

1 INTRODUCCIÓN.

Hoy en día el uso de los recursos naturales, en particular de uso forestal del país, ha constituido un déficit proveniente del bosque y muy especialmente de maderas preciosas que con anterioridad fueron explotados indiscriminadamente, las cuales se encuentran seriamente amenazadas y algunas al borde de la extinción.

Por lo mencionado anteriormente, se busca incorporar nuevas especies de maderas proveniente de los bosques nativos, para su posterior estudio tecnológico y así poder determinar sus propiedades físicas, mecánicas y sobre todo los estudios de trabajabilidad de las especies que no están consideradas dentro del uso laboral, de modo que se pueda sustituir a las maderas preciosas que en la actualidad están sometidas a fuertes presiones, poniendo en riesgo su sostenibilidad.

En el caso particular en Bolivia, la excesiva presión que se tiene sobre las especies valiosas, hace que las mismas entren en una etapa de desequilibrio respecto a su regeneración natural, poniéndolas en peligro, por lo que es muy interesante e importante la realización de estudios para ampliar el uso de maderas de especies poco conocidas en el mercado, en cuanto a su trabajabilidad.

Actualmente, la información existente sobre el maquinado o trabajabilidad de la madera es poca o nula para muchas especies. Esta deficiencia es con toda seguridad, una de las razones por las que potenciales usuarios de estas especies no las utilizan, ya que, sin la información adecuada sobre el comportamiento de la madera en el momento de ser trabajada con máquinas y herramientas de carpintería, los industriales prefieren no correr el riesgo de usar especies desconocidas.

El propósito de la investigación de la trabajabilidad de la madera es poder integrar otras especies para que estas puedan sustituir a las que se encuentran en vía de extinción, facilitando materia prima para las industrias y otros consumidores y reduciendo la extracción indiscriminada de las maderas preciosas.

Por lo anteriormente mencionado, el presente trabajo puede contribuir al mejor conocimiento de la madera de la especie de Taborochi blanco con la finalidad de

proveer bases técnicas lo cual permitirá la incorporación de nuevas especies y materia prima a la industria maderera.

1.1 Justificación.

La demanda de productos maderables fue creciendo, debido a la tala ilegal que existe, causando la disminución de especies forestales de valor comercial, abriendo espacios para nuevas especies que puedan cubrir la demanda del mercado maderero. Hoy en día hay un mercado bastante aceptable para promocionar el uso de maderas que son poco conocidas.

En este caso, el Taborochi blanco (*Chorisia insignis* HBK.) si bien es una especie poco conocida por la carencia de estudios de investigación en el área tecnológica; lo que conlleva a un mal uso de la madera. En este sentido el presente estudio busca determinar un mejor uso de la madera a través de las propiedades de trabajabilidad.

La especie Taborochi blanco (*Chorisia insignis* HBK.), se encuentra entre una de las especies poco estudiadas y en consecuencia poco aprovechadas, por ello, es necesario investigar y luego socializar los resultados de dicha investigación sobre su trabajabilidad, como nueva especie.

La ejecución del trabajo de investigación estará enfocada a aportar información útil sobre el Taborochi blanco (*Chorisia insignis* HBK.), con la finalidad de conocer si se puede utilizar en los procesos de trabajabilidad como torneado, cepillado y entre otros trabajos para poder identificar sus posibles usos.

1.2 Hipótesis.

La especie Taborochi blanco (*Chorisia insignis* HBK.) es una especie de madera blanda, que cuenta con propiedades adecuadas para su trabajabilidad aplicadas a las necesidades del consumidor.

1.3 Objetivos:

1.3.1 Objetivo General.

Determinar las propiedades de trabajabilidad de la madera de Taborochi blanco (*Chorisia insignis* HBK.), en operaciones de maquinado o trabajabilidad para

identificar los posibles usos y aplicaciones de la madera, con la finalidad de facilitar la integración de maderas opcionales a las necesidades de los consumidores.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Determinar las propiedades de las operaciones de trabajabilidad de la madera de Taborochi blanco (*Chorisia insignis* HBK.), 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 a la madera de acuerdo a su grado de calidad de maquinado de la especie Taborochi blanco (*Chorisia insignis* HBK.), referida a grados de defectos 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 la especie Taborochi blanco (*Chorisia insignis* HBK.), en base a los resultados obtenidos en el estudio de trabajabilidad.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2 MARCO TEÓRICO.

2.1 La Madera.

De todos los materiales usados por el ser humano a lo largo de la historia, la madera fue el primero de ellos, gracias a una serie de propiedades como facilidad de conformado, bajo peso específico, agradable apariencia exterior, propiedades térmicas y mecánicas, Esto ha generado una industria muy importante.

La explotación de los árboles para la obtención de madera da lugar a graves problemas medioambientales, porque si no se realiza la tala con unos criterios medioambientales, puede producirse una sobreexplotación que genera deforestación, pérdida de bosques primarios y, desertificación. (Hervás, (2010))

2.1.1 Tipos 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:

Corte Transversal: dirección perpendicular al eje del tronco, se produce, por ejemplo, al voltear un árbol o seccionar un tronco.

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.

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.

2.2 Secado al Aire Libre

Para la mayoría de los usos finales de la madera, es de vital importancia reducir su contenido de humedad antes de su transformación en productos, a un nivel apropiado de acuerdo al lugar donde se utilizará, con el fin de obtener un producto estable que se

desempeñe satisfactoriamente en servicio; si no un secado "informal" ocurrirá durante su utilización, produciendo frecuentemente efectos indeseables y en algunos casos resultados desastrosos. Las industrias de la madera, en general, se abastecen de madera en estado húmedo. Si la industria no cuenta con adecuadas facilidades para secar la madera, ya sea por medio de secado al aire o secado artificial, esta madera pasará al proceso productivo sin ningún control en cuanto a su contenido de humedad, dando como resultado problemas durante su manufactura, acabado y servicio. (Foglia, (2005))

2.3 Características de la Madera que Influyen en su Trabajabilidad.

2.3.1 Factores Climáticos que Influyen en el Secado al Aire.

Las características y propiedades de la madera más importante que influyen en la calidad de superficie maquinada están:

La densidad, el contenido de humedad, la dirección del hilo, la textura, porosidad, elasticidad y temperatura. (Flores, (2001))

2.3.2 Temperatura.

Aumentan la agitación molecular y disminuyen la cohesión, la madera de reacción aumenta la lignina en coníferas y la celulosa en latifoliadas. (Vargas, (2007))

2.3.3 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. (Flores, (2001))

Según (Flores, (2001))“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.”

2.3.4 Porosidad.

La porosidad no parece tener una influencia directa sobre el maquinado, ya que generalmente en maderas con porosidad circular, semicircular y difusa al maquinaslas se obtiene una buena calidad. (Flores, (2001))

2.3.5 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. (Flores, (2001))

2.3.6 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. Las maderas más pesadas presentan un acabado más terso y frecuentemente se maquinas mejor que las maderas ligeras. (Flores, (2001))

2.3.7 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 Defectos en el Secado de la Madera.

2.4.1 Coloración.

Por exceso de humedad se hace presente la coloración.

2.4.2 Ataque de Hongos.

Los hongos atacan a la madera cuando esta se encuentra en lugar húmedo y cerrado sin circulación de aire.

2.5 Secado de la Madera en Lugares Demasiado secos

2.5.1 Grietas.

Son aberturas que se producen desde dentro hacia fuera, aparecen en la madera en distintas orientaciones y magnitudes, mermando la resistencia de la madera. La desecación rápida es la mayor causa de grietas, puesto que produce una evaporación de la humedad de la madera. (Morales, (1987))

2.5.2 Deformaciones.

Son anomalías que modifican la estructura de la madera.

2.5.3 Fendas de Testa.

Se denomina fenda a toda separación de las fibras (raja o hendidura) en dirección longitudinal, siendo fenda pasante cuando se extienda entre dos superficies opuestas.

2.5.3.1 Alabeos.

Son deformaciones que puede experimentar una pieza de madera por la curvatura de sus ejes longitudinal o transversal (o ambos a la vez), como consecuencia de la pérdida de humedad. Se distinguen cuatro tipos de alabeos:

2.5.3.2 Abarquillado.

Es el alabeo de las caras de una pieza aserrada caracterizado por la curvatura de su eje transversal. Se produce abarquillamiento cuando una de las caras seca más rápidamente que la opuesta, lo que puede ocurrir cuando una de las caras está expuesta a la sombra y la opuesta al sol, o porque una de ellas está en contacto con otro objeto mientras la opuesta queda expuesta al aire. Con la madera en uso, el abarquillado puede presentarse cuando una cara está barnizada y la otra no. A veces sucede que una cara es de corte tangencial mientras la otra tiende a ser radial, con lo que ambas contraerán en forma distinta, pudiendo manifestarse abarquillado; éste será tanto más intenso cuanto mayor sea la relación contracción tangencial/contracción radial Este defecto no se presentará

en piezas cuyas dos caras sean de corte radial y la forma de evitarlo es emplear sistemáticamente correctos métodos de secado.

FIGURA N° 1: ABARQUILLADO O ACANALADURA



2.5.3.3 Arqueadura o Combado.

Es el alabeo de las caras de una pieza aserrada caracterizada por la curvatura de su eje longitudinal. Se presenta como consecuencia de una excesiva contracción longitudinal en piezas que contengan madera de corazón juvenil o madera de reacción. A veces se presenta por el incorrecto encastillado de la madera; el uso de separadores demasiado distantes entre sí y la ausencia de pesos sobre las cabezas de las piezas, pueden ser motivos para la aparición de combado.

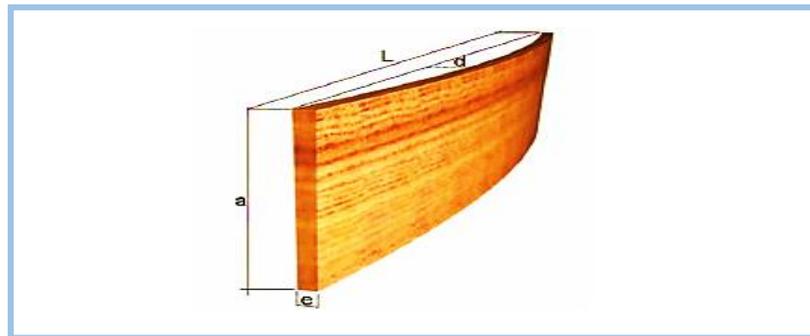
FIGURA N° 2: ARQUEADURA COMBADO DE LA MADERA



2.5.3.4 Encorvadura.

En este tipo de alabeo el eje longitudinal de una pieza aserrada se curva, pero a consecuencia de haber experimentado torsión en los cantos. Este defecto se puede observar en piezas extraídas del centro del rollo, a raíz de la liberación de las Tensiones de crecimiento cuando éste es aserrado; también se menciona como causa una excesiva contracción longitudinal, aunque es más fácil que ésta provoque combado. La encorvadura es uno de los defectos más graves, puesto que no es posible reducir su intensidad una vez que se ha hecho presente.

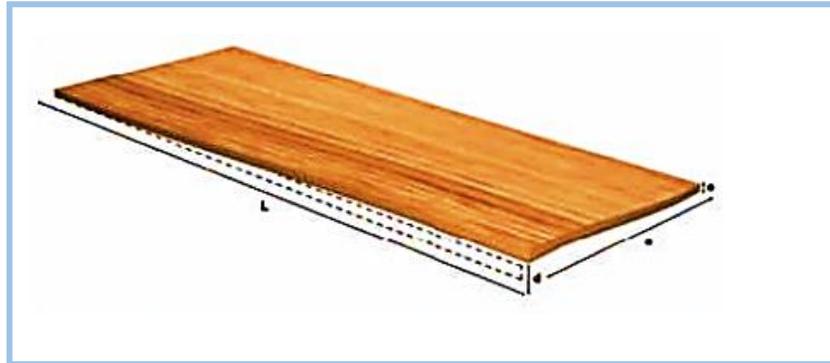
FIGURA N° 3: ENCORVADURA DE LA MADERA



2.5.3.5 Torcedura o Revirado.

Es el alabeo simultáneo de las caras de una pieza escuadrada en las direcciones longitudinal y transversal, lo que da como resultado un retorcimiento de la madera a manera de tirabuzón. Generalmente, la torcedura se manifiesta en madera con grano espiralado o entrecruzado, aunque también puede presentarse en piezas con grano recto como consecuencia de un secado desperejo o por tensiones de crecimiento. Este defecto puede evitarse con una colocación adecuada de pesos sobre los castillos de secado.

FIGURA N° 4: TORCEDURA DE LA MADERA



2.5.4 Factores que afectan el Corte de la Madera.

Según Ninin, S.L. (1984), existen dos factores que afectan la resistencia de la madera al corte, los cuales se describen a continuación.

2.5.4.1 Factores inherentes a la Madera.

2.5.4.2 Especie.

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

2.5.4.3 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.

2.5.4.4 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.

2.5.4.5 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.

2.5.4.6 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.

2.5.5 Factores Inherentes a las Condiciones de Corte.

2.5.5.1 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.

2.5.5.2 Profundidad de Corte.

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

2.5.5.3 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.

2.5.5.4 Velocidad de Alimentación.

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

2.5.5.5 Factores inherentes a la Herramienta.

2.5.5.6 Ángulo de Corte.

Es el que determina la capacidad de corte de una herramienta. Los ángulos de cortes bajos o negativos exigen fuerzas de corte paralelas elevadas en la herramienta.

2.5.5.7 Ángulo de Hierro.

Es aquel que genera la resistencia de la madera hacia el corte.

2.5.5.8 Ángulo Libre.

Debe ser suficiente para garantizar el paso libre de la herramienta. La falta de este repercute en mayores exigencias energéticas y en defectos de las superficies.

2.5.5.9 Ángulo de Deslizamiento.

Es cuando se coloca el filo oblicuamente con respecto a su dirección de movimiento.

2.5.5.10 Calidad de Filo.

Las maderas tropicales presentan frecuentemente dificultades de procesamiento porque desgastan extraordinariamente las herramientas. El desgaste producido por efectos de la dureza de la madera ante la fragilidad de la herramienta se caracteriza por un proceso destructivo del filo, el cual empieza con el primer contacto con la madera.

2.6 Trabajabilidad de la Madera.

Los procesos de la industria de la carpintera se inician con la recepción de la madera transformada en el aserradero y terminan con la expedición de un artículo o producto de madera terminado.

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 Maquinado.

El maquinado es el proceso de fabricación basados en máquinas o herramientas con la utilización de especies maderables o maderas a cortar, moldear, taladrar, cepillar. Los ensayos se realizarán con la norma (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con adaptaciones para ensayos de maderas tropicales. (Flores, (2001)).

2.6.2 Cepillado.

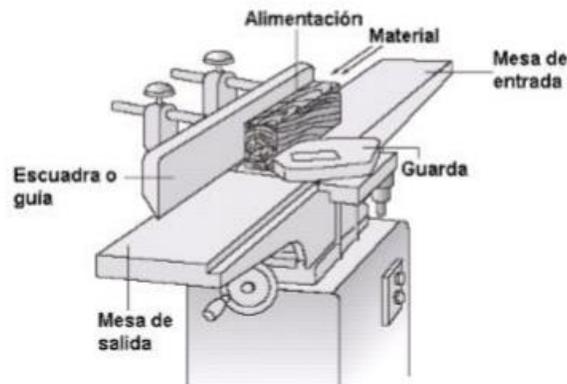
Según (Zavala Z, (1993)), el cepillado es considerado, después del aserrío, como la operación más importante del maquinado de la madera, debido a que la mayoría de piezas deben ser reducidas a dimensiones precisas y superficies tersas antes del uso final.

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 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, 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 de la velocidad de avance o cambio del ángulo de corte. (MARTINEZ, (1996))

Maquinaria. - La máquina 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. La porta cuchillas es la pieza principal de la máquina, provisto en el caso de cuatro cuchillas.

