

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCION

En Bolivia, la creciente demanda de productos maderables y la identificación paulatina de muchas especies de importancia económica obliga a buscar cada vez nuevas especies de importancia económica que puedan ingresar al mercado maderero y para ello es necesario la realización de estudios que permitan evaluar de manera individual cada una de las propiedades físicas de la madera, proporcionando así una idea muy aproximada de cuál puede ser su comportamiento bajo las diferentes condiciones de uso y servicio. Por lo tanto, conocer los valores de las propiedades físicas de la madera y su variación proporcionará datos de gran valor que permiten encontrar los posibles usos más adecuados a las especies (Aguirre V. A, 1991).

Por lo que el presente trabajo pretende reunir los elementos necesarios para conocer el comportamiento físico de la madera de la especie Tipa colorada (*Pterogyne nitens Tul.*) proveniente de la comunidad de Palos Blancos del departamento de Tarija, como una contribución al conocimiento tecnológico de las especies forestales de interés comercial con la cual se podrá sugerir, probar, validar y difundir las posibilidades de diversificación de los productos forestales en nuestro país.

A este respecto (Vignote Pena Santiago, 2000), indica que en la actualidad el hombre sigue teniendo a su disposición una amplia gama en la oferta de maderera, ante esta gran oferta, el industrial puede elegir aquella madera que mejor se adapte de acuerdo a sus necesidades y características, de tal forma poder obtener un producto elaborado de calidad óptima, utilizando la madera adecuadamente.

Para tener un mejor conocimiento de la adaptación de la madera para la elaboración de productos finales, y lograr un aprovechamiento óptimo e integral del bosque, es necesario realizar estudios tecnológicos, para que de esta manera se establezca de forma más certera el uso adecuado de la madera de la especie en estudio y por ende, su trabajabilidad de la misma, para lo cual se debe realizar estudios sobre propiedades físicas, mecánicas, anatómicas, organolépticas, entre otros.

2. JUSTIFICACIÓN

La sobre explotación de especies valiosas tradicionales en el mercado; han llevado a la escases de dichas especies lo que con lleva a investigar nuevas especies forestales para ofertar en el mercado.

Se espera que al determinar las propiedades físicas de la madera de la especie Tipa colorada (*Pterogyne nitens Tul.*) atribuyen a aportar datos técnicos de esta nueva especie no tradicional, y así poder conocer sus posible usos en los que se pueda emplear esta especie y de esta manera, contribuir al conocimiento tecnológico de especies bolivianas.

Con la determinación de las propiedades físicas en el Laboratorio de Tecnología de la Madera, se quiere demostrar y comprobar científicamente para que uso es apto este material, mediante los diferentes estudios se tratara de que la información esté disponible para todos los que requieran de ella y den un mejor respaldo científico a nuevas especies forestales para oferta en el mercado.

3. HIPÓTESIS

El estudio de las propiedades físicas de la especie Tipa colorada (*Pterogyne nitens Tul.*) indica los usos más adecuados y eficientes para esta especie.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Investigar las propiedades físicas de la especie Tipa colorada (*Pterogyne nitens Tul.*) proveniente de la comunidad de Palos Blancos, departamento de Tarija, en base a la Normas Técnicas de la Comisión Panamericana COPANT MADERAS 30:1-013, para efectuar su interpretación y proponer algunas recomendaciones respecto a sus posibles usos de la especie.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar las propiedades físicas de la especie Tipa colorada (*Pterogyne nitens* Tul.) empleando técnicas propuestas por las normas COPANT MADERAS.

- Determinar la Densidad Básica (DB)
- Determinar Peso específico (Pe)
- Determinar las Contracciones Tangencial Normal (Ctn) / Radial Normal (Crn) /Volumétrica Normal (Cvn) /Tangenciales Total (Ctt) / Radiales Total (Crt) / Volumétricas Total (Cvt) de la madera.
- Determinar Contenido de humedad (CH)
- Determinar Tasa de estabilidad (T/R)
- Determinar Porosidad (P)
- Inferir los posibles usos en base a la clasificación de propiedades físicas de la especie Tipa Colorada (*Pterogyne nitens* Tul.)

CAPÍTULO II
REVISION BIBLIOGRÁFICA

2. DESCRIPCION TAXONOMIA DE LA ESPECIE

Reino: Vegetal

Phylum: Telemophytae

División: Tracheophytae

Subdivisión: Anthophyta.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Dicotyledoneae.

Grado Evolutivo: Archichlamydeae.

Grupo de Ordenes: Corolinos

Orden: Rosales.

Familia: Fabaceae o Leguminosae.

Subfamilia: Caesalpinioideae.

Nombre científico: *Peterogyne nitens tul.*

Nombre común: Tipa colorada.

Fuente: Acosta, (2019) Encargado del Herbario de Botánica (U.A.J.M.S).

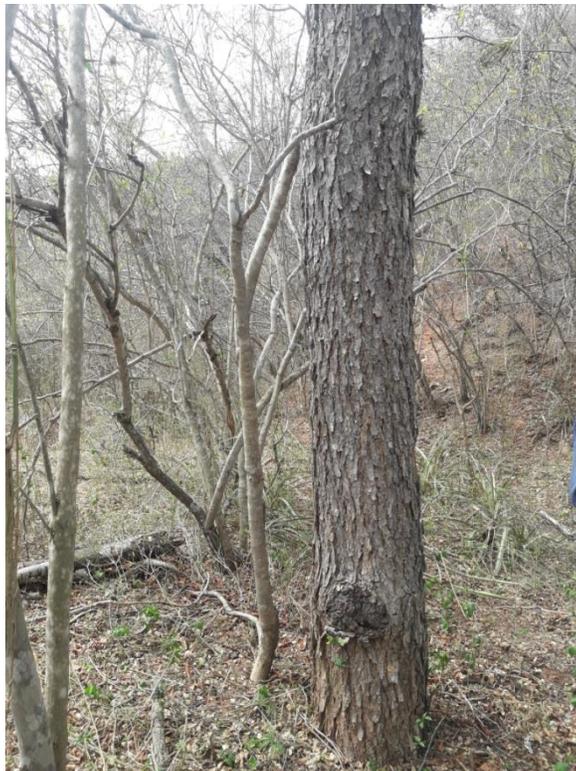
2.1. DESCRIPCIÓN DENDROLOGICA

La Tipa colorada (*Pterogyne nitens Tul.*) es un árbol inerme, de 6-20 m de altura, con el tronco de 20-80 cm de diámetro. Es un árbol heliófilo de áreas abiertas, pionero en suelo arenoso y en áreas degradadas, Florece de enero a febrero, y fructifica de marzo a mayo; sus semillas se cosechan de abril a julio, y conservan mucho tiempo su poder germinativo estando en ambiente seco y a temperatura normal no superior a 30 °C.

2.1.1. Corteza:

Rugosa, castaño grisáceo, grueso en ejemplares adultos, madera dura, interiormente rojiza.
(Legname P.R. 1982)

Fotografía N° 1 Corteza



2.1.2 Hojas:

Compuestas, alternas, imparipinnadas de 10-25 cm de largo con 8-20 folíolos glabros, generalmente alternos, más raro subopuestos, elípticos u ovales, subcoriáceos, nervaduras impresas en la cara superior, prominentes en la inferior, especialmente la principal márgenes enteros, ápice obtuso o emarginado de 3-6 cm de largo por 1,5-3 cm de ancho. Peciólulos breves, de aproximadamente 1 mm de largo, dilatados. (Legname P.R. 1982).

Fotografía N° 2 Hojas



2.1.3 Flores:

Hermafroditas amarillenta subactinomorfa, de 3-4 mm de diámetro, sobre pedicelos glabros, de 3-5 mm de largo. Cáliz con 5 sépalos libres, de 1,2-2 mm de largo por aprox. 1 mm de ancho. Corola con 5 pétalos libres, obovados, cóncavos, de 2-2,5 cm de largo por aprox. 0,8 mm de ancho, glabros. Estambres 10, glabros, filamentos libres, blanquecinos, de aprox. 2,5 mm de largo; anteras pequeñas, versátiles, bitecas, de más o menos 0,2 mm de diámetro. Ovarios súpero unilocular, plurióvulado, pubescente, de 1-1,5 mm de largo por más o menos 1 mm de ancho, achatado; estilo encorvado, glabro, de 1 mm de largo; estigma inconspicuo. A veces, puede presentar flores masculinas por reducción funcional del gineceo, de similares características. Florece de enero a febrero. (Legname P.R. 1982).

Fotografía N° 3 Flores



2.1.4 Frutos:

Sámara comprimida, castaño lustroso, reticulado, glabro, de 4-5 cm de largo por más o menos 1,5 mm de ancho. Una semilla por fruto, oblonga comprimida, marrón de 10-12 mm de largo por 7-8 mm de ancho. (Legname P.R. 1982)

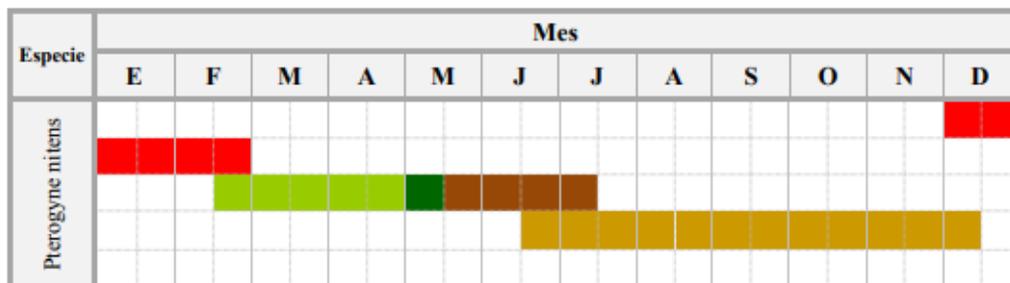
Fotografía N° 4 Frutos



2.1.5 Distribución: Brasil, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina.

2.1.6 Fenología: árbol caducifolio.

Cuadro N° 1 Calendario de Fenofases del ciclo reproductivo



Referencias



Fuente (Darwin A. Caceres 2017) .

2.1.7 Categoría de conservación:

Bajo riesgo/poco conocida (UICN, 2009).

2.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

Las propiedades físicas de la madera, son aquellas que para manifestarse no requieren de la aplicación de una fuerza externa sobre la muestra, se determinan sin alterar ni cambiar la integridad de la misma, consiste en la observación, pesada, medida y el secado de cada probeta.

Para la preparación de las probetas se debe tomar en cuenta la correcta orientación de los anillos de crecimientos y que estén libres de defectos con una orientación bien definida en las diferentes caras (radial y tangencial).

