

INTRODUCCIÓN

En el Gran Chaco boliviano, existe una amplia diversidad de especies maderables, sin embargo, la extracción selectiva se concentra en pocas especies, las cuales se encuentran cada vez más alejadas de las vías de comunicación. Esto ha generado un aumento en los costos de extracción, volviendo en muchos casos poco rentable su explotación. Además, muchas de las especies maderables de este bosque, incluyendo la *Maclura tinctoria* L. (Mora chaqueña), no han sido estudiadas tecnológicamente, lo que dificulta su introducción al mercado y su valoración comercial.

En el municipio de Villa Montes, específicamente, se desconocen las características tecnológicas de la madera de *Maclura tinctoria* L. conocida comúnmente como "Mora chaqueña", lo que ha llevado a un uso y valor comercial inadecuado de esta especie. Estas limitaciones han motivado la investigación sobre el uso adecuado de la madera de *Maclura tinctoria* L. en el Gran Chaco boliviano. (Instituto Boliviano de investigación forestal, 2008)

Por lo anteriormente mencionado, a través del estudio de la estructura interna de la madera, se puede determinar la calidad y la resistencia de la madera, lo que es fundamental para asignarle el uso más adecuado. Dicho de otra manera, el desconocimiento de las características anatómicas de la madera de un gran número de especies forestales, origina que la mayoría de las veces, se incurra en un uso inapropiado de las mismas.

Por esta razón, el presente trabajo pretende contribuir al mejor conocimiento de la madera de la especie de *Maclura tinctoria* L. con la finalidad de proveer de bases técnicas que permitan la incorporación de nuevas especies, que cubran las demandas del mercado.

Justificación

La insuficiencia de información técnica acerca de las diversas maderas de Bolivia ha resultado en una utilización ineficaz de los recursos forestales, con una preferencia marcada por ciertas especies y la obtención de productos de baja calidad a costos elevados. Esto ha ocasionado una participación limitada en los mercados,

con repercusiones negativas en la economía local. Los resultados de esta investigación, permitirá suplir esta carencia de información al proporcionar datos técnicos sobre la madera de Mora chaqueña, una especie no tradicional. Permitirá contrarrestar la sobreexplotación de las especies tradicionales y facilitar la toma de decisiones informadas para su uso adecuado.

Planteamiento del problema

Actualmente, el sector forestal enfrenta un desafío significativo en el municipio de Villa Montes, en el departamento de Tarija, debido a la tala selectiva de especies valiosas en los bosques nativos. Esta práctica, junto con la alta demanda y el uso inadecuado de estas especies maderables, está generando la urgente necesidad de encontrar nuevas alternativas que puedan reemplazar a las especies más explotadas y en peligro de extinción.

¿Cuáles son las características anatómicas y organolépticas de la madera de Mora (*Maclura tinctoria* L.) proveniente del municipio de Villa Montes, provincia Gran Chaco, departamento de Tarija?

Objetivos

Objetivo General:

Determinar las propiedades anatómicas y organolépticas de la madera de la Mora chaqueña (*Maclura tinctoria*) proveniente del municipio de Villa Montes, utilizando la Norma COPANT Maderas 30:1-19, con el propósito de identificar los posibles usos de la especie.

Objetivos Específicos

- Describir las características organolépticas de la madera de la especie Mora chaqueña de acuerdo a la Normas COPANT 30:1-19.
- Identificar las características macroscópicas utilizando rodajas y probetas de madera de Mora chaqueña, conforme a la metodología propuesta en la norma COPANT 30:1-19.

- Determinar las características microscópicas mediante láminas histológicas de muestras de madera de Mora chaqueña, obtenidas a la altura del DAP, altura media y a la altura comercial haciendo una comparación, permitiendo la identificación de los diferentes elementos de la madera, siguiendo la Norma COPANT Maderas 30:1-9

CAPÍTULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 DESCRIPCION TAXONOMICA

Reino: Vegetal

Phylum: Telemophytae

División: Tracheophytae

Sub división: Anthophyta

Clase: Angiospermae

Sub clase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Archichlamydeae

Grupo de Ordenes: Sepaloideanos

Orden: Urticales

Familia: Moraceae

Nombre científico: *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud.

Nombre común: Mora chaqueña

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

1.2 DESCRIPCION DENDROLOGICA

1.2.1 Árbol

Los árboles pueden crecer hasta 30 metros de altura y pueden ser inermes o tener espinas solitarias o en pares que miden entre 1 y 3,5 cm de largo. El tronco tiene un diámetro de 20-70 centímetros (Instituto de Botánica Darwinion, 2018)

1.2.2 Hojas

Hojas elípticas, oblongas o lanceoladas, a veces lobadas cuando jóvenes, de 7,5-19 × 3,9-8,5 cm, base truncada a cordada, desigual, ápice agudo hasta acuminado, el margen serrado a dentado, a veces con 1-2 incisiones semicirculares, puberulentas o glabras en

la cara abaxial, subglabras a tomentosas en la abaxial, papiráceas a subcoriáceas; pecíolos de 2,5-15 mm de largo, pubérulos; estípulas de 0,2-1 cm de largo, pubérulas en la cara abaxial. (Instituto de Botánica Darwinion, 2018)

1.2.3 INFLORESCENCIA

Inflorescencias estaminadas en espigas péndulas, de 3-13 cm de largo, axilares, solitarias, a veces geminadas. Flores estaminadas sésiles, agrupadas densamente sobre un raquis aplanado; brácteas anchamente ovadas, de 1 mm de largo, con un par de glándulas amarillas inmersas o sin ellas; sépalos 3-4, anchamente ovados a espatulados, de 1-2 mm de largo, cóncavos, casi libres, ápice agudo, fimbriados, pubérulos en la cara abaxial; estambres incurvos en el botón floral, exertos y recurvados en la antesis, filamento del doble del largo que los sépalos; pistilodio elipsoide, de 1 mm de largo, membranoso, apiculado. Inflorescencias pistiladas subglobosas, de 2-10 mm de diámetro, solitarias; pedúnculos de 1-15 mm de largo, pubescentes o puberulentos. Flores pistiladas sésiles, dispuestas densamente; brácteas cuculadas, de 1-1,5 mm de largo, con glándulas amarillas inmersas, el margen fimbriado, el ápice canosamente velutino o no; tépalos anchamente espatulados, casi libres, puberulentos; estigma filiforme de 3-18 mm de largo, puberulento; ovario de 1-1,5 mm largo. (Instituto de Botánica Darwinion, 2018)

1.2.4 Fruto

Infrutescencias globosas hasta elipsoides, de 1-1,5 cm de diámetro. Fruto sincarpo globoso, de 0,2-3,5 mm de diámetro. (Instituto de Botánica Darwinion, 2018)

1.2.5 Semilla

Semilla comprimida; embrión curvo con cotiledones planos. Subsp. *mora*. - Láminas foliares con la cara abaxial con nervios y nervulos prominentes, ápice cortamente acuminado a subagudo; brácteas interflorales no velutinas; inflorescencias estaminadas de 3-4 cm de largo; flores pistiladas con estilo de 3-7 mm de largo (incluyendo el estigma). (Instituto de Botánica Darwinion, 2018)

1.2.6 Usos

Es empleada en construcciones pesadas, pisos, durmientes de ferrocarril, postes de cercas y ruedas de carretas. La savia lechosa de esta especie se emplea para el dolor de muelas y en la extracción de dientes. La corteza se usa para extraer tintes y colorantes. (El catalogo de sombra, 2023)

1.2.7 Distribución geográfica



Imagen 1 Distribución geográfica de la Maclura tinctoria L.

