



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Estudio de las características dendrológicas - anatómicas y propiedades físicas de dos especies forestales Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) en la Región San Martín

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial

AUTOR:

Jorge Ruíz Sepúlveda

ASESOR:

Dr. Milton Segundo Vásquez Ruíz

Tarapoto – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Estudio de las características dendrológicas - anatómicas y propiedades físicas de dos especies forestales Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) en la Región San Martín

AUTOR:

Jorge Ruíz Sepúlveda

Sustentada y aprobada el día 02 de julio del 2019; por los siguientes jurados:

.....
Dr. Jaime Guillermo Guerrero Marina

Presidente

.....
Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge

Secretario

.....
Ing. M. Sc. Carlos Rafael Maldonado Tito

Miembro

.....
Dr. Milton Segundo Vásquez Ruíz

Asesor

Declaratoria de autenticidad

Jorge Ruíz Sepúlveda, identificada con DNI N° 46721441, egresado de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Estudio de las características dendrológicas - anatómicas y propiedades físicas de dos especies forestales Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) en la Región San Martín**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 02 de julio del 2019.




.....
Bach. Jorge Ruíz Sepúlveda
DNI N° 46721441

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Ruiz Sepulveda Jorge	Teléfono:	964628913
Código de alumno :	082141	DNI:	46721441
Correo electrónico :	JRuizsepulveda8@gmail.com		

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Agroindustrial
Escuela Profesional de:	Ingeniería Agroindustrial

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación	<input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional	<input type="checkbox"/>		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Estudio de las características dendrológicas - anatómicas y propiedades físicas de dos especies forestales Bolaina negra (Guazuma ulmifolia Lam)
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	<input checked="" type="checkbox"/>	Embargo	<input type="checkbox"/>
Acceso restringido **	<input type="checkbox"/>		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.

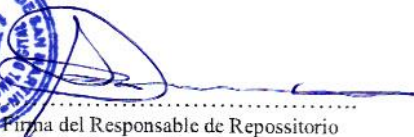

.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

02 / 10 / 2019




.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A mis queridos padres:

Eligio Ruiz que siempre me
inculcó el estudio y el trabajo
desde pequeño.

A mí adorada madre Marcia
Sepúlveda que es mi fortaleza, por no
escatimar esfuerzos con tal de verme
alcanzar mis metas y objetivos, por su
apoyo moral para persistir y culminar
esta etapa de mi vida.

Además a mi hermano Luis Miguel, por
ser una persona quien me aconsejo en mi
vida universitaria. Y a mi Abuelo Luis
Sepúlveda Pérez por su apoyo
incondicional que me brindó.

Agradecimiento

A Dios por la fuerza y sabiduría que me dio cuando más la necesitaba, porque es mi guía, me da la perseverancia y decisión para conseguir siempre lo que quiero, coloca a las personas y circunstancias en el momento más adecuado de mi vida, siempre me da señales de lo que debo y no hacer.

A mi Asesor el Ing. Dr. Milton Segundo Vásquez Ruíz por sus enseñanzas, ayuda y apoyo que me dio durante el desarrollo de mi tesis.

A los miembros del jurado por las sugerencias y recomendaciones en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

¡Y a todas las personas que directa o indirectamente formaron parte de este trabajo, Muchas Gracias!

Índice general

	Pág.
Introducción.....	1
CAPITULO I	4
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1. Dendrología	4
1.1.1. Características dendrológicas	4
1.1.2. Características Anatómicas	5
1.1.3. Propiedades Físicas	6
1.2. Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>)	17
1.2.1. Descripción de las características dendrológicas	17
1.2.2. Distribución	19
1.2.3. Origen / extensión.....	20
1.2.4. Hábitat.....	20
1.2.5. Importancia ecológica.....	20
1.2.6. Vegetación / zona ecológica	20
1.2.7. Características macroscópicas de la madera	21
1.2.8. Usos	22
1.3. Auca atadijo (<i>Croton matourensis Aubl</i>).....	25
1.3.1. Características dendrológicas	25
CAPITULO II.....	26
MATERIAL Y MÉTODOS	26
2.1. Materiales, equipos e insumos	26
2.1.1. Fase de campo.....	26
2.1.2. Fase de Carpintería	26
2.1.3. Fase de Laboratorio	27
2.2. Metodología aplicada.....	28
2.2.1. Procedencia de la especie	28
2.2.2. Localización geográfica.....	29
2.2.3. Obtención de material xilemático	30
2.2.4. Determinación de las características anatómicas de la especie	31

2.2.5. Propiedades físicas de la madera	35
CAPITULO III.....	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
3.1. Características Dendrológicas	42
3.1.1. Características dendrológicas de la especie Forestal Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>)	42
3.1.2. Características dendrológicas de la especie Forestal Auca atadijo (<i>Croton matourensis Aubl</i>)	43
3.2. Características anatómicas.....	45
3.2.1. Descripción de las Características generales u organolépticas.....	45
3.2.2. Descripción de las Características macroscópicas.....	46
3.2.3. Descripción de las Características microscópicas	47
3.2.4. Determinación de las propiedades físicas de las especies forestales Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>) y Auca atadijo (<i>Croton Matourensis Aubl</i>)	50
3.2.5. Diseño experimental para propiedades físicas.....	56
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	83
ANEXOS	87

Índice de cuadros

Pág.

Cuadro 1. Clasificación de las maderas de 104 especies de las plantaciones tropicales de la sub. Región Andina. Según sus Propiedades Físicas	15
Cuadro 2. Característica del ANDEVA.....	41
Cuadro 3. Características generales u organolépticas de las dos especies forestales estudiadas, en rodajas, probetas y xiloteca de madera.....	45
Cuadro 4. Características macroscópicas de las dos especies forestales estudiadas determinadas en rodajas y probetas	46
Cuadro 5. Descripción de las características microscópicas de las especies en estudio...	47
Cuadro 6. Evaluación cuantitativa de poros y radios en las dos especies forestales estudiadas.....	49
Cuadro 7. Propiedades físicas en los tres tratamientos de las especies forestales estudiadas	50

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Distribución natural de la Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>), en la América tropical.....	19
Figura 2. Plano de ubicación del área de extracción	30
Figura 3. Flujograma para la determinación de poros, parénquimas y radios	33
Figura 4. Ubicación de las láminas de acuerdo a la sección.....	35
Figura 5. Tipos de corte en pieza de madera	36

Índice de gráficos

	Pág.
Gráfico 1. Contracciones de la Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>) en los tres tratamientos.....	53
Gráfico 2. Contracciones del Auca atadizo (<i>Croton matourensis Aubl</i>) en los tres tratamientos	53
Gráfico 3. Densidad de la Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>) en los tres tratamientos.....	54
Gráfico 4. Densidad del Auca atadizo (<i>Croton matourensis Aubl</i>) en los tres tratamientos..	54
Gráfico 5. Contenido de humedad de la Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>) en los tres tratamientos	55
Gráfico 6. Contenido de humedad del Auca atadizo (<i>Croton matourensis Aubl</i>) en los tres tratamientos	55

Resumen

La presente investigación basada en información científica identificó dendrológicamente y clasificó taxonómicamente Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) familia Sterculiaceae y Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) familia Euphorbiaceae.

Madera de Bolaina negra es color castaño claro, sin olor ni sabor, brillo y textura media, grano recto, vetado arcos superpuestos. Macroscópicamente presenta 4 anillos por centímetro lineal, albura y duramen diferenciado, médula excéntrica, poros redondos, difusos, agrupados, vasicéntricos, células rodeados por 2 hileras de poros. radios estratificados con inclusiones. Microscópicamente presenta parénquima paratraqueal vasicéntrico, 2 hileras de células rodeando poros circulares y ovalados, distribuidos radialmente, difusos, cortos 2, 3, 4 ò más. Radios anchos, influenciados por fibras estratificadas, heterogéneas, múltiples 5 a 13 y multisereados 4 escasos, inclusiones con cristales en las células radiales 1 por célula procumbentes, cistólites ausentes.

Madera de Auca atadijo es color crema, sin olor ni sabor, brillo y textura media, grano recto, vetado arcos superpuestos. Macroscópicamente presenta 3 anillos por centímetro lineal, albura y duramen no diferenciado, médula excéntrica, poros distribuidos radialmente ovalados, difusos entre 2 y 7 agrupaciones múltiples y simples en menor proporción, parénquima apotraqueal en bandas delgadas irregulares, radios no estratificados, inclusiones radiales. Microscópicamente presenta parénquima apotraqueal en bandas delgadas irregulares anillos de crecimiento definidos completos, madera temprana y tardía diferenciados. Porosidad difusa, ovaladas, distribuidos radialmente entre 2 y 10 poros múltiples radiales, clúster escaso, radios estratificados heterogéneos múltiples 2 y 3 unisereados, escasos, inclusiones con 2 y 3 cristales por células de parénquima longitudinal y tilosis vascular.

Las propiedades físicas estudiadas clasifican a Bolaina negra y Auca atadijo como maderas de densidad media, semiduras, semipesados y estables. Pueden ser usadas potencialmente en la industria forestal en estructuras, carpintería, torneados, juguetería, encofrados, cajonería liviana, interiores, machimbrados, chapas, entre otros.

Palabras Clave: *Guazuma ulmifolia Lam*, *Croton matourensis Aubl*, características dendrológicas, anatómicas, macroscópicas, microscópicas.

Abstract

The following research based on scientific information identified dendrologically and taxonomically classified black Bolaina (*Guazuma ulmifolia Lam*) family Sterculiaceae and Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) family Euphorbiaceae.

Black Bolaina wood is light brown, without smell or taste, gloss and medium texture, straight grain, veined overlapping arches. Macroscopically it has 4 rings per linear centimeter, sapwood and differentiated heartwood, eccentric marrow, round pores, diffuse, grouped, vasicentric, cells surrounded by 2 rows of pores. rays stratified with inclusions. Microscopically presents paratracheal parenchyma vasicentric, 2 rows of cells surrounding circular and oval pores, distributed radially, diffuse, short 2, 3, 4 or more. Wide rays, influenced by stratified, heterogeneous, multiple fibers 5 to 13 and multisereados 4 scarce, inclusions with crystals in radial cells 1 per procumbent cell, absent cystolites.

Wood of Auca atadijo is cream color, without smell or flavor, brightness and average texture, straight grain, veined overlapping arches. Macroscopically presents 3 rings per linear centimeter, sapwood and undifferentiated heartwood, eccentric marrow, pores distributed radially oval, diffuse between 2 and 7 multiple and simple groupings in smaller proportion, apotracheal parenchyma in thin irregular bands, non-stratified rays, radial inclusions. Microscopically it presents apotracheal parenchyma in irregular thin bands, complete defined growth rings, differentiated early and late wood. Diffuse porosity, oval, radially distributed between 2 and 10 radial multiple pores, sparse cluster, multiple stratified heterogeneous rays 2 and 3 unisere, sparse, inclusions with 2 and 3 crystals by longitudinal parenchyma cells and vascular tylosis.

The physical properties studied classify black Bolaina and Auca atadijo as medium density, semi-hard, medium-heavy and stable woods. They can be used potentially in the forestry industry in structures, carpentry, turning, toys, formwork, light drawer, interior, machimbrados, veneers, among others.

Keywords: *Guazuma ulmifolia Lam*, *Croton matourensis Aubl*, dendrological, anatomical, macroscopic, microscopic characteristics.



