

**CAPÍTULO I**  
**MARCO TEÓRICO**

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PALQUI

El palqui (*Acacia feddeana* Harms), se considera árbol pequeño poco espinoso, caducifolio con ronco blanquecino; flores de color crema en espigas densas, los frutos aproximadamente de 6 cm de largo y 18 de ancho, suavemente estrecho hacia el ápice coleccionado con flores en septiembre y con frutos en diciembre, en matorrales del bosque abierto interandino (2800 – 3200 m.). (Timothy John Killeen, Stephan G. Beck, Emilia García E. 1993)

Es una leguminosa de origen silvestre que crece, formando bosques de matorrales, en zonas desérticas templadas ubicadas en la región sud de Bolivia, que comprende el noroeste de Tarija, el sudeste de Potosí y la provincia de Sud Cinti de Chuquisaca. La semilla de palqui es consumida tradicionalmente por los campesinos de los lugares donde se produce, ya sea como semilla cocida o tostada. Desde hace varios años, su uso alimenticio ha sido diversificado a través de algunos productos, tales como la harina y el café de palqui. (Escalera & Caba. 2015) Citado por Garrón, 2015.

Desde hace algún tiempo, al palqui se le ha prestado una atención relativamente importante dentro de la investigación con fines de manejo forestal, cuyo objetivo es la reforestación y su introducción en otros lugares donde no existe. Sin embargo, son pocos los estudios agropecuarios para su utilización en forrajes para animales domésticos, como caprinos, ovinos, bovinos, animales pequeños y otros, por el alto contenido de nitrógeno en su follaje. (Escalera & Caba. 2015) Citado por Garrón, 2016.

Esta planta tiene la capacidad de rebrotar a partir de los tocones, cuando se corta de uno de los tallos, no así cuando se cortan todos los tallos o ramas principales, en este caso la planta muere. Fuente: Romero, 2006



Figura N° 1: Identificación del árbol

### **1.1.1. Características del Palqui (*Acacia feddeana* Harms) y Taxonomía**

El Palqui *Acacia feddeana* Harms es una de las especies silvestres con múltiples utilidades, para el beneficio humano. El Palqui se desarrolla en forma silvestre



Figura N°2: Georreferenciación del árbol



Figura N° 3: Identificación de la corteza

Formando bosque matorrales en zonas semidesérticas templadas y estepas montanas templadas. con una distribución que va desde 2600 hasta 3300 m.s.n.m. con temperaturas de 12 a 18 grados y precipitaciones pluviales entre 125 y 540 mm por año. de un sabor agradable para la alimentación humana y animal. (Escalera & Caba. 2015) Citado por Garrón, 2016.

De acuerdo al Código internacional de nomenclatura botánica esta especie tiene la siguiente clasificación:

### **TAXONOMIA**

Reino: vegetal

Phylum: Telemophytae

División: Tracheophytae

Subdivisión: Anthophyta

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Archichlamydeae

Grupo de ordenes: Corolinos

Orden: Rosales

Familia: Fabáceae o Leguminosae

Subflia: Mimosoideae

Género: Acacia

Nombre científico: (*Acacia feddeana* Harms)

Nombre común: Palqui

**Fuente:** Ismael Acosta Galarza: Herbario Universitario B.T. (2020)

### **1.1.2. Campo Agro-alimentario**



Figura N° 4: Identificación del tipo de hoja, flores

La atención en el campo agro-alimentario, se debe a que la semilla de la especie de estudio es un producto que presenta cualidades nutricionales excelentes con un alto contenido de proteínas y carbohidratos, un porcentaje apreciable de lípidos y un aporte energético considerable, por lo que podría constituirse en una alternativa para la elaboración de productos alimenticios. Además del alto contenido de proteína, se han realizado estudios que establecen que contiene macro y micro elementos en muy buena concentración, especialmente calcio, fósforo, hierro, potasio y zinc. Estas características hacen que este producto pueda constituirse en una alternativa para su

comercialización en el medio citadino, en forma de subproductos, especialmente en los barrios y zonas marginales de las ciudades, donde existe una alta tasa de desnutrición. (Escalera & Caba. 2015) Citado por Garrón, 2016.

La Universidad Autónoma Tomás Frías, desarrolló investigaciones en manejo y conservación de la biodiversidad de los ecosistemas de Bosque Nativo de (*Acacia feddeana* Harms) para mejorar la productividad de semillas de la especie de estudio, revalorizar y mejorar los conocimientos ancestrales de las familias campesinas en transformación de la semilla de Palqui en productos derivados como el Tostado y Café. Las investigaciones en los procesos de transformación de productos derivados del Palqui permitieron innovar productos alimenticios con alto valor nutricional para consumo humano con buena aceptación en el mercado regional. (Garrón, 2016).

### **1.1.3. Distribución del Palqui (*Acacia feddeana* Harms)**

El Palqui (*Acacia feddeana* Harms), es una especie endémica de la región Sur del Estado Plurinacional de Bolivia, esta valiosa especie tiene su hábitat en extensas áreas de ecosistemas del bosque nativo de los municipios de Cotagaita, Vitichi, Tupiza y Puna del departamento de Potosí y otros de los departamentos de Tarija y Chuquisaca. (Mamani, 2015) Citado por Garrón, 2016.

Dentro este contexto, el Centro de Investigación y Conservación de la Biodiversidad Andina (CIC-BAGAF) de la Universidad Autónoma Tomás Frías, priorizó la formulación y ejecución de proyectos de investigación para caracterizar los ecosistemas de Bosques Nativos de *Acacia feddeana*, conocer la problemática y el potencial manejo, producción de semilla con destino a la transformación de productos derivados del Palqui sin afectar la salud del bosque. (Garrón, 2016).

### **1.1.4. La Madera**

Se denomina madera a la sustancia orgánica vegetal más o menos dura compacta y fibrosa que se extrae de los árboles, es un conjunto de tejidos del xilema que forman el tronco, las raíces y las ramas de los vegetales leñosos, excluida la corteza. La madera no es un material homogéneo, sino que está formado por un conjunto de células especializadas en tejidos que llevan a cabo las tres funciones fundamentales del vegetal:



conducción de la savia, la transformación y almacenamiento de los productos vitales y el sostén del vegetal. (Cozzo, 1979).

En un árbol la parte que se emplea en la extracción maderera es el tronco o fuste, el cual abatido y cortado en sus extremos por medio de cortes perpendiculares a su eje, se llama rollizo o rollo, los cuales son transportados desde el bosque a una factoría o al mercado. El largo de los rollizos depende mucho del monte donde procede el árbol si es cerrado y espeso, aquel será derecho y muy largo y si es abierto será, más corto y más grueso y no tan derecho. (Cozzo, 1979).

### **1.1.5. Conformación Anatómica del Tallo**

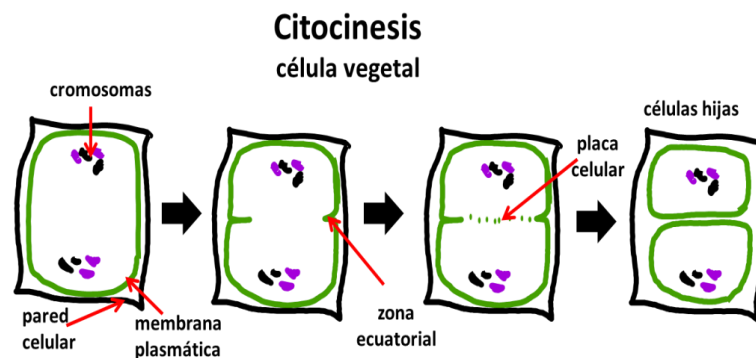
Los tejidos vegetales que integran el tallo o tronco se pueden agrupar en distintos grupos, según la función definitiva de aquellos. Por lo tanto, se distingue: (Cozzo, 1979).

- a) Los tejidos parenquimáticos o de reservas.
- b) Los tejidos mecánicos o de sostén.
- c) Los tejidos conductores o de circulación.
- d) Los tejidos secretores.
- e) Los tejidos protectores o tegumentarios.

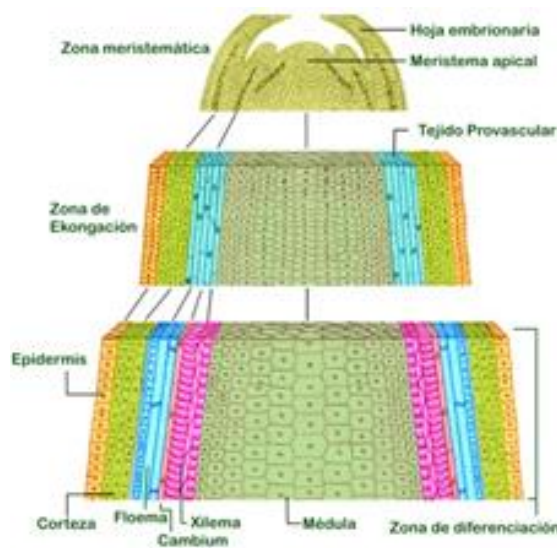
El proceso de crecimiento del tallo se lleva a cabo en la zona del **cambium** que está ubicada en la periferia de la formación leñosa pero antes de llegar a la corteza propiamente dicha o zona liberiana.

En ella se encuentran las células vivas o meristemáticas denominadas así porque tienen la propiedad de multiplicarse por subdivisión, originando el proceso del crecimiento del tallo que se produce la manera siguiente. En la célula meristemática o embrionaria que posee un núcleo y membrana que lo rodea dejando un espacio alrededor del primero, que se llena de contenido plástico, se produce el fenómeno de la aparición en el interior del núcleo de los filamentos llamados condriosomas, que separándose luego dos a dos se agrupan en 2 sitios distantes en el interior del espacio rodeado por la

membrana formando el rudimento de dos núcleos nuevos: luego aparece una membrana transversal que separa estos dos nuevos núcleos y de esta manera de la célula originaria obtenemos dos de los cuales una conserva la propiedad embrionaria de dividirse ver imagen N°1, y la otra se incorpora a la formación leñosa para integrar una de sus partes, es decir se transformara luego por adaptación en un vaso, una tráquea o traqueida parénquima o radio medular o corteza o tejido liberiano, conformando la formación anatómica del tallo fin de que este cumpla su función. Imagen N° 2. (Cozzo, 1979).



*Imagen N° 1: Citocinesis*



*Imagen N° 2: Formación Anatómica del Tallo*

En general, la masa leñosa está compuesta de celulosa y lignina sustancia cuya proporción varía según las especies, determinándose que para maderas duras se

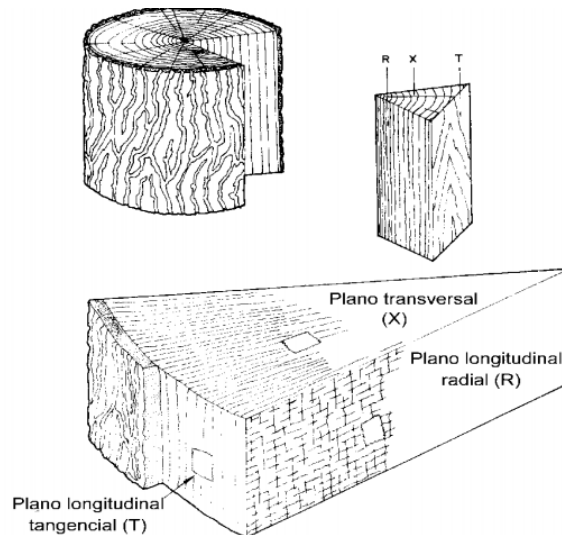


encuentra el 60% de celulosa y el 40% de lignina; en maderas blandas y coníferas, el 80% de celulosa y el 20% de lignina. (Cozzo, 1979).

### 1.1.6. Tipos de Secciones o Cortes

Un corte efectuado en forma normal al eje del fuste nos da una sección transversal o normal (**a**); si se efectúa paralelo al eje y a distancia constante se obtiene una sección tangencial (**b**), y si por último el corte pasa por el eje totalmente tendremos una sección radial o axial (**c**). Como se puede ver en la imagen N.º 4 (Cozzo, 1979).

Estas tres secciones nos indican, examinándolas adecuadamente las características de la madera y las particularidades de cada especie.



