

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. TIPOS DE BOSQUES EN BOLIVIA

El país posee una diversidad de bosques, desde los de grandes altitudes hasta los de tierras bajas tropicales, y desde bosques típicos de zonas con intensas precipitaciones hasta donde la precipitación es escasa.

Para describir los recursos forestales de Bolivia con relación a la producción maderera, se consideró conveniente adoptar una clasificación sencilla de los tipos de bosques del país. Según (ITO-CONSEJO INTERNACIONAL DE MADERAS TROPICALES, 1996), en esta clasificación se distinguen cinco tipos de bosques.

1.1.1. BOSQUE SIEMPRE VERDE Y HÚMEDO EN TIERRAS BAJAS

Ésta constituye el principal tipo de bosque de los departamentos de Pando, Beni, parte de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, éste suele desarrollarse en planicies aluviales o en terrenos ligeramente ondulados, por debajo de los 500 m.s.n.m., sus precipitaciones anuales oscilan entre los 1300-2300 mm. con una estación seca de dos a tres meses al año y una temperatura media anual de 25° C, la vegetación es muy diversa, predominando las especies siempre verdes (*Calohyllum brasiliensis*, *Virola sp.*, *Hevea brasiliensis*, *Bertholletia excelsa*, *Switenia macrophylla* y *Hura crepitans*).

1.1.2. BOSQUE HÚMEDO TROPICAL

Este es el tipo de bosque más importante desde el punto de vista comercial, aproximadamente el 80% de la madera extraída de Santa Cruz proviene de esta formación boscosa. El mismo que presenta una topografía plana con una altitud promedio de 300 a 400 m.s.n.m. y una precipitación promedio anual de 1200 a 2000 mm. mientras que la temperatura media es de 24° C, este bosque es alto y heterogéneo constituido por más de 100 especies maderables.

1.1.3. BOSQUE SEMIHÚMEDO BAJO

Este tipo de bosque denominado de transición, está situado en una zona de planicies intercaladas con colinas, la topografía es casi plana con ondulaciones y colinas en la parte central, la altitud media oscila entre los 350 y 400 m.s.n.m.

La formación tiene una precipitación media anual de 900 a 1200 mm., la temperatura media anual es de 24° C. Las principales especies presentes en este tipo de bosque son las siguientes: *Switenia macrophylla*, *Astronium urundeuva*, *Cordia sp*, *Amburana caerensis*, *Machaerium sp.*, *Orvignia phalerata*, *Chinopsis sp.*

1.1.4. BOSQUE SEMIHÚMEDO MONTAÑOSO

Este bosque es parte de la formación boscosa Tucumano-Boliviana que se extiende desde Santa Cruz hasta la provincia de Catamarca en la República Argentina. Las especies predominantes en el alto montano hasta los 2000 m.s.n.m. son: *Alnus acuminata*, *Myrcianthes sp.*, *Podocarpus parlatorei* y en el piso submontano predominan *Tabenuia sp.* y *Cedrela lilloi*.

1.1.5. BOSQUE SEMIÁRIDO BAJO

Comprende una zona boscosa de monte bajo, su altitud varia desde los 350 hasta los 1000 m.s.n.m. con una precipitación media anual de 500 a 1000 mm. y una temperatura media anual de 20° C. Las principales especies presentes en esta formación son: *Chinopsis haenkeana*, *Aspidosperma quebracho blanco*, *Zizipus mistol*, *Caesalpineas paraguayensis*, *Prosopis alba*, *Chorisia insignis*.

1.2. RECURSOS FORESTALES

En 1980 en el país existían aproximadamente 564.000 Km² de bosques, (55,8 millones de Has) o sea que más del 51 % del territorio nacional estaba cubierto por superficie boscosa, contando con un potencial de 850 millones de m³, de estos el 47 % se encontraba localizado en el departamento de Santa Cruz, el 18 % el departamento de el Beni, el 11 % en Pando, el 11 % en la Paz y el 13 % restante en los departamentos de Cochabamba, Tarija y Chuquisaca.

Sin embargo, los bosques de Bolivia fueron disminuyendo paulatinamente a causa de la deforestación por el cambio del uso de la tierra, principalmente en los bosques húmedos. Para entonces la superficie deforestada anualmente alcanzaba a 70.000 Has. 60.000 Has. En bosques densos y 10.000 Has. en bosques chaqueños. (FAO-PNUMA, 1980).

1.2.1. PRODUCCIÓN FORESTAL

Bolivia se caracteriza por ser un país con un potencial forestal muy alto, ya que el 51 % de su superficie total está cubierta por seis tipos diferentes de bosques, donde se encuentran más de un centenar de especies nativas maderables, 55 de ellas en actual explotación.

A nivel nacional, la explotación forestal se ha caracterizado por ser selectiva, concentrada en unas cuantas especies como el cedro, roble, quina, las que son de mayor valor económico.

Pese a que la explotación selectiva fue intensa, el aprovechamiento forestal ha sido bajo, llegando apenas a un rendimiento de 0,022 m³ de madera por hectárea (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente).

1.2.2. EXPLOTACIÓN Y APROVECHAMIENTO FORESTAL

El aprovechamiento del bosque es una de las varias actividades humanas, que causan perturbaciones a los recursos naturales y al medio ambiente, las cuales pueden tener consecuencias ecológicas, económicas y sociales cuando las operaciones son ejecutadas sin la utilización de criterios de sostenibilidad (Miranda, 1993).

Debido a la naturaleza, el aprovechamiento siempre producirá algún daño al ecosistema forestal y su intensidad es influida por el método utilizado, ya sea por empresas madereras como por colonizadores. Por tanto, deben tomarse las medidas adecuadas para minimizar los efectos negativos y rehabilitar las zonas dañadas, asegurándose éstas para futuras generaciones. Para facilitar la planificación de estas actividades, los efectos de aprovechamiento tienen que ser evaluados (Soerianegara, 1978).

En Tarija se presenta similar o peor situación que a nivel nacional ya que los empresarios madereros y comunarios del lugar practican un aprovechamiento inadecuado como el cuartoneo, método que permite una gran pérdida en el volumen comercial, este procedimiento se realiza debido a la topografía del bosque que es muy accidentada, por lo que se trata de optimizar el transporte de la madera, dejando de lado los criterios técnicos que se deben cumplir.

Si a estos problemas se añade, que las especies aprovechadas tardan varios años en su regeneración y más aún que el desarrollo de su madera, tiene una elaboración simple en el aserrado donde un 30 - 40 % se convierte en desperdicio. (Aquino, 1999) se puede decir que se debe dar un mejor uso al recurso forestal de nuestros bosques, asignándole un valor agregado a los productos que se obtengan de éste, para incrementar los beneficios.

De acuerdo a los estudios de ERTS – GEOBOL 1978, los bosques y tierras forestales disminuyeron aproximadamente un 30 %, los que fueron destinados a la expansión de la actividad agrícola y pecuaria por colonizadores e instituciones, dando lugar en muchos casos a bosques degradados, suelos erosionados y desaparición total de la biomasa por las quemadas.

Actualmente los bosques naturales todavía cubren una extensa área que en conjunto constituyen 33.574.575,39 Has. lo cual representa el 30,15 % del territorio nacional (Superintendencia Forestal, 2000).

1.3. CLASIFICACIÓN DE LAS ZONAS FORESTALES

El área boscosa del país se puede clasificar de acuerdo con el tipo de bosque por departamento y por su uso actual o potencial. Por ejemplo López (1993), citado por (ITO-CONSEJO INTERNACIONAL DE MADERAS TROPICALES, 1996), menciona las siguientes áreas por departamentos:

ÁREA BOSCOSA DEL PAÍS POR DEPARTAMENTO

Departamento	Sup. total (Millones de Has.)	Sup. Boscosa (Millones de Has.)	Sup. Bajo contrato de aprov. (Millones de Has.)
Beni	21.36	10.51	4.14
Cochabamba	5.56	2.02	0.34
Chuquisaca	5.15	1.78	0.17
La Paz	13.40	6.13	3.32
Pando	6.38	6.08	
Santa Cruz	37.06	27.07	14.26
Tarija	3.76	2.65	0.29
Potosí	11.82		
Oruro	5.36		

1.3.1. DIMENSIÓN Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

El departamento de Tarija, como parte del territorio nacional cuenta con una extensión superficial de 37.623 Km², en la cual la superficie boscosa cubre 17.800 Km², la cual representa el 47.3 % de la superficie departamental (CDF-TARIJA, 1992)

Estos bosques corresponden a dos formaciones fitogeográficas dominantes que se conocen como la selva Tucumano-Boliviana y el bosque chaqueño. Existen otras formaciones de transición y una que comprende la etapa alto-andina semiseca con arbustos, pastos y árboles. Cada formación corresponde a una fisiografía diferente.