Introducción

El aumento acelerado de la población en los países en desarrollo y la necesidad de sustituir el reducido número de especies forestales comerciales que actualmente son utilizados por la industria forestal, estimulan el interés para realizar estudios tecnológicos de la madera con el propósito de introducir al mercado nuevas especies forestales para la utilización de la madera.

Por otra parte, también existe hoy en día una incesable destrucción de los bosques naturales tropicales y el crecimiento de áreas inapropiadas para la agricultura y la ganadería, generados por una fuerte migración a la amazonia peruana particularmente a la región San Martín, que originan al mismo tiempo una fuerte presión sobre el bosque natural tropical, con una cosmovisión sin esperanza y más bien con un futuro desalentador que convergirá en la extinción casi segura de este número reducido de especies forestales que son utilizados en la industria forestal.

Así, los estudios de las características dendrológicas, anatómicas y propiedades físicas y mecánicas de la madera de especies forestales potenciales, se presenta como alternativa para la utilización de la madera en la industria forestal. Asimismo, permitirá reemplazar al reducido número de especies forestales comerciales que hace mucho tiempo han sido introducidas al mercado comercial y que actualmente se encuentran en un proceso de agotamiento. Observando también que un gran porcentaje de estas especies no cuentan con estudios tecnológicos que garanticen la utilización de la madera y contribuyan al desarrollo forestal industrial.

En este marco de referencia y frente a esta problemática surge el interés nuestro de estudiar nuevas especies forestales potenciales como Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) de la familia Sterculeaceae y Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) de la familia Euphorbiaceae, que son especies nativas del bosque tropical de América del sur consideradas especies promisorias que son utilizados por los agricultores solamente en construcciones rurales. Existiendo actualmente escasos estudios tecnológicos de la madera de estas dos especies promisorias y que a partir del estudio de sus características dendrológicas, anatómicas y propiedades físicas y mecánicas y los ensayos respectivos en la planta piloto existe la posibilidad de introducirlos al mercado local regional y nacional para que la madera de estas especies forestales sea utilizada industrialmente.

Complementando y reiterando a la par esta problemática, hoy en día, es notorio observar, que en la amazonia peruana, especialmente en la región San Martín hay una fuerte ola migratoria presionando sobre el bosque natural, en cuyo ecosistema se encuentran desarrollándose estas dos especies forestales con riesgo a su extinción futura.

Esta escasa información sobre las características y propiedades tecnológicas de estas especies forestales, su importancia para la industria forestal, la sensibilización y promoción de estudios tecnológicos y científicos sobre aspectos dendrológicos que permitan la identificación correcta de las especies forestales en estudio. Igualmente, aspectos anatómicos que permiten la descripción de las características macroscópicas y microscópicas de la madera y también el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la madera que permitan la descripción, evaluación y determinación de estas propiedades. Toda esta información que proporcionará la presente investigación servirá de base tecnológica y científica para la utilización de la madera de estas dos especies forestales estudiadas en la industria forestal y de esta manera contribuir al desarrollo económico y social de la población de la región San Martín y del país.

El presente trabajo denominado “**Estudio de las características dendrológicas, anatómicas y propiedades físicas de dos especies forestales: Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam) y Auca atadijo (*Croton matourensis* Aubl) en la región San Martín**”, pretende describir las características dendrológicas de dos especies para su identificación científica y clasificación taxonómica, también describir las características anatómicas tanto macroscópicas como microscópicas y así mismo determinar las propiedades físicas para su uso potencial industrial y comercial.

Objetivo General

- ❖ Determinar las características dendrológicas, anatómicas y las propiedades físicas para su uso industrial potencial y comercial de dos especies forestales: Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam) y Auca atadijo (*Croton matourensis* Aubl).

Objetivos específicos

- ❖ Describir dendrológicamente Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam) y Auca atadijo (*Croton matourensis* Aubl) para su identificación y clasificación taxonómica.

- ❖ Describir las características organolépticas, macroscópicas y microscópicas de la madera Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*).
- ❖ Evaluar las propiedades físicas de la madera de las especies Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) para determinar su uso potencial industrial y comercial.

❖ **Hipótesis**

H₀: La madera de las especies estudiadas no tiene las características dendrológicas, anatómicas y propiedades físicas requeridas por la industria forestal para ser introducidas y utilizadas en el mercado de la madera.

H₁: La madera de las especies estudiadas si tienen las características dendrológicas, anatómicas y propiedades físicas requeridas por la industria forestal para ser introducidas y utilizadas en el mercado de la madera.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Dendrología

1.1.1. Características dendrológicas

WIKIPEDIA, LA ENCICLOPEDIA LIBRE sostiene, que la dendrología es la rama de la botánica que se ocupa del estudio de las plantas leñosas, principalmente árboles y arbustos. Se centra sobre todo en las especies de importancia económica, examinándolas desde el punto de vista sistemático y fitogeográfico, pero también en los aspectos anatómicos y fisiológicos, en relación con el crecimiento del tronco, la producción de madera, y aspectos ecológicos de su crecimiento.

Utiliza principalmente la descripción de las hojas, tallos, flores y frutos para identificar las distintas especies de árboles a través de claves dicotómicas que las van agrupando por sus características.

La dendrocronología es la investigación de la historia del árbol examinando sus anillos de crecimiento, es un aspecto específico, que rinde además frutos para el conocimiento de la variación del clima reciente, aplicado a especímenes actuales, y pasado, cuando se examinan troncos fósiles.

JIMENEZ, (1970): señala que los dendrólogos han desarrollado habilidades para identificar los árboles, por medio de las características simples macroscópicas de los órganos vegetativos; es obvio que dichas características permiten llegar, a veces, hasta la determinación de la familia o el género.

SALAZAR, (1967): indica que para identificar nuestras especies forestales, es necesario emplear un método de colección que asegure la perduración de los especímenes en el herbario, carpoteca y xiloteca; debe acompañar a la colección datos adicionales en ficha o formularios dendrológicos, de tal modo que facilite su descripción e identificación posterior. Los datos deben incidir en las características vegetativas de las plantas.

Agrega, además, que la metodología se puede resumir de la siguiente manera: selección y marcado de los árboles; colección del material botánico; preservación,

prensado y secado de los especímenes con hojas, flores y/o frutos; identificación y montaje de especímenes; acomodo de especímenes de herbario y carpoteca; preparación de las muestras de madera; tratamiento de las muestras de madera para xiloteca y elaboración de fichas y formularios para la descripción de los árboles.

1.1.2. Características Anatómicas

Aróstegui (1975), afirma que la anatomía de la madera comprende el estudio de las características generales u organolépticas, características macroscópicas, microscópicas y sub microscópicas de la madera, la misma que se divide en dos partes: Anatomía Sistemática, que se ocupa de la identificación de la especie y la Anatomía Aplicada, que estudia la influencia de la estructura anatómica en las propiedades tecnológicas. En base a este contexto sostiene, además, que cada madera posee características distintas y es así, como se puede clasificar maderas de acuerdo a las características organolépticas, macroscópicas, microscópicas y sub microscópicas.

El mismo autor **Aróstegui (1982)**, precisa que las características anatómicas, permiten explicar las causas correspondientes a los cambios dimensionales y el comportamiento de los esfuerzos mecánicos de la madera, además, menciona que la contracción radial y tangencial es un índice de la estabilidad de la madera y cuando la relación entre ambos se acerca a la unidad la madera es más estable y tiene buen comportamiento al secado.

Mientras que **Raven (1986)**, refiriéndose a las características anatómicas de la madera reporta que los anillos de crecimiento pueden variar de un año a otro en función de la acción de los factores externos tales como: duración del periodo vegetativo, luz (insolación), temperatura, humedad, precipitación, agua disponible en el suelo y longitud del período de crecimiento. Otro factor es el tratamiento silvicultural. Aspectos relacionados con el espaciamiento, aclareos y competencia entre individuos (Burger y Richter 1981).

Por otro lado al tratar sobre las partes del tronco y al referirse a los elementos xilemáticos **Long, Smith (1981)**, citados por **Lozano (2005)**, afirman que en los árboles adultos la cantidad relativa de albura será menor que la presente en árboles más jóvenes. El duramen tiene una cantidad de extractivos mayor que la albura y debido a esto exhibe un peso específico más alto.

Amplia esta afirmación **Hoadley (1980)**, citado por **León (2001)**, indicando que en algunas especies los extractivos presentes en el duramen reducen la permeabilidad del tejido maderable, haciendo que el duramen sea más lento de secar y creando una dificultad para impregnarlo con sustancias preservantes. Los materiales extractivos del duramen de algunas especies pueden ser abrasivos, lo que afecta el filo de las herramientas cortantes.

Mora (1983), complementa el comentario que por un período de tiempo, el xilema recién formado no sólo realiza funciones mecánicas (soporte) sino que también, participa en las funciones de conducción y reserva. Estas actividades fisiológicas del xilema son realizadas por células vivas, especialmente las células parenquimatosas. La parte del xilema en la que algunas células están vivas y en consecuencia fisiológicamente activas, se conoce como albura. Pasado cierto tiempo, el protoplasma de las células del xilema muere, este tejido se transforma en otro llamado duramen.

Sin embargo **Datta y Kumar (1987)**, proponen que la formación del duramen es una manifestación de envejecimiento y es controlada por varios procesos fisiológicos y por aspectos genéticos de la planta. Los cambios que ocurren durante este periodo son muy complejos.

Finalmente, **Mora (1983)**, aclara que la proporción de albura y duramen varía para las diferentes especies y aun dentro de la misma especie, y que el contenido de humedad de la albura y duramen es variable, pero en sentido general, el duramen tiene menos humedad que la albura.

1.1.3. Propiedades Físicas

Aróstegui (1982), explica que la contracción y expansión de la madera producen los cambios dimensionales, tanto en sentido radial, tangencial y longitudinal, que sufre la madera como consecuencia del cambio de su contenido de humedad, por debajo del punto de saturación de las fibras. La causa de estos cambios dimensionales, se debe principalmente a la pérdida o entrada del agua higroscópica entre la estructura celulósica de la pared celular, el agua libre no tiene ninguna influencia en estos cambios, debido a las variaciones de las condiciones climáticas (humedad relativa y temperatura), la madera en uso está sujeta a cambios dimensionales; además, estos

cambios son diferentes según las secciones de la madera, por lo que en la parte interna se originan tensiones causando defectos durante el secado, tales como grietas, deformaciones, entre otros.