*Imagen N° 3: Análisis de las Secciones*

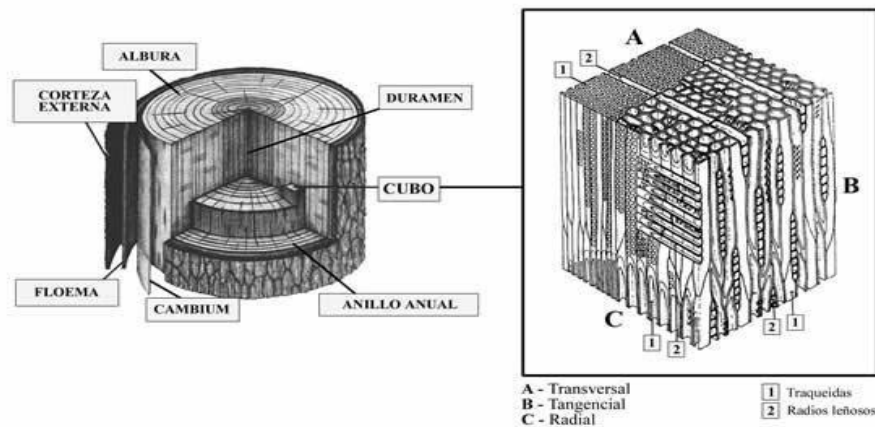


Imagen N° 4: Tipos de Secciones

#### 1.1.6.1. Sección Normal o Transversal

La sección trasversal o normal desde afuera hacia adentro a simple vista podemos distinguir la corteza que envuelve totalmente como un tubo al fuste, sirve para recibir las sustancias nutritivas y formar la materia orgánica del crecimiento del árbol.

Del examen de las cuatro partes principales de la sección normal surge la evidencia de que la única parte utilizable de la formación leñosa es del duramen, sin embargo, existen varias especies en las cuales se utiliza la albura. (Galante, 1953). Citado por Ibarra, 1996.

#### Partes del tronco

**Albura (*de alba, por su color claro*):** En los árboles jóvenes la albura tiene mucho espesor y comprende muchas capas anuales; en los adultos, el espesor de aquella disminuye notablemente y así mismo el número de capas que lo forman.

Esto se puede comprobar observando en los aserraderos; se verá que los rollizos de diámetro reducido, por ejemplo 30 cm, en madera de cedro, guatambú u otra, tienen casi tantos sámagos como cerne o duramen; en cambio, en rollizos de diámetros mayores 60cm, la proporción disminuye de 1 a 4. El tejido que forma la albura o sámagos es un tejido vivo saturado de savia y sustancias orgánicas que nutren la madera:

es blanco y de poca consistencia, y solamente las capas que están en contacto con la zona siguiente, más oscura, son las que poco a poco se van tornando más compactas y sólidas. (Cozzo, 1997)

### ***Duramen (por su dureza)***

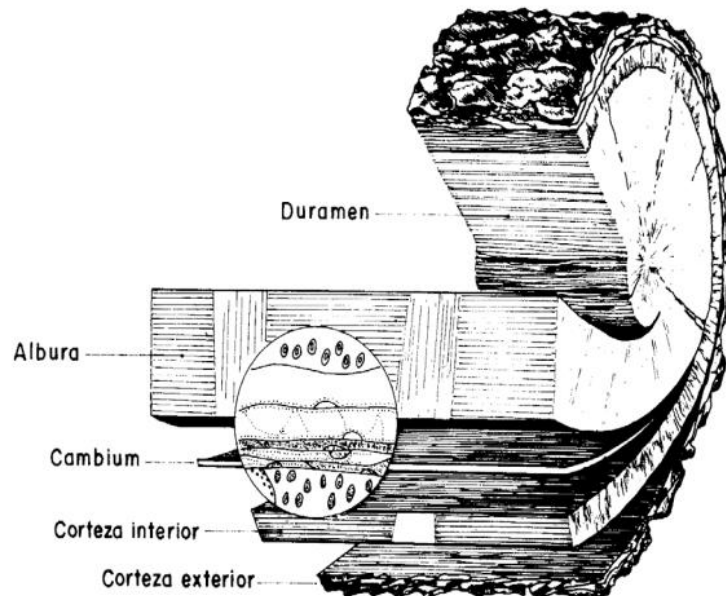
Es la parte interna del tronco conformada por tejido muerto. Por lo general, esta madera es más oscura que la albura y su delimitación no siempre está bien definida. (Chavesta C.M. 2006).

**Corazón:** La parte central del duramen es siempre una zona floja y esponjosa con muchas rajaduras y grietas que corren a todo el largo del eje del fuste; esto es debido a que esta zona se encuentra en la fibra neutra, y en ella, por las continuas flexiones que por efectos del viento soporta el fuste, la masa leñosa sufre y se disgrega.

En el corazón aparecen grietas en forma de estrellas de 3 o más picos de tal modo que esa madera resulta inútil, existe gran cantidad de nudos en algunas especies que provienen de las ramas que existían cuando el árbol era joven y que al desarrollarse los va perdiendo naturalmente de modo que luego ese punto es cubierto por madera que posteriormente crece y el nudo aparece en el correr de los años en el corazón del árbol desarrollado. (Cozzo, 1997)

### ***La corteza***

Es la cubierta protectora exterior y está conformada por tejidos muertos; sirve, además de proteger al árbol de agentes externos de daño, para evitar la evaporación del agua del tronco. (Chavesta C.M. 2006).



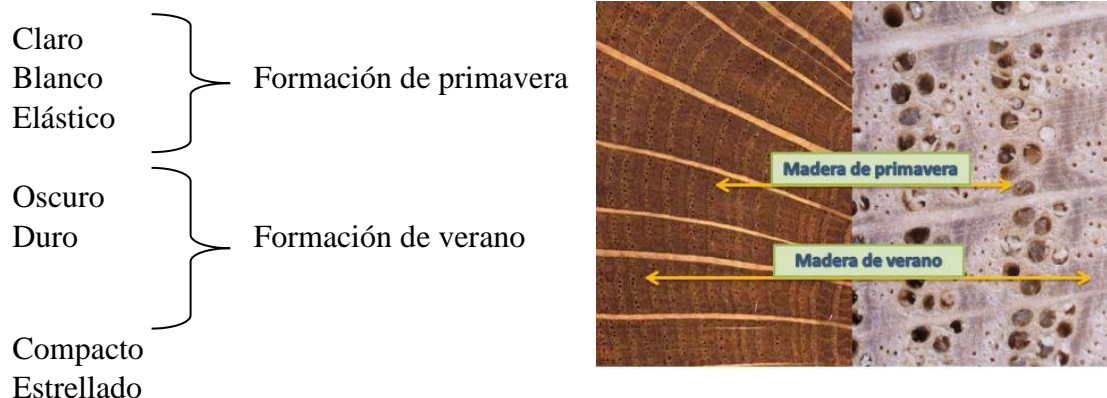
*Imagen N° 5: Partes del tronco*

#### **1.1.6.2. Sección Longitudinal Tangencial**

La conformación de la madera se observa en esta sección de modo más general. Donde aparecen los anillos o capas cortadas con ángulos diferentes y como no son en toda su longitud de igual espesor, prestan a la superficie su bello aspecto jaspeado, característico. Los vasos que aparecen en la sección normal en formas de poros, en esta toman formas de surcos o canales más o menor largos y ancho según la especie. (Cozzo, 1979).

#### **1.1.6.3. Sección Longitudinal Radial**

En esta sección podemos observar aún más claramente las formaciones anuales. Las capas muestran su espesor real y las variaciones de estas se manifiestan en los lugares donde nacen las ramas; se juntan disminuyendo el espesor, haciéndose la madera más compacta y dura, y en estos puntos parecería como si se mezclasen los anillos; a esto se le llama madera o formación intrincada o enredada. Las formaciones anuales o anillos aparecen en esta sección en forma de bastones longitudinales y paralelos, coloreados en dos tonos. (Cozzo, 1979).



Por otra parte, en esta sección se ven cortados longitudinalmente los radios medulares que por la misma causa aparecen como lámina o cinta de un ancho regular que desde la albura al corazón y donde estas cintas confieren a la madera una apariencia decorativa, por ejemplo; el roble presenta apariencia de radios medulares que lo permite caracterizar el roble floreado, muy apreciado en mueblería.

Además de las formaciones vasculares, longitudinales y radiales existen en la madera la formación llamada parénquima leñoso, este tejido en las dicotiledóneas rodea al vascular que sirve de ligazón entre el de sostén y el de conducción, se observa en la sección transversal en forma de aureola más clara rodeada de vasos y también, como Cordón brillante que divide cada capa en muchas. El parénquima es un tejido formado por células de paredes delgadas y desempeña la función de depósitos de sustancias de reserva.

Los vasos son células alargadas, ubicadas en series y además de esto, encontramos otro elemento importante que entra en la composición de la madera; son las fibras cuya misión es servir de sostén y ligamiento dando solides a la madera y están también, formadas por células alargadas, pero de dimensiones menores y paredes más gruesas y esto puede estudiarse mediante una observación microscópica. (Cozzo, 1997)

## 1.2. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

Descripción de la estructura, el tamaño y la forma de los tipos de tejido que presenta la madera, visible con microscopio, la cual nos permite identificar maderas basándose en su estructura anatómica. (Cruz, 2004).

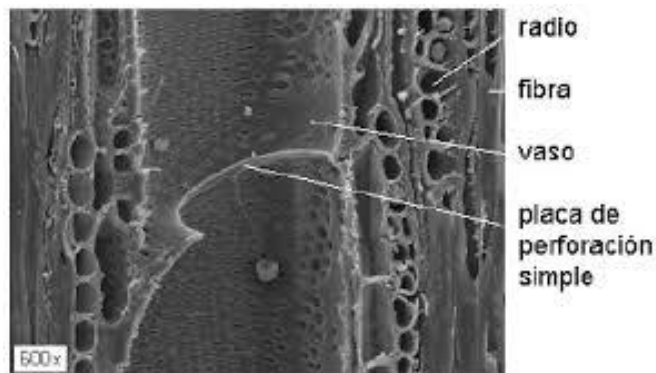
### 1.2.1. Vasos

La presencia de vasos en una madera es un factor indicativo de su pertenencia al grupo de las frondosas o latifoliadas. Los vasos son auténticos tubos de conducción de agua y sabia dentro del tejido 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. (Mendoza, 2008).

Principalmente sufre un crecimiento en diámetro hasta varios cientos de veces el inicial, mientras que su crecimiento longitudinal es escaso.

Cuando ha adquirido su dimensión máxima empieza a depositarse la pared secundaria, quedando unos puntos o zonas en las que no se forma pared, dando origen a las punteaduras. Mientras tanto, en las paredes terminales o extremos de los elementos vasculares se desarrollan las perforaciones longitudinales. (Mendoza, 2008).

