

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1 Descripción botánica

El *Cupressus sp.*, es una especie arbórea, posee una altura entre 10 a 15 metros y un diámetro entre 50 y 80 cm; algunos ejemplares pueden alcanzar 1.2m y 1.5 m de diámetro, tienen copa frondosa, formadas por ramas bastantes largas; la poda natural es pobre (Pág. web).



Imagen 1. Árbol de Ciprés

1.1.1 Corteza

La corteza es lisa, de color pardo rojizo oscuro en los árboles jóvenes; pardo claro, escamosos y fisurada longitudinalmente en los viejos.



Imagen 2. Corteza de Ciprés

1.1.2 Hojas

Son en forma de escama de 1-2 mm de longitud de color verde, a veces amarillento, y con ápices obtusos que se disponen muy pegadas alrededor de las semillas terminales y de forma solapada a modo de escamas de pez. Suelen tener los conos masculinos y los femeninos separados en el mismo pie de planta, son opuestas, decusadas, pegadas al ramillo y de color verde brillante.



Imagen 3. Hoja de Ciprés

1.1.3 Flores

Tienen carácter unisexual, las masculinas terminales, de color amarillo las femeninas agrupadas en un cono florífero. Los conos femeninos dan lugar a un fruto leñoso, similares a una piña que botánicamente se llaman estróbilos que tienen una forma globosa y son de color pardo rojizo al madurar. El tipo de fruto y el intenso olor a limón

o mandarina que desprenden de hojas y ramillas al frotarles, lo diferencian del ciprés común.



Imagen 4. Flor de Ciprés

1.1.4 Semillas

Las semillas se caracterizan por ser aladas, que estas Contienen numerosas semillas de ala estrecha que tienen diminutas ampollas de resina en su superficie.



Imagen 5. Semilla del Ciprés

1.2 ANATOMÍA DE LA MADERA

1.2.1 La madera

La madera es el conjunto de tejidos del xilema que forman el tronco, 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. Guido, 2003).

Las coníferas son plantas que poseen un tronco leñoso compacto y las estructuras reproductivas masculinas y femeninas formando verdaderos conos, son plantas generalmente arbóreas que alcanzan grandes alturas y suelen vivir en comunidades puras o bien asociadas a otros grupos. Es uno de los grupos de gimnospermas más antiguos y que adquirió gran diversificación en el Mesozoico, especialmente durante los períodos Jurásico y Cretácico (Chávez 2013).

1.3 PLANO ANATÓMICO DEL CORTE DE LA MADERA

Por tratarse de un organismo heterogéneo constituido por células dispuestas y organizadas en diferentes direcciones, el aspecto de la madera varía de acuerdo con la sección observada (Hernández 2005).

- **Corte transversal (X):** Se realiza el corte perpendicular al eje del tronco y por tanto también perpendicular a la dirección de la fibra.
- **Corte radial (R):** Paralelo a los radios o perpendicular a los anillos de crecimiento.
- **Corte tangencial (T):** Tangencial a los anillos de crecimiento o perpendicular a los radios.

Además de la apariencia, también el comportamiento físico- mecánico de la madera difiere en cada uno de estos sentidos, fenómeno conocido como anisotropía.

Por presentar esta particularidad, la madera es un material anisotrópico (Hernández 2005).

1.4 ESTRUCTURAS MACROSCÓPICAS DE LA MADERA

La descripción de la madera basada en su estructura anatómica se observa en una sección transversal, de un fuste de afuera hacia adentro, donde se evidencian diferentes zonas.

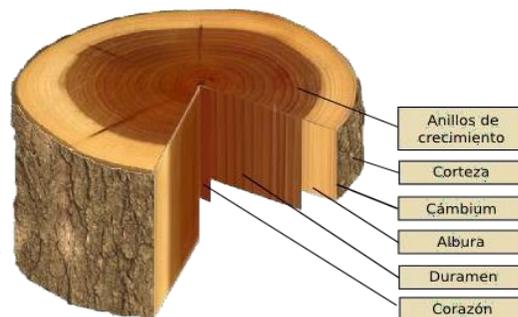


Figura 1. Estructura macroscópica de la madera (Hernández 2005).

1.4.1 Corteza

La corteza está constituida por células muertas, protege al árbol de los peligros del exterior. Se renueva constantemente, impide que pase el agua de la lluvia, y evita que cuando incide el sol, produce una evaporación demasiado fuerte. (Chávez 2013)

La corteza protege al vegetal contra el desecamiento, ataques fúngicos o fuego además de la función de almacenamiento y conducción de nutrientes.

El estudio de la corteza es de gran importancia en la identificación de árboles vivos, y el estudio de su estructura despierta cada vez más interés por contribuir enormemente en la diferenciación de individuos semejantes (Hernández 2005).

1.4.2 Albura

La albura es la parte activa del xilema en el árbol vivo, contiene células vivas y material de reserva (Hernández 2005).

La albura conduce gran cantidad de agua y de sales en solución, desde la raíz a las hojas; provee rigidez al tallo y sirve de reservorio de sustancias (Hernández 2005).

1.4.3 Duramen

El duramen es leño biológicamente inactivo, con funciones de sostén que ocupa la porción del tronco entre la médula y la albura, generalmente de estructura más compacta y de coloración más oscura que la albura.

La madera del duramen, pierde gradualmente su actividad vital y adquiere una coloración más oscura debido al depósito de taninos, resinas, carbohidratos y otras sustancias resultado de la transformación de materiales de reserva contenidos en las células parenquimáticas del duramen, antes de su muerte, además de algunas modificaciones celulares químicas y anatómicas.

La proporción de albura y duramen varía de un árbol a otro y dentro de una especie depende de la edad, sitio, clima, suelo y otros factores. No todos los árboles presentan diferencia de coloración entre albura y duramen, a pesar de poseerla fisiológicamente (Hernández, 2005).

1.4.4 Cambium

El cambium es el tejido que se encuentra entre la corteza y la madera. Constituye la base del crecimiento del árbol. Cada año el cambium origina dos capas de células adultas. La primera, hacia el interior, células leñosas que forman la albura del leño (xilema); éstas son las que forman la madera y se reconocen luego como anillos de crecimiento. La segunda, hacia afuera, células liberianas es otro tipo de tejido llamado floema o líber, que transporta la savia elaborada en dirección a las raíces.

1.4.5 Anillos de crecimiento

Los anillos de crecimiento representan un incremento anual del árbol de acuerdo en la zona que se encuentra. Ya que cada año se forma un anillo, razón por la que son llamados anillos anuales y que estos determinan la edad del árbol.

El estudio del ancho de los anillos, nos da un análisis de los anillos de crecimiento, que nos indica si el árbol tuvo un crecimiento rápido o lento (Hernández, 2005).

Un anillo de crecimiento consta de dos partes

- **El Leño de primavera o temprano:** Corresponde al crecimiento del árbol al inicio del período vegetativo, normalmente en primavera, época en que las plantas reinician su actividad vital con toda intensidad luego de un período de dormancia.
- **El Leño de verano o tardío:** A medida que se acerca el final del periodo vegetativo en otoño las células constituyen su actividad vital y por esto las paredes se forman más gruesas y lúmenes más pequeños en conjunto, presentan un aspecto más oscuro (Vargas J. 1987).

Esta alternancia de colores se observa normalmente en los anillos de crecimiento de numerosas especies, especialmente en las coníferas. (Hernández 2005).

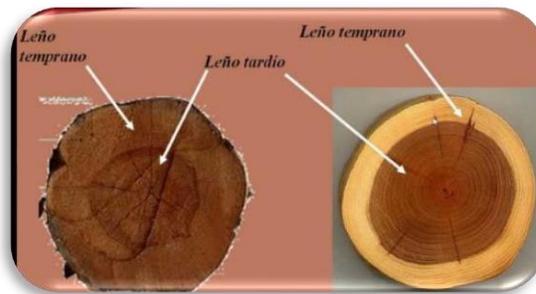


Figura 2. Leño temprano y leño tardío.

1.5 ESTRUCTURAS MICROSCÓPICAS DE LA MADERA DE CONÍFERAS

Las Gimnospermas difieren botánica y estructuralmente de las Angiospermas. El leño de las Gimnospermas (coníferas) es homogéneo, y el de las latifoliadas es heterogéneo. En el leño de las coníferas se encuentran los siguientes elementos estructurales.