Según (Hoheisel,1968), las propiedades físicas dependen tanto del crecimiento, edad, contenido de humedad, posición del tronco y de la ubicación del terreno, de la cantidad de

sustancias, y la proporción de los componentes primarios que se encuentran presentes en la pared celular y de la orientación y arreglo de los materiales de los diferentes tejidos.

Las propiedades físicas pueden ser determinadas tomando en cuenta los siguientes parámetros: Contenido de Humedad, Humedad Máxima, Contracciones (tangencial, radial, volumétrica), Densidad o Peso Específico (verde, seco al aire y anhidro), Porosidad y Tasa de Estabilidad. (Cruz D. , 2004).

2.2.1 Contenido de Humedad (CH)

El contenido de humedad de la madera es uno de los parámetros más importantes a considerar para los distintos propósitos en que será utilizada la madera. El contenido de humedad (CH) es la cantidad de agua que existe en una pieza de madera, expresada como un porcentaje del peso que tendría ésta en condición totalmente anhidra, por estar el contenido de humedad referido a un porcentaje del peso anhidro de la madera, su valor puede ser superior al 100 %. (Cruz D. 2004).

2.2.2 Movimiento del Agua en la Madera

En las frondosas el movimiento de agua es a través de los vasos y fibras, durante el secado el movimiento del agua es mayor en sentido longitudinal, luego radial y es mínimo en sentido tangencial. (Fromet G. 1954)

El agua se mueve de las zonas de mayor contenido de humedad a zonas de menor contenido de humedad, es decir que la superficie debe poseer menor contenido de humedad con relación al interior. (Kollmann Franz, 1951)

El principio de la pared fría nos indica que el agua se mueve de las zonas más calientes a zonas frías, es necesario que el centro esté más caliente que la superficie, para facilitar la salida del agua del interior hacia fuera de la madera. (Cruz D. 2004)

2.2.3 Formas en que se encuentra el Agua en la Madera

Según (Cruz D. 2004), la madera perteneciente a árboles recientemente apeados contiene los siguientes tipos de agua:

a) Agua Libre

Es el agua que se encuentra en las cavidades celulares o el lumen de los elementos vasculares, dando a la madera lo que comúnmente se denomina la “condición verde” y al iniciarse el secado, el agua libre de los poros se va perdiendo fácilmente por evaporación ya que es retenida por fuerzas capilares muy débiles, hasta el momento en que ya no contiene más agua de este tipo. En este punto, la madera estará en lo que se denomina “punto de saturación de las fibras”, que corresponde a un contenido de humedad que fluctúa entre 20-35 %. A partir de esta condición, se producen modificaciones en las propiedades físicas.

b) Agua de Impregnación

Se suele llamar también agua de imbibición, es el agua retenida en la pared celular, o la máxima cantidad de agua que puede absorber en una atmósfera saturada, comprendida entre 0 % a 30 % de contenido de humedad.

Sorción molecular, es cuando los grupos polares de agua entran a la madera y son retenidas por la fibrillas elementales y micro fibrillas debido a los grupos OH de la celulosa existente en la periferia de estas dos anteriormente nombradas y de la pared celular. Esta sorción acaba cuando la humedad es de 6 y 8%.

Condensación capilar, Aparece en los espacios de las fibrillas elementales, micro fibrillas y lumen de las células, acaba cuando el contenido de humedad está en el punto de saturación de la pared celular.

c) Agua de Constitución

Es aquella que entra a formar parte de los compuestos químicos que constituyen la madera, al eliminar o disminuir esta agua se origina la destrucción de la madera, ya que la misma puede ser eliminada solamente por carbonización.

2.2.4 Clasificación de la madera según su humedad

Al aprear un árbol su madera del mismo posee gran cantidad de agua, el contenido es variable según la especie, procedencia y época de corta.

Dependiendo de la cantidad de agua presente en una madera se presentan tres estados los cuales son:

Estado de la madera Verde, es aquella cuyo contenido de humedad es superior a 18%, este tipo de madera se utiliza en construcción, pilotes sumergidos en agua. El mayor riesgo que presentan estas maderas, son las pudriciones, la madera verde se seca en el sitio de utilización de la misma; se usa para la construcción de puentes, caballetes y galpones de baja calidad. (Cruz D. 2004).

Estado de la madera Seca al Aire, es la que se somete a un proceso de secado, ya sea natural o artificial lo que hace que pierda el agua libre y parte del agua de imbibición. Posee un contenido de humedad entre 12 y 18 % Es la forma más sencilla y económica para secar madera aserrada. Se utiliza principalmente para durmientes, postes y son maderas destinadas a tratamiento con protectores. (Cruz D. 2004).

Estado de la madera Anhidra, aquella madera que tiene un contenido de humedad menor del 12 hasta 0 %. Todo este proceso que ocurre en una pieza de madera se debe a que esta es un material netamente higroscópico, es decir tiene la propiedad de ganar y perder humedad en intercambio con la humedad del ambiente, hasta establecerse en un equilibrio. Dicha propiedad se debe a dos características, una de ellas es la estructura porosa capilar que permite a la madera el paso de los vapores y líquidos a su interior, y la otra característica es su composición química, que hace que los grupos oxidrilo reaccionen con las moléculas de agua (Cruz D. 2004).

2.2.5. Determinación del Contenido de Humedad

Existen diversos métodos para ejecutar el cálculo del contenido de humedad los mismos que serán descritos a continuación:

a) Secado al Horno o por Pesadas

Es uno de los métodos más utilizados, debido a sus ventajas que presenta, ya que para su ejecución se utiliza muestras de pequeñas dimensiones, es preciso y sencillo, sin embargo una de las desventajas es el tiempo que se necesita para obtener resultados, consiste en

cortar una pieza de madera con dimensiones establecidas según normas COPANT MADERAS, las muestras son pesadas en la balanza obteniendo así su peso húmedo, posteriormente se la introduce a una estufa con temperatura de 40 °C, 60 °C y 103 °C, + - 2 °C en intervalos de 24 horas peso que es registrado como anhidro.

Para realizar su cálculo utilizamos la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{Ph - Po}{Po} * 100\%$$

Dónde: **CH** = Contenido de humedad en % **Ph** = Peso húmedo en gr.

Po = Peso Seco al Horno en gr.

b) Xilohigrómetro Eléctrico

Son medidores eléctricos de humedad, fáciles de manejar y se obtienen lecturas rápidas permiten realizar el cálculo del contenido de humedad sin cortar la pieza, existen dos tipos de xilógrafos que son de resistencia y de capacidad

c) Xilohigrómetro de Resistencia

Poseen dos electrodos de tipo aguja, cuando éstos se introducen a la madera a una profundidad de 1/5 de espesor, el resultado brindado es el promedio del contenido de humedad de la muestra en estudio, lo mismo que se debe al normal gradiente que tiene. Una de las ventajas que presenta las lecturas realizadas son confiables únicamente entre el 0 % al 30 % (Agua Higroscópica), debido a que la resistencia eléctrica es proporcional sólo en el rango mencionado.

d) Método por Destilación

Al ejecutar el método por pesadas en especies que poseen maderas que contienen sustancias volátiles, aceites y resinas los errores pueden alcanzar del 5 % al 10 % del peso seco, utilizando el método por destilación se puede eliminar los errores.

2.2.6. Máximo Contenido de Humedad

Se presenta cuando las paredes celulares se encuentran completamente saturadas y los lúmenes están llenos de agua, se da al colocar la madera en un ambiente demasiado húmedo, como ser sumergir la madera en un recipiente o estanque con agua por largo tiempo. (Vignote Pena Santiago, 2000).

Cambios Dimensionales de la Madera

Las alteraciones de humedad producen cambios dimensionales en la madera, se debe a las variaciones de ganancia o pérdida de agua en la pared celular.

a) Contracciones y Dilatación de la Madera

Se refiere a los cambios tanto en dimensiones como en volumen, debido a las variaciones del contenido de humedad por debajo del punto de saturación de las fibras, es la disminución de dimensiones, volumen de la madera se expresa en términos de porcentaje correspondiente al estado verde. (Cruz D. 2004).

b) Anisotropía

Posee valores diferentes de dilatación térmica en sus tres dimensiones anatómicas, la dilatación radial y tangencial aumentan con la densidad de la madera, la dilatación longitudinal no depende de la densidad pero varía entre especies, las microfibrillas que forman la pared celular se colocan en mayor proporción a lo largo del eje de la célula y el agua higroscópica rellena los espacios entre ella, dicha agua al ser eliminada las microfibrillas tienden a unirse entre sí por motivo que hace que la pared celular sufra una contracción en el corte transversal. (Cruz D. 2004).

c) Estabilidad Dimensional

Los cambios de humedad que suceden en el medio hace que las maderas reacciones a diversas formas, entre menores sean los valores de contracción y los coeficientes de retractabilidad es mejor el comportamiento de las piezas de madera que se encuentran sujetas a cambios ambientales.

La relación existente entre las contracciones tangenciales y radiales, indica la aptitud que tienes una madera para comportarse una vez alcanzado el contenido de humedad correspondiente al equilibrio higroscópico del sitio. (Cruz D. 2004).

2.3. DENSIDAD

Es la masa por unidad de volumen a un determinado contenido de humedad, expresada en gramos por centímetro cúbico (gr/cm^3), la madera por ser un material poroso está constituido por sustancias las mismas que son indicadores de las propiedades mecánicas, características de trabajabilidad comportamiento en el secado, propiedades eléctricas, térmicas y acústicas. (JUNAC). Se distingue cuatro densidades para la misma muestra de madera que son:

Densidad Verde (DV), es la relación existente entre el peso verde (PV) y el volumen verde (VV).

Densidad Seca al Aire (DSA), relación existente entre el peso seco al aire (PSA) y el volumen seco al aire (VSA).

Densidad Anhidra (DA), relación que existe entre el peso anhidro (PSH) y el volumen anhidro.

Densidad Básica (DB), es la relación entre el peso seco al horno (PSH) y el volumen verde (VV), es bastante utilizada debido a las condiciones en las que se basa, ya que son estables en una especie determinada.

2.3.1 Peso específico de la madera

El peso específico (P_e) es la relación entre el peso de la madera a un determinado contenido de humedad y el peso del volumen de agua desplazado por el volumen de la madera, considerando que la densidad del agua es igual a 1, se dice que la relación entre la densidad de la madera dividida entre la densidad del agua iguala a su peso específico (Cruz D. 2004).

2.3.2 Peso Específico Real

Es el peso que corresponde a la pared celular, es referido como el peso específico de la madera sin tomar el volumen de espacios inherentes a la misma, es un valor relativamente constante para todas las especies de maderas, ya que solamente se toma en cuenta la densidad de los componentes químicos que forman la pared celular de la madera. Para su determinación es necesario medir el volumen de los espacios vacíos, la manera de realizarlo es utilizando un elemento que desplace al aire de sus espacios. (Aguirre Santiago 1991)

2.3.3 Porosidad

Es el porcentaje total de espacios vacíos en la madera cuando es eliminada la totalidad del agua en la pieza.

