontal como verticalmente.

2.3.4. Las hojas.

Sus hojas son grandes, de 20 a 40 cm de largo, aromáticas, con forma pinnada. Tienen pecíolos de 5 a 8 cm. Son caducas y alternas, con 5 o 9 folíolos enteros en los ejemplares adultos y moderadamente cerrillados en especímenes más jóvenes. Suelen contar con una base asimétrica, y un ápice acuminado y peciolado. Al brotar son de un atractivo color rojo, pero al envejecer toman una tonalidad verde oscura. (Garcés L. 2011)

2.3.5. Las flores.

Del árbol *Juglans regia*, nacen flores femeninas y masculinas. Las femeninas son erectas y crecen agrupadas en racimos de 2 a 5 florecillas pequeñas, de un lindo tono carmín, con bractéolas de ápice dentado. Las masculinas forman ramilletes colgantes con un gran número de flores que miden de 5 a 10 cm. Son de un llamativo matiz púrpura-verdoso, y cuentan con sésiles dotados de 4 sépalos y de 8 a 40 estambres. (Lyle, S. 2006)

2.3.6. Los frutos.

Al fruto del *Juglans regia* se le conoce como nuez, es un fruto muy liviano cuando está seco. Emerge de las flores femeninas, tiene silueta globular y mide de 3 a 6 cm. Es semicarnoso, con una cáscara verde y lisa que, al secarse, toma un color café, y se desprende. Es considerado una drupa por estar envuelto en una cápsula dura. Su apariencia es corrugada y seca. (Polanco Z. 2017)

- Propiedades de las nueces: 68% grasas polinsaturadas, 16% de grasas mono insaturadas, 11% grasas saturadas además contiene proteínas, fibra y fosforo y magnesio.

2.3.7. La Semilla.

El Nogal común (*Juglans regia L*), se propaga por injerto de púas y por yemas, así como por semillas. En el injerto por yema se pre maduran las yemas, eliminando las hojas de la rama y esperando 10 días antes de sacar las yemas. La reproducción por semillas no es muy empleada.

Al momento de la cosecha se prefieren las nueces de un nogal conocido, por su adaptabilidad y calidad, eligiendo las primeras en madurar.

Esto se lo hace por la calidad del árbol para ser semillero tomando en cuenta que sea de buena calidad.

2.3.8 La madera.

Color: De marrón claro a color chocolate oscuro, la albura puede tener tonalidades grisáceas e incluso amarillas. Se trata de una de las maderas oscuras favoritas de muchos profesionales. En algunas ocasiones se puede comprar la madera de nogal vaporizada con el fin de oscurecer algo la albura y unificar en mayor medida el color.

En verde la madera puede tener un color rojizo oscuro.

2.4 Factores que afectan el corte de la madera

Existen dos factores que afectan la resistencia de la madera al corte: *Ninin (1983)*

2.4.1 Factores inherentes a la madera

2.4.1.1 Especie.

Las especies difieren entre si fundamentalmente en sus características anatómica y su composición química.

2.4.1.2 Contenido de humedad.

La resistencia de la madera baja a medida que aumenta el contenido de humedad; esto es a partir del estado anhidro y hasta el punto de saturación de las fibras. Por encima del punto de saturación de las fibras la resistencia de la madera ya no baja cuando aumenta el contenido de humedad. Además, lo antes mencionado puede generar

aumentos en el coeficiente de fricción madera acero, lo cual limita la formación del tipo de viruta.

2.4.1.3 Temperatura de la madera.

Las características de la madera bajan cuando es calentada. Este efecto es aumentado con madera verde y es menos significativo con madera seca. Cuando las temperaturas son reducidas por debajo del punto de congelación la tendencia persiste.

2.4.1.4 Coeficiente de fricción en corte.

El coeficiente de fricción entre la cara de corte de la herramienta y la viruta, influye en la distribución de las fuerzas y, por lo tanto, también sobre la formación de las virutas.

2.4.1.5 Orientación del grano.

La orientación del corte con respecto a los planos de la madera es de suma relevancia, pues se ha observado en muchos casos que puede existir una mayor diferencia de comportamiento y calidad, de superficies entre el plano tangencial y el plano radial, de una misma madera que entre varias especies.

2.4.2 Factores inherentes a las condiciones de corte

2.4.2.1 Ancho de corte.

En corte ortogonal, si la herramienta es más ancha que la pieza de madera, los esfuerzos de corte son directamente proporcionales al ancho de corte.

2.4.2.2 Profundidad de corte.

Este término es sinónimo de espesor de la viruta antes de su deformación.

2.4.2.3 Velocidad de corte.

Con velocidad de corte elevada, la inercia de la viruta causa un efecto de mayor rigidez de la estructura de la madera y contribuye a que se produzca un seccionamiento limpio.

2.4.2.4 Velocidad de alimentación.

En la gran mayoría de los casos su relación con la velocidad de corte genera el espesor de viruta.

2.5 Trabajabilidad de la madera.

Entendemos por trabajabilidad como la respuesta de la madera frente a las diversas herramientas de corte y todas las operaciones que conlleva este estudio. (*Proyecto ITTO PD, 2012*)

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

Según la Junta del Acuerdo de Cartagena JUNAC, del Pacto Andino, (1982). En su libro titulado: Factores que afectan la trabajabilidad de 105 maderas de los bosques tropicales, definen este concepto como trabajar una madera hasta convertirla en formas convenientes, y que con la ayuda de máquinas se lleva a cabo para dar forma y calidad a las superficies de materiales elaborados y semielaborados como por ejm: el lijado de tableros contrachapados, el cepillado de madera aserrada o el moldurado de madera aserrada.

2.5.1 Cepillado.

La acción de cepillado es una operación en la cual se genera una superficie plana y se elimina un exceso de la madera aserrada, por medio de la producción de virutas.

El cepillado es una de las operaciones más importantes en la mayoría de los productos que se elaboran tomando como materia prima la madera. Las maderas que al ser cepilladas presenten superficies de mala calidad tendrán poca aceptación, principalmente en productos donde la cara sea visible. Esto reduce de forma significativa la calidad estética del producto.

Cepillar o sacar una cara en limpio de la madera es un proceso básico en la

transformación de ésta. Esta operación se realiza en una máquina llamada Cepilladora. El desgaste del material se efectúa con cuchillas que son colocadas en un cabezal que gira mientras la madera es arrastrada en la mesa de cepillado mediante rodillos. (Serrano & Sáenz, 2001)

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 la elevada inclinación del grano y especialmente en la cercanía de los nudos y ángulo de corte.

La inclinación del grano elevado, como sucede con el grano entrecruzado, el grano ondulado y en cercanía de los nudos es extremadamente perjudicial, por lo que un operario debe siempre procurar que la entrada de la madera a la maquina 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 se la velocidad de avance o cambio del ángulo de corte (*Martínez & Martínez, 1996*).