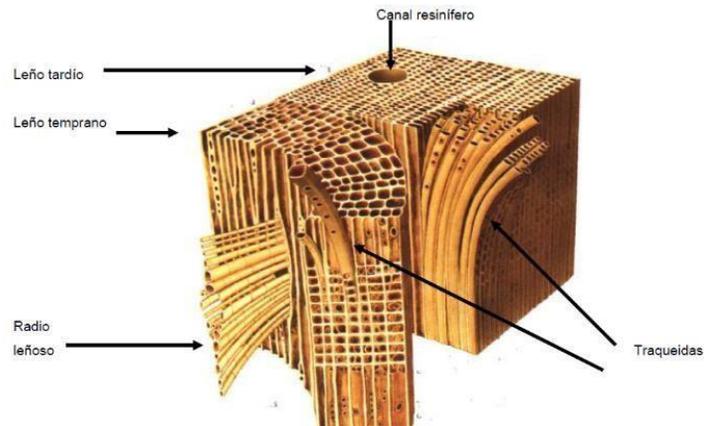


Figura 3. Aspecto microscópico tridimensional de la madera de Coníferas (Hernández, 2005).

1.5.1 Traqueidas Axiales

Son células alargadas y estrechas, de extremos más o menos puntiagudos, que ocupan el 95% del volumen de madera. Estos elementos celulares tienen una longevidad muy corta una vez diferenciadas a partir de las células iniciales fusiformes del cambium; pierden su contenido celular, transformándose en tubos huecos de paredes lignificadas que desempeñan la función de conducción y sustentación del leño. Para que se produzca la circulación de sustancias en el leño, desde las raíces a las hojas, por las partes periféricas de la albura, las paredes de estas células presentan puntuaciones areoladas, a través de las cuales los líquidos pasan de una célula a otra (Hernández, 2005).

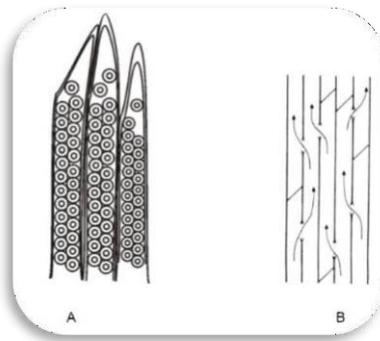


Figura 4. Traqueidas axiales (Hernández, 2005).

- A. *Traqueidas axiales con puntuaciones en sus paredes radiales*; B. *Representación esquemática de la circulación de líquidos a través de las puntuaciones areoladas de las Traqueidas axiales.*

El estudio de estas punteaduras y su disposición tiene gran valor en la identificación de maderas. Pueden disponerse en una o más hileras axiales (Hernández, 2005)

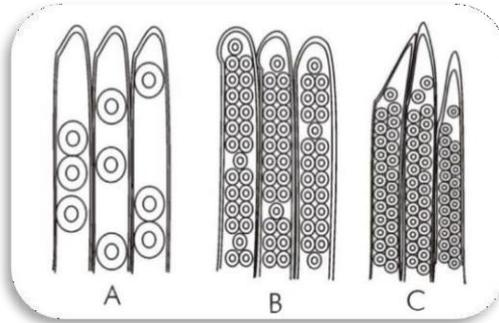


Figura 5. Disposición de las puntuaciones areoladas (Chávez 2013)

- A. Uniseriados aislados o solitarios B. Multiseriados opuestas C. Multiseriadas alternas.

La morfología de las traqueidas correspondientes al inicio y final del período vegetativo es diferente:

- Las traqueidas del leño temprano presentan paredes delgadas, lumen grande, muchas puntuaciones areoladas y vistas en sección transversal tienen forma poligonal.
- Las traqueidas del leño tardío poseen paredes gruesas, lumen pequeño, pocas puntuaciones areoladas y tiene forma rectangular cuando son observadas transversalmente. (Chávez 2013).

1.5.2 Parénquima Vertical o Axial

Son células de forma rectangular y paredes normalmente delgadas, no lignificadas, son más cortas que las Traqueidas axiales y su función es el almacenamiento de sustancias nutritivas en el leño.

Por otra parte, este tipo de células comúnmente no se encuentran en las coníferas, pero están presentes en los géneros como (*Podocarpus* y *Cupressus*).



1.5.3 Traqueidas Radiales

Tienen la misma naturaleza que las traqueidas axiales con diferente orientación. Presentan punteaduras areoladas en sus paredes, son de menor tamaño, de forma de paralelepípedo y se encuentran asociadas a los radios (radios heterogéneos).

Su función es la conducción transversal de los nutrientes del leño y el sostén del vegetal. Frecuentemente sus paredes internas presentan espesamientos irregulares (Chávez, 2013).



1.5.4 Parénquima Radial

Son fajas de células parenquimáticas de largo variable que se extienden radialmente en el leño, en sentido perpendicular a las Traqueidas axiales y cuya función es almacenar y conducir transversalmente sustancias nutritivas.

Las células parenquimáticas se caracterizan por presentar paredes delgadas, no lignificadas y puntuaciones simples. Los radios de Coníferas pueden estar formados exclusivamente por células parenquimáticas, de acuerdo a cada especie, los radios homogéneos se presentan en los *podocarpus* y los radios heterogéneos se presentan en los *pinus*.

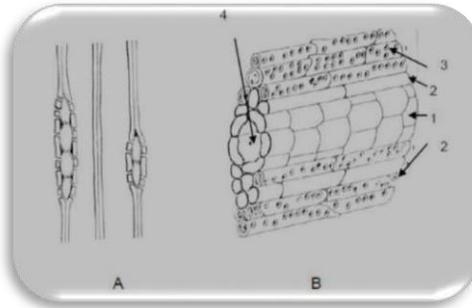


Figura 6. Aspecto de los radios en Coníferas: (Chávez 2013)

Se identificaron 6 aspectos de los radios en Coníferas:

A) Radios Uniseriados; B) 1. Traqueidas de los Radios, 2. Células Parenquimáticas, 3. Células Epiteliales, 4. Canal Resinífero (Giménez et al., 2005).

Cuando incluyen un canal resinífero en su interior son más alargados, recibiendo el nombre especial de radios fusiformes.

1.5.5 Campos de Cruzamiento

Es de gran importancia en la identificación de las maderas los diferentes tipos de punteaduras que surgen en la zona de contacto entre las células parenquimáticas de los radios y las traqueidas axiales, llamadas campos de cruzamiento (Chávez, 2013).

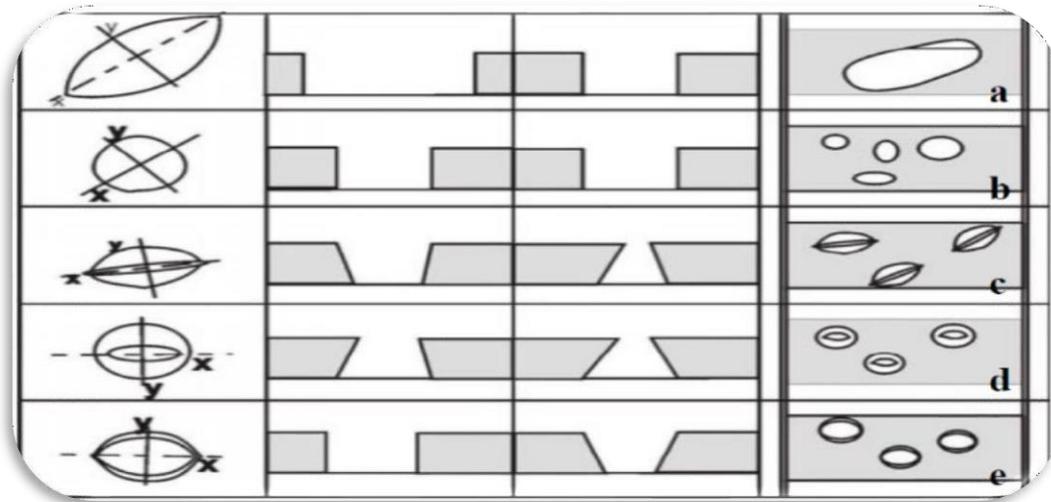


Figura 7. Puntuaciones en los Campos de Cruzamiento en Coníferas (Chávez, 2013).

a. Fenestroide; b. Pinoide; c. Piceoide; d. Cupresoide; e. Taxodeoide (tomado y modificada de Giménez, 2005).