*Imagen N° 6: Elementos del vaso*





### 1.2.2. Placas de Perforación

Las placas de perforación constituyen la unión de dos vasos, según investigaciones realizadas sobre la naturaleza de las perforaciones han permitido llegar a la conclusión que el tipo de perforación es un indicativo del grado de evolución del vegetal. Los tipos son:

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

**Perforaciones escaleriformes.** - 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, 2003).

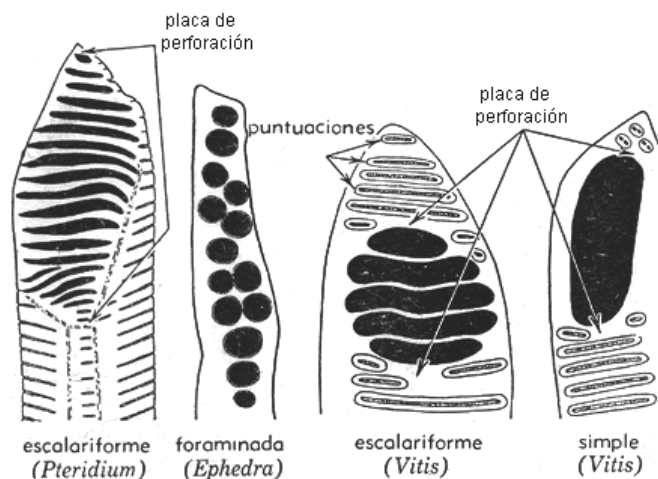


Imagen N° 7: Tipos de perforaciones

### 1.2.3. Parénquima Axial

El parénquima axial desempeña la función de almacenamiento en el leño y normalmente en mayor proporción en las latifoliadas que en coníferas. Sus células se destacan de las demás por presentar paredes delgadas, no lignificadas, puntuaciones

simples y por su forma rectangular y fusiforme en los planos longitudinales. (Cruz, 2004)

#### 1.2.4. Parénquima Apotraqueal

No asociado a los vasos. Puede a su vez presentarse de la siguiente manera:

**Difuso:** Células parenquimáticas aisladas o cordones de parénquima dispersos entre las fibras.

**Difuso en Agregados:** Pequeños grupos de células agrupadas en líneas cortas discontinuas, tangenciales u oblicuas.

**En Bandas, Marginal:** Con células aisladas o una banda final (terminal) o inicial en una capa de crecimiento. Existen numerosas denominaciones para designar las diferentes formas con que estos dos tipos se encuentran en el leño. (Cruz, 2004)

#### 1.2.5. Parénquima Paratraqueal

Sistemáticamente asociado a los vasos. Se presenta de diferentes formas:

**Escaso:** Células parenquimáticas aisladas alrededor de los vasos.

**Unilateral:** Células parenquimáticas formando vaina incompleta alrededor del poro.

**Vasicéntrico:** Células parenquimáticas formando una vaina completa alrededor del poro (Cruz, 2004).

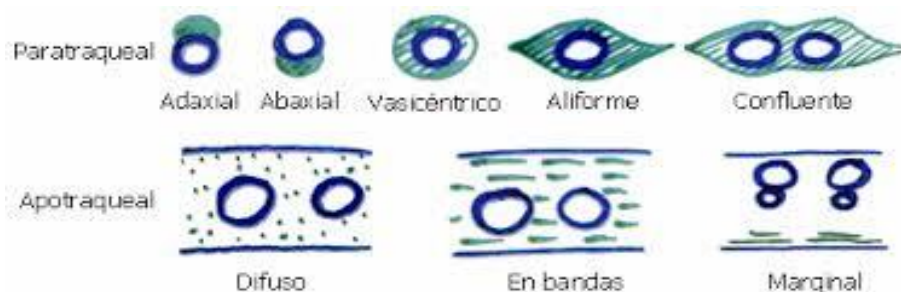


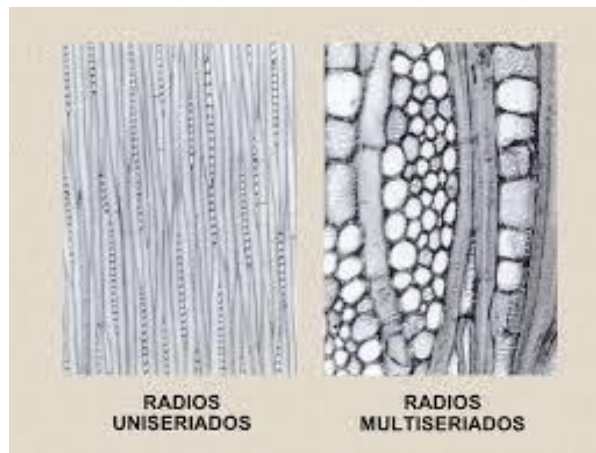
Imagen N°8: Parénquima Paratraqueal y Apotraqueal

### 1.2.6. Fibras

Son células existentes solamente en latifoliadas, constituyendo el mayor porcentaje de su leño y con función única de sustentación. Su proporción en el volumen total y el espesor de sus paredes influyen directamente en el peso específico, grado de variación volumétrica e indirectamente en las propiedades mecánicas de la madera. Las fibras son células alargadas y estrechas, de extremidades afiladas que se parecen ligeramente a las traqueidas del leño tardío de Coníferas, de las que se diferencian por ser más cortas, puntiagudas y con pocas y pequeñas puntuaciones. (Cruz, 2004)

### 1.2.7. Radios o Parénquima Radial

Los radios de las latifoliadas tienen la misma función que los de las Coníferas: almacenamiento y conducción transversal de las sustancias nutritivas. Presentan gran variedad en forma, tamaño y número de células que los componen. Por este motivo, junto con el parénquima axial (vertical) es uno de los elementos más eficaces en la diferenciación de maderas de Latifoliadas. Los radios pueden ser:  $\frac{3}{4}$  Homogéneos: uni o multiseriados.  $\frac{1}{4}$  Heterogéneos: uni o multiseriados. (Cruz, 2004).



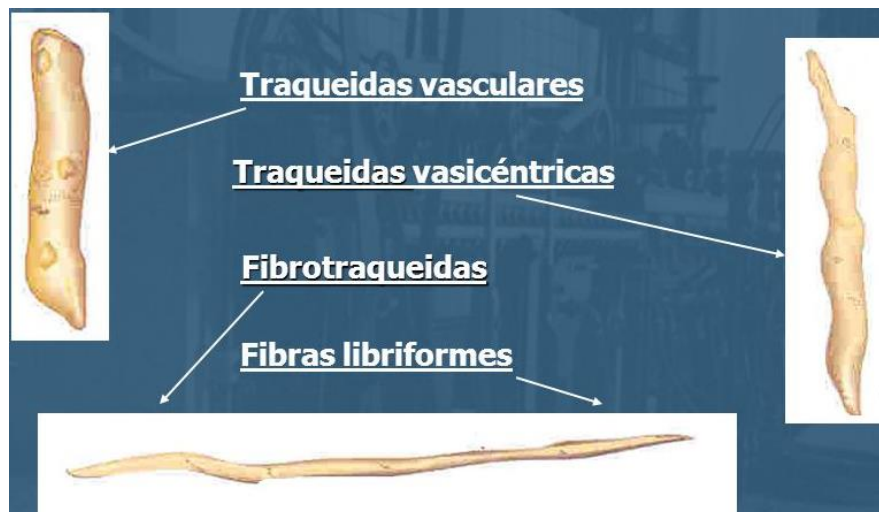
*Imagen N° 9: tipos de radios*

### 1.2.8. Traqueidas Vasculares

Las traqueidas también aparecen en ciertas latifoliadas como resultado de la evolución producida en el Reino Vegetal. Las traqueidas vasculares se asemejan a pequeños elementos de vasos de leño tardío, pero sus extremos no son perforados y como cualquier traqueida presenta puntuaciones areoladas en sus paredes. Aparecen organizadas en series verticales, y en sección transversal se confunden con poros pequeños. Desempeñan la función de conducción. (Cruz, 2004).

### 1.2.9. Traqueidas Vasicentricas

Son células más cortas e irregulares en la forma que las traqueidas vasculares, de extremos redondeados y puntuaciones areoladas en sus paredes. Se encuentran asociadas al parénquima axial, a lo que se asemeja en sección transversal. Vistas en esta sección no presentan la disposición típica de las traqueidas axiales de las Coníferas. (Cruz, 2004).



*Imagen N°10: Traqueidas*

### 1.3. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA

Las características organolépticas de las maderas están conformadas por lo siguiente: (Ibarra,1996).

#### **Color**

Desde el punto de vista de la identificación de maderas, el color presenta apenas una importancia secundaria, pues este se altera con el contenido de humedad, se oscurece, generalmente, cuando es expuesto al aire debido a reacciones químicas resultantes de la oxidación de componentes orgánicos presentes en el leño, varía también entre el duramen, albura y finalmente, es susceptible a alteraciones artificiales, por medio de pinturas y de coloraciones.

También pueden causar variaciones locales en el color, la deposición anormal de materiales colorantes y el ataque de ciertos hongos y bacterias, sirviendo el color, en estos casos, como medio para diagnosticar la sanidad de la madera.

#### **1.3.1. Olor**

Así como el color, 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 se presentan en una madera 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. Por esta razón, el olor se observa refiere siempre a madera seca y no a húmeda o semi-húmeda donde puede ser muy notorio o rancio debido a las fermentaciones.

El olor también puede ser resaltado humedeciendo la madera seca.

El olor es una propiedad en la utilización de la madera; maderas utilizadas para el embalaje de alimentos frescos no pueden tener ningún olor. (Lara Rico, 1988)

### 1.3.2. Sabor

Dicha característica debe emplearse con cierto cuidado debido a que algunos árboles contienen sustancias tóxicas pudiendo ocasionar alergias a las personas. Se puede describir como distinto y no distintivo. (Chavesta, 2005).

### 1.3.3. Grano

Característica observable en la sección radial producida por la disposición que tienen los elementos xilemáticos longitudinales (fibrotraqueidas) respecto al eje de crecimiento del árbol; tiene gran importancia en la trabajabilidad de la madera, así como en el comportamiento físico y mecánico.

El término grano se refiere a la disposición y dirección de los elementos constituyentes del leño en relación al eje del árbol; se tiene diversos tipos de granos descritos a continuación:

- Grano Recto: cuando la dirección de los elementos es sencillamente paralela al eje del crecimiento del árbol.
- Grano Entrecruzado: cuando los elementos leñosos se encuentran en dirección alterna u opuesta haciendo que la separación de la madera sea difícil.
- Grano Oblicuo: cuando la dirección de los elementos leñosos se forman ángulos con relación al eje del árbol. (Rallo, Orel, 2007)

*Imagen N°11: Tipos de granos*





### 1.3.4. Textura

El término 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; en las coníferas por la mayor o menor nitidez de los anillos de crecimiento.

De acuerdo, con el grado de uniformidad en la apariencia, encontramos los siguientes tipos de textura:

*Imagen N°: 12 Tipos de textura*



- Gruesa
- Media
- Fina
- Muy fina

FUENTE: (Chavesta C.M., 2006)

### 1.3.5. Brillo

El brillo de la madera es la capacidad que tiene para 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. (Chavesta C.M. 2005).

### 1.3.6. 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, 1987)

La presente norma establece el método y proporciona los elementos necesarios para la descripción de las características generales, macroscópicas y microscópicas de la madera. Esta descripción obtenida permite efectuar lo siguiente:

Confección de claves de identificación; macroscópica y microscópica

Proporciona las bases necesarias para el entendimiento del comportamiento de las maderas frente al secado, preservación, serrado, trabajabilidad y a la elaboración de pulpa de papel (Madera ensayos propiedades físicas y mecánicas) COPANT 30: 1-19, 1974



Figura N° 13: Identificación de la figura

# **CAPÍTULO II**

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

## CAPÍTULO II

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

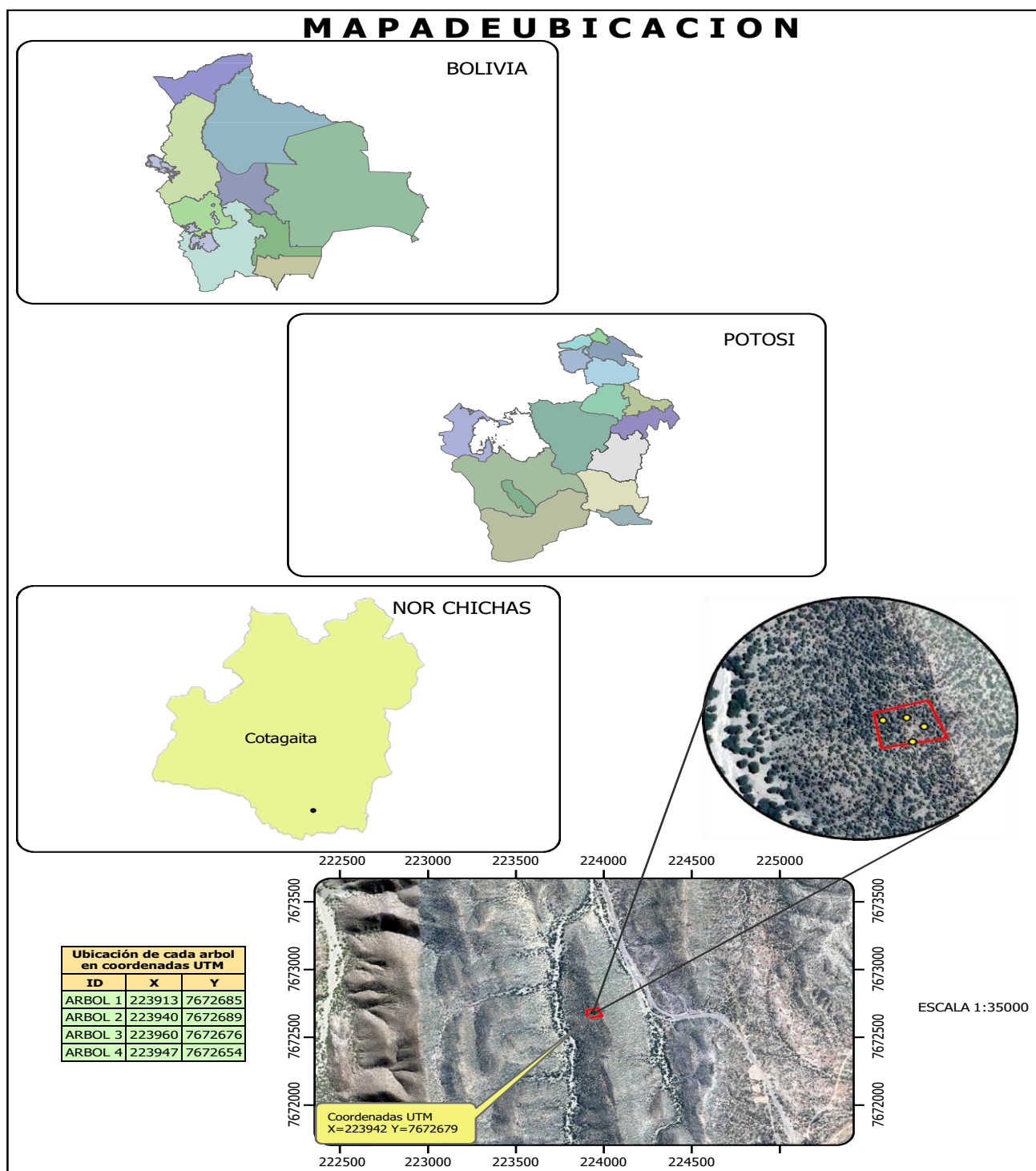
La zona de estudio está ubicada en Santiago de Cotagaita, Primera Sección de la Provincia Nor Chichas del departamento de Potosí, localizada aproximadamente a 180 km de la ciudad de Potosí con caminos de acceso permanente.