Este mismo autor Aróstegui (1982) propone que se puede correlacionar la densidad y la contracción, manifestando que las maderas con mayor densidad básica tienen mayor contracción que las maderas de menor densidad básica. Finalmente manifiesta que la densidad de la madera tiene gran influencia en las propiedades mecánicas como, por ejemplo, resistencia a la flexión, dureza y otras, indica que una madera con densidad alta es importante para el uso en parquet; mientras que una madera con densidad baja, como el palo de balsa, se puede utilizar como material aislante y que la característica más sobresaliente de la madera es su baja densidad comparada con su gran resistencia mecánica, razón por la cual la hace un elemento muy importante en las construcciones. Para efectuar un análisis y evaluación se debe lograr cierto grado de comparación de los resultados, formando grupo de maderas de propiedades y usos similares. El sistema de clasificación simple y práctico empleado, corresponde a la agrupación de las maderas según su densidad básica; debido a su importancia en el uso y a su relación con la resistencia mecánica. Aróstegui (1982) defiende esta afirmación en base al estudio tecnológico realizado de 60 especies diferentes del bosque tropical húmedo y como resultado de este estudio clasifica a las maderas del país en 5 grupos de densidad básica:

- Grupo I - Muy Baja (MB) – Densidad Menor de $0,30 \text{ g/cm}^3$
- Grupo II - Baja (BA) – Densidad de $0,30 \text{ g/cm}^3$ a $0,40 \text{ g/cm}^3$
- Grupo II - Media (ME) – Densidad de $0,41 \text{ g/cm}^3$ a $0,60 \text{ g/cm}^3$
- Grupo IV - Alta (AL) – Densidad de $0,61 \text{ g/cm}^3$ a $0,75 \text{ g/cm}^3$
- Grupo V - Muy Alta (MA) – Densidad Mayor de $0,75 \text{ g/cm}^3$

JUNAC (1989), sostiene que en probetas de laboratorio se han comprobado que la madera al secarse mejora sus propiedades Físico Mecánicas y estabilidad dimensional; es por eso que prácticamente todas las maderas reciben un acondicionamiento físico mecánico antes de su empleo. La eliminación de agua obedece a diversos propósitos, algunos de los cuales son indispensables para conseguir buena calidad de los productos acabados (durabilidad y estabilidad en las dimensiones) y economía en la producción al reducirse el peso de la madera. El

mismo autor JUNAC (1989) afirma también que para la determinación del contenido de humedad se hace considerando sólo los valores del agua libre y de saturación o higroscópica, en la práctica, la madera se considera totalmente seca cuando al secarla en estufa a 103 ± 2 grados centígrados alcanza su peso constante. El contenido de humedad se define como el peso de la cantidad de agua presente en una pieza de madera, expresado en función del peso de esa pieza en condición seca al horno o anhidra.

También la **JUNAC (1989)**, sostiene que la densidad es una medida de la cantidad de material sólido que posee la madera y tiene una marcada influencia en la resistencia mecánica de esta. En probetas pequeñas libres de defectos, puede esperarse que la resistencia sea directamente proporcional a la densidad, es decir, a mayor densidad mayor resistencia. Los ensayos de laboratorio con estas probetas, indican que existe buen nivel de correlación entre todas y cada una de las propiedades mecánicas y la densidad del material en estudio.

Notivol et al. (1992), indican que la densidad debe ser considerada como una expresión de la presencia relativa de los distintos elementos celulares que la componen (vasos, traqueídas, fibras, células del parénquima) y de la variación de la pared celular, lumen y espacios intercelulares. Agrega también que la densidad sirve para caracterizar tecnológicamente a una madera, pues está altamente relacionada con el espesor de las paredes celulares y por consiguiente, con la mayoría de sus propiedades físico-mecánicas.

Mientras que el **PATD – REFORT (1984)**, citado por **León (2001)**, manifiesta que la contracción (expansión) es para efectos prácticos una función lineal del contenido de humedad. La contracción y la expansión presentan valores diferentes en las tres direcciones de la madera. La contracción longitudinal (CL) es del orden del 0,1%. La contracción tangencial (CT) y la contracción radial (CR) son las principales responsables del cambio volumétrico. Según Kollman la relación T/R varía del 1,65 a 2,30. Los valores de esta relación encontradas para maderas latifoliadas de la Sub-Región varían de 1,4 a 2,9.

Editorial Blume (1980), afirma que la variación de las propiedades físicas es debida a diferencias en la estructura de la madera y a la presencia de constituyentes extraños,

como el espesor de las paredes celulares y la longitud de los elementos estructurales. También sugiere que en la madera se dan diferencias muy notables de sus propiedades presentándose muy diversas aun en el mismo árbol, según pertenezca la madera al tronco, a las ramas, a la parte inferior o superior del mismo tronco; a la raíz principal o a las secundarias, etc. Es diversa también según sea el árbol joven o viejo, haya crecido en terreno húmedo o seco, lugares cálidos o fríos, formando grupos o aislados.

Daniel et al. (1982), Zobel y Talbert (1988), Wright y Osorio (1992), quienes señalan que existe una considerable variación de la densidad de la madera entre árboles de una misma especie, entre especies y entre diferentes áreas geográficas, que son consecuencia de que dicha característica está influenciada por la condición genética del individuo y el ambiente en el cual crece.

Arroyo (1983), afirma que las condiciones que determinan el contenido de humedad de equilibrio son expresiones del efecto que causa el agua en la madera, sin embargo, dentro de un miembro estructural, las velocidades del movimiento del agua no son las mismas en todas las direcciones con respecto a los ejes principales del árbol. En la dirección longitudinal, el movimiento del agua en forma de vapor es altamente favorecido por la estructura tubular de las células. A consecuencia de ello, el agua se mueve de 12 a 15 veces más rápido a lo largo del grano que a través de él, de tal manera que, en una pieza de forma cúbica la mayor cantidad de agua se evapora por los extremos. El mismo autor **Arroyo (1983)**, sostiene que la contracción es la reducción dimensional que experimenta la madera cuando pierde humedad por debajo del punto de saturación de las fibras. Este cambio dimensional se expresa como porcentaje de la máxima dimensión de la madera, o sea, la dimensión verde, ya que en esta condición todavía no ha ocurrido ninguna reducción dimensional. Así mismo precisa que los cambios dimensionales que ocurren en la madera son función no sólo de la cantidad de humedad presente, sino también de la cantidad de sustancia de la pared celular; mientras mayor es la cantidad de material presente, mayores serán los cambios dimensionales posibles por variaciones en el contenido de humedad. Esta afirmación debe considerarse sólo como un índice aproximado, ya que la correlación no se mantiene para todas las maderas. Este autor **Arroyo (1983)** indica también que el peso específico de la madera depende de tres factores:

1. Del tamaño de las células.

2. Del espesor de las paredes celulares.
3. De la interrelación entre el número de células de diferentes tipos en término de 1 y 2.

Finalmente, aclara que las fibras son particularmente importantes en la determinación del peso específico ya que sus secciones transversales pequeñas permiten el agrupamiento de ellas en un espacio reducido. Si las fibras son de paredes gruesas y lúmenes pequeños, el espacio de aire es relativamente pequeño y el peso específico tiende a ser alto. Si por el contrario, son de paredes delgadas, lúmenes amplios, o ambas cosas, el peso específico será bajo. Madera liviana como la topa o palo de balsa, ilustra esta última condición, ya que presentan alta proporción de fibras de paredes delgadas y grandes lúmenes, con bajo volumen de vasos. El peso específico bajo también puede ser el resultado de un alto volumen de vasos en la madera.

Entre tanto **Kollman (1957)**, define a la densidad como la relación entre la masa de una probeta y su volumen, medidas ambas en las mismas condiciones de humedad, la densidad de una madera es uno de los datos de las propiedades físicas más importantes para su clasificación técnica, ya que existe una relación bastante constante entre densidad y resistencia mecánica, las maderas más pesadas son por lo general más resistentes.

Además, indica que es indispensable comparar pesos específicos únicamente entre maderas que tengan el mismo grado de humedad, todo esto, cuando se realizan la comparación de pesos específicos de la misma especie.

Mientras tanto **Pérez (1984)**, citado por **León (2001)**, agrega que la densidad sirve para caracterizar tecnológicamente a una madera, pues está altamente relacionada con el espesor de las paredes celulares y por consiguiente con la mayoría de sus propiedades físicas- mecánicas.

Galetti (2001), citado por **León (2001)**, menciona que el contenido de humedad de una madera está en relación con las condiciones ambientales del lugar y dentro de un mismo lugar, con las características del sitio en que la pieza será utilizada, especialmente si es colocada en el exterior de un edificio. El equilibrio higroscópico de una madera evidencia un estado sensible a los cambios ambientales, ya que el grado de humedad que la caracteriza en un momento dado, puede aumentar o

disminuir, de acuerdo con las modificaciones de las condiciones de temperatura y humedad del aire. La determinación del equilibrio higroscópico de la madera tiene suma importancia para las industrias madereras y en el uso final de los productos elaborados; como las condiciones ambientales de todos los sitios varían constantemente, ninguna madera se encuentra en equilibrio estable, sino que, el contenido de humedad sigue las fluctuaciones que le condiciona el medio ambiente. Es por ello que el valor del equilibrio higroscópico de una pieza de madera hay que referirlo al lugar y momento de su verificación. La determinación experimental del equilibrio higroscópico se realiza exponiendo la madera a diferentes condiciones ambientales y verificando el contenido de humedad alcanzado. También, es posible conocer este valor en forma previa, partiendo de los datos de la temperatura y humedad relativa del aire a la que estará expuesta. Así por ejemplo, una madera colocada en un ambiente de 20 °C. y 55 % de humedad relativa, alcanzará un equilibrio higroscópico de 10 %.

Mientras que **Zobel (1964)**, describe que el valor de la densidad de la madera y su variación, depende en alto grado de la altura y sección del árbol de donde se toma la muestra. Menciona que la densidad de la madera está influenciada por la estructura genética del árbol. La densidad de la madera varía, a la vez, por la cantidad y clases de sustancias que contiene, por ejemplo resinas y ligninas.

Con respecto al contenido de humedad de la madera **Tuset (1989)**, manifiesta que el contenido de humedad de una madera influye mucho en su peso (y por lo tanto en su comercialización) a la vez que afecta otras propiedades físicas (como el peso específico y a la vez contracción o hinchamiento de sus dimensiones), las propiedades de resistencia mecánica y de resistencia al ataque de hongos e insectos xilófagos. Por las razones apuntadas, el conocimiento del contenido de humedad reviste particular importancia. Además el mismo autor **Tuset (1989)**, manifiesta que a los efectos de la contracción e hinchamiento, tiene importancia fundamental, solamente la humedad absorbida por las paredes celulares. Los límites generalmente aceptados en los cuales la madera contrae o hincha debido a la pérdida o ganancia de humedad, están ubicados entre 0% y 30%. La contracción o hinchamiento de la madera normal, en dirección tangencial o radial, deben ser muy tomados en cuenta en su utilización. Establece una relación entre la contracción tangencial y la radial como una indicación

del comportamiento de una madera respecto a su estabilidad dimensional. De un modo general, indica que las maderas que tengan una relación T/R mayor de 2, plantearán problemas durante el secado, como una vez puestas en servicio, si aquel no se llevó a cabo de forma correcta.

Por su parte **Vignote (1996)**, indica que el estudio de las relaciones entre el agua y la madera, es seguramente el más importante, ya que afecta a la mayoría de los procesos en su transformación. Es más las características de comportamiento de la madera están influenciados por el contenido de humedad así, esta influye de forma determinante en la concepción de los procesos tales como: aserrado, debobinado, cepillado, encolado, barnizado, etc. Respecto al comportamiento, la humedad es un factor determinante en su durabilidad, resistencia, peso y sobre todo en sus dimensiones, hinchándose cuando gana humedad y contrayéndose cuando la pierde.

Toda esta información es complementada por **Panshin (1980)**, que afirma que la estructura anatómica es la razón básica de la contracción e hinchamiento, principalmente a la estructura de la pared celular y en parte a la presencia de radios que dificultan la variación en el sentido radial. Dichas variaciones dimensionales que normalmente ocurren son valores distintos en las diferentes direcciones de crecimiento de árbol siendo responsables de la formación de grietas, rajaduras y torceduras que dificultan la acción de encolamiento que representan un constante obstáculo al uso eficiente de la madera. Igualmente la variación dimensional es afectada por otros factores tales como la densidad, estructura anatómica, el contenido de extractivos, composición química y tensiones en el crecimiento, entre otros.