Distribución geográfica:

América Latina: Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Venezuela

El Bolivia se encuentra distribuido en el bosque tucumano-boliviano, el Chaco boliviano y la Chiquitania. (Coimbra, 2014)

1.3 ANATOMIA DE LA MADERA

1.3.1 La madera

La madera (del lat. materia), xilema (del griego lignificarse) o leño (del lat. Lignum) es la parte sólida de los árboles por debajo de la corteza. Es el conjunto de elementos lignificados, lo mismo tráqueas o traqueidas. En sentido estricto, en cuanto al período de su formación, todo tejido secundario producido por el cambium hacia el interior del mismo. (Gimenez, et al 2000)

Es un material heterogéneo y anisotrópico, con propiedades muy diferentes de acuerdo a la dirección considerada. El estudio de su anatomía tiene gran influencia en la Tecnología y en la Industria.

La heterogeneidad de la madera es producto de su constitución anatómica ya 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. (Salvo, Ananías, & Cloutier, 2004)

La madera tiene principalmente las siguientes características:

- Está compuesto por más de un tipo de células, por lo tanto, su constitución es heterogénea.
- La mayor proporción de elementos celulares es alargada con su eje longitudinal paralelo al eje del fuste.
- La pared celular está constituida fundamentalmente de celulosa, que forma largas cadenas moleculares.
- Contiene también lignina y hemicelulosa; éstas se ubican entre las cadenas de celulosa, donde además puede haber agua.
- El lumen de las células y la pared celular pueden contener diferentes materiales.

1.4 CARACTERISITICAS ANATOMICAS

1.4.1 Estructura Macroscópica

La estructura macroscópica es la que se observa a ojo desnudo o con diez μ m aumentos. Para su estudio y debido a su heterogeneidad se establecen tres planos o secciones: (Cahuana, 2010)

- Transversal, perpendicular al eje de la rama o tronco
- Radial, que pasa por el eje y un radio de la rama o tronco
- Tangencial, paralela a un plano tangente al tronco, o al anillo de crecimiento.



Imagen 2 Tipos de cortes de la madera

1.4.1.1 Corteza

La corteza está constituida interiormente por floema (corteza viva) conjunto de tejidos vivos especializados en la conducción de savia elaborada, y exteriormente por ritidoma o córtex o corteza muerta, tejido que reviste el tronco. (Gimenez, Moglia, Hernandez, & Gerez, 2000)

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. (Gimenez, Moglia, Hernandez, & Gerez, 2000)

La corteza 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.

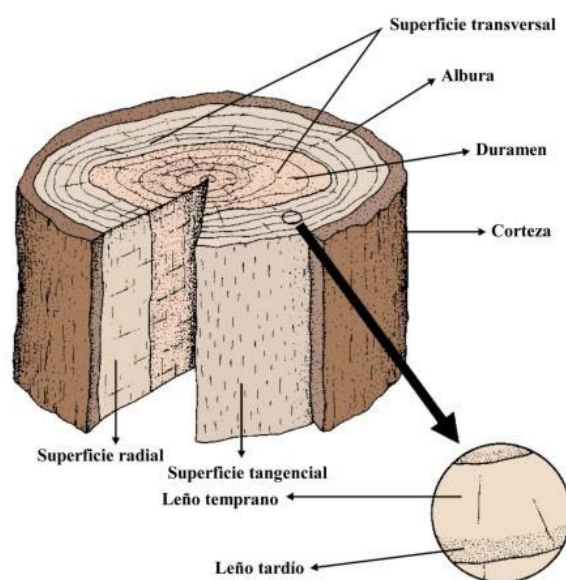


Imagen 3 Partes del tronco

1.4.1.2 Anillos de Crecimiento

Son círculos concéntricos de crecimiento, observables en la sección transversal. Son bien diferenciados en especies de clima templado y poco o no diferenciado en especies de clima tropical. (Cahuana, 2010)

Un análisis de los anillos de crecimiento, nos indica si el árbol tuvo un crecimiento rápido (anillos bien espaciados), o lento (pequeño espacio entre anillos); o aquellos años que han sido desfavorables para la planta (espesores menores), o más beneficiosos (espesores mayores). (Gimenez, Moglia, Hernandez, & Gerez, 2000)

En un anillo de crecimiento típico se distinguen dos partes

- **El leño inicial:** corresponde al tiempo en que inicio, para el árbol, el periodo vegetativo (primavera), cuando las plantas salen del periodo de latencia y reinician su actividad vital con intensidad. las células producidas en este tiempo se presentan con paredes delgadas, lúmenes grandes y en conjunto de coloración clara.
- **El leño tardío:** a medida que se acerca el final del periodo vegetativo (en otoño) las células disminuyen su actividad vital y por esto las paredes se tornan más gruesas, los lúmenes más pequeños y en conjunto, presentan un aspecto más oscuro. Esta alteración de colores, es la que determina los anillos de crecimiento de muchas especies, en especial de las coníferas. (Vargas, 1987)

En algunas maderas latifoliadas los anillos de crecimiento se distinguen por la presencia de una faja de células parenquimáticas en el límite del anillo de crecimiento (parénquima), o por una concentración de dimensión especial de los poros al inicio del periodo 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 las 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, caídas 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, humedad y temperatura, calidad de suelo, insolación, tratamientos silviculturales.

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

Duramen y Albura

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

Se forma porque el árbol a medida que va envejeciendo, solo necesita de los anillos más externos para la conducción de líquidos. La madera interna que pierde gradualmente su actividad vital, se va oscureciendo debido a la deposición de: taninos, resinas, aceites, carbohidratos y otras sustancias.

Tilos. - Son expansiones vesiculares de células parenquimáticas, que penetran en los vasos a través de la puntea duras y que pueden obstruirlos completamente.

En las latifoliadas es normal la formación de los tilos, que en forma general llamaremos de tilosas. Esto es atribuible a diferencias de presión entre 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 de 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, 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, 1987)

La proporción entre el duramen y la albura varia 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, 1987)

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

- El duramen presenta generalmente color más oscuro debido a que es un tejido con células muertas, actividad conductora.
- 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

En el corte transversal los radios se aprecian en forma de líneas rectas y paralelas entre sí, que se extienden desde la medula hasta la corteza, pueden ser: finos, medianos y anchos. (Cahuana, 2010)

Radios finos

Estos son difíciles de observarse a simple vista se requiere de una lupa de 10x. Compuesto de una o dos células de ancho.