Limita al Norte con Caiza “D”, al este con Vitichi, Camargo y Camataqui (estos dos últimos en los departamentos de Chuquisaca), al sur con Tupiza y Atocha y al oeste con Uyuni y Tomave.

Geográficamente el área de estudio está comprendida entre los paralelos:

Latitud sud: 21°1'32,962" S	Latitud Sud: 65°39'22,869" O
Longitud Oeste: 21°1'34,657" S	Longitud Oeste: 65°39'22,587" O

Mapa N° 1: Mapa de Ubicación de extracción de los arboles



Fuente: elaboración propia 2021

## **2.1.1. Características Biofísicas**

### **2.1.1.1. Clima**

De acuerdo a datos del mapa ecológico de Bolivia, la zona de Cotagaita, presenta clima variado con cambio térmico invernal bien definido (seco), la distribución de humedad en otoño, invierno y primavera semi húmedo, determinados por dos variables de latitud y la fisiografía de la zona. Donde la latitud tiene influencia directa y la presencia marcada de una estación seca de invierno y una estación lluviosa de verano. Pero en el cruce con la variable altura que actúa como elemento de diferenciación, tal es el caso de las comunidades de Totora I, Checochi, Sagrario, Tasna, Río Blanco, que se encuentran algunas de sus comunidades en las zonas altas, donde la amplitud termal es un factor limitante en la actividad agropecuaria, con presencia de heladas que afectan a cultivos y frutales.

El asentamiento del resto de las comunidades está determinado por un clima más benigno que demarcan la zona agro ecológica de cabecera de valle y valle del municipio en las cuales están asentadas las comunidades de Cotagaita, Tumusla, Ramadas, Laytapi, Toclá, Cornaca, Vichacla Villa Concepción, Toropalca, Ckara Ckara, con clima semiseco (Diagnostico municipal consolidado, 2008).

### **2.1.1.2. Temperaturas máxima y mínima**

Según la clasificación climática, la zona corresponde a estepa semiárida, con clima templado, presentando variaciones significativas, en cada zona agro ecológica. En el cuadro siguiente se presentan datos climáticos registrados en las dos estaciones meteorológicas, ubicadas en Escara y Tumusla.



<b>Cuadro 1. Registros meteorológicos: temperatura °C</b>		
<b>Registro</b>	<b>Escara</b>	<b>Tumusla</b>
	<b>1997 - 2007</b>	<b>1997 – 2007</b>
Temperatura máxima extrema	28.9 0C	32.6 0C
Temperatura media	14.9 0C	18.0 0C
Temperatura mínima extrema	0.4 0C	2.7 0C
Días con heladas	75	88

*Cuadro N° 1: Registros meteorológicos temperatura*

**Fuente:** SENAMHI, 2010

<b>Cuadro 2 Registro meteorológicos: precipitación mm.</b>		
<b>Registro</b>	<b>Escara</b>	<b>Tumusla</b>
	<b>1997 - 2007</b>	<b>1997 – 2007</b>
Precipitación anual	273.6 mm	348.9 mm
Precipitación máxima extrema	86.5 mm	77 mm
Precipitación mínima extrema	0.1 mm	0.0 mm

*Cuadro N°2: Registro meteorológico de precipitación*

**Fuente:** SENAMHI, 2010

### **2.1.1.3 Precipitaciones pluviales**

En el sector nor-oeste de la sección se presenta la zona de menor precipitación 300–400 mm aproximadamente, la zona este, sur y central presenta una mayor precipitación que la anterior, con rangos que van desde los 400 - 500 mm anuales, franja que afecta al 65% del total de las comunidades territoriales del municipio.

De acuerdo a los datos meteorológicos de las dos estaciones mencionadas, la precipitación anual media es de 311.25 mm, los meses más lluviosos son diciembre, enero y febrero.

### **2.1.1.4. Riesgos climáticos**

Los riesgos climáticos de incidencia en el municipio de Cotagaita, están presentes afectando principalmente en la producción agropecuaria, vienen a ser un factor que afecta negativamente a la actividad productiva (heladas, granizo, vientos, riadas), por los factores que se incrementan por la creciente devastación de la cobertura vegetal la ausencia de obras biológicas para su intercepción, como ser barreras de especies arbóreas (barreras vivas) que interactúen en la mitigación del viento en espacios de producción agrícola, frutícola, influyen en los bajos niveles de producción actual.

#### **a) Heladas**

En las zonas altas y de cabecera de valle de la sección municipal de Cotagaita por encima de los 2600 m.s.n.m. se presentan heladas, pero fuera del ciclo vegetativo de los cultivos, generalmente entre los meses de junio - agosto, afectan con mayor incidencia en los cultivos, y frutales en las partes altas y a terrenos que están en la ribera de los ríos de Tumusla Cotagaita, Totorá y Caiti, San Juan del Oro, la época con mayor riesgo para la agricultura se encuentra entre los meses de Septiembre -Diciembre - Enero, donde las plantas están en pleno desarrollo; aunque no se precisa con exactitud el grado de pérdida de los cultivos, indican que en muchos casos la pérdida como referencia llega de un 20 a 50% del total de la producción.

**b) Granizadas**

Esta precipitación en estado sólido afecta frecuentemente a la actividad agrícola y frutícola, en muchos de los casos se presentan con bastante intensidad, acompañada de lluvias copiosas de poca duración, comúnmente conocidas como tormentas, cuyo efecto erosivo es bastante considerable. Su efecto en los cultivos principalmente cereales y hortalizas es muy difícil de cuantificar y varía de acuerdo a la intensidad, la duración de los mismos es aproximadamente de 10 a 60 minutos en los meses de noviembre - marzo, la forma de control que se practica es con el uso de la dinamita y la quema de paja o fogatas como forma de controlar las granizadas, medidas que no siempre logran el efecto esperado.

**c) Sequía:**

Fenómeno que se viene presentando en los últimos años en el municipio, generalmente en la etapa de crecimiento de los cultivos vale decir en los meses diciembre y comienzos de enero, factor que afecta negativamente en la producción agrícola normal.

**d) Lluvias (riadas):**

La intensidad de precipitación pluvial tiene efectos irreversibles en la zona, ya que la exposición de los terrenos en una topografía presente en cuenca y micro cuencas con pendientes moderadamente elevadas y estructura de suelo, ocasionan la erosión por derrumbes y pérdida en cárcavas del recurso suelo, disminuyendo alarmantemente la superficie cultivable de los productores campesinos, perjudicando a los cultivos de maíz, papa, hortalizas y trigo principalmente.

**e) Vientos**

Los vientos que cruzan el territorio del municipio generalmente son de dirección oeste a este, presentándose en los meses de junio, julio, agosto y parte de septiembre, ocasionando el acame de cultivos de cereales (follaje) y el desprendimiento de flores y frutos de frutales en su etapa inicial.

La frecuencia con la que se presentan estos factores climatológicos determina los niveles de producción en cada una de las zonas productoras agrícolas del municipio, la

granizada es considerado el fenómeno más perjudicial con 32 % sobre los demás, es seguida por la sequía con 23 % y las heladas con 22%.

#### **2.1.1.5. Descripción Fisiográfica**

El municipio de Cotagaita geográficamente se encuentra en la cordillera de los Chichas, presenta serranías de moderada altura y floramiento rocosos, planicies de pendiente moderada y quebradas poco profundas.

La topografía que presenta en pendientes inclinadas, dificulta el drenaje de agua, favoreciendo a la escorrentía superficial y el proceso erosivo de la escasa capa de suelo formado (Ocampo, 2006).

#### **2.1.1.6. Suelos**

El desarrollo del recurso suelo del municipio de Cotagaita proviene de la formación de sedimentos, en las faldas de las colinas de tipo arenoso a franco, suelos que presentan erosión hídrica, laminar y en surcos, con sustratos franco arcillosos. Entre las características químicas, el PH está comprendido entre los valores 6,9-7,2 neutro (Ocampo, 2006).

Procesos de salinización graduales y sostenidos, que presentan los suelos como efecto de la composición geológica de las cuencas, especialmente del río Cotagaita. Los suelos de los distritos de Cotagaita y Toropalca, presentan elevados grados de contaminación, derivada del uso del agua del río Tumusla de acuerdo a ZONISIG debido a la explotación de los recursos mineros está orientado a elementos como el azufre, cobre, manganeso hierro que va provocando la contaminación los suelos productivos.

Los suelos forestales o de pastoreo, presentan bajo grado de cobertura vegetal, que deriva en fuertes a moderados procesos de erosión sostenida, en el territorio municipal.

De acuerdo a la capacidad de uso se ha identificado que las tierras aptas para cultivos y otros representan un 51%, las tierras aptas solamente para cultivos perennes representan un 27 %, mientras que las tierras forestales representan un 22 % (FAUTAPO, 2013).

### 2.1.1.7. Flora

#### Especies nativas:

Las especies nativas que destacan son, el churqui (28%), el algarrobo (22%), el palqui (24%), la thola, la qeñua, los cactus en diferentes variedades, yareta, T'ankara, y otros menos difundidos en toda la sección municipal, especies que están sufriendo un proceso de explotación sin la renovación correspondiente por parte de las familias campesinas, como consecuencia se observa superficies despobladas de vegetación que proteja el suelo, dando paso a los grandes afloramientos rocosos y formación de quebradas.

Las necesidades energéticas de los pobladores, les obliga a hacer uso de la vegetación nativa como única forma de dotarse de energía (leña), sacando los arbustos incluso de raíz ocasionando una progresiva pérdida de las especies y el despoblamiento de áreas arbóreas nativas como churqui, algarrobo, thola y qeñua.

El sobre pastoreo no permite una recuperación de los pastos en las praderas, imposibilitando por completo la formación de semilla y posterior reproducción de los mismos, provocando el debilitamiento progresivo de las pasturas que no logran sobrevivir a las condiciones adversas

<b>Cuadro 3. Frecuencia relativa de especies nativas arbóreas y arbustivas en peligro de extinción</b>	
<b>Vegetación en peligro de extinción</b>	<b>Frecuencia relativa</b>
Algarrobo	13,3%
Catawi	3,3%
Churqui	43,3%

k'atani	3,3%
Molle	10,0%
Palqui	20,0%
Sinki	3,3%
Thola	3,3%
<b>Total, general</b>	<b>100,0%</b>

*Cuadro N° 3: Frecuencia relativa de especies nativas*

**Fuente:** Diagnostico municipal consolidado, 2008

Como se observa en el cuadro, se tienen un grado de extinción relativa de especies importantes como el churqui, el palqui, el algarrobo y otras especies cada vez más alejadas a los centros poblados de las comunidades y de difícil acceso para su recolección como leña y forraje.