FIGURA N° 5: MÁQUINA CEPILLADO



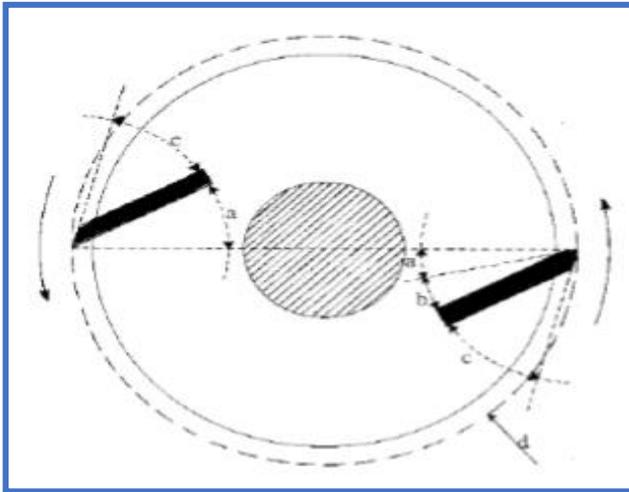
Fuente: (Parish, J. (2001))

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))

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, (2001))

FIGURA N° 6: NOMENCLATURA USADA EN CUCHILLAS DE CEPILLADORA



a = Ángulo de corte

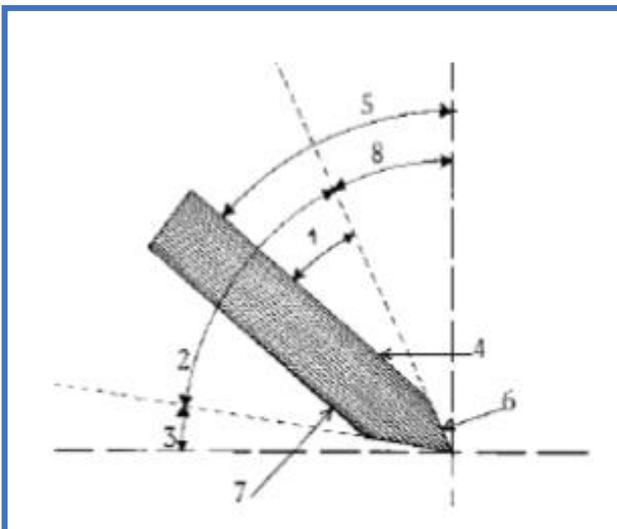
b = Ángulo de bisel

c = Ángulo hierro

d = Círculo cortante

Fuente: (Serrano, R. & Sáenz, M. 2001)

FIGURA N° 7: ESQUEMA DE MODIFICACIÓN DEL ÁNGULO DE CORTE POR MEDIO DEL BISEL



1. Ángulo del bisel

2. Ángulo de hierro

3. Ángulo libre

4. Cara anterior

5. Ángulo de corte inicial

6. Bisel

7. Cara posterior

8. Ángulo de corte Nuevo

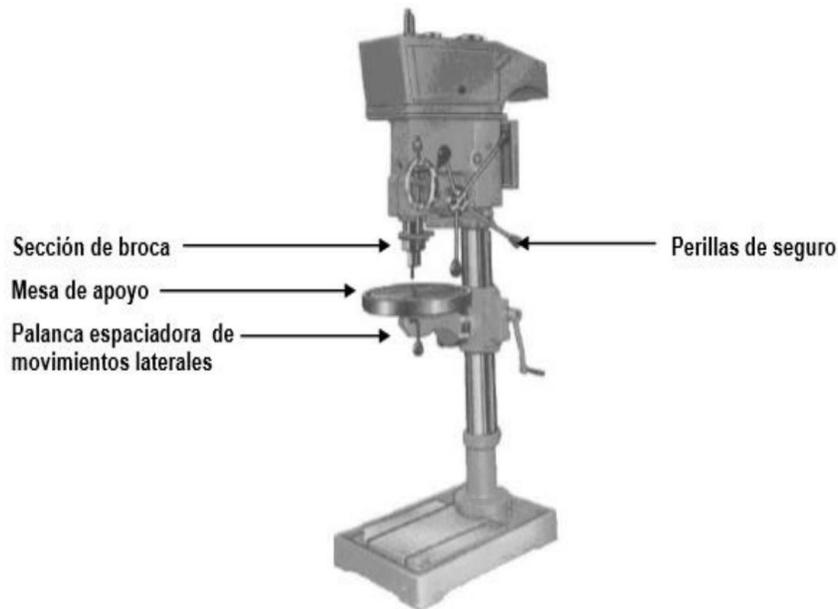
Fuente: (Serrano, R. & Sáenz, M. 2001)

2.6.3 Taladrado.

El taladrado tiene como finalidad, cuantificar y calificar el trabajo de realizar agujeros en la madera, expresados en calidad, eficiencia, desgaste de los filos y gasto de energía eléctrica. La importancia de realizar agujeros en la madera es que forman parte de las uniones entre las piezas de los diferentes productos de carpintería, ebanistería y construcción en general. (Junta del Acuerdo de Cartagena, 1983).

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.

FIGURA N° 8: MÁQUINA TALADRADORA DE COLUMNA

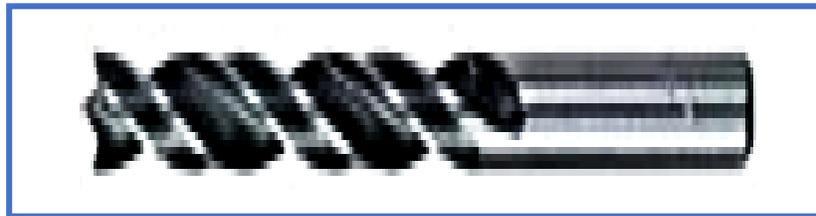


Fuente: (Heinrich, H. 1971)

2.6.4 Brocas para Madera.

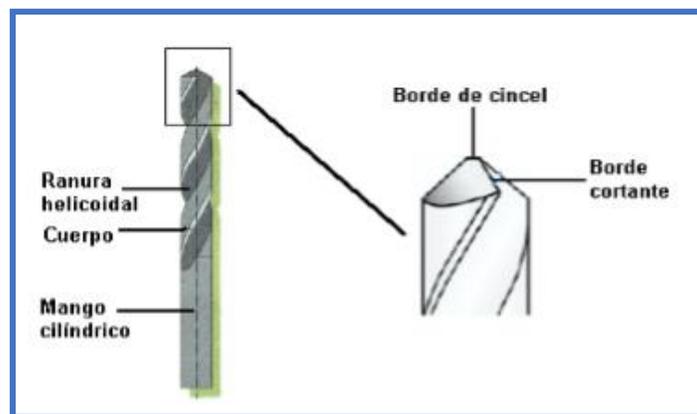
También llamadas brocas de tres puntas, es adecuada para producir huecos de excelente calidad, pero es muy delicada si se le piden rendimientos elevados debido a que es muy susceptible al desgaste (el cual influye sobre la calidad) y no es fácil de mantener en buen estado durante un tiempo prolongado. En esta broca la cabeza tiene tres alas, estas cortan primero que los filos, siendo la función de las alas dar al hueco una salida en principio libre de defecto y los filos completan el trabajo de las alas, con una acción de corte, en el cual el espesor de viruta es constante, son las más utilizadas para taladrar madera y suelen estar hechas de acero al cromovanadio. Se utilizan para todo tipo de maderas: duras, blandas, contrachapados y aglomerado. (Serrano, (2001))

FIGURA N° 9: BROCA PARA MADERA



Fuente: (BRICO-TODO, s/f)

FIGURA N° 10: PARTES DE UNA BROCA



Fuente: Drill Doctor, 2002

2.6.5 Moldurado.

Según (Zavala Z, (1993)) el moldurado es una práctica común en la industria del mueble que consiste en dar forma especial a los bordes de las piezas de madera, las cuales se utilizan en combinación con otros productos para mejorar la estética.

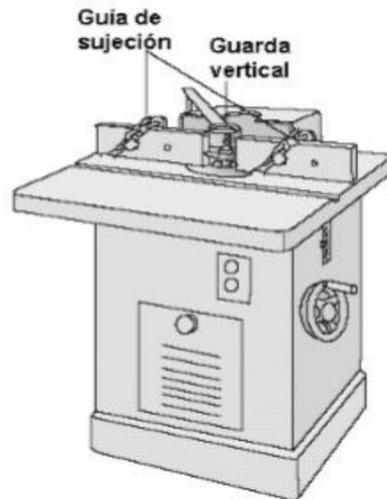
Se efectúa en trompos diseñados para hacer contornos con forma determinada en el borde de las piezas de madera, de acuerdo a la figura de la fresa. El trompo más común es el de ejes verticales, en los que se montan las piezas cortantes y son generalmente de alimentación manual, aunque se les puede adaptar un dispositivo para hacerlos de alimentación automática. En esta operación tenemos 2 tiempos de moldurado:

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

La fresadora vertical o TUPI. Es una maquinaria de funcionamiento sencillo, pero potencialmente peligrosa, si las cuchillas de la fresadora vertical se separan de las abrazaderas superior e inferior de la porta cuchillas, pueden salir lanzadas con gran fuerza, además suele ser preciso sujetar el material cerca de la cuchilla, la sujeción debe realizarse con una porta pieza y no con las manos del operario. Pueden utilizarse cepos para sujetar el material a la mesa.

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, estas cuchillas giran en sentido contrario de las agujas del reloj y unos ejes de acero sujetan una pieza de madera contra la guía (Heinrich, (1971))

La tupi puede realizar los siguientes trabajos, ranura o rebaja, moldeado de cantos rectos, ranura para machimbrado, cantos curvos y molduras.

FIGURA N° 11: FRESADORA VERTICAL

Fuente: (Parish, J. 2001)

2.6.6 Lijado.

(Vignote & Jiménez, (1996)), indica que el objetivo del lijado es preparar la superficie de la madera para la realización del acabado, eliminando las imperfecciones que se puedan haber producido en el mecanizado.

La operación de lijado es una parte importante del proceso de reparación por lo que constituye una condicionante fundamental para la productividad y el encarecimiento de la reparación.

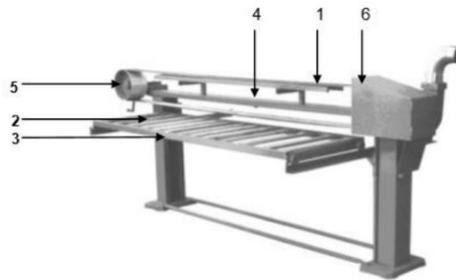
Para conseguir un acabado de calidad, el operario debe conocer y dominar las operaciones que intervienen en la preparación de las superficies como la correcta selección de del abrasivo y del equipo esto se lo puede realizar a través de diferentes tipos de lijas ya que estas cuentan con una gran gama de materiales, de igual manera hay lijadoras mecánicas fijas y portátiles que facilita el trabajo de remoción o abrasibilidad. (Serrano, (2001)).

2.6.6.1 Lijadora de Banda.

La lijadora de banda es una máquina que dispone de dos rodillos (Uno fijo y motriz y el otro con ligero movimiento horizontal para ajustar la tensión de la lija) separados a

distancias superiores a 1 m. entre las que circula una banda de lija de tela, la lija discurre sobre una mesa en donde se dispone la madera a lijar, la presión se realiza mediante una zapata de lijado. La velocidad de la lija varía entre 10 - 12 m/s a 20 – 24 m/s. (Martínez, I. & Vignote, S. ((2006)).

FIGURA N° 12 LIJADORA



Lijadora de banda; Partes: 1. Cinta lijadora, 2. Mesa de trabajo, 3. Mango, 4. Mesa superior de trabajo, 5. Rodillo móvil, 6. Rodillo motriz.

Fuente: (Parraga, R. 1988)

2.6.6.2 Fases del Lijado.

2.6.6.2.1 Lijado Igualante.

Tiene como fin preparar la superficie para el lijado propiamente dicho. Utiliza lijas de entre 40 y 80. Sólo debe aplicarse este lijado cuando el mecanizado no se ha hecho correctamente (mordidas superiores a 0.3 mm).

2.6.6.2.2 Lijado.

Utiliza lijas de entre 100 y 220, buscando preparar la madera para recibir el acabado.

2.6.6.2.3 Lijado de barniz o asentado.

Utiliza lijas de entre 240 a 600 (raramente superiores a 400) buscando abrir el poro del barniz para aplicarle una capa encima.

2.6.7 Defectos comunes del maquinado en la Madera (Trabajabilidad).

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

2.6.7.1 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.

2.6.7.2 Grano Apelusado.

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.

2.6.7.3 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.

2.6.7.4 Marcas de Astilla.

Son huellas (abolladuras) poco profundas en la superficie de la tabla, causadas por virutas que permanecen adheridas al cabezal porta cuchillas del cepillo debido a que no son eliminadas por el escape del mismo. Este defecto es exclusivo del ensayo de cepillado.

2.6.7.5 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.

2.6.7.6 Rayones.

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

2.6.7.7 Calificación de las pruebas de Trabajabilidad.

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 la tabla de clasificación de acuerdo a patrones obtenidos de las Normas siendo éstas: ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales.

CUADRON° 1: CLASIFICACIÓN DE LAS PROBETAS DE MAQUINADO

GRADO	RANGO	CALIDAD	DESCRIPCION
1	0,0- 0,1	Excelente	libre de defectos
2	1,0- 2,0	Buena	con defectos superficiales que pueden eliminarse
3	2,0- 3,0	Regular	con defectos marcados
4	3,0- 4,0	Pobre	con defectos severos
5	4,0- 5,0	muy pobre	con defectos muy severos

Fuente: NORMAS ASTM-D-1666-64 (1970)

2.6.8 Torneado.

Según, (Zavala Z, (1993)), el torneado es la operación que consiste en darle una forma específica a una pieza de madera. Se realiza para generar distintos productos como mangos de herramientas, artículos deportivos, partes de muebles y juguetes y entre otros.

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

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

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

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

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:

2.6.8.1 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.

2.6.8.2 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.

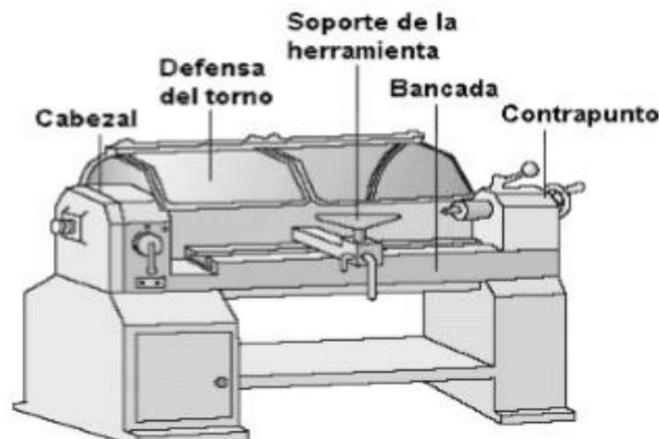
2.6.8.3 Eje Principal.

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.

2.6.8.4 Contra Cabezal o Contrapunto.

El contra cabezal o cabezal móvil, llamado impropiaemente 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.

FIGURA N° 13: TORNO MANUAL



Fuente: (Parish, J. 2001)

2.6.8.4.1 Herramientas para el Torneado.

2.6.8.5 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.

2.6.8.6 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:

2.6.8.7 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.

2.6.8.8 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.

2.6.8.9 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.

2.6.9 Descripción de la Especie

Descripción taxonómica de la especie Toborocho blanco *Chorisia insignis* H.B.K.

Reino: Vegetal.

Phylum: Telemophytae.

División: Tracheophytae.

Sub división: Anthophyta.

Clase: Angiospermae.

Sub clase: Dicotyledoneae.

Grado Evolutivo: Archichlamydeae.

Grupo de Ordenes: Corolinos.

Orden: Malvales.

Familia: Bombacaceae.

Nombre científico: *Chorisia insignis* HBK.

Nombre común: Toborocho blanco.

Fuente: (Herbario Universitario Tecnico Botanico, 2021).

2.6.10 Descripción Dendrológicas.

Según la Guía Dendrológicas de Especies Forestales de Bolivia:

Características Dendrológicas.

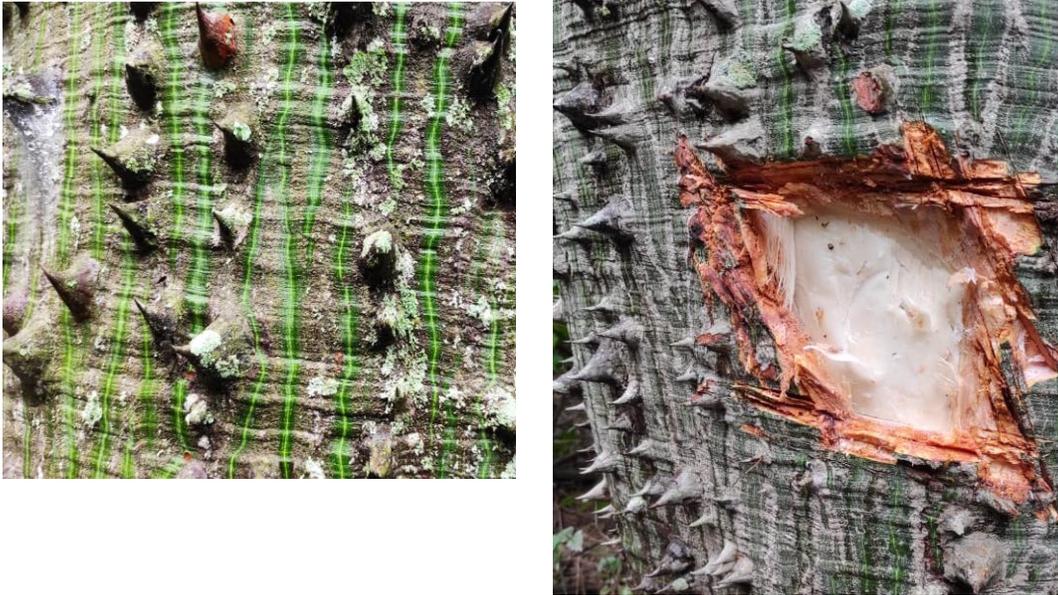
FIGURANº14 TOBOROCHI BLANCO



Fuente: Elaboración propia

Árbol mediano de hasta 15m. de alto, sin embargo, suelen ser arboles dominantes en su habitat. El fuste hinchado en la parte media y no presenta aletones.

FIGURAS N° 15 Y 16 CORTEZA EXTERNA E INTERNA



Fuente: Elaboración propia.

Su corteza externa lisa, algunas veces estriada, de color gris con estrías de color verde, ornamentada con acúleos cónicos. Corteza interna blanquecina suave, algo fibrosa.

2.6.10.1 Hojas y Flores de la Especie Toborocho blanco.

Las hojas palmati-compuestas, alternas, bien pecioladas. Las flores vistosas, de color blanco.

2.6.10.2 El Fruto.

Es una capsula leñosa dehiscente que se parte por cinco suturas, contiene numerosas semillas envuelta en un capullo de algodón, estas son globosas de color marrón oscuro.

2.6.10.3 Plántulas.

Hojas compuestas alternas y palmadas presenta cinco folíolos elípticos y peciolo largos. El tallo de brinzales y latizales presenta acúleos caulinares.