Según la bibliografía revisada sobre las propiedades físicas de la madera en forma general la **JUNAC, (1979)** en su publicación, Manual del Grupo Andino para el Secado de la Madera define los diferentes conceptos de las propiedades físicas de la madera, de la siguiente manera:

- **Humedad de la madera.**

Cuando un árbol está recién cortado, su madera contiene gran cantidad de agua, variando su contenido, según la época del año, la región de procedencia y la especie forestal de que se trate, las maderas livianas, por ser más porosas,

contienen una mayor cantidad de agua que las pesadas. De igual manera la albura, por estar conformada por células, cuya función principal es la de conducción de agua, presenta un contenido de humedad mayor que el duramen. En otras palabras, el porcentaje de agua contenido en los espacios huecos y en las paredes celulares de la madera es muy variable en el árbol vivo.

La relación agua total materia seca leñosa, es muy variable en una pieza de madera, ya que está sujeta a la influencia de varios factores, entre ellos, la estructura celular y el peso específico de la madera. Así mientras el duramen no permite contenidos de humedad elevados debidos a sustancias infiltradas contenidas en sus células, la albura puede acumular más del 100% de su peso seco en agua e incluso llegar a un 400% en maderas livianas. El agua contenida en la madera se encuentra bajo las siguientes formas:

- **Agua libre.**

Es la que se encuentra ocupando las cavidades celulares o lumen de los elementos vasculares, dándole a la madera la condición de verde. La cantidad de agua libre que puede contener una madera está limitada por su volumen de poros.

Al iniciarse el secado, el agua libre se va perdiendo fácilmente por evaporación, ya que es retenida por fuerzas capilares muy débiles, hasta el momento en que ya no contiene más agua de este tipo. En éste punto la madera estará en lo que se denomina “punto o zona de saturación de las fibras” (**PSF**), contiene entre el 21% y 32%. Cuando la madera ha alcanzado esta condición, sus paredes celulares están completamente saturadas pero sus cavidades están vacías.

Durante la fase de secado, la madera no experimenta cambios dimensionales, ni alteraciones en sus propiedades mecánicas. Por tal razón, el **PSF** es muy importante desde el punto de vista físico-mecánico y de algunas propiedades eléctricas de la madera.

- **Agua de saturación, higroscópica o fija.**

Es el agua que se encuentra en las paredes celulares, también es llamada agua de inhibición. Existe la teoría de que el agua higroscópica está constituida por hidrogeniones fijados principalmente a los grupos hidroxilo de la celulosa y hemicelulosa y en menor cantidad a los grupos hidroxilo de la lignina.

Durante el secado de la madera, cuando ésta ha perdido su agua libre por evaporación y continua secándose, la pérdida de humedad ocurre con mayor lentitud hasta llegar a un estado de equilibrio higroscópico con la humedad relativa de la atmósfera circundante.

- **Agua de constitución**

Es el agua que forma parte de la materia celular de la madera y que no puede ser eliminada utilizando las técnicas normales de secado. Su pérdida implicaría la pérdida parcial de la madera.

- **Contracción de la madera.**

La madera según **JUNAC (1989)**, se caracteriza por ser un material de naturaleza higroscópica, es decir, que muestra afinidad por los cambios de humedad que se producen en el medio ambiente que le rodea. Esta afinidad se manifiesta por contracción o hinchamiento ante pérdidas o ganancias de humedad.

La anisotropía de la madera trae como consecuencia que se produzcan diferentes tasas de contracción en cada una de las direcciones; longitudinal, radial y tangencial. El principal constituyente de la pared celular es la celulosa y la misma se caracteriza por presentar una alta afinidad por el agua debido a la presencia de numerosos grupos -OH. Las moléculas de celulosa se encuentran agrupadas en forma de microfibrillas y el agua penetra a las llamadas regiones amorfas de las mismas. En vista que la mayor proporción de microfibrillas se encuentran orientadas en dirección casi paralela al eje longitudinal de la célula, 10-30° en la capa S₂, la mayor parte del hinchamiento o contracción se va a producir en dirección transversal. En las capas S₁ y S₃ las microfibrillas están orientadas con ángulos de inclinación de 50-70° y 60-90° respectivamente, el hinchamiento y contracción es predominantemente en dirección longitudinal, pero debido al menor espesor de estas capas en comparación con la capa S₂ los mayores cambios dimensionales se van a producir en dirección transversal.

También reporta que la diferencia entre contracción tangencial y radial, se explica por la influencia de los radios para restringir los cambios dimensionales en sentido radial, así como características estructurales de la pared celular, tales como modificaciones en la orientación de las microfibrillas, las punteaduras y composición química.

Finalmente, resumiendo la clasificación de las propiedades físicas según los rangos de clasificación de las maderas de 104 especies de las plantaciones tropicales de la sub Región Andina en el cuadro siguiente:

Cuadro 1

Clasificación de las maderas de 104 especies de las plantaciones tropicales de la sub. Región Andina. Según sus Propiedades Físicas.

Rangos de clasificación	Propiedades Físicas			
	Densidad básica (gr/cm ³)	Contracción volumétrica (%)	Relación T/R (%)	Estabilidad
Baja.	< 0,38	< 10	< 1,6	Muy estable.
Media.	0,38– 0,57	10,1 – 13	1,6 – 2,0	Estable.
Alta.	> 0,61	> 13,1	> 2,0	Muy inestable.

Fuente: Junac (1989).

Otros autores como **Guzmán (1979)**, sostiene que la variación del peso específico se debe a diferencias en su estructura y a la presencia de constituyentes extraños. La estructura de la madera está caracterizada por la cantidad proporcional de células de varios tipos como fibras, vasos, radios, parénquima, conductos gomíferos y por las dimensiones, especialmente el espesor de las paredes celulares y la longitud de los elementos estructurales. Indica que las tendencias hereditarias y los factores ambientales como suelo, precipitación, viento, calor, afectan la estructura de la madera.

Mientras que **León (2001)**, defiende que la densidad, está determinada por la cantidad de sustancia madera presente en un volumen dado, el contenido de humedad de la pieza de madera y la cantidad de extractivos presentes. La cantidad de madera está relacionada directamente con el espesor de la pared celular, de los elementos constituyentes de la madera, específicamente de aquellas células que se encargan de llevar a cabo la función de soporte o resistencia mecánica: traqueidas en coníferas y fibras en latifoliadas. La elasticidad y la resistencia a la flexión dependen generalmente de la densidad.

Una madera de baja densidad se caracteriza por tener fibras de paredes delgadas y una alta proporción de espacios vacíos, es decir, células con lumen amplio. Si se observa a nivel microscópico una determinada muestra de madera que presente fibras de paredes delgadas, poros grandes y en alta proporción, radios anchos y abundante parénquima, se puede definir que se trata de una madera de baja densidad.

El peso específico, según **León(2001)**, viene determinado por varias características de la madera tales como tamaño de las células, espesor de sus paredes, proporción de madera temprana y madera tardía, cantidad de células radiales, tamaño y cantidad de vasos, entre otros. Además de la presencia de extractivos dentro y entre células que pueden afectar las variaciones de peso específico. La influencia de los radios sobre el peso específico está relacionada con las diferencias en el volumen de los radios, las dimensiones de las células radiales y la relación entre el volumen de células procumbentes y células erectas.

También indica que el menor valor de la contracción radial puede ser atribuido a dos factores:

- La restricción de la contracción radial debido a la presencia de células parenquimáticas radiales.
- La presencia de bandas de madera temprana de baja densidad que alternan con zonas de madera tardía de alta densidad.

El efecto de estos dos factores es aditivo en la dirección radial pero, en dirección tangencial, la zona más densa de madera tardía controla la contracción a lo ancho del anillo de crecimiento.

La contracción e hinchamiento son mayores en maderas de alta densidad y son directamente proporcionales al peso específico o cantidad de sustancia de la pared celular presente.

Por su parte **Tuset, R (1989)**, refiriéndose a la variación de las propiedades físicas de la madera y también a las características mecánicas y eléctricas son variables en función de una serie de factores, entre los cuales destacan: especie, clima, edafología, condiciones silvícolas de crecimiento y la anisotropía de la madera. Como consecuencia de ambos hechos, se constatan variaciones de las propiedades del leño; tanto en tres diferentes árboles integrantes de un mismo bosque, como entre probetas provenientes de un mismo árbol. Así mismo la variación del peso específico de la madera se debe a la diferencia en su estructura y la presencia de constituyentes extraños.

De esta fuente se indica también que las tendencias hereditarias y los factores ambientales como: suelo, precipitación, viento, calor, etc., afectan la estructura de la madera y por lo tanto el peso específico. El crecimiento del árbol no sólo es afectado por el sitio donde crece sino también por su edad.

Mientras que **Panshin (1979)**, reporta que para zonas templadas, la variación del peso específico en el sentido radial puede ser clasificada en cuatro tipos:

- a) El peso específico aumenta desde la médula hacia la corteza.
- b) El peso específico es alto, cercana a la médula y luego decrece, finalmente hacia la corteza sufre un incremento.
- c) El peso específico aumenta en los primeros anillos de crecimiento cercanos a la médula, luego permanece más o menos constante y algunas veces puede disminuir hacia la corteza.
- d) El peso específico disminuye desde la médula hacia la corteza.

Así mismo señala que en el sentido axial la variación puede ser clasificada en tres tipos:

- a) El peso específico disminuye desde la base del tronco hacia la copa, pero ésta disminución es bastante uniforme.
- b) Que disminuye desde la base del tronco hacia los primeros metros de altura y finalmente tiende a incrementarse hacia la copa.
- c) El peso específico aumenta desde la base del tronco hacia la copa.

Por lo tanto la variación del peso específico de la madera se ha estudiado ampliamente y han encontrado en muchos casos que la variación es mayor en el mismo árbol que entre árboles de la misma especie.

1.2. Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam)

1.2.1. Descripción de las características dendrológicas

Según la **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789)**, afirma que:

Guazuma ulmifolia Lam., conocida como Bolaina negra y por numerosos otros nombres, es un árbol de tamaño pequeño o mediano y de muchas ramas, común en pastizales y bosques perturbados. Su distribución va desde el área central de México hasta el sur de Sudamérica. Sus frutos y follaje son consumidos por los animales domésticos y silvestres y la madera es una fuente importante de leña en las áreas rurales.

Forma. Árbol mediano o arbusto, caducifolio, de 2 a 15 m (hasta 25 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 30 a 40 cm (hasta 80 cm), normalmente de menor talla (8 m). En algunos casos se desarrolla como arbusto muy ramificado y en otros como un árbol monopódico. **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789).**

Copa / Hojas. Copa abierta, redondeada y extendida.

Hojas alternas, simples; láminas de 3 a 13 cm de largo por 1.5 a 6.5 cm de ancho, ovadas o lanceoladas, con el margen aserrado; verde oscuras y rasposas en el haz y verde grisáceas amarillentas y sedosas en el envés. **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789).**

Tronco / Ramas. Tronco más o menos recto, produciendo a veces chupones, frecuentemente ramificado a baja altura (desde la base). Ramas largas muy extendidas, horizontales o ligeramente colgantes. **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789).**

Corteza. *Externa* ligeramente fisurada, desprendiéndose en pequeños pedazos, pardo grisácea. *Interna* de color amarillento cambiando a pardo rojizo o rosado, fibrosa, dulce a ligeramente astringente. Grosor total: 5 a 12 mm. **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789).**

Flor(es). En panículas de 2 a 5 cm de largo, flores actinomorfas pequeñas, blancas y amarillas con tintes castaños, con olor dulce, de 5 mm de diámetro; cáliz veloso de 2 a 3 lóbulos, sépalos verdosos y pétalos de color crema. **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789).**

Fruto(s). Cápsula de 3 a 4 cm de largo, en infrutescencias de 10 cm, ovoide, 5-valvada, abriéndose tardíamente, con numerosas protuberancias cónicas en la superficie, moreno oscura a negra cuando está madura, olor y sabor dulce. Permanecen largo tiempo en el árbol. **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789).**

Semilla(s). Semillas numerosas (entre 40 a 80) de menos de 1 mm, duras, redondeadas, pardas. Los frutos se abren en el ápice o irregularmente por poros.
ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789).