### **Principales especies**

Respecto a los recursos naturales de tipo vegetal y con mayor predominancia están las especies arbustivas como el churqui, el algarrobo, el palqui, la thola y la quewiña y como especies arbóreas introducidas está el molle, el álamo real, y el eucalipto en la parte de la puna y cabeceras de valle, mientras que, en los valles, predomina la vegetación como el Churqui, algarrobo, molle y k'ara llanta.

<b>Cuadro 4. Vegetación por nombre común y científico</b>					
<b>Especies Nativas arbóreas y arbustivas</b>		<b>Especies herbáceos</b>		<b>Especies exóticas</b>	
<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>
Palqui	<i>Acacia faddeana</i>	Ichu	<i>Stipa ichu</i>	Sauce	<i>Salix babilónica</i>
Katawi– Sinki		Iro ichu	<i>Stipa glumma</i>	Cipres	<i>Cupresus sp.</i>
Lloque	<i>Kageneckia lanceolata</i>	Alamo real		<i>Populus sp</i>	
Quiñi	<i>Acacia aroma</i>	Pastito	<i>Bouteloa simplex</i>	Álamo piramidal	<i>Populus pyramidalis</i>
Molle	<i>Schinus molle</i>	Cebollita	<i>Nothoscordum sp</i>	Eucalipto	<i>Eucalitus globulus</i>
K´ara llanta	<i>Nicotiana glauca</i>	Lapha	<i>Calamagrostis sp</i>	Duraznero	<i>prunus pérsica</i>
Muña	<i>Satureja boliviana</i>	Pasto blanco	<i>Sporobolus spp</i>	Higo	<i>Ficus carica</i>
Chilca	<i>Baccharis lanceolada</i>	Chiji	<i>Muhlemberei a sp</i>	Manzano	<i>Pirus malus</i>
Sanu sanu	<i>Ephedra americana</i>	Cachu chiji	<i>Muhlemberei a sp</i>	Vid	<i>Vitis vinifera</i>

Turquiña	<i>Panisetum chilensi</i>	Pajilla	<i>Eragrostis virescens</i>	Ciruelo	<i>Prunus domestica</i>
Algarrobo	<i>Prosopis laevigata</i>	Garbancillo			<i>Astragalus spp.</i>
Churqui	<i>Prosopis ferox</i>	Añawaya			<i>Adesmia spp.</i>
Thola	<i>Baccharis sp</i>	Tiembla			<i>Nierembergia sp</i>
Charcoma	<i>Proustia cf. Cuneifolia</i>	Ajara			<i>Chenopodium petiolare</i>
Soto	<i>Schinospis haenkeana</i>	Agujilla			<i>Erodium cicutarum</i>
Ciega	<i>Heterophyllaea liciooides</i>	Mala hierba			<i>Acanthospermum hisdum</i>

Cuadro N° 4: Vegetación por nombre común y científico

**Fuente:** Diagnostico municipal consolidado, 2008

#### 2.1.1.8. Fauna

La fauna silvestre de los valles interandinos y altiplano, está diseminado en el marco de las características físico naturales de la zona de Cotagaita, con extensas áreas rocosas y pendientes relativamente pronunciadas, la sección se constituye en importante área para la vida de animales silvestres.

La fauna presente en el territorio municipal, es una muestra de la representación de la zona Sur del departamento de Potosí. Las especies más importantes corresponden a las siguientes: Zorro (*Canis culpeus*), comadreja, zorrino (*Conepatus chinga*), víboras, liebres (*Sylvilagus sp.*), gato montés (*Felis jacobita*), vizcachas (*Lagostomus aximus*)



, puma andino (*Felis concolor*), rata (*Oryzo mys sp*), perdiz o pisaca (*Timotis pentlandi*), conejo cuy (*Microcavia niata*); venado, león y otras especies menores de aves y una importante fauna insectil

<b>Cuadro 5. Frecuencia relativa de existencia de especies de fauna</b>	
<b>Principal especie de fauna</b>	<b>Frecuencia relativa</b>
Águila	0,7%
Alcamari	0,5%
Buho	0,5%
Comadreja	0,9%
Condor	3,1%
Garza	0,2%
Gato montes	5,2%
Halcón	0,2%
Huanaco	1,2%
León	24,3%
Liebre	11,1%
Lobo	0,7%
Loro	0,2%

Escollo	1,7%
Perdiz	2,8%
Rata	0,2%
Uron	0,7%
Venado	0,2%
Víbora	2,1%
Vicuña	1,7%
Vizcacha	10,1%
Zorrino	3,5%
Zorro	28,1%
<b>Total, general</b>	<b>100,0%</b>

*Cuadro N°5: Frecuencia relativa de existencia de especies de fauna*

**Fuente:** Diagnostico municipal consolidado, 2008

Las especies anteriores, causan diversos daños a la producción agrícola, tal es el caso de las aves pequeñas que se convierten en una plaga para el cultivo de maíz y frutales, los zorrinos y ratas perjudican principalmente al cultivo de papa y tunales. El zorro, el león, el gato montés y el puma andino son los enemigos naturales del ganado caprino, ovino y bovinos (terneros).

La fauna insectil, de importancia agronómica va en aumento, derivado de los controles con agroquímicos en la producción agrícola sin distinción de insectos benéficos y enemigos naturales, sumándose las condiciones requeridas para su multiplicación como ser sitios secos y húmedos.

## Aspectos Socioeconómicos

**Usos de la tierra:** El uso de la tierra está basado en la producción agrícola y ganadera siendo los principales cultivos; papa, haba, maíz, trigo. La población también se dedica a la plantación de árboles frutales como durazno y uva. El destino de la producción: en promedio el 60% es para el auto consumo el 20% para semilla, y un 20% para la venta.

Las tierras restantes, son eriales, quebradas y algunas planicies con flora nativa, adecuadas para el pastoreo. De acuerdo a datos relevados el 2004, el ganado caprino prevalece con un total de 63.648 cabezas; seguido por el ganado ovino, con 5.446 cabezas, el ganado bovino con 2.722. Destino de la producción; un 30% es para autoconsumo; un 40% es el hato ganadero, un 10% se destina para tracción; un 20% para la venta. (FAUTAPO, 2013)

### **2.1.1.9. Población**

La población urbana y suburbana está muy dispersa es de 31.602 habitantes. De los cuales un 47% son hombres y un 53% son mujeres teniendo una densidad poblacional de 7 habitantes por km<sup>2</sup>. Con una tasa anual de crecimiento de 2.15% explicada por los elevados índices de migración tanto temporal como definitiva orientada principalmente a Argentina, a ciudades del eje nacional y países del extranjero; ante las expectativas de trabajo y la progresiva parcelación de los terrenos que reducen su productividad. (INE, 2012),

La tasa del analfabetismo es de un 18 % hasta un 27% con mayor prevalencia en mujeres que en varones. (FAUTAPO, 2013)

La cobertura de educación para su población total, cuenta con 113 centros educativos que cubren principalmente el nivel primario y con menor alcance el secundaria y superior.

**2.1.1.10. Salud**

La región cuenta con 25 centros de salud de atención primaria, 1 hospital básico. Carece de especialidades de un hospital general (FAUTAPO .2013)

**2.1.1.11. Energía**

La cobertura de energía eléctrica en áreas urbanas asciende hasta un 70%; mientras que en las áreas rurales alcanza hasta un 40 %. La energía utilizada para cocinar alimentos, en las áreas urbanas, es el gas licuado, principalmente, con una cobertura hasta de un 40%. En el área rural, prevalece el uso de la leña hasta en un 95 % (FAUTAPO, 2013).

## **2.2. MATERIALES Y METODOLOGÍA**

### **2.2.1. MATERIALES**

Para realizar el estudio de las propiedades macroscópicas, microscópicas y organolépticas de la especie (*Acacia Feddeana* Harms), se utilizó el siguiente material.

#### **2.2.1.1. MATERIAL Y EQUIPO DE CAMPO**

- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Lápiz
- Cinta métrica
- Brújula
- Eclímetro
- Machete
- Pintura y brocha
- Motosierra
- Flexómetro
- GPS

#### **2.2.1.2. Material y Equipo de Gabinete**

- Normas de COPANT MADERAS
- Material de escritorio
- Formularios para el registro de probetas
- Calculadora
- Computadora
- Equipo fotográfico

- Planillas para toma de datos

#### **2.2.1.3. Materiales de Aserradero**

- Escuadras
- Sierra circular
- Cepilladora
- Grueseadora
- Planilla de registro
- Marcadores
- Flexómetro
- Cepillo
- Sierra sin fin
- Formón

#### **2.2.1.4. Reactivos y Colorantes**

- Bálsamo de Canadá
- Solución de alcohol (70°- 95°)
- Solución de Safranina al 1% en alcohol de 95%
- Agua destilada

Solución de peróxido y alcohol 50-50

#### **2.2.1.5. Material Biológico**

- Madera de la especie en estudio Palqui (*Acacia feddeana* Harms)

#### **2.2.1.6. Materiales de Laboratorio**

- Pinceles
- Alfileres

- Recipientes para remojar las probetas
- Pinzas
- Microscopio
- Estufa eléctrica
- Lupa de mano 10x
- Frascos de vidrio
- Cubre objetos
- Porta objetos
- Cajas Petri
- Erlenmeyer
- Micrótopo de deslizamiento plano
- Micrótopo de platina y ocular
- Afilador de cuchillas automático
- Reglas
- Papel filtro
- Juego de cuchillas
- Martillo
- Tarjetas perforadora

## **2.3. METODOLOGÍA**

### **2.3.1. Método para la Selección de Muestras**

El presente trabajo de investigación se ejecutó en base a la metodología Norma COPANT MADERAS 30:1-19, COPANT 458 (Comisión panamericana de Normas Técnicas). Para ensayos Anatómicos, en base a lo establecido, las muestras tendrán las condiciones y dimensiones adecuadas en los que se realizaron los respectivos estudios. Las normas utilizadas son: (Ibarra, 1996).

- ✓ COPANT 185 Glosario.
- ✓ COPANT 458 Selección y Recolección de muestras.
- ✓ COPANT 459 Acondicionamiento de Maderas.
- ✓ COPANT 30:1-019, 1974. Estudio Anatómicas

### **2.3.2. Selección y Recolección de Muestras**

La selección y colección de muestras se basaron en el sistema de selección al azar de tal modo que en cada etapa cada una de las unidades componentes (zona, bloque, parcela, árbol, troza, vigueta y probeta), tendrán la misma posibilidad de ser elegidas.

El muestreo al azar para la selección de probetas destinada a la ejecución de ensayos tecnológicos comprenderá las siguientes etapas:

- ✓ Definición de la población
- ✓ Selección de la zona
- ✓ Selección de los árboles
- ✓ Selección de la troza
- ✓ Traslado del material (las trozas)
- ✓ Tratamientos profilácticos

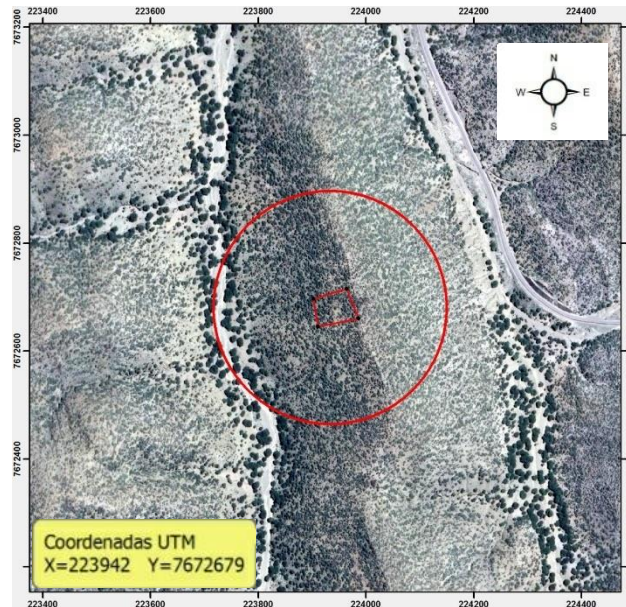


✓ Codificación de probetas

### 2.3.2.1. Definición de la Población

En la determinación de las propiedades anatómicas del palqui se establecieron las características de cada individuo, dentro de la población tales como la edad, especie y diámetro a la altura del pecho, (1,30m).

