

## 1. INTRODUCCIÓN

Bolivia es un país en el cual existe una gran variedad de especies vegetales naturales, las cuales están siendo aprovechadas inadecuadamente, repercutiendo en problemas de suelo, clima y fauna, Como se sabe nuestros bosques naturales todavía cubren una extensa área de nuestro territorio que abarca 53 millones de hectáreas, aproximadamente 48%, constituyéndose un gran potencial económico que debe ser manejado racionalmente. Según estimaciones de (FAO-PAF/BOL2001) en Bolivia las tasas actuales de producción de madera exceden el millón de m<sup>3</sup> anuales.

Nuestro departamento se encuentra cubierto por bosque que corresponde a la formación Tucumano-Boliviana, abarcando desde la parte central del departamento, hasta la serranía de Aguaragüe por el este y la Serranía de Pinos por el oeste, cubriendo aproximadamente más del 50% de la extensión territorial del departamento. En esta formación se viene realizando un aprovechamiento selectivo de especies consideradas finas como ser: Cedro, Nogal y otros, que son empleadas en carpintería; dicha actividad forestal se la realiza sin tomar en cuenta los conocimientos técnicos y científicos de sus propiedades tecnológicas para darles una aplicabilidad más adecuada a dichas especies. (CFB 2010)

Se hace uso inadecuado sin el menor criterio técnico, se extraen especies seleccionadas o tradicionales con alto valor comercial, dejando de lado aquellas especies poco conocidas; es por ello que el estudio de las propiedades físicas del Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia* R.) pretende abrir nuevos espacios dentro de las necesidades de la humanidad.

El presente estudio contribuirá a entender y predecir el comportamiento de la especie Suiquillo, a través de las propiedades físicas y sobre todo para complementar la información estadística, valores que permitan sugerir las aplicaciones más convenientes de la especie en sí, en rubros diferentes a los tradicionales o conocidos de nuestro medio.

## 1.1. JUSTIFICACIÓN

Es muy importante conocer las propiedades físicas de la madera, ya que con los resultados obtenidos se podría determinar el uso posible que tiene el Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia*) el mismo que podría ser completado con las propiedades tecnológicas

Debido al aprovechamiento excesivo y selectivo de los productos maderables se ha provocado la disminución progresiva de especies valiosas; por esta razón se ve la necesidad de introducir nuevas especies dentro de la industria forestal, realizando estudios de propiedades tecnológicas (físicas).

Estos datos que se obtuvieron permiten, la toma de decisiones para coadyuvar a lograr un adecuado uso de la especie

## **1.2. OBJETIVOS:**

### **1.2.1. Objetivo General**

Determinar las propiedades físicas de la especie Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia Radlkofer*) aplicando la norma COPANT N° 30:1-013 con la finalidad de obtener información sobre los posibles usos de la madera en la industria maderera del Departamento de Tarija.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Determinar las propiedades físicas del Suiquillo mediante:

- Contenido de humedad
- Densidad verde
- Densidad seca al aire
- Densidad anhidra
- Densidad básica

Determinar la Contracción normal:

- Contracción tangencial normal
- Contracción radial normal
- Contracción volumétrica normal

Determinar la Contracción total:

- Contracción tangencial total
- Contracción radial total
- Contracción volumétrica total

Tasa o coeficiente de estabilidad

Determinar la porosidad

Determinar la humedad máxima.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **2.1. Aprovechamiento actual de los Recursos Forestales en Bolivia**

Bolivia es un país con vocación forestal reflejando una oportunidad de desarrollo en la economía del País. Con la Ley Forestal 1700 se predomina un aprovechamiento selectivo de los recursos forestales (mara, cedro y roble). Los bosques naturales de Bolivia abarcan un área aproximadamente de 53 millones de ha, representando el 48% de la superficie del País, concentrándose en la región oriental, Santa Cruz e (47.7%), Beni (18.8%), La Paz (11.1 %) y Pando (10.9%). El territorio nacional está cubierto por bosques, que representa un 1.28% de la cobertura forestal mundial y casi el 10% de los bosques tropicales de América del Sur, ocupando el país, el sexto lugar por superficie de bosques tropicales a nivel mundial y el tercer lugar en el continente americano. Existe una mayor proporción de especies valiosas y poco valiosas; mientras en los bosques más alejados y menos accesibles la mayor proporción de especies se concentra en los grupos potenciales o sin valor conocido. Esto indica que el agotamiento paulatino de las especies muy valiosas ocasiona que nuevas especies, menos valiosas, y de ellas las más abundantes, sean incorporadas a los procesos de industrialización y comercialización. (CFB 2010)

#### **2.2. Tipos de Bosques en Bolivia**

Bolivia tiene una diversidad de bosque, desde los de grandes altitudes hasta los de tierras bajas tropicales y desde bosque típicos de zonas con intensas precipitación hasta donde la precipitación es escasa. Para describir los recursos forestales de Bolivia con relación a la producción maderera, se considera conveniente adoptar una clasificación sencilla de los tipos de bosques del país. (ITO-CONSEJO INTERNACIONAL DE MADERAS TROPICALES, 1996) Se distinguen cinco tipos de bosques: (Butler Rhett 2009)

### **2.2.1. Bosque Semi Húmedo Montañoso.**

Este bosque es parte de la formación boscosa tucumano- boliviana que se extiende desde Santa Cruz hasta Argentina, donde la intensa actividad agrícola, apertura de zonas de pastoreo, quemadas y extracción de leña han tenido profundos efectos sobre esta formación muy amenazada. La extracción selectiva de laurel (*Nectandra Ocotea*), de pino de monte (*Podocarpus parlatorei*) y del aliso (*alnus acuminata*) han empobrecido notablemente las comunidades boscosas de esta eco región. (Butler Rhett 2009)

### **2.2.2. Bosque Siempre Verde y Húmedo en Tierra Bajas**

Este tipo de bosque corresponde a los del departamento de Pando, Beni, parte de la Paz, Cochabamba y Santa Cruz, suelen desarrollarse en planicies aluviales o terrenos ligeramente ondulados, por debajo de los 500 m.s.n.m.; las precipitaciones anuales oscilan entre 1300 y 2300 mm., la vegetación es muy diversa, predominando las especies siempre verdes. Entre estas se incluyen *Virola* sp., *Calophyllum brasiliensis*, *Hevea brasiliensis*, *Bertholletia excelsa*, *Swietenia macrophylla* y *hura crepitans*. (Butler Rhett 2009)

### **2.2.3. Bosque Húmedo Tropical**

Este tipo de bosque es el más importante desde el punto de vista comercial. Aproximadamente el 75 % de la madera extraída en Santa Cruz proviene de esta formación boscosa. Tiene una topografía plana con una altura promedio de 300 a 400 m.s.n.m. y una precipitación promedio anual de 1200 a 2000 mm. y una temperatura media de 24°C, constituido por más de 100 especies maderables de las cuales se utilizan alrededor del 40 %.(Butler Rhett 2009)

#### **2.2.4. Bosque Semihúmedo Bajo**

Este tipo de bosque, denominado de transición, está en una zona de planicies intercaladas con colinas. Presenta una precipitación media anual de 900 a 1200 mm. y una temperatura media anual de 24°C. Las especies principales de este tipo de bosque son: *Swietenia macrophylla*, *Amburana cearensis*, *Machaerium sp.* *Astronium urundeuva*, *Orvignia phalerata*, *Cordia sp.* y *Chinopsis sp.* (Butler Rhett 2009)

#### **2.2.5. Bosque Semiárido Bajo**

Este bosque comprende una zona boscosa de monte bajo de unos 350 a 1000 m.s.n.m. con una precipitación media anual de 500 a 1000 mm. y una temperatura media anual de 20°C. Las especies más frecuentes en esta zona son *Chinopsis haenkeana*, *Aspidosperma* quebracho blanco, *Zizyphus mistol*, *Chorisia insignis*, *Caesalpinia paraguarensis* y *Prosopis alba*. (Butler Rhett 2009)

### **2.3. Dimensión y Estructura de Bosques de Tarija**

En el departamento de Tarija, como parte del territorio nacional con una extensión superficial de 37623 km<sup>2</sup>, la superficie boscosa cubre 17800 km<sup>2</sup>, que representa el 47% de la superficie departamental. Corresponde a dos formaciones fitogeográficas dominantes que se conocen como la Selva Tucumana Boliviano y el Bosque Chaqueño. (Zenteno 2010)

#### **2.3.1. Selva Tucumano Boliviano.**

La selva tucumano boliviana se extiende desde los 800 hasta 3000 m.s.n.m. entre un conjunto de serranías paralelas del Sub Andino con diferentes grados de disección formando numerosos valles secos y húmedos coluvioaluviales. Abarca desde el cerro Fuerte por el norte y el cerro Alto Minas por el sud hasta el pie de monte de la serranía del Aguaragüe. Posee un clima variado desde húmedo, sub húmedo, seco, templado con precipitaciones desde los 750 hasta 1280 mm. y una temperatura media

anual de 23°C. El bosque es alto, llega hasta 25 metros, con árboles emergentes que alcanzan los 30 metros y contienen una variedad de hábitat a lo largo del gradiente latitudinal; entre las especies más sobresaliente tenemos al cedro (*Cederla balansae*), nogal (*Juglans australis*), lapacho negro (*Tabebuia ipe*) y quina colorada (*Miroxylon peruiferum*). (Zenteno 2010)

### **2.3.2. Bosque Serrano Chaqueño**

Este bosque ocupa las últimas estribaciones del sistema Subandina, existen serranías, profundos valles y laderas muy pronunciadas que suben hasta los 1500 metros en la primera serranía andinas. Datos climáticos indican precipitación de aproximadamente 800 mm y temperatura entre 19 y 24°C. (Zenteno 2010)

### **2.3.3. Aprovechamiento Forestal en Tarija**

El aprovechamiento forestal en Tarija a través del tiempo ha sido influenciado por aspectos socioeconómicos y políticos que han incidido en las posibilidades de desarrollo y administración en general. Extensas aéreas de bosques han sido sometidos a una explotación selectiva, casi en su totalidad sin planes de manejo, con una fiscalización deficiente. A esta situación hay que agregar la permanente corta y extracción de maderas sin concesión forestal por parte de colonizadores, agricultores, migratoria, chaqueo, aserrío manual y también a causa del desmonte de grandes extensiones para poder habilitar tierras de cultivos. (CFB 2010)

## **2.4. Factores que Influyen en las Propiedades Físicas**

Los factores que influyen son:

- Cantidad de sustancia de la pared celular presente en una muestra.
- Cantidad de agua presente en la pared celular.
- Proporción de los componentes primarios en la pared celular, la cantidad y naturaleza de las sustancias extrañas
- Arreglo y orientación de los materiales en los diferentes tejidos.