Radios medianos

Estos son ligeramente observables a simple vista, compuestos de tres a cinco células de ancho.

Radios anchos

Estos son fácilmente observables a simple vista, compuestos por más de cinco células de ancho

14.1.4 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 latifoliadas, es muy variable. (Vargas, 1987)

1.4.2 Estructura Microscópica

A través de la estructura microscópica se puede describir, el tamaño y la forma de los tipos de tejidos que presenta la madera, visibles con microscopio, la cual nos permite identificar maderas basándose en su estructura anatómica. (Vizcarra Lara, 1992).

1.4.2.1 Parénquima

Tejido por lo general más claro que las fibras del leño, están en sentido longitudinal y transversal, cuya principal función es de almacenamiento y conducción de sustancias alimenticias. Se pueden encontrar de tres tipos: apotraqueal, paratraqueal y en bandas. (Cahuana, 2010)

1.4.2.2 Parénquima apotraqueal

Cuando las células de parénquima están dispuestas de forma independiente o aislada de los poros, sin rodearlos. A su vez esta se subdivide en:

- **Parénquima apotraqueal difuso**

Cuando las células de parénquima se encuentran irregularmente dispersas entre las fibras y sin contacto alguno con los poros.

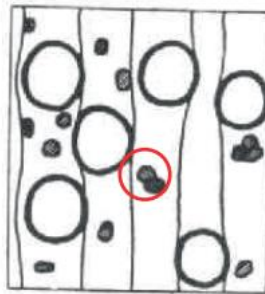


Imagen 4 Parénquima apotraqueal difuso

- **Parénquima apotraqueal difuso en agregados**

Cuando las células de parénquima tienden a agruparse en cortas líneas tangenciales, sin llegar a cruzar radios adyacentes.

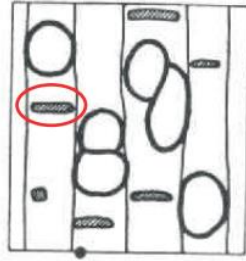


Imagen 5 Parénquima apotraqueal difuso en agregados

1.4.2.3 Parénquima paratraqueal

Cuando las células de parénquima se encuentran asociado a los poros o vasos envolviéndolos total o parcialmente. Se subdivide en:

- **Parénquima paratraqueal vasicentrico**

Cuando las células de parénquima rodean totalmente a los poros, de ancho variable y contorno circular o ligeramente ovalado.

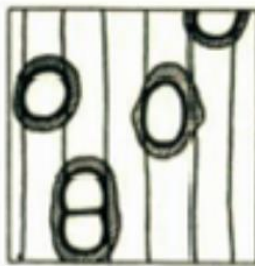


Imagen 6 Parénquima paratraqueal vasicentrico

- **Parénquima paratraqueal aliforme**

Cuando las células de parénquima rodean totalmente al poro, formando extensiones laterales en forma de alas.



Imagen 7 Parénquima paratraqueal aliforme

- **Parénquima paratraqueal aliforme confluyente**

Cuando las células de parénquima se observan que las alas o extensiones se alargan uniendo dos o más poros, formando bandas irregulares tangenciales o diagonales.

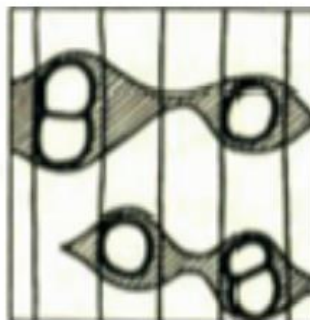


Imagen 8 Parénquima paratraqueal aliforme confluyente

1.4.2.4 Parénquima en bandas

Cuando las células de parénquima forman líneas o bandas concéntricas, a su vez esta se subdivide en:

- **Parénquima en bandas delgadas**

Cuando las células de parénquima forman bandas muy delgadas pudiendo ser continuas e irregulares.

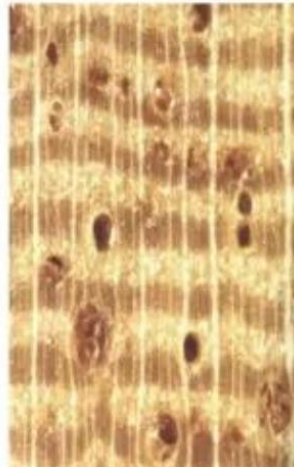


Imagen 9 Parénquima en bandas delgadas

- **Parénquima en bandas anchas**

Cuando las células de parénquima forman bandas anchas de un espesor más o menos uniforme.



Imagen 10 Parénquima en bandas anchas

- **Parénquima reticulado**

Cuando las células de parénquima tienen un ancho aproximadamente igual al de los radios y el espacio entre uno y otro es casi igual, formando una red o malla.



Imagen 11 Parénquima reticulado

- **Parénquima escaliforme**

Cuando las células de parénquima son más angostas que los radios y se encuentran en forma horizontal o arcos, produciendo un arreglo similar a una escalera.

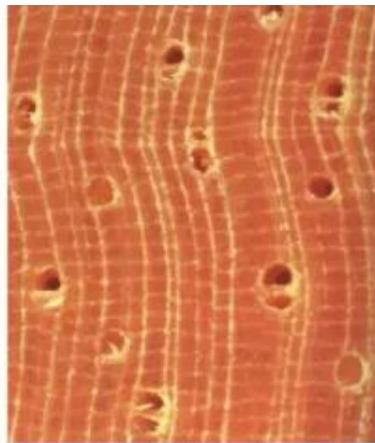


Imagen 12 Parénquima escaliforme

- **Parénquima marginal**

Cuando las células de parénquima se presentan en los límites de los anillos de crecimiento.



Imagen 13 Parénquima marginal

1.4.2.5 Placas de Perforación

La circulación de sustancias líquidas a través de los elementos vasculares se efectúa por sus extremidades perforadas, denominadas placa de perforación o lámina de perforación. (Gimenez, Moglia, Hernandez, & Gerez, 2000)

Los tipos que existe son.

- a) **Simples:** presenta una sola y gran perforación, se presentan con mayor frecuencia que los otros tipos y pueden caracterizar a familias enteras.
- b) **Escalariforme:** con numerosas perforaciones, en una misma placa, dispuestas en series paralelas.
- c) **Reticulada:** cuando las perforaciones, de una misma placa, se disponen en forma de red.
- d) **Foraminada:** las perforaciones de la placa son casi circulares. Punteaduras en paredes Laterales.