Sexualidad. Hermafrodita. **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789).**

1.2.2. Distribución

Especie muy abundante en zonas con la temporada seca bien marcada o en zonas con vegetación sabanoide, o potreros en casi toda el área cálida húmeda. Altitud: 0 a 1200 (1500) m. **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789).**



Figura 1: Distribución natural de la Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam), en la América tropical. (Fuente: Encyclopédie Méthodique, Botanique 1789).

1.2.3. Origen / extensión.

Originario de América tropical. Se extiende desde México hasta América del Sur (noreste de Argentina, Ecuador, Perú, Paraguay, Bolivia, Brasil) y en el Caribe. En Centroamérica prospera en altitudes de hasta 1,200 m, siendo más frecuente por debajo de los 500 m, en regiones con estación seca. **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789).**

1.2.4. Hábitat

Es característica de sitios abiertos, laderas de montañas bajas y cañadas, pastizales, terrenos planos con lomeríos suaves, márgenes de ríos y arroyos, sitios desmontados. Es común en áreas secas y húmedas, por ejemplo en represas. Propia de zonas bajas cálidas. Se desarrolla en temperaturas de 20 a 30 °C, con períodos secos de 4 a 7 meses y con precipitaciones anuales de 700 a 1,500 (2,000) mm. Se adapta tanto a condiciones secas como húmedas y a un amplio rango de suelos, con pH mayor a 5.5. **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789).**

Suelos: de origen volcánico o sedimentario, negro arcilloso, grava volcánica negra, pedregoso, arenoso café claro, somero, rojo laterítico, limoso, vertisol, desde textura liviana hasta pesada. **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789).**

1.2.5. Importancia ecológica

Especie Secundaria. Pionera, heliófila. Puede presentarse como especie importante de etapas secundarias muy avanzadas de selvas medianas subperennifolias, dando la impresión de ser elemento primario. Abundante y característica de sitios perturbados. **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789).**

1.2.6. Vegetación / zona ecológica

1.2.6.1. Tipos de vegetación

ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789), caracteriza los siguientes tipos de vegetación:

- Bosque de galería.

- Bosque de pino-encino
- Bosque espinoso (matorral espinoso secundario, seco y húmedo).
- Bosque mesófilo de montaña (partes bajas).
- Bosque tropical caducifolio.
- Bosque tropical esclerófilo (Encinar tropical).
- Bosque tropical perennifolio (vegetación secundaria).
- Bosque tropical subcaducifolio.
- Bosque tropical subperennifolio.
- Manglar.
- Sabana secundaria (Palmar).
- Vegetación sabanoide o pastizales.

1.2.6.2. Zona(s) ecológica(s)

ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789), caracteriza las siguientes zonas ecológicas:

- Trópico húmedo.
- Trópico subhúmedo.

1.2.7. Características macroscópicas de la madera

El tronco recién cortado presenta las capas externas de madera (albura) de color oscuro similar a las capas internas (duramen), observándose entre ambas capas un leve y gradual contraste de color. En la madera seca al aire la albura se torna de color negro y el duramen marrón muy pálido.

Olor: No distintivo.

Lustre o brillo: Moderado ha elevado.

Grano: Recto.

Textura: Media.

Veteado o figura: Satinado brillante en la sección radial por contraste de los radios. Líneas verticales vasculares.

Madera liviana, que presenta contracciones lineales medias y la contracción volumétrica estable. Para la resistencia mecánica se sitúa en el límite de la categoría baja con la categoría media. **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789)**.

1.2.8. Usos

ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789), indica los siguientes usos:

Artisanal [madera]. Artículos torneados y decorativos e instrumentos musicales (violines y tapas de guitarra).

Comestible (fruto, dulces, bebidas) [semilla, fruto, flor]. El fruto verde mucilaginoso es dulce y se come crudo, molido o seco; los niños los comen como golosina. Con las semillas y frutos maduros se preparan tortillas, atole y pinole. Se puede preparar una bebida machacando el fruto en el agua. Flor comestible.

Cosmético / Higiene [madera]. La ceniza de la madera sirve para hacer jabón.

Construcción [madera]. Construcción rural y en general. Construcción de botes.

Combustible [madera]. En tiempos coloniales fue la fuente principal de carbón para la pólvora que se utilizó en la República Dominicana, Puerto Rico y Guatemala.

Actualmente se explota para carbón en las Antillas.

Combustible [madera]. Leña y carbón. La leña se prefiere por cualidades tales como: secado, resistencia a la pudrición, produce buena brasa, escaso humo, alto poder calorífico (18,600 kJ/kg), y es capaz de arder aún verde.

Forrajero [semilla, fruto, hoja, vástago]. Gran capacidad forrajera. Para engorda de ganado bovino, porcino, venados, burros, zarigüeyas, caballos. El fruto sirve de alimento a polluelos y las hojas al gusano de seda. Los frutos molidos constituyen un forraje de alto valor nutritivo. Por su altura, el forraje está disponible sólo cuando el árbol tira la hoja. Si el ganado come los frutos en exceso pueden causarle obstrucción intestinal.

Fibras [tallo joven, corteza, hoja]. Producen fibras fuertes que se usan para hacer sogas y cordeles.

Industrializable [corteza, fruto]. El cocimiento de la corteza, el jugo o los frutos macerados en agua, se utilizan para clarificar jarabes en la manufactura del azúcar de caña, cuando se hace la melaza. Se usa para limpiar el guarapo de la caña, al hacer la melaza.

Implementos de trabajo [madera]. Implementos agrícolas, mangos de herramientas. Los Tarahumaras fabrican lanzas.

Medicinal [fruto, flor, corteza, hoja, raíz].

Propiedades y acciones: astringente, emoliente, refrigerante, sudorífica, estomáquica, antiulcerogénica, antioxidante, depurativa, diaforética, citotóxica, pectoral, anti fúngica, anti amebiana, antibacteriana (G-) e hipocolesterolémica.

Frutos: se usan contra las inflamaciones, disentería, erupciones cutáneas, diarrea (con sangre) y enfermedades del riñón (cistitis).Mucilago (untado): contusiones.

Hojas, corteza: antiespasmódico, retención de orina, afecciones pectorales, catarro, antipirético, dolor de abdomen, antibiótico, antidiabético, antiinflamatorio, antiséptico, astringente, caída de cabello, purgante. Uno de los remedios más populares contra los padecimientos gastrointestinales. Corteza, hojas, brotes tiernos, raíz y frutos: para curar llagas, retención de orina, sífilis, tos, paludismo, inapetencia y afecciones epiteliales. Se usa también para contrarrestar la fiebre, gripa, vómito, diabetes, gastritis, reumatismo, elefantiasis y como desinfectante. A nivel cutáneo en erupciones, dermatitis, heridas leves y cuero cabelludo se utiliza la infusión de esta planta como té o aplicando directamente la savia. En Belice, la corteza hervida por 10 minutos se bebe para la disentería y la diarrea, ayuda en los problemas de próstata y se usa como un estimulante uterino para acelerar el parto.

Externamente el té es usado para llagas, infecciones y salpullido. En Brasil el té de corteza es considerado diaforético y se usa para fiebres, resfriados, bronquitis, asma, neumonía y problemas del hígado. En Perú, la corteza y las hojas en infusión son empleadas para desordenes del hígado y riñón y contra la disentería.

Planta: alopecia, asma, bronquitis, erisipela, dermatitis, heridas, hongos en la piel, elefantiasis, fiebre, hepatitis, lepra, malaria, nefritis, pulmonosis, gonorrea y sífilis. Extractos de hoja y corteza han demostrado clínicamente actividad antibacterial y anti fúngica contra numerosos patógena.

Maderable [madera]. La madera es ligera y blanda, se usa para elaborar cajas y embalajes, fabricar tableros de partículas, interiores de viviendas. Se recomienda para fabricación de chapa y carpintería en general, postes, muebles, partes de molinos, gabinetes, closets con acabado natural, ebanistería fina, duelas, barriles, hormas para zapato, pisos, lambrín, puertas y ventanas.

Melífera [flor]. Apicultura. Néctar valioso para la producción de miel de alta calidad.

Saborizante [semilla, fruto]. La semilla molida se usa para saborizar el chocolate. También se consume tostada como el café. Las semillas contienen un 50 % de aceite no secante muy apropiada para la industria alimentaria. En grandes cantidades produce obstrucción intestinal.

Saporífera [semilla (aceite)]. Fabricación de jabones.

Tutor [tronco]. Tutor para la agricultura.

Uso doméstico [madera]. Obtención de utensilios domésticos

Del mismo modo de acuerdo a la bibliografía consultada se tiene como antecedentes estudios sobre las dos especies investigadas en el presente trabajo de tesis sobre las características anatómicas, aspectos dendrológicos, propiedades físicas, organolépticas basados en descripciones generales macro y microscópicamente de la madera, fueron reportados por **Vásquez, R.M.S (1993)**, donde afirma que la madera del guácimo (*Guazuma ulmifolia Lam*) se clasifica como semipesada con una densidad básica media entre 0.57gr/cm³ y 0.61 gr/cm³ , de acuerdo a la clasificación de Arostegui(). Mientras que según **MARKUWARDT HECK (1938)** el peso específico basado en el volumen verde es 0.94 gr/cm³, y el peso específico basado en el volumen seco al horno es 0.60gr/cm³. La contracción volumétrica es de 14.1%, seco al horno. En Venezuela se ha registrado que la madera de la especie tiene un peso específico que varía de 0.55 gr/cm³ a 0.58gr/cm³.

El metro cúbico (estéreo) de madera de bolaina negra pesa 1280[±]20 kg (peso verde) y 650[±]20 (seca al horno). La madera es fácil de trabajar y se usa principalmente para postes y leña en el Perú y Centroamérica.

También la **FAO- FORESTAL (2010)**, reporta que la especie forestal de nombre común coco (*Guazuma ulmifolia Lam*) en Bolivia, según los estudios realizados presenta las siguientes características organolépticas: **COLOR ALBURA:** Marrón rojizo claro, **COLOR DURAMEN:** Marrón rojizo claro, **OLOR:** No distintivo, **SABOR:** No distintivo, **BRILLO:** Medio, **GRANO:** Recto: **VETEADO:** Suave, **TEXTURA:** Media. Además presenta las siguientes propiedades físicas: **DENSIDAD BASICA:** 0.57 g/cm³, **DENSIDAD AL 12% DE HUMEDAD:** 0.59 g/cm³, **CONTRACCION RADIAL:** 2.45%, **CONTRACCION TANGENCIAL:** 4.55%, **REALCION T/R:** 1.86.