2.6.10.4 Ecología.

Especie decidua, heliófila durable, característica de las formaciones xeríticas del chaco boreal. Florece hacia el final de la estación húmeda entre abril y junio, cuando comienza a perder las hojas. Fructifica en la época seca entre agosto y septiembre. Las semillas son dispersadas por el viento a gran distancia.

2.6.10.5 Distribución Geográfica.

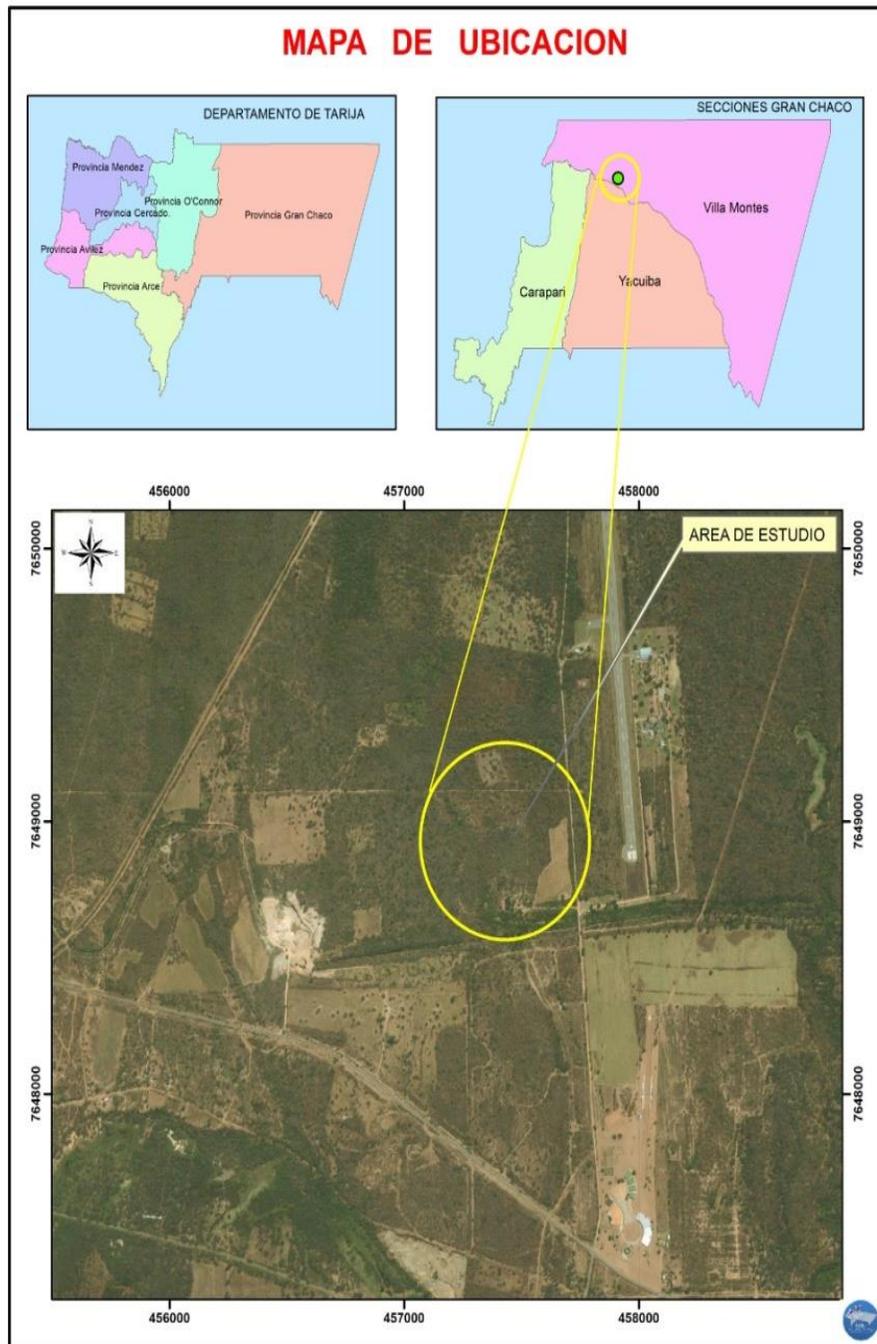
Especie encontrada en Bolivia solo en las áreas del Chaco boliviano, en el sur del departamento de Santa Cruz, este de Chuquisaca y Tarija. En suelos ricos, pesados generalmente bien drenados. En un rango de altitud entre los 350 y 900 m.s.n.m.

CAPÍTULO III
MATERIALES Y
MÉTODOS

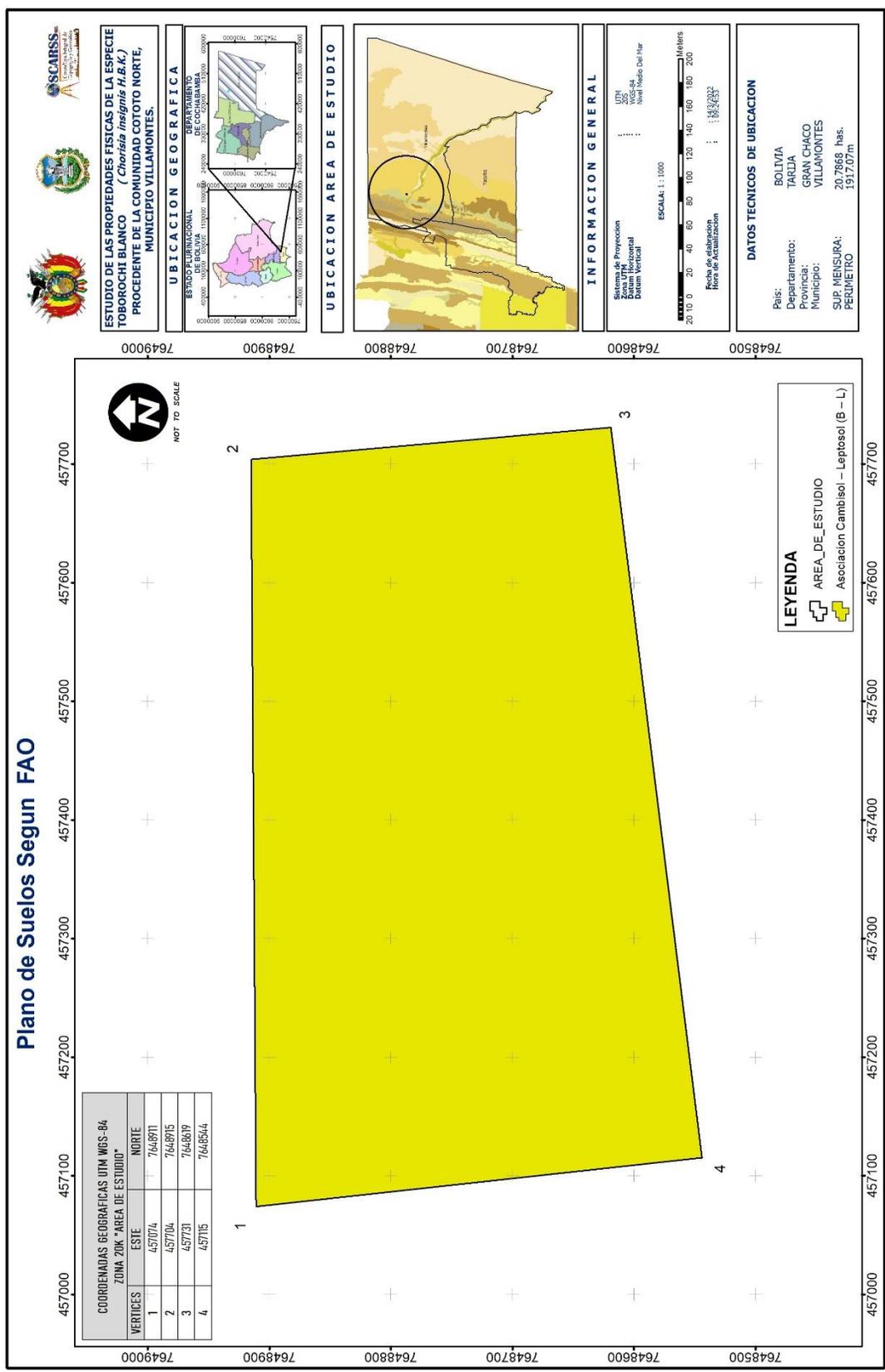
3 MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Descripción del Área de Extracción de los Árboles.

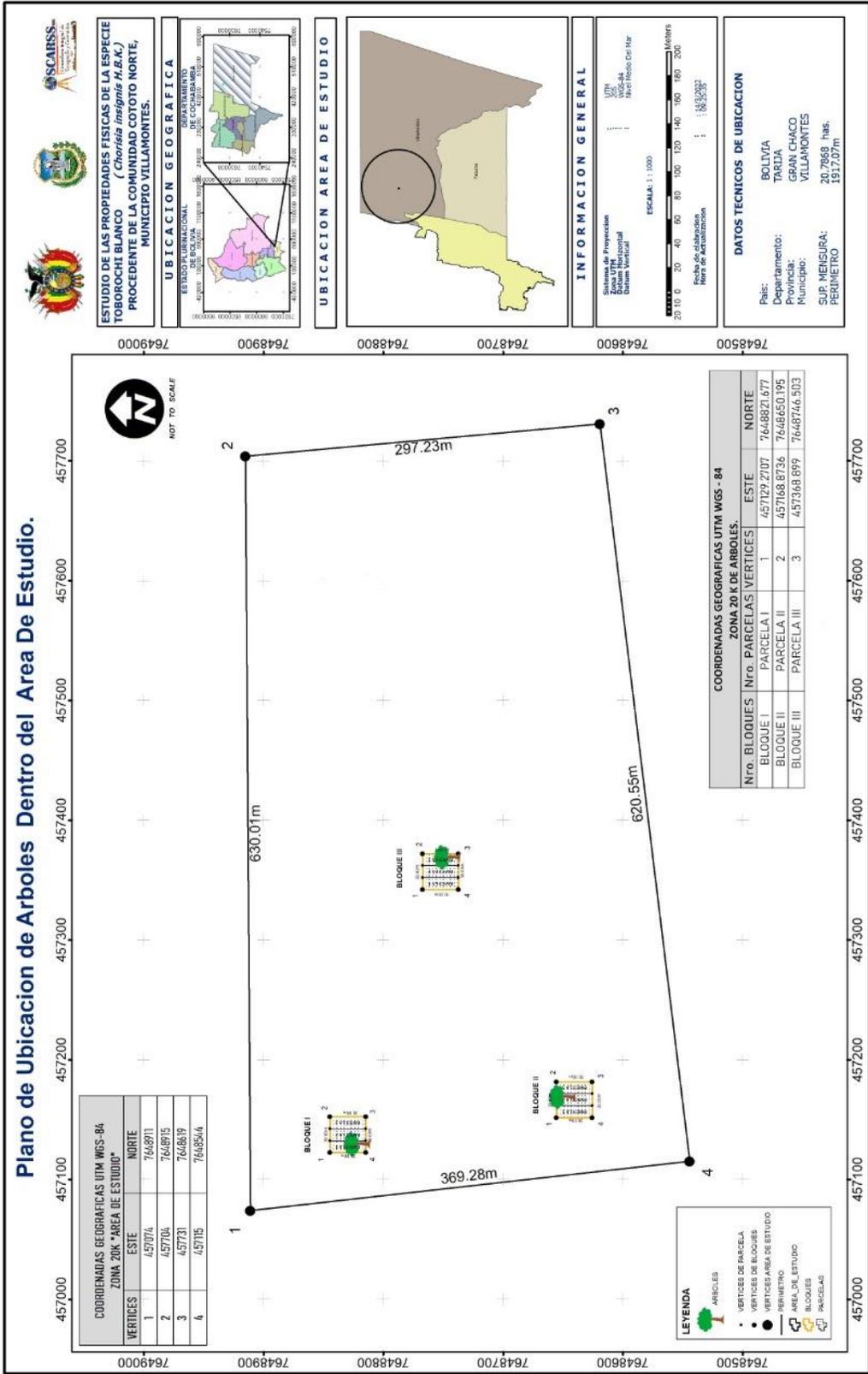
MAPA N°1 UBICACIÓN DEL LUGAR DE EXTRACCIÓN



Fuente: Laboratorio de SIG



Fuente: OSCARRS SRL.



7649000 7648900 7648800 7648700 7648600 7648500

457000 457100 457200 457300 457400 457500 457600 457700

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LA ESPECIE TOROCHI BLANCO (*Chorisia insignis* H.B.K.)
PROCEDENTE DE LA COMUNIDAD COTOTO NORTE,
MUNICIPIO VILLAMONTES.

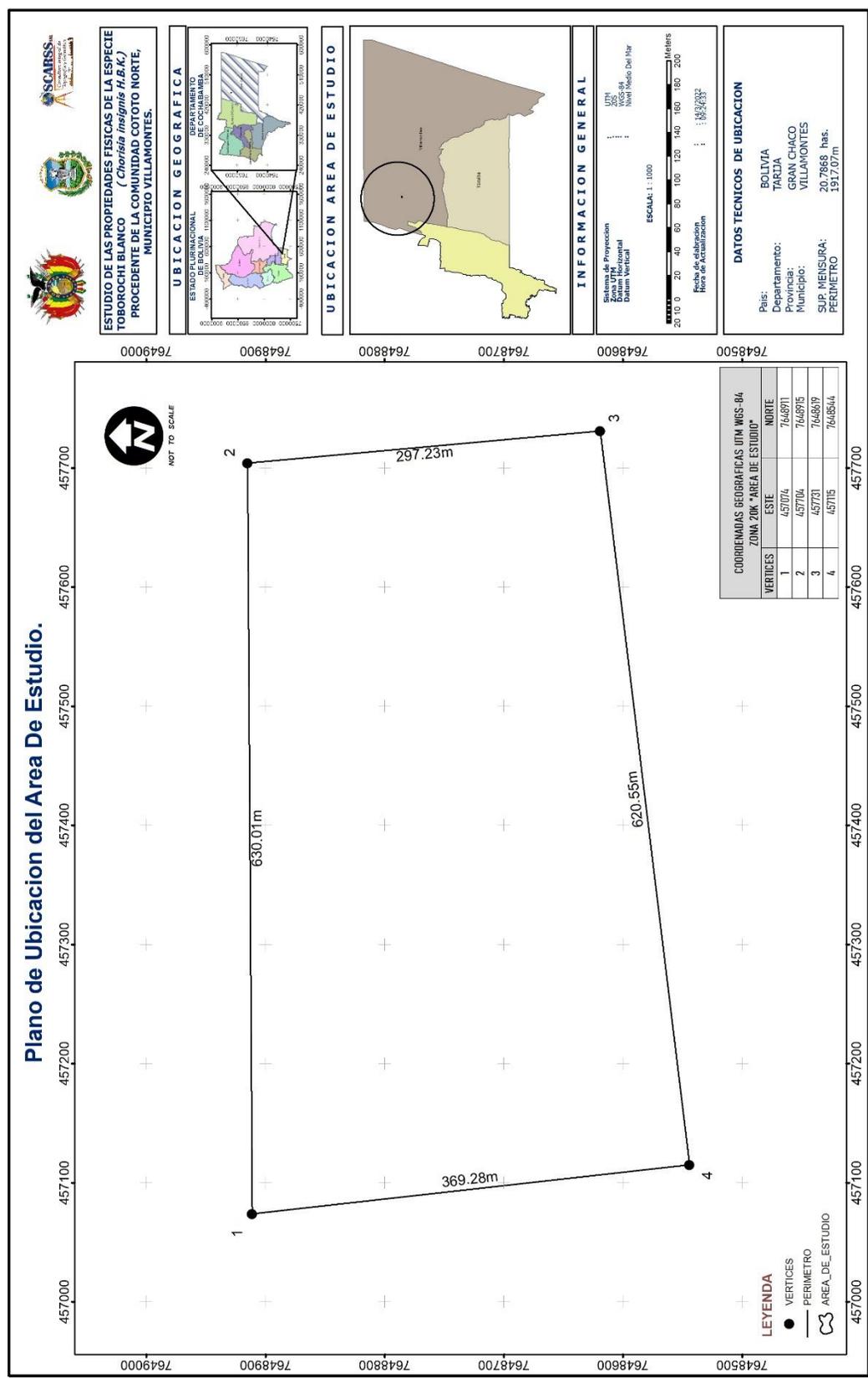
UBICACION GEOGRAFICA
 ESTUDIO UBICACIONAL: DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA
 MUNICIPIO: COTOTO NORTE

UBICACION AREA DE ESTUDIO

INFORMACION GENERAL
 Sistema de Proyeccion: UTM
 Zona UTM: Horizontal
 Datum: Vertical
 Fecha de elaboracion: 18/02/2022
 Escala: 1 : 1000