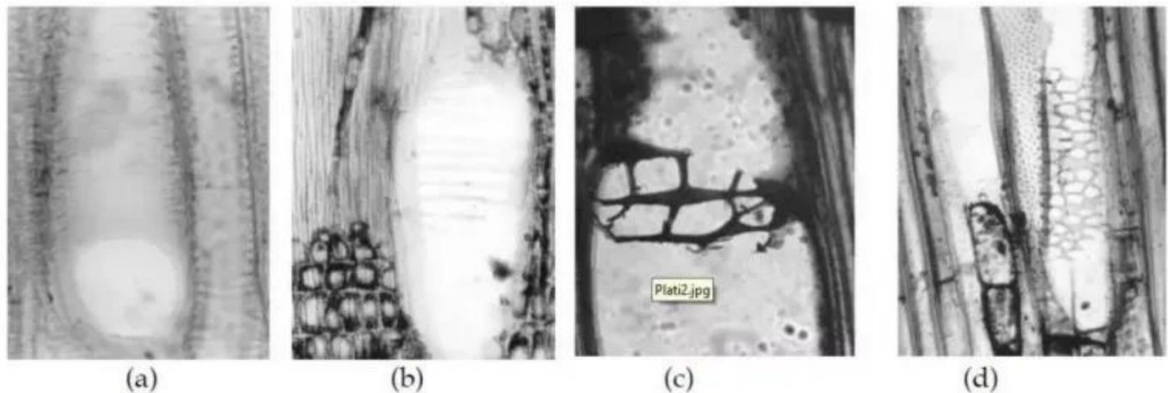


Imagen 14 Tipos de placas de perforación

1.4.2.6 Punteaduras

La punteaduras de las paredes de los vasos son muy variables dependiendo de las clases de célula con las que se ha de efectuar la comunicación.

Tipos de Punteaduras:

Punteaduras Escaliformes. 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 basal. (L. GARCÍA et al., 2003)

Punteaduras Alternas. Cuando se presentan en alineaciones inclinadas con respecto a eje del vaso, siendo generalmente poligonales.

Punteaduras Ornadas. Punteaduras Inter vasculares 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 (L. GARCÍA et al., 2003)

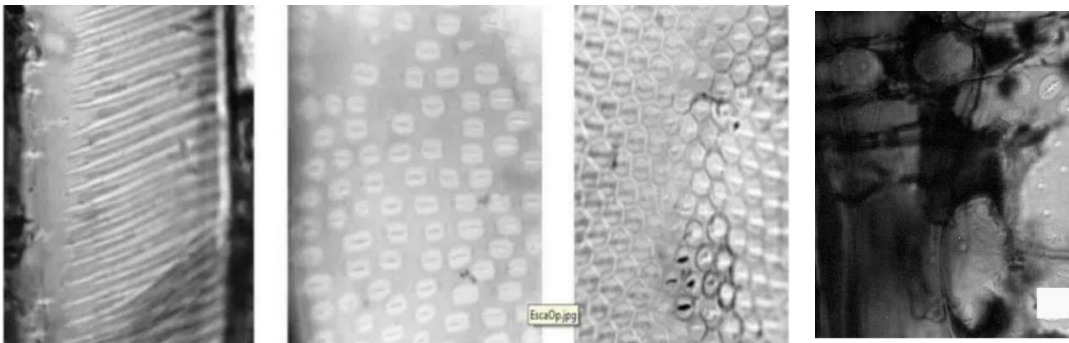


Imagen 15 Tipos de punteaduras

1.4.2.7 Morfología de los vasos

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

1.4.2.7.1 Distribución de vasos

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 poro aislados.

Vasos o poro múltiples radiales.

Vasos agrupados. En estas agrupaciones cada vaso conserva su individualidad.

Dentro de este tipo 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 formación del vaso, cuya distribución obedece a agrupaciones tangenciales y en zigzag o flameadas.

Por otro lado, según (L. GARCÍA et al., 2003), 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

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.

Traqueidas vasicentricas

Las traqueidas vasicentricas 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.

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 (L. GARCÍA, et al., 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 (L. GARCÍA et al., 2003).

1.4.2.8 Elementos transversales

1.4.2.8.1 Parenquimatoso

Radios leñosos

Los radios leñosos están formados por células dispuestas en dirección radial, perpendiculares al eje del árbol, y desempeñan una función de conexión entre las fibras longitudinales. Son importantes para las propiedades de la madera, tanto como elementos de identificación como por su influencia parcial en las propiedades de contracción de la madera. (Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la, 2011).

Tipos de radios

Homogéneos (L. García, A. Guindeo, C. Peraza, & de Palacios de Palacios, 2003)

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

Radios multiseriados. Compuestos únicamente de células procumbentes en varias alineaciones

Heterogéneos (Gimenez, Moglia, Hernandez, & Gerez, 2000)

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 1. 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 otros erectos interiores cuadradas.

1.5 INCLUSIONES MINERALES.

1.5.1 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. (Vargas, 1987)

1.5.2 Floema incluido

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

1.6 SECCION DE CORTE

Es la sección o superficie que resulta al cortar una pieza de madera en diferentes planos, este puede ser: transversal y longitudinal (radial y tangencial). (Gimenez, Moglia, Hernandez, & Gerez, 2000)

CORTE TRANSVERSAL (Tr.)

Es el corte que se realiza perpendicular al eje longitudinal del tronco o pieza de madera, observado en los extremos de la muestra.

CORTE RADIAL (Rd.)

Es el corte que se realiza paralelo a los radios o perpendicular a los anillos de crecimiento.

CORTE TANGENCIAL (Tg.)

Es el corte que se realiza perpendicular a los radios o tangente a los anillos de crecimiento. No sólo el aspecto de la madera cambia según el plano de corte observando, sino el comportamiento físico y mecánico de la madera varía en cada una de las tres direcciones, un fenómeno conocido como anisotropía. Debido a esta característica, se dice que la madera es un material anisotrópico.

Las secciones transversales son de gran importancia para los especialistas, ya que en esta sección se puede recolectar la mayor cantidad de información necesaria para la descripción e identificación de las especies de madera.

Las secciones longitudinales, que son aquellas paralelas al eje del árbol, son las que se observan comúnmente en la madera cuando se utiliza. (Vargas, 1987)

1.7 PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA.

En el ámbito macroscópico, las características visibles de la madera son aquellas que se pueden detectar mediante la vista, el olfato, el tacto y el gusto. Por esta razón, se conocen como características organolépticas. Este término incluye las siguientes definiciones. (Gimenez, Moglia, Hernandez, & Gerez, 2000)

1.7.1 Grano

Es una característica organoléptica referida a la dirección que tienen los elementos anatómicos (vasos, fibras, traqueidas, parénquima, etc.) con respecto al eje longitudinal, del tronco. Se observa en la sección radial o tangencial de la pieza de madera.

El comportamiento físico y mecánico de la madera está influenciado por el tamaño de sus elementos constitutivos, lo cual es especialmente importante en la industria del

mueble, ya que facilita operaciones como el torneado, lijado y barnizado. La homogeneidad del grano también afecta ciertas operaciones de transformación, especialmente el corte. Según (Gimenez, Moglia, Hernandez, & Gerez, 2000) tipos de grano pueden ser:

Grano recto: ocurre cuando los elementos leñosos forman ángulos rectos con el eje del árbol.

Grano oblicuo: se da cuando los elementos leñosos están orientados de manera paralela al eje del árbol.

Grano entrecruzado: se presenta cuando los elementos leñosos tienen direcciones alternas u opuestas, lo que dificulta la separación de la madera.