2.5.1.2 Defectos de cepillado

Los defectos de cepillado son imperfecciones que se distinguen en la superficie de la madera después de su maquinado. Según su gravedad se califican de la siguiente manera

- 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.
- Una inclinación del grano elevado, como sucede con el grano entrecruzado, el grano ondulado y en cercanía de los nudos, es tremendamente 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)

- 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)

2.5.2 Moldurado.

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

En esta operación tenemos 2 tiempos de moldurado:

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

2.5.3 Torneado

Es la operación en la cual mediante el uso de cuchillas, formones o gubias 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. (Castillo, 1976)

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. 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. (De Los Ríos, 2005)

2.5.4 Lijado

Lijar significa alisar, pulir, abrillantar o limpiar algo mediante el frotamiento con un objeto abrasivo, generalmente una lija. El lijado es una tarea fundamental en cualquier trabajo de acabado, como ser pintura, barniz, entre otros. (BRICO - TODO, 2013)

Así como mediante el cepillado se elimina los defectos del aserrado, como ser encorvaduras y asperezas, el lijado suprime los defectos del cepillado y tiene por misión seguir aislando la superficie acabada. (Heinrich, 1971)

Por esto, la operación de lijado se divide en dos clases, cada una con propósitos distintos.

El primer proceso de lijado, pretende obtener una superficie lisa o plana, a partir de una superficie brusca, consecuencia del proceso de cepillado, donde se generan defectos como grano arrancado, velloso, rugoso y marcas de cuchillas.

El segundo trabajo, consiste en preparar una superficie de alta calidad para aplicar los materiales de acabado, como selladores, barnices, lacas, pinturas, entre otros, que pretenden minimizar la profundidad de las rayas del lijado anterior, así como proteger la madera de rayaduras leves y manchas que puedan ocasionarse por el contacto directo de algunos líquidos.

De esta forma los defectos que no han sido eliminados con el lijado, sobresalen cuando se aplica un acabado; por esto las maderas seleccionadas para fabricar productos de alta calidad deben poseer buenas características de lijado. (Serrano & Sáenz, 2001)

Los defectos que se presentan en el lijado son los rayones y el grano velloso; las maderas más blandas tienden a producir un grano velloso. Las maderas duras, sobre todo las de textura fina, tienden a producir superficies rayadas. Existe una

conjugación de densidad, propiedades de resistencia y características anatómicas sobre la calidad de las superficies lijadas. (Vargas, 2009)

2.5.5 Taladrado.

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

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

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

2.6 Defectos más comunes del maquinado en la madera (Trabajabilidad)

De acuerdo con Flores y Fuentes (2001), los defectos más comunes en el maquinado de la madera son los siguientes:

2.6.1 Grano astillado.

Es una condición de aspereza que presenta la madera cuando las fibras se desprenden de la superficie trabajada dejando huella en forma de pequeños agujeritos.

2.6.2 Grano apelmusado.

Es una condición de aspereza de la superficie de la madera en la que pequeñas partículas o grupos de fibras que no fueron cortadas por la herramienta de corte (fresa, cuchilla, broca, etc.) sobresalen de la superficie general de la tabla sin desprenderse, permaneciendo adheridas a ella.

2.6.3 Grano levantado.

Es una condición de aspereza de 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.

2.6.4 Grano rasgado.

Son fibras cortadas transversalmente por la herramienta de corte, dejando una superficie áspera, este defecto se presenta en los ensayos de moldurado, torneado y taladrado.

2.6.5 Rayones.

Marcas semejantes a un rasguño, ocasionado por la lija, presentándose exclusivamente en el ensayo de lijado.

2.7 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 ASTM-D-1666-64 (1970), con adaptaciones para ensayos de maderas tropicales.

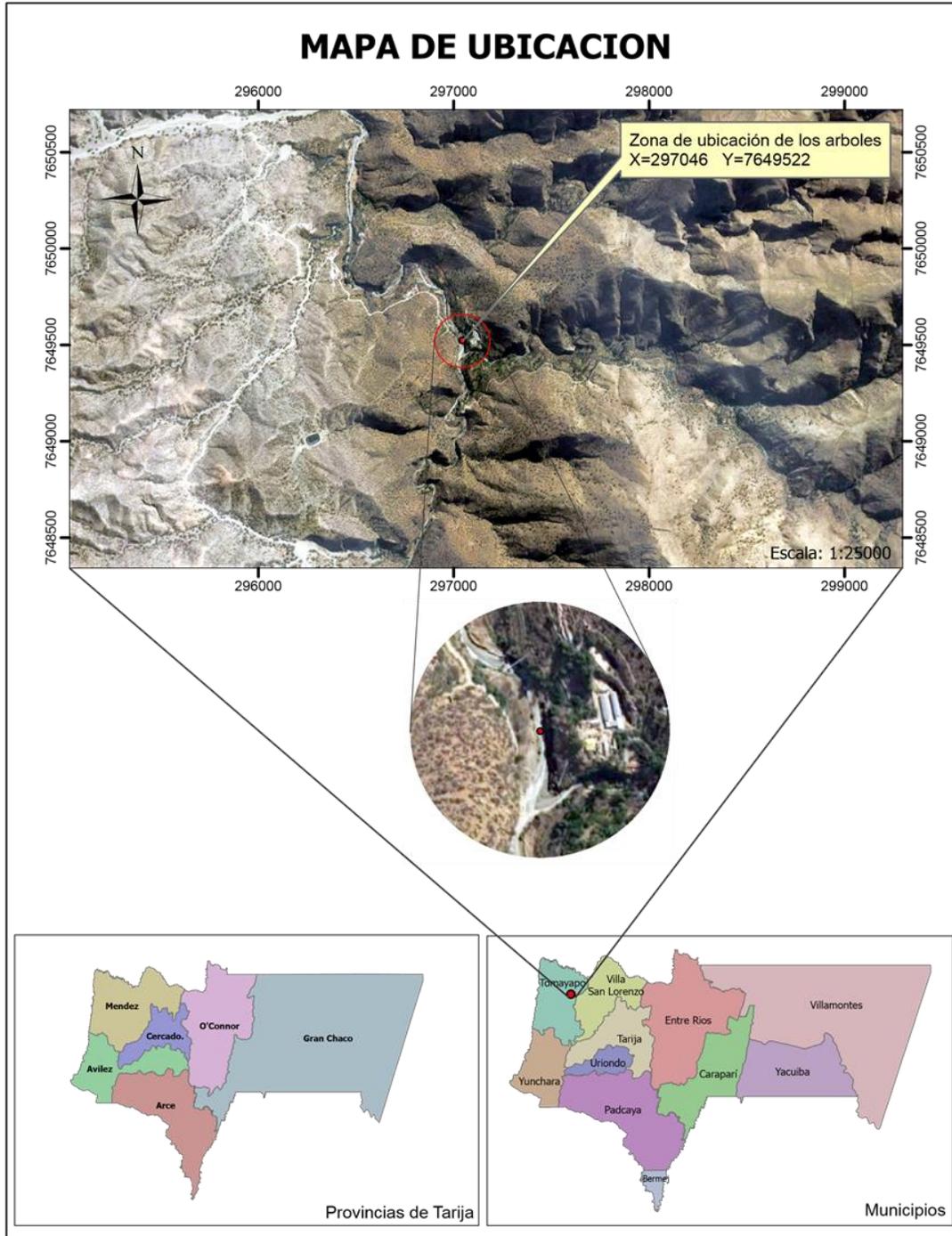
CUADRO 2 CALIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS DE MAQUINADO

Rango	Calidad	Grado
0,0 – 1,0	excelente	1
1,0 – 2,0	buena	2
2,0 – 3,0	regular	3
3,0 – 4,0	mala	4
4,0 – 5,0	deficiente	5

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción de la zona de estudio.



