

INTRODUCCIÓN.

El crecimiento poblacional conjuntamente con el avance de la tecnología hace que se incremente la demanda de materia prima para satisfacer sus diferentes necesidades, y una de ellas es el uso de maderas, las cuales son extraídas de diferentes procedencias.

La madera es un material poroso, heterogéneo, anisotrópico y biodegradable. Su carácter es debido principalmente a los lúmenes de las células y a los espacios intercelulares. La heterogeneidad de la madera es producto de su constitución anatómica y que las células que la integran pueden ser de naturaleza, orientación, forma y composición química variable. La anisotropía se origina por las diferencias que presentan las células en los tres planos de la madera. De esto se deduce, que las diferencias que existe en la estructura de las maderas deben reflejarse en su comportamiento (García, Guindeo, 2003).

En el año 2003 se consumía aproximadamente 3400 millones de m³ de madera, de las cuales prácticamente el 50% se consumía en su lugar de corta o extracción, fundamentalmente como combustible, bajo las formas de leña o carbón. El otro 50%, se consideraba como madera en rollo industrial dedicada a construcción y otros usos y solamente entre un 8 y un 10 % del total se utilizaba como intercambio comercial, ya sea como madera en rollo o como tablones. Actualmente se consume madera en rollo y se prevé un menor consumo de leña y carbón. (García, Guindeo, 2003).

El departamento de Tarija cuenta con el recurso madera, pero muchas veces se hace uso improvisado de las especies forestales, lo que repercute en un bajo rendimiento durante su vida útil ya que no reúne las características y propiedades requeridas para las aplicaciones a las que se destinan, por otro lado se extraen especies seleccionadas o tradicionales con alto valor comercial, dejando de lado aquellas especies poco conocidas, es por ello que en el estudio anatómico del Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia* R.), permite generar información técnica ya que al conocer su estructura anatómica ayudara a bridar un mejor uso posible de la especie para así cubrir las demandas del mercado.

JUSTIFICACIÓN.

La escasez de información técnica de las maderas procedentes de las distintas formaciones sucesoras de Bolivia se traduce en una mala utilización de los productos maderables del bosque natural y un aprovechamiento selectivo de especies. Los productos obtenidos con altos costos y baja calidad, se traduce como una baja participación en los mercados.

La presente investigación aporta con datos técnicos de esta nueva especie no tradicional para amortiguar en algo la tendencia a la sobreexplotación de especies tradicionales, además los datos que se obtuvieron permitirán, la toma de decisiones para coadyuvar a lograr un adecuado uso de la especie. (WORLD WIDE SCIENCE Alliance).

OBJETIVOS.

Objetivo general.

- Realizar el estudio anatómico de la especie Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia* R.) utilizando la norma COPANT N° 30 (1-19), como metodología.

Objetivos específicos.

- Identificar la estructura macroscópica y microscópica del leño mediante los tres cortes básicos, Transversal Radial y Tangencial.
- Descripción de las características organolépticas de acuerdo a la norma.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO.

1.1. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA.

Reino: Vegetal

Phyllum: Telemophytae

División: Tracheophytae

Sub División: Anthophyta

Clase: Angiosperma

Sub Clase: Dicotyledoneae

Grado evolutivo: Archichlamideae

Grupo de órdenes: Corolinos

Orden: Sapindales

Familia: Sapindaceae

Género y sp: *Diatenopteryx sorbifolia* Radlk.

Nombre común: Suiquillo. (Sánchez, 2011)

1.2. DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA.

1.2.1. Árbol.

Inerme, polígamo-monoico de 10-25 m. de altura.

Fuste cilíndrico, largo y recto, la base con raíces generalmente tablares o tabulares poco pronunciadas, alcanza hasta 65 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.

Presenta ramificación simpodial, la copa tiene una forma alargada irregular y densa, de follaje persistente. (Sánchez, 2011).

1.2.2. Hojas.

Compuestas, alternas, pari o imparipinadas, de 8–15 cm de largo de los cuales 1-2 cm corresponden al peciolo; el peciolo y raquis superiormente canalículo 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).

1.2.3. 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).

1.2.4. Fruto.

Disámara, pubescente cuando joven, cuando llega a la madurez es glabra y castaña; bialado, 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).

1.2.5. Semilla.

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

1.2.6. Usos.

Se determinó de acuerdo a los valores obtenidos en los diferentes ensayos de las propiedades mecánicas y a la clasificación de “requisitos que deben reunir las maderas según sus usos”, se sugiere que la madera del SUIQUILLO puede ser usada en diferentes rubros, tomando en cuenta la resistencia mecánica como su densidad básica. De acuerdo al promedio obtenido de la densidad básica, permite afirmar que la madera del Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia* R.) está dentro de la clasificación de madera pesada $0,750 \text{ gr/cm}^3$. (Valdez V., 2013).

En las comunidades aledañas a la zona de estudio, su madera es utilizada para encofrados, construcción de cercas, como leña, cuyas utilidades le da cierta importancia económica a esta especie.

- Pisos.
- Maderas de Construcción – Estructuras.
- Obras de Torneado – Artesanía.

Dato	Clasificación
Pisos	Madera dura a muy dura (peso específico básico mayor a 0,60 gr/cm ³).
Maderas de Construcción – Estructuras	Peso específico básico entre 0,50 y 0,80 gr/cm ³ . Flexión: ELP igual o mayor a 400 kg/cm ² ; MOE igual o mayor a 100 kg/cm ² . MOR igual o mayor a 350 kg/cm ² . Máxima resistencia a la compresión paralela igual o mayor a 350 kg/cm ² . Compresión perpendicular a las fibra igual o mayor a 60 kg/cm ² . Cizallamiento igual o mayor a 35 kg/cm ² .
Obras de Torneado – Artesanía	Moderadamente pesada y dura, peso específico básico de 0,40 a 0,80 gr/cm ³ .

Cuadro N° 1. Clasificación de maderas según su peso específico

1.2.7. Distribución Geográfica.

Es una especie nativa de las selvas tropicales, cuya distribución es alta e irregular, se desarrolla en bosque submontano semideciduo entre los 700-900 m.s.n.m., de suelo húmedo y fértil. En Tarija, provincia Arce, Bermejo se encuentra gran cantidad de estos ejemplares (Killen T., Garcia E., 1987).

En bosque húmedo de la Comunidad de Río Conchas está distribuida desde la ladera inferior hasta la ladera superior, cuya altitud oscila de 970-1120 m.s.n.m.

Participa del estrato arborescente superior formado por árboles que sobrepasan los 20 m de altura, de temperamento ecológico “esciófita parcial”. (Alfaro M, 2008).