1.3.1.1. Selva Tucumano-Boliviana

Se extiende desde los 800 hasta los 3000 m.s.n.m. entre un conjunto de serranías paralelas del subandino con diferentes grados de disección, formando numerosos valles secos y húmedos coluvioaluviales. Esta unidad fisiográfica aproximadamente cuenta con 15.462 Km². abarca desde fuerte por el norte y el cerro alto minas por el sud hasta el pie de monte de la serranía del Aguarague. Posee un clima variado desde húmedo,

subhúmedo seco templado, con precipitaciones desde los 750 hasta los 1280 mm. y una temperatura media anual de 23° C (CDF-TARIJA, 1992).

El bosque es alto, llega hasta los 25 metros, con árboles emergentes que alcanzan los 30 metros y contiene una variedad de hábitat a lo largo del gradiente altitudinal.

Entre las especies más sobresalientes tenemos al Cedro (*Cedrela balansae*), el Nogal (*Juglans australis*), Lapacho negro (*Tabebuia ipe*) y Quina colorada (*Miroxilon periuferum*). (Brosovich, 1992).

1.3.1.2. Bosque Chaqueño

Este bosque comprende a su vez a la llanura chaqueña y el bosque serrano chaqueño.

• Llanura chaqueña

Se extiende desde el pie de monte del aguarague, con una superficie aproximada de 11.980 Km², de topografía plana, posee un clima semiárido, con precipitaciones que no sobrepasan los 490 mm. anuales y una temperatura media anual de 23° C.

• Bosque serrano chaqueño

Este bosque ocupa las últimas estribaciones del sistema subandino sur, existen serranías, profundos valles y laderas muy pronunciadas que suben hasta los 1500 metros en las primeras serranías andinas. Los datos climáticos nos indican precipitaciones de aproximadamente 800 mm. y una temperatura entre los 19° y 24° C (Morales, 1990)

El bosque es deciduo y contiene especies de la llanura chaqueña tales como la Cacha (*Aspidosperma quebracho blanco*) y el Taboroche (*Chorisia insignes*).

1.4. INVESTIGACIÓN E IMPORTANCIA DE LA ANATOMÍA DE LA MADERA

La identificación de la madera es posible mediante el análisis y el reconocimiento de sus elementos anatómicos, lo cual permite distinguir la madera de la misma familia y especie del mismo género (Rico, 1974).

Para posibilitar el estudio de características anatómicas con respecto a su evaluación se han propuesto claves y guías, por ejemplo las normas COPANT para su estudio macroscópico y microscópico.

Las investigaciones anatómicas evidencian que la variabilidad que presenta la madera en una misma especie, o en el mismo árbol, están relacionadas con la edad del árbol o con los sitios en donde tiene concurrencia la especie (Rico, 1974, PADT – REDFORT 1974, Berghornn, 1963).

La anatomía tiene importancia para la comercialización de maderas, mediante la identificación anatómica y la elaboración de una xiloteca, que se puede obtener para la identificación precisa de una especie. Esta juega un papel importante en la exportación e importación de maderas involuntariamente confundidas. En todos estos casos la anatomía de las maderas constituye una herramienta de gran utilidad (Pérez, 1983).

La descripción anatómica de la madera se realiza con el fin de elaborar claves para su identificación a base de las estructuras observadas en las secciones transversal, radial y tangencial (PADT – REDFORT 1982).

1.4.1. FACTORES BIOMÉTRICOS DE LAS FIBRAS

Los factores biométricos de las fibras sirven para ver si las especies pueden ser utilizadas para la fabricación de pulpa y papel o para realizar evaluaciones de mezclas de maderas de frondosas tropicales (Navarro, 1976).

Entre los factores tenemos el de Runkel (R) que es la relación entre la pared celular y el diámetro interior de la célula o lumen. Cuanto mayor sea el valor de (R), menos apta será la madera para la fabricación de papel (Burger & Richter, 1991).

El coeficiente de rigidez (CR) es la relación del diámetro interno y la del diámetro externo de la célula, cuanto mayor sea (CR), su valor significa que tiene paredes finas.

En otros factores tenemos la flexibilidad Peteri (P), filtrabilidad y parámetros como la densidad de la membrana celular (dw), los cuales son muy importantes para relacionar

y correlacionar con la resistencia a la tensión y al reventamiento de la hoja (Navarro, 1976).

1.5. ESTRUCTURA DE LA MADERA

La madera como materia orgánica, está formada por una serie de células con diferentes cometidos, que se agrupan en otras tantas clases de tejidos adecuados para desempeñar las diferentes funciones fisiológicas que tiene el árbol vivo.

En general la masa leñosa está compuesta de celulosa y lignina sustancias cuya proporción varía según las especies, pudiéndose determinar que para maderas duras se encuentra el 60% de celulosa y el 40% de lignina; en maderas blandas y coníferas, el 80% de celulosa y el 20% de lignina. (Ibarra, 1992)

1.5.1. SECCIONES TIPO

Un corte efectuado en forma normal al eje del fuste se tiene una sección transversal o normal; si se efectúa paralelo al eje y a distancia constante se obtiene una sección tangencial, y si por último el corte pasa por el eje totalmente tendremos una sección radial o axial. Estas tres secciones nos indican, examinándolas adecuadamente, las características de la madera y las particularidades de cada especie. (Ibarra, 1992)

1.5.2. SECCIÓN TRANSVERSAL O NORMAL

La sección transversal o normal desde afuera hacia adentro a simple vista podemos distinguir la corteza que envuelve totalmente, como un tubo al fuste sirve para recibir las sustancias nutritivas y formar la materia orgánica del crecimiento del árbol, por medio de la parte interior de ésta que se llama líber, que es donde se efectúa el cambio de las sustancias químicas. Albura, es la parte del fuste que sigue al interior inmediatamente después del líber; esta formación es más clara que el resto de la madera, de allí su nombre albura. Se observa que comprende una serie de anillos; cada uno de éstos indica una época determinada de crecimiento, que es anual; es decir, cada

año el líber produce una porción de albura o sámago que se incorpora a la existente en forma de una nueva capa o anillo en toda su periferia.

Se encuentra después de la albura y es la formación más oscura, en casi todas las especies. Las capas de albura, ya más compactas, van dejando pasar cada vez menos líquido, hasta que terminan por lignificarse por completo; desde ese momento el tejido está muerto orgánicamente, y no ejerce función vegetal alguna. La misión específica del duramen es servir de sostén mecánico a todo el árbol, que cada vez es más voluminoso y pesado.

Por último la parte central del duramen es siempre una zona de madera floja y esponjosa, con muchas rajaduras y grietas que corren a todo el largo del fuste; ello es debido a que esta zona se encuentra en la fibra neutra, y en ella, por las continuas flexiones que por efectos del viento soporta el fuste, la masa leñosa sufre y se disgrega. En el corazón aparecen así grietas en forma de estrella de tres o más picos, de tal manera que esa madera resulta inútil.

Del examen de las cuatro partes principales de la sección normal surge la evidencia de que la única parte utilizable de la formación leñosa es el duramen, sin embargo, existen varias especies en las cuales se utiliza la albura

1.5.3. SECCIÓN LONGITUDINAL TANGENCIAL

La conformación de la madera se observa en esta sección de modo general, aparecen los anillos o capas cortadas con ángulos diferentes y como no son en toda su longitud de igual espesor, prestan a la superficie su bello aspecto jaspeado característico. Los vasos que aparecen en la sección normal en forma de poros en ésta toman la de surcos o canales más o menos según, la especie. Los crecimientos de verano y primavera se pueden analizar más fácilmente, y la diferencia de coloración de ellos produce el veteado.