1.5.6 Células Epiteliales

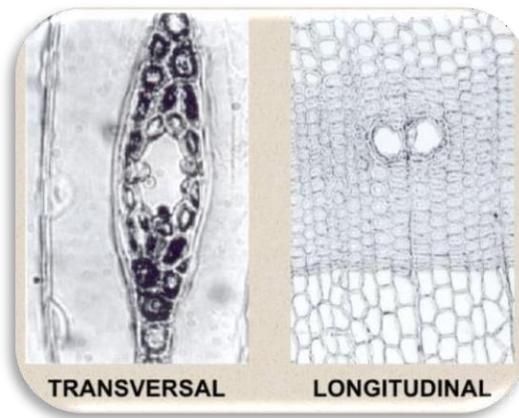
Son células de parénquima axial especializadas para la producción de resinas, que circundan los canales resiníferos formando un epitelio. Morfológicamente se distinguen los elementos del parénquima axial normal por ser más cortas y hexagonales, con un núcleo grande y protoplasma denso.

Las células epiteliales pueden presentar paredes espesas y lignificadas como *Picea sp.*, o paredes finas no lignificadas como *Pinus sp.*, significando un detalle de valor diferencial.

1.5.7 Canales Resiníferos

Los canales resiníferos son espacios intercelulares revestidos por células epiteliales (epitelios) que vierten resinas producto de su secreción. En el leño pueden ocupar una posición:

- Vertical: canales resiníferos longitudinales o axiales.
- Horizontal: hileras de canales resiníferos transversales u horizontales dentro de un radio. (Chávez 2013).



1.5.8 Traqueidas en Series Axiales

En algunas especies, ocasionalmente, se observan ciertas Traqueidas más cortas y de extremidades rectas, muy semejantes en su forma a las células del parénquima axial, pero se las distingue por la presencia de puntuaciones areoladas y paredes relativamente espesas y lignificadas. Estas células son probablemente vestigios de evolución de los vegetales y tienen como función la conducción de líquidos y la sustentación del vegetal. Aparecen en el leño principalmente asociadas a los canales resiníferos junto a las células del parénquima axial (Chávez, 2013).

1.6 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Son aquellas características que se pueden apreciar su estética de la madera, por los órganos de los sentidos:



1.6.1 Color

El color es una característica muy importante para la identificación de maderas, así como también desde el punto de vista estético. El color en la madera se debe a la infiltración de sustancias en la pared celular. El color varía no solo entre diferentes clases de madera sino también dentro de una especie y, en algunos casos, en la misma pieza de madera (Gatica, 2010).

1.6.2 Olor

Los olores de la madera son un poco más difíciles de identificar ya que poseen características provenientes de distintas sustancias que se encuentran depositadas en su interior. Este olor es más fuerte en cortes frescos, disminuyendo su intensidad con el transcurso del tiempo, por lo que son producidos por exudaciones de ciertas sustancias químicas (Gatica, 2010).

1.6.3 Sabor

El sabor de la madera está estrechamente vinculado al olor, dado por el efecto de algunas sustancias contenidas en las células de la madera. Por otra parte, el sabor de una madera tiene importancia en relación al envasado de productos alimenticios que, al estar en contacto con este tipo de maderas, pueden adquirir gustos desagradables (Gatica, 2010).

1.6.4 Lustre o brillo

El lustre o brillo depende de la capacidad de la pared celular para el reflejo que causan los elementos que conforman los radios cuando éstos son expuestos a la luz (Gatica, 2010).

1.6.5 Grano

Es una característica observable de la disposición que tienen los elementos xilemáticos longitudinales (vasos, fibras, traqueidas, parénquima, etc.) con respecto al eje longitudinal del tronco, en su sección radial o tangencial.

- **Grano recto:** Cuando la dirección de los elementos leñosos forma ángulos rectos con respecto al eje de árbol
- **Grano oblicuo o inclinado:** Se produce cuando la dirección de los elementos leñosos forma ángulos agudos con respecto al eje del árbol.
- **Grano entrecruzado:** Cuando la dirección de los elementos leñosos se encuentra en dirección alterna u opuesta, haciendo que la separación de la madera sea difícil.
- **Grano ondulado:** Cuando la dirección de los elementos leñosos es ondulada u ondulada.



1.6.6 Textura

La textura es la distribución, proporción y tamaño relativo de los elementos leñosos (poros, parénquima y fibras). Debe ser observado en su sección transversal con la ayuda de una lupa, dependiendo el tamaño y acabado de la madera:

- **Textura gruesa:** Poros con diámetros tangenciales fácilmente visibles a simple vista (más de 250 micras); parénquima abundante; radios leñosos anchos y tejido fibroso escaso.
- **Textura media:** Poros con diámetros tangenciales visibles aun a simple vista (de 150 a 250 micras), parénquima regular; radios leñosos medios; regular tejido fibroso.
- **Textura fina:** Poros con diámetros tangenciales visibles con lupa de 10X (menos de 150 micras), parénquima escaso, radios leñosos finos; abundante tejido fibroso.

1.6.7 Veteado de la madera

El veteado es una característica de la madera producida por el diseño de la veta que se origina en la superficie longitudinal pulida; debido a la disposición de los elementos constitutivos del leño especialmente los vasos, radios medulares, parénquima y los anillos de crecimiento (Gatica, 2010).

Tipos de vetas que se pueden encontrar en las diferentes especies de madera.



La veta diagonal. - Son aquellas vetas rectas que no se serruchan a lo largo de su eje vertical, quedando como resultado una veta diagonal.

Veta en espiral. - Son aquellos árboles que crecen retorcidos, produciendo troncos con vetas en espiral. Las fibras siguen un curso en espiral con un giro que va hacia la izquierda o hacia la derecha.

Veta recta. - Son fibras de la tabla que corren aproximadamente en paralelo con el eje vertical del tronco del que fue cortada.

Veta ondeada. - Son aquellas fibras de madera que cambia de dirección constantemente.

Veta irregular. - Son aquellas fibras en direcciones variadas e irregulares desde el eje vertical del tronco (por ejemplo, fibras alrededor de los nudos).

Veta entrelazada. - Aquellas fibras que van cambiando de dirección con cada año.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL ESTUDIO

2.1.1 Ubicación

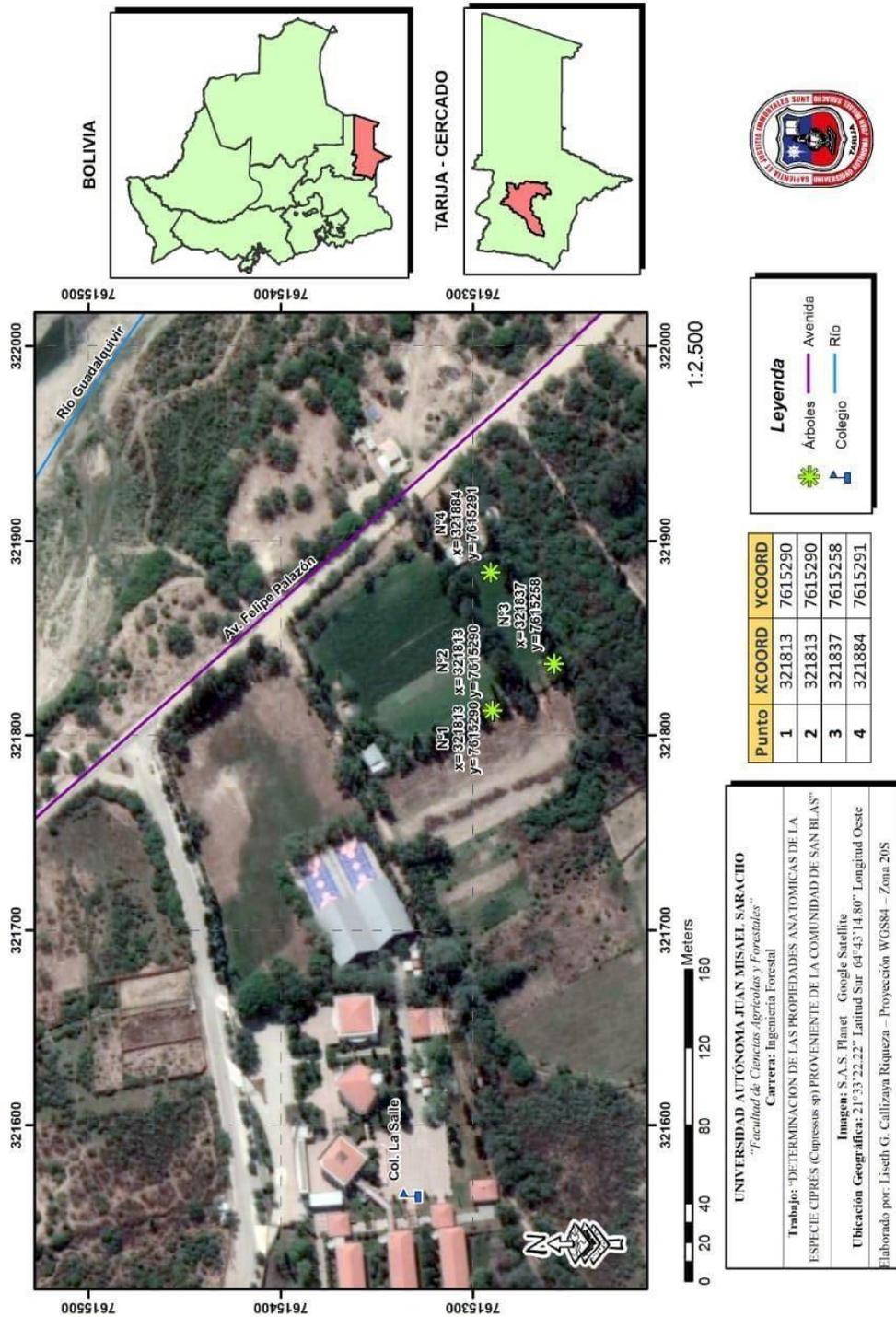
El Municipio de Tarija, sección municipal única de la provincia Cercado del departamento de Tarija comprende la ciudad de Tarija capital con aproximadamente 75 comunidades rurales, se encuentra ubicado dentro del Valle Central de Tarija, con alturas que varía desde los 1.250 metros sobre nivel del mar en la parte más baja, por la comunidad de Tipas, llegando al piedemonte con altura de 2.100 msnm y pasando a elevaciones más altas de 4.300 msnm, como la montaña de la reserva biológica de Sama. (INE 2017).