(Elaboración propia)

3.1.1 Ubicación.

La comunidad de Caña Cruz, se encuentra ubicada en la Segunda Sección de la provincia Méndez, en el cantón Paicho en latitud sur $21^{\circ}14'40.07''$ y longitud oeste $64^{\circ}57'20,67''$, limita al norte con la comunidad de Chilcas, al sur con la comunidad de Paicho Sud, al este con la Cordillera que separa la Primera y Segunda Sección de la provincia Méndez, y al oeste con el cantón Tomayapo, Aproximadamente a unos 75 km de la ciudad de Tarija. (*Elaboración propia*) en base a información recabada del lugar y también información del (*ZONISIG, 2001*)

3.1.2 Accesibilidad.

A la comunidad de Caña Cruz se puede ingresar por diferentes rutas, pero en sentido de ventaja por menor tiempo y mejor calidad de carretera y camino las más principales son:

- Por el camino de Tarija – carretera hacia el norte que según la ABC (Administradora Boliviana de Carreteras) es parte de la red vial fundamental que conecta con el norte del país todo asfaltado – llegando a Iscayachi hasta la entrada a Paicho a la derecha por camino de tierra hasta llegar Paicho sud – luego a Caña Cruz.
- Camino de Tarija - San Lorenzo - Huancoiro - la Matanza - Paicho Centro- Caña Cruz, pero este camino es un tanto más opcional por las precariedades que tiene y la falta de mantenimiento del mismo.

3.2 Características biofísicas.

3.2.1 Fisiografía:

Las formaciones predominantes son paisajes característicos de una región montañosa o de colinas disectadas a fuertemente disectadas.

El paisaje de montañas o colinas se caracteriza por presentar un relieve bastante accidentado, las pendientes inferiores presentan mejores características edáficas que el resto de la unidad, al borde de los ríos son restos aluviales donde hay pequeños

terrenos.

La topografía es bastante irregular, con variadas altitudes, en ellas se encuentra con frecuencia:

- Terrenos escarpados: con 50 a 75% o más de pendiente
- Fuertemente ondulados y quebrados: 12 a 25% de pendiente
- Terrenos casi planos (una mínima área): 2 a 3% de pendiente (*ZONISIG, 2001*)

3.2.2 Suelos

Los suelos de esta zona son casi en su totalidad de origen aluvial, variando la textura de moderadamente liviano a mediano y pesado y en algunas zonas muy profundos.

En general en la zona predominan los suelos áridos a semi áridos y en muchas partes son fuertemente erosionados, esto es por la prevalente morfología montañosa y del tamaño reducido de las subcuencas, la escorrentía de las aguas de superficie es generalmente muy rápida esto por la pendientes muy escarpadas que presenta. (*ZONISIG 2001*).

3.3 Características meteorológicas.

3.3.1 Clima

El clima varía por ser árido y semiárido fresco y frío, con una temperatura media anual de 14°C. Que varía de temperaturas medias anuales entre (12 a 27°C) y precipitaciones más abundantes (300 mm anuales). (*PDM El Puente 2011*)

Las lluvias mayormente son de origen orográfico siendo principalmente por la condensación de las masas húmedas provenientes del sur este, esto presentan precipitaciones altas en la zona montañosa.

El periodo de lluvias es entre los meses de octubre a marzo, este periodo es considerado de mucha importancia porque coincide con la época de siembra porque las familias aprovechan para dedicarse a la siembra. Las precipitaciones mínimas casi nulas son entre abril a agosto.

3.4 Características bióticas (vegetación y fauna)

La vegetación con que cuenta esta zona refleja unas características particulares de topografía y climáticas de la región, por lo cual se tiene una vegetación propia de un valle erosionado y muy seco en época de estiaje, entre la vegetación tenemos churqui, algarrobo, palqui, molle, sauce, eucalipto, nogal; esos entre los árboles de dosel más alto.

Los principales cultivos son maíz, papa, haba, cebolla, trigo, zanahoria, arveja, ajo, papa oca, papa liza, cebada, vid, durazno, membrillo, alfalfa, nogal, granada higo y tuna. La actividad pecuaria es extensiva, con crianza de ganados ovinos, caprinos, vacunos, asnos y porcinos. La mayor parte de la población rural cría ganado, el mismo que es considerado como una caja de ahorro familiar.

Una de las principales fuentes de ingreso de las familias del lugar es la producción de durazno y la ganadería caprina extensiva.

3.5 Materiales.

Para llevar a cabo el presente trabajo de investigación, se utilizó una serie de materiales, equipos y maquinaria para poder desarrollar el estudio de trabajabilidad de la madera del nogal (*Juglans regia L.*).

3.5.1 Materiales de gabinete.

- Mapas y cartas geográficas de la zona.
- Normas COPANT MADERAS.
- Planillas para la toma de datos.
- Normas (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales.
- Material de escritorio.

3.5.2 Materiales y equipos de campo

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

3.5.3 Maquinaria de carpintería

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

3.5.4 Material biológico

- Madera de la especie en estudio.

3.6 Metodología

La metodología a seguir en este trabajo se orienta en las normas de la (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales y NORMAS COPANT 458, selección y colección de muestras, 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.

3.6.1 Normas empleadas

Se utilizó la norma COPANT 458 que es sobre la selección y colección de muestra.

3.6.2 Selección de la zona

El primer aspecto que se tomó en cuenta para la selección de la zona fue la representatividad (en cuanto a la población y calidad de individuos) que tiene la especie de Nogal común (*Juglans regia L.*) donde se obtuvo las muestras. En la zona, se ubicaron tres parcelas de 30 x 30 metros, en función a la distribución de los árboles de la especie en estudio.

3.6.3 Selección de árboles

De una de las parcelas, se seleccionó un árbol maduro con baja producción para realizar los estudios, tomando en cuenta sus características vegetativas de la especie a ser apeada como: fuste sano, diámetro a la altura del pecho a 1.30 m del suelo. En el presente estudio se consideró 3 árboles.

FIGURA 3 SELECCIÓN Y DERRIBE DE ÁRBOLES



3.6.4 Selección de la troza.

Una vez ubicado y realizado el apeo, desrame del árbol, se seccionó 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.

FIGURA 4 SELECCIÓN DE LA TROZA



3.6.5 Obtención de las probetas dentro de las trozas.

Las probetas fueron obtenidas de acuerdo a las normas correspondientes en cada uno de los ensayos de trabajabilidad.

El procedimiento a emplear para el cumplimiento del presente trabajo es la propuesta por la NORMAS Y MÉTODOS PARA ENSAYOS TECNOLÓGICOS Sub Proyecto # 1 Estudio de la Tecnología e Ingeniería de la Madera.

Norma de la (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales y subtropicales.

FIGURA 5 FIGURA 6 OBTENCIÓN DE LAS PROBETAS DENTRO DE LAS TROZAS



3.6.7 Procedimiento para el control de contenido de humedad

Para la determinación del contenido de humedad inicial de las muestras, se basó en las recomendaciones especificadas en la NORMA COPANT MADERAS- R - 460.

Para que los resultados sean exactos recomienda tomar en cuenta lo siguiente.