Se advierten también en la masa leñosa, fuera de los canales de los vasos unas manchas brillantes alargadas, que en algunas especies están diseminadas sin orden alguno y en otras dispuestas con orden y estratificadas. Estas manchas nos muestran los cortes

normales de los llamados radios medulares o radios leñosos. Estos radios leñosos están formados por numerosos ases de fibras tubulares colocadas radialmente, y que conducen sustancias. Están formadas por grupos de vasos de tres o más conductos.

1.5.4 SECCIÓN LONGITUDINAL RADIAL

En esta sección podemos observar aun más, claramente las formaciones anuales. Las capas muestran en su espesor real y las variaciones de éstas se manifiestan en los lugares donde nacen las ramas; se juntan disminuyendo el espesor, haciéndose la madera más compacta y dura, y en estos puntos parecería como si se mezclasen los anillos a éstos; a esto, se le llama madera o formación intrincada o enredada. Las formaciones anuales o anillos aparecen en esta sección en forma de bastones longitudinales y paralelos, coloreados en dos tonos, el claro, blando y elástico de la formación de primavera, y el oscuro, duro compacto y más estrecho de las formaciones de verano. (Ibarra, 1992)

1.6. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA

Según Vargas, 1987. Las características organolépticas de una madera se pueden clasificar según las siguientes características:

1.6.1 COLOR

El color de la madera, es de gran importancia desde el punto de vista práctico, por la influencia que ejerce en su valor decorativo.

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

Desde el punto de vista de la identificación de las maderas, el color presenta una importancia secundaria, esta característica se altera con el contenido de humedad; tornándose más oscuro, generalmente, cuando es expuesto al aire debido a reacciones químicas resultantes de la oxidación de componentes orgánicos presentes en el leño, varía también entre el duramen y albura.

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

1.6.2. OLOR

Así como el color, el olor es una característica difícil de ser descrita; algunas maderas presentan un olor típico, cualidad atribuida a la presencia de ciertas sustancias volátiles. Estos materiales, cuando se presentan en una madera se encuentran principalmente depositados en el duramen, donde el olor es más pronunciado. Debido a la volatilidad de estos materiales, el olor disminuye gradualmente mediante su exposición. Por esta razón, el olor se refiere siempre a madera seca y no a húmeda o semi-húmeda donde puede ser muy notorio o rancio debido a las fermentaciones. El olor puede ser resaltado humedeciendo la madera seca.

El olor es una propiedad importante en la utilización de la madera; maderas utilizadas para embalajes de alimentos frescos no pueden tener ningún tipo de olor; en otros casos no se hace necesario tomar en cuenta esta característica, tal es el caso la utilización de cajas de embalaje para cigarrillos.

1.6.3. GUSTO

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

La importancia del gusto está principalmente relacionada a la utilización de la madera, valiendo en este caso lo mismo que fue dicho para el olor; en la identificación, el gusto se constituye en una característica de poco valor, apenas de auxiliar, en algunos casos para realizar el reconocimiento de maderas parecidas.

1.6.4. GRANO

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

Grano Recto o Lineal

Es aquel en el que los elementos constituyentes del leño se disponen más o menos paralelos al eje vertical del árbol o pieza de madera. Además de todo esto se constituye en un factor que contribuye al aumento de la resistencia mecánica, facilita la operación de aserrado y reduce los desperdicios. Por otra parte, este tipo de grano no produce figuras ornamentales especiales.

Grano Irregular

Se refiere a maderas en las que los elementos constituyentes del leño, presentan variaciones de inclinación en relación al eje vertical de la troza o pieza de madera, restringiéndose frecuentemente a la región de los nudos, aunque si presenta nudosidad excesiva se convierte en un defecto serio, porque afecta la resistencia mecánica. Entre el grano irregular se distinguen las siguientes variantes:

Grano en Espiral

Cuando los elementos constituyentes del tronco, se disponen en espiral a lo largo del mismo. La inclinación puede ser tanto hacia el lado derecho como al izquierdo y variar a diferentes alturas en el tronco.

La causa del grano espiral no es totalmente conocida, pero es evidente que entre otros factores, el hereditario juega un papel importante. La presencia asimétrica de nutrientes en el suelo, es también un factor que influye en esta formación.

Grano Entrecruzado

Se refiere a maderas cuyo tejido leñoso, se forma en una distribución irregular, desviándose los elementos constituyentes en diversas direcciones. Este fenómeno parece no afectar mucho la resistencia mecánica de la madera, pero causa problemas de deformaciones durante el secado, además del acabado áspero resultante y dificultades para aserrar maderas.

Grano Ondulado (crespo)

Tipo de grano en el que los elementos constituyentes del Xilema, están cambiando de dirección constantemente, de manera que en un trazo paralelo a ellos, aparece como la línea ondulada en la cara longitudinal.

Surgen fajas más oscuras y claras en las caras longitudinales, debido a la variación en el reflejo de la luz, en la superficie de las fibras. Maderas con grano ondulado presentan superficie arrugada y este tipo de grano puede estar presente al mismo tiempo que el grano entrecruzado, en una misma especie de madera.

Grano Inclinado (oblicuo)

Es el desvío angular, que presentan los elementos constituyentes longitudinales de la madera, con respecto al eje longitudinal de la pieza.

A pesar de los diferentes tipos de grano, en los que los elementos anatómicos se desvían del sentido normal, presentan dificultades de secado, terminado y otras.

Tienen una gran importancia debido a su valor decorativo, por las figuras que producen en las piezas de madera.

1.6.5. TEXTURA

El término textura, se refiere a la impresión visual producida por las dimensiones, distribución y porcentaje de los elementos estructurales en el leño; en las latifoliadas, por los poros, vasos y parénquima axial; en las coníferas por la mayor o menor nitidez de los anillos de crecimiento.

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

- Gruesa
- Media
- Fina
- Muy fina

En el primer caso están incluidas las maderas con poros grandes y visibles a simple vista, parénquima abundante y radios anchos: ejemplo, *Quercus ssp.*

Del último tipo, forman parte aquéllas cuyos elementos son de dimensiones muy pequeñas y se encuentran principalmente distribuidas en forma difusa en el leño, proporcionando a las mismas un aspecto homogéneo y uniforme.

En el caso de las coníferas, la textura se refiere a la proporción o nitidez de las zonas del leño primaveral y otoñal. Cuando el contraste entre las dos zonas es bien marcado, la madera presenta aspecto heterogéneo, puede decirse que es de textura gruesa. Mientras que si el contraste es poco evidente o indistinto, es decir que presenta un aspecto homogéneo, su textura será fina.

1.6.6. BRILLO

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

1.6.7. FIGURA

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

1.7. IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE

La utilización adecuada de las especies madereras en un país puede depender de la posibilidad de una identificación confiable de las especies en las diversas etapas de procesamiento, como árboles en pie, troncos aserrados y como maderas de construcción. Por esta razón el desarrollo de técnicas para la identificación de especies es una parte necesaria del trabajo de utilización de la madera. En el bosque ésta es tarea de un botánico que usa flores, frutos, semillas, cortezas y otras características como el aspecto general y el enramado como medios de identificación.

Conviene también prestar atención a los métodos populares empleados por los trabajadores forestales, si se trata de una especie que haya sido explotada con anterioridad, por lo que se hace una recolección de muestras existentes para complementar la identificación.

En la fase de aserradero es preciso aprender la interpretación práctica dentro de una especie en particular. Sin embargo, ésta puede tener un uso limitado en el sentido que la mayoría de los aserraderos manejan muy pocas especies y, aunque una en especial puede distinguirse de las demás, las técnicas de identificación pueden ser muy útiles para distinguir las de una selección de especies mucho más amplias.

La etapa final consiste en hacer macro y micro exámenes de cada una en un laboratorio tecnológico maderero.