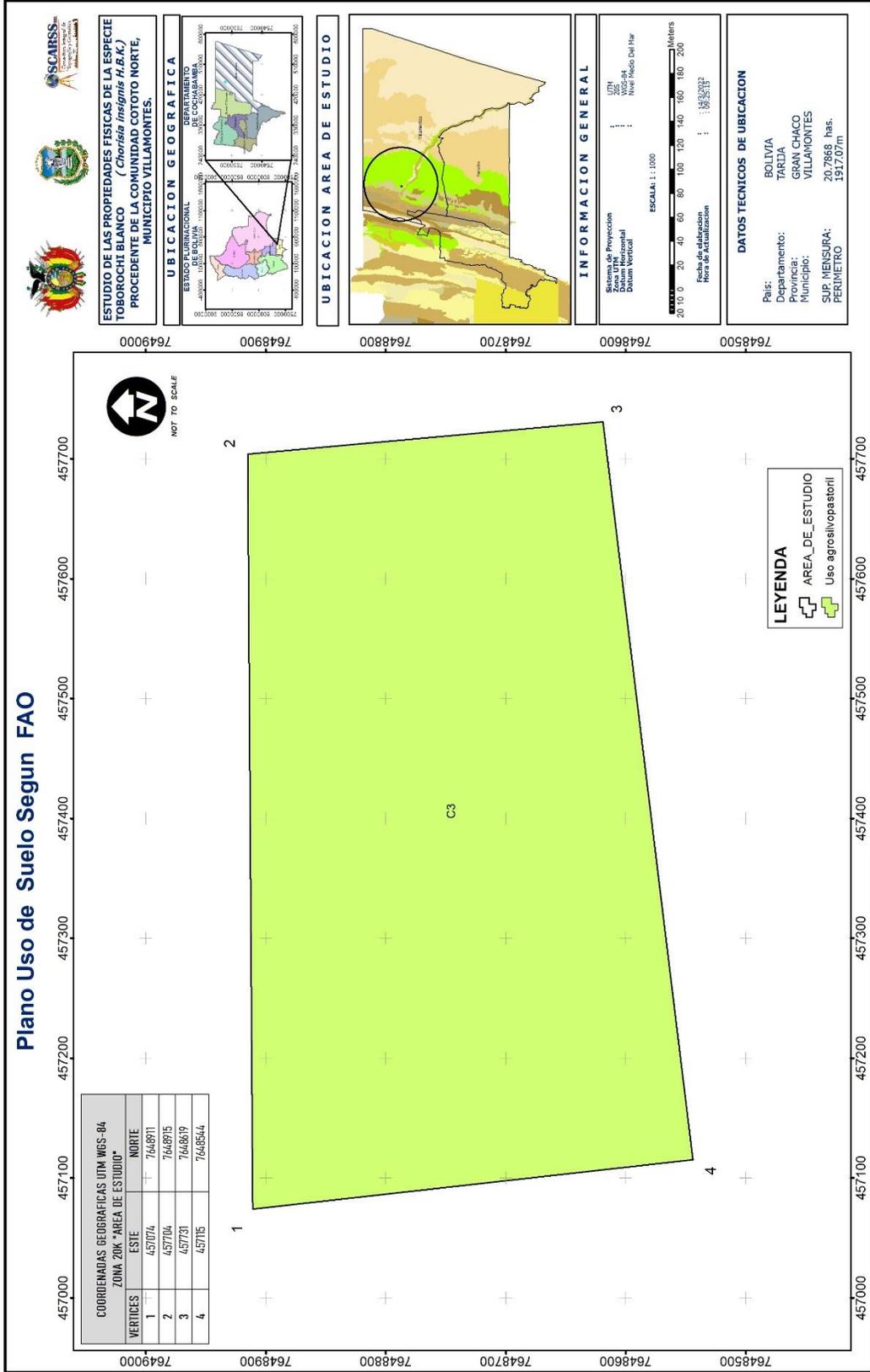
DATOS TECNICOS DE UBICACION
 Pais: BOLIVIA
 Departamento: TARIJA
 Provincia: GRAN CHACO
 Municipio: VILLAMONTES
 SUP. MENSURA: 30.7868 Hm.
 PERIMETRO: 1917.07m

Fuente: OSCARRS SRL.

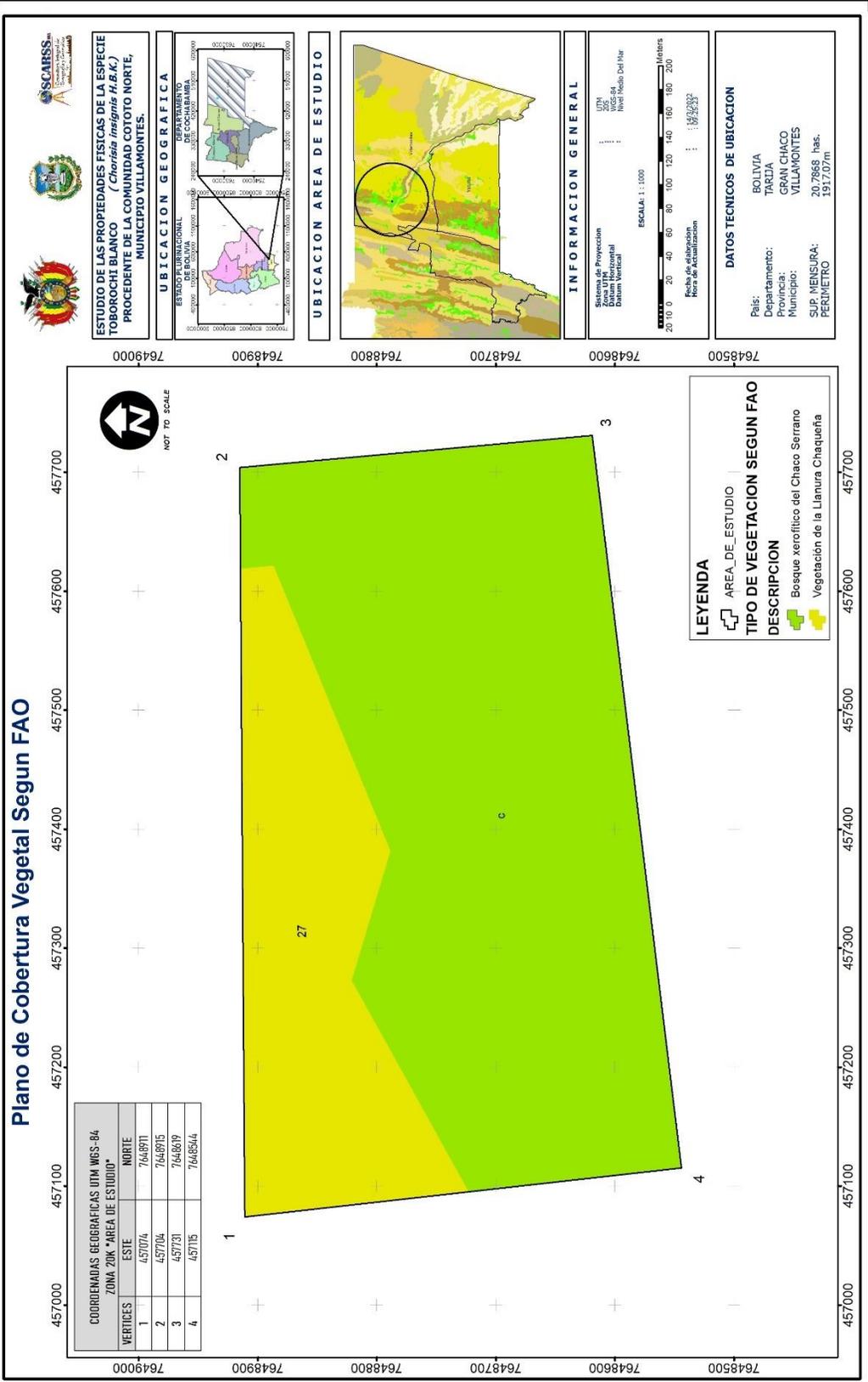


Fuente: OSCARRS SRL

Plano Uso de Suelo Segun FAO



Fuente: OSCARRS SRL



Fuente: OSCARRS SRL

3.1.1 Ubicación.

La zona de extracción de material de investigación se encuentra en la comunidad Cototo norte, que se encuentra en la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija, en las coordenadas 21°15'36" de L S, y 63°24'29" L W, con una superficie de 20,79 Hectáreas según el mapa N.º 1.

3.1.2 Accesibilidad.

El acceso a la comunidad de Cototo norte, es a través del camino carretero de la ruta nacional N.º 11 a 6 km de la ciudad, ingresando 1km por la entrada del aeropuerto, la cual tiene camino de tierra limitando como colindante con la propiedad del señor Wilson Garzón al sur este, al sur-oeste con la propiedad Casasola, al nor-oeste con la propiedad del señor Marco, al nor-este con la brigada aérea. (Espinoza, (2021))

3.1.3 Características Biofísicas.

3.1.3.1 Clima.

Presenta un clima semiárido tórrido, meso termal con poco o ningún exceso de agua. El clima depende en gran medida del relieve y de su variación altitudinal, se pueden distinguir tres condiciones climáticas, una seca en la llanura otra un poco más húmeda en la zona de transición y húmeda en el pie de monte y en la cordillera del aguarague. (Plan de desarrollo municipal de Villa Montes, 2008).

3.1.3.2 Vegetación.

La vegetación está compuesta por especies xeromórficas con follaje caducifolio, adaptadas a condiciones de extrema sequía y altas temperaturas. En la composición florística se observa un predominio de especies con apéndices espinosos, troncos fisurados y suculentas. Fueron determinadas 37 familias, de las cuales las Caesalpinaceae, Anacardiaceae, Mimosaceae y Cactaceae son las más dominantes.

El aspecto general de la vegetación chaqueña es de una gran uniformidad de conjunto, con un panorama paisajístico casi monótono de monte espinoso, de cobertura generalmente densa, a veces impenetrable y con árboles emergentes en forma rala o en

manchas. Este tipo de formación también se denomina monte semiárido bajo, matorral del Chaco o matorral espinoso del Chaco. (ZONISIG, 2001)

3.1.3.2.1 Estrato Arbóreo.

Se presenta una variedad de especies arbóreas que se encuentran asociadas a la especie en estudio. (ZONISIG-APDS, 2000).

CUADRO N°2 ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Apocynaceae	<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	quebracho blanco
Anacardiaceae	<i>Schinopsis quebracho colorado</i>	quebracho colorado
Leguminosae	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>	algarrobilla
Cactaceae	<i>Neocardenasia herzogiana</i>	carapari
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i>	cebil
Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	perilla
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mistol</i>	mistol
Cannabaceae	<i>Celtis espinosa</i>	tala

Fuente: elaboración propia

3.1.3.2.2 Estrato Arbustivo.

El sotobosque es alto, ralo a denso, en sectores casi impenetrables, con una variedad de especies arbustivas. (ZONISIG-APDS, 2000)

CUADRO N°3 ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Apocynaceae	<i>Ruprechtia triflora</i>	duraznillo o cheroque
Anacardiaceae	<i>Peltophorum dubium</i>	porotillo
Leguminosae	<i>Bougainvillea sp.</i>	palo huanca
Cactaceae	<i>Tabebuia nodosa</i>	palo cruz
Fabaceae	<i>Mimozyanthus sp.</i>	iscallante
Ulmaceae	<i>Capparis salicifolia</i>	sacha sandia

Fuente: elaboración propia

3.1.3.2.3 Estrato Herbáceo.

El estrato herbáceo es generalmente pobre y ralo y consta de las especies características del lugar. (ZONISIG-APDS, 2000)

CUADRO N°4 ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Bromeliaceae	<i>Bromelia serra</i>	brava carahuata
Alliaceae	<i>Petiveria alliaceae</i>	calajchín
Leguminosae	<i>Lippia turbinata</i>	poleo
Acanthaceae	<i>Chaetothylax boliviensis</i>	ramoneo

Fuente: elaboración propia

3.1.3.3 Fauna.

Por sus características ecológicas y condiciones de la región se presenta una variada e importante riqueza faunística y de vida silvestre cuyas especies son:

Aves; halcones urracas, tucanes, loros, pavas, palomas, colibrís, perdiz, charatas avestruz y otros.

Peces; sábalo, dorado, surubí, bagre, boga, salmón de río, chujuma y otros

Abejas; extranjera, señorita, burrito, frontino, y otros.

Mamíferos; pantera, tapir, oso andino, chanco montes, puma, mono, venados, iguana, anta, quirquincho, tatú, lagartijas, serpientes, acutí, leopardo, zorro, charata, comadreja, conejo, entre otros. (Plan de desarrollo municipal de Villa Montes, 2008)

CUADRO N° 5: ESPECIES DE MAMÍFEROS

MAMÍFEROS		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Felidae	<i>Felis concolor</i>	Puma
Cebidae	<i>Cebus apella</i>	Mono
Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Anta
<u>Myrmecophagidae</u>	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Oso hormiguero
Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago
Mephitidae	<i>Conepatus chinga</i>	Zorrillo
Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	liebre

Dasypodidae	<i>Tolypeutes matacus</i>	Quirquincho
Didelphidae	<i>Dipelphis albiventris</i>	Comadreja
Lacertidae	<i>Podarcis hispánica</i>	Lagartija

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 6: ESPECIES DE AVES

AVES		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Psittasidae	<i>Ara militaris</i>	Paraba
Trochilidae	<i>Oreotrochilus adela</i>	Picaflor
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón
Psittasidae	<i>Aratenga sp</i>	Cotorra
Psittasidae	<i>Amazona mercenaria</i>	Loro
Ramphastidae	<i>Ranpaltos sp</i>	Tucán
Tinamidae	<i>Rhychotus rufescens</i>	Perdiz
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza
Cracidae	<i>Ortalis canicollis</i>	Charata
Cracidae	<i>Penelope dabbenei</i>	Pava de monte

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 7: ESPECIES DE PECES

PECES		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Prochilodontidae	<i>Prochilodus lineatus</i>	Sábalo
Characidae	<i>Salminus maxillosus</i>	Dorado
Pimelodidae	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Surubí
Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.4 Relieve.

La comunidad tiene paisajes dominantes son llanuras, depresiones, terrazas y colinas entre alturas de 320 y 860 msnm en la Llanura Chaqueña y colinas, piedemontes y terrazas entre alturas de 500 y 1.300 msnm en el Subandino. Las llanuras, terrazas y piedemontes son casi planas, mientras las colinas tienen pendientes de 1 a 30% con cimas más planas. La rocosidad y pedregosidad superficial son prácticamente ausentes.

3.1.3.5 Suelo.

Los suelos varían de moderadamente profundos en las colinas, a muy profundos en las terrazas, llanuras y valles situados entre colinas. Su característica del suelo es arenosos arcilloso limoso. (ZONISIG-APDS, 2000)

3.1.3.6 Fisiografía.

Pertenece desde la zona de pie de monte a la provincia fisiográfica de la llanura Chaqueña Beniana. La llanura está constituida por planicies, llanuras eólicas y llanuras aluviales. (Plan de desarrollo municipal de Villa Montes, 2008).

3.1.3.7 Precipitación.

Tiene una precipitación promedio anual de 929.6 mm, de los cuales el 80% se distribuye entre los meses de noviembre a mayo. Las heladas son condicionantes en la producción agrícola, que los productores tienen que tomar en cuenta a la hora de decidir que cultivo producir, durante los meses de riesgo de ocurrencia de helada (junio-agosto). La ola de sequía prolongada por falta de precipitaciones ocasiona pérdidas considerables en agricultura y ganadería. Siendo un problema que se presenta todos los años, poniendo a la población en situación de emergencia. (Plan de desarrollo municipal de Villa Montes, 2008).

3.1.3.8 Temperatura.

La temperatura promedio anual es de 23.5°C en verano de 27.2°C y en invierno de 18.4°C. con máximas que superan los 40°C en los meses de verano y mínimas que bajan hasta menos 6°C en invierno con frentes fríos del sur que afectan a la agricultura de la zona. (Plan de desarrollo municipal de Villa Montes, 2008).

CUADRO N° 8: RESUMEN CLIMÁTICO

RESUMEN CLIMATOLÓGICO														
Período Considerado: 1998 - 2020														
Estación: VILLA MONTES - AEROPUERTO												Latitud S.: 21° 15' 17"		
Provincia: GRAN CHACO												Longitud W.: 63° 24' 27"		
Departamento: TARJJA												Altitud: 403 m.s.n.m.		
Índice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	34,7	33,6	31,7	28,9	25,3	24,7	25,7	29,7	32,3	34,2	34,5	34,6	30,8
Temp. Min. Media	°C	20,1	20,0	19,2	16,8	13,4	10,3	9,0	10,2	13,4	18,0	19,1	20,0	15,8
Temp. Media	°C	27,4	26,8	25,4	22,8	19,4	17,5	17,3	20,0	22,8	26,1	26,8	27,3	23,3
Temp.Max.Extr.	°C	44,6	44,2	42,2	40,0	40,1	39,0	38,3	43,8	45,3	46,7	46,7	45,0	46,7
Temp.Min.Extr.	°C	12,1	11,5	10,5	1,1	0,4	-5,1	-7,0	-5,0	-2,5	4,4	7,9	9,8	-7,0
Días con Helada		0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	5
Humed. Relativa	%	68,3	71,2	75,6	77,2	78,0	74,4	67,2	58,0	54,1	56,7	60,8	65,7	67
Presion Barometrica	hPa	962,2	962,8	964,0	966,2	968,0	968,2	968,7	967,2	965,6	963,2	962,1	961,5	965,0
Precipitación	mm	164,1	170,3	143,3	87,0	29,8	12,9	4,9	1,6	4,8	45,9	91,9	147,9	904,3
Pp. Max. Diaria	mm	177,1	138,2	137,3	103,1	63,8	16,1	17,1	7,2	16,4	87,2	76,2	112,7	177,1
Días con Lluvia		9	9	11	10	7	4	2	1	1	5	7	9	76
Dirección del viento		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Velocidad del viento	km/hr	6,8	7,5	5,8	7,3	4,8	4,7	7,3	8,3	10,6	11,5	11,6	8,3	7,9
Viento Maximo	km/hr	41,6	37,5	38,9	48,6	38,9	41,6	41,6	51,3	48,6	48,6	41,6	55,5	55,5
Días con Tormenta Elec.		3	3	2	1	0	0	0	0	0	1	2	3	16
Días con Granizo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: SENAMHI

3.1.3.9 Vientos.

En el municipio de Villa Montes la época de mayor viento ocurre entre los meses de julio y agosto con vientos predominantes del sur y Norte con velocidades de 9.3 km/hora. (Plan de desarrollo municipal de Villa Montes, 2008).