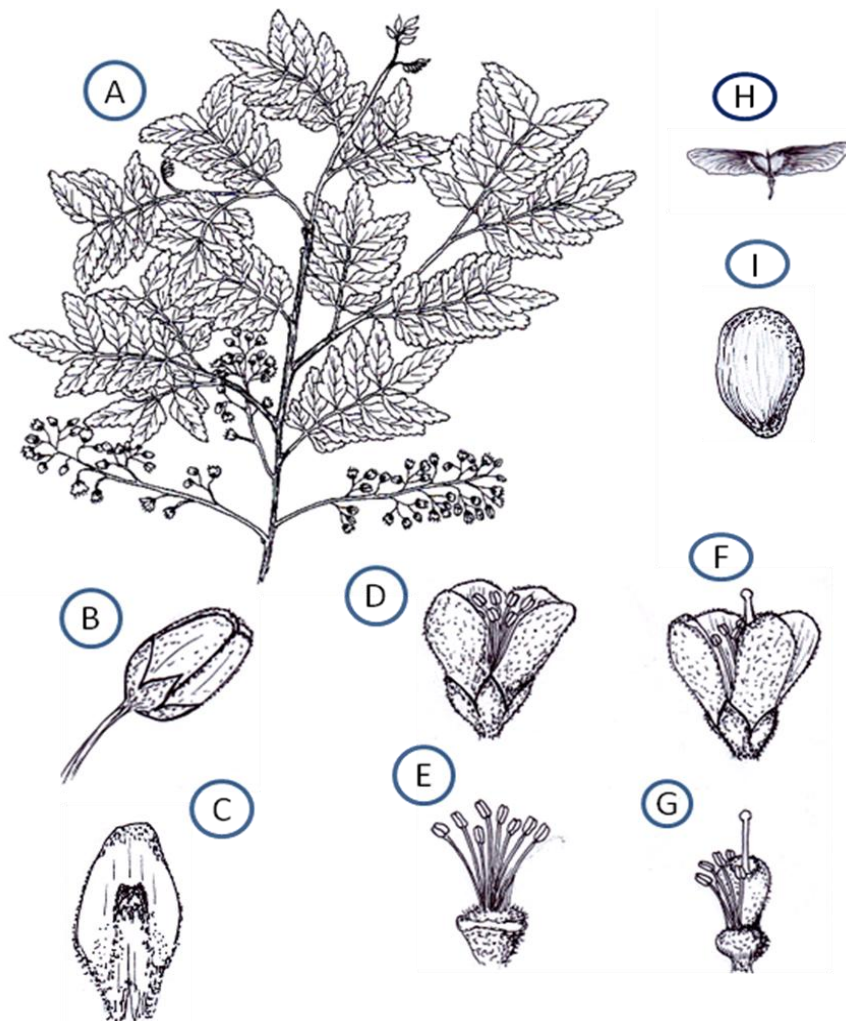


Fig. N° 1. Descripción de la especie *Diatenopteryx sorbifolia* Radlk: **A**, rama florífera; **B**, flor; **C**, pétalo; **D**, flor masculina; **E**, estambres; **F**, flor femenina; **G**, gineceo; **H**, fruto; **I**, semilla.

1.3. ANATOMÍA DE LAS MADERAS.

1.3.1. La Madera.

Es el conjunto de tejidos del xilema que forman el tronco, las raíces y las ramas de los vegetales leñosos, excluida la corteza. Desde el punto de vista comercial, únicamente se aprovecha la madera de los árboles, es decir, vegetales leñosos de ciertas dimensiones. (García L., Guindeo, 2003).

La madera posee una estructura celular que son unidades tubulares de diferentes formas, dimensiones y características, que se encuentran conectadas o unidas entre sí, formando tres tipos de tejidos:

- * Tejido vascular o de conducción.
- * Tejido parenquimático o de almacenamiento.
- * Tejido fibroso o de resistencia.

Estos elementos, su estructura y componentes pueden verse en las tres secciones de corte con respecto a la circunferencia y eje longitudinal del tronco, a saber: corte radial, tangencial y transversal, que ofrecen aspectos anatómicos celulares diferentes, según el corte considerado. (Villegas, 2001).

1.4. CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS.

1.4.1. 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 10 x, en el corte transversal de un tronco típico, tales partes son mostradas en la figura siguiente. (Vargas J., 1987).

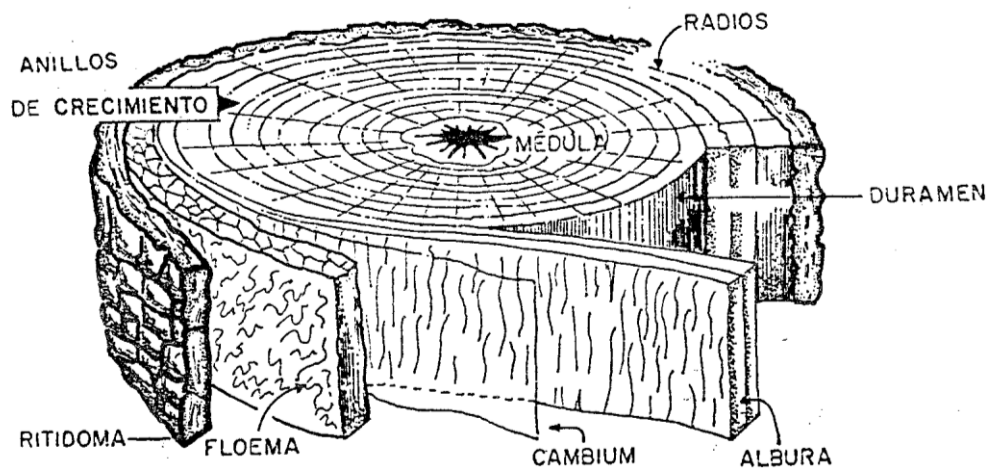


Fig. N° 2. Sección de un tronco típico.

1.4.1.1. Corteza.

Es la cubierta exterior del árbol. Cumple tres funciones: Almacenamiento, conducción de nutrientes realizada por el floema y protección del vegetal contra el resecamiento, 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 J., 1987).

El estudio de la corteza, es una parte importante de la dendrología que nos permite conocer la estructura de la corteza, identificar individuos semejantes. Algunas cortezas son desechadas industrialmente, mientras que otras son explotadas comercialmente. (Vargas J., 1987).

1.4.1.2. 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 contarlos se conoce la edad del árbol.

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, lumenes 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 lumenes 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).

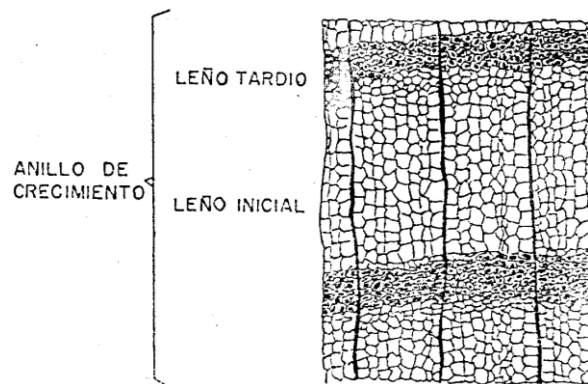


Fig. N° 3. Anillos de crecimiento.

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.

No siempre los anillos de crecimiento son anuales.

Los “falsos anillos de crecimiento”, que dificultan la determinación exacta de la edad de un árbol, pueden atribuirse a cualquier acción externa que altere el normal funcionamiento del cambium, como heladas tardías, caída temporal de las hojas, destrucción de las hojas por insectos y fluctuaciones climáticas.

El ancho de los anillos de crecimiento que varía desde una fracción de milímetros hasta algunos centímetros, depende de muchos factores: Duración del periodo

vegetativo, temperatura y humedad, calidad de suelo, insolación, tratamientos silviculturales.

La distribución de los anillos de crecimiento es una característica que permite una rápida pre-determinación de la clase y la calidad de la madera. (Vargas J., 1987).

Duramen y albura.

El duramen, es la parte interna del tronco y en muchos árboles tiene color más oscuro.

Se forma porque el árbol, a medida que va envejeciendo, sólo 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.

Tilos, son expansiones vesiculares de células parenquimáticas, que penetran en los vasos a través de las punteaduras y que pueden obstruirlos completamente.

En las latifoliadas es normal la formación de los tilos; que en forma general llamaremos de tilosis. Esto es atribuible a diferencias de presión entre las células de parénquima y los vasos adyacentes.

Debido a que el duramen posee un tejido más compacto, menos aireado pobre en sustancias nutritivas, (obstrucción de los vasos por tilos, cierre de las punteaduras, presencia de sustancias tánicas de acción antiséptica, pérdida del contenido celular y muerte de las células parenquimáticas), es menos susceptible al ataque de hongos e insectos y presenta una durabilidad natural mayor al de la albura. (Vargas J., 1987).

La parte externa de la albura corresponde a la parte activa en el tronco, las células parenquimáticas se encuentran todavía llenas de nutrientes y las células conductoras de las regiones periféricas hacen el transporte del agua en el árbol. (Vargas J., 1987).