Sin embargo, aunque puede ser muy difícil en algunos casos identificar con precisión la especie de determinada madera, resulta necesario hacerla si a de usarse en una construcción que sigue las técnicas de ingeniería, o si su seguridad debe basarse en su durabilidad.

Todas estas recomendaciones fueron tomadas en cuenta, es así que observadas las características de la especie in-situ y recogidas las muestras botánicas y tecnológicas correspondientes, investigamos y recopilamos los datos bibliográficos que sirven como referencia y corroboración de los resultados obtenidos

1.7.1. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DEL TIMBOY

Reino:	Vegetal
Phyllum:	Telemophytae
División:	Tracheophytae
Sub división:	Anthophyta
Clase:	Angiosperma
Sub clase:	Dicotiledónea
Orden:	Rosales
Familia:	Leguminosas
Sub familia:	Mimosoideae
Nombre científico:	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> Moroni
Nombre común:	Timboy

1.7.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL TIMBOY

En forma natural el *Enterolobium contortisiliquum* Moroni “Timboy” es un árbol de mediano tamaño que llega a medir unos 30 m de altura y hasta 100 cm de d.a.p., cuenta con una copa desplegada, grande, irregular, algo plana con ramas frondosas, fuste cilíndrico y grueso. (H. G. Richter y M. J. Dallwitz)

Corteza:

La corteza externa es escamosa, grisácea, con grietas longitudinales levemente áspera con lenticelas alargadas. Corteza interna fibrosa, de color crema café, un poco pegajosa. **Hojas:**

Alternas, bicompuestas, foliolos opuestos, foliolulos opuestos, asimétricos, mucronados y numerosos, raquis con glándulas.

Flores:

Las flores, de color blanco-verdoso, presentan un breve pedicelo y miden 1,5 cm de largo cuando abiertas. Perianto pubérulo-seríceo. Cáliz gamosépalo; corola tubulosa; ovario multiovulado; estigma pequeño y estambres monadelfos, sobresalientes. Se reúnen en capítulos pedunculados de posición axilar o apical, globosos, con 10-20 flores cada uno.

Frutos:

El fruto es lo más característico de este árbol, de ahí su denominación de “oreja de negro”. Es una legumbre indehiscente, lisa y subleñosa, que mide 4-9 cm x 4-7 cm, con un espesor de 1-1,5 cm. Forma un círculo incompleto con orificio. Color pardo oscuro a casi negro en la madurez. Mesocarpio subcarnoso. Endocarpio septado. Contiene 5-14 semillas ovaladas en una o dos hileras verticales, de color pardo a pardo oscuro, lisas y de tegumento muy duro. Miden 10-12 mm x 6-8 mm.

Ricas en saponinas. La diseminación se efectúa muchas veces a través del agua, ya que el fruto puede flotar.

Plántulas:

Hojas con pinas opuestas, foliolulos opuestos y de mayor tamaño que las hojas de las plántulas adultas.

Floración:

De octubre a enero.

Fructificación:

De enero a abril. Los frutos permanecen en el árbol hasta el invierno.

Distribución geográfica:

La especie “Timboy” se encuentra distribuida desde Brasil meridional, Paraguay, Bolivia, noroeste de Uruguay y norte y noreste argentino. En Argentina se lo encuentra en: la selva de las Yungas o Tucumano-Oranense, creciendo en la parte basal de la selva y en la zona de transición junto a la tipa amarilla (*Tipuana tipu*) son las especies dominantes en la porción meridional de dicha selva; en la región Chaqueña; en la selva misionera y en la selva en galería de los ríos Paraná y Uruguay; llegando naturalmente hasta el Delta y la isla Martín García. Misiones, Corrientes, Chaco, Formosa, Santiago del Estero, Santa Fé, Entre Ríos, Buenos Aires, Salta, Jujuy, Catamarca y Tucumán.

Una especie semiheliófila que requiere suelos húmedos (medianamente higrófila).

Es de amplia distribución en diferentes tipos de bosques, y en nuestro país se la encuentra en los departamentos de Santa Cruz, Beni, La Paz, Tarija y Chuquisaca.

Usos:

Ornamental y forestal. Se ha usado desde hace tiempo en plazas, parques y avenidas por lo majestuoso de su porte y por lo amplio de su copa. El fruto y la corteza contienen saponinas y son usadas para lavar. La corteza contiene de 13 a 22 % de tanino y se usa en curtiembres. Se considera al fruto como abortivo para el ganado vacuno. En Brasil se ha constatado su toxicidad en animales que ingerían cierta cantidad en un período breve.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO 2.1.1.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

a) Límites Territoriales

La comunidad de Chiquiaca se encuentra ubicada al sudeste del departamento de Tarija, en la provincia O'Connor, a una distancia aproximada de 180 Km. de la ciudad capital. (Ver mapa en anexo)

La misma limita: al Norte con el cantón Suaruro, al sud con la provincia Gran Chaco y la Provincia Arce, al Este con la provincia Gran Chaco y al Oeste con el cantón Salinas

b) Latitud y Longitud

La zona de estudio se encuentra ubicada geográficamente entre las coordenadas 20° 51' 57" y 21° 56' 51" en latitud sud y 63° 40' 23" y 64° 25' 6" en longitud oeste. (Ver mapa en anexo)

c) Extensión

La comunidad de Chiquiacá comprende con una extensión territorial de 726,3 Km² aproximadamente, que representa el 13,57 % de la superficie provincial. (Zonisig1999)

d) División Política – Administrativa

La comunidad de Chiquiacá, políticamente cuenta con 5 comunidades, (Pampa Redonda, Loma Alta, Soledad, Saikan, Vallecito los Lapachos), dicho cantón por motivos prácticos se sub.-dividió en tres sectores los mismos que son Chiquiacá Sud, Chiquiacá Centro y Chiquiacá Norte.

e) Demografía

La capital de la provincia O´connor (Entre Ríos) es el único centro poblado, el que cuenta con una población de 2.048 habitantes, de la cual el 59% de la población vive en forma dispersa, agrupadas en cantones y comunidades, tal es caso del cantón Chiquiacá, el mismo que tiene una población de 836 habitantes, que se distribuyen de manera muy dispersa de sus viviendas, lo que dificulta la provisión de servicios básicos. (INE, 2001).

f) Población

La población de la zona de la reserva de Tariquia y sus áreas de influencia está compuesta en su mayoría por colonos provenientes de los valles andinos más templados. La colonización el área comienza con la llegada a Tarija de los españoles, aproximadamente en la segunda mitad del siglo XV, la llegada de la Época Republicana continua acrecentando la colonización a fines del siglo pasado, cuando el ejército inicia una campaña bélica par desalojar a los pobladores nativos (Guaraníes) de la zona tropical y subtropical del sur de Bolivia, como consecuencia de estas acciones, se inicia una colonización del área con características de latifundio, avanzando progresivamente a través de la serranía de Salinas , Valle de Chiquiaca, Río Tarija, Emborozu, Sidras, Tariquia y otras zonas.

La estructura de los valores de la comunidad de Chiquiaca corresponden al de una cultura mestiza con influencia Europea Andina y guaraní. El idioma comúnmente

usado es el castellano, aunque existen algunas personas que utilizan como segundo idioma el quechua o guaraní.

La religión practicada por la mayoría de la gente en la religión es la religión Católica Apostólica Romana, aunque se observa la existencia de algunos grupos cristianos de tipo Evangélico, también se nota la influencia Andina y Guaraní en las creencias, especialmente en la devoción a la Pachamama y a Koquena, la costumbre del uso de la coca con sus propiedades de predicciones, medicinales y mitigadoras.

La concepción con respecto al bosque se hace como un recurso económico susceptible de ser usado ya sea a través de la ganadería, extracción forestal u otra, con el fin de generar dinero. Ésto es corroborado por la observación del uso tradicional que se le da al bosque con la extracción selectiva del cedro (*cedrela fissilis*); la ganadería migratoria sin manejo de pasturas, la agricultura migratoria con la práctica de chaqueos, cada cierto tiempo para habilitar nuevas áreas y el abandono de las ya agotadas. No existe una concepción del recurso como algo sagrado o mítico, como ocurre con el pueblo guaraní, ésto es producto del poco tiempo de vivencia en la zona por parte de la cultura criolla de los colonos, debido a los incentivos que ofrece la cultura moderna de los centros urbanos que cada vez consume mayores cantidades de madera.