3.2 Materiales.

Para realizar el presente trabajo se requerirá de varias herramientas, equipos y máquinas, que permitan obtener resultados deseados en el lijado, cepillado, torneado, moldurado, taladrado.

3.2.1 Materiales de Campo.

- Brújula.
- Machete.
- Motosierra.
- Flexómetro.
- Cámara fotográfica.
- Pintura y brocha.
- Xilohigrometro.
- Parafina.
- Planillas y libretas para toma de datos.

3.2.2 Materiales de gabinete.

- Computadora.
- Impresora.
- Calculadora.

- Mapas y cartas geográficas.
- Normas COPANT Maderas.
- Normas (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de madera tropicales.

3.2.3 Material de trabajabilidad.

- Cepilladora.
- Lijadora.
- Lijas.
- Torno.
- Taladro de banco.
- Sierra sin fin.
- Herramientas menores de carpintería.
- Xilohigrometro.
- Lupa.
- Lápices de color.
- Balanza.
- Estufa.

3.2.4 Material Biológico.

Madera de la especie en estudio.

3.3 Metodología.

En el presente trabajo, la metodología empleada se orienta en la Norma de la (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), y 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.

3.3.1 Normas a Emplear.

CUADRO N° 9: NORMAS UTILIZADAS

NORMAS	TEMAS
COPANT 460	Método de determinación del Contenido de Humedad
COPANT 458	Selección y colección de muestras
COPANT 459	Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Selección y Colección de las Muestras.

Para la ejecución de esta investigación basados en la norma COPANT 458, recomienda que se tomen en cuenta el sistema de selección al azar de manera que todos los componentes (zona, parcela, árbol, troza, vigueta y probeta). tengan la misma posibilidad de ser elegidas y formar parte de estudio y sean representativas en el área de estudio para la aplicación de general de la norma.

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

3.3.2.1 Selección de la zona.

El primer aspecto tomado en cuenta para la selección de la zona fue la representatividad y calidad de los individuos en cuanto a sanidad y calidad de la especie Taborochi blanco (*Chorisia insignis* HBK.). La zona se dividirá en tres parcelas tomando en cuenta caminos y accesibilidad cursos de agua y su topografía de terreno. A su vez cada uno de las parcelas será sub dividido en tres parcelas de las cuales se elegio al azar una (parcela) por parcelas de manera que se obtuvo:

CUADRO N°10 SELECCIÓN DE LA ZONA

ZONA	Parcela I	Parcela 1(1 árbol)
		Parcela 2
		Parcela 3
	Parcela II	Parcela 1
		Parcela 2(1 árbol)
		Parcela 3
	Parcela III	Parcela 1
		Parcela 2
		Parcela 3 (1 árbol)

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N°11 ÁRBOLES CENSADOS

N° de Especies	Nombre Comun	Nombre Cientifico
2	quebracho blanco	<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>
3	quebracho colorado	<i>Schinopsis quebracho colorado</i>
1	cebil	<i>Anadenanthera colubrina</i>
3	palo huanca	<i>Bougainvillea sp.</i>
5	brava carahuata	<i>Bromelia serra</i>
4	Taborochi Blanco	<i>Chorisia insignis HBK</i>

3.3.2.2 Selección de Árboles.

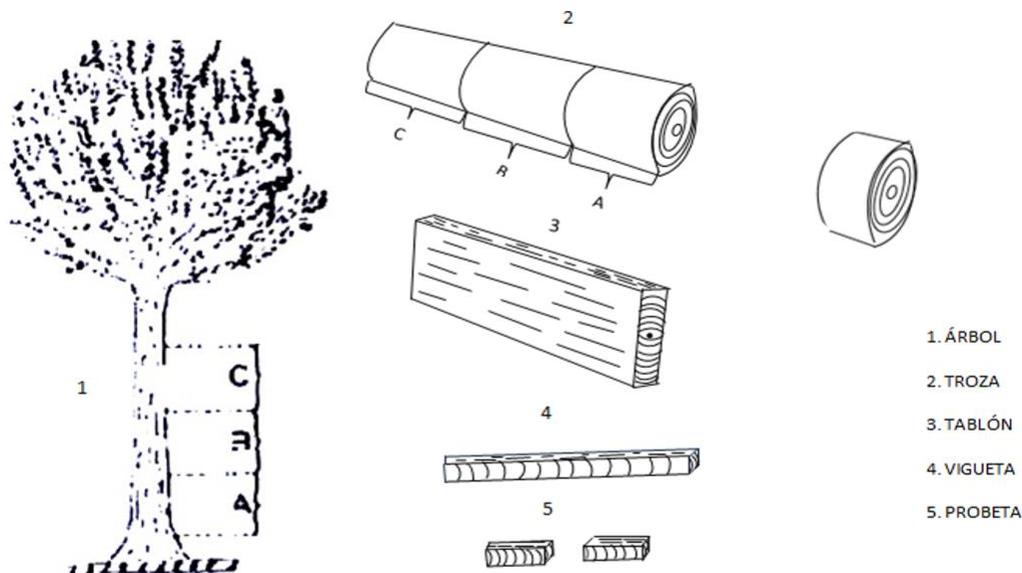
En cada parcela se eligió al azar un árbol para realizar los estudios, tomando en cuenta sus características vegetativas de la especie al ser apeada como: fuste sano, a la altura del pecho para el presente estudio se consideró 3 árboles. Una vez identificados los árboles a tumbar, se realizó el derribe de los árboles con la técnica de corte de altura de 25 cm desde el suelo, una vez realizado el derribe se procedió al desrame del fuste.

3.3.2.3 Selección de la Troza.

Una vez ubicado y realizado el apeo y 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.

Para el seccionamiento de trozas se marcó cada troza con tamaños entre 1 metro y metro y medio, para luego realizar los cortes con una motosierra. La sección que se cortó con la motosierra fue la C para el árbol 1, para el árbol 2 se cortó la sección C para el árbol 3 se cortó la sección C.

FIGURA N° 17: TROZADO Y ASERRADO DE LA MADERA



Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Extracción de las Trozas.

Las trozas se transportaron desde el lugar del apeo hasta un aserradero que se encuentra en cercanías del área de extracción.

3.3.3.1 Selección de las Viguetas Dentro de la Troza y Obtención de las Probetas.

Las viguetas se obtuvieron de los tablonces centrales y laterales, las cuales fueron de 12 a 15 cm de espesor y 100 cm de longitud, teniendo en cuenta la escuadría adecuada para una buena orientación de los anillos de crecimiento y dirección de las fibras.

3.3.3.2 Tratamiento Profiláctico.

Una vez obtenidos los tablonces 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.

3.3.3.3 Obtención de las Probetas Dentro de las Trozas para el Estudio

Para la obtención de las probetas, se realizó de acuerdo a las NORMAS Y METODOS PARA ENSAYOS TECNOLOGICOS Sub Proyecto N/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.

CUADRO N° 12: DIMENSIONES Y NÚMERO DE PROBETAS PARA LOS ENSAYOS DE TRABAJABILIDAD

Ensayo	Dimensiones de la probeta (cm)	Número de árboles	Número de probetas por árbol	Número total
Cepillado	100 x 10 x 4	3	9	27
Taladrado	30 x 10 x 3	3	6	18
Torneado	12,5 x 2 x 2	3	3	9
Lijado	100 x 10 x 4	3	9	27
Moldurado	30 x 7,5 x 2	3	3	9

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.4 Método de Apilado.

Con la obtención de las tablas para el secado, se procedió al control del peso de cada tabla codificada, que fue anotado en la planilla de registro, posteriormente se procedió a su apilado, en instalaciones del (Laboratorio de Tecnología de la Madera de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales). Se empleó el apilado de encastillado horizontal.

3.3.3.5 Apilado de la Madera.

- Se colocó sobre una base metálica sobre piso de hormigón a 50 cm del suelo, a fin de facilitar la circulación del aire y evitar el contacto directo con el suelo que permite la infección de hongos e insectos.
- La altura y la anchura de la pila se tomó en cuenta que sea máximo de 1,40 metros.
- Se dejó un espacio de 5cm entre canto y canto de las tablas.

Se ubicó en el interior del tinglado para evitar la acción directa del sol y cambios bruscos de la humedad sobre el apilado, así se evitó que se produzcan deformaciones y defectos en las tablas.

3.3.3.6 Orientación de la Pila.

La orientación que se le dio al apilado, ha sido en función de darle mayor circulación del aire y protección del sol para evitar rajaduras.

3.3.4 Procedimiento para el control de Secado.

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 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:

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

Dónde:

Ph = Peso de la madera húmeda o peso inicial.

Ps = Peso la madera seca o anhidra.

CH = Contenido de humedad %.

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 Toborocho blanco, para luego registrar el peso de cada una, se repitió el procedimiento gradualmente con 80°, 100°, hasta alcanzar entre 101 ± 2°C. hasta conseguir un peso constante que representa el peso anhidro de cada probeta.

3.3.4.1 Registro de Datos del Secado De la Madera.

La toma de datos se realizó cada 10 días, donde se evaluó el secado de cada tabla, se pesó las tablas hasta que alcanzaron un peso constante. Para realizar los ensayos de trabajabilidad de la madera Toborocho blanco (*Chorisia insignis* HBK.).

CUADRO N° 13: CONTROL DE DIMENSIONES DURANTE EL SECADO PARA EL TORNEADO

CONTROL DE DIMENSIONES DURANTE EL SECADO								
N° de arbol	Tipo de Corte	N° de Probeta	DIMENSIONES EN ESTADO VERDE			DIMENSIONES EN ESTADO SECO		
			Ancho (Cm)	Espesor(Cm)	Largo(Cm)	Ancho (Cm)	Espesor(Cm)	Largo(Cm)
1	RADIAL	IA1R	2	2	12,50	1,98	198,00	12,50
	TANGENCIA	IA1T	2	2	12,50	1,99	1,97	12,50
	OBLICUO	IA1O	2	2	12,50	1,97	1,99	12,40
2	RADIAL	IIA1R	2	2	12,50	1,99	1,97	12,50
	TANGENCIA	IIA1T	2	2	12,50	2,00	1,99	12,30
	OBLICUO	IIA1O	2	2	12,50	2,00	2,00	12,50
3	RADIAL	IIIA1R	2	2	12,50	2,00	2,00	12,50
	TANGENCIA	IIIA1T	2	2	12,50	1,98	2,00	12,40
	OBLICUO	IIIA1O	2	2	12,50	1,97	1,99	12,50

**CUADRO N° 14: CONTROL DE DIMENSIONES DURANTE EL SECADO
PARA EL LIJADO**

CONTROL DE DIMENSIONES DURANTE EL SECADO								
N° de arbol	Tipo de Corte	N° de Probeta	DIMENSIONES EN ESTADO VERDE			DIMENSIONES EN ESTADO SECO		
			Ancho(Cm)	Espesor(Cm)	Largo(Cm)	Ancho(Cm)	Espesor(Cm)	Largo(Cm)
1	RADIAL	IA1R	10	4	100	10	4	100,01
		IA2R	10	3,98	100,01	10	3,91	99,9
		IA3R	10,01	4	100,02	9,98	4	99,32
	TANGENCIAL	IA1T	10	3,99	99,9	9,99	3,89	99,32
		IA2T	9,99	4	100	9,95	3,92	99,01
		IA3T	10	4	99,98	9,98	3,95	99,23
	OBLICUO	IA1O	9,96	3,99	100	9,94	3,89	99,23
		IA2O	10	4	100	10	3,87	99,97
		IA3O	9,97	3,97	99,97	9,23	3,85	99,97
2	RADIAL	IB1R	10	3,99	99,97	9,97	3,87	99,92
		IB2R	10	4	100	9,97	3,95	99,3
		IB3R	9,98	4	99,72	9,92	3,86	99,58
	TANGENCIAL	IB1T	10	3,99	99,78	9,3	3,84	99,24
		IB2T	10	3,95	99,79	9,58	3,84	99,5
		IB3T	9,99	3,93	99,89	9,24	3,8	99,15
	OBLICUO	IB1O	9,99	3,91	99,89	9,5	3,84	99,32
		IB2O	10	3,99	99,89	9,95	3,83	99,97
		IB3O	10	4	99,89	9,98	3,96	99,98
3	RADIAL	IIC1R	10	3,99	99,89	9,94	3,82	99,98
		IIC2R	10	4	99,9	10	3,84	99,97
		IIC3R	10	3,99	100	9,94	3,82	99,92
	TANGENCIAL	IIC1T	10,01	4	99,98	10	3,85	99,3
		IIC2T	10	4	100	9,95	3,87	100
		IIC3T	9,97	3,99	99,89	9,97	3,87	99,1
	OBLICUO	IIC1O	10	4	99,89	9,92	3,99	99,7
		IIC2O	9,97	3,99	99,99	9,3	3,88	99,3
		IIC3O	10	4	99,89	9,58	3,86	99,34

**CUADRO N° 15: CONTROL DE DIMENSIONES DURANTE EL SECADO
PARA EL CEPILLADO**

CONTROL DE DIMENSIONES DURANTE EL SECADO								
N° de arbol	Tipo de Corte	N° de Probeta	DIMENSIONES EN ESTADO VERDE			DIMENSIONES EN ESTADO SECO		
			Ancho(Cm)	Espesor(Cm)	Largo(Cm)	Ancho(Cm)	Espesor(Cm)	Largo(Cm)
1	RADIAL	IA1R	10	4	100	10	4	100,01
		IA2R	10	3,98	100,01	10	3,91	99,9
		IA3R	10,01	4	100,02	9,98	4	99,32
	TANGENCIAL	IA1T	10	3,99	99,9	9,99	3,89	99,32
		IA2T	9,99	4	100	9,95	3,92	99,01
		IA3T	10	4	99,98	9,98	3,95	99,23
	OBLICUO	IA1O	9,96	3,99	100	9,94	3,89	99,23
		IA2O	10	4	100	10	3,87	99,97
		IA3O	9,97	3,97	99,97	9,23	3,85	99,97
2	RADIAL	IIB1R	10	3,99	99,97	9,97	3,87	99,92
		IIB2R	10	4	100	9,97	3,95	99,3
		IIB3R	9,98	4	99,72	9,92	3,86	99,58
	TANGENCIAL	IIB1T	10	3,99	99,78	9,3	3,84	99,24
		IIB2T	10	3,95	99,79	9,58	3,84	99,5
		IIB3T	9,99	3,93	99,89	9,24	3,8	99,15
	OBLICUO	IIB1O	9,99	3,91	99,89	9,5	3,84	99,32
		IIB2O	10	3,99	99,89	9,95	3,83	99,97
		IIB3O	10	4	99,89	9,98	3,96	99,98
3	RADIAL	IIIC1R	10	3,99	99,89	9,94	3,82	99,98
		IIIC2R	10	4	99,9	10	3,84	99,97
		IIIC3R	10	3,99	100	9,94	3,82	99,92
	TANGENCIAL	IIIC1T	10,01	4	99,98	10	3,85	99,3
		IIIC2T	10	4	100	9,95	3,87	100
		IIIC3T	9,97	3,99	99,89	9,97	3,87	99,1
	OBLICUO	IIIC1O	10	4	99,89	9,92	3,99	99,7
		IIIC2O	9,97	3,99	99,99	9,3	3,88	99,3
		IIIC3O	10	4	99,89	9,58	3,86	99,34

**CUADRO N° 16: CONTROL DE DIMENSIONES DURANTE EL SECADO
PARA EL TALADRADO**

CONTROL DE DIMENSIONES DURANTE EL SECADO								
N° de arbol	Tipo de Corte	N° de Probeta	DIMENSIONES EN ESTADO VERDE			DIMENSIONES EN ESTADO SECO		
			Ancho (Cm)	Espesor(Cm)	Largo(Cm)	Ancho (Cm)	Espesor(Cm)	Largo(Cm)
1	RADIAL	IA1R	10	3	30	9,89	3	29,96
		IA2R	9,98	2,98	29,96	9,87	2,98	29,95
	TANGENCIAL	IA1T	9,99	2,99	29,97	9,92	2,99	29,91
		IA2T	10	3	30	10	3	30
	OBLICUO	IA1O	10	2,99	29,98	10	2,99	29,87
IA2O		9,99	3	30	9,9	3	30	
2	RADIAL	IIB1R	10	3	30	9,9	3	30
		IIB2R	10	2,99	29,97	9,95	2,99	29,9
	TANGENCIAL	IIB1T	10	3	30	9,89	3	30
		IIB2T	9,98	2,99	29,96	9,86	2,99	29,88
	OBLICUO	IIB1O	10	3	30	9,87	3	30
IIB2O		10	3	30	9,92	2,89	30	
3	RADIAL	IIIC1R	10	2,99	29,98	9,9	2,9	29,83
		IIIC2R	10	3	30	9,95	2,95	30
	TANGENCIAL	IIIC1T	9,99	2,99	29,89	9,89	2,99	29,79
		IIIC2T	10	3	30	9,87	2,88	30
	OBLICUO	IIIC1O	10	3	30	9,85	3	30
IIIC2O		10	3	30	9,94	3	30	

**CUADRO N° 17: CONTROL DE DIMENSIONES DURANTE EL SECADO
PARA EL MOLDURADO**

CONTROL DE DIMENSIONES DURANTE EL SECADO								
N° de arbol	Tipo de Corte	N° de Probeta	DIMENSIONES EN ESTADO VERDE			DIMENSIONES EN ESTADO SECO		
			Ancho (Cm)	Espesor(Cm)	Largo(Cm)	Ancho (Cm)	Espesor(Cm)	Largo(Cm)
1	RADIAL	IA1R	7,5	2	30	6,89	2	29,96
		IA2R	7,5	2	29,99	7,47	1,98	29,95
	TANGENCIAL	IA1T	7,5	2	29,97	7,42	1,99	29,91
		IA2T	7,5	2	30	10	2	30
	OBLICUO	IA1O	7,5	2	29,98	10	1,99	29,87
		IA2O	7,5	2	30	9,9	2	30
2	RADIAL	IIB1R	7,5	2	30	9,9	2	30
		IIB2R	7,5	2	30	9,95	1,99	29,9
	TANGENCIAL	IIB1T	7,5	2	30	9,89	2	30
		IIB2T	7,5	2	29,96	9,86	1,99	29,88
	OBLICUO	IIB1O	7,5	2	30	9,87	2	30
		IIB2O	7,5	2	30	9,92	1,89	30
3	RADIAL	IIC1R	7,5	2	29,98	9,9	1,9	29,83
		IIC2R	7,5	2	30	9,95	1,95	30
	TANGENCIAL	IIC1T	7,5	2	30	9,89	1,99	29,79
		IIC2T	7,5	2	30	9,87	1,88	30
	OBLICUO	IIC1O	7,5	2	30	9,85	2	30
		IIC2O	7,5	2	30	9,94	2	30

3.3.4.2 Determinación de contenido de Humedad.

Para determinar el contenido de humedad mediante el secado de la madera al aire libre se aplicó el método de encastillado horizontal, procediendo a realizar el control del peso de las probetas cada 10 días, para lo cual se aplicó la siguiente fórmula:

$$CHc = \frac{Pc}{Pi} (CHi + 100) - 100$$

Donde:

CHc= Contenido de humedad de control (%).