- Tipos y tamaño, proporción y arreglo de las células que forman el tejido maderable. (Bozo 2010)

## **2.5. Propiedades Físicas de la Madera**

La madera es el recurso natural; este inigualable material es de una alta complejidad. Para maximizar sus potencialidades en servicio es preciso tener un conocimiento profundo de las características que tiene como las propiedades físicas de las maderas a tener en cuenta a la hora de emplearlas y que dependerán del fin que queramos darles. Desde tiempos remotos la madera se ha usado en la construcción, como un material eficiente, debido a las ventajosas características que llega a tener; entre otras principales se enuncia la siguiente: Las propiedades físicas que se definen para las maderas son: Contenido de humedad, Densidad aparente y básica, Contracción normal y total, Tasa de estabilidad y Porosidad. (Cruz, 2006)

### **2.5.1. La Humedad**

La cantidad de agua que tiene la madera en su estructura puede aparecer formando parte de las células de la constitución leñosa, impregnando la materia leñosa o dentro del sistema vascular del árbol. El agua del sistema vascular desaparece con el tiempo, el agua de constitución leñosa solo desaparece por combustión, mientras que el agua de impregnación variará según la higroscopía de la madera. (Alfaro, 2008)

### **2.5.2. Madera**

La madera es un material duro y resistente que se produce mediante la transformación del árbol, es un recurso forestal disponible que se utiliza durante mucho tiempo como material de construcción y sufre diferentes cambios que se detalla a continuación: (Vignote, 2000)

#### **2.5.2.1. Madera Verde**

La madera recién cortada y completamente húmeda (contenido en agua: 30-33%). En estas condiciones no puede ser empleada ya que al secarse se encoge y agrieta.



### **2.5.2.2 Madera Oreada**

Es la que ha perdido una parte de su agua, pero que no ha sufrido aún contracciones ni cambio de sus propiedades mecánicas.

### **2.5.2.3. Madera Comercial**

Es la que tiene un contenido en humedad inferior al 20%.

### **2.5.2.4. Madera Seca**

Su grado de humedad está en equilibrio con la humedad relativa del aire. Se obtiene apilando las tablas y tablonces durante un periodo de tiempo, que puede llegar a varios meses, de forma que permita el paso de corrientes de aire.

### **2.5.2.5. Madera Desecada**

Es la que tiene una humedad inferior al 12%.

### **2.5.2.6. Madera Anhidra**

Presentan un grado de humedad en torno al 3%.

### **2.5.1. Humedad de la Madera**

Cuando un árbol está recién cortado, su madera contiene gran cantidad de agua, variando su contenido, según la época del año, la región de procedencia y la especie forestal de que se trate; las maderas livianas, por ser más porosas, contienen una mayor cantidad de agua que las pesadas. De igual manera la albura, por estar conformada por células, cuya función principal es la de conducción de agua, presenta un contenido de humedad mayor que el duramen. En otras palabras, el porcentaje de agua contenido en los espacios huecos y en las paredes celulares de la madera es muy variable en el árbol vivo. (Cruz 2006)

## **2.5.2. Tipos de Agua que hay en la Madera**

### **2.5.2. Agua Libre**

Es la que se encuentra ocupando las cavidades celulares o lumen de los elementos vasculares, dándole a la madera la condición de verde. La cantidad de agua libre que puede contener una madera está limitada por su volumen de poros. Al iniciarse el secado, el agua libre 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 o zona de saturación de las fibras" (**PSF**), contiene entre el 21 y 32%. Cuando la madera ha alcanzado esta condición, sus paredes celulares están completamente saturadas pero sus cavidades están vacías. (Cruz; 2006)

### **2.5.3. Agua de Saturación, Higroscópica o Fija.**

Es el agua que se encuentra en las paredes celulares, también es llamada agua de inhibición. Existe la teoría de que el agua higroscópica está constituida por hidrogeniones fijados principalmente a los grupos hidroxilo de la celulosa y hemicelulosa y en menor cantidad a los grupos hidroxilo de la lignina. (Cruz; 2006)

### **2.5.4. Agua de Constitución**

Es el agua que forma parte de la materia celular de la madera y que no puede ser eliminada utilizando las técnicas normales de secado. Su pérdida implicaría la pérdida parcial de la madera. (Cruz; 2006)

### **2.5.5. Densidad**

La densidad, está determinada por la cantidad de sustancia presente en un volumen dado, el contenido de humedad de la pieza de madera y la cantidad de extractivos presentes. La cantidad de madera está relacionada directamente con el espesor de la pared celular, de los elementos constituyentes de la madera, específicamente de aquellas células que se encargan de llevar a cabo la función de soporte o resistencia

mecánica: traqueidas en coníferas y fibras en latifoliadas. La elasticidad y la resistencia a la flexión dependen generalmente de la densidad. (Cruz; 2006)

#### **2.5.6. Peso Específico.**

El peso específico es la relación entre el peso seco de la madera y el peso de un volumen igual que el agua, El peso específico viene determinado por varias características de la madera tales como tamaño de las células, espesor de sus paredes, proporción de madera temprana y madera tardía, cantidad de células radiales, tamaño y cantidad de vasos, entre otros. Además de la presencia de extractivos dentro y entre células que pueden afectar las variaciones de peso específico. La influencia de los radios sobre el peso específico está relacionada con las diferencias en el volumen de los radios, las dimensiones de las células radiales y la relación entre el volumen de células procumbentes y células erectas. (Cruz, 2006)

#### **2.5.7. Porosidad**

Es la propiedad que poseen los cuerpos de tener entre sus moléculas unos espacios vacíos, llamados poros, tiene la madera cuando se encuentra en estado anhidro, para su cálculo se utilizara los valores de la densidad anhidra donde se relaciona de manera inversa con la densidad. (Cruz, 2006)

#### **2.5.8. Contracción de la Madera.**

La madera se caracteriza por ser un material de naturaleza higroscópica, es decir, que muestra afinidad por los cambios de humedad que se producen en el medio ambiente que le rodea. Esta afinidad se manifiesta por contracción o hinchamiento ante pérdidas o ganancias de humedad.

La anisotropía de la madera trae como consecuencia que se produzcan diferentes tasas de contracción en cada una de las direcciones; longitudinal, radial y tangencial. El principal constituyente de la pared celular es la celulosa y la misma se caracteriza por presentar una alta afinidad por el agua. Las moléculas de celulosa se encuentran agrupadas en forma de microfibrillas y el agua penetra a las llamadas regiones

amorfas de las mismas. En vista que la mayor proporción de micro fibrillas se encuentran orientadas en dirección casi paralela al eje longitudinal de la célula, la mayor parte del hinchamiento o contracción se va a producir en dirección transversal. (Ananías, 2002)

### **2.5.9. Contracción e Hinchamiento**

La madera experimenta variaciones en su volumen, es decir, se contrae o se hincha, según el grado de humedad de la misma. Al punto al cual las fibras de la madera están saturadas en humedad, ya no absorben más agua, se le denomina punto de intersección, e indica el grado de humedad a partir del cual la madera empieza a sufrir contracciones e hinchamientos. Como consecuencia de la anisotropía que muestran las propiedades de la madera, estas contracciones e hinchamientos son diferentes. (Cruz; 2006)

## **2.6. Clasificación de las Maderas**

Las maderas pueden clasificarse de diversas formas según el criterio que se emplee. Uno de los más importantes es el de sus propiedades, las cuales están en función de su estructura, es decir, de su textura. La textura dependerá a su vez del modo de crecimiento del árbol, así por ejemplo, las maderas provenientes de árboles de crecimiento rápido presentarán anillos de crecimiento anchos y serán blandas, mientras que las de crecimiento lento, los anillos serán muy estrechos y las maderas duras. En función del modo de crecimiento, las maderas se dividen en: (Solano, 2004)

### **2.6.1. Maderas Resinosas**

Suelen ser maderas de lento crecimiento, son propias de zonas frías o templadas, y poseen buenas características para ser trabajadas y buena resistencia mecánica. Este tipo son las más usadas en carpintería y en construcción. Dentro de este tipo, algunas de las más conocidas son: el pino, el abeto, el alerce, etc. (Solano, 2004)

### **2.6.2. Maderas Frondosas**

Son maderas propias de zonas templadas, y dentro de ellas podemos diferenciar tres grupos: duras, blandas y finas. Dentro de las *duras* tenemos el roble, la encina, el haya, etc. Dentro de las *blandas* tenemos el castaño, el abedul, el chopo, etc., y por último, dentro de las *finas* tenemos el nogal, el cerezo, el manzano, el olivo.

(Solano, 2004)

### **2.7. Mecanismos de Movimiento Interno de Humedad**

Los complejos mecanismos de movimiento interno de agua durante el secado pueden describirse de manera simplificada como:

- Movimiento capilar del agua libre en las cavidades celulares
- Difusión del agua ligada en la pared celular
- Difusión del vapor en las cavidades celulares. (Rubén Ananías, 2002)

### **2.8. Permeabilidad de la madera**

La que depende el movimiento interno del agua es la permeabilidad. Juega un rol importante para el movimiento de agua capilar, en cambio no lo es tanto para el movimiento de difusión. En particular, el mecanismo de permeabilidad es relevante cuando se somete la madera a alta temperatura o bajo vacío. Las maderas más permeables como el pino radiata se deja secar más rápidamente que las maderas de menor permeabilidad como el eucalipto y muchas otras especies nativas.

Además, la permeabilidad de la madera es un parámetro que depende fundamentalmente de la estructura anatómica de la madera, es decir del tamaño de las puntea duras y otras cavidades celulares que tiene la madera. (Rubén Ananías, 2002)

## 2.9. Descripción de la Especie

### 2.9.1. Descripción taxonómica de *Diatenopteryx sorbifolia* Radlkofer (Sánchez 2011).

**Reino:** Vegetal

**Phyllum:** Telemophytae

**División:** Tracheophytae

**Subdivisión:** Anthophyta

**Clase:** Angiospermae

**Sub Clase:** Dicotyledoneae

**Grado evolutivo:** Archichlamideae

**Grupo de órdenes:** Corolinos

**Orden:** Sapindales

**Familia:** Sapindaceae

**Género y sp:** *Diatenopteryx sorbifolia* Radlk

**Nombre común:** Suiquillo

### 2.9.2. Descripción Dendrológica

#### Árbol:

Fuste cilíndrico, largo y recto, la base con raíces generalmente tablares o tabulares poco pronunciadas, alcanza hasta 70 cm. de diámetro, corteza externa delgada de apariencia lisa levemente fisurada, ritidoma de consistencia coriácea de color castaño-grisáceo, se desprende en placas irregulares; la corteza interna es fibrosa de color blanco amarillento que se oxida rápidamente obteniendo un color rojizo, con olor suave agradable al sentido, de sabor amargo–picante, segrega savia, escaso e incoloro (Sánchez 20011).