### 2.3.2.2. Selección de la Zona



*Imagen N°: 14 Ubicación de la zona*

**Fuente:** Elaboración propia. 2020

Para llevar a cabo la extracción de los árboles de la especie objeto de estudio se tomó en cuenta la representatividad en lo que respecta a calidad, sanidad de cada individuo.

### 2.3.2.3. Selección de Árboles

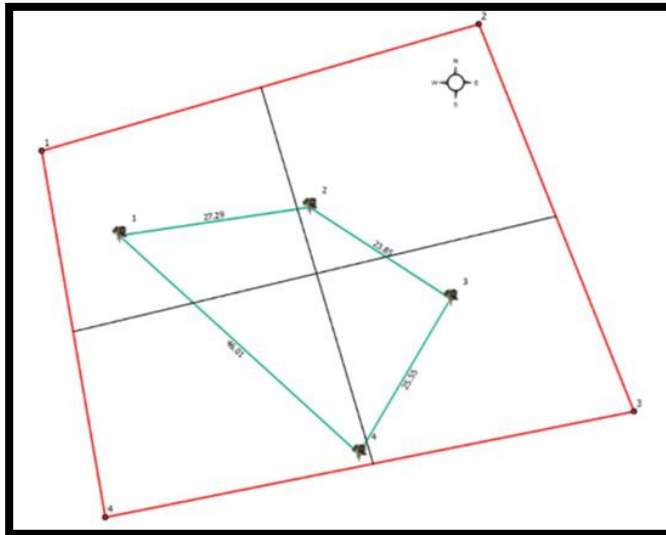


Imagen N°15: Ubicación de la extracción los árboles

**Fuente:** Elaboración propia 2020

Coordenadas de los árboles			
(Parcela)	(Árbol)	(X)	(Y)
Parcela I	I	223913	7672685
Parcela II	II	223910	7672689
Parcela III	III	223960	7672676
Parcela IV	IV	223947	7672651

Cuadro N° 6: Coordenadas de los árboles

**Fuente:** elaboración propia 2020

En la selección de árboles se definió primeramente el área de estudio con que una superficie de 0.39 ha. En la cual el área se dividió en cuatro parcelas de  $30 \times 30$  metros. De las cuales se seleccionó 1 individuo por parcela, siendo un total de cuatro árboles a ser extraídos para el presente estudio

en cuenta a las características de la especie de estudio, si bien las normas exigen DAP de 40 cm, con buen fuste, sano y de buena calidad; en el presente caso, es difícil encontrar un diámetro de 35 cm, motivo por el cual los diámetros están comprendidos entre 25 y 35 cm. Rango que se permitió seleccionar los árboles

#### **2.3.2.4. Identificación y Derribe de los Árboles**

Una vez identificados los árboles y rescatada la información respectiva, se procedió al apeo de árboles con motosierra, habiéndose obtenido la recolección de muestras botánicas, (hoja, flores, frutos corteza, etc.), Para ser herborizadas e identificadas la misma, que se llevó a cabo en la unidad académica del herbario de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales a cargo del Ingeniero Ismael Acosta conforme recomienda la norma, garantizando su identificación de la especie.

#### **2.3.2.5. Selección de la Troza**

Una vez realizado el apeo, desramado se dividió el fuste en secciones de 1,0 m. tanto de la parte basal, media y superior del tronco, las cuales fueron codificadas con pintura. A efecto poder identificarlas rápidamente, luego se seleccionaron por sorteo las trozas para su correspondiente registro de datos en planilla; cabe tener presente que dicho material fue trasladado hasta un pequeño aserradero para ser procesada.

#### **2.3.2.6. Colección del Material para el Estudio Anatómico**

Una vez obtenida la troza se procedió a extraer la muestra para el estudio anatómico bajo recomendaciones de la norma COPANT 30:1-019, 1974.

Se obtuvo un disco de sección transversal del árbol el cual es sometido en una bolsa de plástico para evitar la pérdida del contenido de humedad.

### 2.3.2.7. Obtención de las Probetas para el Estudio Anatómico

Según la norma COPANT 30: 1-19, las trozas fueron procesadas en una carpintería que permitió la obtención de cada probeta, empleando un sistema adecuado de codificación para su correcta identificación, con la finalidad de reconocer a que muestra pertenece las mismas que, después de ser elaboradas son preparadas para efectuar los cortes histológicos o anatómicos.

#### 2.3.2.7.1. Características Microscópicas

En el estudio microscópico, las probetas se sometieron a las siguientes fases que se detallarán en la imagen N° 16

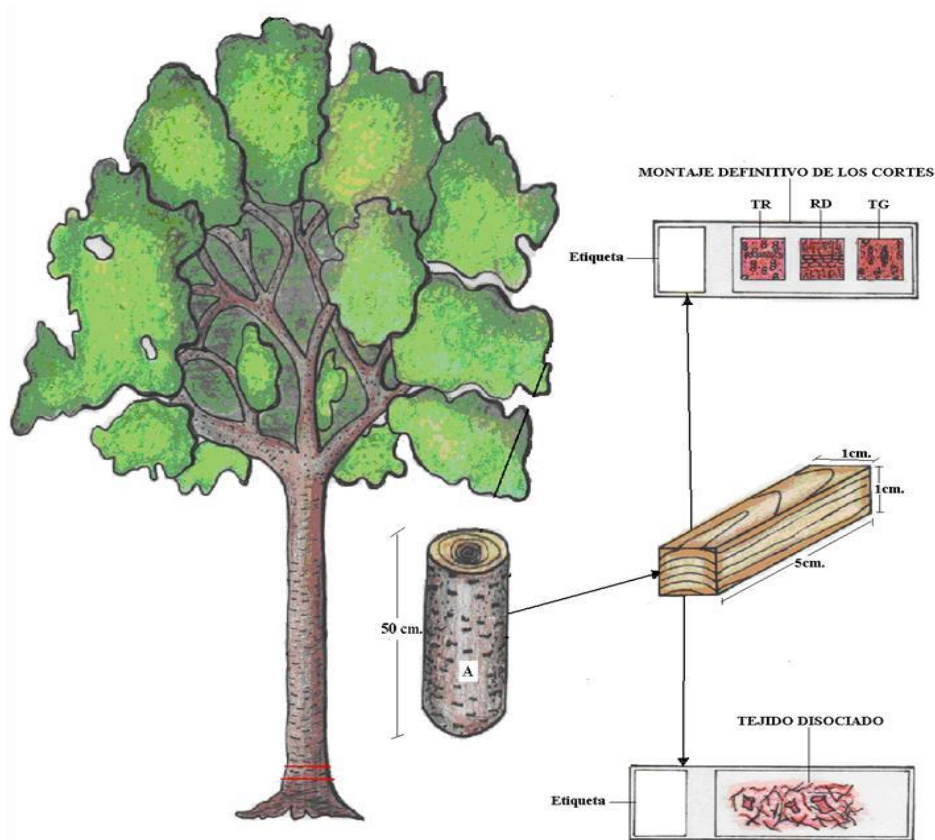


Imagen N° 16: Características Microscópicas de la madera

#### 2.3.2.7.2. Obtención de las Probetas

Se seleccionaron 5 probetas de las dimensiones 1cm\*1 cm de lado y 5 cm de longitud en una totalidad de 30 muestras correspondiente a cada una de las secciones como radial, tangencial y trasversal destinadas para el estudio anatómico (ver foto N° 6).

#### 2.3.2.7.3. Tratamiento de las Probetas

En el momento en que se prepararon las probetas fue necesario la identificación de algunas características de las maderas tales como: humedad, masa específica; caracteres anatómicos como parénquima, poros, fibras; grano; textura; presencia de cristales o resina entre otros, a efecto de seleccionar un tratamiento que genere un ablandamiento adecuado para facilitar la ejecución de cortes microscópicos, evitándose dañar las cuchillas del micrótopo.

#### 2.3.2.7.4. Hidratación

Las probetas destinadas a la obtención de cortes fueron sometidas a un proceso de hidratación en pequeños frascos u recipientes con agua destilada, dejándolas en reposo en un lapso de cuatro semanas cambiando de agua cada dos días por medio durante un periodo para generar una hidratación y facilitar la obtención de cortes anatómicos



Foto N° 1: Hidratación de las probetas en agua fría

### 2.3.2.7.5. Obtención de los Cortes

Previo a la obtención de los cortes se procedió al afilado de las cuchillas en la afiladora del micrótomos para devastar las aristas de las cuchillas y obtener como corresponde, los cortes respectivos con facilidad.



Foto N° 2: Afiladora de cuchillas

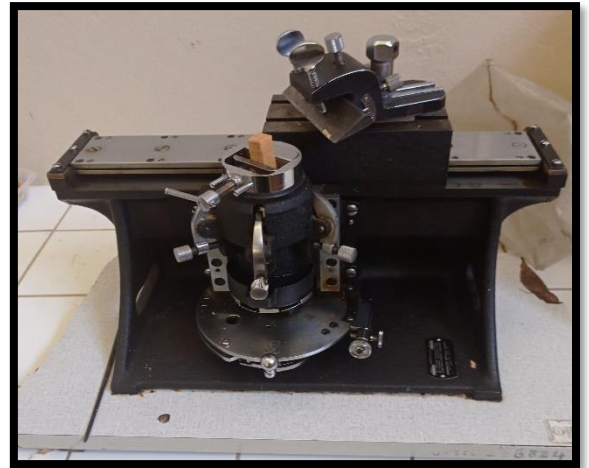


Foto N° 3: Obtención de cortes del micrótomos

### 2.3.2.7.6. Tinción de los Cortes

En esta fase los cortes fueron cuidadosamente seleccionados, de manera que se pueda observar la estructura anatómica: como ser poros con paredes perfectas, punteaduras intervasculares, células enteras células parenquimáticas y que no estén rotas; asimismo sin rastros de cuchillas, sin pequeñas rallas o rajaduras.



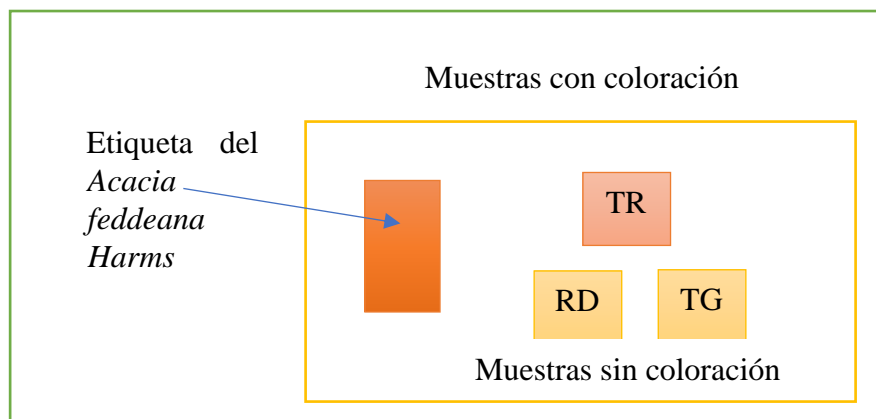
Luego se procedió al lavado para obtener un blanqueado, sumergiendo los mismos a un tratamiento con safranina, alcohol, hipoclorito y en agua en caja Petri para cada sección.



**Foto N° 4: Tinción de los diferentes cortes con safranina, agua, hipoclorito y alcohol**

#### 2.3.2.7.7. Montaje de los Cortes

Las muestras coloreadas y las sin coloración fueron secadas en papel secante donde se seleccionó los tres mejores cortes, los cuales fueron cuidadosamente colocados en el porta objetos con su correspondiente cubre objetos y esmalte transparente para luego ser presionados suavemente, evitando espacios de aire; posteriormente las muestras fueron codificadas, secadas en estufa para su posterior interpretación en el microscopio.



TR: Corte Transversal; TG: Corte Tangencial; RD: Corte Radial

**Fuente:** Elaboración propia 2021

### 2.3.2.7.8. Obtención de microfotografías

En la presente investigación anatómica se describió la parte estructural acompañando evidencias, como la toma de fotografías de las láminas montadas en base a los requerimientos de la norma COPANT 30; 1-19 (ver foto N°: 20).

### 2.3.2.7.9. Medición de los elementos anatómicos

Se desarrolló un trabajo minucioso respecto a las diferentes mediciones con una escala transparente, tales como diámetro y longitud de vasos correspondientes a cada uno de los elementos constitutivos de la madera (ver foto N°: 21).