1.3. Auca atadijo (*Croton matourensis* Aubl)

1.3.1 Características dentrológicas:

Árbol de hasta 15 m de alto. Ramas denso-pilosos a glabrescentes, ferrugíneos, tricomaslepidotos. Hojas de tamaño variable, 6-20 cm de largo por 3-9 cm de ancho; elípticas a elíptico-oblongos, margen entero, base obtusa, con un par de glándulas capitadas, ápice acuminado, raramente agudo; pecíolo de 1-4 cm de largo, denso pilosos. Inflorescencias de 8-22 cm de largo, bisexuadas, con flores pistiladas en la base, las flores estaminadas en el resto de la flor. Frutos capsulares, tricocos, 0,5–0,7 cm de diámetro, ferrugíneos; 3 semillas ovaes. La especie puede ser reconocida por el indumento denso de tricomas y por las glándulas en el envés de las hojas que le dan un aspecto metálico ferrugíneo dorado. (Figueroa ,2001).

Especie muy abundante y fuera de peligro, creciendo principalmente en bosques secundarios (“purmas”) y potreros. Se distribuye por Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Panamá, Perú, Surinam y Venezuela. Crece en Amazonas, Loreto, San Martín y Ucayali. Se ha colectado en el Bosque Alexander von Humboldt. Crece en las mismas zonas que *Croton tessmannii* Mansf., con la cual se confunde frecuentemente. Posee una madera de calidad aceptable, se explota comercialmente. Se utiliza también con fines medicinales. (Figueroa ,2001).

Finalmente LLUNCOR (2011), en los estudios realizados de diez especies forestales afirma que el Auca atadijo (*Croton matourensis* Aubl.), presenta la siguiente composición química: **CELULOSA:** 42.78 %, **HEMICELULOSA:** 30.15%, **LIGNINA:** 20.10%, **CENIZA:** 6.75%, **SÍLICE:** 0.22%; características organolépticas: **OLOR:** Sin olor, **SABOR:** Sin sabor, **BRILLO:** Medio, **TEXTURA:** Media, **VETEADO:** Arcos superpuestos (sección tangencial), líneas verticales (sección radial), **GRANO:** Recto; propiedades físicas: **DENSIDAD BÁSICA:** 0.31 g/cm³, **CONTRACCION TANGENCIAL:** 6.97%, **CONTRACCION RADIAL:** 3.56 %, **CONTRACCION LONGITUDINAL:** 0.56 %, **CONTRACCION VOLUMÉTRICA:** 10.73 %, **RELACIÓN T/R:** 1.96

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales, equipos e insumos

2.1.1. Fase de campo

2.1.1.1 Materiales y herramientas:

- Machete.
- Libreta de campo.
- Lápiz de carbón.
- Wincha métrica de 5 m marca STANLEY.
- Marcadores indelebles.
- Lapicero azul y negro.
- Hacha.

2.1.1.2. Equipos:

- Cámara digital marca SONY.
- Motosierra marca STILL.
- Binoculares marca Tasco 10x50 mm.
- GPS.

2.1.1.3. Material Experimental.

- Para el estudio de Propiedades Físicas: Probetas de 2,5x2, 5x10cm, 1x3x10 cm y 3x3x10 cm.
- Para el estudio de la Características Anatómicas: Rodajas de 15 cm de altura, (probetas de 2x2x4 cm y cubitos de 1x1x1cm.)
- Para material de xiloteca: tablillas de 2x10x15 cm.

2.1.2. Fase de Carpintería.

2.1.2.1. Materiales:

- Lapiceros de tinta indeleble negra y azul.
- Tizas de diferentes colores.
- Bolsas plásticas transparentes de 10x15 cm.
- Navaja.
- Regla graduada.

- Escuadra.
- Lápiz.

2.1.2.2. Equipos:

- Sierra circular marca MAZUTTI.
- Sierra cinta o cierra sin fin, marca SICAR 800.
- Disco circular marca WEG.

2.1.2.3. Otros (terceros)

- Obreros.

2.1.3. Fase de Laboratorio

2.1.3.1. Materiales:

- Martillo.
- Navaja para madera marca STANLEY.
- Lupa de 10x y 20x marca RUPER.
- Repuestos de navaja.
- Vasos de precipitación de 50, 100 y 600 ml.
- Placas Petri.
- Franela.
- Pipetas.
- Porta objetos.
- Cubre objetos de 18 x 18 para láminas histológicas marca COVER GLASS.
- Pinza.
- Papel filtro.
- Cubre objetos de 22 x 22 para tejido macerado marca COVER GLASS.
- Protectores.
- Plumones indelebles rojo.
- Libreta de apuntes.
- Cinta adhesiva.

2.1.3.2. Equipos:

- Micrótopo marca LEICA SM2000R serie 054333784.
- Afilador de cuchilla marca LEICA SP 9000 serie 041825660.
- Estufa marca Tomos modelo 9076^a serie 15060098.

- Cámara digital marca PANASONIC.
- Computadora INTEL COREL 2 DUO e impresora CANON IP 2700.
- Balanza analítica digital de precisión con capacidad de 2100 gr y de DIV: 0,1g serie CS 056440.
- Estereomicroscopio marca CARL ZEISS.
- Microscopio binocular (Trinocular) marca LEICA serie 341195389FZ0007.
- Calibrador vernier o pie de rey marca Declusa 0 – 150 mm.
- Termómetro Radio shack CAT N° 63-1032.

2.1.3.3. Reactivos:

- Agua destilada.
- Glicerina.
- Abrasivos (grueso, fino y para asentada).
- Alcohol Absoluto de 96%, 60% y 30%.
- Colorantes (safranina, violeta genciana, etc.).
- Ácido acético 10%.
- Ácido nítrico al 10%.
- Ácido sulfúrico.
- Agua de caño.

2.2. Metodología Aplicada

2.2.1. Procedencia de la especie

Se seleccionaron dos árboles de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) de aproximadamente 16 años de edad, ubicado en el sector comprensión del caserío de puerto Los Ángeles y dos árboles de Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) de aproximadamente 15 años de edad, ubicado en el sector comprensión del caserío Caserío Puerto Guillermo, en el distrito de Yantaló, ubicado a 8 Km. al sureste de la provincia de Moyobamba de la Región San Martín, a una altitud de 853 msnm con coordenadas E 76, 232,392 a 277, 372,574 y N 9°341, 662,855 a 9°340, 046,765.

Según la clasificación de **HOLDRIDGE (1982)**, las zonas de extracción de las muestras corresponden a la zona de vida natural: bosque húmedo tropical (bh-T);

Teniendo como precipitación, temperatura y humedad relativa de la zona de extracción de las muestras según **SENAMHI** de 1247,5 mm/año como mínimo, de 1400 mm/año como precipitación máxima y 1323,75 mm/año como precipitación promedio; temperatura promedio de 23,65°C, temperatura máxima de 27,1°C y mínima de 20,2°C; y finalmente con humedad relativa promedio máxima de 81-84%.

Se delimitó y georreferenció el área de la parcela dentro del bosque, el tamaño de la parcela fue de 100 X 25 m (0,25 Ha), Se procedió a extraer la muestra dentro de la parcela donde se seleccionaron y marcaron dos (02) árboles, como lo indica la norma nacional peruana **INDECOPI 251.008 (1980)**, fueron georreferenciados. Para la selección de los árboles se tuvo en consideración que tengan buenas características fitosanitarias, de fuste lo más recto y alto posible, teniendo en consideración las características morfológicas de la especie.

Para determinar la edad de los arboles bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) que se utilizaron para realizar el estudio anatómico y las propiedades físicas fue el de proceso de sucesión forestal, determinando previamente la fase de sucesión correspondiente tomando en cuenta las características de las comunidades tempranas en la cual las dos especies se encuentran desarrollándose, determinando su etapa de desarrollo como arboles maduros : el tamaño de la bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) de 15 a 20 metros con diámetro a la altura del pecho de 0.40 metros y con una edad aproximada de 16 años, dentro de una purma temprana y el tamaño del Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) de 10 a 15 metros con diámetro a la altura del pecho de 0.30 metros y con la edad de 16 años dentro de la misma purma temprana.

2.2.2. Localización geográfica

La zona de estudio se encuentra ubicada en un cuadrante que presenta las siguientes coordenadas UTM en el sistema WGS 84.

Punto 1: E = 276, 232,392 N = 9'341, 662,855

Punto 2: E = 277, 372,574 N = 9'340, 046,765

La altitud varía entre 860 a 960 msnm y pertenece a la serie de suelos San Antonio dentro del Gran Grupo de los Rojo Amarillo Podsológicos (Tropudult) según la séptima aproximación de la FAO. Estos suelos se han derivado sobre materiales

residuales constituidos predominantemente por Limolitas y Lutitas ácidas o también sobre una mezcla de residuos colubiales provenientes de areniscas ácidas. Estas situados en terrazas medias a altas o pequeñas laderas y lomadas de topografía plana a ligeramente inclinada o ligeramente ondulada. El perfil del suelo muestra un horizonte A1 que puede presentar subdivisiones (A_{11} , A_{12}) de 25 a 30 cm de espesor, color pardo oscuro a pardo amarillento oscuro de textura media, estructura granular, fina, moderada, consistencia friable, reacción moderada a muy fuertemente ácida y bajo contenido de materia orgánica.

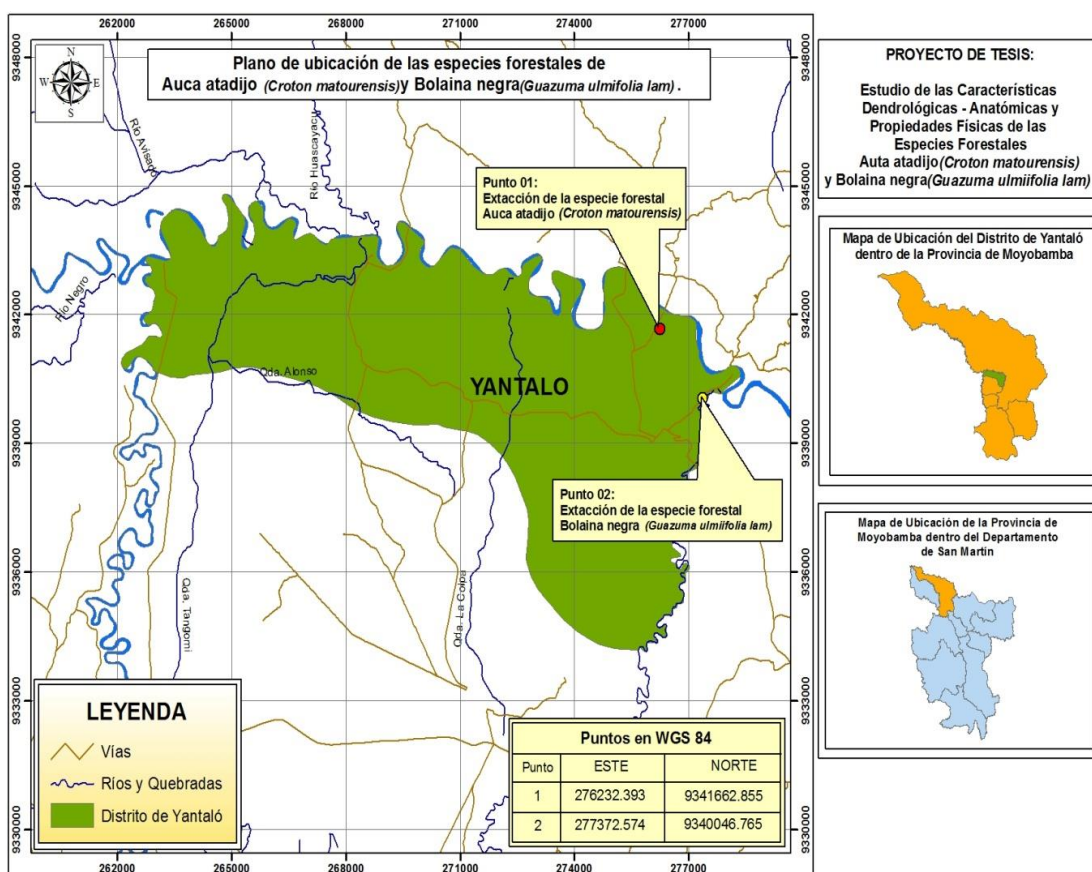


Figura 2: Plano de ubicación del área de extracción. (Fuente: Elaboración propia 2014).