#### Hojas:

Compuestas, alternas, pari o imparipinada, de 8–15 cm. de largo de los cuales 1-2 cm. corresponden al pecíolo; el pecíolo y raquis superiormente canaliculado pubescente;

los foliolos van generalmente de 8-10 en número, alternos o subopuestos, subsésiles, cuyo limbo tiene forma oval lanceolada, ápice agudo, sus dimensiones van de 2-5 cm. de largo por 1-2 cm. de ancho, cuyo borde es aserrado.

Los foliolos basales son más pequeños, de consistencia papirácea, cuya cara superior (haz) es glabra y la cara inferior (envés) pubescente específicamente sobre la nervadura principal (pinnatinervada curva). (Sánchez 2011)

**Inflorescencia:**

En tirsos axilares, de 5-10 cm. de largo de los cuales 2-4 cm. corresponden al pedúnculo. Las flores vienen dispuestas en panículas axilares laterales; la flor masculina tiene 3 mm de diámetro y 3-4,5 mm de largo, 4 sépalos de forma subtriangular con 1 mm de largo y 0,5-0,7 mm de ancho, presentan pubescencia en la parte interna; 4 pétalos blanquecinos, de forma oblongo-lanceolado cuyas dimensiones van de 2-3 mm de largo y 1,5-2 mm de ancho, internamente son muy pubescentes y están provistos de un apéndice bilobado notable a simple vista; cada flor presenta 8 estambres unilaterales de tamaño irregular que van de 2-3 mm de largo. La flor pistilada (femenina) es similar en forma y tamaño a la masculina, sus estambres son de menor longitud; ovario súpero pubescente (Sánchez 2011).

**Fruto:**

Disámara, pubescente cuando joven, cuando llega a la madurez es glabra y castaña bailado; formado por 2 alas extendidas de 2,5-3 cm de largo por 8-12 mm de ancho, cada ala contiene una semilla ubicada en el extremo de unión de ambas alas.

(Sánchez; 2011)

**Semilla:**

Son dos, de forma oblonga, comprimidas lateralmente, de 7-8 mm de largo por 3,5-4 mm de ancho (Sánchez; 2011)

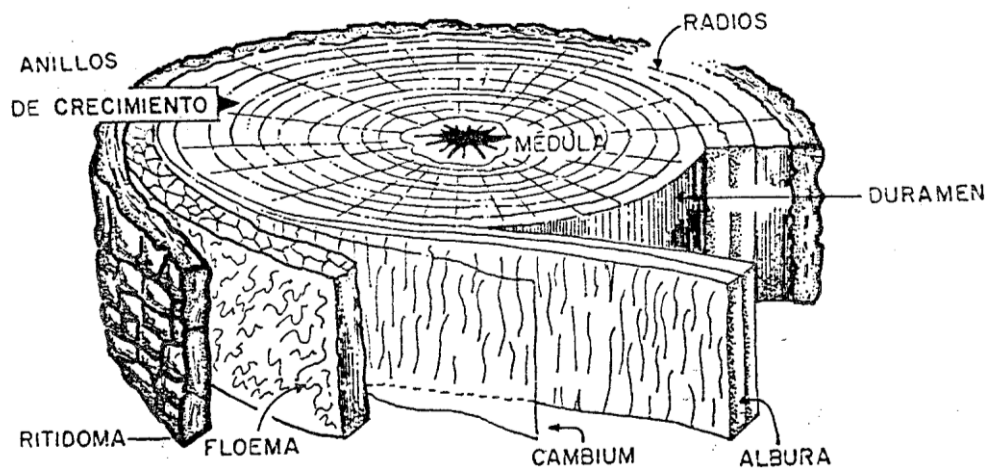
## 2.10. Anatomía de la Madera:

### 2.10.1. Características Anatómicas:

#### 2.10.1.1. Estructura Macroscópica

La descripción de la madera basada en su estructura anatómica es realizada en función de su distinción a simple vista o con lupa de 10x en el corte transversal de un tronco típico, tales partes son mostradas en la figura siguiente. (Vargas M., 1987).

Sección de un tronco típico transversal



#### 2.10.1.2. Corteza:

Es la cubierta exterior del árbol. Cumple tres funciones: Almacenamiento, conducción de nutrientes realizada por el FLOEMA y protección del vegetal contra el resecaimiento, ataques fúngicos (hongos), daños mecánicos y variaciones climáticas. Está compuesta interiormente por el FLOEMA, conjunto de tejidos vivos especializados en la conducción de savia elaborada; y exteriormente por el RITIDOMA o CORTEX, tejido que recubre al tronco. (Vargas M. 1987)



### 2.10.1.3. Anillos de Crecimiento:

En zonas de clima templado, los anillos de crecimiento representan el incremento anual del árbol. Cada año se forma un anillo, por ello se llaman también anillos anuales. Al contar un árbol se reconocerá la edad del mismo.

El estudio del ancho de los anillos, ayuda en la meteorología, para evaluar las precipitaciones ocurridas en el periodo de actividad vegetativa y para descubrir las variaciones climáticas de épocas pasadas.

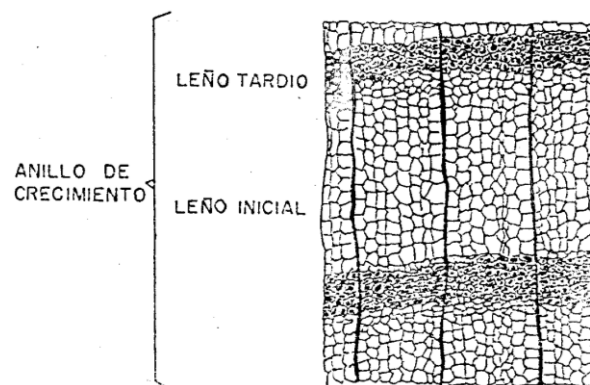
Por todo esto, los anillos de crecimiento prestan una valiosa ayuda en la Silvicultura la Dasometría, la Ordenación forestal y la Climatología.

En un anillo de crecimiento típico se distinguen 2 partes:

**El leño inicial:** Corresponde al tiempo en que se inició, para el árbol, el período vegetativo (primavera), cuando las plantas salen del período de latencia y reinician su actividad vital con intensidad. Las células producidas en este tiempo se presentan con paredes delgadas, lúmenes grandes y, en conjunto, de coloración clara.

**El leño tardío:** A medida que se acerca el final del periodo vegetativo (en otoño) las células disminuyen su actividad vital y por esto las paredes se tornan más gruesas, los lúmenes más pequeños y en conjunto, presentan un aspecto más oscuro. Esta alteración de colores, es la que determina los anillos de crecimiento de muchas especies, en especial de las coníferas. (Vargas J., 1987).

Anillos de crecimiento típico



En algunas maderas de latifoliadas los anillos de crecimiento se distinguen por la presencia de una faja de células parenquimáticas en el límite del anillo de crecimiento (Parénquima marginal), o por una concentración o dimensión especial de los poros al inicio del período vegetativo (porosidad en anillo), aunque en algunas especies no se distingue. Un análisis macroscópico puede mostrar, en ciertos casos, un ensanchamiento de los radios en el límite del anillo de crecimiento o un engrosamiento diferencial de las paredes de las fibras. (Vargas M. 1987)

#### **2.10.1.4. Duramen y albura.**

El duramen, es la parte interna del tronco y en muchos árboles tiene color más oscuro. Se forma porque del árbol, a medida que va envejeciendo, solo necesita de los anillos más externos para la conducción de líquidos. La madera interna que pierde gradualmente su actividad vital, se va oscureciendo debido a deposición de: Taninos, resinas, aceites, carbohidratos y otras sustancias.

En general, las primeras diferencias entre duramen y albura son:

- \* El duramen presenta, generalmente, color más oscuro;
- \* El duramen presenta menor contenido de humedad, debido a la reducción de la actividad fisiológica;
- \* El duramen es más resistente al ataque de agentes destructores de la madera;
- \* El duramen es menos permeable. (Vargas M. 1987)

#### **2.10.1.5. Radios**

Los radios se perciben a simple vista, solo cuando son bastante anchos. Son fajas de células parenquimáticas que cumplen la función de almacenamiento de sustancias nutritivas, dispuestas horizontalmente en el tronco, aparecen con tipos de células y agrupamientos característicos, en las secciones radial y tangencial, que ayudan mucho

a la identificación de especies. Además de cumplir la función de almacenamiento, los radios realizan también el transporte horizontal de material nutritivo. (Vargas M. 1987)

#### **2.10.1.6. Médula**

La médula es la parte que normalmente ocupa el centro del tronco; su función es almacenar sustancias nutritivas; el tamaño, color y forma, principalmente en latifoliadas, es muy variable. (Vargas M. 1987)

### **2.10.3. Propiedades Organolépticas de la Madera**

#### **2.10.3.1. Color**

La coloración de la madera es en gran parte, resultado de la infiltración de materiales en la célula y la pared celular, (aceites, taninos, resinas, etc.), depositados principalmente en el duramen. Algunas de estas sustancias son tóxicas a hongos e insectos y es por este motivo que maderas oscuras, con alto contenido de taninos presentan una elevada durabilidad natural. (Vargas M. 1987)

#### **2.10.3.2. Olor**

El olor es una característica difícil de ser descrita; algunas maderas presentan un olor típico, cualidad atribuida a la presencia de ciertas sustancias volátiles. Estos materiales, cuando existen, se encuentran principalmente depositados en el duramen, donde el olor es más pronunciado. Debido a la volatilidad de estos materiales, el olor disminuye gradualmente mediante su exposición. (Vargas M. 1987)

#### **2.10.3.3. Gusto**

Es una característica bastante asociada al olor y que probablemente depende de los mismos materiales, principalmente en maderas húmedas o recién cortadas. Maderas con elevado contenido de taninos, por ejemplo, poseen sabor amargo. (Vargas M. 1987)

#### **2.10.3.4. Grano**

El término grano se refiere a la disposición y dirección de los elementos constituyentes del leño en relación al eje del árbol; tenemos diversos tipos de granos: (Vargas M. 1987)

##### **2.10.3.4.1. Grano recto o lineal**

Es aquel en el que los elementos constituyentes del leño se disponen más o menos paralelos al eje vertical del árbol o pieza de madera. (Vargas M. 1987)

##### **2.10.3.4.2. Grano irregular**

Se refiere a maderas en las que los elementos constituyentes del leño presentan variaciones de inclinación en relación al eje vertical de la troza o pieza de madera, restringiéndose frecuentemente a la región de los nudos aunque si presenta nudosidad excesiva, se convierte en un defecto serio porque afecta la resistencia mecánica. (Vargas M. 1987)

#### **2.10.3.5. Textura**

Se refiere a la impresión visual producida por las dimensiones, distribución y porcentaje de los elementos estructurales en el leño; en las latifoliadas, por los poros, vasos y parénquima axial. (Vargas M. 1987).