La provincia Cercado, limita al Norte con las provincias Méndez y al Sur con la provincia Avilés, al Este con O'Connor y al oeste con la provincia Méndez. Geográficamente se encuentra ubicado entre las coordenadas mínima 21° 51' 30'' latitud S. 64° 59' 51'' longitud W; la máxima 21° 08' 07'' latitud S. y 64° 17' 42'' de longitud oeste.

La zona de extracción del material de investigación se encuentra en la provincia Cercado del Departamento de Tarija, dentro de los predios del Sr. Pedro Brozovich.

El acceso a la propiedad, es a través del camino carretero de San Blas, con acceso a través de la avenida Felipe Palazón, la cual tiene una parte de camino asfaltado y la otra de tierra, limitando como colindante con la Familia Campero al Sur-Este, y al Sur- Oeste con la Familia Fernández, y limitando con un canal de desagüe El colegio La Salle al Nor-Oeste, y al Nor-Este la Avenida con el nombre de Felipe Palazón. correspondientes al camino de San Blas. Con las siguientes coordenadas 21°33'22" de Latitud S. y 64°43'14.8" Longitud W.

2.1.2. MAPA DE UBICACIÓN DE EXTRACCIÓN DE LOS ÁRBOLES



2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.2.1. Clima

La provincia Cercado es la región que tiene instalada una red aceptable de estaciones meteorológicas, consistente en 7 estaciones climáticas y 10 estaciones pluviométricas, la de mayor información récord es la estación Aeropuerto y la más completa El Tejar.

Para realizar las respectivas interpolaciones a través de un Sistema de Información Geográfica y obtener los diferentes mapas temáticos de precipitación, temperatura, se precisó de otras estaciones aledañas a la provincia Cercado, tal como se muestra en los cuadros siguientes de información climática.

La clasificación climática se determinó, por el método Schaufelberguer quien establece la unión de dos metodologías como la clasificación de Caldas y Lang.

Para los cuales Caldas establece sus parámetros en función de la altura y la temperatura, como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N.º 1: Rangos de Clasificación Climática de Caldas

Piso térmico	Símbolo	Rango de alturas(m)	Temperaturas(°c)	Variación de la altitud por condiciones locales
cálido	C	0 – 1000	$T \geq 24$	Límite superior + - 400
Templado	T	1001 – 2000	$24 > T \geq 17,5$	Límite superior +400 Límite inferior + 500
Fríos	F	2001 – 3000	$17,5 > T \geq 12$	Límite superior + - 400
				Límite inferior + - 400
Páramo bajo	Pb	3001 – 3700	$12 > T = 7$	
Páramo alto	pa	3701 - 4200	$T < 7$	

Fuente: PERTT, 2015

De la misma manera se muestra los parámetros de clasificación climática según Lang en el siguiente cuadro:

Cuadro N°2: Rangos de Clasificación Climática de Lang

Factor de Lang P/T	Clase de clima	Símbolo
0 a 20	Desértico	D
20,1 a 40	Árido	A
40,1 a 60	Semiárido	Sa
60,1 a 100	Semihúmedo	Sh
100,1 a 160	Húmedo	H
> 160	Superhúmedo	SH

Fuente: PERTT, 2015

2.2.2 Temperatura

La temperatura media oscila alrededor de 17°C, con máximas extremas que sobrepasan 30°C en verano y mínimas de hasta -9.6°C en invierno. La localidad de cercado se caracteriza por tener un clima templado. (SENAMHI 2017)

En forma general el clima de la provincia Cercado, en función a 9 estaciones climáticas, se presenta con una temperatura media anual de 17, 4° C, la máxima media de 25, 5° C, mínima de 9, 4° C, se tiene en verano extrema máxima de 39, 4° C, y extrema mínima de invierno de -8, 6° C, tal como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 3: Provincia Cercado: Área Rural; Temperatura Media

Estaciones	Temperatura media											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Aeropuerto	20,7	20,3	19,9	18,3	15,4	13,3	13,1	15	16,8	19,4	20,2	20,7
El Tejar	21	20,5	20,2	18,6	15,7	13,7	13,5	15,4	17	19,5	20,3	20,9
San Jacinto Sud	20,6	20,2	20	18,6	16,1	13,9	13,8	15,3	16,6	19,3	20	20,7
Turumayu	20,4	20,1	20,2	18,2	15,6	14,6	13,9	16,7	17,5	19,6	19,8	20,6
San Andrés	20,1	19,5	19,2	18	15,4	14,3	14,3	16,3	17,1	18,8	19,2	19,7
Sella Quebradas	19,7	19	18,8	17,8	15,5	14,5	13,8	15,8	16,8	19	19,2	19,9
Yesera Norte	17,4	16,4	16,2	14,9	13,4	12,7	11,4	12,8	14,2	16,2	16,5	17,7
San Pedro Bella	18,9	18,1	18,1	17,5	15,2	14	12,4	16,4	16,6	19,9	18,9	19,6
Santa Ana P.	22,2	20,8	21,6	15,1	13,2	13,1	18,7	16	19,6	18	16,5	20,7
Promedio	20,11	19,43	19,36	17,44	15,06	13,79	13,88	15,52	16,91	18,86	18,96	20,06

Fuente: SENAMHI, 2017

2.2.3 Precipitación

La precipitación media anual es de 605.2 mm, el 85% de la precipitación está concentrada en los meses de noviembre a marzo, existiendo un 90% de probabilidad que las precipitaciones no sean mayores a los 630 mm y un 50% de que no sean mayores a 550 mm.

La precipitación se caracteriza por periodos relativamente cortos de lluvias (noviembre-abril), con regímenes de precipitaciones muy variables en cuanto a frecuencia e intensidad y con un periodo largo de estiaje (mayo-octubre), periodo en el cual es más notorio el déficit de agua en las subcuencas del Río Santa Ana, Sella y El Monte.