La proporción entre duramen y albura varía en el árbol; además de la especie en sí, depende de la edad, sitio, clima y otros factores.

No todos los árboles presentan diferencias de color entre duramen y albura, a pesar de poseerlo fisiológicamente. Decimos en este caso que posee “duramen fisiológico” existen todavía árboles donde el duramen está ausente. (Vargas J., 1987).

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 en algunas especies al ataque de agentes destructores de la madera.
- * El duramen es menos permeable.

1.4.1.3. Radios.

Los radios se perciben a simple vista, sólo 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 J., 1987).



Fig. N° 4. Tipos de radios. **a)** Radios uniseriados; **b)** Radios multiseriados.

1.4.1.4. 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 J., 1987).

1.4.2. Estructura Microscópica.

1.4.2.1. Elementos longitudinales.

1.4.2.1.1. 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).

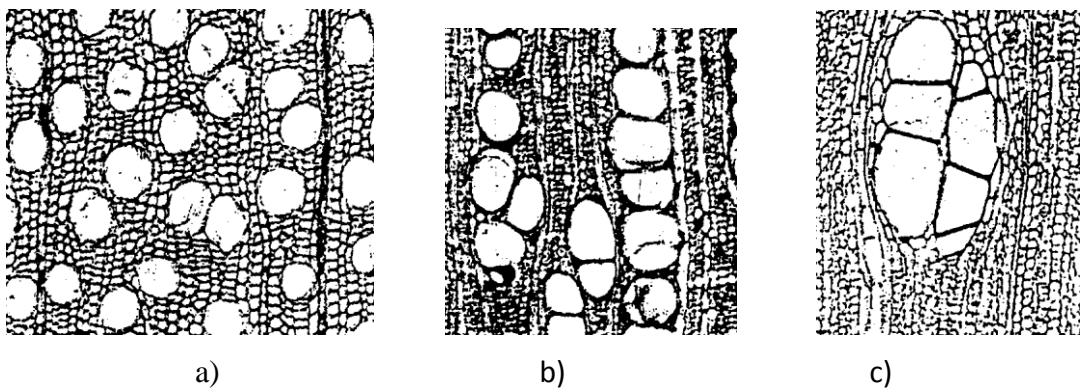


Fig. N° 5. Tipos de vasos. **a)** Vasos exclusivamente aislados; **b)** vasos múltiples radiales; **c)** agrupación de vasos.

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).

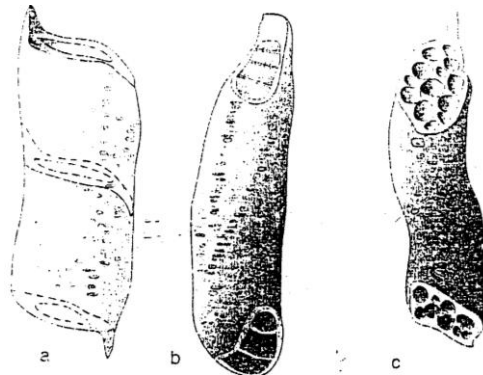


Fig. N° 6. Tipos de perforaciones **a.** simples **b.** escalariformes **c.** cribosas.

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.

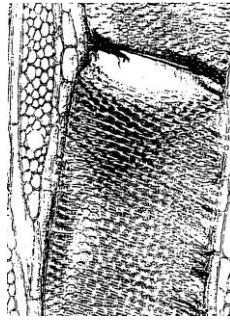


Fig. N° 7. Punteaduras alternas.

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.

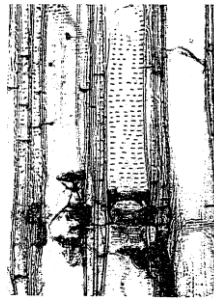


Fig. N° 8. Punteaduras opuestas.

Punteaduras ornadas. Punteaduras intervasculares 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).

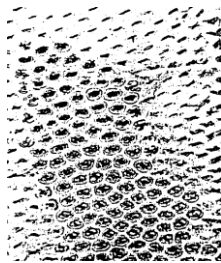


Fig. N° 9 Punteaduras ornadas

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.

Por otro lado, el término abundancia, se refiere al número de poros por mm^2 interviniendo tanto a madera de primavera como a madera de verano. Los más comunes por 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).

1.4.2.1.2. 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 confluente en bandas, mantiene un espesor homogéneo a lo largo de la banda, no disminuyendo cuando pierde la influencia del vaso. (García L., Guindeo, 2003).

1.4.2.2. Elementos transversales.

1.4.2.2.1. Parenquimatosos.

Radios leñosos.

Son tejidos que se extienden transversalmente al eje del árbol. Se originan a partir de las células iniciales radiales del cambium. Son una estructura típica del crecimiento secundario. Se extienden a todo lo largo del leño terminando en el tejido primario, penetrando algunos en la médula, recibiendo entonces el nombre de radios primarios. (Cozzo D., 1983).

Según Krib (2003), los radios leñosos de las frondosas se clasifican en:

Homogéneos.

Radios uniseriados. Compuestos únicamente de células procumbentes, en una sola alineación.

Radios multiseriados. Compuestos únicamente de células procumbentes en varias alineaciones

Heterogéneos.

Radios uniseriados. Compuestos únicamente de células procumbentes y erectas marginales, en una alineación.

Radios no exclusivamente uniseriados. La madera presenta en su estructura simultáneamente radios uniseriados y multiseriados.

Heterogéneos del tipo I. Los uniseriados están compuestos exclusivamente por células erectas, y los multiseriados compuestos por una parte central multiseriada, constituida por células procumbentes, y una parte uniseriada, más larga que la multiseriada, compuesta exclusivamente de células erectas.

Heterogéneos del tipo II. Los uniseriados están constituidos por células erectas y procumbentes, ocupando unas y otras tanto posiciones marginales como diseminadas. Los radios multiseriados están formados por una parte uniseriada muy corta de células erectas y otra parte multiseriada, mayor que las uniseriadas, formada por células procumbentes.

Heterogéneos Del tipo III. Presentan dos tipos de radios uniseriados: unos formados por células procumbentes únicamente y otros por células erectas solamente. Los multiseriados se presentan generalmente con una sola línea de células erectas, generalmente marginales muy grandes, y otras erectas interiores cuadradas. (García L., Guindeo, 2003).

1.5. OTRAS ESTRUCTURAS ANATÓMICAS DE LAS MADERAS DE FRONDOSAS.

1.5.1. Células de aceite y/o mucílagos.

Se encuentran presentes en los elementos longitudinales y transversales de las maderas de frondosas. La única diferencia entre unas y otras es la naturaleza de la sustancia que contienen, aceite o mucílagos. (García L., Guindeo, 2003).

1.5.2. Canales intercelulares.

Los canales se presentan de dos tipos: longitudinales y transversales. Estos últimos se incluyen en los radios leñosos adquiriendo la típica morfología ahusada. Los canales gomosos forman parte de la estructura normal de muchas frondosas. (García L., Guindeo, 2003).

1.5.3. Tubos laticíferos y taníferos.

Los tubos son series de células de longitud indeterminada, dispuestos horizontal o verticalmente, conteniendo únicamente dos tipos de sustancias, látex o taninos.

En el caso de los tubos laticíferos, el látex puede ser de color amarillo claro a marrón.

Los tubos taníferos son de color pardo rojizo en los radios sólo se han localizado en las Myristikaceae. Son muy difíciles de diferenciar del resto de las células del radio en la sección tangencial, por el contrario en la radial ofrecen una dimensión mayor que las células radiales normales. (García L., Guindeo, 2003).

1.5.4. Floema incluido.

Es una característica muy poco frecuente y responde a variaciones cambiables dando distribuciones difusas o concéntricas.