- Se debe realizar la eliminación de todas las partículas adheridas a las probetas como ser aserrín o polvo, para esto se debe pasar suavemente con la lija todas las aristas antes de realizar el control del pesado de las mismas.
- La humedad de la madera se calculó como un porcentaje del peso del agua que contiene, respecto del peso del material seco, con la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

Donde:

Ph = Peso de la madera húmeda o peso inicial.

Ps = Peso la madera seca o anhidra.

CH = Contenido de humedad %.

Se hizo el control de una probeta por árbol , cada probeta de 30cm de largo, 10 cm de

ancho y 4 cm de espesor, que a su vez se las subdividió cada probeta en 4 partes iguales.

Cada probeta obtenida de las trozas ha sido codificada y pesada (peso inicial), luego se introdujo a la estufa donde se programó inicialmente a 60° de temperatura por 24 horas. transcurrido este tiempo se retiró las muestras de la especie de nogal, para luego registrar el peso de cada una, se repitió el procedimiento gradualmente con 80°, 100°, hasta alcanzar entre $101 \pm 2^\circ\text{C}$. Hasta conseguir un peso constante que representa el peso anhidro de cada probeta. Para el presente estudio se trabajó con un promedio de CH de 12,82% de los 3 árboles, (ver cuadro 3).

FIGURA 7 FIGURA 8 PESADO Y COLOCADO DE MUESTRAS A LA ESTUFA



CUADRO 3 CÁLCULO DEL CH

Probeta	Peso(gr)	Peso(gr)	Peso(gr)	Peso(gr)	CH
1	150,71	138,42	133,79	133,71	12,71%
2	154,37	142,02	136,95	136,85	12,80%
3	155,44	142,52	137,63	137,59	12,97%
Promedio					12,82%

3.7 Ensayo de cepillado.

Este ensayo se realizó con dos ángulos de corte: (15° y 30°) y dos velocidades de alimentación (5 y 10 m/min), con una profundidad de 1,1 mm por pasada. Mediante un xilohigrómetro de contacto se registró el contenido humedad de la probeta.

Para su reconocimiento las probetas fueron codificadas indicando, número de árbol, orden de probeta y su orientación. Además, se marcaron con una flecha en el extremo de cada probeta para indicar la dirección de alimentación a favor y en contra del grano. Se trabajó en ambas caras de las probetas, a favor y en contra del grano.

3.7.1 Maquinaria y materiales

Es recomendable utilizar una Cepilladora molduradora para los ensayos de cepillado, dada la gama relativamente amplia de velocidades de alimentación y giro y la facilidad de cambios de cabezales. A falta de esta máquina se puede usar una Cepilladora (regreusadora) o máquina combinada Cepilladora-garlopa (Cepilladora-canteadora). Siempre se utilizarán cuchillas rectas y se cepillará solamente una cara de la probeta por pasada.

FIGURA 9 FIGURA 10 ENSAYO DE CEPILLADO



Se utilizó Cepilladora con las siguientes características:

- Velocidad de giro de portacuchillas: 5.000 r.p.m.
- Diámetro del portacuchillas: 10 a 12 cm.

- Ángulo del portacuchillas: 30° a 35°
- Portacuchillas para alojar 3 o 4 cuchillas
- Velocidades de alimentación (m/min): 3, 6, 9, 12 y eventualmente otras superiores.
- Alimentación perpendicular al eje de rotación del portacuchillas
- Cuchillas: Se utilizaron cuchillas de acero rápido (HSS).

3.7.2 Accesorios

- Un tacómetro
- Dados o calibradores de cuchillas

3.7.3 Ensayos con madera seca

3.7.4 Probetas

CUADRO 4 PROBETAS DE CEPILLADO

N° de probetas	Orientación	Dimensiones
9	Tangencial	Ancho: 10 cm
9	Oblicuo	Long: 100 cm
9	Radial	Espesor aprox: 4 cm
Total = 27		

Contenido de humedad: Las probetas de madera seca estuvieron al contenido de humedad de equilibrio que se tiene en cuenta en el laboratorio.

FIGURA 11 PROBETAS DE CEPILLADO



3.7.5 Procedimiento

- Las probetas previas al ensayo fueron marcadas con el número del árbol de procedencia y el número de la probeta de modo que esta identificación no se pierda con el cepillado.
- Este ensayo se realizó con dos ángulos de corte 15° y 30° y una velocidad de corte: 12 m/min; con una profundidad de corte promedio de 1,0 mm por pasada. reduciendo el espesor de la probeta hasta un mínimo de 2 cm.
- Las probetas fueron cepilladas en ambas caras tanto a favor como en contra del grano,
- Se marcó el extremo de la probeta cuando emerge de la máquina para indicar la dirección de alimentación y el lado que acaba de ser procesado.
- Al cambiar la dirección del grano, volteando la probeta a su cara opuesta, se marcó en forma diferente que la pasada inicial.
- El extremo de cada probeta se marcó cuando emerge de la máquina para indicar la dirección de alimentación y el lado que acaba de ser procesado.
- Al cambiar la dirección del grano, volteando la probeta a su cara opuesta, se marcó en forma diferente que la pasada inicial.

3.7.6 Resultados de ensayos de cepillado

Se evaluaron los defectos y se registró 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 calificaron tomando en cuenta la siguiente escala:

CUADRO 5 CALIFICACIÓN

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

3.8 Ensayo de moldurado

3.8.1 Equipo y materiales

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

FIGURA 12 MOLDURADO



3.8.2 Probetas

N° árbol	N° de probetas	Orientación	Dimensiones
1	3	Radial, tangencial y oblicua	Ancho: 10 cm
2	3	Radial, tangencial y oblicua	Long: 100 cm
3	3	Radial, tangencial y oblicua	Espesor: 2 cm
	Total: 9		

CUADRO 6 PROBETAS DE MOLDURADO

Se utilizaron las probetas de cepillado.

FIGURA 13 PROBETAS DE MOLDURADO



3.8.3 Procedimiento

- Se ensayó con una sola cuchilla sobresalida y las otras escondidas (contrapeso).
- El ángulo de corte se midió con respecto al filo a1 de la cuchilla más sobresaliente y el centro del radio
- La cuchilla se proyectó con un mínimo 13 mm.
- Se ensayó longitudinalmente en el canto de la probeta y se ajustó inicialmente la alimentación para obtener una marca de cuchilla de un milímetro, para luego buscar mejores resultados con marcas más grandes o pequeñas.
- Se ensayó en caras opuestas para obtener resultados a favor y contra el grano.

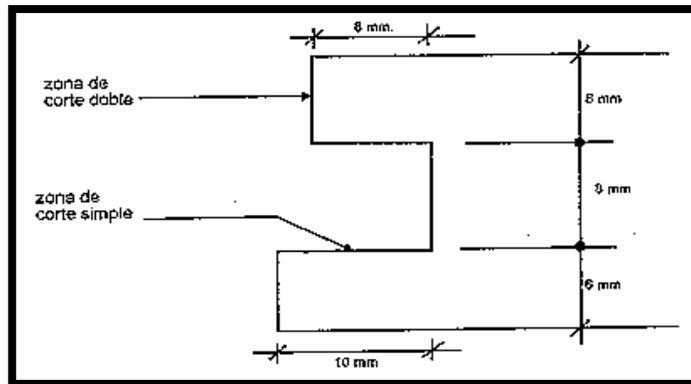
3.8.4 Calificación

La calificación se realizó en dos zonas que se indican en la Fig.