Imagen 16 Tipos de granos

1.7.2 Brillo

El lustre depende de la capacidad de la pared celular de reflejar la luz; en general, las caras radiales dan mejor lustre que las tangenciales. El brillo natural de la madera tiene poca importancia desde el punto de vista industrial, pues con el pulimentado y barnizado se consiguen, según convenga. (Maguiña, 2008)

1.7.3 Color

El color de la madera se debe básicamente a los extractivos que se encuentran en el interior de las células leñosas. 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. (Maguiña, 2008)

Generalmente, la albura y el duramen presentan diferencias de color; sin embargo, en algunas especies de madera, esta distinción no es evidente. Además, el color de la madera puede variar según su contenido de humedad, diferenciándose entre madera fresca y madera seca.

1.7.4 Olor

El olor puede servir para diferenciar las diversas especies de madera. Algunos tienen un olor muy agradable. El olor a veces denota el buen o el mal estado de la madera. A menudo una alteración de fibras por descomposición va acompañada de olor desagradable. Existen maderas que poseen olores característicos 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. (Gimenez, Moglia, Hernandez, & Gerez, 2000)

1.7.5 Sabor

El sabor de la madera está determinado por la presencia de ciertas sustancias en las células de la madera. Es importante usar el sabor con precaución para la identificación, ya que algunas especies de árboles contienen sustancias tóxicas que pueden causar reacciones alérgicas en los seres humanos. Estas sustancias pueden incluir alcaloides, glucósidos y otros compuestos químicos que, aunque útiles para la identificación de la especie, representan un riesgo potencial para la salud si no se manejan adecuadamente. (Maguiña, 2008)

1.7.6 Textura

La textura se refiere al tamaño y distribución de los elementos celulares dentro del crecimiento anual de la madera. Para evaluar la textura, se observa la sección transversal de la madera, permitiendo clasificarla en tres tipos: gruesa, mediana y fina. Una madera tiene textura gruesa cuando uno o más elementos anatómicos son fácilmente visibles; textura fina cuando estos elementos tienen poca visibilidad, dando una apariencia homogénea; y textura mediana, que es intermedia entre las texturas fina y gruesa.

1.7.7 Veteado o Figura

(Maguiña, 2008) El veteado se refiere al patrón visible en las superficies longitudinales de la madera. Hay dos tipos principales de dibujos producidos por el veteado:

Cuarteado: Presenta líneas paralelas más oscuras que el resto de la madera, originadas por las maderas tardías y visibles al cortar la madera en planos longitudinales radiales.

Floreado: Muestra un patrón irregular, ondulado y piramidal, también formado por las maderas tardías, que aparece al cortar la madera en un plano longitudinal tangencial paralelo al eje del tronco y a los anillos de crecimiento cónicos.

La intensidad del veteado depende de la diferencia de color entre la madera temprana y tardía, distinguiéndose tres tipos: pronunciado, suave y liso. (Gimenez, Moglia, Hernandez, & Gerez, 2000)

CAPÍTULO II
MATERIALES Y METODOS

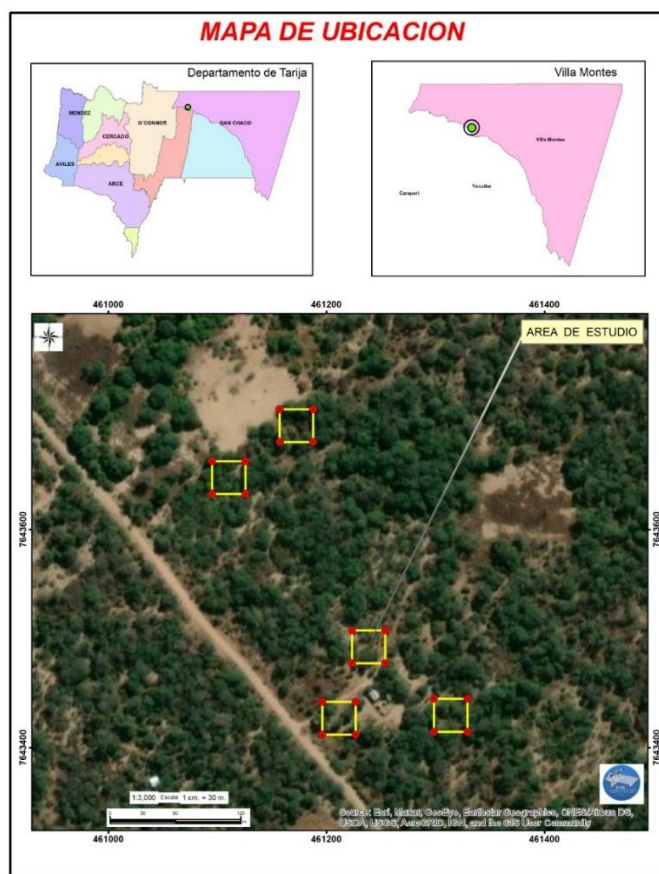
2.1 DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1.1 Localización

La extracción de la muestra se realizó en el municipio de Villa Montes más concretamente en la comunidad de Ibopeite.

2.1.2 Accesibilidad

Villa Montes se encuentra a una distancia de 251 km por carretera al este de Tarija, la capital del departamento.



Mapa 1 Ubicación de la zona de estudio

2.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA

2.2.1 Clima

El clima depende en gran medida del relieve y de su variación altitudinal, que va desde los 262 msnm en el extremo sudeste (Esmeralda), hasta cerca de los 2.000 msnm, en la cordillera del Aguaragüe en el extremo oeste, diferenciándose 2 pisos altitudinales: Piso basal o de baja altitud (0-500 msnm) y submontano (500-1500 msnm), de acuerdo al estudio FAO-UNESCO, 1973, adaptado para Bolivia (ZONISIG-APDS, 2011)

2.2.2 Relieve

Presenta un relieve ligeramente ondulado, constituido por una superficie llana con depresiones, con una elevación que oscila entre 350 a 500 msnm. Suelo de textura franco-limosa, depósitos coluviales y fluviales con pocos niveles de salinidad, buena distribución de nutrientes, ligero grado de erosión

2.2.3 Flora y Fauna

2.2.3.1 Flora

La vegetación, corresponde a una formación de monte xerofítico y natural del chaco, con una diversidad de especies y un considerable potencial forestal.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Vegetación arbórea	
Orco molle	<i>Bumelia obtusifolia</i>
Palo zapallo	<i>Pisonia sapallo</i>
Chañar	<i>Geoffraea decorticans</i>
Tipa colorada	<i>Pterogyne nitens</i>
Roble	<i>Amburana cearensis</i>
Mistol	<i>Ziziphus mistol</i>
Palma negra	<i>Copernicia australis</i>