2.2.3. Obtención de material xilemático

Las muestras de los árboles fueron sacados de la zona media del fuste y la parte central del leño las cuales fueron transportadas a la carpintería, donde se preparó las probetas para los ensayos de anatomía de la madera de las dos especies en estudio.

En el laboratorio de Tecnología de Productos Agroindustriales No Alimentos (TEPANAL) de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, se

realizaron los ensayos para el estudio de la estructura anatómica de las dos especies investigadas, por lo tanto el material xilemático recepcionado, consta de rodajas de tres niveles (nivel base, nivel medio, nivel superior).

2.2.4. Determinación de las características anatómicas de la especie

2.2.4.1 Descripción macroscópica

De cada árbol se obtuvo una troza de 80 cm de largo de la zona media, luego se procedió a sacar rodajas de cada madera, y en la cara de cada una de las rodajas se procedió a marcar las orientaciones de secciones o planos anatómicos, para permitir la obtención de las probetas de madera orientados según las secciones o planos anatómicos (transversal, radial y tangencial) para el estudio de las propiedades físicas de la madera de las especies en estudio.

Para el caso del estudio de las características macroscópicas se utilizó troncos o tortas de madera de 20 cm de espesor x 40 cm de diámetro. Para el caso del estudio microscópico se utilizó cubitos de madera de 1 cm x 1 cm x 1cm orientados anatómicamente, los cuales se obtuvieron de las tortas o rodajas de madera indicadas con las dimensiones respectivas.

Para la obtención de cubos y probetas se utilizara una rodaja de 20 cm de espesor de cada madera, luego se procederá a sacar 8 probetas de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*), y 8 probetas de Auca atadizo (*Croton matourensis Aubl*) de 2.5x2.5x10 cm, para el estudio de las propiedades físicas según la norma técnica peruana **INDECOPI**; luego se procederá a sacar 8 cubos de 1x1x1cm de la especie forestal Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y 8 cubos de 1x1x1cm de Auca atadizo (*Croton matourensis Aubl*). Finalmente se obtuvieron tablillas de 2x10x15 cm en el tipo de corte radial, tangencial y oblicua para material de xiloteca y observación de veteado.

2.2.4.2. Características de identificación macroscópica

El estudio de la estructura anatómica a nivel macroscópico, los elementos macroscópicos son aquellos que se observan a simple vista o con el uso de lentes de con aumento hasta de 10X (**León, H Espinoza de Pernia, 1995**). Y están

incluidas en tres categorías: características estructurales: anillos de crecimiento, madera temprana, madera tardía, albura y duramen; características anatómicas: vasos o poros, parénquima, radios, conductos, floema incluso; características organolépticas: sabor, olor, color, brillo o lustre, textura, grano y vetado.

En rodajas: Se determinó el número de anillos por cm lineal, diferencia entre albura y duramen, y el tipo porosidad.

En probetas:

a) Características organolépticas

Color: En la determinación del color se utilizó probetas y con la ayuda de la tabla de colores de MUNSELL para suelos se buscaron por comparación la uniformidad o similitud entre el color de la probeta y los colores de la tabla

Olor: Se hizo un corte a la mitad de los cubos en dirección de los radios y se olfateó los pedazos de los cubos el tejido fresco.

Sabor: Se determinó el sabor entre los pedazos de los cubos partidos a través del sentido del gusto

Brillo: Se determinó con las probetas de acuerdo al brillo que presentaron las caras radiales y tangenciales sometidas contra la luz.

Textura: Se determinó a través del sentido del tacto por la aspereza que presentaron las probetas de madera en relación a probetas patrón de especies de textura conocida

Vetado: Se determinó el vetado en el plano tangencial y radial de acuerdo a las dibujos y figuras que presentaron las probetas de madera en la superficie longitudinal pulida.

Grano: Se hizo un corte a la mitad del cubo siguiendo la dirección de los radios de acuerdo a la figura que presentó cada cara de la pared seccionada del cubo.

b) Características generales

En probetas:

Forma de los poros: con una lupa 10X se observaron la forma de los poros de mayor cantidad distribuidas en la probeta.

Agrupación de poros: En los tres planos de corte se visualizaron con la lupa 10X si estos estaban solos o agrupados.

Tipo de porosidad: se visualizaron con la lupa de 10X en los tres planos de corte de acuerdo al tamaño y distribución de los poros dentro del anillo de crecimiento.

Tipo de parénquima: se determinó visualizando con la lupa de 10X en los tres planos de corte, como están asociadas el elemento vascular con el parénquima.

Radios: Ancho de los radios: determinaron a simple vista y/o con la lupa.

Estratificación (plano tangencial): Determinaron viendo la disposición de los radios.

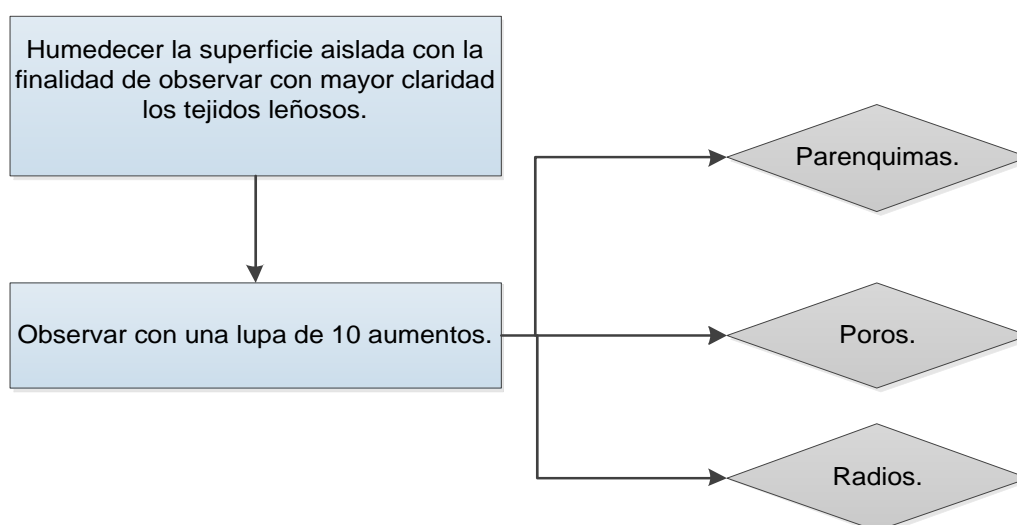


Figura 3: Flujograma para la determinación de poros, parénquimas y radios.

2.2.4.3. Características de identificación microscópica

El estudio de la estructura anatómica microscópica incluye todos aquellos elementos cuya observación requiere de grandes aumentos, es decir, que es necesario el uso del microscopio para su detección, como son: tejido prosenquimático longitudinal: elementos vasculares, traqueidas vasculares y vasicéntricas, fibras; tejido parenquimático longitudinal: parénquima fusiforme, parénquima en serie, parénquima epitelial, tejido parenquimático transversal; tejido parenquimático radial: células radiales o erectas, células procumbentes; parénquima epitelial o conductos gomíferos transversales.

Preparación de láminas histológicas:

Para la obtención de las láminas histológicas y de tejido macerado se empleó el procedimiento utilizado por el laboratorio de Tecnología de Productos Agroindustriales No Alimentos (TEPANAL) de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín; dicho procedimiento es lo siguiente:

- En dos vasos de vidrio conteniendo soluciones ácido acético al 10% y ácido nítrico al 10% por separado se colocó los cubitos de madera orientados anatómicamente según las secciones transversal, radial y tangencial para su ablandamiento y posterior corte histológico en el micrótopo para su descripción y evaluación respectiva.
- Se controló todos los días el ablandamiento de los cubitos de madera y se verificó el ablandamiento óptimo con la ayuda de un punzón, comprobándose la penetración del punzón en forma suave con la cual se obtuvo el ablandamiento óptimo.
- El ablandamiento aplicando ácido nítrico al 10% duró 10 días para los cubitos de madera de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam) y 12 días para los cubitos de madera de auca atadizo (*Croton matourensis* Aubl), luego se cortó en láminas muy delgadas en la cual aparezcan las secciones transversal, radial, tangencial y oblicuo en forma completa con la ayuda del micrótopo, seleccionando las mejores láminas y completas, descartando las láminas con partes vacías en los cortes hechos.
- Las láminas seleccionadas de cada corte obtenido de las especies en estudio se colocaron en una placa Petri (por corte) para lavarlas, primero en alcohol de 30° por 5 minutos, se retiró el alcohol y se lavó por segunda vez pero con alcohol de 60° por 5 minutos, luego se retiró el alcohol de 60° y se lavó por tercera vez con alcohol de 96° por 5 minutos, este proceso se realizó para eliminar grasas, resinas, gomas, impurezas, etc.
- Se lavó con agua destilada las láminas de madera orientadas anatómicamente y se colorearon con una solución de safranina (colorante) por 5 a 10 minutos, luego se retiró el colorante y se lavó por segunda vez las láminas de maderas por segunda vez con alcohol de 96° para fijar el color en las láminas de acuerdo a los cortes anatómicos de las especies forestales estudiadas.

- Finalmente se realizó el montaje de los diferentes cortes anatómicos en plaquitas de vidrio y el sellado respectivo.
- Con la ayuda de un microscopio binocular se analizó cada lámina para escoger una de ellas que sea la más representativa, esto en cada corte (Tangencial, Radial, Transversal).
- Con las láminas de madera obtenidas se ordenaron de acuerdo a la orientación anatómica, las secciones (Tangencial, Radial, Transversal) para su observación microscópica, estas, se colocaron en las respectivas plaquitas de vidrio de cada especie y de acuerdo al diagrama que se indica a continuación, y se fijó las plaquitas de vidrio cubre objeto encima de cada lámina de madera.
- De izquierda a derecha.

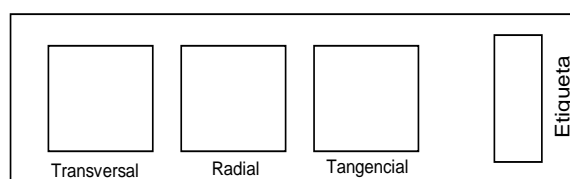


Figura 4: Ubicación de las láminas de acuerdo a la sección.

- Las secciones o cortes se observaron en el microscopio para realizar el análisis y descripción de las características microscópicas.

2.2.5. Propiedades físicas de la madera

2.2.5.1. Aspectos básicos

Se evaluó la influencia de los planos de corte en las variaciones de las propiedades físicas, teniendo en consideración lo siguiente:

Planos de Corte

Para la determinación de las propiedades físicas de la madera se tuvo en cuenta los planos de corte o secciones:

- **Sección Transversal:** Es la sección perpendicular al eje del tronco.
- **Sección Longitudinal:** Es la sección paralela al eje del tronco que a su vez puede ser:
 - **Radial:** Resultante de un corte longitudinal paralelo a los radios de la corteza hasta la médula y perpendicular a los anillos de crecimiento.