- Zona 1: (la parte más corta de 8mm) 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.

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

FIGURA 14 ZONAS DE CALIFICACIÓN DE PROBETAS DE MOLDURADO



3.9 Ensayo de torneado

3.9.1 Maquinaria y materiales

Se utilizó un torno con varias velocidades de rotación del eje vivo pero se trabajó con una sola velocidad constante, con un soporte especialmente preparado en forma escalonada y con guía para obtener 15° de ángulo de corte. Se recomienda el uso de un contrapunto (centropunto) libre.

FIGURA 15 TORNO



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

3.9.2 Probetas

CUADRO 7 PROBETAS DE TORNEADO

N° árbol	N° probetas	Dimensiones
1	3	Ancho: 2 cm
2	3	Longitud: 12.5 cm
3	3	Espesor: 2 cm
Total : 9		

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

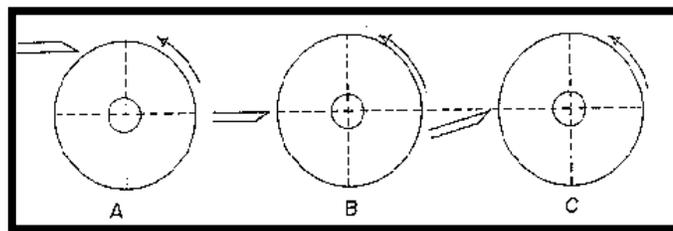
FIGURA 16 PROBETAS DE TORNEADO



3.9.3 Determinación de Ángulo de Corte para Observación Paralela al Grano (**Fondo**)

- Se ensayaron en la misma probeta con ángulos de corte de 0° , 15° y 40° (una probeta por árbol).
- Para el ángulo de corte de 40° se ensayó tangencialmente por encima de la probeta (tipo A).
- Con ángulo de corte de 0° (tipo B) se ensayó radialmente en la misma probeta.
- Para un ángulo de corte de 15° se utilizó una guía en el portaherramientas (tipo C).

FIGURA 17 ANGULO DE CORTE



3.9.4 Tipos de corte en ensayos de torneado

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

3.9.5 Ensayo de corte oblicuo

- Se cortó a 45° con respecto al eje de la gubia. Se ensayó una probeta por árbol y se utilizaron las gubias de 40° de ángulo de hierro.
- Se efectuaron pares de cortes opuestos, distanciados entre sí 5 mm en la sección cuadrada original.
- Los cortes se realizaron en forma enérgica y la profundidad no pasó la mitad del filo (arista) en las esquinas de la probeta.
- Se determinó el tiempo de penetración mediante un cronómetro con el fin de

igualar los tiempos de ensayo en cada par de cortes.

- Se efectuó tres pares de corte en cada probeta para obtener un número satisfactorio de repeticiones.

3.9.6 Calificación

- Calificación para observación paralela al grano
 - Se calificó en 5 grados el grano arrancado y la vellosidad en el fondo paralelo a las fibras y se registró con la finalidad de seleccionar los ángulos más favorables.
- Calificación para corte oblicuo.
 - Se calificó el ensayo en 5 grados. Se evaluó el grano astillado en el cuadrado resultante, grano levantado (rugosidad) en los planos inclinados y vellosidad en la arista exterior de la probeta.

Los defectos se calificaron tomando en cuenta la siguiente clasificación:

CUADRO 8 CALIFICACIÓN

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

Fuente *Zavala Z.D (1976)*

3.10 Ensayo de lijado

3.10.1 Equipo y materiales

- Se utilizó una lijadora portátil marca CROWN CT6104 Polisher de 6000 r.p.m., el plato con un diámetro de 17,5 cm.
- Materiales: Se utilizó lija de óxido de aluminio o granate N° 60 y 100.

FIGURA 18 LIJADORA PORTÁTIL



3.10.2 Probetas

- Se utilizaron las probetas ensayadas en cepillado, es decir tres probetas por árbol, de madera seca al contenido de humedad en equilibrio.

3.10.3 Requisitos generales

- Se utilizó lijas en estado satisfactorio (no nueva por no ser representativa). Se ensayó en la misma dirección utilizada en el cepillado (a favor o en contra del grano). Para el ensayo se agrupó cada tipo de corte, (radial, tangencial, oblicuo) y árbol por separado.
- Para madera con grano arrancado se inició el trabajo con una lija N° 60 para eliminar dicho defecto, y después se siguió con lija N° 100 para evaluar la calidad de superficie.

- Para maderas que no presente grano arrancado se ensayó directamente con lija N° 100.

3.10.4 Procedimientos

3.10.4.1 Ensayo de remoción con lija N° 60

- Se determinó la facilidad o dificultad de lijar.
- Se hizo un lijado de rectificación previo al ensayo hasta eliminar las marcas de cepillado. Esta operación se hizo con lija N° 60 haciendo pasadas suaves a ambas caras.
- Se ensayó con una presión cercana o inferior a 100 gr/cm^2 manteniéndose dicha presión durante todos los ensayos.
- La velocidad de la lija (m/min) multiplicada por el tiempo de alimentación (minutos) da la remoción por metro.
- Se reguló la velocidad de alimentación de modo que la velocidad de la lija (m/min) sea aproximadamente igual a 167 veces la velocidad de alimentación.
- Se efectuó un número de pasadas suficiente para poder lograr una remoción significativa de más o menos 0,5 mm. La remoción se observa en cuatro puntos distribuidos a una distancia de 30 cm de los extremos y de 1 cm de los cantos.
- El producto de la velocidad de la lija por el tiempo de alimentación por el número de pasadas es igual a la longitud de la lija pasada (es conveniente expresar esta longitud en Km). Para las condiciones de este ensayo, esta longitud es también igual a 0.167 Km. por el número de pasadas.
- Se tocó la superficie de la madera inmediatamente después de lijar calificándose su temperatura como alta, mediana (temperatura humana = 37°) o baja.

- Se observó la velocidad de ensuciamiento de la lija y la facilidad de remoción de la suciedad. En caso de utilizar una lija portátil se puede determinar la velocidad de desgaste de la lija.

3.10.4.2 Ensayo de lija N° 100

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

3.10.5 Calificación

3.10.5.1 Calificación de ensayo de remoción con lija N° 60

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

$$Remosion = \frac{0,5 \text{ mm}}{\text{velocidad dela lija x tiempo de alimentación x N de pasadas}}$$

Por tanto: Remoción = (3/ número de pasadas para remover 0.5 mm) (mm/km)

- B. Facilidad de remoción de la suciedad.- La lija se puede limpiar con aire comprimido, con una escobilla o batiéndole, lo cual dará una idea de la facilidad o dificultad de limpiarla.
- C. Velocidad de desgaste de la lija.- Se observó el desgaste de las puntas de los cristales del abrasivo de la lija mediante una lupa.
- D. Temperatura de la lija.- Los grados de recalentamiento de la lija se deben estimar en dos pasadas consecutivas (de lo contrario sería difícil que sean confiables, debido a la variación de los tiempos entre pasadas y el número de pasadas).

3.10.5.2 Calificación de lija N° 100

- Se calificaron los defectos de rayado y vellosidad en 5 grados y se hicieron observaciones complementarias de ensuciamiento, facilidad de remoción de suciedad, desgaste y temperatura.