También se presenta precipitaciones máximas en 24 horas en un promedio de 111mm, días con lluvia de 70, tal como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 4: Provincia Cercado: Área Rural; Precipitación Media

Estaciones	Precipitación Media												PP anual	Pmax en 24h	Días de lluvia	Velocidad viento	Dirección viento
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D					
Aeropuerto	133	114	84	22	2	1	1	2	7	36	70	131	602	125	65	6 SE	
El Tejar	133	107	96	19	3	1	1	3	7	39	81	132	622	106	79	6 S	
San Jacinto Sud	110	107	100	20	3	0	1	3	8	45	79	115	590	111	65	5 E	
Turumayu	169	170	161	30	6	1	1	2	21	55	97	169	881	99	82	7 S	
San Andrés	202	195	177	43	9	2	3	8	17	83	135	201	1074	150	92		
Sella Quebradas	132	115	99	20	5	1	1	2	13	28	60	120	595	110	73	5 W	
Yesera Norte	142	125	105	27	5	1	2	5	9	39	70	124	654	97	69	10 E	
San Pedro Bella Vista	136	97	84	18	1	0	0	4	4	16	53	100	512	89	73		
Santa Ana P.	107	67	54	11	4	1	1	0	4	24	27	87	386	99	43		
Pinos Sud	226	227	184	47	10	4	2	8	19	60	126	187	1099	146	90		
Obrajes	147	114	91	32	4	1	4	1	2	38	68	155	656	48	60		
San Mateo	140	161	129	36	5	2	4	11	7	41	70	146	751	65	72		
Pampa Redonda	169	170	138	56	8	3	3	10	13	62	99	175	905	144	82		
Gamoneda	125	99	78	16	4	0	0	3	6	28	52	87	499	109	60		
Junacas	126	102	83	20	4	3	1	3	10	30	54	88	524	100	52		
Calderillas	310	261	204	50	11	5	5	12	19	57	111	207	1251	130	111		
Laderas Centro	91	79	71	12	1	0	0	1	6	24	42	73	399	164	28		
San Agustín	83	47	37	26	2	0	0	2	3	20	33	55	308				
Promedio	149	131	110	28	5	1	2	4	10	40	74	131	684	111	70	6 SE	

Fuente: SENAMHI 2017

2.2.4 Velocidad y dirección de los vientos

La velocidad promedio anual es de 6.0 km/h, estos se presentan con mayor intensidad de agosto a diciembre. Las direcciones de los vientos son hacia el SE (Sur-Este), con una velocidad de vientos de 10 km/h. (SENAMHI 2017)

Se presenta vientos débiles a moderados de dirección variable de origen local, el régimen normal de vientos en la provincia Cercado, que corresponde en gran parte al Valle central de Tarija, está determinado por el ingreso de masas de aire denso a través de la fractura geológica de la Angostura, razón por la cual, la intensidad, así como la dirección predominante se modifica al distribuirse tanto hacia el norte como al sur, de este punto de referencia.

2.2.5 Humedad relativa

La humedad relativa media es de 59.4% en general se presenta una humedad relativa alta en verano y baja en otoño e invierno y los meses más húmedos son febrero y marzo que en promedio tienen 73% de humedad relativa.

La humedad relativa califica de moderada, como un promedio de 62%, sobrepasando el 60% durante los meses de diciembre a abril. Una de las características interesantes

con respecto a la humedad es la presencia de masas de aire húmedo y frío (surazos) en algunos días de la estación de invierno que son acompañados de vientos, que da origen a una sensación térmica diferente a la observada en los termómetros.

2.2.6 Evaporación

La evaporación media diaria es de 4.41 mm. Bajando este promedio los meses de invierno y elevándose en los meses de verano. La evapotranspiración calculada por el método del tanque evaporímetro tipo “A” basándose en los datos de evaporación alcanza los 1.287 mm/año. (SENAMHI 2017)

2.2.7 Radiación solar

Alcanza un valor promedio de 406.8 cal/cm²/mes, alcanzando los meses de invierno 150 cal/cm²/mes en verano.

La insolación (horas de brillo solar), se tiene un promedio en agosto el valor más alto 8.1 horas y el más bajo en enero con 5.1 horas. (SENAMHI 2017)

2.2.8 Suelos

Los suelos de acuerdo a la geomorfología, en la parte de Cercado, son moderadamente desarrollados, moderadamente profundos, con moderadas y fuertes limitaciones por erosión, originados a partir de sedimentos fluvio lacustre, aluviales coluviales. (SENAMHI 2017)

2.2.9 Vegetación

La existencia de variables ambientales existentes en las áreas de estudio, genera diferentes tipos de clima, que son determinantes para existencia de diferentes tipos de formación con vegetal natural, estas características ambientales han originado una gran variedad de paisajes en sus diferentes extractos de vegetación. (Gobierno Municipal de la Ciudad de Tarija, 2007)

Cuadro N° 5: Las principales especies nativas de arbustos en la zona de San Blas.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Churqui	<i>Acacia caven mol.</i>	Leguminosae
Molle	<i>Schinus molle L.</i>	Anacardiaceae
Algarrobo	<i>Prosopis alba sp.</i>	Leguminosae
Jarca	<i>Acacia visco lor. griseb</i>	Leguminosae
Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>	Leguminosae

Fuente: (Gobierno Municipal de la Ciudad de Tarija, 2007)

Cuadro N° 6: Cultivos frutícolas más comunes en San Blas.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Duraznero	<i>Prunus pérsica L.</i>	Rosaceae
Higuera	<i>Ficus carica L.</i>	Moraceae

Fuente: Ocampo, 2006

2.2.10 Agricultura

Se desarrolla, bajo dos formas de explotación: A temporal o secano y bajo condiciones de riego. En las áreas de secano los cultivos son el maíz para choclo y grano, papa, higuera duraznos, etc. Y bajo riego son: cebolla, maíz, etc.

2.3. MATERIALES

2.3.1. Materiales de gabinete

- Material de escritorio
- Libreta de apuntes
- Computadora
- Normas COPANT Maderas N.º 30:1-19 (mayo 1974).
- Marcadores.

2.3.2 Materiales y equipo de campo

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

2.3.3 Material vegetal

- Madera de Ciprés

2.3.4 Material de aserradero

- Sierra sin fin
- Cepillo
- Flexómetro
- Tiza
- Escuadras
- Libreta de apuntes
- Martillo
- Sierra mecánica.

2.3.5 Material de laboratorio

- Solución de alcohol (30° - 50° -70°-95°)
- Solución de safranina al 1% en alcohol de 95%
- Solución de Ácido Nítrico al 35%
- Solución de glicerina y alcohol 50-50
- Microscopio
- Lupa de mano
- Micrótopo de platina y ocular
- Estufa
- Cajas Petri
- Vaso de vidrio
- Erlenmeyer
- Porta y cubre objetos
- Alfileres
- Pinzas
- Cuchilla de mano
- Agujas
- Recipientes
- Frascos de vidrio.

2.4 METODOLOGÍA

La metodología que se realizó para la investigación del estudio anatómico fue en base a las normas COPANT Maderas N.º 30:1-19 (mayo 1974), (descripción de las características generales, microscópicas y macroscópicas de la madera) que nos proporcionaron las pautas necesarias, para la obtención de las muestras, ensayos y la evaluación de dicha especie.

2.4.1 Selección de la muestra

Para la obtención de la muestra, primeramente, se georreferenció el área para tener conocimiento de la distribución de las especies.

Posteriormente se realizó la selección de los individuos que cumplan con los requisitos deseados como ser la sanidad y calidad para posteriormente ser apeado para la realización del estudio.

2.4.2 Definición de la población

Para realizar el estudio de la población se verificó las diferentes características del individuo, bajo un estudio dentro del área como ser: especie, edad, la altura, diámetro, sanidad y la calidad del fuste.

2.4.3 Selección de los árboles

Para la realización del estudio anatómico de la madera de la especie Ciprés (*Cupressus sp.*) se seleccionó 4 individuos en forma selectiva, lo cual los árboles tuvieron una buena calidad y de una edad aproximadamente mayor a 40 años de vida, la misma se obtuvo de la propiedad del Sr. Pedro Brozovich que se encuentra ubicada en la comunidad de San Blas del departamento de Tarija.

2.4.4 Extracción de las trozas

Luego de haber seleccionado el árbol se lo procedió al volteo y a la división de las trozas antes de ser trasladado al aserradero para su descortezado y la obtención de los tablones y cubos.

2.5 COLECCIÓN DEL MATERIAL PARA ESTUDIO ANATÓMICO

Para el estudio anatómico se realizó la obtención del leño de acuerdo a las normas COPANT Maderas N.º 30:1-19 (mayo 1974).

- Se extrajo una rodaja de 5cm de espesor con corteza, aproximadamente con 10 cm de largo en la dirección radial, el corte se realizó de forma transversal donde se pudo observar la albura, el duramen y los anillos de crecimiento.



2.5.1 Obtención de las probetas macroscópicas para el estudio anatómico

Para el estudio de las características macroscópicas y microscópicas, serializaron los siguientes cortes:

- 24 cubos de madera con una medida de 5cm X 5 cm de lado, fueron perfectamente orientadas en secciones tangencial, radial y transversal.
- 12 muestras de xiloteca de 15 cm de largo X 10 cm de ancho X 2 cm de espesor, con la orientación de radial y tangencial.
- 36 probeta de madera con dimensiones 2 cm. X 2 cm. de ancho y 5 cm. de largo con las siguientes orientaciones:

Superficie transversal: Perpendicular al eje del árbol, formando con la superficie tangencial un ángulo de 90°

Superficie longitudinal tangencial: Perpendicular a los radios, cuando estos son observados en la superficie transversal, formando un ángulo de 90° con esta superficie.

Superficie longitudinal radial: Paralela a los radios, formando un ángulo de 90° con la superficie longitudinal tangencial.