Pc= Peso de control (gr).

Pi= Peso inicial (gr).

CHi = Contenido de humedad inicial (%) obtenido según el procedimiento 3.3.4.

3.3.4.3 Evaluación de Defectos.

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

Control de dimensiones durante el secado.

3.4 Ensayo de cepillado.

Este ensayo se realizó con dos ángulos de corte: (15° y 35°) y dos velocidades de alimentación (5 y 10 m/min), con una profundidad de 1,1 mm por pasada. La humedad se controló con un Xilohigrometro de contacto, que 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.

3.4.1 Probetas - Ensayos con Madera Seca.

Se usaron 27 probetas.

- 9 en corte tangencial (plano).
- 9 en corte oblicuo (falso cuarteado).
- 9 en corte radial (cuarteado).
- Las probetas fueron de 10 cm de ancho, 100 cm de longitud y un espesor de 4 cm.

3.4.2 Procedimiento.

- Las probetas previo 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.

3.4.3 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 clasificación:

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

3.5 Ensayo de Taladrado.

3.5.1 Equipo.

Se utilizó un taladro eléctrico de un eje, de alimentación manual, marca 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.

3.5.2 Probetas.

Se utilizó 6 probetas por árbol, debidamente orientadas: 6 tangenciales, 6 oblicuas y 6 radiales, de 30 cm de longitud, 10 cm de ancho y 3 cm de espesor. Se realizó dos

ensayos por probeta, uno a cada extremo, a una distancia de 10 cm de los extremos y a 4.5 cm de los cantos. En total se utilizó 18 probetas para el ensayo de taladrado.

3.5.3 Procedimiento.

Se aplicó una carga constante de 30 kg para realizar la penetración y se cronometró el tiempo que tarda la broca en pasar de un lado a otro, para cada una de las dos velocidades de giro (500 r.p.m. y 1.000 r.p.m.).

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

3.5.4 Calificación del Taladrado.

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

Los defectos se calificaron de la siguiente manera:

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

3.6 Ensayo de Torneado.

3.6.1 Equipo.

Se manipuló un torno con varias velocidades de rotación del eje vivo, con un soporte especialmente preparado en forma escalonada y con guía para obtener 15° de ángulo de corte.

3.6.2 Probetas.

Se prepararon 9 probetas (3 árboles x 3 probetas por árbol = 9) con dimensiones de 2 x 2 x 12.5 cm.

3.6.3 Herramientas.

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

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

3.6.4 Determinación de Angulo de Corte para Observación Paralela al Grano.

- Se ensayaron en la misma probeta con ángulos de corte de 40°, 0°, 15° (tres probetas 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 15° se utilizó una guía en el portaherramientas (tipo C).
Se efectuaron cortes enérgicos para todos los casos, debiendo dejarse un diámetro de aproximadamente 1.5 cm al final del ensayo.
- Se determinó el tiempo de penetración mediante un cronómetro, con el fin de igualar el tiempo de penetración de los tres cortes en cada probeta.
- Se efectuó hasta tres pares de corte en cada probeta para obtener un número satisfactorio de repeticiones.

3.6.5 Calificación.

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

Se calificará en 5 rangos en el grano arrancado y la vellosidad en el fondo paralelo a las fibras y se registrarán

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

3.7 Ensayo de lijado.

3.7.1 Equipo.

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

3.7.2 Materiales.

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

3.7.3 Probetas.

Se manejó las probetas ensayadas en cepillado, es decir nueve probetas por árbol, de madera seca con un contenido de humedad del 16,71%. El ancho de la probeta fue como máximo 2 cm menos que el ancho de la lija.

3.7.4 Requisitos Generales.

- Se utilizó lijas en estado satisfactorio (no nueva por no ser representativa). Se ensayó en la misma dirección utilizada en el cepillado (a favor o en contra del grano). Para el ensayo se agrupo cada tipo de corte, (radial, tangencial, oblicuo) y especie por separado.

- Debido a que la madera presento grano arrancado en el proceso de cepillado se trabajó con lija N° 60 para eliminar dicho defecto y después se siguió con la lija N°100 para evaluar la calidad de la superficie, de acuerdo a lo que indica la norma.

3.7.5 Procedimiento del ensayo de Lijado.

- Se determinó la facilidad o dificultad de lijar.
- Se hizo un lijado de rectificación previo al ensayo hasta eliminar las marcas de cepillado haciendo pasadas suaves en ambas caras.
- Se ensayó con una presión cercana o inferior a 100 gr/cm² manteniéndose dicha presión durante todos los ensayos.
- La velocidad del lijado (m/min) multiplicada por el tiempo de alimentación (minutos) da la remoción por metro.
- Se efectuó cuatro pasadas, dos de ida y dos de vuelta, suficiente para poder lograr una remoción significativa de más o menos 0.5 mm. La remoción se observó en cuatro puntos distribuidos a una distancia de 30 cm de los extremos y de 1 cm. de los cantos.
- Se tocó la superficie de la madera inmediatamente después del lijado calificándose su temperatura como alta, mediana (temperatura humana = 37°) o baja.
- Se observó la velocidad de ensuciamiento de la lija y la facilidad de remoción de la suciedad. Así también se pudo determinar la velocidad de desgaste de la lija.

3.7.6 Calificación.

3.7.7 Calificación con Lija N° 60.

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

Los defectos se calificaron tomando en cuenta la siguiente clasificación:

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

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

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

Por tanto:

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

3.7.8 Calificación de lija N° 100.

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

El calentamiento se determinará 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 determina en forma similar a lo indicado para lija N° 60.

3.8 Ensayo de moldurado.

3.8.1 Equipo.

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

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

Los ensayos de moldurado, se realizaron utilizando 1 cuchilla preparada con ángulo de filo de 40°. En esta prueba se utilizó una guía de madera especialmente preparada con la finalidad de evitar que la probeta vibre y así minimizar la presencia de defectos producto de esta vibración. Se colocó una marca en la cara contigua al canto de cada probeta para indicar la dirección de alimentación y la velocidad de giro.

Las probetas fueron ensayadas a favor del grano y con dos velocidades de giro: 5000 y 7000 rpm.

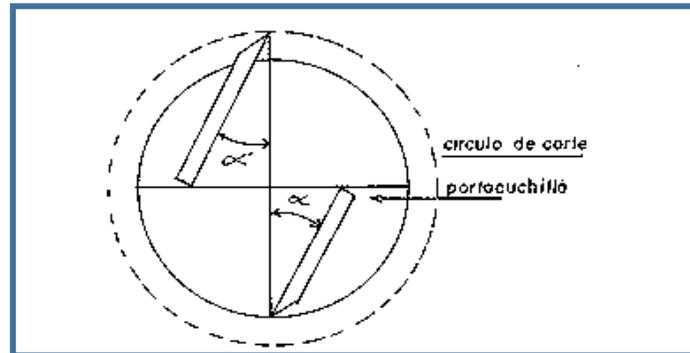
3.8.2 Probetas.

Se utilizó tres probetas por árbol, de madera seca a un contenido de humedad en equilibrio, de 2 cm x 7,5 cm x 30 cm, con los tres tipos de orientación (radial, tangencial, oblicua). Se manipuló las probetas de cepillado. Se manipuló las probetas del taladrado.

3.8.3 Procedimiento.

- Se ensayó con una sola fresa sobresalida y las otras escondidas (contrapeso).
- El ángulo de corte se midió con respecto al filo al de la fresa más sobresaliente y el centro del radio como se indica en la Figura. N° 46.
- La fresa se proyectó como mínimo 13 mm.
- Se ensayó longitudinalmente en el canto de la probeta.
- Se probó en caras opuestas para obtener resultados a favor y contra el grano.

FIGURA N° 18: ENSAYO DE MOLDURADO EN CUCHILLA SOBRESALIDA



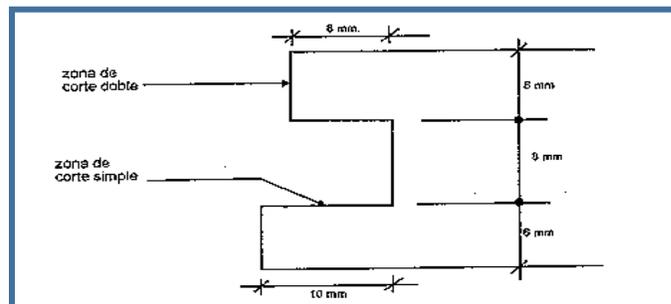
3.8.4 Calificación.

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

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

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

FIGURA N° 19: ZONAS DE CALIFICACIÓN DE PROBETAS DE MOLDURADO



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

Se procedió a calificar los resultados obtenidos de cada ensayo, en base a la Norma, ASTM-D-1666-64 (1970), en los que se indica rangos de calificación que van de 1 a 5 grados.

**CUADRO N°18: CLASIFICACIÓN DE LOS DEFECTOS CON BASE EN SU
EXTENSIÓN Y SEVERIDAD**

EXTENSIÓN DEL DEFECTO	CATEGORÍA	SEVERIDAD DEL DEFECTO	CATEGORÍA
1 /5.	1	Libre de defecto	1
2/5.	2	Muy superficiales	2
3/5.	3	Marcado	3
4/5.	4	Pronunciados	4
5/5.	5	Muy pronunciados	5

Fuente: *Zavala Z.D (1976)*

3.8.6 Grado, Calificación, Area de Defecto en Porcentaje, Gravedad del Defecto

**CUADRO N° 19: GRADO, CALIFICACIÓN, ÁREA DE DEFECTO EN
%, GRAVEDAD DEL DEFECTO**

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

Fuente: *Zavala Z.D (1976)*

Se procedió a calificar los resultados obtenidos de cada ensayo, en base a la Norma, ASTM-D-1666-64 (1970), en los que se indica rangos de calificación que van de 1 a 5 grados.

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

3.8.7 Sistema de evaluación de probetas de Maquinado.

CUADRO N° 20: SISTEMA DE EVALUACIÓN DE PROBETAS DE MAQUINADO

EXTENSIÓN	SEVERIDAD	COMBINACIÓN	PROMEDIO	CATEGORÍA
1	1	1—1	1	I
2	2	2—2	2	II
3	3	2—3	2.5	II
4	4	3—2	2.5	II
5	5	3—3	3	III
		3—4	3.5	III
		4—2	3	III
		4—3	3.5	III
		5—2	3.5	III
		3—5	4	IV
		4—4	4	IV
		4—5	4.5	IV
		5—3	4	IV
		5—4	4.5	IV
		5—5	5	V

Fuente: Zavala Z.D (1976)

Se procedió a calificar los resultados obtenidos de cada ensayo, en base a la Norma, ASTM-D-1666-64 (1970), en los que se indica rangos de calificación que van de 1 a 5 grados.

3.8.8 Rango, calidad, grado.

Se procedió a calificar los resultados obtenidos de cada ensayo, en base a la Norma, ASTM-D-1666-64 (1970), en los que se indica rangos de calificación que van de 1 a 5 grados.

CUADRO N°21: RANGO, CALIDAD, GRADO

RANGO	CALIDAD	GRADO
0.0 - 1.0	Excelente	1
1.0 - 2.0	Buena	2
2.0 - 3.0	Regular	3
3.0 - 4.0	Mala	4
4.0 - 5.0	Deficiente	5

Fuente: Zavala Z.D (1976)

3.8.9 Calificación de probetas en función del porcentaje de piezas libres de Defecto

Para la evaluación general de las características de trabajabilidad, se consideró el porcentaje de probetas para cada una de las 5 categorías, como se indica en el siguiente cuadro:

CUADRO N°22: CLASIFICACIÓN DE PROBETAS EN FUNCIÓN DEL PORCENTAJE DE PIEZAS LIBRES DE DEFECTOS

CLASIFICACION	CARACTERISTICAS	%PIEZAS
Excelente	Sin defectos	90-100
Bueno	Con defectos lijeros	80-90
Regular	Con defectos notables	60-80
Pobre	Con defectos severos	50-60
Muy pobre	Con defectos muy severos	0-50

Fuente: Zavala Z.D (1976)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio fueron evaluados de forma técnica y científica, con la finalidad de determinar y calificar las propiedades de Trabajabilidad de la Madera Taborochi blanco (*Chorisia insignis* HBK.)

4 Contenido de Humedad inicial.

El contenido de humedad inicial se determinó a través de 15 probetas obtenidas de los árboles apeados, tomando como peso inicial (peso verde) y posteriormente el peso anhidro, Los cuales se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO N°23 PESO DE MUESTRAS PARA CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL CEPILLADO

N° de arbol	Tipo de Corte	N° de Probe	peso inicial	04/10/2021	11/10/2021	20/10/2021	26/10/2021	01/11/2021	09/11/2021	16/11/2021
1	RADIAL	IA1R	2120	1975	1670	1440	1230	1070	920	910
		IA2R	2430	2205	1840	1555	1340	1120	885	880
		IA3R	2270	2075	1820	1515	1350	1130	960	750
	TANGENCIAL	IA1T	1980	1740	1460	1235	1040	905	870	860
		IA2T	2620	2435	1890	1685	1360	1190	995	995
		IA3T	2420	2225	1770	1510	1270	1070	950	945
	OBLICUO	IA1O	1640	1460	1230	1115	1040	885	830	830
		IA2O	1840	1640	1480	1200	1050	920	865	860
		IA3O	2250	2040	1890	1455	1280	1125	985	980
2	RADIAL	IIB1R	2130	1860	1670	1480	1290	1140	950	950
		IIB2R	2070	1880	1460	1290	1140	1045	975	970
		IIB3R	1940	1775	1545	1305	1150	1090	895	890
	TANGENCIAL	IIB1T	2780	2550	1960	1615	1370	1045	970	895
		IIB2T	2340	2120	1730	1415	1240	1050	975	970
		IIB3T	2180	1955	1680	1405	1270	1090	995	990
	OBLICUO	IIB1O	1940	1710	1540	1350	1280	1095	850	850
		IIB2O	1670	1430	1230	1045	990	935	845	835
		IIB3O	1895	1615	1385	1105	980	845	805	785
3	RADIAL	IIC1R	2240	2070	1658	1435	1220	1080	975	960
		IIC2R	2180	1990	1634	1350	1140	1060	975	960
		IIC3R	2630	2435	1955	1645	1460	1215	1000	990
	TANGENCIAL	IIC1T	2050	1800	1540	1300	1150	1030	990	985
		IIC2T	2670	2170	1780	1530	1370	1160	1085	1075
		IIC3T	2640	2435	1830	1695	1420	1225	960	940
	OBLICUO	IIC1O	1980	1745	1580	1370	1200	1125	810	795
		IIC2O	1840	1645	1460	1275	1980	1115	860	845
		IIC3O	2100	1845	1630	1500	1380	1115	910	910

CUADRO N°24: PESO DE MUESTRAS PARA CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL LIJADO