\*Gruesa

\*Media

\*Fina

\*Muy fina

#### **2.10.3.6. Brillo**

El brillo de la madera es la capacidad que tienen estas de reflejar la luz. Algunas especies poseen esta propiedad natural en un grado bastante alto. Normalmente las maderas son más brillantes en las caras radiales debido a la exposición de los radios. El brillo es también afectado en parte, por el ángulo de reflexión de la luz. (Vargas M. 1987)

### **2.10.3.7. Figura**

Es el término usado para describir el dibujo natural de las caras de la madera, que resulta de las variadas características macroscópicas: Duramen, albura, color grano y principalmente, elementos estructurales, anillos de crecimiento, radios, además del plano de corte en sí. Figuras especialmente atrayentes son obtenidas de ciertas anomalías como: Granos irregulares, troncos bifurcados, nudos, crecimiento excéntrico, deposiciones irregulares de color, etc. (Vargas M. 1987)

### **2.10.4. Propiedades Microscópicas.**

#### **2.10.4.1. Elementos longitudinales.**

##### **2.10.4.1.1. Prosenquimatosos.**

Son las células originadas después de su formación por las fusiformes iniciales del cambium. La modificación de las células se hace principalmente en longitud para todos los elementos longitudinales, excepto para los vasculares, en los que su longitud es muy poco diferente de las iniciales del cambium, aumentando mucho en diámetro. (García L., Guindeo, 2003).

#### **Vasos:**

Los vasos son auténticos tubos de conducción de agua y savia dentro del tejido del vegetal, que se extienden en el sentido longitudinal del árbol, y están formados por el empalme longitudinal de células, cada una de las cuales recibe el nombre de elemento vascular. (García L., Guindeo, 2003).

#### **Perforaciones:**

El proceso de perforación empieza por una punteadura sin reborde de grandes dimensiones, originándose por la reabsorción de la membrana de la misma. Las investigaciones realizadas sobre la naturaleza de las perforaciones han permitido llegar a la conclusión de que el tipo de perforación es un indicador de la evolución del vegetal. Los tipos que existen, son:

Perforaciones simples: La membrana de la punteadura se reabsorbe completamente, dejando libre el paso entre los elementos vasculares.

Perforaciones escalariformes: La reabsorción de la membrana en la punteadura se hace en forma de ranuras dejando entre ellas unas barras que las separan entre sí.

Perforación foraminada o cribosa: La reabsorción de la membrana de la punteadura se hace en varios puntos, lo que da un aspecto de colador al tabique de separación. (García L., Guindeo, 2003).

### **Punteaduras en paredes laterales.**

Las punteaduras de las paredes de los vasos son muy variables en cuanto a forma, dependiendo de las clases de células con las que se ha de efectuar la comunicación.

#### **Tipos de punteaduras:**

Punteaduras alternas: Cuando se presentan en alineaciones inclinadas con respecto al eje del vaso, siendo generalmente poligonales.

Punteaduras escalariformes: Cuando las punteaduras son lineales, con su eje perpendicular al del vaso. Este es otro carácter que señala una especialización pequeña en la madera, y por consiguiente, la presencia de estructuras primitivas.

Punteaduras opuestas: Dispuestas en formaciones horizontales transversales al eje del elemento vasal.

Punteaduras ornadas: Punteaduras intevasculares con proyecciones en la pared secundaria de la punteadura y/o en el borde de la abertura. Muy comunes en muchas de las especies de las Leguminosae. (García L., Guindeo, 2003).

### **Morfología.**

En cuanto a la forma de los elementos vasculares, esta puede variar desde la forma de tonel o de barril a la ahusada de extremos perforados.

### **Distribución.**

Los vasos aparecen en la sección transversal, bajo el aspecto de un hueco, al que se denomina poro. En ocasiones los poros presentan secciones poligonales visibles en dicha sección. En función de su distribución sobre la sección transversal, los vasos presentan la siguiente tipología:

\*Vasos o poros aislados.

\*Vasos o poros múltiples radiales.

**Vasos agrupados.** En estas agrupaciones cada vaso conserva su individualidad. Dentro de este tipo de distribución, se distinguen tres agrupaciones relacionadas con la disposición de los vasos. La puntiforme recibe su nombre debido a que la agrupación de los vasos se reparte a modo de pequeños grupos distribuidos puntualmente en toda la sección y las formaciones de vasos, cuya distribución obedece a agrupaciones tangenciales y en zig-zag o flameadas. Los más comunes por  $\text{mm}^2$  son:

Vasos en número menor o igual a 5.

Vasos en número entre 5 y 20.

Vasos en número entre 20 y 40.

Vasos en número entre 40 y 100.

Vasos en número mayor o igual a 100.

(García L., Guindeo, 2003).

### **Traqueidas vasculares.**

Son consideradas por algunos autores como elementos vasculares imperfectos o degenerados. Colocadas en series longitudinales tienen toda la apariencia de un vaso, del que no se diferencian por no tener sus extremos perforados, como sucede en los elementos vasculares, y por la presencia de punteaduras areoladas.

(García L., Guindeo, 2003).

**Traqueidas vasicéntricas.**

Las traqueidas son células no perforadas con punteaduras rebordeadas. Pues bien, su morfología es diferente de las traqueidas vasculares. Generalmente son muy abundantes en las maderas con anillo poroso. Muchas veces están asociadas con el parénquima longitudinal, del que se diferencia fácilmente por sus punteaduras (García L., Guindeo, 2003).

**Fibrotraqueidas.**

Las fibrotraqueidas se presentan ya con los caracteres comunes a fibras y a traqueidas, es decir, son células muy alargadas cuyo crecimiento longitudinal alcanza valores muy elevados. Sus paredes son gruesas, su luz pequeña, sus extremos apuntados y las paredes tienen, al igual que las traqueidas, punteaduras areoladas, aunque muy pequeñas. (García L., Guindeo, 2003).

**Fibras Libriformes.**

Las fibras libriformes constituyen por excelencia los elementos de sostén, por lo que su principal función es de resistencia mecánica, siendo estas los elementos que sufren mayor alargamiento a partir de las células fusiformes iniciales del cambium. En algunas especies, junto con las fibrotraqueidas, constituyen el 50% del volumen total del tejido leñoso.

Las fibras libriformes pueden presentarse distribuidas de manera dispersa en el tejido celular, como sucede el abedul, o agrupadas con los vasos de la madera de verano, como sucede en el olmo. (García L., Guindeo, 2003).

**2.10.4. 1.2. Parenquimatosos.**

Es el conjunto de células parenquimatosas que se encuentran presentes en la madera. A diferencia de los tejidos prosenquimatosos, que tienen como función principal la de ser tejidos de resistencia y de conducción, los tejidos parenquimatosos son tejidos de almacenamiento y de conducción. En las frondosas existen dos tipos de parénquima, fusiforme, con los extremos de sus células en forma de huso, y en filas o septado, con paredes terminales transversales. (García L., Guindeo, 2003).



**Parénquima de células fusiformes.**

Las células del parénquima longitudinal fusiformes se presentan de forma muy escasa en maderas de especies arbóreas. Son células que provienen de las fusiformes iniciales del cambium y no sufren división por tabiques intermedios, como en las células de parénquima septado. (García L., Guindeo, 2003).

**Parénquima de células septadas.**

El parénquima de células septadas o parénquima en cadena, muchas veces denominado simplemente parénquima leñoso, es el más frecuente en la madera de frondosas. Está formado por células fusiformes del mismo tamaño o poco mayor que las iniciales del cambium del que proceden, que sufren después una división transversal por medio de tabiques normales al eje de la célula.

Las células del parénquima leñoso tienen punteaduras en las paredes laterales, disponiendo su tipo de los tejidos contiguos a las mismas. Cuando están en contacto con otras células de parénquima son simples; si están en contacto con vasos, su forma se ve influida con la correspondiente del vaso, hasta el punto que muchas veces son lineales y escalariformes.

Ocasionalmente el parénquima longitudinal se lignifica apareciendo en la sección transversal bajo el aspecto de bandas de diferente densidad como si se tratase de verdaderos anillos de crecimiento. (García L., Guindeo, 2003).

**Distribución del parénquima longitudinal.**

Dentro de las maderas de frondosas la presencia de parénquima es bastante común o sencillamente no tiene lugar.