En la preparación de las probetas se proyectó perfectamente los planos arriba mencionados para que los cortes obtenidos por el micrótopo correspondan exactamente a las fases transversal, tangencial y radial.

Para describir las características organolépticas y macroscópicas las probetas fueron cepilladas, limpiadas y pulidas para poder ser percibidas con claridad.

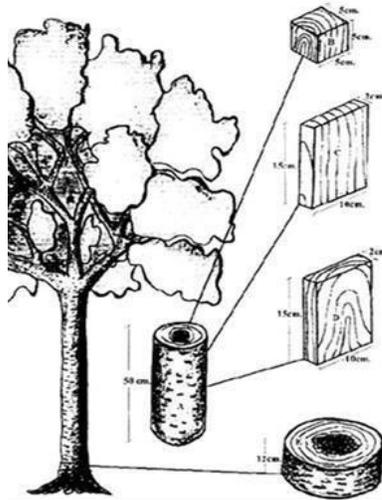


Figura 8. Obtención de un cubo con las tres secciones correctas de estudio

Fuente: manual para la identificación de maderas forestales 2005

2.5.2 Tratamiento de las probetas

Para el tratamiento de las probetas se tomaron en cuenta, el contenido de la humedad, también se observaron las características anatómicas de la madera como ser:

traqueidas, parénquima, células, canales, textura, radios, con distintos tipos de tratamiento químico.

2.5.2.1 Hidratación

Para la hidratación de la madera o de las probetas que fueron cortadas para el estudio microscópico, primeramente, fueron colocados en un recipiente con agua destilada, dejando en reposo durante 20 días, este tratamiento se lo cambio de agua cada 4 días.

2.5.2.2 Ablandamiento

El ablandamiento es el paso siguiente a la hidratación, que tuvo la finalidad de disminuir la resistencia del material con relación al plano de corte de la cuchilla, para su corte con facilidad.

2.5.3 Obtención de los cortes

Una vez finalizado el ablandado de las probetas se tomaron encueta dos pasos muy importantes

- El afilado de la cuchilla es sumamente importante para el corte de las láminas, por lo que de eso depende, que los cortes sean perfectamente alineados y esto permitirá con más claridad el estudio y la observación de las láminas de la madera.



Fuente: fotografía propia - afilado del micrótomo.

- El corte de las láminas se realizó con un micrótopo que fue proporcionado por el laboratorio de tecnología de madera de la UAJMS. Se realizó de las tres secciones principales; tangencial, transversal y radial. Cada sección se realizó con un espesor de 30 micras, por lo que las probetas fueron muy fibrosas.



Fuente: fotografía propia – obtención del corte de las láminas.

2.5.4 Coloración de los cortes

En esta etapa los cortes fueron seleccionados cuidadosamente con toda su estructura completa, una vez seleccionado los cortes se realizó el lavado correspondiente de las láminas y colocado en cajas Petri, tomando en cuenta la separación de las tres secciones tangencial, transversal y radial.

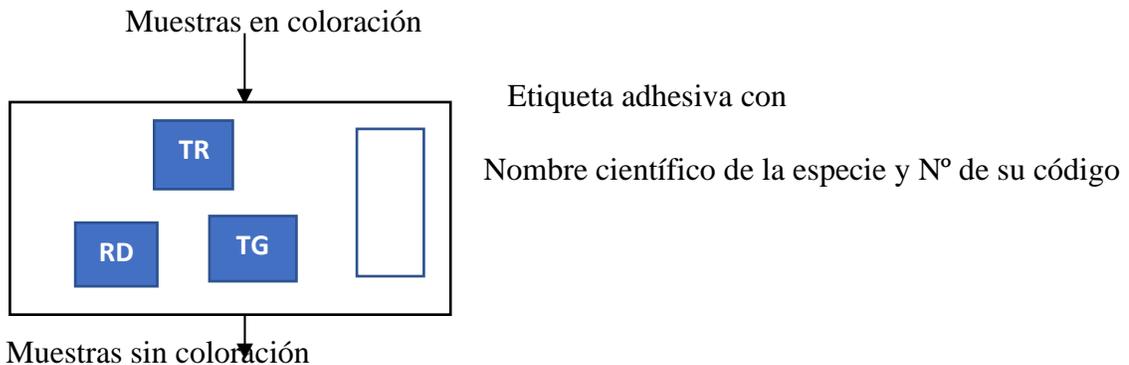
Una vez terminado el lavado de las láminas, se hizo el tratado de láminas en 4 fases, las cuales fueron tratadas en H₂O, dióxido de cloro, alcohol al 70%, la coloración de la safranina.



Fuente: fotografía propia – coloración de los cortes.

2.5.5 Montaje de los cortes

Para este método las muestras coloreadas y las naturales (sin coloración), fueron montadas en porta objetos, cubiertos con un cubre objetos y pegados con una gotita cuidadosamente por cada esquina, evitando la entrada de aire; para su secado de las láminas ya tratadas, cada montaje de las láminas se las colocó por las tres secciones, transversal, radial y tangencial. Finalmente, se las codificó cada una de acuerdo a los tratamientos correspondientes.



Donde:

TR = Corte Transversal

RD = Corte Radial

TG = Corte Tangencial.

2.5.6 Afilacion de cuchillas

El afilado de cuchilla es seguido, de acuerdo al manual de afilación que se encuentra en el laboratorio de Tecnología de la Madera de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, esto para poder obtener muestras adecuadas y tener una observación microscópica completa con todos los elementos estructurales.

2.5.7 Obtención de microfotografías

Una vez obtenidas las láminas secas, tal como la norma lo indica, se procedió observarlas en un microscopio y fotografiarlas en los tres planos: tangencial, transversal y radial, y finalmente, se procedió a la descripción de cada lámina.

2.5.8 Medición de los elementos anatómicos

Se realizó un elevado número de mediciones para cada elemento, como ser el largo y diámetro de las fibras traqueidales, los canales resiníferos y el largo de las puntuaciones, todo esto con la ayuda de un microscopio binocular.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

3.1.1 Color

En el corte de la rodaja en la sección transversal presenta un color marrón claro en estado verde, un color blanco pardo en estado seco, diferenciándose con claridad entre la albura y el duramen y los anillos de crecimiento.

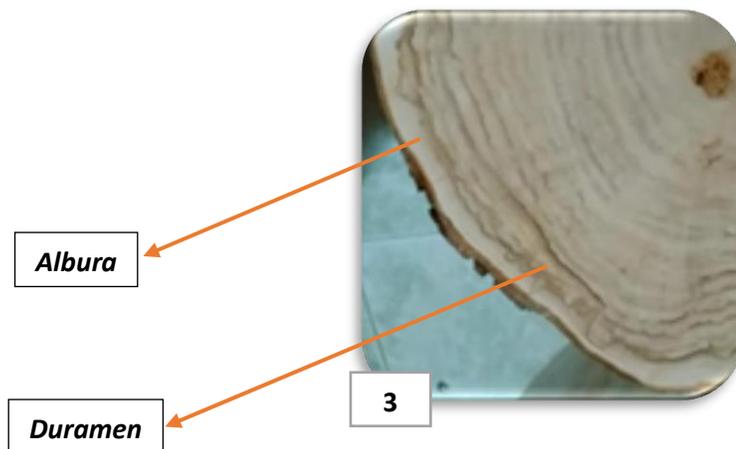


1. Muestra de rodaja en estado húmedo 2. Muestra de rodaja en estado seco.

Fuente: fotografía propia.

3.1.2 Transición de albura y el duramen

En el corte transversal de la rodaja la diferencia de la transición entre albura y duramen se puede distinguir de forma gradual.

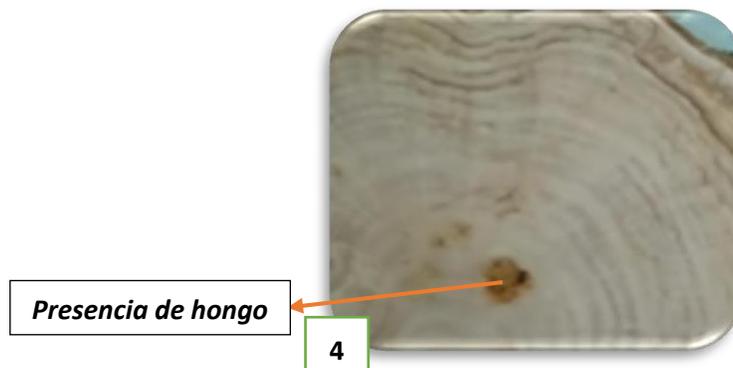


3. Muestra de la transición de la albura y duramen

Fuente: fotografía propia.