1.6. INCLUSIONES MINERALES. CRISTALES.

1.6.1. Cristales.

Las inclusiones cristalinas en las maderas de frondosas son mucho más abundantes que en las coníferas. Esto se explica en parte por las distintas condiciones de crecimiento de las frondosas respecto a las coníferas, y también debido a que las frondosas tienen mucho más parénquima que puede transformarse en cristalífero.

1.6.2. Sílice.

Se sitúan en las células radiales, en el parénquima axial, e incluso en las fibras. El uso de pocos aumentos (x4 a x10) nos permite comprobar que su aspecto es el de unas partículas oscuras pequeñas no birrefringentes. Cuando los aumentos utilizados se

sitúan entre x25 y x40 pueden tener una apariencia vítrea. (García L., Guindeo, 2003).

1.7. PLANOS DE CORTE.

Debido a que los elementos constituyentes del leño se encuentran orientados y organizados en forma diferente según las diversas direcciones consideradas, el aspecto de la madera cambia conforme al plano de corte en que es vista. Para estudios tecnológicos, la misma es observada según los siguientes planos de corte:

*Transversal, perpendicular al eje del árbol.

*Longitudinal radial, acompaña a los radios, o es perpendicular a los anillos de crecimiento.

*Longitudinal tangencial, de posición tangente a los anillos de crecimiento, o perpendicular a los radios.

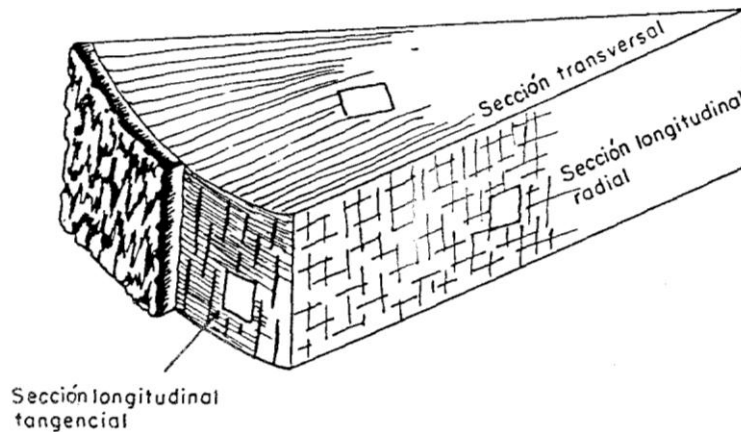


Fig. N° 10. Planos anatómicos de corte.

No sólo el aspecto de la madera cambia según el plano de corte observando, sino también varía su comportamiento físico-mecánico, en cada uno de los tres sentidos, tal es el caso de fenómeno conocido como anisotropía; por presentar esta característica decimos que la madera es un material anisotrópico.

Las secciones transversales, tienen para los especialistas gran importancia, porque es en esta sección que se puede recoger la mayor cantidad de datos destinados a la descripción e identificación de especies.

Las secciones longitudinales, es decir, aquellas paralelas al eje del árbol, son las que aparecen normalmente en la madera al ser utilizada. (Vargas J., 1987).

1.8. PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA.

1.8.1. 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 (alcaloides), y es por este motivo que maderas oscuras, con alto contenido de taninos presentan una elevada durabilidad natural. (Vargas J., 1987).

1.8.2. 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. Por esta razón, el olor se 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 es una propiedad importante en la utilización de la madera; maderas utilizadas para embalajes de alimentos frescos no pueden tener ningún olor; en otros casos no se hace necesario el olor, por ejemplo, en cajas de cedro para embalaje de cigarrillos. (Vargas J., 1987).

1.8.3. 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 J., 1987).

1.8.4. 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:

1.8.4.1. 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 J., 1987).

1.8.4.2. 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 J., 1987).

Entre el grano irregular se distinguen las siguientes variantes:

*Grano en espiral.

*Grano entrecruzado.

*Grano ondulado.

*Grano inclinado.

1.8.5. 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 J., 1987).

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

*Gruesa

*Media

*Fina

*Muy fina

1.8.6. 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 J., 1987).

1.8.7. 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 atractivas son obtenidas de ciertas anomalías como: Granos irregulares, troncos bifurcados, nudos, crecimiento excéntrico, deposiciones irregulares de color, etc. (Vargas J., 1987).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

2.1.1. Ubicación.

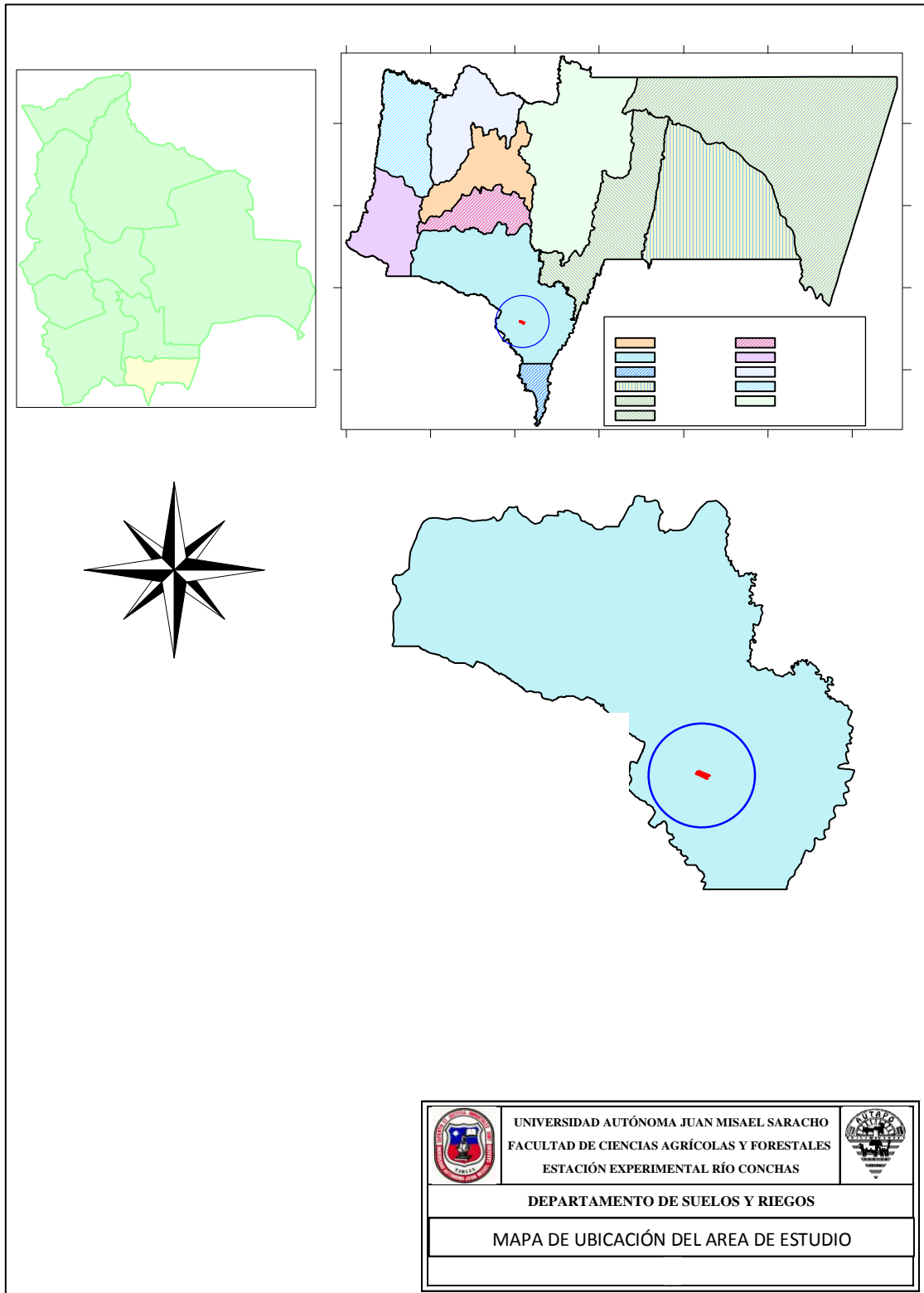
El área de estudio está localizada al sur del departamento de Tarija, en la provincia Arce primera sección, comunidad Río Conchas, localizada aproximadamente a 150 Km. al sur de la ciudad de Tarija, con una extensión aproximada de 22500m².