Cuando el parénquima forma parte del tejido leñoso, teniendo en cuenta las distintas formas de presentarse en la sección transversal, se distinguen las siguientes distribuciones:

**Apotraqueal.** Se llama así el parénquima que no se encuentra asociado ni a vasos ni a traqueidas vasculares.

**Paratraqueal.** El parénquima leñoso se encuentra asociado a los vasos y/o a las traqueidas vasculares.

**Metatraqueal.** Cuando el parénquima se encuentra formando agrupaciones en bandas, que pueden intervenir o no en sus asociaciones a los vasos. A diferencia del confluyente en bandas, mantiene un espesor homogéneo a lo largo de la banda, no disminuyendo cuando pierde la influencia del vaso. (García L., Guindeo, 2003).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

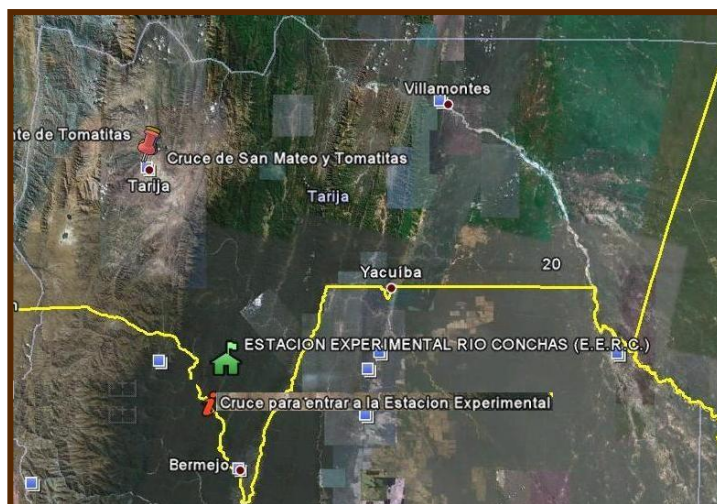
##### 3.1. Ubicación

La Comunidad de Río Conchas se localiza al sur del departamento de Tarija, en la provincia Arce primera sección, comunidad Río Conchas, localizada aproximadamente a 150 Km. al sur de la ciudad de Tarija. Limita al Este con el Río Conchas, al Sur con tierras fiscales, al Oeste con el Río Salado y Norte con productores privados de la comunidad. Entre otras características de importancia se tiene una altitud que oscila entre los 800 a 1000 msnm. Geográficamente el área de estudio tiene las siguientes coordenadas:

Latitud	Sur	22°20'59,44"
Longitud	Oeste	64°25'38,45"

Latitud	Sur	22°19'59,21"
Longitud	Oeste	64°23'49,36"

#### Mapa de Tarija



### **3.1 Características Físicas**

#### **3.1.1 Geología**

Según el mapa geológico de Tarija (ZONISIG, 2008), el área de estudio pertenece a los periodos Cretácico, Terciario y Cuaternario. La litología dominante está compuesta por limonitas, arcillitas, areniscas, calizas y otras.

El departamento de Tarija presenta tres tipos tectónicos de plegamientos bien definidos que corresponde a las provincias fisiográficas de la Cordillera Oriental, el Subandino y la llanura Chaco Beniana, correspondiendo el área de estudio en este caso a la provincia fisiográfica del Subandino. El plegamiento y fallamiento en las formaciones geológicas son menos complejos en el Subandino.

#### **3.1.2 Geomorfología**

Según el estudio realizado por el (ZONISIG 2008), la provincia fisiográfica del Subandino donde se encuentra el área de estudio, está constituida por un conjunto de paisajes dominados por serranías, colinas y valles. Las serranías y colinas del Subandino están orientadas en el sentido Norte-Sur, conformados por anticlinales estrechos y valles sinclinales más amplios, donde se instalan los ríos más importantes, originando valles con llanuras aluviales de pequeña y mediana amplitud.

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

#### **3.1.3 Fisiografía**

Según el mapa fisiográfico del estudio de (ZONISIG 2008), el área estudio se encuentra ubicada fisiográficamente entre: Serranía media, fuertemente disectada donde actúan procesos de remoción en masa; pendientes aluviales y coluviales son las principales geoformas que dominan este paisaje donde se han desarrollado valles estrechos y profundos. El relieve general es escarpado a fuertemente escarpado, con pendientes de 50 a 200 m. de longitud aproximadamente.

### **3.1.4 Suelo**

Según el estudio realizado por (ZONISIG 2008), los suelos del área de estudio son superficiales a profundos de 30 a 150 cm. excesivamente drenado a moderadamente bien drenado, materia orgánica superficial en estado de descomposición débil. Presenta pocos fragmentos teniendo un porcentaje muy bajo del 2% con formas Sub. Redondeadas, meteorizados de areniscas, limonitas y lutitas.

La textura de estos suelos pertenece a un grupo medio como: Franco, Franco arcilloso y Franco arenoso. Con un PH de moderado a fuertemente ácido.

## **3.2 Características Meteorológicas**

### **3.2.1 Clima**

El clima del área de estudio se caracteriza por ser templado a cálido, semi-húmedo, donde los veranos son lluviosos y el otoño con lloviznas persistentes.

Los periodos más secos abarcan desde el mes de mayo a septiembre, siendo octubre el mes en que empiezan las precipitaciones; los meses que tienen mayores precipitaciones diciembre a marzo; el mes más lluvioso es en Enero, con una precipitación promedio anual de 1500 mm / año.

La temperatura media de acuerdo a isotermas es de 21 a 22°C, con una temperatura máxima extrema 40°C y una mínima extrema de – 5.5°C con una humedad relativa promedio de 72% según Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2009).

De acuerdo con el mapa Ecología de Bolivia, el área de estudio se encuentra en una zona transicional del Bosque húmedo templado. (SENAMHI, 2009)

### **3.2.2 Hidrología**

Río Conchas forma parte del gran sistema hidrográfico de la Cuenca del río La Plata, la que a su vez tiene como parte la Cuenca del río Bermejo y ésta tiene como una de sus subcuencas tributarias a la subcuenca del Río Salado y Conchas donde se encuentra el área de estudio.

La cuenca del río Bermejo en la Cordillera Oriental presenta un relieve accidentado donde la gradiente longitudinal del curso de los ríos adquiere pendientes altas, mayores al 2,5%, como los ríos Guadalquivir, Tolomosa, Camacho, y Santa Ana, tributarios principales del río Bermejo, que en el Valle Central de Tarija forman un valle amplio.

En el Subandino, la cuenca del río Bermejo presenta valles amplios como manifiestan los ríos de Entre Ríos, Salinas, Chiquiaca, Emborozú, Conchas, y Playa Ancha con gradientes menores al 2%. El patrón de drenaje para esta cuenca es subparalelo en la unidad estructural del Subandino.

### **3.3 Características Bióticas**

#### **3.3.1 Vegetación**

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

De este análisis podemos deducir que la vegetación existente corresponde a: Bosque denso siempre verde semideciduo submontano. Presenta los siguientes estratos de vegetación:

##### **3.3.1.1 Estrato Arbóreo**

Se registran 32 especies arbóreas mayores a 10 cm. de DAP, pertenecientes a 20 familias botánicas. Las especies con mayor número de individuos por hectárea es el chal-chal y *Nectandra sp.* Siendo las más frecuentes en todos los sitios de evaluación. Por otro lado, se tiene un total de 468 individuos por hectárea. La vegetación a los

970 msnm. se caracteriza por ser un bosque ralo de ladera inferior escarpada, con una densidad de 320 individuos por hectárea.

**CUADRO 1: Estrato Arbóreo**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
Lauraceae	<i>Cinnamomum porphyria</i> - (Kosterm.)	Laurel
Sapotaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.)Arrab.ex.Steudel	Aguay
Myrsinaceae	<i>Rapanea</i> sp.	Yuruma
Solanaceae	<i>Solanun ripariun</i> Pers	Tabaquillo blanco
Sapindaceae	<i>Cupanea vernalis</i> Cambess	Condorillo
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlkofer	Suiquillo
	<i>Allophylus edulis</i> (Camb.) Radlk	Chal-chal
Rosaceae	<i>Prunas tucumanensis</i> Lillo	Duraznillo
Mirtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Guayabo
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Arrayán
	<i>Bleparocalyx gigantea</i> L.	Barroso
Polygonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora</i> L.	Membrillo
	<i>Coccoloba tiliaceae</i> Lindau	Mandor

Flacourtiaceae	<i>Xilosma pubescens</i>	Amarillo
Nictaginaceae	<i>Bougainvillea sp.</i>	Huancar
Tiliaceae	<i>Heliocarpus papayanensis</i>	Cascarilla
Euphorbiaceae	<i>Croton densiflorus</i>	Tabaquillo rosado
Boraginaceae	<i>Patagonula americana</i>	Lanza blanca
	<i>Cordia trichotoma</i>	Afata
	<i>Saccellium lanceolatum</i>	Lanza monteña
Rutaceae	<i>Fagara coco</i>	Sauco
Bignoniaceae	<i>Tabebuia impefiginosa</i>	Lapacho rosado
	<i>Tabebuia heteropoda</i>	Lapacho amarillo
Proteceae	<i>Roupala cataractarum</i>	
Juglandaceae	<i>Juglans australis</i>	Nogal
Meliaceae	<i>Cedrela sp.</i>	Cedrillo
Anacardiaceae	<i>Astronium urundeuva</i>	Urundel
Leg. Mimosoidea	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Cebil
	<i>Inga edulis - Martius</i>	Pacay
Leg. Papilonoidea	<i>Lonchocarpus lilloi - (Hassl.) Burk.</i>	Quina blanca
	<i>Tipuana tipu - (Benth.) O.Kuntze</i>	Tipa
	<i>Myroxylon peruiferum - L.f.</i>	Quina colorada



### 3.4.1.2. Estrato Arbustivo.-

Se encuentra disperso en la parte inferior del bosque; representa un 22% de cobertura y una densidad de 2.343 individuos por hectárea como promedio general. Integrado en su mayoría *Psychotria carthagansensis*; con 1.714 individuos por hectárea. Esta especie está distribuida en áreas tropicales y subtropicales en casi todo el mundo (Cabrera, 1993), corroborado por el documento de levantamiento florístico preliminar ya que la zona de estudio está dentro de las áreas que indica este autor. La densidad y cobertura de las especies presentes demostraron ser descendentes de acuerdo al piso altitudinal.

**Cuadro 2: Estrato Arbustivo**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre Común</b>
Solanaceae	<i>Solanum trichoneurom</i>	Mata Gusano
Rubiaceae	<i>Psychotria carthagansensis</i>	Cafecilla
Acanthaceae	<i>Aphelandra sp.</i>	Hierba
Urticaceae	<i>Urera sp.</i>	Itapalla
Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	Matico

### 3.4.1.3. Estrato Herbáceo.-

La cobertura de este estrato es del 10.3%, y una densidad de 84167 individuos por hectárea integrados por la familia Gramineae, Acantáceas y Asplenidiaceae, destacándose *Oplismenus hirtellus*. Con 24167 individuos por hectárea siendo muy consumido por el ganado bovino, de aspecto postrado y tallos tenues que les hace accesibles al pastoreo de los animales; su habitat es en regiones boscosas, a la sombra, también se encuentra en este hábitat en todos los lugares sombríos del bosque.