- Los calentamientos se determinaron después de dos pasadas consecutivas, (una pasada de ida seguida inmediatamente por una de vuelta).
- La facilidad de remoción de suciedad y velocidad de desgaste se determinaron en forma similar a lo indicado para lija N/ 60.

3.11 Ensayo de taladrado

3.11.1 Maquinaria y materiales

Se utilizó un taladro eléctrico de un eje, de alimentación manual, marca ASAKI HOME MASTER y se ensayó con dos velocidades: una cercana a 1.000 r.p.m. y otra aproximadamente de 500 r.p.m. Se usó una broca de doble hélice sin alas (broca de H.S.S.), de 1.25 cm / 1/2" de diámetro.

FIGURA 19 ENSAYO DE TALADRADO



- Se usó una broca de doble hélice sin alas (broca de H.S.S.), de 1.25 cm / 1/2" de diámetro como en la fig.

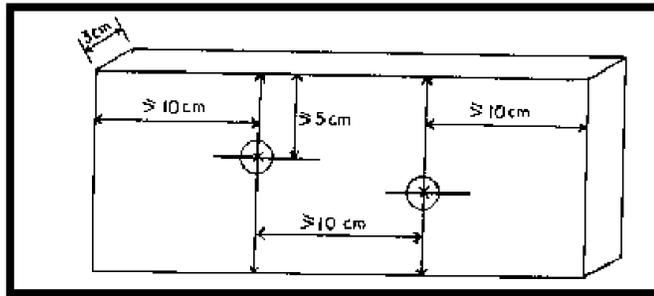
FIGURA 20 BROCA DE HSS



3.11.2 Probetas

- Las probetas presentaron un espesor de 3 cm. El ancho y el largo se muestra en la figura siguiente.

FIGURA 21 PROBETA PARA ENSAYO DE TALADRADO



CUADRO 9 PROBETAS DE TALADRADO

Nº árbol	Nº de probetas	Orientación	Vel. de ensayo
1	6	Radial, tangencial y oblicua	500 r.p.m.
2	6	Radial, tangencial y oblicua	
3	6	Radial, tangencial y oblicua	1000 r.p.m.
Total: 18			

Para cada probeta se hizo dos agujeros de ensayo.

FIGURA 22 PROBETAS DE TALADRADO



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

3.11.3 Procedimiento

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

3.11.4 Calificación

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

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

Fuente *Zavala Z.D (1976)*

3.12 Clasificación de los defectos en base a su extensión y severidad.

Se clasificó a los defectos viendo la extensión de los mismos y lo severos o la magnitud que estos puedan tener. Para los cuales se categoriza en 5 grados.

CUADRO 10 CLASIFICACIÓN DE LOS DEFECTOS

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

Fuente *Zavala Z.D (1976)*

Grado, calificación, área de defecto en %, gravedad del defecto.

CUADRO 11 GRAVEDAD DEL DEFECTO

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

Fuente *Zavala Z.D (1976)*

3.12.1 Sistema de evaluación de probetas de maquinado.

Promediando la combinación de los grados o categorías de las variables de extensión y severidad de los efectos, se estableció la forma de evaluación siguiente:

CUADRO 12 SISTEMAS DE EVALUACIÓN DE PROBETAS DE MAQUINADO

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

Fuente Zavala Z.D (1976)

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

CUADRO 13 CALIFICACIÓN EN FUNCIÓN DEL PORCENTAJE

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

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de los diferentes ensayos de cepillado, taladrado, lijado, torneado y moldurado son los siguientes:

Nombre común: Nogal común

Nombre científico: *Juglans regia L.*

4.1 Resultados de ensayos de cepillado.

CUADRO 14 RESULTADOS DE ENSAYO DE CEPILLADO

ESTADO DE LA MADERA	ÁNGULO	SIMBOLOGÍA		CALIFICACIÓN VELOCIDAD CONSTANTE 12m/min											
				TANGENCIAL				RADIAL				OBLICUO			
				→		←		→		←		→		←	
MADERA SECA	15°	O	O%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,57	1,11	1,50	1,11	1,20	1,11
		S%	SD	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,53	1,57	0,58	1,50	0,45	1,60
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3
MADERA SECA	30°	O	O%	1,11	1,00	1,06	1,00	1,11	1,00	1,07	1,00	1,11	1,00	1,17	1,00
		S%	SD	0,23	1,11	0,17	1,06	0,23	1,11	0,18	1,07	0,22	1,11	0,25	1,17
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3
		O	Promedio de los grado de defecto												
		O%	Promedio de los porcentaje de extensión de defecto												
		S%	Desviación estándar entre probetas												
		SD	Defecto dominante												
		N	Número de probetas												
		K	Número de arboles												

4.1.2 Análisis de resultados del Cepillado

El ensayo se realizó a una velocidad de alimentación de 12m/min, en los planos tangencial, radial y oblicuo para corte a favor y en contra del grano, Después de cada uno de los ensayos realizados, las probetas se evaluaron visualmente exponiéndolas a la luz natural, para identificar los defectos que presenta al cepillado la madera de la especie Nogal común (*Juglans regia L.*).

En condiciones de cepillado la madera de Nogal común (*Juglans regia L.*) se considera dentro del grado de calidad de excelente a bueno por lo que presenta defectos superficiales o en algunas muestras sin defectos considerando en un 80 a 90% libre de defecto.

Teniendo en cuenta las orientaciones la cara tangencial es la orientación que mejor se deja trabajar y con mejores resultados.

4.1.3 Defectos secundarios

Cepillado a 30°

CUADRO 15 CEPILLADO A 30°

PROBETAS	ORIENTACIÓN	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO			
			gr. Arrancado	gr. velloso	gr. Levantado	gr. astillado
9	Tangencial	→	1,1111	1,0556	1,0556	1,0889
9	Tangencial	←	1,0556	1,0278	1,0278	1,0444
PROBETAS	ORIENTACIÓN	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO			
			gr. Arrancado	gr. velloso	gr. Levantado	gr. astillado
9	radial	→	1,1111	1,0556	1,0556	1,0889
9	radial	←	1,0714	1,0357	1,0357	1,0571
PROBETAS	ORIENTACION	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO			
			gr. Arrancado	gr. velloso	gr. levantado	gr. astillado
9	oblicua	→	1,1111	1,0556	1,0556	1,0889
9	oblicua	←	1,1667	1,0833	1,0833	1,1333

Los defectos más frecuentes fueron grano astillado y grano arrancado que se consideran como grano dominante tanto a favor y a contra grano, los cuales se encuentran dentro del rango de 1-2 por lo que se los califica como calidad de buena con piezas libre de defecto de 80 – 90 % con defectos ligeros. Esto no significa la inexistencia de los defectos de grano velloso y levantado solo que estos están en menor proporción y poco frecuentes.