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 N°1. Ubicación del área de estudio.

2.1.2. Accesibilidad.

De acuerdo a la información del Servicio Departamental de Caminos (SEDECA), por el sud pasa la red fundamental, Ruta 1; carretera panamericana que une la ciudades de Tarija y Bermejo la misma que sirve de conexión a la República Argentina considerada como una carretera internacional, la cual cuenta con cubierta asfáltica (Camino de primer orden), a la altura de la comunidad de Salado es desde donde se ingresa a la zona de estudio por un camino de segundo y tercer orden, que en la época de lluvia se dificulta la transitabilidad por el descuido de su mantenimiento.

2.1.3. Hidrología.

La Comunidad de Río Conchas forma parte del sistema hidrográfico de la cuenca del Río Bermejo y ésta tiene como unas de sus sub cuencas tributarias a la sub cuenca del Río Salado y Río 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%.

En el Subandino la cuenca del Río Bermejo presenta valles amplios como le 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.

2.1.4. Geología.

Según el mapa geológico de Tarija (ZONISIG, 2001), el área de estudio pertenece a los periodos Cretácico, Terciario y Cuaternario. La litología dominante esta 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.

2.1.5. Geomorfología.

Según el estudio realizado por el ZONISIG (2001); 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.

2.1.6. Fisiografía.

Según el mapa fisiográfico del estudio de ZONISIG (1999), 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.

2.1.7. Suelo.

Según el estudio realizado por (ZONISIG, 1999), los suelos del área de estudio son superficiales a profundos de 30 á 150 cm. Excesivamente drenado a moderadamente bien drenado, materia orgánica superficial en estado de descomposición débil, con presencia de pocos fragmentos en un porcentaje del 2% de formas sub- redondeados, meteorizados de areniscas, limonitas y lutitas.

La textura de estos suelos pertenece al grupo medio como: franco, franco arcillo y franco arenoso, la conductividad eléctrica es muy baja, con PH moderado a fuertemente ácido.

2.1.8. Clima.

Según el servicio nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMIH, 2000), el clima es templado-cálido, semi-humedo con veranos lluviosos, otoños con llovizna persistente.

Los meses más secos abarcan de mayo a septiembre, siendo octubre el mes en que empiezan las precipitaciones, el mes más lluvioso es enero, consecuentemente los meses más lluviosos diciembre a marzo.

La temperatura media anual es de 19.5° C, temperatura máxima extrema 40°C y una mínima extrema de -5.5° C y la humedad relativa promedio es 72% (SENAMIH, 2000). De acuerdo con el mapa ecológico de Bolivia del área de estudio se encuentra en una zona transicional del bosque húmedo templado, así mismo se tiene una precipitación promedio de 2000 mm/año en la comunidad de Río Conchas. (ZONISIG, 2001).

2.1.9. Vegetación.

Según el informe técnico presentado por el departamento de fitotecnia (2004), pertenecientes a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, el levantamiento florístico preliminar de la EERC, 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 en la Comunidad de Río Conchas corresponde a: Bosque denso siempre verde semidecíduo submontano.

La Comunidad de Río Conchas presenta los siguientes estratos de vegetación.

2.1.9.1. Estrato arbóreo.

Se registran especies arbóreas mayores a 10 cm. de DAP, pertenecientes a 20 familias botánicas.

Familia	Especie	Nombre común
Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	Laurel
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Aguay
Myrsinaceae	<i>Rapanea sp.</i>	Yuruma
Solanaceae	<i>Solanun riparium Pers.</i>	Tabaquillo blanco
Sapindaceae	<i>Cupanea vernalis Cambess</i>	Condorillo
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	Suiquillo
	<i>Allophylus edulis</i>	Chal-chal
Rosaceae	<i>Prunas tucumanensis Lillo</i>	Duraznillo
Mirtaceae	<i>Eugenia sp.</i>	Guayabo
	<i>Eugenia uniflora L.</i>	Arrayán
	<i>Bleparocalyx gigantea L.</i>	Barroso
Polygonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora L.</i>	Membrillo
	<i>Coccoloba tiliaceae Lindau</i>	Mandor
Flacourtiaceae	<i>Xilosma pubescens</i>	Amarillo
Nictaginaceae	<i>Bouganvillea 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 sp.</i>	Pacay
Leg. Papilionoidea	<i>Lonchocarpus lilloi</i>	Quina blanca
	<i>Tipuana tipu</i>	Tipa
	<i>Myroxilon peruiferum</i>	Quina colorada

Cuadro N° 2. Especies arbóreas del área de estudio.

2.1.9.2. Estrato arbustivo.

El estrato arbustivo se encuentra disperso en la parte inferior del bosque, obteniendo un 22% de cobertura y una densidad de 2.343 individuos por hectárea como promedio general. Integrado en su mayoría *Psychotria carthaganensis*; con 1.714 individuos por hectárea. Esta especie esta distribuida en áreas tropicales y subtropicales en casi todo el mundo, corroborado por el documento de levantamiento florístico preliminar de la Comunidad de Río Conchas, 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. (WORLD WIDE SCIENCE Alliance).

Familia	Especie
Solanaceae	<i>Solanum trichoneurom</i>
Rubiaceae	<i>Psychotria carthaganensis</i>
Acanthaceae	<i>Aphelandra sp.</i>
Urticaceae	<i>Urera sp.</i>
Piperaceae	<i>Piper sp.</i>

Cuadro N° 3. Especies arbustivas del área de estudio.

2.1.9.3. 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 vacuno, de aspecto postrado y tallos tenues que les hace accesibles al pastoreo de los animales, su habitad es en regiones boscosas, a la sombra, también se encuentra en este hábitat en todos los lugares sombríos del bosque, sempervirente de la Comunidad de Río Conchas.

La cobertura y densidad de las especies tienen un ascenso en cuanto a los pisos altitudinales a 970 msnm existe 26.666 individuos por hectárea y 4% de cobertura a 1000 msnm existen 97500 individuos por hectárea y 12.2% de cobertura.

Familia	Especie
Aspleniaceae	<i>Asplenium sp.</i>
Acanthaceae	<i>Ruellia sp.</i>
	<i>Dicliptera sp.</i>
Maranthaceae	<i>Maranta sp.</i>
Gramineae	<i>Ichnantus</i>
	<i>Oplismenus hirtellus</i>
Acanthaceae	<i>Justicia goudotti</i>

Cuadro N° 4. Especies herbáceas del área de estudio.

2.1.10. Uso actual de la tierra.

En general, el uso dominante es la ganadería extensiva, seguido del aprovechamiento y uso forestal, plantaciones forestales y cultivos agrícolas (frutícola y anual).

Gran parte de la comunidad de Río Conchas está cubierto por bosques explotados en distintos grados de intensidad, localmente se observan cultivos agrícolas (maíz, papa, frutales como cítricos y caña de azúcar), también se dedican a la ganadería, la cual tiene un manejo tradicional, entre los animales domésticos más importantes tenemos: caballos, vacas, cerdos, aves de corral etc.

2.2. MATERIALES.

2.2.1. Material de gabinete.

- Material de escritorio.
- Libreta de apuntes.
- Computadora.
- Normas de COPANT MADERAS.
- Marcadores.