**Cuadro 3: Estrato Herbáceo**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre Común</b>
Aspleniaceae	<i>Asplenium sp.</i>	Helecho
Acanthaceae	<i>Ruellia sp.</i>	Alfilla
	<i>Dicliptera sp.</i>	Alfilla Flor Naranja
Maranthaceae	<i>Altermanthera sp.</i>	Hierba y Pollo
Gramineae	<i>Ichnantus</i>	Hierba
	<i>Oplismenus hirtellus</i>	Pasto Monteño
acanthaceae	<i>Justicia goudotti</i>	Alfilla Flor Lila

### **3.5. Aspectos Socioeconómicos**

#### **3.5.1. Uso Actual de la Tierra**

En la comunidad de Río Conchas, la actividad predominante es la ganadería; encontrándose también zonas donde se cultivan maíz, papa, tomate, morrón, árboles frutales y plantaciones de caña de azúcar.

Los comunarios, también se dedican a la crianza de animales domésticos como ser: caballos, vacas, cerdos, aves de corral, etc.

#### **3.5.2. Vías de comunicación**

De acuerdo a la información del Servicio Departamental de Caminos,(SEDECA) por el Sur del Departamento de Tarija pasa la red fundamental Ruta 1; carretera panamericana que une las ciudades de Tarija y Bermejo la misma que sirve como conexión a la República Argentina, está considerada como una carretera internacional, la misma cuenta con cubierta asfáltica.

El ingreso a la comunidad de Río Conchas, se hace por el cruce el Salado a través de un camino vecinal el que en épocas de lluvia se torna intransitable debido a las redes de drenaje y al crecimiento del Río Salado y el Río Conchas, como también a los derrumbes, que se producen por las altas y constantes precipitaciones en periodo de lluvias.

### **3.5.3. Población**

Según el mapa demográfico del ZONISIG (2008), La comunidad Río Conchas posee una densidad de población baja lo que da a entender que tiene un asentamiento de población menor a 500 habitantes.

### **3.5.4. Educación**

En esta comunidad, se observa que los niños solo pueden estudiar hasta el último curso del nivel primario; las Unidades Educativas no cuentan con el nivel secundario porque se carece de ítems para este nivel.

La precariedad de los caminos y la distancia impide que los niños lleguen a la escuela con facilidad, razón por la cual se incrementa el índice de analfabetismo.

## **3.6. Materiales**

Para lograr un buen desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizó los siguientes materiales:

### **3.6.1. Material Biológico**

- Troza del árbol
- Hojas
- Corteza

### **3.6.2. Material de Campo**

- Brújula
- Eclímetro
- Motosierra

- Machetes
- Cinta métrica
- Pintura al aceite
- Brochas
- Cámara fotográfica
- GPS
- Planilla de campo
- Carta geográfica

### **3.6.3. Material de Aserradero**

- Sierra circular
- Sierra sin fin
- Grueseadora
- Cepilladora
- Flexómetro
- Escuadra de carpintería
- Marcador
- Planillas de registro

### **3.6.4. Material de Laboratorio**

Dentro de esta fase se emplearon los diferentes instrumentos y materiales que hay en el Laboratorio de Tecnología de la Madera perteneciente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

- Balanza eléctrica (0,01 gr.)
- Lija para madera
- Vernier

- Palmer o pie de rey
- Probetas de Madera (Suiquillo)
- Planillas para los diferentes ensayos
- Soporte universal
- Punzón
- Estufa eléctrica

### **Reactivos**

- Agua destilada
- Parafina

### **3.6.5. Material de Gabinete**

- Libreta de anotaciones
- Planillas de registro
- Bibliografía (normas COPANT)
- Material de escritorio.
- Computadora
- Calculadora

### 3.7. MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en base a las normas COPANT

MADERAS 30: 1-013(Comisión Panamericana de Normas Técnicas).

**Cuadro 4: La Norma que se utilizó en el ensayo**

<b>NORMAS</b>	<b>TEMAS</b>
<b>COPANT 158</b>	Glosario
<b>COPANT 458</b>	Selección y colección de muestras
<b>COPANT 459</b>	Acondicionamiento de las muestras de maderas destinadas a los ensayos físicas-mecánicos
<b>COPANT 460</b>	Método de determinación del contenido de humedad
<b>COPANT 461</b>	Método de determinación del peso específico aparente
<b>COPANT 462</b>	Método de determinación de contracción
<b>COPANT 30:1-012</b>	Análisis estadístico y presentación de los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de la madera

#### 3.7.1. Selección y Colección de las Muestras

De acuerdo con la norma COPANT 458 se utilizó el sistema al azar, de manera que todos los componentes o etapas (bloque, parcela, árbol, troza, vigueta, probeta.) tengan la misma posibilidad de ser elegidos. Este sistema al azar comprende las siguientes etapas:( Cruz 2006)

### **3.7.1.1. Definición de la Población**

De acuerdo a la finalidad del estudio (determinación de las propiedades físicas del Suiquillo) se estableció las diferentes características de cada individuo, como ser: la altura, diámetro, calidad de copa.

### **3.7.1.2. Selección de la Zona**

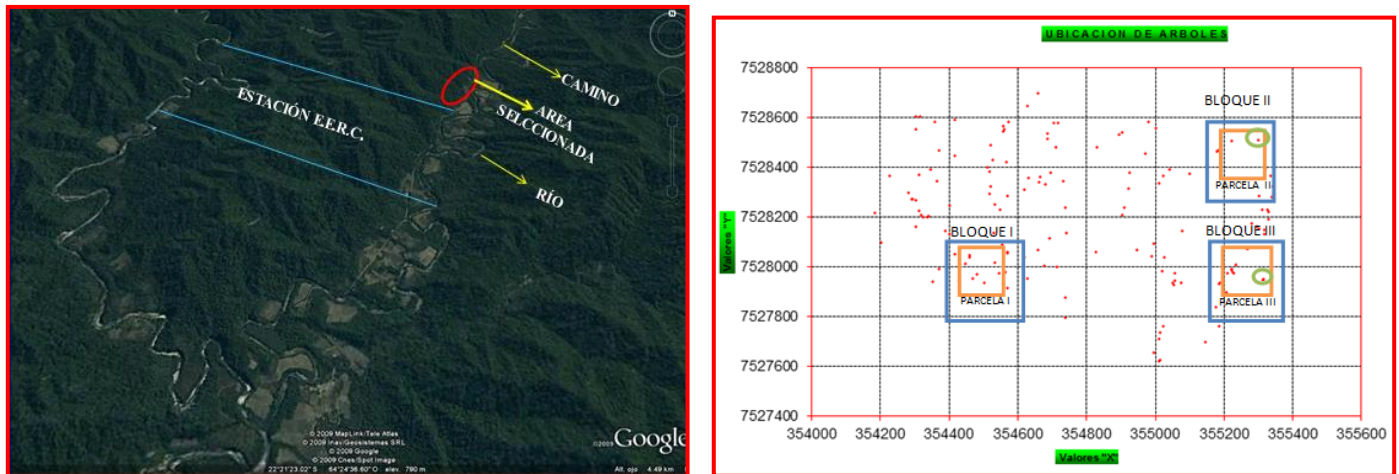
Para la selección de la zona se tomó en cuenta la representatividad de la especie en cuanto a sanidad y calidad de los individuos. La zona se dividió en tres bloques, las medidas fueron de 50 x 150 m.; los mismos se subdividieron en tres parcelas de 50 x 50 m., seleccionando al azar una parcela por bloque, la superficie total del área seleccionada es de 22500 m<sup>2</sup>.

Las parcelas elegidas se localizaban en pie de monte, a 20 m. del camino y 55 m. del río, en la parte inferior se encuentra un cultivo de cítricos; con una pendiente aproximadamente de 40 % y un buen estado de regeneración natural, la especie se encontraba asociada con: ala de cóndor, guaranguay, tabaquilla y laurel.

### **3.7.1.3. Selección de los Árboles**

Se seleccionó un árbol de cada parcela al azar haciendo un total de tres, de estos se eligieron al azar dos árboles, tomando en cuenta la sanidad un buen fuste y el diámetro. La medición del primer árbol seleccionado fue: Altura Total 12 m. Altura Comercial 2,73 m. Altura Tocón 50 cm. Diámetro 30 cm. las mediciones del segundo árbol fueron: Altura Total 18 m. Altura Comercial 8 m. Altura Tocón 50 cm. Diámetro 35 cm.

## UBICACIÓN DEL ÁREA SELECCIONADA



COORDENADAS DE LOS ÁRBOLES SELECCIONADOS			
Bloque II	Parcela II	X	Y
		355300	7528510
Bloque III	Parcela III	X	Y
		355315	7527950

### 3.7.1.4. Selección de las trozas

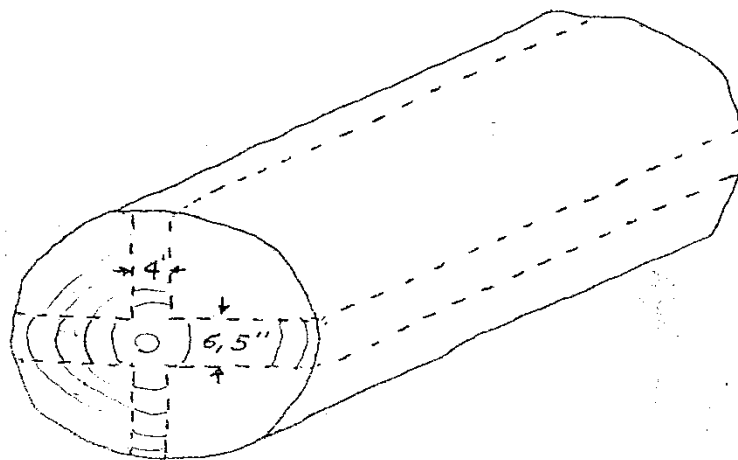
Se realizó el apeo, desramado; luego se dividió el árbol en secciones de 1.30 mts. saliendo tres trozas del primer árbol y del segundo árbol cuatro trozas; se cortaron de la parte basal, media y alta; la codificación se la hizo al azar tanto del árbol 1 como del árbol 2; para observar si en los ensayos realizados en laboratorio hay alguna diferencia entre los resultados de cada probeta. La codificación utilizada fue de A, B, C.



### 3.7.1.5. Selección de las viguetas dentro de la troza

Las viguetas se obtuvieron de los tabloncillos centrales y laterales, los cuales fueron de 6.5\*4 cm., de sección transversal teniendo en cuenta la escuadría adecuada para una buena orientación de los anillos de crecimiento y dirección de la fibra para darle sección transversal requerida de 3\*3 cm. cada vigueta fue codificada de la siguiente forma: I, II, III, etc.