CAPITULO III
MATERIALES Y METODOS

3. MATERIALES Y METODOS

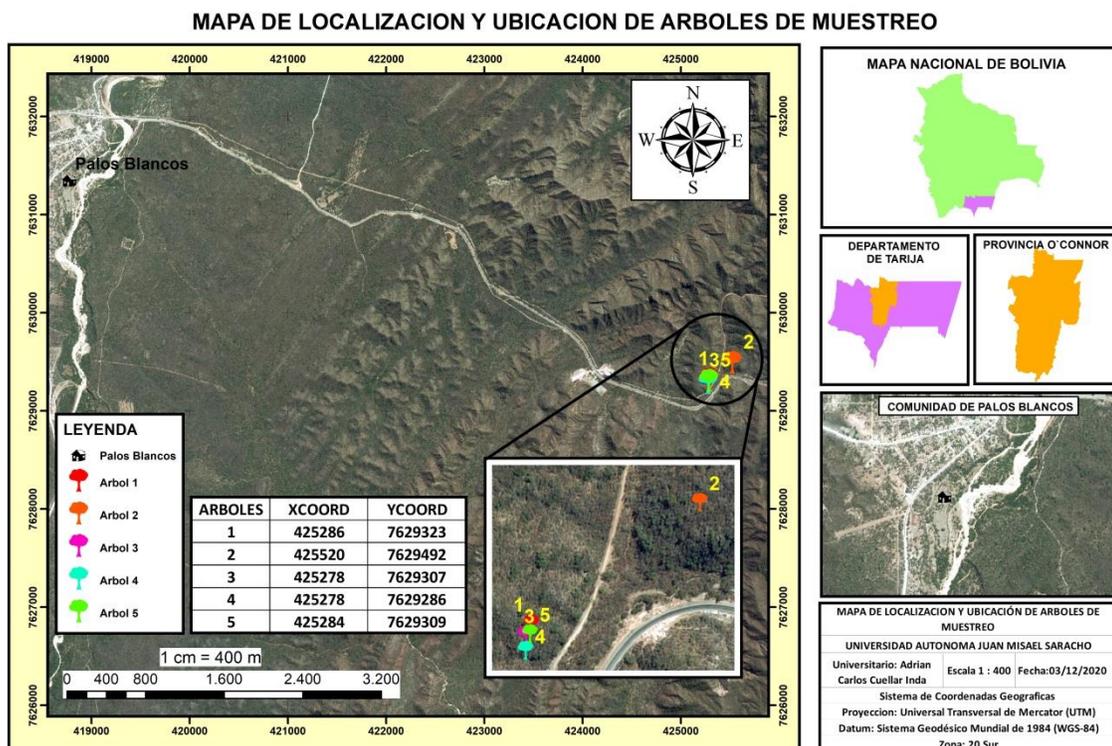
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1.1. Localización

La comunidad de Palos Blancos se encuentra ubicada en el municipio de Entre Ríos, única sección de la provincia O'Connor del Departamento de Tarija.

Palos Blancos es una zona que se encuentra ubicada a una altitud de 739 metros sobre el nivel del mar, sus coordenadas son 21°22'00"S y 63°51'00" W en formato DMS (grados, minutos, segundos) o -21.3667 y -63.85 (en grado decimales) su posición UTM es MB13

http://es.getamap.net/mapas/bolivia/tarija/_palosblancos/de_Tarija.





3.1.2. Características Biofísicas

El aspecto biofísico de la comunidad Palos Blancos, se realiza a través de la caracterización de la localización, límites, clima, recursos hídricos, topografía, Los cuales se caracterizan a continuación.

3.1.3. Características Meteorológicas

La clasificación “Thornthwaite” muestra la zona como semiárida, megaternal, influencia gran parte del año por el sistema de alta presión del Atlántico Sur, con vientos cálidos y secos provenientes de Norte o Noreste, en ciertos días de invierno, vientos del sur fríos y húmedos

El clima en la localidad es catalogado también como templado, sub tropical de verano caloroso.

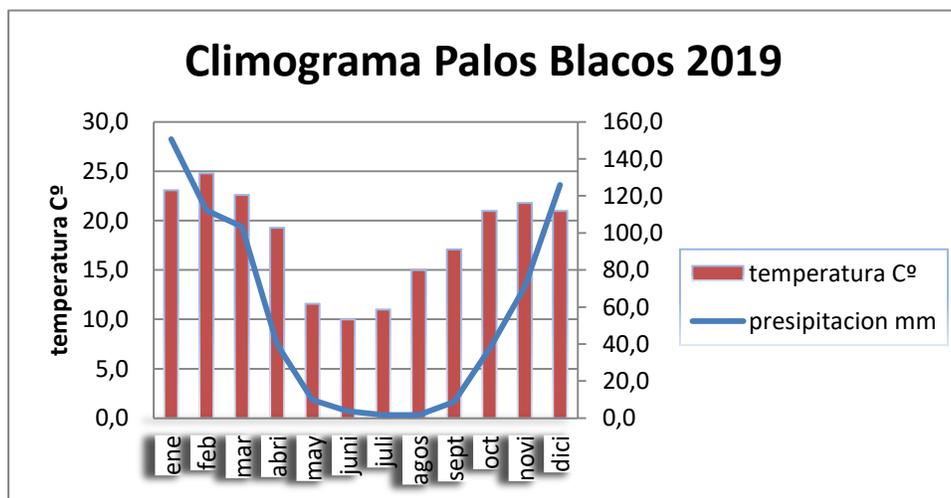
La velocidad media anual del viento es de 8,6 Km/h, con dirección Sur.

Sus precipitaciones oscilan entre los 650 y 850 mm/año.

3.1.4 Temperatura

La temperatura media anual de la región es de 23 ° C, la mínima extrema es de 7 °C y una máxima extrema de 42°C. El periodo más frío corresponde a los meses entre junio y agosto, y el más cálido al de los meses entre noviembre y marzo. (SENAMHI)

Gráfico N° 5 Temperatura zona de estudio.



(Fuente; Elaboración Propia)

3.1.5. Características físicas

3.1.6. Hidrología

En el Subandino predominan rocas poco permeables. Los depósitos cuaternarios se encuentran normalmente en los ejes de los valles siguiendo los cursos fluviales y están restringidos a áreas pequeñas y son de espesores limitados, por lo que tampoco se constituyen en reservorios muy importantes. (SENAMHI)

3.1.7. Geomorfología

Subandino.- La provincia fisiográfica del Subandino está constituida por un conjunto de paisajes dominados por serranías, colinas y valles. Las serranías y colinas del Subandino están orientadas en sentido norte-sur, conformando anticlinales estrechos y valles sinclinales más amplios, donde se instalan los ríos más importantes, originando valles con llanuras aluviales de pequeña a mediana amplitud. Las diferencias más notorias de las serranías Subandinas con relación a las de la Cordillera Oriental son su menor altitud y luego el tipo tectónico de cada una de ellas.

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

Piedemontes Las llanuras de piedemonte en el Subandino son ligeramente o moderadamente disectadas, constituidas por material de origen coluvio-aluvial con diverso grado de selección y redondeamiento en sus clastos componentes. Las pendientes varían desde 2 hasta 15%, sin afloramientos rocosos y con poca pedregosidad superficial. Inventarios y análisis temático de los recursos.

Los suelos son moderadamente profundos a muy profundos y muestran erosión laminar ligera a moderada. Son bien drenados, pardo oscuros, con texturas franco arcillosas a franco arenosas, generalmente con pocos fragmentos gruesos en el perfil. La estructura es en bloques subangulares o migajosa, son suelos no-calcáreos con pH variable entre 6 y 8, generalmente no son salinos ni sódicos, exceptuando en la zona seca del Subandino en los alrededores de Palos Blancos y Zapaterambia donde se encuentran localmente grados medios de salinidad. (PDOTT-2006-2025)

3.1.8. Vegetación del subandino

La vegetación del Subandino comprende bosques, matorrales y pastizales que cubren una secuencia de serranías y colinas subparalelas y elongadas en dirección norte-sur. Entre estas serranías se ubican valles intermontanos estrechos y amplios. Este gradiente

altitudinal de 2.000 m tiene mucha influencia en las características tipológicas y florísticas de la vegetación. Se presentan 4 tipos principales de vegetación: bosque nublado de la selva Tucumano-Boliviana, bosque húmedo de la selva Tucumano-Boliviana, bosque subhúmedo transicional y bosque xerofítico del Chaco Serrano.

Bosque xerofítico del Chaco Serrano En los sectores noreste de la provincia O'Connor y noroeste de la provincia Gran Chaco, se presenta un bosque xerofítico denominado bosque del Chaco Serrano (símbolos: 28, 32, 64), que es una variante del bosque de la Llanura Chaqueña que penetra en el Subandino (Hueck, 1978). Cubre un paisaje de serranías y colinas bajas hasta las últimas estribaciones del Subandino en contacto con la Llanura Chaqueña y presenta un clima cálido árido a semiárido. Los suelos en este sector son superficiales a moderadamente profundos, franco arcillosos, con poca materia orgánica y baja disponibilidad de nutrientes. En algunos sectores son afectados por procesos de erosión hídrica y sodicidad moderada. Los géneros característicos son: *Ruprechtia*, *Andenantha*, *Phyllostylon*, *Tabebuia*, *Amburana*, *Calycophyllum* y *Prosopis*. La vegetación está constituida por un bosque extremadamente xeromórfico, generalmente ralo, bajo y caducifolio. La composición florística presenta 72 familias, donde las más importantes son las *Mimosaceae*, *Caesalpinaceae*, *Capparaceae* y *Anacardiaceae* al igual que las *Ulmaceae* y *Bignoniaceae* con especies mesomórficas, por la mejor humedad ambiental y edáfica respecto a la Llanura Chaqueña. Son importantes las siguientes especies: cebil (*Anadenanthera colubrina*), quebracho colorado (*Schinopsis* quebracho colorado), quebracho blanco (*Aspidosperma* quebracho blanco), algarrobilla (*Caesalpinia paraguariensis*), toboroche (*Chorisia insignis*), Inventarios y análisis temático de los recursos naturales perilla (*Phyllostylon rhamnoides*) y orco quebracho (*Schinopsis hankeana*). Formando manchas dispersas se encuentra el roble (*Amburana cearensis*) y urundel (*Astronium urundeuva*). En pendientes más xerofíticas y “bordos” (cimas en media de un ladera) se presenta la lanza bordeña (*Saccolium lanceolatum*). Por otro lado, la palma real (*Trithrinax sp.*) en forma dispersa o formando pequeños palmares en sitios localizados, es indicadora de la degradación del suelo asociado a la aridez, salinidad y procesos de erosión hídrica. El estrato arbustivo es denso a ralo, la composición botánica

es parecida a la que presenta la Llanura Chaqueña con predominio de duraznillo (*Ruprechtia triflora*), duraznillo negro (*Ruprechtia sp.*), garrancho (*Acacia sp.*). El estrato herbáceo es ralo a denso, compuesto por hierbas anuales y bianuales como la carahuata (*Bromelia sp.*), motojobobo (*Solanum biolaefolium*), afatilla (*Sida sp.*) y algunos pastos como *Bouteloua sp.* e *Ichnantus sp.* En las llanuras aluviales y piedemontes, con altitud próxima a 500 msnm como en Palos Blancos, Puerto Margarita y Bereti Chaco, se presentan matorrales espinosos, altos, densos a ralos con árboles emergentes aislados y en manchas en sitios más húmedos, con una composición botánica similar a los matorrales de la Llanura Chaqueña. En el estrato arbóreo emergente son más abundantes las especies quebracho colorado, algarrobo (*Prosopis alba*), mistol (*Ziziphus mistol*) y otras. (PDOTT-2006-2025)