Urundel	<i>Astronium urundeuva</i>
Algarrobo negro	<i>Prosopis nigra</i>
Vinal	<i>Prosopis ruscifolia</i>
Cala pierna	<i>Cochlospermum argentinense</i>
Cedro	<i>Cedrela balansae</i> , C.
Mora	<i>Chlorophora tintoria</i>
Timboy o pacara	<i>Enterolobium contortissiliquum</i>
Quina blanca	<i>Lonchocarpus lilloi</i>
Perilla o palo amarillo	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>
Quebracho colorado	<i>Schinopsis</i> sp.
Quebracho blanco	<i>Aspediosperma quebracho</i>
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
Quina	<i>Miroxylon peruiferum</i>
Mora chaqueña	<i>Maclura tinctoria</i> L.
Guayacan o algarrobilla	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>
Cebil colorado	<i>Piptamedia macrocarpa</i>
Palo borracho	<i>Chorisia insignis</i>
Orco quebracho	<i>Schinopsis marginate</i>
Palo blanco	<i>Calycophyllum multiflorum</i>
Algarrobo	<i>Prosopis alba</i>
Tipa	<i>Tipuana tipu</i>
Lapacho	<i>Tabebuia ipe</i>
Yuchán	<i>Chorisia insignis</i>
Caspi zapallo	<i>Pisonia sapallo</i>
Vegetación arbustiva	
Porotillo	<i>Capirisretusa</i>

Sacha sandia	<i>Capparis</i> sp.
Brea del agua	<i>Parkinsonia aculeata</i>
Ciperacea	<i>Cyperus</i> sp.
Isacallante	<i>Mimozanthus infesta</i>
Tusca	<i>Acacia aroma</i>
Taquillo	<i>Prosopis</i> sp.
Caraguata	<i>Bromelia</i> sp.
Choroque o Duraznillo	<i>Ruprechtia triflora</i>
Tala	<i>Celtis spinosa</i>
Coca de cabra	<i>Capparis retusa</i>
Sombra de toro	<i>Acanthosyris falcata</i>
Palo mataco	<i>Achatocarpus microcarpa</i>
Palo brea	<i>Cercidium australe</i>

Tabla 1 especies forestales en Villa Montes (Prefectura del departamento de Tarija, 2006)

2.2.3.2 Fauna

Por las características ecológicas el municipio de Villa Montes, presenta una variada e importante riqueza faunística y de vida silvestre, cuyas especies más importantes se señalan a continuación

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO
Mamíferos	
Mono de 4 ojos	<i>Aotus trivirgatus</i>
Silbador San Martín	<i>Cebus apella</i>
Tejón, Coatí	<i>Nasua, nasua</i>
Puma	<i>Felis concolor</i>
Hormiguero tomandua	<i>Tomandua tetradactyla</i>
Comadreja, carachupa	<i>Didelphis olbiventris</i>

Tatu Pejichi	<i>Priodontes maximus</i>
jochi pitao	<i>Agouti paca</i>
Aves	
Paraba militar (loro)	<i>Ara militaris</i>
Lechuza – búho	<i>Tyto alba</i>
Hornero – tiluchi	<i>Furnarius rufus</i>
Peces	
Sábalo	<i>Prochilodus lineatus</i>
Surubí	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>
Palometa	<i>Serrasalmus rhombeus</i>
Dorado	<i>Salminus maxillosus</i>

Tabla 2 fauna en el municipio de Villa Montes (Prefectura del departamento de Tarija, 2006)

2.2.4 Aspectos Socioeconómicos

La principal actividad económica del Municipio es la producción hidrocarburífera que está en manos de empresas transnacionales. La agricultura es el segundo rubro productivo, con cultivos de maíz, soya, tomate, papa y cítricos. En los distritos indígenas, la producción agrícola es muy reducida, siendo destinada principalmente al consumo doméstico. La producción agrícola tropieza con problemas de comercialización, falta de asistencia técnica, fluctuaciones de los precios y falta de sistemas adecuados de conservación y almacenamiento.

Otra actividad productiva es la artesanía en base a madera, corteza de árboles y fibras vegetales, con productos como muebles, cestos, canastas, sedas, bolsos, hamacas, redes, etc., actividad realizada principalmente por los Weenhayek.

2.2.5 Población

El municipio de Villa Montes actualmente cuenta con una población de 55.704 habitantes según el instituto nacional de estadística (INE.) 2022

2.3 MATERIALES Y METODOS

2.3.1 Materiales de gabinete

- Computadora
- Material de escritorio
- Impresora
- Marcadores

2.3.2 Materiales de equipo y campo

- Flexómetro
- Motosierra
- Cuerda
- Equipo fotográfico
- Machete
- Planillas
- Eclímetro brújula
- GPS

2.3.3 Material vegetal

- Madera de Mora (Maclura tinctoria)

2.3.4 Material de aserradero

- Sierra sin fin
- Cepillo
- Flexómetro

- Escuadra
- Tiza
- Martillo
- Libreta de apuntes
- Sierra mecánica

2.3.5 Material de laboratorio

- Solución de alcohol (95°).
- Solución de Safranina al 1% en alcohol de 95%
- Microscopio
- Lupa de mano
- Microtomo de deslizamiento plano
- Microtomo 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

2.4 METODOS

La metodología a emplearse en la presente investigación es cualitativa.

2.4.1 Método de Investigación

Se utilizará un enfoque descriptivo con un diseño de investigación cualitativo, que se basa en la observación en diferentes cortes de la madera con diferentes instrumentos de observación en diferentes estados de la madera (verde y seca al aire).

2.4.2 Técnicas y Normas empleadas

Para ensayos Anatómicos, en base a lo establecido, las muestras tendrán las condiciones y dimensiones adecuadas en los que se realizaron los respectivos estudios.

Las normas utilizadas son:

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

2.4.3 Selección y Recolección de las muestras

El procedimiento de selección y recolección de la muestra se basó en el sistema al azar como recomienda la norma COPANT 458 de manera que todos los componentes (zona, sub zona, árbol.) tengan la posibilidad de ser elegidos.

Este sistema comprende las siguientes etapas:

- Definición de la población
- Selección de la zona
- Selección de los arboles
- Selección de las trozas
- Selección de las viguetas dentro de la troza
- Obtención de las probetas dentro de las viguetas
- Codificación de las probetas

2.4.4 Definición de la población

Para determinar las propiedades anatómicas de la Mora chaqueña (*Maclura tinctoria* L.), se establecieron las características de cada individuo dentro de la población, tales como su altura, diámetro a la altura del pecho y otros atributos.

2.4.5 Selección de la zona

En la zona perteneciente al municipio de Villa Montes, departamento de Tarija, se extrajeron los árboles teniendo en cuenta la representatividad de la especie en cuanto a sanidad y calidad de los individuos.

2.4.6 Selección de los arboles

Se instalaron 5 parcelas, se seleccionó 1 árbol por parcela haciendo un total de 5 árboles, considerando la sanidad, un buen fuste y diámetro a la altura del pecho.

2.4.6 Colección del material

Se realizo el apeo, desramado; luego se dividió el árbol en secciones de 1.30 metros de longitud, obteniendo una troza de cada árbol, se cortó de la parte basal, media y alta; haciendo la codificación de los árboles.

2.4.7 Extracción de las trozas

Se dividió cada árbol en tres secciones, siendo cada sección codificada con pintura según su parte correspondiente dentro el árbol, desde la base hacia la parte superior del fuste, ya que esto me permitió identificar rápidamente las trozas al momento de transportarlas al aserradero. Las trozas se elegirán por sorteo.