2.2.2. Material y equipo de campo.

- Libreta de apuntes.
- Flexómetro.
- Planillas.
- Motosierra.
- Cuerda.
- Equipo fotográfico.
- Machete.
- Eclímetro brújula
- GPS.

2.2.3. Material vegetal.

- Madera de Suiquillo.

2.2.4. Material de aserradero.

- Sierra sin fin.
- Cepillo.
- Flexómetro.

- Tiza.
- Escuadras.
- Libreta de apuntes.
- Martillo
- Sierra mecánica.

2.2.5. Material de laboratorio.

- Microscopio.
- Lupa de mano.
- Micrótopo de deslizamiento plano.
- Micrómetro de platina y ocular.
- Estufa.
- Cajas de Petri.
- Vaso de vidrio.
- Erlenmeyer.
- Porta y cubre objetos.
- Alfileres.
- Pinza.
- Bisturí.
- Cuchilla de mano
- Agujas.
- Recipientes.
- Frascos de vidrio.

2.2.6. Colorantes y reactivos.

- Solución de alcohol (30°-50°-70°-90°).
- Solución de safranina al 1% en alcohol de 95°.
- Solución de ácido nítrico al 35 %.
- Solución de lavandina y alcohol 50-50.
- Esmalte transparente.

2.3. MÉTODOS.

2.3.1. Selección de la Zona.

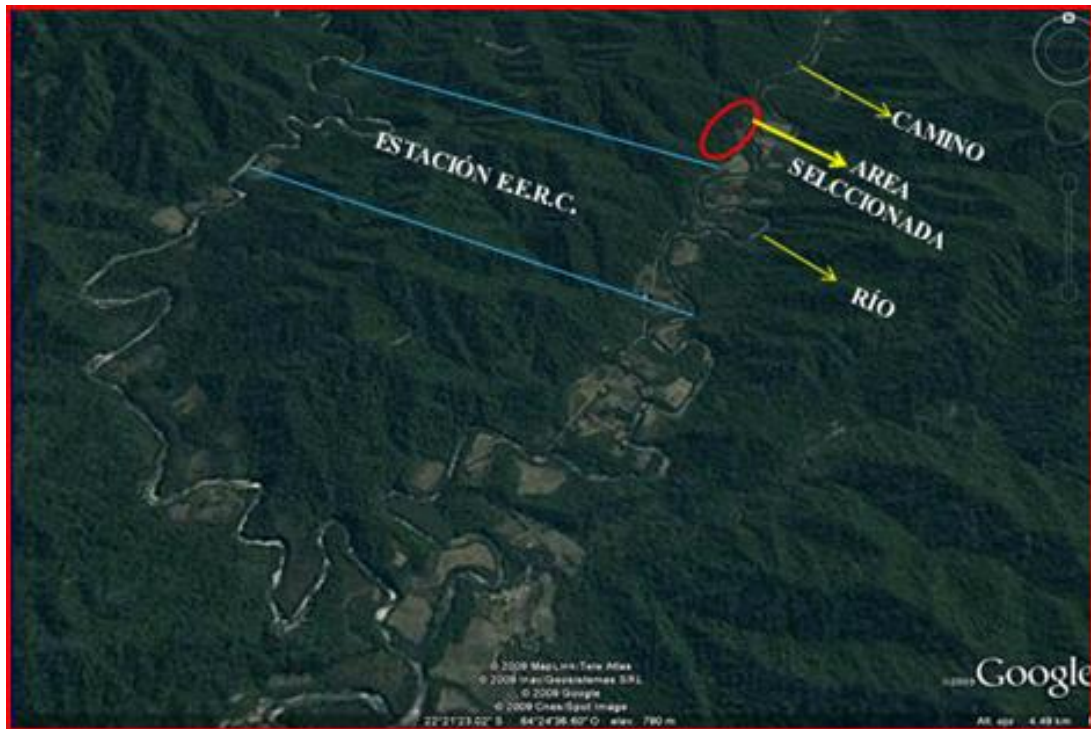


Imagen N°1. Ubicación de la zona

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 de 50*150 m. cada uno, los mismos se subdividieron en tres parcela de 50*50 m. se seleccionó al azar una parcela por bloque, la superficie total del área seleccionada es de 22500 m².

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.

2.3.2. Selección de los Árboles.

Se seleccionó 1 árbol de cada parcela elegida al azar, tendiendo un total de 3, de los 3 árboles se seleccionaron al azar 2 para realizar el estudio, tomando en cuenta la sanidad, un buen fuste y el diámetro, seguidamente se procedió al levantamiento de datos generales de los árboles (Ver planilla N°1 y 2).

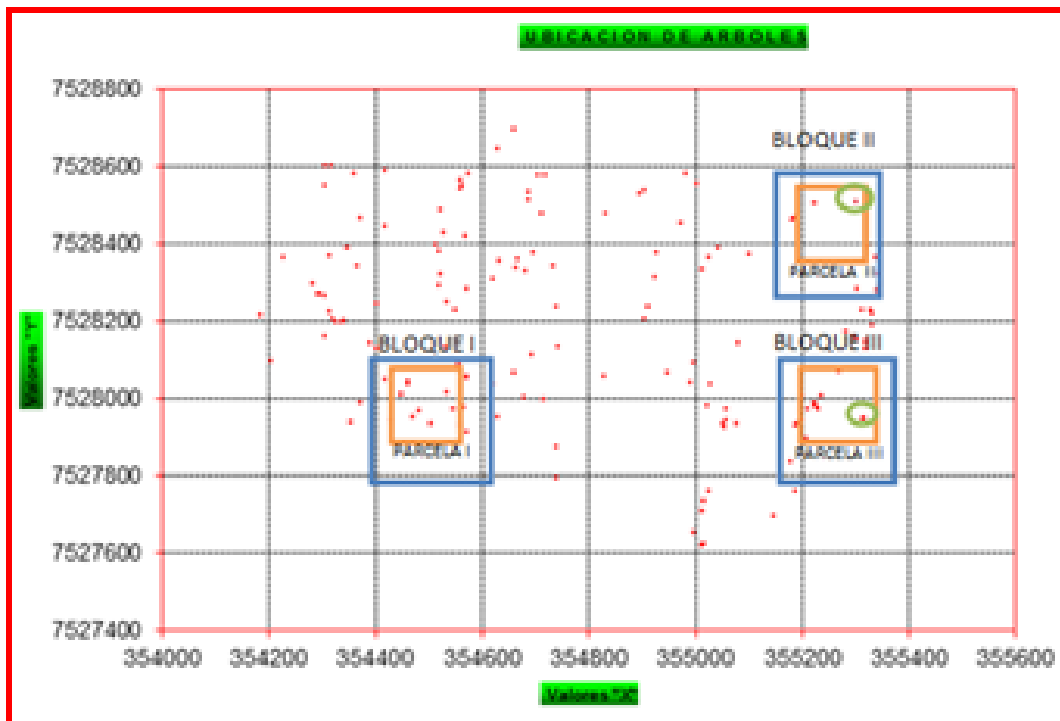


Fig. N° 11. Ubicación de los árboles.

COORDENADAS DE LOS ARBOLES			
		x	y
Bloque II	Parcela II	355300	7528510
Bloque III	Parcela III	355315	7527950

Cuadro N° 5. Coordenadas de los árboles.

2.3.3. Colección del material.

Una vez terminado el apeo y desrame del árbol se dividió el fuste en secciones iguales las cuales han sido marcadas en sus extremos para su fácil identificación, utilizando letras y números en orden secuencial desde la parte inferior a la superior, luego se realizó el sorteo de las trozas.

2.3.4. Extracción de las trozas.

Las trozas fueron transportadas hasta la barraca El Negrito ubicado en la ciudad de Tarija, Avenida Circunvalación, para ser aserradas en diferentes dimensiones que a continuación se detallan.