3.2. FAUNA

3.2.1. Mamíferos

Las especies más representativas de mamíferos son el quirquincho bola (*Tolypeutes matacus*), el peludo (*Euphractus sexcinctus*), la mulita (*Dasybus novemcinctus*), el chanco de monte (*Tayassu pecari*), el pecarí de collar (*Pecari tajacu*) el oso melero (*Tamandua tetradactyla*), y el oso bandera (*Myrmecophaga tridactyla*) (SERNAP, 2010).

3.2.2. Aves

Entre las aves que se encuentran surcando los aires de la serranía del Aguarague están los jotes (*Cathartes aura*), el águila coronada (*Harpyhaliaetus coronatus*) y el majestuoso cóndor (*Vultur gryphus*), también son representativos los loros (*Amazona aestiva*), paloma (*Columbina picui*), tucán (*Ramphastos toco*) y las pavas (*Penelope sp.*).

3.2.3. Reptiles

Entre los reptiles más representativos está el peni del chaco (*Tupinambis teguixin*), la cascabel (*Crotalus durissus*) y la coral (*Micrurus annellatus*).

3.2.4. Anfibios

En los cuerpos de agua los anfibios más comunes son: los sapos (*Rhinella paracnemis* y *R. spinulosa*) y ranas (*Hyla albonigrata* y *H. marianitense*).

3.2.5. Peces

Entre los peces más importantes de alimentación están el sábalo (*Prochilodus lineatus*) y el dorado (*Salminus maxillosus*), en las quebradas se encuentran peces del género *Trichomycterus*. (SERNAP, 2010).

3.3 ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS

3.3.1. Población y Vivienda

Según el censo nacional de población y vivienda efectuado por el INE en diciembre del 2012 en la comunidad de Palos Blancos se tiene una población de 518 habitantes.

La población de Palos Blancos no cuenta con gran cantidad de habitantes provenientes de etnias y todas las poblaciones utilizan el lenguaje castellano para su comunicación. (INE)

3.3.2. Estabilidad Poblacional

La población no es ajena a la migración nacional e internacional de sus habitantes ya que debido a las pocas o inexistentes fuentes de trabajo posibles en el lugar de origen, deben ir en busca de nuevas expectativas de vida aspectos como la posesión de la tierra, la depresión económica y productiva, la identidad cultural, etc.

Constituyen las causas por las cuales los pobladores sobre todo jóvenes, abandonan el campo. (PDOTT-2006-2025)

3.3.3. Economía

Los habitantes de palos blancos se dedican al expendio de comida a los viajeros en el tránsito a las ciudades de Tarija, Villa Montes, Yacuiba y puerto margarita también se dedican a las actividades forestales de manera selectiva.

3.3.4. Sector Agropecuario

El sector agropecuario no está muy difundido a la poca existencia de fuentes de agua y suelos aptos para la agricultura y solo se practica con fines de autoabastecimiento.

3.3.5. Sector Pecuario

La actividad pecuaria esta poco desarrollada y está destinada al consumo local tanto en el ganado vacuno, caprino y porcino. (PDOTT-2006-2025)

3.4 MATERIALES

Para la ejecución del presente trabajo se utilizó los siguientes materiales:

Materiales de gabinete

- Libreta de anotaciones
- Materiales de escritorio
- Computadora
- Calculadora
- Material de escritorio
- Planillas de registro
- Norma de COPANT MADERAS

Material vegetal

Tipa colora (*Pterogyne nitens Tul.*)

Materiales de campo

- Motosierra
- Cámara fotográfica
- Vehículo para el transporte del material
- Machetes
- Flexómetro
- Hachas
- Brújula
- Mezcla y Aceite
- Libreta de campo
- GPS
- Spray color rojo

Materiales de laboratorio

- Balanza de eléctrica (precisión de 0,01 gr)
- Estufa
- Soporte universal
- Recipientes
- Agua destilada
- Formularios
- Cámara fotográfica
- Parafina
- Vaso de precipitados
- Codificación de probetas
- Obtención de las probetas dentro de la viguetas
- Punzón
- Recipiente
- Tornillo micrométrico
- Desecador

3.5 MÉTODOLÓGÍA

La metodología utilizada para elaborar el presente trabajo de Tesis se encarga de definir y sistematizar el conjunto de técnicas correspondientes a la metodología indicada por la Normas Técnicas de la Comisión Panamericana “COPANT MADERAS” para ensayos físicos.

Las normas empleadas son:

Tablas N° 2 Normas Técnicas de la Comisión Panamericana "COPANT"

COPANT 458	Selecciona y recolección de muestras
COPANT 459	Acondicionamiento de las muestras físico - mecánicos.
COPANT 460	Método de determinación del contenido de humedad
COPANT 461	Método de determinación del peso específico aparente
COPANT 462	Método de determinación de contracción
COPANT 30:1-012	Análisis estadístico

3.5.1 Selección y recolección de muestras

El procedimiento de selección y recolección de las muestras se basaron en el sistema al azar como recomienda la norma COPANT 458 de manera que todos los componentes (Zona, sub zona, árbol.) tengan la posibilidad de ser elegidos (Cruz D. 2006).

3.5.2 Definición de la población

Para la determinación de las propiedades físicas de la especie Tipa colorada (*Pterogyne nitens Tul.*) de la comunidad de Palos Blancos, se establecerá las características de cada individuo tales como: especie, edad, diámetro a la altura del pecho (1,30 m).

3.5.3 Selección de la zona

La zona dónde se extraerán los árboles pertenece a la comunidad de Palos Blancos del municipio de Entre Ríos provincia O`Coonor del departamento Tarija, debido a la existencia de una cantidad significativa de la especie en el bosque.

Se realizará la selección de la zona tomando en cuenta la representatividad de la especie en cuanto a sanidad y calidad de los individuos.

3.5.4 Selección de los árboles

En una determinada área al azar se seleccionaron 5 árboles, de los mismos se eligieron 4 al azar, tomando en cuenta sus características, como el diámetro mínimo de 40 cm. con un DAP de (1.30 m), los cuales fueron cortados tomando en cuenta los ejemplares más representativos con un fuste recto y de buena calidad.

3.5.5 Selección de la trozas

Una vez realizado el apeo, y el posterior desramé se dividió el fuste en secciones de 1.30 m de longitud, las cuales serán marcadas en sus extremos para facilitar su identificación, utilizando letras mayúsculas en forma secuencial desde la parte inferior a la parte superior de la troza y luego se realizara un sorteo de las trozas a utilizar de cada árbol.

3.5.6 Selección de la vigueta dentro de la troza

Las viguetas obtenidas de los tablones centrales, tratando que los lados estén bien orientados los mismos que se dividieron longitudinalmente obteniendo de cada uno de ellos las viguetas de 6.5 cm. de sección transversal, teniendo en cuenta las escuadría adecuada para una buena orientación de los anillos de crecimiento y la dirección de las fibras. Posteriormente para darle una sección transversal requerida de 3*3 cm.

3.5.7 Obtención de las probetas dentro de las viguetas

En una primera fase se procedió a aserrar los tablones centrales para luego apilarlos en un galpón el mismo que debe tener una buena circulación de aire.

Después de un lapso de 15 días cuando el contenido de humedad baje, se efectuó la preparación de listones y probetas de tal forma que dos lados opuestos tengan una cara tangencial paralela a los anillos de crecimiento y los otros dos lados presenten una cara radial.

De los listones seleccionados se elaboró las probetas de dimensiones establecidas por las normas de COPANT, posteriormente en lo posible mediante métodos al azar se seleccionaron las probetas para la ejecución de los ensayos, como se puede observar en la siguiente figura.

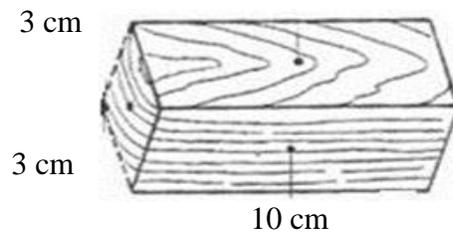


Ilustración 1

3.5.8 Codificación de las probetas

La codificación de las probetas se realizó con la finalidad de poder facilitar la correcta tabulación de los datos a obtener en los ensayos, y poder remplazar correctamente, en el caso de que existan probetas falladas.

Dónde:

2 = Número de árbol

A = Troza

III = Vigueta

1 = Probeta

2 A III 1

3.5.9 Preparación de las probetas – propiedades físicas

Las probetas son lo más representativas posible, obteniéndolas de una sección transversal completa y uniforme el volumen de la probeta debe ser de 33 cm^3 , se debe utilizar para la ejecución del corte herramientas adecuadas.

Las dimensiones de las probetas para la ejecución del estudio de propiedades físicas son de 3 cm. x 3 cm. con una longitud de 10 cm.