2.4.8 Tratamiento profiláctico

Una vez obtenidos los tablones centrales en el aserradero, se limpió el aserrín para evitar el ataque de insectos u hongos, con los diferentes tratamientos como recomienda la norma.

2.5 MUESTRAS Y DIMENSIONES DE LAS PROBETAS

2.5.1 Características Generales Macroscópicas y organoléptica

Las principales propiedades organolépticas de la madera constituyen el gusto la textura, olor y aspectos visuales.

2.5.1.1 Muestras y Dimensiones

1. 5 rodajas de 10 cm de espesor con corteza.
2. 6 cubos de madera de 5 cm y 3 cm de lado que presentan las secciones tangenciales, radial y transversal perfectamente orientadas, de cada árbol.
3. 6 muestras de xilotecas de 15 cm de longitud, 10 cm de ancho, 2 cm de espesor, (sección radial y tangencial) por cada árbol.



Foto 1 Probetas y xilotecas usadas para el estudio

2.5.2 Descripción de las características organolépticas

La descripción de las propiedades organolépticas se realizó tanto en condiciones húmedas como secas al aire. Se describieron todos los aspectos de la estructura anatómica que se pueden distinguir a simple vista, siguiendo el mismo orden establecido en la norma COPANT MADERAS 30:1-019 (1974). Las observaciones se llevaron a cabo en cubos de 5 cm de lado, así como en muestras de xilotecas y rodajas de madera, previamente cepilladas, pulidas, humedecidas y oreadas.

2.5.3 Descripción de las Características Macroscópicas

Se prepararon cubos de madera de 5 x 5 cm y de 3 x 3 cm para describir sus características macroscópicas en diferentes planos. Estos cubos se cepillaron y lijaron para obtener una mejor visión, utilizando una lupa de 10X y un binocular de 50X para observar detalles como la porosidad y los tipos de radios, entre otros.

2.5.4 Descripción de las Características Microscópicas

Para la preparación de las probetas se tomó con mucha precaución, la perfecta ubicación de los planos de cortes típicos, para que éstos realizados mediante el micrótopo correspondan exactamente a los cortes transversal, tangencial y radial estos a su vez se codificaron en un recipiente según el corte correspondiente.

2.5.5 Tratamiento de Probetas para el Análisis Microscópico de Madera

2.5.5.1 Tratamiento inicial:

Se considero factores como el contenido de humedad y las características anatómicas de la madera, incluyendo traqueidas, parénquima, células, canales, textura y radios. Estos elementos fueron sometidos a diferentes tratamientos químicos para su estudio.

2.5.5.2 Hidratación:

Las probetas cortadas para el análisis microscópico se sumergieron en agua destilada durante 20 días. El agua fue reemplazada cada cuatro días para mantener condiciones óptimas de hidratación.



Foto 2 Remojo de las probetas

2.5.5.3 Ablandamiento:

Tras la hidratación, las probetas fueron sometidas a un ablandamiento para reducir la resistencia al corte y facilitar la obtención de láminas delgadas mediante el uso de una cuchilla.

2.5.5.4 Obtención de cortes:

El corte de las probetas se realizó con un micrótomomo del Laboratorio de Tecnología de madera de la UAJMS. Se obtuvieron láminas de las secciones tangencial, transversal y radial, con un espesor aproximado de 30 micras. La calidad del corte dependió delafilado de las cuchillas, el cual fue fundamental para lograr láminas precisas y claras.



Foto 3 Obtención de cortes del micrótomomo

2.5.5.5 Coloración de cortes:

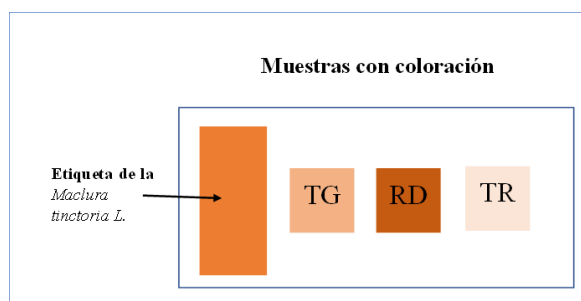
Las láminas seleccionadas, previamente lavadas y clasificadas según sus secciones, se trataron en tres fases utilizando agua, alcohol al 70% y safranina para su coloración. Este proceso permitió resaltar las estructuras anatómicas de la madera.



Foto 4 Pigmentación de los chips

2.5.5.6 Montaje de cortes:

Las láminas, tanto coloreadas como sin coloración, se montaron en portaobjetos y se cubrieron con cubreobjetos fijados cuidadosamente. Cada muestra fue codificada según el tratamiento aplicado, asegurando la separación por secciones tangencial, transversal y radial.



2.5.5.7 Afilado de cuchillas:

El afilado de las cuchillas se realizó siguiendo un manual específico disponible en el laboratorio, garantizando cortes de alta calidad para observaciones microscópicas detalladas.



Foto 5 Afilador de las cuchillas

2.5.5.8 Obtención de microfotografías:

Las láminas secas fueron analizadas bajo un microscopio y fotografiadas en las tres secciones principales: tangencial, transversal y radial. A partir de estas imágenes se elaboró una descripción detallada de cada estructura observada.

2.5.5.9 Medición de elementos anatómicos:

Se llevaron a cabo múltiples mediciones de elementos como la longitud y diámetro de fibras traqueidales, canales resiníferos y puntuaciones, utilizando un microscopio binocular para obtener datos precisos.

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

3.1.1 Color



Duramen: en húmedo pudimos observar un color amarillo rojizo, en seco al aire se torna color pardo rojizo

Albura: la albura en verde tiene un color blanco amarillento, en seco al aire agarra un color blanquecino

3.1.2 Transición de albura a duramen

La transición cambia abruptamente

3.1.3 Alteraciones de color

No se notaron alteraciones de color

3.1.3 Sabor

En estado húmedo presenta un sabor amargo picante. Una vez seca al aire la madera no presenta ningún tipo de sabor

3.1.4 Olor

En estado verde presenta un olor no definido, en estado seco al aire deja de presentar olor

3.1.5 Lustre o brillo



En estados verde la madera presenta un brillo medio, en estado seco al aire el brillo aumenta a medio-intenso

3.1.6 Albura



Angosto: con máximo de 4 cm y un mínimo de 1 cm; midiendo las 5 rodajas se encuentra una media de 3 cm de espesura

La albura representa un 5% del total la madera

3.1.7 Duramen

Presenta una forma excéntrica debido a la pendiente del terreno

3.1.8 Anillos de crecimiento

Los anillos de crecimiento son visibles a simple vista

Diferenciado con bordes claros

3.1.9 Número de anillos por cada 5 cm



Tiene un promedio de 16 anillos de crecimiento

Presenta un espesor de 2 a 3 milímetros

3.1.10 Veteados o figura



3.1.11 Grano



Presenta un grano oblicuo

3.1.11 Textura



Presenta una
textura fina

Por visibilidad:

No son visibles a simple vista y difícil con lupa de 10 x

Por uniformidad de textura:

Presenta una textura Heterogénea

3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS

3.2.1 Poros

3.2.1.1 Distribución



Presenta una distribución difusa

3.2.1.2 Concentración

No cambia con relación a los anillos de crecimiento

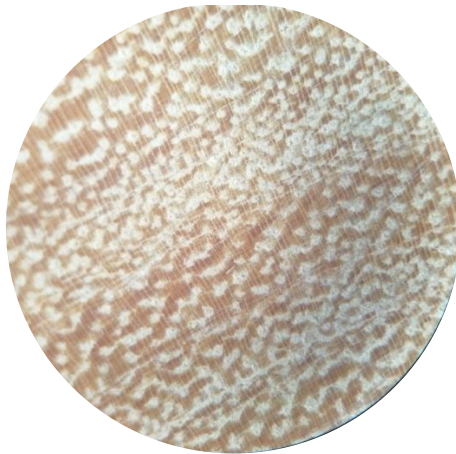
3.2.1.3 Distribución

Se distribuyen en solitario

3.2.1.4 Tamaño

Tiene un tamaño mediano que puede ser visible con lupa de 10x

3.2.1.5 Forma



Tienen forma oval

3.2.1.6 Contenido



Presenta un contenido de tilosis y sustancias orgánicas.

3.2.2 Parénquima

No pueden ser observados a simple vista o con una lupa de 10x

3.2.3 Radios

No pueden ser observados a simple vista o con una lupa de 10x

3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

3.2.1 Poros

3.2.1.1 Tamaño: diámetro tangencial



Tiene un tamaño mediano de 101 a 200 μm midiendo 150 μm de promedio

3.2.1.2 Longitud de los elementos vasculares

Son cortos a medianos midiendo 160 a 400 μm con un 280 μm de promedio

3.2.1.3 Platinas de perforación

3.2.1.3.1 Inclinación

Presenta una inclinación horizontal de tipo de perforación simple ubicada en la sección tangencial con contenido de tilosis.



3.2.2 Punteado intervascular

3.2.2.1 disposición



Presenta una disposición alterna en la sección tangencial

3.2.2.2 Forma de las punteaduras

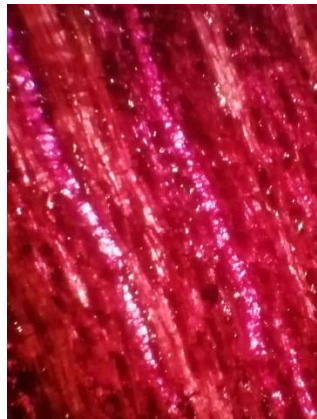
De forma ovaladas

3.2.5 parénquima:



Presenta un parénquima paratraqueal en bandas irregulares en la sección transversal

3.2.6 Radios



Presenta radios multiseriados en la sección tangencial

3.2.6.1 Altura: numero de células

de 3 a 20 células

3.2.6.2 Ancho: numero de células

De 1 a 5 células

Tamaño de hasta 600 μm

3.2.6.3 En la sección radial y tangencial

Radios heterogéneos tipo II y III

3.2.7 Fibras

3.2.7.1 Dimensiones

Presenta una dimensión mediana de 901 a 1600 μm con promedio de 1250,5 μm

3.2.7.2 Diámetro total

Grueso espesor de pared

3.2.7.3 Forma

Punteaduras simples y fibras no septadas

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Con base en los estudios realizados sobre la madera de Mora chaqueña proveniente del municipio de Villa Montes, en el departamento de Tarija, se analizaron sus características organolépticas y anatómicas de acuerdo a las normas COPANT Maderas N.º 30:1-19 (mayo de 1974). A partir de este análisis, se llegó a las siguientes conclusiones:

Descripciones organolépticas.

El corte transversal revela a simple vista que el color de la madera:

El duramen es color amarillo rojizo en estado verde y en estado seco al aire pardo rojizo y la albura blanco amarillento en estado húmedo y blanquecino en estado seco al aire. Se evidencia mediante el gusto y el olfato, que la madera es de un sabor amargo picante en estado húmedo y en estado seco al aire no presenta sabor; presenta un olor no determinado en estado verde y sin olor en estado seco al aire.

En estado verde la madera presenta un brillo medio en cual aumenta a medio-intenso una seca al aire. Respecto a la transición entre albura y duramen, se evidencia abruptamente, siendo la albura tiene un espesor de 3 cm en promedio, 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 oblicuo y textura fina. La uniformidad de la textura es heterogénea.

Descripciones macroscópicas.

La madera presenta una distribución difusa de poros de tamaño mediano, los cuales son difícilmente visibles únicamente con la ayuda de la lupa de 10x. La concentración de estos poros se mantiene constante en relación con los anillos de crecimiento. Su forma oval. Además, estos se presentan de manera solitaria.

Asimismo, la madera contiene tilosis y sustancias orgánicas.

En cuanto al parénquima y los radios no pueden ser observados a simple vista ni con los instrumentos como la lupa 10x y el estereoscopio

Propiedades microscópicas.

Poros: los vasos-poros son de tamaño medianos, midiendo 135 μm . de longitud corto a medianos, con una perforación simple e inclinación horizontal; y una disposición alterna con contenido de sustancias orgánicas. Presentan parénquima Paratraqueal en bandas irregulares.

Radios: se presenciaron radios multiseriados, con dimensiones de hasta 600 μm , y clases de radios heterogéneos.

Fibras: presenta una dimensión mediana con forma de punteaduras simples y fibras no septadas.

En conclusión, por la dureza y la durabilidad de la madera pueden usarse en durmientes y pisos como por ejemplo entablonados de alto tráfico debido a su resistencia, así como también para parquet gracias a su color intenso y veta atractiva, pero por su dureza se requiere herramientas especializadas; como también se pueden realizar muebles y ebanistería debido a la buena trabajabilidad que posee.

4.2 Recomendaciones

Tras la conclusión de esta investigación, se presentan las siguientes recomendaciones basadas en los resultados obtenidos:

- Se sugiere el uso de la madera de esta especie en trabajos de carpintería, debido a su facilidad de trabajabilidad como lo menciona en la tesis (Sánchez, 2022) “tiene una buena trabajabilidad en el maquinado, del lijado, regular en cepillado”. Y al atractivo veteado y el lustre que posee.
- Por la densidad básica que presenta $0,81 \text{ gr/cm}^3$ lo cual nos dice que es una madera pesada mencionada en la tesis (Elder, 2024). Es recomendable en el uso de durmientes ya que presenta una gran resistencia.
- Para futuras investigaciones sobre esta especie, se recomienda disponer del tiempo necesario para llevar a cabo un estudio completo tanto en estado húmedo como seco, ya que, debido a su dureza, la madera tarda en perder humedad.
- Se aconseja llevar a cabo nuevas investigaciones utilizando ejemplares de la misma especie provenientes de distintas regiones del departamento, con el fin de comparar sus características. Asimismo, se recomienda que estos estudios sean difundidos a través de nuestra institución académica