### Esquema para cortar la troza en Tabloncillos y tablas en el bosque



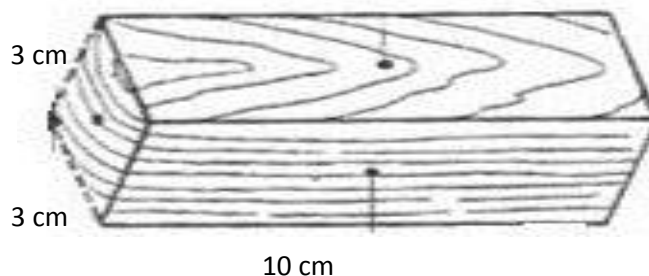
### 3.7.1.6. Obtención de las probetas a partir de las viguetas

La preparación de las probetas se realizó de acuerdo a las normas propuestas para el ensayo y se procedió de la siguiente manera

- a) Se aserró los tabloncillos centrales para el ensayo, que fueron de 3\*3 cm. de ancho y 25cm. de largo los cuales se eligieron al azar. Los listones se dejaron

secar en un galpón al aire libre, hasta que llegaron a un contenido de humedad adecuado para realizar el corte de las probetas.

- b) Después de dos semanas se comenzó la preparación definitiva de las probetas (3 cm x 3 cm x 10 cm). Esta etapa es muy importante se debe poner un cuidado especial en la elaboración de las probetas ya que una inadecuada orientación de los anillos de crecimiento, como así mismo de la dirección de las fibras traen resultados incorrectos.



- c) El número de probetas que se utilizó en el ensayo de propiedades físicas ha sido igual en estado verde, como seco al aire y estado seco al horno teniendo probetas auxiliares (ver fig. 1 Anexo I).

#### Dimensiones y Cantidad de Probetas para el Ensayo

<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>						
<b>Dimensión cm</b>	<b>Estado Verde</b>	<b>Estado Aire</b>	<b>S.</b>	<b>Estado Horno</b>	<b>S.</b>	<b>Total</b>
3 * 3 * 10	20	20		20		20

### **3.7.1.7. Codificación de las Probetas**

Para tener una correcta tabulación de datos y mejor identificación de las probetas se realizó la codificación de las mismas, de manera que sea clara y sencilla que permitió ubicar cuando se está realizando el ensayo. El código está escrito de forma clara y grande, preferentemente escrito con lápiz indeleble en uno de los costados de cada probeta. La codificación es

1 = Número de árbol

A = Troza que puede ser A, B

II = Identificación de la vigueta seleccionada

3 = Número de las probetas de cada árbol

1AI1    2AII11    1BI6    2BII16

### **3.8. EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICAS**

#### **3.8.1. Propiedades Físicas**

En el presente trabajo se ensayó 20 probetas proveniente de 2 árboles, los mismos que se utilizó para el ensayo, teniendo en cuenta que estén libre de defectos con la orientación bien definida (radial tangencial), con dimensiones verificadas de 3 x 3 x 10 cm. se efectuó el proceso para determinar las propiedades físicas en las diferentes etapas (Estado Verde, Seco al Aire y al Horno) según la norma COPANT

##### **3.8.1.1. Estado Verde**

Las probetas fueron extraídas del recipiente en la que se encontraban en remojo hasta alcanzar un contenido de humedad mayor 30% debido a que la madera pierde humedad desde el momento del apeo hasta la preparación de las probetas. Luego se hizo escurrir el agua de las probetas y posteriormente se procedió a pesar, determinar las dimensiones radiales, tangencial y la medición del volumen por el método de inmersión. (Ver fig. 2 en Anexo I).

##### **3.8.1.2. Estado Seco al Aire**

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

##### **3.8.1.3. Estado Seco al Horno**

Realizando las anteriores lecturas del ensayo y registrados en las planillas correspondientes, se procedió a colocar las probetas en la estufa dejándose 24 horas a 40°C, incrementándose la temperatura a 60°C durante 24 horas, luego 80°C por el lapso de 24 horas y finalmente después  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , hasta obtener un peso constante, se retiraron las probetas de la estufa y posteriormente se pesaron y se midieron sus

dimensiones de la cara radial y tangencial. 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.

Con todos estos datos obtenidos se procedió a calcular para obtener los resultados de las propiedades físicas:

### 3.8.2.1. Contenido de Humedad

Para la determinación del Contenido de Humedad se utilizó la norma COPANT 460 por el método de las pesadas o secado en estufa, para cada una de las probetas; en la realización se utilizó una balanza de (0,01 gr.) de precisión y una estufa que permitió regular la temperatura de  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Las probetas se introdujeron en la estufa, la misma que contiene un termorregulador; cada 24 horas se fue incrementando la temperatura en forma gradual hasta llegar a los  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  y que de dos pesos consecutivos sean constantes para luego extraer las probetas y dejarlas en un desecador y finalmente pesar las probetas registrándose en la planilla correspondiente. Con los datos obtenidos se calculó el contenido de humedad por medio de la siguiente fórmula

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

Donde:

CH = Contenido de humedad en (%)

Ph= Es el peso de la madera en (gr)

Po=Es el peso anhidro de la madera (seca en estufa), en (gr)

$$\text{CH} = \frac{126,78 - 75,60}{75,60} \times 100 = 67.70\%$$

Por ejemplo, de los datos de la probeta n° 1 en el cuadro 1 de propiedades físicas (ver Anexo III) se obtiene los resultados del contenido de humedad para los diferentes estados de la madera (Ver cuadro 2 de resultados de propiedades físicas, en Anexo III).

### 3.8.2.2. Peso Específico y Densidad Básica

Según la norma COPANT 461, el peso es el cociente del peso y el volumen, ambos a un determinado contenido de humedad. Así se obtiene el peso de las probetas en gramos por la lectura de la balanza y el volumen mediante el método de medición indirecta por inmersión en agua. Después con los datos determinamos el peso específico aparente para los tres estados correspondientes. Con la relación peso anhidro y volumen verde obtenemos la densidad básica o peso específico básico. Para mejor comprensión, se demuestra un ejemplo de cada una de ellos en función a los datos en el siguiente cuadro de la probeta 1 (ver cuadro 1 de Anexo III) en el cuadro de resultados de propiedades físicas (ver en cuadro 2 de resultados, Anexo III)

**Datos para calcular la Densidad**

<b>PV</b>	<b>Vv</b>	<b>PSA</b>	<b>VSA</b>	<b>PSH</b>	<b>VSH</b>
126,78	104,95	98,20	101,40	75,60	88,49
122,55	99,82	93,35	97,23	72,08	85,11

$$DV = \frac{126,78}{104,95} = 1,208 \text{ gr/cm}^3$$

$$DSA = \frac{98,20}{101,40} = 0,968 \text{ gr/cm}^3$$

$$DANH = \frac{75,60}{88,49} = 0,854 \text{ gr/cm}^3$$

$$DB = \frac{75,60}{104,95} = 0,720 \text{ gr/cm}^3$$

### 3.8.2.3. Contracción

La norma COPANT 462 establece el procedimiento para determinar las contracciones radial, tangencial y volumétrica. La contracción es una reducción dimensional que sufre la probeta, desde la condición verde hasta la seca al horno, denominada contracción Total y desde la dimensión verde hasta la seca al aire, denominándose contracción seca al aire.

Con las dimensiones iniciales y las obtenidas en los estados posteriores (ver cuadro 1 y 2 en Anexo III) procedimos a determinar las respectivas contracciones, tal cual demuestra el siguiente ejemplo.

#### Datos Para Calcular la Contracción

<b>DRV</b>	<b>DTV</b>	<b>Vv</b>	<b>DRSA</b>	<b>DTSA</b>	<b>VSA</b>
32,11	33,80	104,95	31,50	32,90	101,40
30,50	32,41	99,82	30,00	31,60	96,23

$$CRN = \frac{32,11 - 31,50}{32,11} \times 100 = 1,90\%$$

$$DTN = \frac{33,80 - 32,90}{33,80} \times 100 = 2,66\%$$

Para la contracción total, se sigue el mismo procedimiento, tomando en cuenta las dimensiones y el volumen en estado anhidro.

#### 3.8.2.4. Tasa de Estabilidad

Es el cociente que relaciona la contracción tangencial y la contracción radial. Este valor dimensional expresa la estabilidad de la madera durante el proceso de secado.

$$TASA = \frac{CTN}{CRN}$$

$$TASA = \frac{2,66\%}{1,90\%} = 1,4$$

#### 3.8.2.5. Porosidad

Es la medición indirecta de los espacios huecos que tiene la madera cuando se encuentra en estado anhidro; para su cálculo se utiliza los valores de la densidad anhidra. Se relaciona de manera inversa con la densidad; es decir, a mayor porosidad menor densidad, a mayor densidad menor porosidad; los valores son expresados en porcentaje (%), la constante  $\delta = 1,5$

$$P = \left(1 - \frac{f^{\circ}}{\delta}\right) \times 100 \%$$

$$P = \left(1 - \frac{0,854}{1,5}\right) \times 100 = 43,07 \%$$

#### 3.8.2.6. Humedad Máxima

Es la medición indirecta de la cantidad de agua que contiene la madera (agua libre y agua de impregnación) cuando se encuentra completamente saturada. 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. La constante  $f_r = 1,5$



$$CHmax = \left( \frac{1}{f^{\circ}} + 0,28 - \frac{1}{f_r} \right) \times 100\%$$

$$CHmax = \left( \frac{1}{0,854} + 0,28 - \frac{1}{1,5} \right) \times 100 = 78$$

Se debe verificar todos los valores para las propiedades físicas que se detallan en el Cuadro de resultados de propiedades físicas (ver cuadro 2 en Anexo III).