3.6 EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICAS

La determinación de las propiedades físicas se efectuó en tres etapas, de acuerdo al estado de las probetas por su contenido de humedad.

a) Estado verde

- **Primera etapa**

Las probetas serán extraídas del recipiente donde se encontraron en remojo hasta alcanzar un contenido de humedad mayor a 30% debido a que la madera pierde humedad desde el momento del apeo hasta la preparación de las probetas. Luego de escurrir el agua de las probetas se procedió a pesarlas, posteriormente se determinarán las dimensiones radial, tangencial y longitudinal y posteriormente se determinó el volumen por el método de inmersión, datos que serán tabulados en las respectivas planillas.

b) Estado seco al aire

- **Segunda etapa**

En este caso las probetas se las dejaron secar en condiciones normales de humedad procediendo a medir cada 5 días y luego cada 10 y 15 días hasta que las probetas lleguen a un peso constante. Los valores correspondientes al peso seco al aire, son las dimensiones radial, tangencial y longitudinal, la determinación del volumen seco al aire por el método de inmersión en agua destilada, los datos serán tabulados en la planilla.

c) Estado seco al horno

- Tercera etapa

Se procedió a colocar las probetas en la estufa dejándose 24 horas, a 40°C, incrementando la temperatura a 60°C durante 24 horas, luego 80°C por el lapso de 24 horas y finalmente a 101-+ 2°C, hasta obtener un peso constante, se retiraron las probetas de la estufa y posteriormente se pesaron, se medirá sus dimensiones de la cara radial, tangencial y longitudinal. Luego se cubrieron las probetas con parafina líquida esto se realizó para evitar la absorción de agua en la determinación del volumen por el método de inmersión.

Los valores registrados de los pesos, dimensiones y volúmenes en los diferentes estados como ser: Estado Verde, Estado Seco al Aire y Estado Seco al Horno o Anhidro; con los datos que se obtuvieron se procedió a realizar los diferentes cálculos.

Con todos estos datos se procedió a calcular:

- Contenido de humedad %
- Densidad aparente y básica en gr/cm^3
- Contracción normal y total (radial, tangencial, longitudinal y volumétrica en %)
- Tasa de estabilidad (T/ Porosidad en %)
- Humedad máxima en %

3.6.1 CONTENIDO DE HUMEDAD

De acuerdo a la norma COPANT 460 se determinara el contenido de humedad por el método de pesas o secado en estufa para cada una de la probetas, para lo cual se utilizó una balanza de (0,01 gr) de precisión y una estufa que permita regular la temperatura de 101 -+2°C. (Cruz D. 2006).

Se pusieron las probetas en la estufa, la misma que contendría un termorregulador que cada 24 horas se incrementó la temperatura en forma gradual de 40, 60, 80, hasta llegar a los 101-+2°C, con la finalidad de que los pesos lleguen a ser constantes, para luego extraer

las probetas y dejarlas en un desecador para posteriormente pesar y registrar los pesos en la planilla correspondiente. Con los datos obtenidos se calcula el contenido de humedad.

$$CH = \frac{PV - PSH}{PSH} * 100$$

CH = Contenido de humedad (%)

PV = Peso de la probeta en estado verde (gr)

PSH = Peso de la probeta en estado anhidro (gr)

3.7. PESO ESPECÍFICO Y DENSIDAD BÁSICA

Según la norma COPANT MADERAS 461, a través de la lectura de la balanza se obtuvo el peso de las probetas en gramos y el volumen mediante el método de medición indirecta por inmersión en agua. Después de los datos se determinó el peso específico aparente para los tres estados correspondientes. Con la relación peso anhidro y volumen verde se obtiene la densidad básica o peso específico básico.

Tablas Nº 3 Peso Específico y Densidad Básica

PV (gr)	Vv (cm ³)	PSA (gr)	VSA(cm ³)	PSH (gr)	VSO (cm ³)
109,96	91,98	72,54	88,23	64,49	84,51
110,69	92,33	73,02	88,39	64,91	85,08

PV = Peso verde **PSA** = Peso seco al aire. **PSH** = Peso seco al horno.

VV = Volumen verde **VSA** = Volumen seco aire. **VSH** = Volumen seco horno.

❖ Densidad Verde (PV)

$$DV = \frac{PV}{VV} \text{ gr/ cm}^3$$

$$DV = \frac{109,96}{91,98} = 1,20 \text{ gr/ cm}^3$$

❖ **Densidad Seca al Aire (DSA)**

$$DSA = \frac{PSA}{VSA} \text{ gr/ cm}^3 \qquad DSA = \frac{72,74}{88,23} = 0,82 \text{ gr/ cm}^3$$

❖ **Densidad Anhidra (DA)**

$$DANH = \frac{PSH}{VSH} \text{ gr/ cm}^3 \qquad DANH = \frac{64,49}{84,51} = 0,76 \text{ gr/ cm}^3$$

❖ **Densidad Básica (DB)**

$$DB = \frac{PSH}{VV} \text{ gr/ cm}^3 \qquad DB = \frac{64,49}{91,98} = 0,70 \text{ gr/ cm}^3$$

3.8. CONTRACCIÓN

La contracciones tanto Cr, Ct y Cv. se determinó según la norma COPANT MADERAS 462, por lo cual se acondiciono de tal forma que las probetas alcancen la condición de equilibrio tanto en el peso como en las medidas. Se procedió a introducir las probetas en la estufa durante tres días graduando la temperatura de 40, 60, 80, hasta los 101-+2°C con el fin de evitar las rajaduras, se registró las mediciones hasta obtener un peso constante en todas las probetas.

Tablas Nº 4 Dimensiones para contracción Radial normal, Tangencial normal y Volumétrica normal.

DRV (mm)	DTV (mm)	Vv (cm³)	DRSA (mm)	DTSA (mm)	VSA (cm³)
30,31	30,31	91,98	29,95	29,69	88,23
30,33	30,25	92,33	29,91	29,51	88,39

DRV = Dimensión radial verde.

DTV = Dimensión tangencial verde.

DRSA = dimensión radial seco aire.

DTSA = Dimensión tangencial seco aire.

VV = Volumen verde.

VSA = Volumen seco aire.

❖ **Contracción radial normal (CRN)**

$$CRN = \frac{DRV-DRSA}{DRV} * 100 \% \quad CRN = \frac{30,31-29,95}{30,31} * 100 = 1,19 \%$$

❖ **Contracción tangencial normal (CTN)**

$$CTN = \frac{DTV-DTSA}{DTV} * 100 \% \quad CTN = \frac{30,31-29,69}{30,31} * 100 = 2,05 \%$$

❖ **Contracción volumétrica normal (CVN)**

$$CVN = \frac{VV-VSA}{VV} * 100 \% \quad CVN = \frac{91,98-88,23}{91,98} * 100 = 4,08 \%$$

Tablas N° 5 Dimensiones para contracción Radial total, Tangencial total y Volumétrica total.

DRV (mm)	DTV (mm)	Vv (cm³)	DRSH (mm)	DTSH (mm)	VSH (cm³)
30,31	30,31	91,98	29,24	28,77	84,51
30,33	30,25	92,33	29,44	28,81	85,08

DRV = Dimensión radial verde.

DTV = Dimensión tangencial verde.

DRSH = dimensión radial seco anhidra. **DTSH** = Dimensión tangencial seco anhidra.

VV = Volumen verde.

VSH = Volumen seco anhidra.

❖ **Contracción radial total (CRT)**

$$CRT = \frac{DRV-DRSH}{DRV} * 100 \% \quad CRT = \frac{30,31-29,24}{30,31} * 100 = 3,53 \%$$

❖ **Contracción tangencial total (CTT)**

$$CTT = \frac{DTV-DTSH}{DTV} * 100 \% \quad CTT = \frac{30,31-28,77}{30,31} * 100 = 5,08 \%$$

❖ Contracción volumétrica total (CVT)

$$CVT = \frac{VV-VSH}{VV} * 100 \% \qquad CVT = \frac{91,98-84,51}{91,98} * 100 = 8,12 \%$$

3.9. TASA DE ESTABILIDAD

Se determinó en función Ctt respecto a la radial que relaciona la contracción tangencial y la contracción radial. Este valor dimensional que expresa la estabilidad de la madera durante el proceso de secado.

$$TASA = \frac{CTSA}{CRSA} \qquad TASA = \frac{2,05}{1,19} = 1,72$$

TASA = Tasa

CTSA = Contracción tangencial seco aire.

CRSA = Contracción radial seco aire.

3.6.5 HUMEDAD MÁXIMA

Se utilizó la medición indirecta de la cantidad de agua que contiene la madera (agua libre y agua de impregnación) la que pueden albergar la madera cuando se encuentra completamente saturada. Donde la humedad se expresa en porcentaje (%) y con sus valores podemos deducir el peso específico máximo en estado verde de la madera o árbol recién apeado.

$$hm = \left(\frac{1}{f \sigma} - \frac{1}{1.5} \right) + 0.28 * 100$$

$$hm = \left(\frac{1}{0,76} - \frac{1}{1.5} \right) + 0.28 * 100 = 90,0 \%$$

hm = humedad máxima (%)

fó = Peso específico anhidro (gr/cm³)

1.5 = Peso específico real de la madera (gr/cm³)

3.10. PESO ESPECÍFICO APARENTE AL 12 %

$$D_{12\%} = D_o * \frac{1 + 0.012}{1 + 0.84 * D_o * 0.012}$$

$$D_{12\%} = 0.74 * \frac{1 + 0.012}{1 + 0.84 * 0.74 * 0.012} = 0,74$$

$D_{12\%}$ = Peso específico aparente al 12 % de contenido de humedad

D_o = Peso específico anhidro en (gr/cm³)

0.84 = Constante.

Todos los valores para las propiedades físicas se detallan en el cuadro de resultados de propiedades físicas.

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

Para realizar el análisis estadístico, se tomara en cuenta las siguientes condiciones indispensables para su ejecución:

- Que los árboles del área y cuya madera no presenten defectos y tengan la misma posibilidad de entrar en el muestreo.
- La recolección de las probetas fue realizada según el muestreo al azar.

El análisis estadístico, se realizó de acuerdo a la norma COPANT 30:1-012 que establece el procedimiento y la presentación de los resultados para poder determinar las propiedades de la madera.

Los datos para el análisis estadístico son:

- Número de árboles ensayados = k = 4
- Número de probetas por árbol = l = 10
- Número total de probetas por ensayo = N = 40

Dónde:

$$N = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + \dots + l_k = \sum_{j=1}^k l_j$$

Los datos anteriores permiten calcular los siguientes valores:

a. Valor promedio (\bar{x}) de los valores individuales por árbol

$$\bar{X} = \frac{1}{l} * (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_l) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l x_i$$

(x) es la variable que indica cada uno de los valores de los resultados obtenidos en cada probeta.

b. Estimación de la varianza

La estimación de la varianza, se determina en base a las relaciones indicadas más adelante para el cálculo de la varianza de valores individuales, estimación de la varianza promedio y la varianza total ($S_1^2; S_2^2; S_T^2$).