N° de arbol	Tipo de Corte	N° de Probe	peso inicial	04/10/2021	11/10/2021	20/10/2021	26/10/2021	01/11/2021	09/11/2021	16/11/2021
1	RADIAL	IA1R	2120	1975	1670	1440	1230	1070	920	910
		IA2R	2430	2205	1840	1555	1340	1120	885	880
		IA3R	2270	2075	1820	1515	1350	1130	960	750
	TANGENCIAL	IA1T	1980	1740	1460	1235	1040	905	870	860
		IA2T	2620	2435	1890	1685	1360	1190	995	995
		IA3T	2420	2225	1770	1510	1270	1070	950	945
	OBLICUO	IA1O	1640	1460	1230	1115	1040	885	830	830
		IA2O	1840	1640	1480	1200	1050	920	865	860
		IA3O	2250	2040	1890	1455	1280	1125	985	980
2	RADIAL	IIB1R	2130	1860	1670	1480	1290	1140	950	950
		IIB2R	2070	1880	1460	1290	1140	1045	975	970
		IIB3R	1940	1775	1545	1305	1150	1090	895	890
	TANGENCIAL	IIB1T	2780	2550	1960	1615	1370	1045	970	895
		IIB2T	2340	2120	1730	1415	1240	1050	975	970
		IIB3T	2180	1955	1680	1405	1270	1090	995	990
	OBLICUO	IIB1O	1940	1710	1540	1350	1280	1095	850	850
		IIB2O	1670	1430	1230	1045	990	935	845	835
		IIB3O	1895	1615	1385	1105	980	845	805	785
3	RADIAL	IIC1R	2240	2070	1658	1435	1220	1080	975	960
		IIC2R	2180	1990	1634	1350	1140	1060	975	960
		IIC3R	2630	2435	1955	1645	1460	1215	1000	990
	TANGENCIAL	IIC1T	2050	1800	1540	1300	1150	1030	990	985
		IIC2T	2670	2170	1780	1530	1370	1160	1085	1075
		IIC3T	2640	2435	1830	1695	1420	1225	960	940
	OBLICUO	IIC1O	1980	1745	1580	1370	1200	1125	810	795
		IIC2O	1840	1645	1460	1275	1980	1115	860	845
		IIC3O	2100	1845	1630	1500	1380	1115	910	910

CUADRO N° 25: PESO DE MUESTRAS PARA CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MOLDURADO

N° de arbol	Tipo de Corte	N° de Probeta	peso inicial	04/10/2021	11/10/2021	20/10/2021	26/10/2021	01/11/2021	09/11/2021	16/11/2021
1	RADIAL	IA1R	0,650	0,450	0,350	0,260	0,205	0,190	0,180	0,175
		IA2R	0,640	0,430	0,300	0,270	0,210	0,205	0,190	0,175
	TANGENCIAL	IA1T	0,590	0,370	0,290	0,205	0,165	0,160	0,160	0,155
		IA2T	0,580	0,325	0,240	0,190	0,170	0,165	0,160	0,155
	OBLICUO	IA1O	0,630	0,410	0,350	0,255	0,205	0,200	0,175	0,165
		IA2O	0,655	0,485	0,360	0,275	0,190	0,185	0,175	0,165
2	RADIAL	IIB1R	0,670	0,450	0,340	0,270	0,195	0,195	0,185	0,175
		IIB2R	0,620	0,495	0,380	0,295	0,200	0,190	0,185	0,170
	TANGENCIAL	IIB1T	0,540	0,360	0,290	0,220	0,190	0,185	0,175	0,165
		IIB2T	0,680	0,400	0,320	0,225	0,175	0,170	0,160	0,160
	OBLICUO	IIB1O	0,700	0,495	0,390	0,295	0,225	0,190	0,170	0,165
		IIB2O	0,730	0,505	0,420	0,335	0,255	0,200	0,180	0,165
3	RADIAL	IIC1R	0,540	0,390	0,310	0,240	0,205	0,200	0,185	0,175
		IIC2R	0,650	0,440	0,320	0,270	0,205	0,195	0,185	0,175
	TANGENCIAL	IIC1T	0,740	0,505	0,450	0,310	0,230	0,190	0,160	0,16
		IIC2T	0,750	0,500	0,450	0,320	0,255	0,210	0,190	0,170
	OBLICUO	IIC1O	0,670	0,490	0,370	0,295	0,220	0,200	0,180	0,180
		IIC2O	0,660	0,400	0,310	0,245	0,205	0,180	0,180	0,180

CUADRO N° 26: PESO DE MUESTRAS PARA CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL

Codigo	peso verde	80°	101°	101±2°C
A1	326,1	248,97	100,85	62,97
A2	391,72	321,4	178,22	81,59
A3	331,02	278,71	170,09	74,29
A4	316,69	207,03	129,35	72,39
A5	357,24	300,34	177,46	71,2
B1	383,65	337,31	188,18	97,55
B2	433,1	380,93	229,39	89,62
B3	431,23	382,39	254,2	105,71
B4	395,33	324,7	137,93	84,47
B5	376,44	266,71	163,47	83,59
C1	310,59	246,43	138,55	66,6
C2	330,76	273,5	139,8	68,42
C3	337,78	258,08	110,5	76,74
C4	300,62	259,27	103,34	66,1
C5	301,27	260,26	163,63	79,21
suma	5323,54	4346,03	2384,96	1180,45
media	354,9	289,74	158,99	78,7

Con la siguiente fórmula se calculó el contenido de humedad inicial

$$CH = \frac{Pv - P_0}{p_0} \times 100$$

Pv: peso verde

Po: peso anhidro

$$CH = \frac{354,9 - 78,7}{78,7} \times 100$$

$$CH = 350,9\%$$

Es la humedad que tiene un árbol recién apeado, cuyo valor promedio es: Contenido de Humedad Máximo: 350,9%.

CUADRO N°27: CONTROL DE PESO PARA PROBETAS DE TALADRADO

N° de arbol	Tipo de Corte	N° de Probeta	peso inicial	04/10/2021	11/10/2021	20/10/2021	26/10/2021	01/11/2021	09/11/2021	16/11/2021
1	RADIAL	IA1R	0,650	0,450	0,350	0,260	0,205	0,190	0,180	0,175
		IA2R	0,640	0,430	0,300	0,270	0,210	0,205	0,190	0,175
	TANGENCIAL	IA1T	0,590	0,370	0,290	0,205	0,165	0,160	0,160	0,155
		IA2T	0,580	0,325	0,240	0,190	0,170	0,165	0,160	0,155
	OBLICUO	IA1O	0,630	0,410	0,350	0,255	0,205	0,200	0,175	0,165
		IA2O	0,655	0,485	0,360	0,275	0,190	0,185	0,175	0,165
2	RADIAL	IIb1R	0,670	0,450	0,340	0,270	0,195	0,195	0,185	0,175
		IIb2R	0,620	0,495	0,380	0,295	0,200	0,190	0,185	0,170
	TANGENCIAL	IIb1T	0,540	0,360	0,290	0,220	0,190	0,185	0,175	0,165
		IIb2T	0,680	0,400	0,320	0,225	0,175	0,170	0,160	0,160
	OBLICUO	IIb1O	0,700	0,495	0,390	0,295	0,225	0,190	0,170	0,165
		IIb2O	0,730	0,505	0,420	0,335	0,255	0,200	0,180	0,165
3	RADIAL	IIc1R	0,540	0,390	0,310	0,240	0,205	0,200	0,185	0,175
		IIc2R	0,650	0,440	0,320	0,270	0,205	0,195	0,185	0,175
	TANGENCIAL	IIc1T	0,740	0,505	0,450	0,310	0,230	0,190	0,160	0,16
		IIc2T	0,750	0,500	0,450	0,320	0,255	0,210	0,190	0,170
	OBLICUO	IIc1O	0,670	0,490	0,370	0,295	0,220	0,200	0,180	0,180
		IIc2O	0,660	0,400	0,310	0,245	0,205	0,180	0,180	0,180
Total			11,695							3,030
Media			0,649							0,168

4.1 Fórmula para el control del Contenido de Humedad.

Para obtención de datos de control del contenido de humedad CHc se utilizó la siguiente fórmula.

$$CHc = \frac{Pc}{Pi} (Chi + 100) - 100$$

CHc = contenido de humedad de control (%).

Pc = peso de control (gr).

Pi = peso inicial (gr).

Chi = contenido de humedad inicial (%).

$$CHc = \frac{0,168}{0,649} (350,9 + 100) - 100$$

CHc = 16,71 %

4.2 Registro de Datos del Secado de la Madera

Los árboles fueron derribados y troceados para la obtención de las probetas en fecha 18 de septiembre de 2021, con un diámetro promedio de 82.33 cm de DAP. a 1.30 m de altura a partir del nivel del suelo; obteniendo una troza de cada árbol la cual luego fue troceada con motosierra. Luego se trasladó al aserradero donde se obtuvieron las

probetas orientadas en corte radial y tangencial y oblicuo El traslado de las probetas fue en fecha 27-9-2021; y el inicio del proceso de secado se lo realizo en fecha 28-09-2021 en las instalaciones del Laboratorio de Tecnología de la Madera de la Universidad Juan Misael Saracho, utilizando el método del encastillado horizontal.

El secado de la madera se ha desarrollado durante 2 meses, una dificultad fue que perdió mucha agua por día que genero cambios en la madera como alabeos, torceduras, arqueaduras, abarquillamiento, también las dimensiones de algunas probetas se redujeron tanto en largo, como ancho y grosor de las probetas.

La especie Toborocho blanco (*Chorisia insignis* HBK.) tiene una densidad básica de 0,20gr/cm³. (Baldivieso, 2021)

4.3 Resultados de ensayos de Cepillado.

Cuadro N°28: Resultados de ensayos de Cepillado

ESTADO DE LA MADERA	ANGULO	SIMBOLOGIA		CALIFICACION VELOCIDAD CONSTANTE 12m/min											
				TANGENCIAL				RADIAL				OBLICUO			
				→		←		→		←		→		←	
MADERA SECA	15°	□	□%	1,888	1,555	2,166	1,888	1,833	1,666	2,111	1,889	1,888	1,888	1,666	1,444
		S%	SD	0,22	1,621	0,353	1,816	0,353	1,583	0,333	1,777	0,22	1,195	0,25	1,466
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3
MADERA SECA	30°	□	□%	2,166	2,111	1,944	1,888	2,055	2	2,278	2,222	2,5	2,555	2,222	2,444
		S%	SD	0,433	1,816	0,166	1,695	0,464	1,738	0,363	1,894	0,433	2,05	0,441	1,855
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3

□	promedio de los grado de defecto
□%	promedio de los porcentaje de extencion
S%	desviacion estandar entre probetas
SD	defecto dominante
N	numero de probetas
K	numero de arboles

Los resultados del cepillado de la madera de Toborocho blanco, se consideran dentro del grado de calidad de buena en un ángulo de corte 15° por lo que presenta defectos superficiales, y regular en ángulo de corte 30°, considerando un porcentaje de 60 a 80 % libre de defecto. Según (Serrano, (2001)) podemos verificar que a mayor ángulo de corte los defectos resaltan más ya sea en corte radial, tangencial y oblicuo.

4.3.1 Reporte de defectos secundarios del cepillado.

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

CUADRO N°29: REPORTE DE DEFECTOS DEL CEPILLADO

PROBETAS	ORIENTACIÓN	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO			
			Grano arrancado	Grano vellosos	Grano levantado	
9	Tangencial	→ A favor del grano	2,166	acentuado	1,583 leve	1,933 leve
9	Tangencial	← En contra	1,944	leve	1,497 leve	1,795 leve
PROBETAS	ORIENTACIÓN	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO			
			Grano arrancado	Grano vellosos	Grano levantado	
9	Radial	→ A favor del grano	2,055	acentuado	1,528 leve	1,844 leve
9	Radial	← En contra del grano	2,278	acentuado	1,639 leve	2,022 acentuado
PROBETAS	ORIENTACIÓN	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO			
			Grano arrancado	Grano vellosos	Grano levantado	
9	Oblicuo	→ A favor del grano	2,5	acentuado	1,75 leve	2,2 acentuado
9	Oblicuo	← En contra del grano	2,2	acentuado	1,611 leve	1,977 leve

Fuente: Elaboración propia

Los defectos más frecuentes fueron de grano arrancado, grano levantado que se consideran como grano dominante tanto a favor y a contra grano, los cuales se encontraban dentro del rango de 2-3 por lo que se los podía calificar como calidad de regular.

En el cuadro a continuación se puede observar el ejemplo de cómo se determinó la gravedad del defecto del cepillado a 15° con orientación → a favor del grano de la orientación tangencial.

**CUADRO N° 30: DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD DEL DEFECTO
TANGENCIAL CON DIRECCIÓN →**

N° de árbol	probeta	orientación	dirección	Extensión del defecto	Severidad del defecto	combinación	promedio
1	1	tangencial	→	2	2	2--2	2
	2	tangencial	→	2	2	2 - 2	2
	3	tangencial	→	2	2	2 - 2	2
2	1	tangencial	→	2	3	2 - 3	2,5
	2	tangencial	→	2	2	2 - 2	2
	3	tangencial	→	2	1	2- 1	1,5
3	1	tangencial	→	2	3	2 - 3	2,5
	2	tangencial	→	2	2	2 - 2	2
	3	tangencial	→	3	3	3 - 3	3
PROMEDIO				2,111			2,166
DESVIACION ESTANDAR				0,333			0,433

FORM. TIPOS DE GRANO

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

G. ARRANCADO

$$E=(2,166-1)*1+1$$

$$E=2,166$$

G. BELLOSO

$$E=(2,166-1)*0,5+1$$

$$E= 1,583$$

G. LEVANTADO

$$E = (2,166-1)*0,5+1$$

$$E = 1,583$$

G. ASTILLADO

$$E = (2,166-1)*0,8+1$$

$$E = 1,933$$

CONSTANTES

$$G.A = 1$$

$$G.B = 0,5$$

$$G.L = 0,5$$

$$G.A = 0,8$$

G.A =	. ARRANCADO
G.B =	G. BELLOSO
G.L =	G. LEVANTADO
G.A =	G.ASTILLADO

RESULTADO

DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO
tangencial 15°	2,166	1,583	1,583	1,933
CALIFICACION	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA

**CUADRO N° 31: REPORTE DE DEFECTOS SECUNDARIOS DEL
CEPILLADO A 30°**

PROBETAS	RIENTACION	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO			
			Grano arrancado	Grano vellosc	Grano levantac	
9	Tangencial	→ A favor del grano	1,888	leve	1,444 leve	1,71 leve
9	Tangencial	← En contra	2,166	acentuado	1,583 leve	1,932 leve
PROBETAS	RIENTACION	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO			
			Grano arrancado	Grano vellosc	Grano levantac	
9	Radiaal	→ A favor del grano	1,833	leve	1.416 leve	1,666 leve
9	Radiaal	← En contra del grano	2,111	acentuado	1,555 leve	1,888 leve
PROBETAS	RIENTACION	SENTIDO	GRAVEDAD DEL DEFECTO			
			Grano arrancado	Grano vellosc	Grano levantac	
9	Oblicuo	→ A favor del grano	1,888	leve	1,444 leve	1,71 leve
9	Oblicuo	← En contra del grano	1,666	leve	1,333 leve	1,533 leve

Fuente: Elaboración propia

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

4.4 Resultados del ensayo de Lijado.

CUADRO N° 32: RESULTADOS DEL ENSAYO DE LIJADO

ESTADO DE LA MADERA	ORIENTACION	SIMBOLOGIA	DEFECTOS								VELOCIDAD DE ENSUCIA	FACILIDAD DE REMOCIO	VELOCIDAD DE DESGASTE	TEMPERATURA DE LIJA	
			RAYADO				VELLOSIDAD								
			→		←		→		←						
MADERA SECA	TANGENCIAL	O	S	1,167	0,250	1,444	0,301	1,388	0,333	1,388	0,333	C	B	B	B
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3				
MADERA SECA	RADIAL	O	S	1,111	0,221	1,389	0,221	1,277	0,264	1,277	0,363	C	B	B	B
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3				
MADERA SECA	OBLICUO	O	S	1,056	0,167	1,222	0,263	1,555	0,3	1,277	0,263	C	B	B	B
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3				

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

A	ALTA
B	MEDIA
C	BAJA

Los resultados del ensayo de lijado fueron positivos en los dos defectos, tanto en rayado como en vellosidad dando un rango entre 1-2 calificándola como buena. Con un porcentaje de piezas libre de defecto de 80-90 %.

4.5 Resultados del ensayo de Moldurado.

**CUADRO N° 33 RESULTADOS DEL ENSAYO DE MOLDURADO
(CALIFICACIÓN EN CORTE DOBLE)**

NOMBRE COMÚN Toborochi blanco

NOMBRE CIENTÍFICO *Chorisia insignis* HBK

SENTIDO	ANCHO DE MARCA (mm)			SIMBOLOGIA	CALIFICACION CORTE DOBLE								
	T	R	O		TANGENCIAL			RADIAL			OBLICUO		
					ARRANCADO	ASTILLADO	VELLOSO	ARRANCADO	ASTILLADO	VELLOSO	ARRANCADO	ASTILLADO	VELLOSO
→ A FAVOR DEL GRANO	1	1	1	O (g)	2,333	1,833	1,5	2	1,667	1,333	1,833	1,5	1,333
				S (g)	0,288	0,289	0	0	0,289	0,289	0,289	0,289	
				O(%)	1,666	1	1	1	1,333	1,667	1	1	1
				S (%)	0,577	0	0	0	0,577	0,557	0	0	0
				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)	2	2	1,833	1,833	1,833	1,833	2	1,667	1,5
				S (g)	0,5	0	0,289	0,289	0,289	0,289	0,5	0,289	0
				O(%)	1,667	1,667	1,667	1,667	1,333	1,667	1,667	1,333	1
				S (%)	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	0,557	0,577	0,577	0
				N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				K	3	3	3	3	3	3	3	3	3
O (g)	PROMEDIO DE LOS GRADO DE DEFECTO												
S (g)	DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROBETAS DEL GRADO DE DEFECTO												
O(%)	PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE EXTENCION DEL DEFECTO												
S (%)	DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROBETAS DE LA EXTENCION DEL DEFECTO												
N	NUMERO DE PROBETAS												
K	NUMERO DE ARBOLES												

Fuente: Elaboración propia

En el corte doble se pudo observar de acuerdo al cuadro de resultado, que a favor del grano se mostró excelentes resultados tanto en grano astillado, arrancado y rugoso. Sin embargo, a contra grano se observa resultados los cuales el defecto dominante es el grano arrancado calificado de 1-2 como buena.