2.1.2. ASPECTOS FÍSICOS – NATURALES 2.1.2.1.

Descripción Fisiográfica

a) Altitudes

La fluctuación altitudinal que posee el área de estudio oscila desde los 2.500 m.s.n.m. en las cumbres más altas hasta los 2000 m.s.n.m. en las partes más bajas.

b) Relieve

El relieve ésta constituido por una serie de serranías altas disectadas paralelas, de rumbo norte - sur atravesadas por ríos que forman valles angostos y anchos, éste conjunto pertenece a la faja del Subandino.

Se observa un paisaje Montañosos y Sub Montañoso con declives medios a fuertes, formado por rocas sedimentarias pertenecientes al terciario, que por su particular formación geológica presentan ocasionales bancos de yeso y grandes cuerpos de sal roca. Las cimas de estas montañas son redondeadas y alargadas y sus laderas forman valles cortos y profundos.

También presenta un paisaje de colinas bajas de origen sedimentario con materiales del sistema terciario, cuya topografía varía de ligera a fuertemente ondulada, donde pueden encontrarse algunas mesetas antiguas poco disectadas.

El Pie de Monte está formado por sedimentos de origen glacial, donde existen conglomerados coluviales y coluvio - aluviales de arena grava y piedras redondeadas, presentando un relieve ondulado. (Diagnóstico de Entre Ríos 2007)

c) Topografía.

La comunidad de Chiquiacá cuenta con una topografía colinosa, que determina en gran parte la accesibilidad del área rural y las posibilidades productivas del Municipio.

El 55% del territorio municipal que comprende 2.951 Km², tiene pendientes mayores al 45 % (ZONISIG 1999).

2.1.2.2. Características del Ecosistema

a) Clima

La comunidad de Chiquiaca presenta un clima mesotérmico templado – cálido, semihúmedo, inviernos húmedos. (SENAMHI 2008)

b) Temperatura Máxima y Mínima

La temperatura media anual en la comunidad es de 20,6 °C. En verano la temperatura media es de 26,4 °C y en invierno de 12,7 °C con máximas que superan los 40 °C en los meses de verano y mínimas que bajan hasta -7 °C en invierno (SENAMHI 2008).

c) **Precipitaciones Pluviales**

En base a los mapas de isoyetas de precipitaciones totales anuales, se pueden establecer para la Provincia tres distintas zonas de precipitación:

- ‡ Zonas de Alta precipitación 1.200 a 1.300 mm / año.
- ‡ Zonas de Precipitación Media 900 a 1.200 mm / año.
- ‡ Zonas de Baja precipitación 700 a 900 mm / año.

Tomando en cuenta la distribución de la precipitación, decimos que la comunidad de Chiquiacá se encuentra ubicada dentro de la zona de alta precipitación, entre los 1200 y 1300mm / año. Con la temperatura se establecen los periodos secos y los periodos húmedos, no existiendo diferencias significativas en la duración de estos periodos en las zonas altas.

2.1.2.3. Principales Características del Suelo, Flora y Fauna

Las características físicas de los suelos varían de acuerdo a la posición fisiográfica en que se encuentren, pero de manera general se puede decir que los suelos ubicados en los complejos montañosos son poco profundos, generalmente tiene un contacto lítico próximo y se evidencia presencia de afloramientos rocosos, siendo su textura de pesada a mediana.

Los suelos ubicados en la zona de pie de monte y terrazas aluviales son de moderadamente profundos a profundos, la textura es de media a liviana en los horizontes superiores, y más pesada en los horizontes profundos, particularmente en las terrazas sub.-recientes. (Diagnóstico de Entre Ríos, 2007)

a) Uso del suelo

b) La tierra se constituye en el medio de producción de mayor importancia para las comunidades campesinas y el municipio en su conjunto; la misma que en función de su capacidad productiva, el factor agro climático, ecológico y la intervención de su gente permiten su uso racional en la producción agrícola y ganadera en la comunidad.

De la superficie total del Municipio (534.640 Ha.), en la que se encuentra incluida la Comunidad de Chiquiacá, la superficie de tierra utilizada actualmente para la producción agropecuaria representa el 17,7 % de acuerdo al siguiente detalle:

Uso del Suelo	Superficies en Has.	(%)
Montes y Bosques	70.903	75
Tierras cultivadas	12.580	13
Pastos Naturales	8.568	9
Tierras en descanso	2.439	3
Total	94.490	100

(Zonisig – APDS 1999)

b) Geología

El material parental de los suelos, en su mayoría es procedente de rocas del periodo Triásico y Cretácico, encontrándose su litología formada por areniscas, lutitas y limonitas. (ZONISIG. 2001)

c) Flora

Aproximadamente el 80% de la zona de estudio está cubierta por bosques de diferente tipología y potencialidad ubicados en paisajes de serranía y colinas. El 20% restante tiene cobertura de matorrales, pastizales y cultivos agrícolas, gran parte de esta superficie coincide con los diferentes valles secos y húmedos.

d) Fauna

En la jurisdicción territorial boscosa de la comunidad existe una gran diversidad de especies de animales silvestres entre mamíferos, aves, reptiles y peces, algunas de ellas están dentro del Libro Rojo de los Vertebrados de Bolivia.

2.1.2.3. Caza

La caza en la comunidad es una actividad realizada a menor escala, los lugareños las realizan durante todo el año con la finalidad de alternar y mejorar su dieta alimentaría, entre tanto, durante la temporada de caza (mayo a septiembre) incursionan cazadores foráneos provenientes de otros lugares que a manera de pasatiempo realizan la actividad año tras año llevando el producto para consumo familiar.

Los animales silvestres son cazados de manera tradicional utilizando instrumentos nativos como: trampas y otros, también armas de fuego de distinto calibre como escopetas y rifles. Para el efecto, los cazadores utilizan técnicas propias de acuerdo al armamento que portan distribuyéndose en el área de cacería aprovechando el conocimiento de los horarios y el movimiento de los animales en su hábitat natural.

Las especies cazadas con más frecuencias son:

- Corzuela
- Chancho del monte
- Liebre • Pava
- Perdiz
- Paloma Torcaza

2.1.2.4. Recursos Forestales en la Zona de Estudio

Los recursos forestales de la comunidad están conformados por diversas especies vegetales, su distribución en el territorio municipal se concentra de acuerdo a las unidades fisiográficas y a las correspondientes formaciones vegetales.

No existe una cuantificación exacta sobre los recursos forestales de la comunidad, ni estimaciones globales de la superficie boscosa que se reduce anualmente, sea por el cambio en el uso de la tierra (deforestación) con fines agropecuarios o por aprovechamiento de la madera con fines domésticos y/o industriales.

La explotación irracional de los recursos forestales, sin una adecuada planificación y ausencia de programas de manejo de conservación de bosque y la tala indiscriminada de árboles está causando la degradación paulatina del mismo.

2.1.2.5. Recursos Hídricos de la Zona

La Provincia O'Connor forma parte del gran sistema hidrográfico de la cuenca del Río de La Plata, diferenciándose dos sistemas hídricos importantes: ríos que fluyen en sentido norte a la cuenca del río Pilcomayo y los ríos en sentido sur a la cuenca del río Bermejo a los cuales contribuyen con sus afluentes los ríos Chiquiacá, Entre Ríos y el río Salinas.

a) Hidrografía en la Zona de estudio

El sector de la Provincia O'Connor que corresponde a la cuenca del río Pilcomayo presenta en general un relieve accidentado por donde los ríos se desplazan en forma restringida o encajonada en forma de V, con taludes muy pronunciados y gradientes que están entre 4 a 6 % (ríos: Cajas, Pescado, Naranjos, San Josecito, Saladito, Suaruro y Palos Blancos), formando valles más o menos estrechos en la región próxima a la Provincia fisiográfica de la cordillera oriental andina (valles de San Josecito, Cajas, etc.) y un poco más amplios en la región subandina (valles de Entre Ríos, Salinas, Chiquiacá, Suaruro, Timboy y Puerto Margarita). La cuenca de esta unidad estructural se halla dentro de un ciclo juvenil constituyendo un régimen de erosión continua.