2.3.5. Características macroscópicas y propiedades organolépticas.

2.3.5.1. Muestras y dimensiones.

- 2 Rodajas de 10 cm de espesor con corteza.
- 6 Cubos de madera de 5 cm de lado que presentan las secciones tangencial, radial y transversal perfectamente orientadas.
- 12 Muestras de xilotecas de 15 cm de longitud, 10 cm de ancho, 2 cm de espesor, (sección radial y tangencial).

2.3.5.2. Preparación de las muestras y ejecución de los ensayos.

La descripción de las propiedades organolépticas se realizó en estado húmedo y seco al aire, las muestras (rodajas, cubos, xilotecas) pasaron por un proceso de cepillado con el objetivo de lograr una mejor apreciación del leño, la descripción se presenta en el mismo orden tratado en la norma COPANT MADERAS 30: 1-19.

2.3.6. Características microscópicas.

2.3.6.1. Muestras y dimensiones.

- 5 probetas por cada sección perfectamente orientadas de 1 x 1cm. De lado y 5 cm. De longitud.

2.3.6.2. Preparación de las probetas y ejecución de los ensayos.

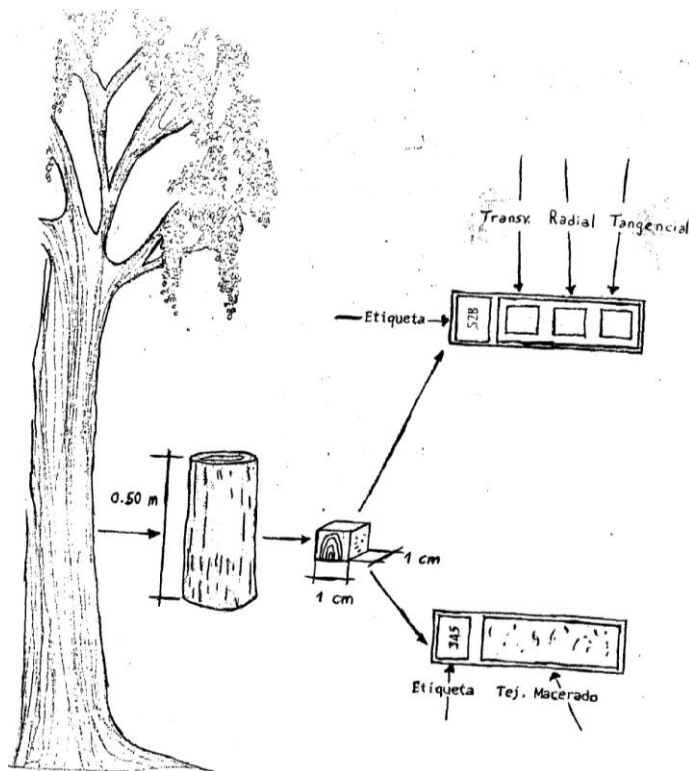


Fig. N° 12. Características microscópicas de la madera

En la preparación de las probetas se caracteriza perfectamente los planos de cortes típicos, para que los cortes obtenidos por el micróscopo correspondan exactamente a los cortes transversal, tangencial y radial. Se codifico las probetas con el fin de reconocer a que muestra pertenecen.

2.3.6.3. Tratamiento de las probetas.

A la hora de preparar las probetas se tomó en cuenta algunas características propias de las maderas tales como: parénquima, poros, fibras, grano, textura, presencia de cristales, o resina y otras observaciones que coadyuven a elegir el tratamiento de las mismas. Para lograr un adecuado ablandamiento del leño y realizar el corte microscópico se empleó el agua ya que no daña al material ni a las cuchillas del micróscopo.

2.3.6.4. Hidratación y Ablandamiento.

Todas las probetas para ser ablandadas pasaron por un proceso de hidratación. Para esto las probetas fueron colocadas en un recipiente con agua destilada y dejadas en reposo durante dos días para su posterior ablandamiento.

El ablandamiento es el paso siguiente a la hidratación que tuvo como finalidad disminuir la resistencia del material con respecto al plano de corte de la cuchilla. Foto N° 17.

2.3.6.5. Afilado de cuchillas.

El afilado de cuchilla es un factor muy importante ya que contar con unas cuchillas correctamente afiladas nos permite obtener muestras adecuadas y tener una observación microscópica completa con todos los elementos estructurales.

2.3.6.6. Obtención de los cortes.

El micrótopo es uno de los principales instrumentos para obtener los diferentes cortes de la madera para tal propósito se utilizó el micrótopo del laboratorio de tecnología de la madera de la U.A.J.M.S. con el que a través del desplazamiento de las cuchillas hacia la muestra se obtuvo las láminas respectivas para su estudio.

Para lograr un corte perfecto se tomó en cuenta dos factores: una cuchilla bien afilada y un material leñoso bien preparado, luego se obtuvieron cortes de 10, 15, 20 micras de espesor; de las secciones transversal, tangencial y radial en un número de 50 por sección los cortes transversales se realizaron con un ángulo de inclinación de la cuchilla de 15° y los cortes radial y tangencial con un ángulo de 10°.

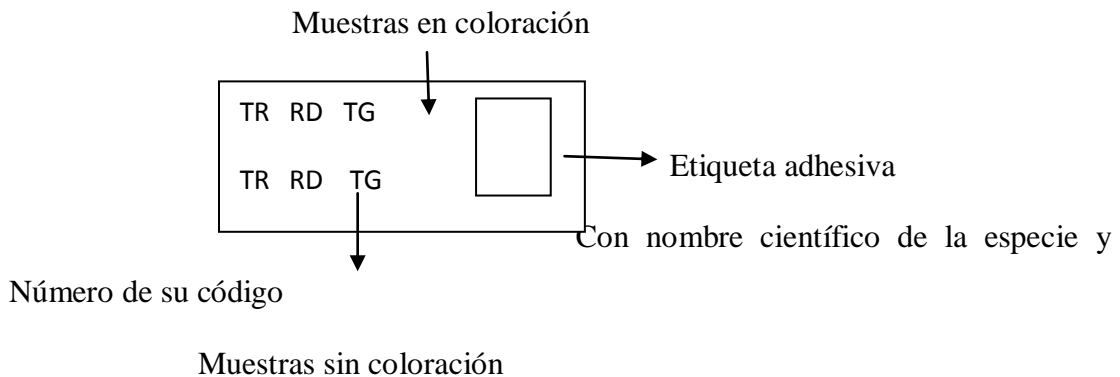
2.3.6.7. Coloración de los cortes.

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

Después de haber sido seleccionados los cortes previamente teñidos fueron lavados, tratados y blanqueados, se los clasificó en recipientes diferentes de acuerdo a las secciones que pertenecían, estos fueron sometidos a coloración con safranina y los otros cortes se mantuvieron sin coloración. Foto N° 19.

2.3.6.8. Montaje de los cortes.

Las muestras coloreadas y las naturales (sin coloración) fueron secadas en papel filtro donde se eligió los tres mejores cortes, los cuales fueron cuidadosamente montados de forma como muestra el esquema de abajo, entre el porta y cubre objeto con esmalte transparente, teniendo en cuenta su rápida ubicación sobre los cortes, luego se presionó suavemente para evitar espacios de aire hasta obtener un sellado permanente de las muestras que fueron codificadas y secadas en la estufa para su posterior uso en el laboratorio. Foto N° 20



Donde: TR= Corte transversal, TG= Corte tangencial, RD= Corte radial.

2.3.6.9. Obtención de microfotografías.

Para el presente estudio anatómico se empleó las descripciones anatómicas y estas fueron acompañadas por fotografías de corte transversal, radial y tangencial.

Se tomó fotografías en el microscopio con diferentes aumentos de objetivos oculares fotografías. Las fotografías fueron tomadas de los diferentes planos de cortes: transversal, radial y tangencial.