3.1.3 Alteración de color.

En la parte del duramen de la madera se presentan hongos, permitiendo a que sus células se fragmenten con mayor facilidad



4. Muestra de la alteración de color de la rodaja

Fuente: fotografía propia.

3.1.4 Sabor

Se identificó un sabor picante, característico en la mayoría de las coníferas.

3.1.5 Olor

En estado verde como en estado seco se distingue un olor aromático.

3.1.6 Lustre o brillo

Se identificó un brillo notable.

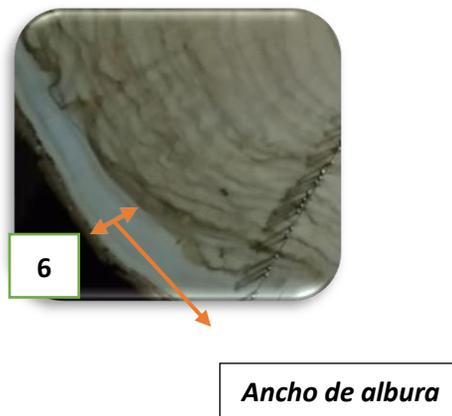


5. Muestra de lustre o brillo en el corte tangencial

Fuente: fotografía propia.

3.1.7 Albura o sámag (espesor)

El ancho de la albura es angosto con un espesor de 2,2 cm.

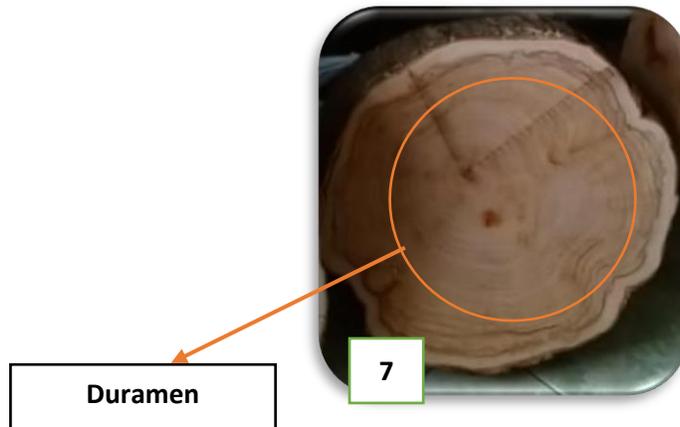


6. Muestra de la albura o sámag

Fuente: fotografía propia.

3.1.8 Duramen

El crecimiento del árbol fue en un terreno plano por lo que la forma del duramen es concéntrica.



7. Muestra del duramen de la madera

Fuente: fotografía propia.

3.1.9. Anillos de crecimientos

Los anillos de crecimiento son bien definidos a simple vista, no requiere la ayuda de lupa.



8. Muestra de los anillos de crecimiento de la madera

Fuente: fotografía propia.

3.1.10 Número de anillos por cada 5 cm

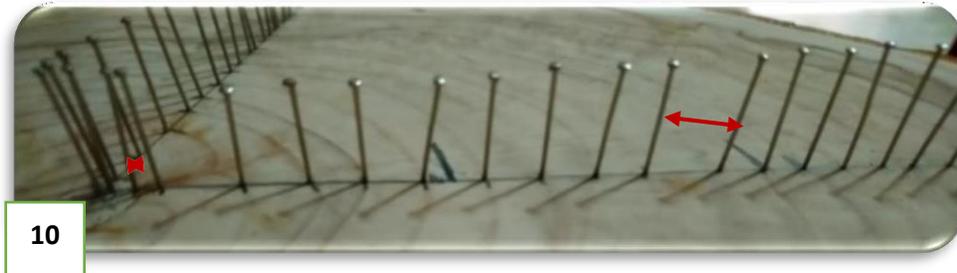
Promedio: 8 anillos



9. Muestra de promedio de los anillos de crecimiento

Fuente: fotografía propia.

El espesor: de los anillos varían entre **1mm** hasta **1,3 cm**



10. Muestra del espesor de los anillos de crecimiento

Fuente: fotografía propia.

3.1.11 Veteados de figura

Bien definido.

- Líneas verticales en sección radia.



11. Muestra del veteado de la figura

Fuente: fotografía propia.

- Arcos superpuestos en sección tangencial



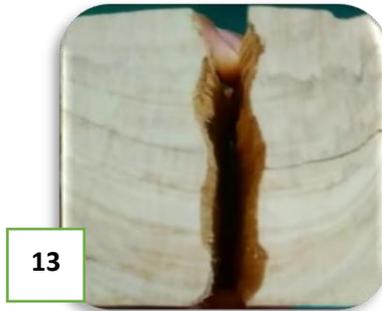
12. Muestra de los arcos superpuestos

Fuente: fotografía propia.

3.1.12 Grano

En un cubo de 5x5 se encuentran los siguientes granos

- **Sección transversal:**



13. Muestra de grano entrecruzado leve

Fuente: fotografía propia.

- **Sección tangencial:**



14. Muestra del grano Perpendicular a los anillos recto

Fuente: fotografía propia

- **Sección radial:**



15. Muestra de grano inclinado

Fuente: fotografía propia.

En un cubo de 3x3

Sección transversal: entre cruzado

Sección tangencial: perpendicular y paralelo a los anillos es recto

Sección radial: recto

3.1.13 Textura

A simple vista presenta una textura mediana por lo que sus poros son difíciles de identificar, pero es posible ver con más claridad con la ayuda de una lupa de 10 X.



16. Muestra de textura

Fuente: fotografía propia.

3.1.14 Por uniformidad de textura

Es homogénea.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DE LA MADERA

Las coníferas se diferencian de las latifoliadas por poseer canales resiníferos en su anatomía.

3.2.1 Canales resiníferos

3.2.1.1 Distribución

En el corte transversal del cubo se observó que los canales resiníferos se presentan en forma redondeada.

3.2.2 Concentración

No hay diferencia entre anillo a anillo y entre el leño temprano y el leño tardío por lo que su crecimiento fue uniforme.

3.2.3 Distribución

Los canales resiníferos se encuentran solitarios.

3.2.4 Tamaño

Es mediano, visible con claridad con la ayuda de una lupa de 10 X.

3.2.5 Forma

Se presenta de forma redonda.

3.2.6 Contenido

Las coníferas se caracterizan por poseer una gran cantidad de resina.

3.2.7 Parénquima

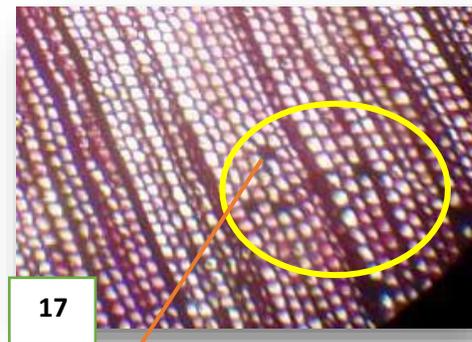
Vista con más claridad con la ayuda de una lupa de 10 X.

3.3 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE LA MADERA

3.3.1 Canales resiníferos

Son canales resiníferos con células epiteliales redondeados y dispersos.

Se encuentran en forma mediano por lo que se ubica en el rango de 101 a 200 μ .



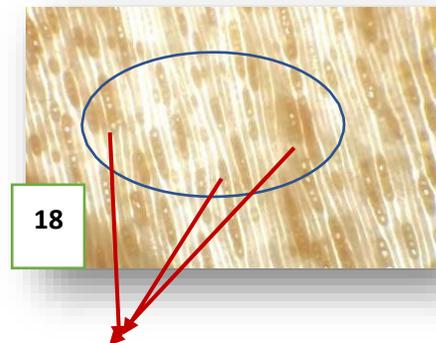
17. Muestra de los Canales resiníferos (sección transversal)

Fuente: fotografía propia.

3.3.2 Traqueidas axiales

Presentas puntuaciones areoladas en sus paredes radiales.

La disposición de las punteaduras areolas son uniseriados aislados o solitarios.

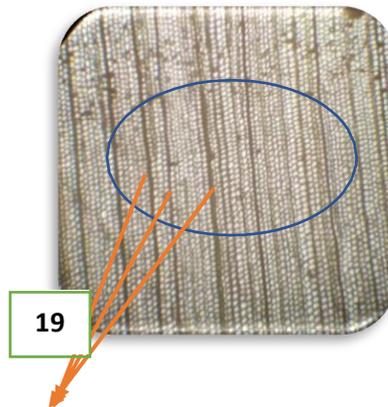


18. Muestra de las Traqueidas axiales (sección tangencial)

Fuente: fotografía propia.