Los cursos que vierten sus aguas al Pilcomayo, en esta región están en órdenes que varían de 3 a 4, por lo que la densidad del drenaje es baja (Según Stranler).

La cuenca del Bermejo en la cordillera oriental presenta un relieve accidentado. El desarrollo del drenaje está dentro del ciclo juvenil, bajo un régimen de erosión. El orden de los ríos para la cuenca en este ámbito estructural es de 4 a 5, por lo que la densidad del drenaje es media. En el subandino la cuenca presenta valles amplios (Entre Ríos-

Salinas, Chiquiacá), con gradientes menores al 2 %. El orden de drenaje está entre 3 y 4, y es de carácter de erosión (según Strahler). (Diagnóstico de Entre Ríos, 2007)

b) Red y tipos de Drenaje

La red de drenaje de la cuenca del Bermejo está formada por el Río Tarija, con un curso muy sinuoso y accidentado, predominando la dirección sudeste. En este tramo recibe el aporte de los ríos Nogal, Salinas y Chiquiacá.

El patrón de drenaje para esta cuenca es variado sin embargo predomina el de tipo dendrítico y subdendrítico en la cordillera Oriental y subparalelo en la unidad estructural del subandino. (Diagnóstico de Entre Ríos, 2007)

2.2. MATERIALES

Para el desarrollo el presente trabajo se requerirá de determinados materiales y herramientas que serán utilizados tanto en la fase de campo, fase de aserradero, fase de laboratorio y gabinete.

a) Fase de Campo:

- Brújula.
- Eclímetro.
- Motosierra.
- Mezcla y Aceite.
- Libreta de campo.
- Cinta métrica.
- Flexómetro.
- Pintura al aceite.
- Brocha.
- Spray color rojo.
- Machetes.
- Hachas.
- Cámara fotográfica.
- Vehículo para el transporte del material.

b) Fase de Gabinete:

- Carta geográfica de la zona de estudio.
- Mapas de la zona de estudio.

- Libreta de anotaciones.
- Planilla de registro.
- Bibliografía relativa.(Normas COPANT MADERAS)
- Computadora.
- Calculadora.
- Material de escritorio.

c) Fase de aserradero:

Dentro de esta fase se realizará la preparación de las probetas para los diferentes ensayos utilizando los siguientes materiales:

Preparado de Probetas:

- Sierra sin fin.
- Canteadora.
- Despuntadora.
- Cepilladora.
- Grueseadora.
- Serrucho.
- Flexómetro.
- Lija.
- Marcadores.
- Escuadras y reglas de carpintería.

d) Fase de Laboratorio:

- Microscopios.
- Micrótopo.
- Vernier.

- Balanza de precisión.
- Estufa.
- Vaso de precipitado.
- Punzón.
- Soporte universal.
- Recipientes.
- Formularios ○ Cámara fotográfica ○ Agua destilada. ○ Bálsamo de Canadá
- Safranina.
- Papel filtro.
- Porta objeto
- Cubre objeto.

2.3. METODOLOGÍA

2.3.1. NORMAS A EMPLEAR

Las prescripciones establecidas en las normas COPANT 30:1-013 Permitieron la realización de los ensayos siguiendo las siguientes normas consultadas:

COPANT 458 Selección y recolección de muestras

COPANT 30:1-19 Descripción de las características generales, macroscópicas y microscópicas de la madera.

Guía Práctica de Trabajos de cortes para la anatomía del laboratorio de la madera UAJMS.

2.3.2. SELECCIÓN Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

La selección y recolección de muestras se basó en el sistema de selección al azar de tal modo que en cada etapa, cada una de las unidades componentes como ser zona, bloque, parcela, árbol, troza, vigueta y probeta, tengan las mismas posibilidades de ser elegidas.

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

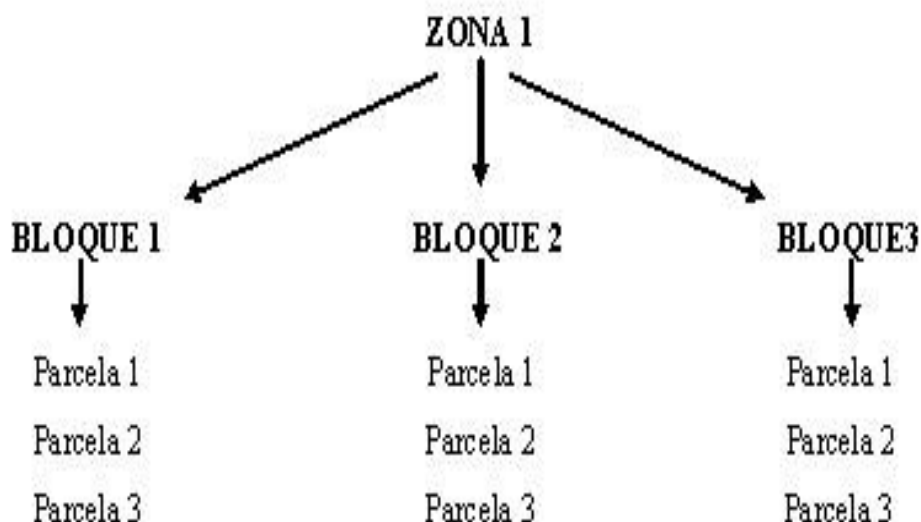
- Definición de la población.
- Selección de la zona.
- Selección de los árboles.
- Selección de la troza.
- Extracción de las trozas.
- Tratamientos profilácticos.
- Obtención de viguetas dentro de las trozas.
- Obtención de las probetas dentro de las viguetas.
- Codificación de probeta.

2.3.2.1. SELECCIÓN DE LA ZONA

La zona de extracción del material de estudio pertenece al cantón Chiquiacá, ubicado en la provincia O'Connor debido a la existencia de una cantidad significativa de la especie en el bosque.

La zona de muestreo se dividió en tres bloques tomando en cuenta los accidentes geográficos, hidrográficos y puntos de referencia conocidos.

Los bloques se subdividieron en tres parcelas de las cuales se eligió una sola parcela por bloque, de donde se extrajeron especies al azar de acuerdo a lo establecido en la norma COPANT 458.



2.3.2.2. SELECCIÓN DE ÁRBOLES

En cada parcela se seleccionaron 10 árboles hasta completar un total de 30, los mismos que fueron elegidos al azar tomando en cuenta sus características como el diámetro mínimo 40 cm a la altura del pecho (1.30m), los mismos que contaron con características como fuste sano y de buena calidad.

Se registraron sus datos antes y después del volteo en una planilla de campo, según lo establecido por las normas. (Ver planillas en anexos)

2.3.2.3. UBICACIÓN DE LOS ÁRBOLES

Una vez ubicadas las parcelas mediante accidente geográfico natural, cruce de camino u otro se tomó al azar un rumbo.

Se procedió al marcado de los árboles (10 por parcela), se eligió al azar 5 árboles de las tres parcelas, los mismos que reunieron las características específicas para ejecutar el estudio de investigación.

2.3.2.4. IDENTIFICACIÓN Y DERRIBE DE LOS ÁRBOLES

Los árboles son identificados en estado de pie, siendo su derribe con una motosierra, donde se confirmó la identificación de la especie, procediendo luego al registro de todos los datos en las planillas de campo, asimismo a la recolección de muestras, tanto de hojas, flores, frutos, corteza y otras características que requieran ser herborizadas por recomendación de las normas.

2.3.2.5. SELECCIÓN DE LA TROZA

Una vez realizado el apeo, y el posterior desrame se dividió el fuste en secciones de 1.30 m de longitud, las cuales han sido marcadas en sus extremos para facilitar su identificación, utilizando letras mayúsculas en orden secuencial desde la parte inferior a la parte superior de la troza, luego se realizó un sorteo de las trozas a utilizar de cada árbol, posteriormente se registraron los datos relacionados con las trozas en una planilla.