### 2.3.2.7.10. Características organolépticas y macroscópicas

Para llevar adelante el estudio de las características organolépticas y macroscópicas se prepararon 24 cubos de 5\*5\*5 cm de lado bien orientadas en las tres secciones como así también 8 rodajas de 10 cm de espesor con corteza de la parte basal y 8 muestras de xilotecas de 15cm de largo y 10 de ancho 2 cm de espesor, para radial y tangencial.

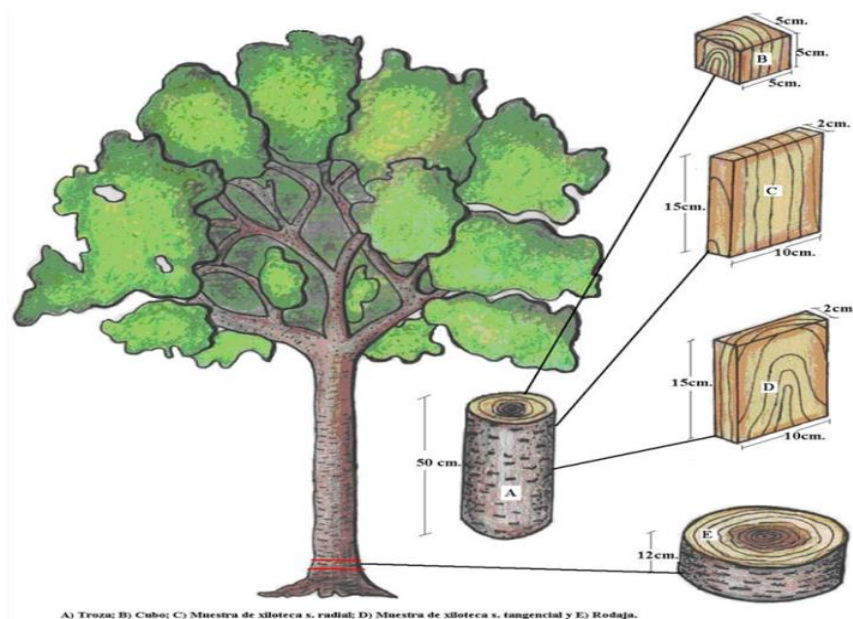


Imagen N° 17: Características Macroscópicas y organolépticas



### 2.3.2.7.11. Descripción de las Características Organolépticas

La descripción de las propiedades organolépticas se realizó en condiciones de estado húmeda como seca al aire, acorde a la NORMA COPANT MADERAS 30:1-19, 1974.

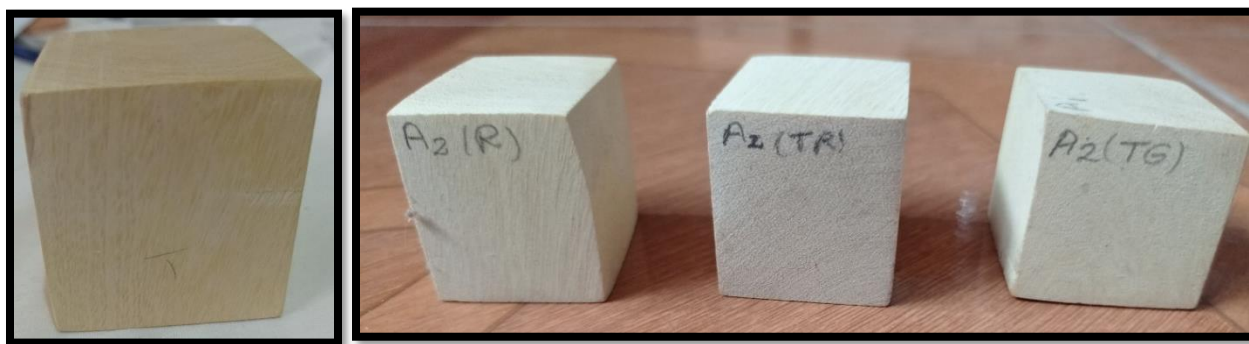
### 2.3.2.7.12. Descripción de las características macroscópicas

Los cubos que fueron empleados para hacer la descripción de características macroscópicas en sus diferentes planos fueron correctamente cortados, cepillados para lograr una mejor visión recurriendo al uso de una lupa de 10X y un binocular de 50X que permitió observar características de porosidad tipos de radios, etc.

Dentro de las propiedades organolépticas se hizo una descripción de cada una de ellas acorde a la norma (NORMAS COPANT MADERAS 30:1-019,1974) referida al color, sabor, lustre, brillo, grano, veteado y textura

Preparación de muestras para el análisis macroscópico y organoléptico; Para llevar adelante la descripción de las diferentes características se prepararon muestras de 5 cm x 5 cm para cada tipo de corte y número

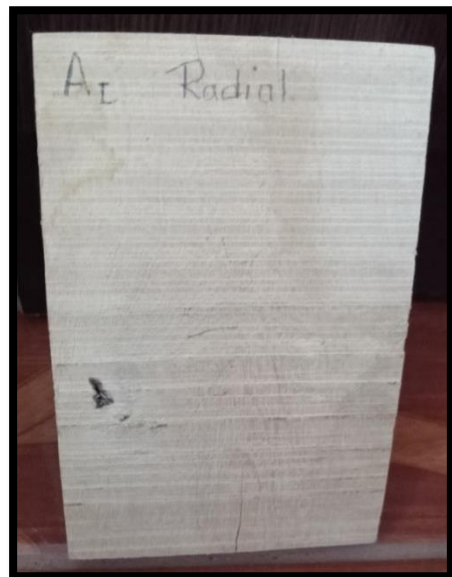
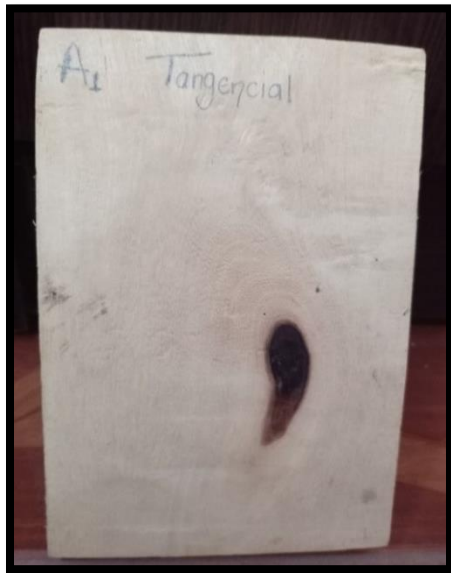
**Foto N° 5: Cubos de 5 x 5 x 5 cm. Para el análisis Macroscópico**



**Foto N° 6: muestras de las probetas de 1 x 1 x 5 cm. Para el análisis microscópico**



**Foto N° 7: Muestras de xilotecas de 15 x 10 x 2 cm. Para el análisis organoléptico y macroscópico**



Se prepararon dos muestras bien orientadas en la sección radial y tangencial para realizar el respectivo estudio

# **CAPÍTULO III**

## **RESULTADOS**

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS**

#### **3.1. Descripción de las características organolépticas**

##### **3.1.1. Color**

Según la observación en la sección transversal de la rodaja, en condición húmeda presenta una tonalidad de color blanco amarillento, algo dificultoso para diferenciar la albura, pero en estado seco se observa un color café pardusco en su totalidad.

##### **3.1.2. Transición de albura al duramen**

No cambia gradualmente la transición de albura al duramen.

##### **3.1.3. Alteración del color**

En este caso presenta oxidación de tejidos probablemente debido a las características a presencia de ciertas sustancias toxicas aceites y resinas de la madera.

##### **3.1.4. Sabor**

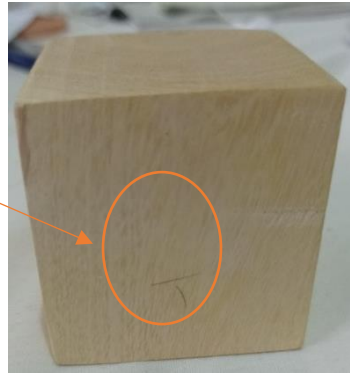
Es perceptible un sabor amargo en estado húmedo, posiblemente por la presencia de ciertas sustancias, nutrientes y taninos. En estado seco al aire es poco distintivo.

##### **3.1.5. Olor**

Presenta un olor desagradable en estado húmedo por supuesto atribuible de sustancias volátiles que tienen ciertas especies el cual disminuye a medida que pierde la humedad que presentan ciertas especies y poco perceptible en estado seco.

### 3.1.6. Lustre o Brillo

Identificación del brillo característico de la especie



Se observa un brillo medio según la clasificación de la Norma apreciado en todo el corte radial

### 3.1.7. Albura o sámago

Identificación del espesor de la albura



Identificación del duramen

Presenta un espesor muy angosto menor a 2 cm de albura, lo cual constituye que es un indicador que el árbol llegó a un buen estado de madurez. Tal como indica Cruz, (2006).

### 3.1.8. Duramen o corazón

Se distingue dificultosamente el color, presenta el duramen ligeramente excéntrico, debido a que el árbol se encontraba ubicado en plena pendiente.

### 3.1.9. Anillos de crecimiento

Poco diferenciados con bordes claros e irregulares ya que son características que presentan las frondosas



Anillos de crecimiento en la sección trasversal

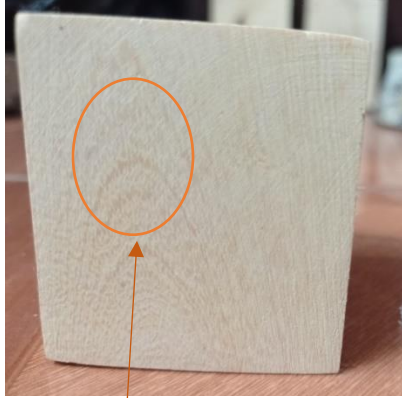
### 3.1.10. Número de anillos por cada 5 cm de radio



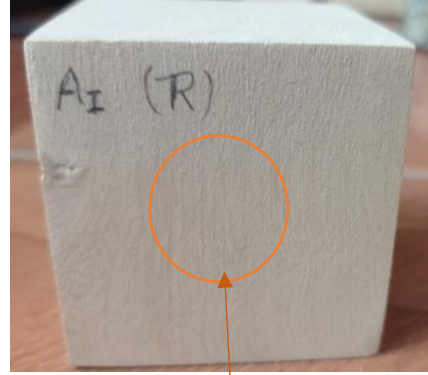
Identificación del espesor de los anillos de crecimiento en la sección trasversal

Número de anillos por 5 cm:	Presenta un promedio de 12 anillos de crecimiento
Espesor:	Varía desde 1 mm hasta los 2 mm entre anillo

### 3.1.10. Veteado o figura



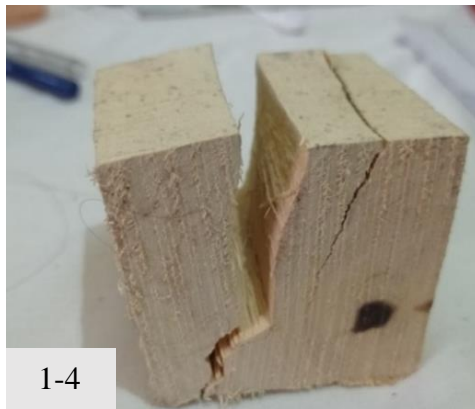
Muestra del veteado arco superpuestos en la sección tangencial del árbol



Muestra del veteado líneas verticales en la sección radial

Presenta un veteado definido de líneas verticales en la sección radial, mientras que en la sección tangencial presenta arcos superpuesto producto de las características de la especie (duramen, albura, irregularidades o defectos que padece la madera)

### 3.1.11. Grano



Presenta diferentes tipos de granos en cada sección,

Árbol N° 1 Árbol N° 4	Presentan ambos árboles las mismas características del grano recto a entrecruzado en la sección trasversal
Árbol N° 2 Árbol N° 3	Presentan ambos árboles las mismas características de grano inclinado en la sección radial

### 3.1.12. Textura

Presenta una textura media y heterogénea difícilmente visible a simple vista y fácilmente observable con lupa de 10X



Identificación de la  
textura media



## 3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS

### 3.2.1. Poros

#### 3.2.1.1. Distribución

La distribución de los poros es difusa uniforme en todo el anillo de crecimiento.

Identificación de los poros difusa en la sección transversal



#### 3.2.1.2. Concentración

Mediante la observación en la rodaja la concentración de poros no cambia de anillo a anillo.