- **Traqueidas del leño**

Son poco diferenciados entre los anillos de crecimiento, por lo que su estación del periodo vegetativo no fue interrumpida de forma brusca.



19. Muestra de Traqueidas del leño (sección transversal)

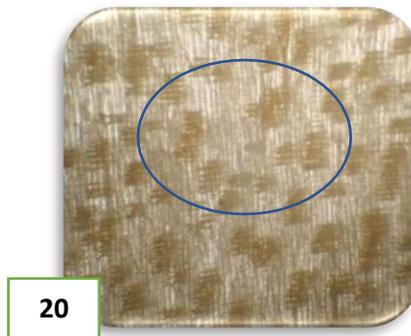
Fuente: fotografía propia.

3.3.3 Parénquima vertical o axial

Se encuentra de forma alargada, delgada y poco visible.

3.3.4 Traqueidas radiales

Se identificaron con engrosamientos helicoidales.

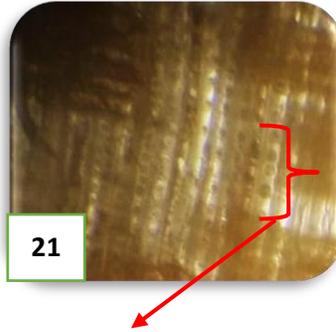


20. Muestra de Traqueidas radiales (Sección radiales)

Fuente: fotografía propia.

3.3.5 Parénquima radial

Los parénquimas radiales se identificaron horizontales, lisas y uniseriados.

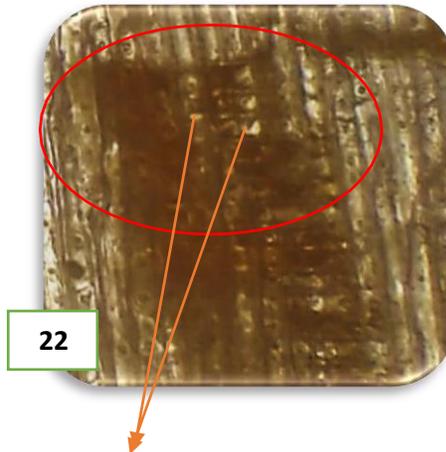


21. Muestra de Parénquima radial (sección radial)

Fuente: fotografía propia.

3.3.6 Campos de cruzamiento

Se identificó el campo de cruzamiento de carácter excluyente, con punteaduras reborde y las aberturas que se encuentran de forma ovalada.

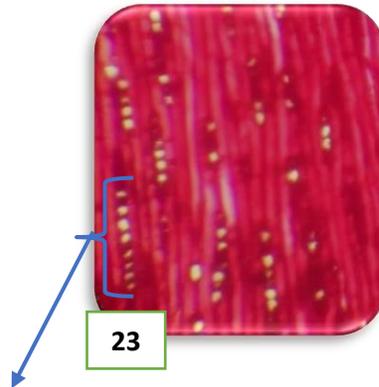


22. Muestra de Campo de cruzamiento (sección radial)

Fuente: fotografía propia.

3.3.7 Longitud de los elementos del radio medular o punteaduras

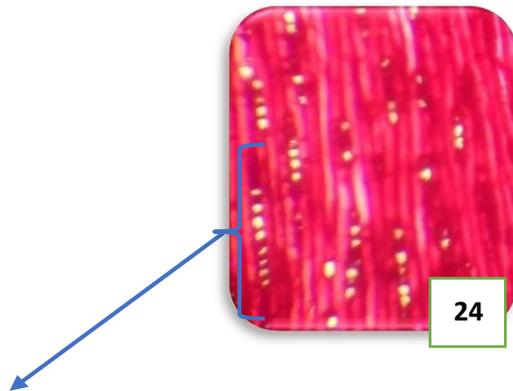
El promedio de las punteaduras que se encuentran en el medio de las fibras traqueidales son de 8 puntuaciones.



22. Muestra de la longitud de las punteaduras con un promedio de longitud 400 u
Fuente: fotografía propia.

3.3.8 Fibras traqueidales

Se encuentran de forma alargada y delgada



23. Muestra de las fibras traqueidales (sección tangencial)

Fuente: fotografía propia.

D: diámetro en micra de las fibras

L: largo de las fibras en micra

P: coeficiente de la flexibilidad

$$P = L / D = 900 / 16 = 56,25$$

3.2 Discusiones

La especie estudiada (*Cupressus sp.*), es una especie que no fue identificada en el valle central de Tarija, así como también no se pudo identificar en otros departamentos de Bolivia lo cual no se puede realizar una discusión, con otros estudios anatómicos de la misma especie. Pero se pudo identificar, que, al realizar las descripciones microscópicas de la especie, *Cupressus sp.* se pudo evidenciar que sus estructuras microscópicas tienen las mismas características que el (*Cupressus Macrocarpa*).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Con base en los estudios aplicados a la madera de Ciprés seleccionada para el análisis de características organolépticas y anatómicas, basados en normas COPANT Maderas N.º 30:1-19 (mayo 1974), procedente de la comunidad de San Blas del departamento de Tarija. Se concluye lo siguiente:

Descripciones organolépticas.

El corte transversal revela a simple vista que el color de la madera es marrón claro en estado verde, y blanco pardo en estado seco.

Se evidencia mediante el gusto y el olfato, que la madera es de un sabor picante y con un olor aromático agradable, tanto en estado verde como en estado seco.

Una vez seca y cepillada la madera, se observa que se obtiene un lustre con un brillo notable.

Respecto a la transición entre albura y duramen, se evidencia gradualmente, siendo la albura tiene un espesor de 2,2 cm, los anillos de crecimiento notorios con claridad.

En el corte longitudinal radial se identifican líneas verticales y en el corte tangencial arcos sobrepuestos.

En el corte de los cubos se identificó grano entrecruzado leve en sección tangencial, grano inclinado en sección radial y grano recto perpendicular a los anillos de crecimiento.

La uniformidad de la textura es homogénea y la visibilidad de los canales es mediana, visible con mayor claridad con la ayuda de una lupa de 10 X.

Descripciones macroscópicas.

En la descripción macroscópica de la madera las coníferas se diferencian de las latifoliadas por poseer canales resiníferos en su anatomía, por lo que la distribución de los canales en el corte transversal del cubo se observó de forma redondeada.

En el corte transversal la concentración del leño temprano y el leño tardío, no se encontraron mucha diferencia por lo que mantuvieron un crecimiento uniforme. El leño temprano es la parte más clara de la madera por donde circulan la sabia, nutrientes y minerales para la alimentación del árbol. El leño tardío es la parte más oscura que se encuentra de la madera, por donde la sabia tiene poca circulación, su función principal es dar resistencia y sostén al árbol.

El parénquima se puede observar en el corte radial con la ayuda de una lupa de 10 X.

Descripciones microscópicas.

En la descripción de las características microscópicas, los canales resiníferos son células epiteliales que se encuentran de forma redonda y disperso.

Las traqueidas axiales se presentan en puntuaciones areoladas en sus paredes radiales, son uniseriados, aislados o solitarios. Sus traqueidas del leño son poco diferenciadas entre anillo a anillo.

Su parénquima vertical se encuentra de forma alargada, delgada y poco visible.

Sus traqueidas radiales presentan engrosamientos helicoidales.

Su parénquima radial se encuentra de forma horizontal, lisa y uniseriados.

El campo de cruzamiento es de carácter excluyente, con punteaduras rebordes y las aberturas se encuentran de forma ovalada.

4.2 Recomendaciones

En función a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación me permito dar las siguientes recomendaciones:

Por ser una especie no reconocida en ámbito nacional se recomienda hacer un estudio botánico y dendrológico específico de esta especie, ya que en nuestra jurisdicción Tarijeña no la tenemos identificada.

Realizar un estudio botánico para poder identificar sus características fisiológicas y morfológicas dependiendo del lugar en el que se encuentre.

En nuestro país las coníferas son poco conocidas por lo que no hay mucha información, a lo que se recomienda que se realice más estudios sobre todo la parte estructural de la anatomía.

Se recomienda realizar estudios sobre la composición química de la madera de dicha especie, con el fin de identificar posibles sustancias en su anatomía, que hace que tenga una buena resistencia a los fuertes vientos que se presentan y el por qué los insectos no pueden hacer daño a su madera.

Según las investigaciones realizadas la madera de Ciprés tiene mucha utilidad, en carpintería y en artesanías por lo que se recomienda a los carpinteros del país hacer uso de la materia prima.