2.3.2.6. EXTRACCIÓN DE LAS TROZAS

Las trozas fueron transportadas en un camión desde el lugar de apeo hasta el aserradero más cercano al área de extracción que está ubicado en la localidad de Entre Ríos.

2.3.2.7. COLECCIÓN DEL MATERIAL

La colección del material leñoso para los estudios anatómicos se realizó de acuerdo a las normas COPANT 30:1-019, 1974.

Las probetas para el estudio anatómico fueron elaboradas de una rodaja de la madera (o sección transversal del fuste) la misma de forma rectangular o de cuña, con dimensiones que pueden variar de 2 a 5 cm. de espesor; aproximadamente 10 cm. de largo en la dirección radial, conteniendo corteza, albura, y duramen; y 10 a 15 cm. de longitud en la dirección axial.

2.3.3. OBTENCIÓN DE LAS PROBETAS PARA EL ESTUDIO ANATÓMICO

Para la realización del estudio de características macroscópicas y microscópicas se utilizó un cubo y de él se obtuvo un rectángulo cerca del duramen. (Ver fig. n°1 en anexos)

Del rectángulo mencionado se confeccionaron probetas en número de 3 o más repeticiones por sección y árbol. Las dimensiones de las probetas obtenidas serán de 1cm de espesor por 1cm de ancho por 3 cm. a 5cm. de largo. (Ver fig. n° 2 en anexos)

Se tendrá cuidado en la preparación de las probetas observando las siguientes superficies:

- **Superficie Transversal:** perpendicular al eje del árbol, formando con la superficie tangencial un ángulo de 90°
- **Superficie Longitudinal Tangencial:** perpendicular a los radios, cuando éstos 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 proyectará perfectamente los planos arriba mencionados para que los cortes obtenidos por el micrótopo correspondan exactamente a las fases transversal, tangencial y radial.

Es conveniente codificar las probetas con el fin de reconocer a que muestra pertenecen.

Después de elaboradas las probetas, éstas han sido preparadas para los cortes anatómicos. Las probetas preparadas para describir las características organolépticas y macroscópicas, fueron cepilladas, pulidas, para lograr observar y percibir por una parte, los aspectos o características organolépticas y por otra la descripción anatómica macroscópica. Algunos detalles para estos procedimientos se obtuvieron al realizar el apeo del árbol y al preparar las probetas.

2.3.4. TRATAMIENTO DE LAS PROBETAS ANATÓMICAS

Como un primer paso se tomó en cuenta, al preparar las probetas, observar algunas características de las maderas tales como: humedad, peso específico; características anatómicas como parénquima, poros, fibras; grano; textura; presencia de cristales o resina; en suma varias informaciones que ayudan a escoger el tipo de tratamiento químico u otro que deba darse.

a) HIDRATACIÓN

Todas las maderas o probetas que son ablandadas pasan por el proceso de hidratación. Para ésto, las probetas se colocaron en un recipiente con agua destilada y dejadas en reposo para ser hidratadas, a tiempos diferentes, así como tratamientos diferentes de ablandamiento, para lo cual se procedió con el mismo.

b) ABLANDAMIENTO

El ablandamiento es el paso siguiente a la hidratación y tiene como finalidad disminuir la resistencia del material con relación al plano de corte de la cuchilla.

2.3.5. OBTENCIÓN DE LOS CORTES

Para que los cortes de madera sean bien efectuados dos factores serán decisivos: una cuchilla bien afilada y un material leñoso bien procesado durante la fase de ablandamiento. Por lo cual, deberemos obtener cortes de 10, 15, 20, micras de espesor; de las secciones transversal, tangencial y radial en un número de 50 por sección. Los cortes transversales se harán con un ángulo de inclinación de la cuchilla de 15° y los cortes radial y tangencial con un ángulo de 10°.

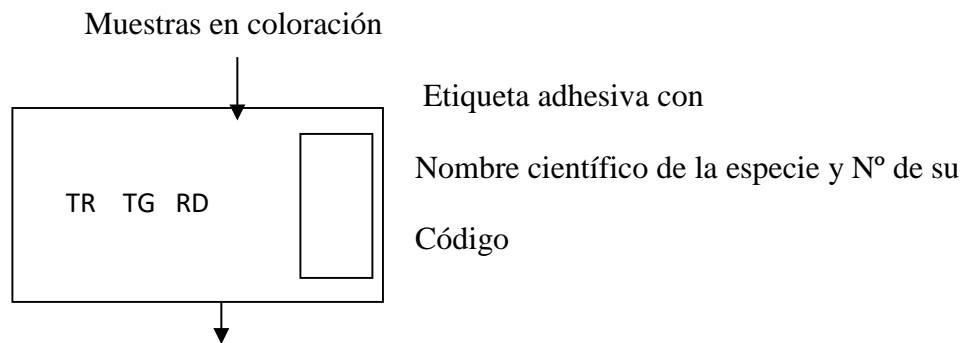
2.3.6. COLORACIÓN DE LOS CORTES

En esta etapa los cortes serán cuidadosamente seleccionados, de forma que presenten toda la estructura anatómica completa como ser las células enteras: poros con paredes perfectas, con puntuación ínter vascular; células parenquimáticas, etc. Y que no estén rotas; así mismo, sin rastros de cuchilla; sin pequeñas rallas o rajaduras.

Luego los cortes son lavados, tratados y blanqueados, clasificándolos en recipientes diferentes de acuerdo a las secciones transversal, tangencial y radial, siendo sometidos a la coloración con Safranina y así también otros cortes de las mismas características se mantendrán sin colorear.

2.3.7. MONTAJE DE LOS CORTES

Las muestras coloreadas y las naturales (sin coloración) son secadas en papel filtro de donde se eligieron los tres mejores cortes, los que han sido cuidadosamente montados de forma como muestra el esquema de abajo, entre el porta objeto y cubre objeto con gotas de bálsamo de Canadá previamente calentado, teniendo en cuenta su rápida ubicación sobre los cortes, luego se presiona suavemente para evitar espacios de aire hasta obtener el sellado permanente de las muestras que son codificadas para su utilización posterior en laboratorio.



Muestras sin coloración Donde:

TR = Corte transversal

TG = Corte Tangencial

RD = Corte Radial

2.3.8. AFILACIÓN 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, ésto para poder obtener muestras adecuadas y tener una observación microscópica completa con todos los elementos estructurales.

2.3.9. OBTENCIÓN DE MICROFOTOGRAFÍAS

Para complementar las descripciones anatómicas utilizamos fotografías de los diferentes planos. Tangencial, transversal y radial, para lo cual tomamos fotografías en el microscopio con diferentes objetivos de aumento, las cuales son de los diferentes planos de cortes. (Ver fotos en anexos)

2.3.10. MEDICIÓN DE LOS ELEMENTOS ANATÓMICOS

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

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

COLOR

La especie del Timboy (*Enterolobium contortisiliquum Moroni*) en estado verde y seco al aire presenta un **color amarillo claro**, y se observó un proceso de oxidación en el estado seco al aire con un color más oscuro.

TRANSICIÓN DE ALBURA Y DURAMEN

La transición de albura y duramen es **abruptamente cambiante**.

ALTERACIÓN DEL COLOR

En la coloración existe **una oxidación** que se observa con mayor claridad en el estado Seco al Aire.

SABOR

Presenta un sabor **Ácido amargo**.

OLOR

El olor en el **estado verde** es "**Aromático**", en el estado **seco al aire no está bien definido**.

LUSTRE O BRILLO

En la muestra obtenida para el estudio se pudo observar un **lustre o brillo "Mediano"**.

ALBURA

El espesor que presenta **la albura** de la especie del timboy es "**Angosta**", hasta 5 cm. Aproximadamente abarca un 10% del diámetro total.

DURAMEN

Este es de **forma irregular**, de color **café rojizo**

ANILLOS DE CRECIMIENTO

- **Diferenciado**.