Cepillado a 15°

CUADRO 16 CEPILLADO A 15°

PROBETAS	ORIENTACIÓN	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO			
			gr. arrancado	gr. velloso	gr. levantado	gr. astillado
9	Tangencial	→	1,0000	1,0000	1	1
9	Tangencial	←	1,000	1,000	1	1
PROBETAS	ORIENTACIÓN	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO			
			gr. arrancado	gr. velloso	gr. levantado.	gr. astillado
9	radial	→	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
9	radial	←	1,5714	1,2857	1,2857	1,4571
PROBETAS	ORIENTACION	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO			
			gr. arrancado	grano velloso	gr. levantado	gr. astillado
9	oblicua	→	1,5000	1,2500	1,2500	1,4000
9	oblicua	←	1,2000	1,1000	1,1000	1,1600

Los defectos más frecuentes fueron todos los tipos de grano dentro del rango de calidad 1-2 por lo tanto se lo califica como calidad buena, con piezas libres de defectos del 80 a 90%.

Una particularidad es que en el plano tangencial el cepillado a 15 grados es de calidad excelente por estar en el rango de calidad 0-1

4.2 Resultados de ensayos de lijado

CUADRO 17 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LIJADO

ESTADO DE LA MADERA	ORIENTACIÓN	SIMBOLOGÍA		DEFECTOS							
				RAYADO				VELLOSIDAD			
				→		←		→		←	
MADERA SECA	TANGENCIAL	O	S	1,06	0,17	1,06	0,17	1,00	0,00	1,00	0,00
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3
MADERA SECA	RADIAL	O	S	1,17	0,25	1,06	0,17	1,11	0,22	1,11	0,22
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3
MADERA SECA	OBLICUO	O	S	1,11	0,22	1,06	0,17	1,06	0,17	1,11	0,22
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3

Donde:

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

Análisis de resultados de lijado

Los resultados del ensayo de lijado fueron positivos en los dos defectos tomados en cuenta para su análisis, en el caso del rayado y la vellosidad dando los rangos de 0-1 y 1-2 calificándola como buena a excelente, con un porcentaje de piezas libre de defectos de 80 a 90 %.

Defectos secundarios

CUADRO 18 DEFECTOS SECUNDARIOS

ESTADO DE LA MADERA	ORIENTACIÓN	VELOCIDAD DE ENSUCIAMIENT O	FACILIDAD DE REMOCIÓN DE LA SUCIEDAD	VELOCIDAD DE DESGASTE DE ABRASIVOS	TEMPERATURA DE LIJA
MADERA SECA	TANGENCIAL	B	A	C	B
MADERA SECA	RADIAL	A	B	C	A
MADERA SECA	OBLICUO	A	B	C	A
A	ALTA				
B	MEDIA				
C	BAJA				

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

4.3 Resultados de ensayo de moldurado

Corte doble

CUADRO 19 RESULTADOS DE ENSAYO DE MOLDURADO

SENTIDO	ANCHO DE MARCA (mm)			SIMBOLO GÍA	CALIFICACIÓN								
					CORTE DOBLE								
	TANGENCIAL				RADIAL			OBLICUO					
											ARRANCA DO	ASTIL LADO	VELLO SO
T	R	O											
→ A FAVOR DEL GRANO	1	1	1	O (g)	1,33	1,50	1,67	1,67	1,33	1,33	1,33	1,33	1,17
				S (g)	0,29	0,00	0,29	0,29	0,29	0,29	0,58	0,29	0,29
				O (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
				S (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				K	3	3	3	3	3	3	3	3	3
← EN CONTRA DEL GRANO	1	1	1	O (g)	1,17	1,50	1,50	1,67	1,50	1,17	1,67	1,67	1,67
				S (g)	0,29	0,50	0,50	0,29	0,50	0,29	0,29	0,29	0,29
				O (%)	1,00	1,33	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00
				S (%)	0,00	0,58	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00
				N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				K	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Corte simple

SENTIDO	ANCHO DE MARCA (mm)			SIMBOLO GÍA	CALIFICACIÓN								
					CORTE SIMPLE								
	TANGENCIAL				RADIAL			OBLICUO					
											ARRANCA DO	ASTILLA DO	VELLO SO
T	R	O											
→ A FAVOR DEL GRANO	1	1	1	O (g)	1,00	1,50	1,17	1,00	1,67	1,17	1,50	1,50	1,33
				S (g)	0,00	0,50	0,29	0,00	0,29	0,29	0,00	0,00	0,58
				O (%)	1,00	1,33	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00
				S (%)	0,00	0,58	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00
				N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				K	3	3	3	3	3	3	3	3	3
← EN CONTRA DEL GRANO	1	1	1	O (g)	1,17	1,33	1,00	1,17	1,67	1,17	1,67	1,67	1,17
				S (g)	0,29	0,29	0,00	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
				O (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00
				S (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00
				N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				K	3	3	3	3	3	3	3	3	3

O (g)	PROMEDIO DE LOS GRADO DE DEFECTO
S (g)	DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROBETAS DEL GRADO DE DEFECTO
O (%)	PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE EXTENCION DEL DEFECTO
S (%)	DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROBETAS DE LA EXTENCION DEL DEFECTO
N	NUMERO DE PROBETAS
K	NUMERO DE ARBOLES

4.3.1 Análisis de resultados de moldurado

Las probetas se evaluaron visualmente exponiéndolas a la luz natural en algunos casos con la ayuda de una lupa para su mejor visualización, para identificar los defectos que presenta al someter a una máquina molduradora la madera de la especie Nogal común (*Juglans regia* L.).

El resultado del ensayo de moldurado en el corte doble considerando la dirección del grano orientación de la probeta y tipo de corte se lo pudo calificar de 0-1 y 1-2 calificándola como excelente y buena para grano arrancado, grano astillado y grano veloso; con un porcentaje de piezas sin defectos de 80 a 90, es decir con defectos ligeros. Sin embargo a contra grano los defectos son más notorios pero no muy significativos.

En cuanto a los resultados de moldurado en corte simple se pudo calificar de 0-1 y 1-2 calificándola como excelente y buena con un porcentaje de piezas libres de defectos de 80 a 90% con defectos ligeros.

4.4 Resultados del ensayo de taladrado

CUADRO 20 RESULTADOS DE ENSAYO DE TALADRADO

ESTADO DE LA MADERA	REVOLUCIONES	SIMBOLOGÍA		TIEMPO DE PENETRACIÓN (SEG.)					
				TANGENCIAL		RADIAL		OBLICUO	
MADERA SECA	500 RPM	O	S	23,37	3,97	25,818	3,11	28,08	2,88
		N	K	3	3	3	3	3	3
MADERA SECA	1000 RPM	O	S	21,67	2,64	25,55	2,78	22,71	2,58
		N	K	3	3	3	3	3	3

Donde:

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

CUADRO 21 CALIFICACIÓN

ESTADO DE LA MADERA	REVOLUCIONES	CALIFICACION					
		TANGENCIAL		RADIAL		OBLICUO	
MADERA SECA	500 RPM	1,26	0,58	1,59	0,58	2	0
		3	3	3	3	3	3
MADERA SECA	1000 RPM	1,59	0,58	1,59	0,58	1,26	0,58
		3	3	3	3	3	3

Donde:

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

4.4.1 Análisis de resultados de taladrado

Los resultados del ensayo de taladrado considerando la orientación y el número de revoluciones por minuto concluyó que a mayor rpm los defectos resaltan un poco más y lo contrario con menor velocidad

Para el caso de la velocidad de 500 y 1000 rpm el rango de calificación es de 0-1 y 1-2 calificándola como excelente y buena.

En cuanto al tiempo de penetración es un tanto alto a comparación de especies como el blanquillo esto por tratarse de una madera semidura a dura.