2.3.6.10. Medición de los elementos anatómicos.

Se realizó un elevado número de mediciones para cada elemento con una escala transparente, tales como diámetro de vasos, número de células, ancho, altura y número de mm^2 de los radios, diámetro tangencial de los poros y número por mm^2 , todo esto con la ayuda de un microscopio binocular.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS.

3.1.1. Color.

En la sección transversal de la rodaja el duramen presenta un color beis amarillento claro en estado verde y cuando seco un color café claro, la albura presenta una tonalidad amarillo suave un tanto verdoso en estado verde y en seco un color beis, como también en el duramen presenta una mancha expandida desde la medula hacia la albura de un color café oscuro con bordes bien definidos y la presencia de patógenos que ocasionan la podredumbre medular. Foto N° 7.

3.1.2. Transición de albura a duramen.

En la sección transversal de la rodaja se observo un cambio gradual de estos.

3.1.3. Alteración de color.

Presenta podredumbre blanca en el duramen, galerías de insectitos, como también oxidación de tejidos.

3.1.4. Sabor.

Amargo, según Villegas, (2001), maderas con elevado contenido de tanino, poseen un sabor amargo.

3.1.5. Olor.

En estado húmedo aromático y cuando seco poco perceptible. Lara, (1988), indica el olor es una propiedad en la utilización de la madera; maderas utilizadas para el embalaje de alimentos frescos no pueden tener ningún olor.

3.1.6. Lustre o brillo.

Medio. Foto N° 13

3.1.7. Albura.

Se observa un espesor muy angosto, menos de 2 cm. Y un porcentaje aproximadamente de 29%. Según Cruz, (2006), árboles con poco porcentaje de albura, es un indicador que el árbol adquirió un buen estado de madurez.

3.1.8. Duramen.

La forma del duramen es excéntrica, debido a que el árbol se encontraba ubicado en una pendiente. Foto N° 7.

3.1.9. Anillos de crecimiento.

Poco diferenciados con bordes claros e irregulares.

3.1.9.1. N° de anillos por cada 5 cm de radio.

Promedio. 15 anillos.

Espesor. 3 mm. Según Cruz, 2006, arboles con anillos de crecimiento angostos, son especies de crecimiento lento.

3.1.10. Veteado o figura.

Líneas verticales en la sección radial. Foto N° 11.

Arcos superpuestos en la sección tangencial. Foto N° 10.

3.1.11. Grano.

Oblicuo un poco entrecruzado.

3.1.12. Textura.

Presenta una textura mediana y heterogénea difícilmente visible a simple vista pero es posible ver con la ayuda de una lupa de 10 x.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS.

3.2.1. Poros.

3.2.1.1. Distribución.

La distribución de los poros es difusa en todo el anillo de crecimiento. Foto N° 15.

3.2.1.2. Concentración.

No cambia entre anillo a anillo.

3.2.1.3. Tamaño.

El tamaño de los poros es mediano visible con lupa de 10 x.

3.2.1.4. Forma.

La forma es redonda un tanto irregular por la agrupación.

3.2.1.5. Contenidos.

Presenta en algunas partes de la madera manchas de color café oscuro a negro la cual es una sustancia resinosa y brillante.

3.2.2. Parénquima.

3.2.2.1. Visibilidad.

Es visible con micrómetro de platino ocular.

3.2.2.2. Distribución del parénquima paratraqueal.

Vasicéntrico confluyente.

3.2.3. Radios.

3.2.3.1. Visibilidad.- Es poco visible a simple vista pero es posible ver con lupa de 10 x. foto N° 16.

3.2.3.2. Espesor.- Mediano apenas visible a simple vista.

3.2.3.3. Número de radios en 5 mm. Son muchos de 51 a 80.

3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS.

3.3.1. Vasos.

3.3.1.1. Tamaño.

Mediano de 101 a 200 μ . Foto N° 22.

3.3.1.2. Longitud de los elementos vasculares.

Cortos menos de 350 μ .

3.3.1.3. Platinas de perforación.

La inclinación de la placa de perforación es recta un poco inclinada de tipo simple.

3.3.1.4. Contenido.

Algunos vasos contienen tilosis en su interior. Foto N° 24.

3.3.1.5. Punteado intervascular.

Las punteaduras en los elementos vasculares se encuentran dispuestas de forma alterna con punteaduras redondeadas. Foto N° 23.

3.3.1.6. Parénquima.

El parénquima paratraqueal es vasicéntrico confluyente.

3.3.1.7. Radios.

3.3.1.7.1. Tipo. los radios son homogéneo uniseriados compuesto solamente por células procumbentes.

3.3.1.7.2. Altura (Número de células). De 7 a 17

3.3.1.7.3. Ancho. (Número de células). Una célula, uniseriados.

3.3.1.7.4. Relación entre los radios. No estratificado.

3.3.1.7.5. En la sección radial y tangencial. Homogéneo.

3.3.1.8. Fibras.

3.3.1.8.1. Longitud. Corta menos de 900 μ .

3.3.1.8.2. Forma. Fusiforme. Según Font Pio.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

En base a los resultados obtenidos del estudio anatómico de la especie Suiquillo (*Diatenopteryx sorbifolia*) enmarcado a la norma técnica COPANT se determinó las siguientes conclusiones:

- Morfológicamente el fuste presenta defectos tales como torceduras, acanaladuras. Ya entrando en el estudio interno la madera muestra un vetado suave en forma de arcos superpuestos en la sección tangencial y líneas verticales en la sección radial. En la sección transversal el duramen tiene una tonalidad beis y la albura es de color amarillo suave, y no presenta un cambio brusco de color en la transición de la albura al duramen.
- La madera presenta una alteración de color muy característico, con la presencia de una mancha de color café oscuro que se expande desde la médula hacia el exterior con bordes bien definidos, como también la presencia de insectos y ataque de hongos que se traducen en podredumbre medular, esto más sumado los defectos morfológicos disminuyen la preferencia de esta especie en cuanto a su aprovechamiento.
- El espesor de la albura es muy angosto, menor a 2 cm lo que significa que el árbol objeto de estudio adquirió un buen estado de madurez.
- En cuanto a los anillos de crecimiento son poco diferenciados con bordes muy claros por el crecimiento excéntrico irregular del fuste, dificulta mucho el conteo de los anillos más aún al querer comparar el espesor de los anillos con las variaciones climatológicas. Por otro lado el espesor de anillo a anillo es muy corto, teniendo como promedio 3 mm lo que indica que el árbol es de

crecimiento lento, llegando a necesitar 99 años para tener un diámetro de 35 cm. Cruz 2006.

- También podemos observar que presenta un grano oblicuo entrecruzado, lo que dificulta mucho en el proceso de trabajabilidad (cepillado).
- La textura es de mediana a fina, con esto podemos indicar que la especie estudiada, su madera está clasificada dentro del grupo de maderas duras.
- De acuerdo al corte transversal del cubo, la distribución de los poros es difusa en todo el anillo de crecimiento no cambia, en cuanto a su concentración es uniforme con relación a sus anillos de crecimiento de tamaño mediano a pequeño, con una forma redonda un tanto irregular por la agrupación.

4.2. Recomendaciones.

En función de los resultados obtenidos y finalmente concluido con el trabajo investigativo se llega a las siguientes recomendaciones:

- Por ser una especie nueva se recomienda realizar más investigaciones macroscópicas y microscópicas empleando equipos más sofisticados y de elevada precisión con respecto a las mediciones y observaciones.
- También se recomienda realizar estudios de esta madera con análisis químicos de las sustancias presentes en el leño para saber con exactitud su composición química. El mismo puede ir acompañado por un análisis de las características edáficas del sitio donde se desarrolla la especie.
- Se recomienda tener un sumo cuidado en la elección del árbol ya que ésta especie se caracteriza teniendo una apariencia superficialmente sana, pero internamente ocurre un proceso de oxidación de tejidos y podredumbre medula.