- Presenta un promedio de *8-10 anillos por cada 5 cm.* de radio.
- Tienen un espesor promedio de *0.55 cm.*

VETEADO O FIGURA

El veteado que presenta está bien definido, en forma de “arcos superpuestos”, en la sección tangencial y con” líneas verticales” en la sección radial.

TEXTURA

La especie estudiada presenta una textura “Gruesa”, visible a simple vista y por la uniformidad de la misma es de forma “heterogénea”.

GRANO

El término grano se refiere a la disposición y dirección de los elementos constituyentes del leño en relación al eje del árbol; en la realización del presente trabajo se pudo evidenciar que presenta un “Grano Recto o Lineal”.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS

Los aspectos que se pudo distinguir a simple vista o con lupa de 10x, fueron realizados según la Norma COPANT Madera 30: 1-19 .siguiendo el orden siguiente.

3.2.1. POROS

Distribución:	Porosidad en anillo circular.
Concentración:	Cambia regularmente de anillo a anillo.
Agrupación:	Agrupados y en racimos.
Tamaño:	Grandes (visibles a simple vista).
Forma:	Oval e irregular.
Parénquima:	Visibles con lupa de 10x.
Radios:	Visibles con lupa de 10x.

3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

Una vez realizado el montaje de los diferentes cortes anatómicos como se puede observar en anexos, las fotografías de cortes: transversal, radial y tangencial con ocular k: 3,2: 1 y objetivo 10/0,25.

3.3.1. POROS

- **Tamaño:** Presenta poros de tamaño grande a muy grande 200 – 380 μm .
- **Platinas de perforación:** Placa de perforación simple
- **Engrosamiento en espiral:** Ausente.

3.3.2. PUNTEADO INTERVASCULAR

- **Disposición:** Alternas.
- **Forma de las punteaduras:** Poligonales.
- **Forma de la apertura:** Redonda.
- **Punteaduras intervasculares:** Alternas, promedio del diámetro (vertical) de las punteaduras 9 – 11 μm , medianas, ornamentadas.
- **Número promedio por mm^2 .** Promedio del número de vasos/ mm^2 2–5.

3.3.3. PARENQUIMA EN LA SECCIÓN TRANSVERSAL

- **Tipo.** Paratraqueal vasicéntrico y angosto.

3.3.4. RADIOS

- **Altura en micras:** Grandes hasta 500 μm .
- **Ancho de los radios:** Finos de 1 – 5 células, multiseriados.

- **Relación entre los radios:** Longitudinalmente fusionados en algunos casos.
- **Número por milímetro lineal:** 2 – 4 radios por mm lineal.
- **Agregados:** Ausentes.
- **Clases de radios:** Homogéneos, multiseriados, tipo I, II y III.
- **Presencia de células tipo baldosas:** Ausentes.

3.3.5. FIBRAS

- **Dimensiones - longitud:** Corta de 800 - 900 μm .
- **Pared – grosor:** paredes finas y de espesor medio.
- **Punteado:** Simples, con areolas minúsculas.
- **Punteadura predominante en la cara radial:** Punteaduras de las fibras en su mayoría restringidas a las paredes radiales.
- **Septas:** No septadas.
- **Fibrotraqueidas:** Vasculares o vasicéntricas.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez concluida la etapa de la determinación de las características anatómicas del Timboy (*Enterolobium contortisiliquum Moroni*), se llega a las siguientes conclusiones y recomendaciones de acuerdo con las estipulaciones que conlleva la clave de clasificación de maderas.

4.1. CONCLUSIONES

4.1.1. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

La madera de la especie Timboy (*Enterolobium contortisiliquum Moroni*) presenta en el estado verde un color amarillo claro en la albura, pero también se observa un proceso de oxidación en el estado seco al aire con un color más oscuro (café rojizo en duramen), la transición de albura a duramen es abruptamente cambiante; por otra parte presenta un sabor ácido amargo, el olor en el estado verde es Aromático, en el estado seco al aire no está bien definido.

El Timboy presenta un lustre o brillo medio o mediano, el espesor de la albura es angosta, hasta de 5 cm; lo cual abarca el 10% del diámetro total, un duramen de forma irregular y de color café rojizo; los anillos de crecimientos están bien diferenciados, Presenta un promedio de 8-10 anillos por cada 5 cm. de radio, los mismos que tienen un espesor promedio de 0.55 cm. de espesor.

El vetado o figura está bien definido, en forma de arcos superpuestos, en la sección tangencial y con líneas verticales en la sección radial, también presenta una textura Gruesa, visible a simple vista y por la uniformidad de la misma es de forma heterogénea y presenta un grano en forma recta o lineal.

4.1.2. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DEL TIMBOY

La especie estudiada macroscópicamente presenta una distribución de sus anillos en forma circular, su concentración cambia regularmente de anillo a anillo, sin presentar anomalías.

El tamaño de los poros es grande, visibles a simple vista, de forma oval e irregular, alineados radialmente.

El parénquima es visible a simple vista con lupa de 10x.

Los radios son apreciables a simple vista con lupa de 10x.

El timboy es un árbol de crecimiento lento, en un radio de 5 cm. presenta alrededor de 8 – 10 anillos; lo que significa que para llegar a un Diámetro de 60cm. requiere de aproximadamente 54 a más años.

4.1.3. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA DEL TIMBOY

Una vez realizas las observaciones microscópicas en el laboratorio de Tecnología de la madera, llegamos a la conclusión de que la especie de Timboy presenta unos poros de tamaño grandes a muy grandes (200 – 380 μm de longitud.), con platinas de perforación simple.

En el punteado intervacular la especie presenta una punteadura de disposición y forma poligonal y la forma de la abertura de las punteaduras es redonda con un promedio de punteaduras por mm^2 de 2 – 5.

El parénquima es de tipo Paratraqueal vasicéntrico y angosto, con radios que presentan un número de 2 – 4 por mm^2 , una altura en micras de hasta 500 μm . clasificados como grandes, el ancho de los radios es de 2 – 5 células, multiseriados, considerados finos, la relación entre los radios ésta longitudinalmente fusionados en algunos casos, no presenta agregados, la clase de radios es homogéneo, multiseriado, de tipo I, II y III y no se encuentran células de tipo baldosas.

También la especie presenta fibras con una longitud de 800 - 900 μm . consideradas cortas, las paredes son finas y de espesor medio, su punteado es simple con areolas minúsculas, las punteaduras predominantes en la cara radial están restringidas mayormente a sus paredes, no presentan septas y las fibrotraqueidas son vasculares o vasicéntricas.

4.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en la realización de los ensayos para la

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANATÓMICAS DEL LEÑO DEL TIMBOY (*Enterolobium contortisiliquum Moroni*) SEGÚN NORMAS

COPANTT MADERAS y de acuerdo a los requisitos que deben cumplir las maderas de acuerdo a la clave para la clasificación de maderas, nos permitimos hacer las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda completar el siguiente trabajo "determinación de las propiedades anatómicas del leño del Timboy (*Enterolobium contortisiliquum Moroni*)" con estudios como impregnación o preservación, trabajabilidad, uniones estructurales, etc. para tener un conocimiento más completo de esta especie y su comportamiento frente a estas propiedades tecnológicas.
- La madera de la especie Timboy tiene un atractivo particular por el color natural que presenta, para la mueblería y para otros usos allegados, ya que esta especie tiene las características aptas según las propiedades físicas y su descripción anatómica.
- Se recomienda el uso adecuado de la madera de la especie Timboy para obras de torneados, artesanías, mangos de herramientas, artículos deportivos y ebanistería debido a su fácil trabajabilidad y buen acabado de la misma.
- Difundir los resultados de las características y propiedades de la especie a diferentes niveles, tanto en carpinterías, empresas madereras, empresas constructoras sobre la correcta utilización de la madera, lo cual irá a aumentar el listado de especies aprovechables de la zona.
- Se recomienda que el apeado de los rollizos se los pueda efectuar durante el período de invierno, ya que la madera al ser porosa pierde humedad con bastante facilidad, lo que posteriormente se traduce en resquebrajaduras,

rajaduras, y otros inconvenientes, lo que posteriormente inutilizan la madera de manera parcial o total.