#### 3.2.1.3. Tamaño

Observado en el rango de la norma el tamaño de los poros es pequeño, no es visible a simple vista, pero con la ayuda de la lupa de 10X y con el microscópico se puede observar con más claridad

#### 3.2.1.4. Forma

Muestra tamaño de los poros en la sección transversal



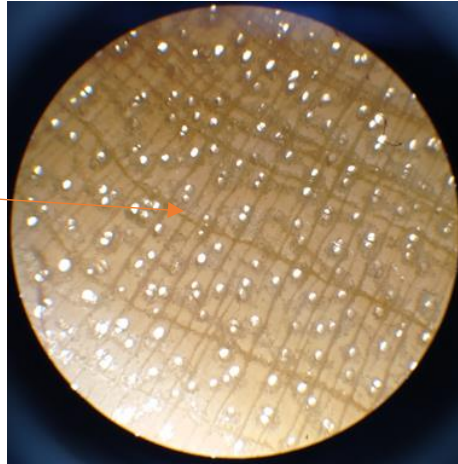
Presenta la forma redonda a oval irregular por la cantidad de poros que se encuentran

### 3.2.1.5. Contenido

Presenta sustancias como taninos y en algunas partes manchas oscuras de color café a negro.

### 3.2.1.6. Parénquima

Parénquima paratraqueal aliforme en la sección transversal



### 3.2.1.7. Visibilidad

Parénquima paratraqueal aliforme es apreciado a simple vista, visible con aumento de  $0.5 \mu\text{m}$  del plano ocular del microscopio.

## 3.3. Radios

### 3.3.1. Visibilidad

En la sección transversal tiene poca visibilidad a simple vista, pero si es posible observar con la ayuda de la lupa de 10 X.

### 3.3.2. Espesor

De acuerdo a los resultados obtenidos contemplado en la norma se determinó que corresponde a un espesor mediano apenas visible a simple vista.

### 3.3.3. Número de radios en 5 mm

Presenta radios homogéneos pluricelular moderadamente pocos en un rango menor de 25 radios por cada 5 mm.

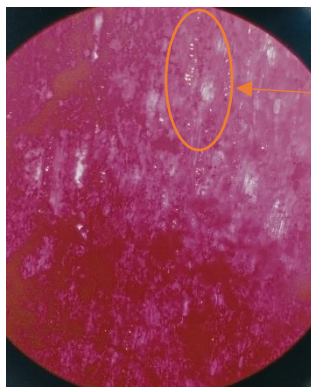
### 3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

#### 3.3.1. Vasos

##### 3.3.1.1. Tamaño

Los vasos son en promedio un tamaño muy pequeño de 20  $\mu\text{m}$  con un diámetro y longitud de difícil medición lo que es menor de 50  $\mu\text{m}$ .

##### 3.3.1.2. longitud de los elementos vasculares



Identificación de vasos en la sección tangencial



Identificación de vasos en la sección tangencial

Presenta una longitud corta de 310  $\mu\text{m}$  menor a 350  $\mu\text{m}$ .

##### 3.3.1.3. Platinas de perforación

La inclinación de las platinas se encuentra en sentido oblicuo.

##### 3.3.1.4. Tipos de perforación



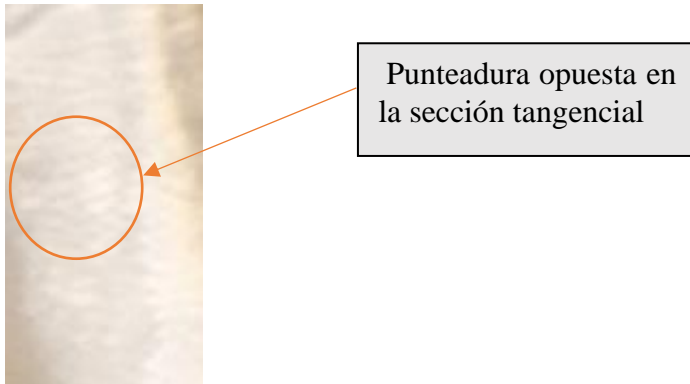
Identificación de la perforación escaleriforme ubicada en la sección tangencial

Presenta un tipo de perforación escaliforme a reticulada.

### 3.3.1.5. Punteado intervascular

Presenta disposición opuesta tal como se observa en la literatura L. García & O. Romeo.

### 3.3.1.6. Forma de las punteaduras



Se identificaron punteaduras opuestas.

### 3.3.1.7. Aperturas de las punteaduras

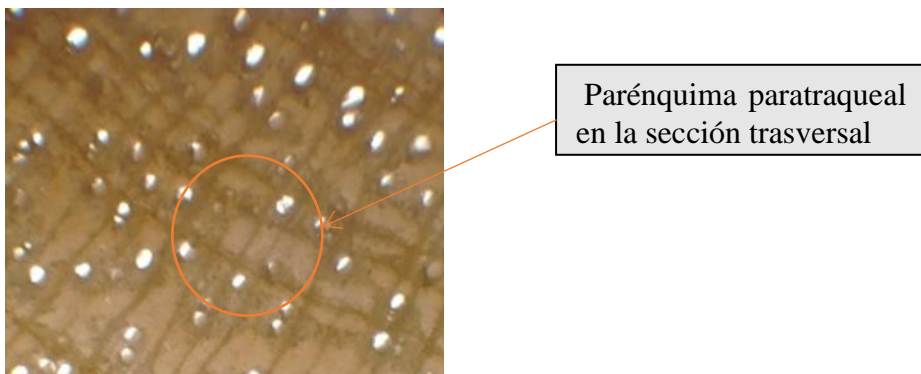
Se identificó aperturas inclusas.

### 3.3.1.8. Forma de la apertura

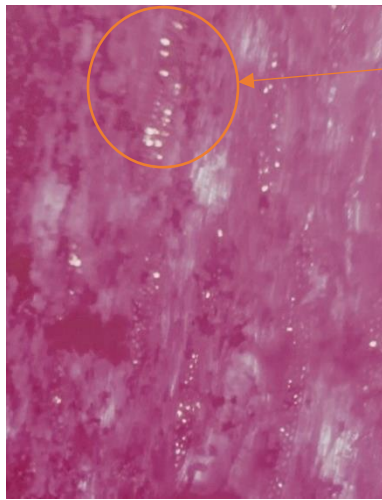
Presenta la apertura de forma oval.

### 3.3.1.9. Parénquima

Presenta un parénquima paratraqueal aliforme de ala fina y extendida en la sección trasversal.



### 3.3.1.10. Radios



Radios multiseriados  
identificado en la  
sección tangencial

**3.3.1.11. Tipo** Presenta radios multiseriados de células procumbentes.

### 3.3.1.12. Altura (número de células)

Según la medición se determina que está en el rango de 3 a 5  $\mu\text{m}$  de ancho las células.

### 3.3.1.13. Ancho (número de células)

Presenta 5 células multiseriadas.

### 3.3.1.14. Relación entre radios

Relación Estratificada entre anillos.

### 3.3.1.15. En la sección tangencial y radial

#### Clase de radios

Presenta clases de radios Homogéneos en ambas secciones.

### 3.3.1.16. Fibras



Identificación de Fibras  
de forma fusiforme

### 3.3.1.17. Longitud

Presenta una longitud corta, menos de 900  $\mu\text{m}$

### 3.3.1.18. Forma

Mediante la identificación se determinó las fibras de forma fusiforme

### 3.3.1.19. Diámetro total

Presenta Menos de 16  $\mu\text{m}$  el diámetro total

**CAPÍTULO IV**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPITULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

Una vez concluido el estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

DESCRIPCION	DETALLE
<b>GENERAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Morfológicamente el fuste presenta defectos tales como torceduras. En la sección trasversal de la rodaja bajo condición húmeda, en su totalidad tiene un color blanco amarillento por el cual es un poco difícil distinguir la transición de albura a duramen, similar situación ocurre en condición en seco virando un color café pardusco y no permite identificar la transición de albura a duramen, además presenta oxidación y tejido traumático característico de la madera en el duramen de la sección trasversal</li> <li>✚ La madera presenta un sabor amargo en condición húmeda y poco apreciable en estado seco a la vez despiden un olor desagradable en estado verde y poco perceptible en seco</li> <li>✚ Presenta un espesor muy angosto menor a 2 cm de albura, lo cual constituye que es un indicador que el árbol llegó a un buen estado de madurez. También encontramos al duramen en disposición excéntrica, debido a que el árbol se encontraba ubicado en pendiente.</li> <li>✚ En la misma sección trasversal de la rodaja, se distinguen los anillos de crecimiento con bordes claros e irregulares por el crecimiento excéntrico irregular del fuste, lo que dificulta mucho el conteo de los anillos y aún más al comparar el espesor de los</li> </ul>



<p style="text-align: center;"><b>GENERAL</b></p>	<p>anillos, estos en un promedio de 12 anillos por cada 5 cm tomando en cuenta el total del radio con un espesor que varía de 1 mm hasta los 2 mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ En lo que respecta al lustre o brillo de la madera se puede apreciar que la madera presenta un brillo medio de acuerdo a la identificación en la norma, referido al veteado se observan líneas verticales en la sección radial y arcos superpuestos en la sección tangencial característico de la madera. También Presenta diferentes tipos de granos en cada sección presenta grano recto a entrecruzado en la sección trasversal y grano inclinado en la sección radial.</li> <li>✚ La porosidad es mediana y heterogénea, la cual no es visible a simple vista, pero si fácilmente observables con una lupa de 10X se puede observar claramente.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>MACROSCOPICAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Presenta una distribución de poros difusa de tamaño pequeño, visibles con la ayuda del microscópico, la concentración no cambia en relación a los anillos de crecimiento, la forma de los poros es redonda a oval por lo tanto irregular por la cantidad de poros que se agrupan, así mismo los poros se encuentran solitarios. También presenta un contenido de sustancias como taninos algunas partes manchas oscuras de color café a negro que son característicos de la especie de estudio.</li> <li>✚ El tipo de parénquima observado en el plano trasversal es paratraqueal aliforme de ala fina extendida. También sobre la misma sección, se establece que los radios son de tamaño mediano según la identificación de la norma, apenas visible a simple vista, moderadamente pocos 25 en un rango de (26 - 50) radios por cada 5 mm.</li> </ul>

<p><b>MICROSCOPICAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Los vasos presentan un tamaño muy pequeño de 20 <math>\mu\text{m}</math> de difícil medición lo que es menor de 50 <math>\mu\text{m}</math> la longitud de estos es corta menor de 350 <math>\mu\text{m}</math> dichos caracteres reflejan una madera muy dura.</li> <li>✚ Visto en la sección tangencial, los radios son homogéneos estos son de carácter multiseriados compuestos por células procumbentes y fibras fusiformes con longitud corta menor de 900 y un promedio total de 16 <math>\mu\text{m}</math>.</li> </ul>
<p><b>Placas de perforación</b> <b>Tipos de perforación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Las placas de perforación de los elementos vasculares se encuentran en disposición oblicua, presenta un tipo de perforación reticulada, en la sección tangencial se puede apreciar el punteado intervascular en disposición opuesta de forma redonda a oval y la forma de la apertura oval.</li> </ul>
<p><b>Parénquima</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ También se puede apreciar que el parénquima de la sección transversal es paratraqueal de tipo aliforme de ala fina de acuerdo a la identificación.</li> </ul>

## 4.2. RECOMENDACIONES

Para concluir este trabajo de tesis, este capítulo se dedicará a mostrar las recomendaciones obtenidas a lo largo de este trabajo para así demostrar los beneficios obtenidos.

- ✚ Por la poca información referida al Palqui se recomienda realizar estudios tecnológicos complementarios que permita identificar los usos adecuados como sus bondades de la especie.
- ✚ Ya que la especie presenta medula excéntrica, grano recto a entre cruzado y para evitar defectos en el proceso del secado lo que dificulta su trabajabilidad se sugiere tener en cuenta estas características que tiene la especie para poder minimizarlos.
- ✚ En las características que presenta la especie dentro del área de trabajo se sugiere realizar estudios de la especie *Acacia feddeana* Harms con muestras extraídas de otras zonas.
- ✚ Por las características de su tronco y diámetros pequeños, el vetado en arcos superpuestos se recomienda emplear su madera en la obtención de productos de escasas dimensiones (trabajos artesanales, por la dureza parquets y objetos torneados.)