Cuadro N° 1 Determinación de las variaciones

	Grados de Libertad	Suma de cuadrados de la desviación	Varianza
Entre los grupos	$n_1 = k - 1$	$A_1 = II - I$	$S_1^2 = \frac{A_1}{n_1}$
Dentro de los grupos	$n_2 = N - k$	$A_2 = III - II$	$S_2^2 = \frac{A_2}{n_2}$
Total	$n_1 + n_2 = N - 1$	$A_1 + A_2 = III - I$	$S_T = \frac{A_1 + A_2}{n_1 + n_2}$

Dónde:

$$n_1 = k - 1 \\ = 4 - 1$$

$$= 3$$

$$n_2 = N - k = \\ 40 - 4 =$$

$$36$$

$$n_1 + n_2 = N - 1 = 39$$

Los números romanos son agrupadores de datos y/o fórmulas; para su desarrollo se presenta el siguiente ejemplo:

Dónde:

$N = 40$ (número de probetas por ensayo)

$k = 4$ (número de árboles)

$l = 10$ (número de probetas dentro de un árbol por ensayo)

$$I = \frac{1}{N} * \left(\sum_{j=1}^N x_j \right)^2 = \frac{(466,90)^2}{40} = 5449,83$$

$$II = l * \sum_{j=1}^k x_j^2 = \sum_{j=1}^k \frac{1}{l} \left(\sum_{i=1}^k x_i \right)^2 = 5452,98$$

$$III = \sum_{i=1}^N x_i^2 = 5458,13$$

$$S_1^2 = \frac{II - I}{k - 1} = \frac{3,15}{3} = 1,05$$

$$S_2^2 = \frac{III - II}{N - k} = \frac{5,16}{36} = 0,14$$

$$S_T^2 = \frac{III - I}{N - 1} = \frac{8,30}{39} = 0,21$$

S_1^2 = Variación de los valores individuales entre los árboles

S_2^2 = Variación promedio

S_T^2 = Variación de todos los valores individuales al rededor del promedio total

3.3.3. Determinación del coeficiente de variación

Se desarrolla primeramente el cálculo de la desviación típica, que es la raíz cuadrada de los valores de variación, obteniéndose:

$$S_1 = \sqrt{1,05} = \pm 1,02$$

$$S_2 = \sqrt{0,4} = \pm 0,38$$

$$S_T = \sqrt{0,21} = \pm 0,46$$

Coficiente de variación (CV_1) para la varianza promedio de los valores individuales entre (k) árboles se determina mediante la siguiente fórmula:

$$CV_1 = \frac{S_1}{\bar{X}} * 100 = \frac{1,02}{11,67} * 100 = 8,77 \%$$

Coficiente de variación (CV_2) para la varianza promedio de los valores de las varianzas dentro de los (k) árboles se determina como sigue:

$$CV_2 = \frac{S_2}{\bar{X}} * 100 = \frac{0,38}{11,67} * 100 = 3,24 \quad \%$$

El coeficiente de variación total (CV_T) para la varianza de los valores individuales

(x_i) Alrededor del promedio total (\bar{X}) se obtiene según:

$$CV_T = \frac{S_T}{\bar{X}} * 100 = \frac{0,46}{11,67} * 100 = 3,95 \quad \%$$

$$q = \pm(k-1) \frac{S_1}{\sqrt{N}} = 3,18 * \frac{1,02}{\sqrt{40}} = \pm 0,52$$

$$p = \frac{q}{\bar{X}} * 100 = \frac{0,52}{11,67} * 100 = 4,41 \quad \%$$

Cálculo del intervalo de confianza para el valor promedio total

En esta fórmula “t” es un factor que depende de (k-1) y que tiene los siguientes valores para una seguridad estadística de 95%. como demuestra la siguiente tabla:

Cuadro N° 2 Valores estadísticos

K -1	2	3	4	5	7	9	14	19	&
t (k-1)	4,3	3,18	2,78	2,57	2,37	2,26	2,15	2,09	1,96

$$q = \pm(k-1) \frac{S_1}{\sqrt{N}} = 3,18 * \frac{1,02}{\sqrt{40}} = \pm 0,52$$

$$p = \frac{q}{\bar{X}} * 100 = \frac{0,52}{11,67} * 100 = 4,41 \quad \%$$

Cuadro N° 3 PROPIEDADES FÍSICAS: ANÁLISIS ESTADÍSTICO: CONTENIDO DE HUMEDAD SECO AL AIRE (CHS) %

CONTENIDO DE HUMEDAD SECO AL AIRE					
N° de probeta	N° de arboles				Lineal
	1	2	3	4	
1	12,48	11,28	11,56	11,66	
2	12,49	11,55	11,59	11,52	
3	12,22	11,39	11,46	11,26	
4	12,29	11,32	11,78	11,53	
5	12,27	11,59	11,18	11,64	
6	12,31	11,40	11,87	11,92	
7	12,43	11,67	11,81	11,59	
8	12,06	11,73	11,70	11,55	
9	12,32	11,39	10,23	11,47	
10	10,68	11,73	11,52	11,45	
<i>l</i>	10	10	10	10	40
$\sum_{i=1}^l x_i$	121,55	115,06	114,70	115,59	466,90
$j \bar{X}$	12,16	11,51	11,47	11,56	46,69
$\sum_{i=1}^l x_i^2$	1.480,04	1.324,09	1.317,64	1.336,36	5458,13
$\frac{1}{l} = \left(\sum_{i=1}^l X_i \right)^2$	1.477,46	1.323,83	1.315,58	1.336,11	5452,98

Formula	Σx	N	Resultado
$X = \Sigma x / N$	466,90	40	11,67
I	217993,19	40	5449,83
II			5452,98
III			5458,13

Formula	
A1= II-I	3,15
A2= III-II	5,16
A3= III-I	8,30
S21	1,05
S22	0,14
S2T	0,21
S₁	1,02
S₂	0,38
S_T	0,46
CV₁	8,77
CV₂	3,24
CV_T	3,95
±q	0,52
p%	4,41

Datos requeridos para el análisis estadístico:

Nº árboles ensayados (K)	=	4
Nº probetas por árbol (I)	=	10
Nº total de probetas por especie (N)	=	40
Promedio total (\bar{X})	=	11,67

Cuadro Nº 4

GRADOS DE LIBERTAD			VARIANZA	DESV. TIPICA
$n1 = k - 1 = 3$	I = 5449,83	$A1 = II - I = 3,15$	$S21 = 1,05$	$S1 = 1,02$
$n2 = N - k = 36$	II = 5452,98	$A2 = III - II = 5,16$	$S22 = 0,14$	$S2 = 0,38$
$n3 = n1 + n2 = N - 1 = 39$	III = 5458,13	$A3 = A1 + A2 = III - I = 8,30$	$S2T = 0,21$	$ST = 0,46$
COEFICIENTE DE VARIACIÓN %			INTERVALO DE CONFIANZA	
$CV1 = 8,77$			$q = 0,52$	
$CV2 = 3,24$			$p = 4,41 \%$	
$CVT = 3,95$			$\bar{X} \pm q = 11,67 \pm 0,52$	
			$\bar{X} \pm p = 11,67 \pm 4,41\%$	

CAPITULO V
PRESENTACION DE LOS
RESULTADOS

5. PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

5.1. RESULTADOS PARA LAS PROPIEDADES FÍSICAS.

Una vez concluido con los ensayos de las propiedades físicas y obtenidos los valores correspondientes de cada etapa, se procedió a realizar los diferentes cálculos físicos y el posterior análisis estadístico según lo estipulado por las normas COPANT MADERAS 30:0.12, en lo referente a la obtención de los resultados individuales.

5.2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Se determinó en tanto por ciento de peso seco en estufa con valores promedios de:

Contenido de humedad en estado verde: 73,71 %

Contenido de humedad en estado seco al aire: 11,67 %

5.3. PESO ESPECÍFICO APARENTE

Los resultados obtenidos en sus tres estados (verde, seco al aire y anhidro), es determinado mediante la relación entre el cociente del peso sobre el volumen de las probetas, obteniéndose resultados promedios en sus tres estados, los mismos que son:

- Densidad verde: 1,17 gr/cm³
- Densidad seca al aire: 0,79 gr/cm³
- Densidad anhidra: 0,74 gr/cm³

5.4. PESO ESPECÍFICO BÁSICO

Conjuntamente la densidad ajustada al 12%, el peso específico básico, son variables relacionadas con la resistencia mecánica de la madera, además a coadyuvar a dar los posibles usos de la madera.

- Peso específico básico: 0,68 gr/cm³
- Densidad ajustada al 12%: 0,74 gr/cm³

5.5. CONTRACCIONES

Tablas N° 6 Contracciones tangencial, radial y volumétrica

ESTADO	C.T%	C.R.%	C.V.%
Verde a Seco al Aire	2,04	1,39	4,33
De Verde a Anhidro	2,04	1,40	8,62
De Verde a C.H. 12%	2,04	1,38	4,19

Fuente: (Elaboración propia, 2020)

La contracción tiene su importancia en los procesos de absorción, si una pieza de madera seca se pone en contacto con vapor de agua, absorbe ese vapor hasta que se produzca un equilibrio, dicho fenómeno se llama absorción, el cual es responsable de las modificaciones que se presentan según las diferentes dimensiones lineales y volumétricas de la madera.

5.6. TAZA DE ESTABILIDAD

La determinación de la estabilidad dimensional se realiza mediante el cociente de la contracción tangencial y la radial, es un valor adimensional que sirve para indicar el comportamiento de la madera al secado y a otros diversos usos.

Los resultados promedios son los siguientes:

Tablas N° 7 : Taza de estabilidad

ESTADO	TAZA DE ESTABILIDAD
Seco al Aire	1,49
Anhidro	1,47

Fuente: (Elaboración propia, 2020)

5.7. POROSIDAD

La obtención de la porosidad es una propiedad física importante para la determinación del contenido de humedad máximo de la madera, se determina mediante la fórmula que establece la relación de sustracción entre el volumen anhidro igual a 1 cm y el volumen real del mismo.

Obteniéndose un promedio de: **Porosidad = 50,66 %.**

5.8. MÁXIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

Es la humedad que tiene un árbol recién apeado, cuyo valor promedio es: **Contenido de Humedad Máximo: 53.61 %**

Concluida con la determinación de las propiedades físicas del se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones de acuerdo a las estipulaciones de la Clave de Clasificación de Maderas. Arostegui A. (1975).

5.9. USOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA TIPA COLORADA

Según los valores obtenidos en el presente estudio la densidad básica es $0,70 \text{ gr/ cm}^3$ se clasifica como madera pesada.

Según el peso específico se obtuvo $0,68 \text{ gr/cm}^3$ son de textura fina, maderas utilizadas para la construcción de estructuras: vigas, columnas recubrimientos de exteriores, pisos.