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

#### 4. Análisis Estadísticos de las Propiedades Físicas

Se aplicó el análisis estadístico tomando en cuenta la norma COPANT 30:1-012, que establece el procedimiento para su realización y presentación de resultados:

Los datos requeridos para el análisis estadístico son:

Número de árboles ensayados	k=2
Número de probetas por árbol	l=10
Número de probetas para el ensayo	N=20

Los cálculos a realizar son los siguientes:

$$N = l_1 + l_2 + l_3 \dots \dots \dots l_K = \sum_j^k l^j$$

#### Valor promedio (x) de los valores individuales por árbol

$$X_j = \frac{l}{L} * (x_1 + x_2 + x_3 + \dots \dots \dots + x_L) = \frac{l}{L} \sum_i^l l^x$$

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

#### Valor promedio total (x) de todos los valores individuales

En caso de que el número de probetas por árbol (l) sea igual en todos los árboles a ensayar, se utiliza la fórmula:

$$X = \frac{l}{k} * (x_1 + x_2 + x_3 + \dots \dots \dots + x_k) = \frac{l}{k} \sum_{j=1}^k x_j$$

Si el número de probetas por árbol (1) no es igual para todos los árboles, se calcula el promedio total ( $\bar{x}$ ) directamente de los valores individuales  $x_i$ ; se utiliza la siguiente fórmula.

$$\bar{x} = \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^k x_{ij}$$

### Estimación de la varianza

Para facilitar el cálculo de la varianza de los valores individuales entre los (k) árboles  $S_1^2$  para un mismo número (l) de probetas.

$$s_1^2 = \frac{l}{k-l} \sum_{j=1}^k (\bar{x}_j - \bar{\bar{x}})^2 = \frac{l}{k-l} \left[ \sum_{j=1}^k x_j^2 - \frac{l}{k} \left( \sum_{j=1}^k \bar{x} \right)^2 \right]$$

Estimación de la varianza promedio individual dentro de los (K) árboles para un mismo número (l) de probetas:

$$s_2^2 = \frac{l}{k} \sum_{j=1}^k s_j^2$$

Estimación de la variación o varianza total de todos los valores individuales alrededor del promedio total para un mismo número (l) de probetas en cada árbol según:

$$s_T^2 = \frac{l}{N-l} \sum_{j=1}^N (\bar{x}_j - \bar{\bar{x}})^2 = \frac{l}{N-l} \left[ \sum_{j=1}^N x_j^2 - \frac{l}{N} \left( \sum_{j=1}^N \bar{x}_j \right)^2 \right]$$

En el caso de que el número (l) de las probetas no sea igual para los (k) árboles, se determinan las diferentes variaciones según el siguiente esquema:

### Determinación de las Variaciones $S_1^2$ ; $S_2^2$ ; $S_T^2$

	Número de los Grados de libertad	Suma de los cuadrados de desviación	Variación
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	$n_1+n_2= N-1$	$A_1+A_2=III - I$	$s_T^2 = \frac{A_1 + A_2}{n_1 + n_2}$

$$I = N\bar{x}^2 = \frac{l}{N} (\sum_{i=1}^N x_i)^2$$

$$II = l * \sum \bar{x}_j^2 = \sum_{j=1}^k \frac{l}{l} (\sum_{i=1}^N X_l)^2$$

$$III = (\sum_{i=1}^N X^2)^2$$

#### Determinación del Coeficiente de Variación

El coeficiente de variación para la varianza de los valores individuales entre los (k) árboles se determina según fórmula propuesta

$$CV_1 = \frac{S_1}{\bar{X}} * 100$$

El coeficiente de variación para la varianza promedio de los valores de la varianzas dentro de los (k) arboles según:

$$CV_2 = \frac{S_2}{\bar{X}} * 100$$

El coeficiente de variación total para la varianza de los valores individuales (x) alrededor del promedio total x según:

$$CV_T = \frac{S_T}{\bar{X}} * 100$$

### **CÁLCULO DEL INTERVALO DE CONFIANZA PARA EL VALOR PROMEDIO**

Con el valor presente total (x) de una manera es solamente una estimación del promedio (N) de la población; también se necesita presentar en el análisis estadístico el intervalo de confianza ( $\pm q$ ) del valor promedio total (X) para una seguridad estadística postulada (generalmente 95 %). El valor promedio total (X), del muestreo es más o menos el intervalo de confianza ( $\pm q$ ) es decir, de todos los datos de intervalo de confianza incluye el valor promedio real de la población (N) con una probabilidad dada.

Los límites correspondientes se calculan del valor promedio total del muestreo (X) y la desviación estándar de los (n) valores individuales entre los (k) árboles según:

Intervalo de confianza del promedio total ( $\pm$ ) en (%) Según seguridad estadística postulada:

$$X \pm q = t_{(k-1)} * \frac{s}{\sqrt{N}}$$

Intervalo de confianza del promedio total ( $\pm q$ ) en (%) según seguridad estadística postulada:

$$\bar{X} \pm p = t_{(k-1)} * \frac{cv1}{\sqrt{N}}$$

Donde: el factor  $t$  depende de  $(k-1)$  y para una seguridad estadística de 95% tiene los siguientes valores:

K- 1	2	3	4	5	7	9	14	19	$\alpha$
$t_{(k-1)}$	4,3	3,18	2,78	2,57	2,37	2,26	2,15	2,09	1,96

## CAPÍTULO V

### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. Presentación de Resultados para las Propiedades Físicas

Una vez realizado el ensayo de propiedades físicas del Suiquillo y obtenidos los valores correspondientes, se procedió al cálculo de los resultados individuales, según lo señalado por las Normas COPANT 30:0.12, en lo referente al análisis estadístico (cuadro 3. Análisis estadístico de las propiedades físicas en Anexo III), se obtuvo los siguiente valores:

##### 5.1.1. Contenido de Humedad

Es determinado al tanto por ciento de peso seco en estufa con valores promedios:

- Contenido de Humedad en estado verde                      68,10 %
- Contenido de Humedad en estado seco al aire              27,71 %

##### 5.1.2. Peso Específico Aparente

Es considerado como una de las propiedades más importantes, ya que tiene una relación directa con las otras propiedades físicas. El peso específico de un cuerpo es el número de gramos que pesa un  $\text{cm}^3$ , de dicho cuerpo. Los resultados son:

- Densidad verde    1,220  $\text{gr}/\text{cm}^3$
- Densidad seca al aire    0,961  $\text{gr}/\text{cm}^3$
- Densidad ajustada al 12 %                                      0,883  $\text{gr}/\text{cm}^3$
- Densidad Anhidra    0,857  $\text{gr}/\text{cm}^3$
- Densidad Básica     0,726  $\text{gr}/\text{cm}^3$

### 5.1.3 Contracciones

Tienen su importancia en los procesos de sorsión y con ello en las modificaciones que se presentan según las dimensiones lineales y volumétricas de la madera en estudio; que son los siguientes

#### 5.1.3.1. Tangencial

➤ Del Estado Verde al Estado Seco al Aire	2,33 %
➤ Del Estado Verde al Estado Anhidro	7,71 %
➤ Ajustado al 12% de contenido de Humedad	5,38 %

#### 5.1.3.2. Radial

➤ Del Estado Verde al Estado Seco al Aire	1,57 %
➤ Del Estado Verde al Estado Anhidro	4,55 %
➤ Ajustado al 12% de Contenido de Humedad	3,35 %

#### 5.1.3.3. Volumétrica

➤ Del Estado Verde al Estado Seco al Aire	3,65 %
➤ Del Estado Verde al Estado Anhidro	15,25 %
➤ Ajustado al 12 % de Contenido de Humedad	10,21 %

### 5.1.4. Tasa de Estabilidad

Es la estabilidad dimensional de la madera de una especie y se determina por medio del cociente de la contracción tangencial y la contracción radial; es a dimensional y los valores que presenta son:

➤ Tasa de estabilidad Normal (seco al aire)	1,52
➤ Tasa de estabilidad Total (anhidro)	1,68



### 5.1.5. Densidad Básica

Es determinada por el cociente del peso seco al horno y el volumen verde, obteniendo el siguiente resultado

➤ Densidad Básica 0,726 gr/cm<sup>3</sup>

### 5.1.6. Porosidad

Se obtiene por medio de la fórmula que establece una relación de sustracción entre el volumen anhidro igual a 1 cm<sup>3</sup> y el volumen real del mismo (sin tomar en cuenta los espacios), la cual fue:

➤ Porosidad 42 87 %

### 5.1.7. Máximo Contenido de Humedad

➤ Es la humedad total correspondiente a un árbol recién apeado, cuyo valor es de 78,12 %

Todos los resultados obtenidos, son presentados en el cuadro de Resultados de Propiedades Físicas en Anexo (cuadro N°2)

## CAPÍTULO VI

### 6.1. CONCLUSIONES

Luego de determinar las Propiedades Físicas de la especie Suiquillo (*Diatenopteryx Sorbifolia Radlkofer*), se llegó a las siguientes conclusiones de acuerdo a las estipulaciones de la Clave de Identificación de Maderas.

#### 6.1.1. Propiedades Físicas

##### 6.1.1.1 Peso Específico

Según los valores de contenido de humedad obtenidos, se puede clasificar a la especie en estudio de la siguiente manera

- Por su peso específico básico promedio de  $0,726 \text{ gr/cm}^3$  que es un indicador de calidad de la madera; **es una madera de densidad pesada.**
- Por su peso específico ajustado al 12 % de contenido de humedad de  $0,883 \text{ gr/cm}^3$  se clasifica **como alta**
- Por su peso específico anhidro  $0,857 \text{ gr/cm}^3$  se encuentra entre las maderas de **densidad pesada.**

##### 6.1.1.2. Contracción

- Por el valor que presenta la contracción volumétrica de 9,70 %, se clasifican entre las maderas de **baja contracción**

##### 6.1.1.3. Tasa de Estabilidad

- La condición de la madera del Suiquillo “**muy estable**” según la estabilidad promedio de 1,52.

## 6.2. Recomendaciones

Realizado el presente estudio con los resultados obtenidos de los diferentes ensayos de propiedades físicas del Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia*), se recomienda lo siguiente:

- ❖ Difundir los diferentes estudios de la especie a empresas madereras para que hagan una correcta utilización de la madera, ya que presenta una alta resistencia
- ❖ Para un buen estudio del Suiquillo se recomienda realizar estudios complementarios como: trabajabilidad, propiedades químicas y otros estudios para así poder complementar los resultados obtenidos del presente estudio
- ❖ Además de la aplicación tradicional de acuerdo a los resultados y la clasificación, se recomienda la utilización de la madera de esta especie en Pisos, Maderas de Construcción – Estructuras, Obras de Torneado – Artesanía.
- ❖ Se recomienda, dar un mayor apoyo a las investigaciones integrales (tecnológicos, silviculturales).
- ❖ Se debe tener una planificación a nivel regional, nacional de la investigación, ya que los grandes esfuerzos que se realizan tanto económico, técnico, investigar y toda la información se pierde en los estantes de las bibliotecas.