**CUADRO N° 34: RESULTADOS DEL ENSAYO DE MOLDURADO
(CALIFICACIÓN EN CORTE SIMPLE)**

NOMBRE COMÚN Toborocho blanco

NOMBRE CIENTÍFICO Chorisia insignis HBK

SENTIDO	ANCHO DE MARCA (mm)			SIMBOLOGÍA	CALIFICACION								
	T	R	O		TANGENCIAL			RADIAL			OBLICUO		
					ARRANCADO	ASTILLADO	VELLOSO	ARRANCADO	ASTILLADO	VELLOSO	ARRANCADO	ASTILLADO	VELLOSO
→ A FAVOR DEL GRANO	1	1	1	O (g)	2,5	2,166	2,333	2	1,667	2,5	1,667	1,333	1,667
				S (g)	0,5	0,288	0,288	0	0,289	0	0,557	0,289	0,289
				O (%)	2	1,666	2	1	1	2,666	1	1	1,333
				S (%)	0,577	0,577	0	0	0	0,577	0	0	0,577
				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)	2	2,5	2,333	2,167	2	2,5	2	1,667	2,25
				S (g)	0,866	0	0,289	0,289	0,5	0,5	0	0,289	1,046
				O (%)	1,667	2,333	2,333	1,333	1,333	2,333	1,333	1,333	2
				S (%)	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	1
				N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				K	3	3	3	3	3	3	3	3	3
O (g)	PROMEDIO DE LOS GRADO DE DEFECTO												
S (g)	DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROBETAS DEL GRADO DE DEFECTO												
O (%)	PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE EXTENCION DEL DEFECTO												
S (%)	DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROBETAS DE LA EXTENCION DEL DEFECTO												
N	NUMERO DE PROBETAS												
K	NUMERO DE ARBOLES												

Fuente: Elaboración propia

4.5.1 Resultados del Moldurado (corte simple).

El resultado del ensayo de moldurado en el corte simple, considerando la dirección del grano, orientación de la probeta y tipo de corte se lo pudo calificar en un rango de 2-3 considerándola de calidad regular. Con un porcentaje de piezas libre de defecto 60-80 %

4.6 Resultados de Ensayos de Taladrado.

CUADRO N° 35: RESULTADO DEL ENSAYO DE TALADRADO

NOMBRE COMÚN Toborocho blanco
 NOMBRE CIENTÍFICO Chorisia insignis HBK

ESTADO DE LA MADERA	REVOLUCIONES	SIMBOLOGIA		TIEMPO DE PENETRACION (SEG.)						CALIFICACION					
				TANGENCIAL		RADIAL		OBLICUO		TANGENCIAL		RADIAL		OBLICUO	
MADERA SECA	500 RPM	O	S	17,39	0,637	16,01	0,769	15,44	0,34	2,333	0,577	2,333	0,577	1,667	0,577
		N	K	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
MADERA SECA	1000 RPM	O	S	14,822	0,471	13,87	0,613	14,38	0,42	2,333	0,577	2,333	0,557	2,666	0,577
		N	K	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

O	VALOR PROMEDIO
S	DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROBETAS
N	NUMERO DE PROBETAS
K	NUMERO DE ARBOLES

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del ensayo de taladrado considerando la orientación y el número de revoluciones por minuto (r.p.m) concluyeron que a mayor velocidad de giro los defectos resaltan más, lo contrario que en menor velocidad los defectos disminuyen gradualmente según la orientación de la probeta. Categorizada en el rango 2-3 de calidad regular con un porcentaje libre de defectos de 60-80%.

4.6.1 Reporte de Defectos Secundarios del Taladrado.

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

CUADRO N° 36: REPORTE SECUNDARIO DEL TALADRADO A 500 RPM

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	N°	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
TANGENCIAL	3	2,333 acentuado	1,333 leve	2,333 acentuado

Taladrado en corte tangencial defecto dominante grano arrancado categorizado como calidad de regular

CUADRO N° 37: REPORTE SECUNDARIO DEL TALADRADO A 500 RPM

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	N°	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
RADIAL	3	2 leve	2,5 acentuado	2,333 acentuado

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

CUADRO N° 38: REPORTE SECUNDARIO DEL TALADRADO A 500 RPM

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	N°	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
OBLICUO	3	2,333 acentuado	1,167 leve	1,667 leve

Taladrado en corte oblicuo, defecto dominante grano arrancado categorizado como calidad de regular.

4.6.2 REPORTE SECUNDARIO DEL TALADRADO A 1000 RPM**CUADRO N° 39: REPORTE SECUNDARIO DEL TALADRADO A 1000 RPM**

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	N°	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
TANGENCIAL	3	2,5 acentuado	1,666 leve	1,833 leve

Taladrado en corte tangencial defecto dominante grano arrancado categorizado como calidad de regular.

CUADRO N° 40: REPORTE SECUNDARIO DEL TALADRADO A 1000 RPM

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	N°	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
RADIAL	3	2,333 acentuado	1,5 leve	1,833 leve

Taladrado en corte radial defecto dominante grano arrancado categorizada como calidad de regular.

CUADRO N° 41: REPORTE SECUNDARIO DEL TALADRADO A 1000 RPM

ORIENTACIÓN	PROBETAS	GRAVEDAD DEL DEFECTO		
	N°	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO
OBLICUO	3	2,833 acentuado	2 leve	1,666 leve

Fuente: (elaboración propia)

Taladrado en corte oblicuo, defecto dominante grano arrancado categorizado como calidad de regular.

4.7 Resultados de Ensayos de Torneado.

CUADRO N° 42: RESULTADOS DEL ENSAYO DE TORNEADO

NOMBRE COMÚN. Toborocho blanco

NOMBRE CIENTÍFICO. *Chorisia insignis* HBK

ÁNGULO DE CORTE	SIMBOLOGIA	CORTE PARALELO AL GRANO				
		TIEMPO EN SEGUNDO	NUMERO		DEFECTOS	
			CORTE (N)	ARBOLES (K)	GRANO ARRANCADO	GRANO BELLOSO
ÁNGULO DE CORTE 0°	O	35,1	3	3	1,333 bueno	1,000 excelente
	S	1,96	3	3	0,289	0
ÁNGULO DE CORTE 15°	O	31,38	3	3	2,167 regular	1,167 bueno
	S	4,73	3	3	0,289	0,289
ÁNGULO DE CORTE 40°	O	34,73	3	3	2,000 bueno	1,000 excelente
	S	2,46	3	3	0	0

O	VALOR PROMEDIO
S	DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROBETAS
N	NUMERO DE PROBETAS
K	NUMERO DE ARBOLES

Los resultados del ensayo de torneado según el ángulo 0° se calificó como buena en grano arrancado y excelente en grano vellosa.

En el ángulo de 15° se calificó como regular en grano arrancado y bueno en el defecto grano vellosa.

Posteriormente en el ángulo de 40° se calificó como buena en grano arrancado y excelente en el defecto grano vellosa.

CUADRO N° 43: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE TRABAJABILIDAD APROXIMADO AL 16,71% DE C.H.

ESPECIE	LIJADO	CEPILLADO	TALADRADO	MOLDURADO	TORNEADO
Toborocho Blanco (Chorisia insignis HBK)	Calificación con lija	Con velocidad constante 12m/min. A 15°	Calificado como regular tanto en	Corte doble calificada como buena y	Tomando en cuenta los tres ángulos en 0° buena,
	N° 100 es, buena.	Calificado como buena Y a 30° regular.	500 r.p.m y 1000 r.p.m.	corte simple como regular.	15° regular, y 40° calificado como buena.

4.8 Discusión.

El ensayo de cepillado para la especie Taborochi blanco (*Chorisia insignis* HBK.) corresponde a una calificación buena a en el ángulo de corte 15° por lo que presenta defectos superficiales, y en el ángulo de 30° calificada como regular. comparado con el ensayo de Apeiba membranaceae. Spruce ex Benth. (*Maquisapa flaccha*), estudio realizado por Chota Ríos, Carlos Frank indica, Los resultados obtenidos muestran un comportamiento promedio variable al cepillado, calificando” como regular y bueno. El Taborochi blanco tiene el mismo resultado en esta comparación.

Los resultados del ensayo Taborochi blanco de lijado fueron positivos en los dos defectos dando un rango entre 1-2 calificándola de buena, comparado con el ensayo de Apeiba membranaceae. Spruce ex Benth. (*Maquisapa flaccha*), estudio realizado por Chota Ríos, Carlos Frank indica, en el ensayo de lijado, calificándose como excelente. El Taborochi blanco en esta comparación obtuvo un menor resultado de bueno.

El ensayo de Taladrado para la especie Taborochi blanco los resultados están con un rango de 2-3 considerado como calidad de regular, tanto en 500 y 1000 RPM. comparado con el ensayo de Apeiba membranaceae. Spruce ex Benth. (*Maquisapa flaccha*), estudio realizado por Chota Ríos, Carlos Frank indica, en el ensayo de taladrado tiene una calidad de bueno y excelente. Comparándolo el Taborochi blanco tiene menor calidad en este ensayo.

Dado los resultados obtenidos en el ensayo de torneado con base a una presencia y ausencia de los defectos de grano arrancado y veloso. Se calificó de 0-1,1-2 y de 2-3 calificando como buena, regular y buena, comparado con el ensayo de Apeiba membranaceae. Spruce ex Benth. (*Maquisapa flaccha*), estudio realizado por Chota Ríos, Carlos Frank indica, resultados buenos categorizándoles dentro del rango de 0-1,1-2, y 2-3 el comportamiento promedio a 0° es calificado como bueno en la parte basal, a 15° y 45° el comportamiento promedio es muy similar entre sí, calificándose para ambos como bueno. De la misma manera se ve la diferencia entre estas dos

especies donde la madera Toborocho blanco no se comporta mejor en este ensayo obteniendo un regular acabado en el ángulo de corte de 15°.

En el ensayo de Moldurado se calificó 1-2 como buena y calificación 2-3 considerándola regular, comparado con el ensayo de Apeiba membranaceae. Spruce ex Benth. (*Maquisapa flaccha*), estudio realizado por Chota Ríos, Carlos Frank indica un comportamiento promedio calificado como regular. El toborocho blanco tiene un resultado mejor que el ensayo de Apeiba membranaceae. Spruce ex Benth. (*Maquisapa flaccha*).

La especie Spruce ex Benth. (*Maquisapa flaccha*) tiene una densidad básica de 0,30 g/cm³, y el Toborocho blanco (*Chorisia insignis* HBK.) tiene una densidad básica de 0,20 g/cm³, por eso se realizó la comparación con esta especie.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

Con la aplicación de la norma correspondiente y a un contenido de humedad CH% en estado seco es de 16,71%, se desarrolló los ensayos de Cepillado, Moldurado, Torneado, Taladrado y Lijado obteniendo las siguientes conclusiones:

- El ensayo de cepillado para la especie Toborocho blanco (*Chorisia insignis* HBK.) corresponde a una calificación buena a en el ángulo de corte 15° por lo que presenta defectos superficiales, y en el ángulo de 30° calificada como regular. El factor velocidad de alimentación fue determinante para que se presentaran tales defectos, ya que cepillando a velocidades de alimentación lentas se obtiene mejores resultados. La severidad de los defectos de cepillado, fueron en general bajos ya que pueden ser eliminados con facilidad con el proceso de lijado. Demostrando con esto que el Toborocho blanco tiene una calidad regular en el cepillado con un 60-80% de probetas libre de defectos. Los defectos más frecuentes fueron de grano arrancado, grano levantado que se consideran como grano dominante tanto a favor y a contra grano.
- Los resultados del ensayo de lijado fueron positivos en los dos defectos, tanto en rayado como en vellosidad dando un rango entre 1-2 calificándola de buena ya que se presentó mejores resultados en la madera lijando a favor del grano, comparando con el lijado en contra del grano. Entonces el lijado en la madera de Toborocho blanco demuestra una buena calidad, con un porcentaje 80-90% de probetas libres de defectos.
- En la operación del taladrado, en lo que se refiere la calidad de entrada y salida de la broca, y en la calidad interna del orificio, se pudo observar cómo grano dominante al defecto grano arrancado con un rango de 2-3 considerado como calidad de regular, seguido del levantado o astillado. En general la madera de Toborocho blanco en el ensayo de taladrado presenta un porcentaje de piezas libre de defecto de 60-80 %.

- Los resultados del ensayo de torneado tomando en cuenta los tres ángulos de corte fueron en 0° buena, 15° regular, y 40° calificado como buena. en el defecto de grano arrancado y defecto grano vellosa categorizada como excelente (sin defectos), estos defectos son mínimos al realizar el torneado a una velocidad de giro de 2200 r.p.m. ya que se obtuvieron buenos resultados alcanzando un porcentaje libre de defectos 60-80%.
- Considerando la dirección del grano, orientación de la probeta y tipo de corte los defectos de moldurado de la madera que más superficie afectada mostraron fueron el grano arrancado en el corte doble y a contra grano, llegando a calificarse 1-2 como buena, seguido el grano astillado y rugoso alcanzando una calificación 2-3 considerándola regular. Siendo un factor importante la dirección de grano, se obtuvo excelentes resultados realizando el corte de moldura a favor del grano. En general se pudo calificar un rango de 2-3 considerándola de calidad regular tanto en corte simple como en corte doble. La severidad de los defectos de moldurado fueron bajos ya que pueden ser eliminados con facilidad con el lijado. Entonces la madera de toborochi blanco ofrece una calidad regular de moldurado con un 60-80% de probetas libre de defectos.
- La especie Toborochi blanco tuvo dificultades en el secado de la madera que empezó a cambiar de dimensiones y también empezó a deformarse, se observó alabeos, torceduras, arqueaduras, abarquillamiento, el contenido de humedad en estado verde la madera es muy alto es 350,9%, eso se debe a que la madera es muy porosa, se encontró dificultades en estado verde que la madera se tiene que sacar la corteza o cortar la espinas para poder manejar las troncas para el transporte, también se tuvo que cortar la tronca por la mitad en la parte transversal por que la tronca era de gran dimensión de diámetro, que no podía entrar a la sierra sin fin, también cuando se cortó en con motosierra para partir la madera la cadena se empezó a trabar y malograr por que la madera botaba una sustancia pegajosa junto con la resina que se entraba dentro de la cadena, en la sierra sin fin se tuvo el mismo problema la sustancia se pegaba a la cinta,

se tuvo que limpiar con un objeto bien afilado, se realizó varias veces este proceso hasta que la cinta de la maquina se desprendió, luego se procedió a cortar con sierra circular, igual se tuvo el mismo problema con la sustancia con resina pegajosa y se procedió a limpiar el disco de la sierra circular, se realizó varias veces hasta acabar el aserrado de las probetas, también hubo dificultad en el transporte nadie quería realizar el traslado, del lugar de apeo hasta el aserradero, los aserraderos también no querían realizar los cortes para las probetas, tenían miedo que la madera este sin su CEFO o documentación .

- la especie de Toborocho blanco tiene una densidad de 0,20 gr/cm³.
- Considerando todos los aspectos observados se puede determinar que la madera del Toborocho blanco (*Chorisia insignis* HBK.) tiene una buena a regular trabajabilidad en el maquinado, tanto en cepillado, lijado, taladrado, moldurado y torneado. En el cuadro a continuación se puede observar cómo se determinó la calificación de buena a regular trabajabilidad.

CUADRO N° 44: CALIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS DE LIJADO, TALADRADO, CEPILLADO, MOLDURADO, TORNEADO.

lijado	buena
cepillado	regular, buena
taladrado	regular, regular
mordurado	buena,regular
torneado	buena,regular,buena

5.2 Recomendaciones.

Poner a disposición los resultados obtenidos en el presente estudio, con la finalidad de que se conozcan las potencialidades de esta especie y de esta manera logren mejores oportunidades de competitividad en el mercado de los productos forestales maderables.

Realizar tratamientos profilácticos a la madera ya aserrada de este modo evitar la invasión de hongos u otros agentes patógenos. y parafinar los extremos de la madera aserrada con el fin de evitar rajaduras o grietas.

El proceso de torneado se realiza en piezas que regularmente se integran como componentes de diversos productos. De la especie estudiada, presentan buenas

características, pero no tienen una dureza aceptable y se sugiere que se utilicen en ebanística o adornos artesanales y entre otros.

El moldurado se realiza en piezas que se utilizan para adornar componentes de otros trabajos, y la elegancia es una condicionante de las maderas que se utilizan para este fin. De esta manera es que, al obtener resultados buenos a regulares, no se recomienda esta especie para dichos trabajos, pero sí para adornos o cosas que no soporten mucho peso ya que la madera no tiene buena resistencia física.

El proceso de taladrado se considera que no afecta la apariencia de la superficie de la madera, pero puede influir en la calidad de los productos por deficiencias en el ensamble.

El objetivo del lijado es eliminar asperezas de la superficie de la madera, que puede ser factible con la combinación apropiada de lijas. Sin embargo, al eliminar las asperezas puede ocasionar también una reducción en dimensiones de la madera, que la haría inadecuada para el uso destinado, lo que fundamenta la importancia de la calidad de los otros procesos analizados (cepillado, torneado y moldurado).

En general, y considerando todos los aspectos observados se pudo comprobar que la madera de Taborochi blanco es de fácil trabajabilidad, no ofrece ninguna dificultad grave en su proceso ya que en casi todas las pruebas se presentaron buenos a regulares resultados, por lo tanto, se puede recomendar para la elaboración, ebanistería, torneados y artesanías.