Tablas N° 8 DATOS DE PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA DE LA ESPECIE TIPA COLORADA

DATOS DE PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA DE LA ESPECIE TIPA COLORADA												
N° DE PROB.	ESTADO VERDE DIMENSIONES				ESTADO SECO AL AIRE DIMENSIONES				ESTADO ANHIDRO DIMENSIONES			
	PESO gr	D.R.V. mm	D.T.V. mm	VOLUMEN cm³	PESO Gr	D.R.S.A. mm	D.T.S.A. mm	VOLUMEN cm³	PESO gr	D.R.S.H. mm	D.T.S.H. mm	VOLUMEN cm³
1AI1	109,96	30,31	30,31	91,98	72,54	29,95	29,69	88,23	64,49	29,24	28,77	84,51
1AI2	110,69	30,33	30,25	92,33	73,02	29,91	29,51	88,39	64,91	29,44	28,81	85,08
1AI3	113	30,29	30,25	92,6	74,38	29,76	29,45	88,23	66,28	29,26	28,50	84,67
1AI4	108,58	30,25	30,25	92,08	70,19	29,81	29,65	88,15	62,51	29,25	28,85	84,83
1AI5	109,62	30,24	30,26	91,97	70,81	29,75	29,66	88,90	63,07	29,27	28,59	84,58
1AI6	109,68	30,28	30,23	92,38	71,46	29,77	29,65	88,63	63,63	29,32	28,80	84,82
1AI7	108,44	30,27	30,26	91,98	70,28	29,81	29,65	88,25	62,51	29,26	28,67	84,40
1AI8	110,65	30,28	30,31	92,25	72,93	29,91	29,65	89,20	65,08	29,35	28,73	84,34
1AI9	108,1	30,22	30,19	92,06	71,01	29,72	29,55	87,66	63,22	29,25	28,63	83,94
1AI10	110,95	30,25	30,19	92,48	70,81	29,79	29,72	88,91	63,98	29,27	28,84	85,30
2CI1	102,04	30,22	30,17	92,35	59,77	29,84	29,45	87,46	53,71	29,21	28,48	83,66
2CI2	109,76	30,21	30,18	91,62	70,24	29,81	29,58	88,00	62,97	29,22	28,62	83,95
2CI3	102,75	30,26	30,19	92,15	63,67	29,78	29,52	88,06	57,16	29,21	28,65	84,53
2CI4	103,39	30,19	30,24	92,77	65,19	29,75	29,55	89,00	58,56	29,23	28,56	85,22
2CI5	108,19	30,18	30,16	91,87	66,05	29,82	29,62	87,92	59,19	29,22	28,50	84,02
2CI6	106,13	30,21	30,21	92,07	70,07	29,89	29,65	88,27	62,90	29,31	28,50	84,26
2CI7	101,43	30,25	30,17	92,27	61,62	29,85	29,45	87,91	55,18	29,24	28,47	83,90
2CI8	105,11	30,19	30,19	92,96	66,77	29,84	29,68	88,69	59,76	29,29	28,50	84,79
2CI9	108,44	30,22	30,16	92,15	67,16	29,82	29,49	87,83	60,29	29,33	28,53	83,86
2CI10	105,92	30,18	30,16	92,79	69,13	29,82	29,61	88,19	61,87	29,21	28,66	84,50
3I1	110,93	30,25	30,15	92,58	75,66	29,83	29,46	88,90	67,82	29,31	28,55	84,92

3I2	107,05	30,34	30,25	92,47	73,57	29,85	29,64	88,30	65,93	29,23	28,70	84,01
3I3	112,66	30,18	30,19	92,5	72	29,79	29,72	88,11	64,60	29,26	28,78	84,04
3I4	107,85	30,18	30,16	92,37	66,03	29,85	29,69	87,04	59,07	29,23	28,57	83,62
3I5	107,94	30,26	30,24	91,88	71,2	29,83	29,63	88,34	64,04	29,31	28,64	84,62
3I6	112,21	30,22	30,19	92,48	66,91	29,78	29,45	87,23	59,81	29,37	28,47	83,31
3I7	113,81	30,21	30,21	92,58	66,29	29,82	29,65	88,04	59,29	29,26	28,70	84,13
3I8	112,4	30,21	30,16	92,79	72,46	29,85	29,54	88,22	64,87	29,27	28,59	84,99
3I9	114,33	30,15	30,19	92,54	70,23	29,78	29,52	89,85	63,71	29,22	28,66	83,95
3I10	115,03	30,16	30,24	92,73	61,08	29,79	29,56	88,86	54,77	29,18	28,57	82,50
4I1	106,58	30,24	30,22	92,04	64,74	29,76	29,58	87,10	57,98	29,29	28,64	83,34
4I2	103,42	30,16	30,16	91,93	67,36	29,73	29,65	88,13	60,40	29,15	28,63	84,69
4I3	108,27	30,15	30,21	92,87	70,63	29,76	29,75	89,11	63,48	29,31	28,80	85,39
4I4	106,97	30,23	30,17	92,22	74,09	29,82	29,5	88,61	66,43	29,22	28,58	84,72
4I5	101,7	30,22	30,27	92,98	67,92	29,73	29,65	89,00	60,84	29,33	28,85	85,33
4I6	110,22	30,25	30,16	92,63	68,65	29,85	29,55	88,05	61,34	29,22	28,54	84,04
4I7	104,43	30,19	30,19	91,42	74,32	29,83	29,54	89,39	66,60	29,28	28,60	84,50
4I8	107,85	30,2	30,19	92,28	75,15	29,78	29,64	88,47	67,37	29,23	28,53	84,54
4I9	108,92	30,23	30,19	92,47	76,61	29,84	29,66	88,23	68,73	29,22	28,44	84,38
4I10	100,93	30,27	30,23	92,85	78,33	29,71	29,51	88,89	70,28	29,26	28,72	85,16
TOTAL	4326,33	1209,13	1208,30	3693,72	2790,33	1192,38	1183,67	3533,75	2498,63	1170,53	1145,22	3375,34
x	108,16	30,23	30,21	92,34	69,76	29,81	29,59	88,34	62,47	29,26	28,63	84,38

Tablas Nº 9 RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LA TIPA COLORADA

Tablas Nº 9 RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LA TIPA COLORADA																					
ESTADO VERDE				ESTADO SECO AL AIRE						AJUSTADO AL 12 %				ESTADO SECO AL HORNO							
Nº Árbol	Nº PROB.	CHV %	DV gr/cm3	CONTRACCIONES			TASA T/R	DSA gr/cm3	CHSA %	CONTRACCIONES			PEA %	CONTRACCIONES			TASA T/R	DSH gr/cm3	DB gr/cm3	CHM %	Po %
				CRN %	CTN %	CV%				Tang %	Rad %	Vol %		CRT %	CTT %	CVT %					
1	1	70,51	1,20	1,19	2,05	4,08	1,72	0,82	12,48	2,05	1,19	4,23	0,94	1,20	2,05	8,12	1,70	0,76	0,70	92,38	49,13
	2	70,53	1,20	1,38	2,45	4,27	1,77	0,83	12,49	2,45	1,39	4,41	0,94	1,40	2,45	7,85	1,74	0,76	0,70	92,41	49,14
	3	70,49	1,22	1,75	2,64	4,72	1,51	0,84	12,22	2,64	1,75	4,79	0,94	1,78	2,64	8,56	1,48	0,78	0,72	89,08	47,81
	4	73,70	1,18	1,45	1,98	4,27	1,36	0,80	12,29	1,98	1,46	4,35	0,94	1,48	1,98	7,87	1,34	0,74	0,68	97,04	50,87
	5	73,81	1,19	1,62	1,98	3,34	1,22	0,80	12,27	1,98	1,62	3,44	0,94	1,65	1,98	8,04	1,20	0,75	0,69	95,44	50,29
	6	72,37	1,19	1,68	1,92	4,06	1,14	0,81	12,31	1,92	1,68	4,16	0,94	1,71	1,92	8,18	1,12	0,75	0,69	94,64	49,99
	7	73,48	1,18	1,52	2,02	4,06	1,33	0,80	12,43	2,02	1,52	4,20	0,94	1,54	2,02	8,24	1,31	0,74	0,68	96,35	50,62
	8	70,02	1,20	1,22	2,18	3,31	1,78	0,82	12,06	2,18	1,22	3,33	0,94	1,24	2,18	8,57	1,76	0,77	0,71	90,93	48,56
	9	70,99	1,17	1,65	2,12	4,78	1,28	0,81	12,32	2,12	1,66	4,89	0,94	1,68	2,12	8,82	1,26	0,75	0,69	94,11	49,79
	10	73,41	1,20	1,52	1,56	3,86	1,02	0,80	10,68	1,56	1,52	3,38	0,94	1,54	1,56	7,76	1,01	0,75	0,69	94,66	50,00
2	1	89,98	1,10	1,26	2,39	5,30	1,90	0,68	11,28	2,39	1,26	5,03	0,95	1,27	2,39	9,41	1,87	0,64	0,58	117,10	57,20
	2	74,31	1,20	1,32	1,99	3,95	1,50	0,80	11,55	1,99	1,32	3,78	0,94	1,34	1,99	8,37	1,48	0,75	0,69	94,65	49,99
	3	79,76	1,12	1,59	2,22	4,44	1,40	0,72	11,39	2,22	1,58	4,23	0,95	1,61	2,22	8,27	1,38	0,68	0,62	109,22	54,92
	4	76,55	1,11	1,46	2,28	4,06	1,57	0,73	11,32	2,28	1,46	3,82	0,94	1,48	2,28	8,14	1,54	0,69	0,63	106,86	54,19
	5	82,78	1,18	1,19	1,79	4,30	1,50	0,75	11,59	1,79	1,19	4,15	0,94	1,21	1,79	8,54	1,48	0,70	0,64	103,28	53,03
	6	68,73	1,15	1,06	1,85	4,13	1,75	0,79	11,40	1,85	1,06	3,90	0,94	1,07	1,85	8,48	1,73	0,75	0,68	95,29	50,23
	7	83,82	1,10	1,32	2,39	4,73	1,80	0,70	11,67	2,39	1,32	4,60	0,95	1,34	2,39	9,07	1,78	0,66	0,60	113,38	56,15
	8	75,89	1,13	1,16	1,69	4,59	1,46	0,75	11,73	1,69	1,16	4,50	0,94	1,17	1,69	8,79	1,44	0,70	0,64	103,22	53,01
	9	79,86	1,18	1,32	2,22	4,69	1,68	0,76	11,39	2,22	1,32	4,46	0,94	1,34	2,22	9,00	1,66	0,72	0,65	100,43	52,07
	10	71,20	1,14	1,19	1,82	4,96	1,53	0,78	11,73	1,82	1,19	4,87	0,94	1,21	1,82	8,93	1,51	0,73	0,67	97,91	51,19