4.4.2 Defectos secundarios

RPM 500

CUADRO 22 DEFECTOS SECUNDARIOS

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	N°	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
TANGENCIAL	3	1,83	1,33	1,83

Taladrado en corte tangencial el defecto más común es grano arrancado y grano levantado calificándola como buena entre los rangos 1-2.

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	N°	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
RADIAL	3	2,00	1,50	1,50

Taladrado en corte radial el defecto más dominante fue el grano arrancado calificándola como buena.

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	N°	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
OBLICUO	3	1,83	1,83	1,83

Para el caso de corte oblicuo los defectos dominantes fueron grano arrancado, grano levantado y grano velloso; en igual calificación en un rango de 1-2 buena.

RPM 1000

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	N°	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
TANGENCIAL	3	1,17	1,17	1,67

En el corte tangencial el defecto dominante fue el grano levantado en el rango 1-2 buena

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	N°	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
RADIAL	3	1,33	1,67	1,67

En el corte radial los defectos dominantes fueron grano velloso y grano levantado con un rango de 1-2 buena.

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	N°	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
OBLICUO	3	1,33	1,33	1,17

En el corte oblicuo el grano arrancado y velloso son los más dominantes con un rango de 1-2 calificándola como buena.

4.5 Resultados del ensayo de torneado

CUADRO 23 RESULTADOS ENSAYO DE TORNEADO

ÁNGULO DE CORTE	SIMBOLOGÍA	CORTE PARALELO AL GRANO		
		TIEMPO EN SEGUNDOS	DEFECTOS	
			GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO
ÁNGULO DE CORTE 0°	O	1,46	2,000 bueno	1,667 bueno
	S	0,35	0,50	0,289
	N	3	3	3
	K	3	3	3
ÁNGULO DE CORTE 15°	O	0,63	1,667 bueno	1,5 bueno
	S	0,09	0,289	0,00
	N	3	3	3
	K	3	3	3
ÁNGULO DE CORTE 40°	O	2,08	2,00 bueno	2,167 regular
	S	0,03	0,5	0,289
	N	3	3	3
	K	3	3	3

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

4.5.1 Análisis de resultados del Torneado

Las probetas de torneado se analizaron visualmente exponiéndolas a la luz natural, evaluándolas en una escala de 1 a 5, con base a una presencia y ausencia de los defectos de grano arrancado y veloso. El resultado obtenido nos indica que en cualquier ángulo de corte el rango de calificación es de 1-2 y 2-3 por lo cual es de calidad buena y regular para su torneado.

Para el ángulo de 0 y 15 en cuanto al grano arrancado y veloso se tiene un rango de 1-2 lo cual se califica como bueno.

En el ángulo de 40 se tiene un rango de calificación de 2-3 por lo tanto se la considera como regular.

4.6 Discusión

Se tiene estudios en países como Francia y Italia donde se obtienen muy buena calificación de esta madera y por lo tanto le dan un alto valor, también se tiene estudios de países latinoamericanos como ser de Chile donde se dice que la madera es moderadamente fácil de trabajar, pulir, pegar y permite buenas terminaciones ya sea en operaciones manuales o mecánicas; es fácil de tornear, aunque provoca un desgaste en las herramientas cortantes. Pega muy bien y permite buenas terminaciones.

En Chile la califican a esta madera como excelente a buena por su veteado y color característico y le dan usos en ebanistería y otras piezas de finos acabados.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Las operaciones de maquinado de la madera de nogal (*Juglans regia* L.) realizadas en la carpintería del Sr. Marcelino Martínez Quiroga y en el Gabinete de Trabajabilidad de la Madera, se obtiene las siguientes conclusiones:

- En cuanto al ensayo del **Cepillado** para la especie en estudio en los ángulos realizados en 15° como en 30° es considerado de excelente a bueno porque presenta defectos superficiales considerando en un 80 a 90 % de piezas libres de defectos.

Se trabaja de mejor forma en la orientación tangencial.

En cuanto a defectos secundarios se tiene un rango de 1-2 por lo cual se lo califica como buena. Una particularidad es que en el plano tangencial a 15° la calidad es excelente.

- En cuanto al **Lijado**, el comportamiento de la madera en estudio fue positivo tanto en rayado como en vellosidad. Para el rayado los rangos obtenidos fueron de 0-1 calificándolo como excelente así como en vellosidad, obteniendo un rango 1-2 calificándolo como bueno con un porcentaje de 90 a 95 % de piezas libres de defectos.
- El comportamiento de la madera de Nogal común (*Juglans regia* L) al **Moldurado** observando los defectos de grano astillado arrancado y velloso, se califican de 0-1 y 1-2 excelente y bueno con 80 a 90 % libres de defectos, solo defectos ligeros.
- En el **Taladrado** un factor muy importante a tener en cuenta es la velocidad (RPM) a mayor velocidad más defectos. En ambos casos (500 y 1000 rpm) el resultado fue óptimo por la calificación excelente y buena obtenida.
En cuanto a los defectos secundarios considerando las rpm (500 y 1000) y considerando las orientaciones en todos los casos se obtuvo un rango de 1-2 calificándola como buena.

- La repuesta de la madera de la especie en estudio al **Torneado** no fue óptimo ya que nos arrojó un rango de 1-2 que sería bueno para los ángulos de 0 y 15° respectivamente, para el ángulo de 40 ° se obtuvo un rango de 2-3 por lo que se considera como regular.

Para el ángulo de 40° se obtiene esa calificación por las dificultades que se tiene al momento de trabajar.

Una vez obtenidos los resultados y considerando todos los aspectos observados y en un rango de contenido de humedad de 12,82% a 14% aproximadamente se puede determinar que la madera de Nogal común (*Juglans regia L.*) es una madera de muy buena calidad ante los procesos de maquinado que en muchos casos con las máquinas adecuadas y en buen estado casi rozan la perfección en cuanto al (cepillado, lijado, moldurado, torneado y taladrado).

5.2 Recomendaciones

- Es recomendable en el maquinado, trabajar en dirección a favor del grano para tener mejores y finos acabados y de mejor calidad los trabajos realizados.
- Se recomienda hacer el uso de la parafina en los extremos de la madera aserrada, y no exponer de forma directa al sol durante el secado con el fin de evitar defectos como rajaduras.
- Se recomienda al momento de realizar el maquinado, las máquinas estén en buen estado, asimismo las cuchillas bien afiladas; para evitar mayores defectos como ser el rayado.
- Se recomienda a la población de la comunidad Caña Cruz y en general a toda la población del cantón Paicho aprovechar la madera de Nogal común (*Juglans regia L.*) una vez que baje su rendimiento en la producción de la nuez y ya sean árboles muy maduros esto para obtener mayores beneficios esto sumado a la producción local, por ende se recomienda aprovechar la madera y no solo su uso como leña u otros usos que le dan pero que no son de valor. Para obtener más ingresos.

- Considerando todos los resultados en los diferentes ensayos de la madera de Nogal común (*Juglans regia* L.) con un contenido de humedad CH% 12,82% a 14% se pudo comprobar que tiene una buena trabajabilidad, en las operaciones de cepillado, lijado, taladrado, moldurado y torneado, demostrando un buen acabado, por lo tanto se puede recomendar para la elaboración de muebles de carpintería, ebanistería, molduras, torneados, etc.