3	1	63,57	1,20	1,39	2,29	3,97	1,65	0,85	11,56	2,29	1,39	3,81	0,93	1,41	2,29	8,27	1,63	0,80	0,73	86,55	46,76
	2	62,37	1,16	1,62	2,02	4,51	1,25	0,83	11,59	2,02	1,61	4,34	0,94	1,64	2,02	9,15	1,23	0,78	0,71	88,76	47,68
	3	74,40	1,22	1,29	1,56	4,75	1,20	0,82	11,46	1,56	1,29	4,54	0,94	1,31	1,56	9,15	1,19	0,77	0,70	91,43	48,75
	4	82,58	1,17	1,09	1,56	5,77	1,43	0,76	11,78	1,56	1,09	5,70	0,94	1,11	1,56	9,47	1,41	0,71	0,64	102,89	52,91
	5	68,55	1,17	1,42	2,02	3,85	1,42	0,81	11,18	2,02	1,42	3,56	0,94	1,44	2,02	7,90	1,40	0,76	0,70	93,47	49,55
	6	87,61	1,21	1,46	2,45	5,68	1,68	0,77	11,87	2,45	1,46	5,63	0,94	1,48	2,45	9,92	1,66	0,72	0,65	100,62	52,14
	7	91,95	1,23	1,29	1,85	4,90	1,44	0,75	11,81	1,85	1,29	4,83	0,94	1,31	1,85	9,13	1,42	0,70	0,64	103,23	53,02
	8	73,27	1,21	1,19	2,06	4,93	1,73	0,82	11,70	2,06	1,19	4,84	0,94	1,21	2,06	8,41	1,70	0,76	0,70	92,35	49,12
	9	79,45	1,24	1,23	2,22	2,91	1,81	0,78	10,23	2,22	1,22	1,81	0,94	1,24	2,22	9,28	1,79	0,76	0,69	93,10	49,41
	10	110,02	1,24	1,23	2,25	4,17	1,83	0,69	11,52	2,25	1,23	3,89	0,95	1,24	2,25	11,03	1,81	0,66	0,59	111,96	55,74
4	1	83,82	1,16	1,59	2,12	5,37	1,33	0,74	11,66	2,12	1,59	5,25	0,94	1,61	2,12	9,45	1,31	0,70	0,63	105,07	53,62
	2	71,23	1,12	1,43	1,69	4,13	1,19	0,76	11,52	1,69	1,42	3,98	0,94	1,45	1,69	7,88	1,17	0,71	0,66	101,55	52,45
	3	70,56	1,17	1,29	1,52	4,05	1,18	0,79	11,26	1,52	1,29	3,79	0,94	1,31	1,52	8,05	1,16	0,74	0,68	95,85	50,44
	4	61,03	1,16	1,36	2,22	3,91	1,64	0,84	11,53	2,22	1,36	3,74	0,94	1,37	2,22	8,13	1,62	0,78	0,72	88,87	47,73
	5	67,16	1,09	1,62	2,05	4,28	1,26	0,76	11,64	2,05	1,62	4,16	0,94	1,65	2,05	8,23	1,24	0,71	0,65	101,59	52,47
	6	79,69	1,19	1,32	2,02	4,94	1,53	0,78	11,92	2,02	1,32	4,91	0,94	1,34	2,02	9,27	1,51	0,73	0,66	98,34	51,34
	7	56,80	1,14	1,19	2,15	2,22	1,81	0,83	11,59	2,15	1,19	2,03	0,94	1,21	2,15	7,57	1,78	0,79	0,73	88,21	47,46
	8	60,09	1,17	1,39	1,82	4,13	1,31	0,85	11,55	1,82	1,39	3,96	0,93	1,41	1,82	8,39	1,29	0,80	0,73	86,82	46,87
	9	58,48	1,18	1,29	1,76	4,59	1,36	0,87	11,47	1,76	1,29	4,39	0,93	1,31	1,76	8,75	1,34	0,81	0,74	84,10	45,70
	10	43,61	1,09	1,85	2,38	4,26	1,29	0,88	11,45	2,38	1,85	4,07	0,93	1,88	2,38	8,28	1,26	0,83	0,76	82,51	44,98
x̄	73,71	1,17	1,39	2,04	4,33	1,49	0,79	11,67	2,04	1,38	4,19	0,94	1,40	2,04	8,62	1,47	0,74	0,68	96,89	50,66	
S₁	20,65	0,10	0,31	0,16	0,74	0,33	0,09	1,02	0,16	0,31	0,46	0,01	0,32	0,16	1,33	0,33	0,08	0,08	15,89	5,59	
S₂	9,9	0,03	0,17	0,28	0,68	0,22	0,04	0,38	0,28	0,17	0,79	0	0,18	0,28	0,6	0,22	0,04	0,04	6,92	2,47	
S_T	11,10	0,04	0,19	0,27	0,68	0,23	0,05	0,46	0,27	0,19	0,77	0	0,19	0,27	0,68	0,23	0,04	0,04	7,98	2,84	
CV₁%	28,01	8,64	22,51	7,8	17,16	22,21	11,82	8,77	7,8	22,61	10,9	0,79	22,84	7,8	15,45	22,48	11,34	11,97	16,41	11,04	
CV₂%	13,43	2,49	12,58	13,84	15,68	14,76	5,08	3,24	13,84	12,58	18,9	0,35	12,77	13,84	6,95	14,85	5,01	5,32	7,15	4,88	
CV_T%	15,06	3,39	13,6	13,47	15,8	15,46	5,88	3,95	13,47	13,61	18,41	0,4	13,8	13,47	7,93	15,57	5,75	6,09	8,24	5,6	
Q_±	10,39	0,05	0,16	0,08	0,37	0,17	0,05	0,52	0,08	0,16	0,23	0	0,16	0,08	0,67	0,17	0,04	0,04	8	2,82	
P_±%	14,09	4,35	11,33	3,92	8,63	11,17	5,95	4,41	3,92	11,38	5,49	0,4	11,49	3,92	7,77	11,31	5,71	6,02	8,25	5,56	

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio sobre la “Determinación de las propiedades físicas de la especie Tipa Colorada *Pterogyne nitens Tul.*” de la Comunidad Palos Blancos, Departamento de Tarija, utilizando como variables la densidad básica, contenido de humedad y las contracciones, tomando en cuenta también las tres etapas estado verde, seco al aire y al horno, se determina que: a) contenido de humedad, determinó peso seco en estufa con valores promedios de humedad en estado verde: 73,71 % y humedad en estado seco al aire: 11,67 %, b) peso específico aparente, en sus tres estados los mismos que son, Densidad verde: 1,17 gr/cm³ Densidad seca al aire: 0,79 gr/cm³ Densidad anhidra: 0,74 gr/cm³, c) peso específico básico de 0,68 gr/cm³ y la Densidad ajustada al 12%: 0,93 gr/cm³, d) contracciones tangencial, radial y volumétrica e) taza de estabilidad : Seco al aire 1.49 y Anhidro 1.47, f) Porosidad obteniéndose un promedio de: Porosidad = 50,66 %, g) Máximo contenido de humedad cuyo valor promedio es: 53.61%, h) usos de las propiedades físicas de la tipa colorada, según los valores obtenidos, se utiliza para la construcción de estructuras: vigas, columnas recubrimientos de exteriores y pisos. Según el peso específico por su buen comportamiento al trabajo con máquinas de carpintería, estas maderas son utilizadas en la industria de la construcción: encofrados, revestimientos, estructuras clavadas y empernadas.

Además es importante mencionar que este árbol tiene otros usos de acuerdo a, usos y costumbres de la zona como ser: sus hojas sirven de forraje, la corteza sirve para tintura y medicina natural, en construcción la utilizan para la construcción ya que se puede enterrar en suelo como postes de casa y vigas por su resistencia. (Plantas del Chaco II, UMSA, Fundación KAA-IYA- IRD - CABI-WCS BOLIVIA-HNB, CYTED-OEA. 2002).

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

6. CONCLUSIONES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS

6.1. Peso específico

- Según su peso específico básico promedio es de $0,68 \text{ gr/cm}^3$, que es un indicador de calidad de la madera, se clasifica como una madera **pesada**.
- De acuerdo al peso específico ajustada al 12% de contenido de Humedad de $0,74 \text{ gr/cm}^3$, se clasifica como **Mediano**.
- El peso específico anhidro de $0,74 \text{ gr/cm}^3$, se clasifica como una madera **pesada**.

6.2. Contracción

- Según el valor que presenta la contracción volumétrica de 8,62 %, se clasifica como madera de contracción **Bajo**.

6.3. Taza de estabilidad

Por la taza de estabilidad promedio de 1,47 la madera se clasifica como una madera **Muy estable**.

6.4. Posibles usos

Las propiedades físicas de la tipa colorada, según los valores obtenidos, se utiliza para la construcción de estructuras: vigas, columnas recubrimientos de exteriores y pisos especialmente en estructuras clavadas, empernadas, puertas, ventanas, también podrían ser usadas como postes para alambrados, para durmientes, pilotes, armazón de puentes, tranqueras, varilla de alambrados, por su buen comportamiento al trabajo con máquinas de carpintería.

RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en el presente estudio y aplicando la clasificación de (Hannes Hoheisel 1972) se recomienda los posibles usos:

La determinación de los posibles usos de la madera del (*Pterogyne nitens Tul.*) según las propiedades físicas, están sujetos a los valores obtenidos en los diferentes ensayos, los mismos que permitieron hacer las siguientes recomendaciones.

- Recomendar el uso adecuado de la madera del (*Pterogyne nitens Tul.*) para la construcción de estructuras: especialmente en estructuras clavadas, empernadas, puertas, ventanas, también podrían ser usadas como postes para alambrados, para durmientes, pilotes, armazón de puentes, tranqueras, varilla de alambrados, vigas, columnas, recubrimientos de exteriores.
- Para obtener madera estructural se recomienda la implementación de prácticas silvícolas, principalmente el desrame, ya que a través de su correcta aplicación, se garantiza la ausencia de nudos en la madera aserrada, pues éstos tienen una influencia considerable en los distintos esfuerzos a los que es sometida la madera.
- Realizar estudios sobre esta materia, que permitan orientar las aplicaciones de las especies, acentuar sus ventajas comparativas y reducir sus limitaciones e introducir nuevas especies al mercado y consecuentemente realizar un aprovechamiento sostenible.
- Se recomienda la identificación botánica previa de la especie foréstale para la confiabilidad de la investigación.
- Realizar estudios ecológicos y la calidad del sitio para tener en cuenta las implementaciones de nuevas especies maderables, para uso comercial y estas puedan adaptarse bien en su entorno, con un buen aprovechamiento.
- Verificar el buen funcionamiento de los equipos e instrumentos a utilizar en el laboratorio.

- Recomendar a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” socialice y publique los resultados del estudio tecnológicos para una información pública y gratuita para la sociedad en general y posibles interesados.