- **Tangencial:** Es el corte que sigue una dirección perpendicular a los radios o tangente a los anillos de crecimiento.

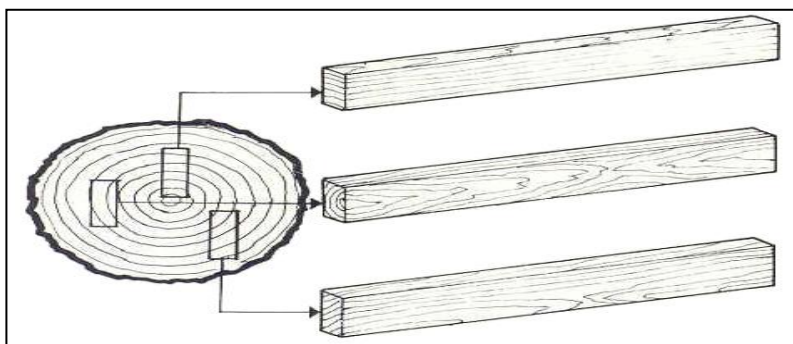


Figura 5: Tipos de corte en pieza de madera

2.2.5.2 Evaluación de las Propiedades Físicas

Las normas usadas en los respectivos ensayos:

Ensayos físicos	Norma
• Contenido de Humedad :	ITINTEC, actualmente INDECOPI 251,010. .
• Contracción :	ITINTEC, actualmente INDECOPI 251,012.
• Densidad :	ITINTEC, actualmente INDECOPI 251,011.

❖ **Contenido de humedad.**

Para determinar la humedad se utilizó la siguiente fórmula, según **INTINTEC**, actualmente **INDECOPI (1980), Norma 251,010:**

- **Fórmula Básica según ITINTEC, actualmente INDECOPI, (1980):**

$$CH\% = \frac{Ph - Psh}{Psh} \times 100$$

Ph = Peso húmedo, o saturado.

Psh = Peso seco al horno.

❖ **Contracción.**

Para determinar la contracción se utilizó la siguiente fórmula, según **ITINTEC**, actualmente **INDECOPI (1980), Norma 251,012:**

○ **Fórmulas Básicas según INTINTEC, actualmente INDECOPI, (1980):**

• **Contracción radial.**

$$\beta_r(\%) = \frac{{}^d vr(CH > 30\%) - {}^d sr(CH \approx 0\%)}{{}^d vr(CH > 30\%)} \cdot 100(\%)$$

${}^d vr(CH > 30\%)$ = Dimensión radial húmedo o saturado con contenido de humedad mayor al 30%.

${}^d sr(CH \approx 0\%)$ = Dimensión radial seca al horno con un contenido de humedad de aproximadamente 0%.

• **Contracción tangencial.**

$$\beta_t(\%) = \frac{{}^d ht(CH > 30\%) - {}^d st(CH \approx 0\%)}{{}^d vt(CH > 30\%)} \times 100(\%)$$

${}^d ht(CH > 30\%)$ = Dimensión tangencial húmedo o saturado con un contenido de humedad mayor al 30%.

${}^d st(CH \approx 0\%)$ = Dimensión tangencial seca al horno con contenido de humedad de aproximadamente 0%.

• **Contracción Longitudinal.**

$$\beta_l(\%) = \frac{{}^d hl(CH > 30\%) - {}^d sl(CH \approx 0\%)}{{}^d hl(CH > 30\%)} \cdot 100(\%)$$

${}^d hl(CH > 30\%)$ = Dimensión longitudinal húmedo o saturado con un contenido de humedad mayor al 30 %.

${}^d sl(CH \approx 0\%)$ = Dimensión longitudinal seca al horno con un contenido de humedad de aproximadamente 0%.

- **Contracción Volumétrica.**

$$\beta_V(\%) = \frac{{}^d v_h(CH > 30\%) - {}^d s_v(CH \approx 0\%)}{{}^d v_h(CH > 30\%)} \cdot 100(\%)$$

${}^d v_h(CH > 30\%)$ = Dimensión volumétrica húmedo o saturado con un contenido de humedad mayor al 30%.

${}^d s_v(CH \approx 0\%)$ = Dimensión volumétrica seca al horno con contenido de humedad de aproximadamente 0%.

- ❖ **Densidad**

Para determinar la densidad se utilizó la siguiente fórmula según INTINTEC, actualmente INDECOPI (1980), Norma 251,011:

- **Fórmulas Básicas según ITINTEC, actualmente INDECOPI, (1980):**

- **Densidad húmeda y/o saturado** = $\frac{ph(CH > 30\%)}{vh(CH > 30\%)} (gr / cm^{-3})$

ph = Peso húmedo o saturado.

vh = Volumen húmedo o saturado.

- **Densidad básica** = $\frac{psh(CH \approx 0\%)}{vsh(CH > 30\%)}$

psh = Peso seco al horno.

vsh = Volumen húmedo o saturado.

- **Densidad seca al aire** = $\frac{psa(CH \approx 12\%)}{vsa(CH \approx 12\%)} (gr \cdot cm^{-3})$

psa = Peso seco al aire.

vsa = Volumen seco al aire.

- **Densidad seca al horno** = $\frac{psh(CH \approx 0\%)}{vsh(CH \approx 0\%)} (gr / cm^{-3})$

psh = Peso seco al horno.

vsh = Volumen seco al horno.

- **Determinar volumen**

$$V = dt \times dr \times dl = \text{cm}^3.$$

dt = Dimensión tangencial.

dr = Dimensión radial.

dl = Dimensión longitudinal.

2.2.5.3 Descripción del proceso para la Evaluación de las Propiedades Físicas:

- ✓ **Volumen por inmersión de agua:**

Se determinó el volumen de cada probeta de madera por desplazamiento de agua destilada. Para tal efecto se midió 350 ml de agua destilada en una probeta de vidrio de 500 ml y en ella se introdujo uno por uno las probetas de madera (orientados anatómicamente según los diferentes planos de corte) midiéndose el volumen de agua desplazada que equivale al volumen húmedo de cada muestra.

- ✓ **Volumen húmedo utilizando vernier:** Identificamos los planos de corte radial, tangencial y longitudinal de cada probeta.

Con la ayuda del vernier medimos las probetas en sus dimensiones radial, tangencial y longitudinal. Realizamos este procedimiento en húmedo y en seco.

- ✓ **Peso Húmedo:**

Utilizando la balanza de precisión se determinó el peso húmedo de las 4 probetas, 4 de las especies forestal Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam) y luego 4 probetas de la especie forestal Auca atadijo (*Croton matourensis* Aubl), utilizando para ello la fórmula de ITINTEC, actualmente INDECOPI.

- ✓ **Peso seco al Horno:**

Se introdujo las 16 probetas, 8 de la especie forestal Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam) y 8 de la especie forestal Auca atadijo (*Croton matourensis* Aubl), las probetas de madera de las 2 especies estudiadas se sometieron al secado en horno a 50°C por espacio de 20 minutos, incrementándose la temperatura hasta 100°C y luego a 150°C, para cada temperatura se utilizó el

tiempo de 20 minutos, totalizando un tiempo de 60 minutos, o sea 1 hora de secado al horno.

Posteriormente, procedimos a retirar del horno las probetas de madera, para enfriarlas en la campana desecadora de vidrio durante 15 minutos. Luego de enfriarlas se procedió a pesar uno por uno las 24 probetas de madera de las 2 especies en estudio, usando la balanza de precisión.

✓ **Volumen Seco al Horno:**

Las 24 probetas de madera de las dos especies estudiadas (16 de Bolaina negra y 8 de Auca atadijo) extraídas del horno, se volvieron a medir las dimensiones de la madera seca con ayuda del vernier, para determinar el volumen anhidro.

✓ **Contenido de Humedad:**

Con los datos obtenidos de las 24 probetas de madera ensayadas, en la condición de peso húmedo (PH) y peso seco al horno (PSH), se procedió a determinar el contenido de humedad (CH) en porcentaje de cada una de las probetas de madera, de acuerdo a la especie estudiada. Finalmente utilizando la fórmula ITINTEC, actualmente INDECOPI .251.010, se obtuvo el contenido de humedad para cada especie forestal estudiada.

✓ **Densidad Básica:**

Para determinar la densidad básica se utilizó los datos de peso seco al horno (PSH) y el volumen seco al horno (VSH) utilizando la fórmula de ITINTEC, actualmente INDECOPI 251,011.

✓ **Densidad Anhidra:**

La densidad anhidra se calculó dividiendo el Peso seco al horno (PSH) entre volumen seco al horno (VSH) utilizando la fórmula de INTNTEC, actualmente INDECOPI 251,011.

✓ **Contracciones totales:**

Se realizaron cálculos para la contracción tangencial (CT), para la contracción radial (CR), para la contracción longitudinal (CL) y la contracción volumétrica (CV), utilizando la fórmula de INTINTEC, ACTUALMENTE INDECOPI 251.012.

Finalmente, para determinar la diferencia estadística en las propiedades físicas se realizó un análisis de varianza y una prueba de significación de Tuckey con el fin de comparar los resultados obtenidos entre los diferentes promedios de las propiedades físicas en madera verde y seca. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 4 repeticiones. El modelo matemático lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + P_k + \sum_{ijk} ijk$$

Dónde: μ = *rendimiento promedio de todos los tratamientos*

T_i = *efecto del i ésimo tratamiento*

B_j = *Efecto de J enésimo bloque*

T_1 = *Madera en verde.*

T_2 = *Madera en seco.*

T_3 = *Madera seco al horno.*

Cuadro 2

La característica del ANDEVA es:

Fuente de variación	Grados de libertad (G.L)	suma de cuadrados (S.C)	Cuadrado Medio (C.M)	F.C
Tratamientos	t-1	$b \sum_i (\gamma_i - \bar{\gamma})^2$	$\frac{SC. trat.}{GL trat.}$	
Bloques	b-1	$t \sum_j (\gamma_j - \bar{\gamma})^2$	$\frac{SC. bloq.}{GL bloq.}$	
Error	(t-1)(b-1)	$\sum_{ij} (\gamma_{ij} - \gamma_j - \bar{\gamma})^2$	$\frac{SC. error.}{GL error.}$	
Total				

t: Número de tratamientos.

r: Número de repeticiones

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Características Dendrológicas

3.1.1. Características dendrológicas de la especie Forestal Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*).

Utilizando el método del dendrólogo para la identificación de los árboles de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) basado en las características macroscópicas de los diferentes órganos vegetativos, presenta las siguientes características:

a) Raíces:

Presenta raíces redondas bien desarrolladas.

b) Corteza:

La corteza exterior presenta un color gris pardo, agrietado y acanalado, áspera en tiras, con ritidoma de consistencia leñosa, lenticelas de forma alargadas; la corteza interna de color café claro (color castaño marrón o claro) de unos 8-11 mm de grosor, fibrosa y ligeramente amarga, sabia incolora, mucilaginoso.

c) Fuste o tronco:

El tronco es recto y cilíndrico de 30 – 40 cm de diámetro, con corteza de color gris pardo, presenta ramas de forma horizontal.

d) Hojas y ramas terminales:

Las hojas son alternas, cortamente pecioladas de ovadas a oblongo lanceoladas, con borde del limbo dentado, de 6 a 12 cm de largo, de 2.5 a 6 cm de ancho, la punta larga y acuminada, la base obtusa o sub corazonada, color verde, ligeramente brillante en la superficie axial, con pares de costillas de 6-12. Ramitas terminales simples de color verde pardo, con posición opuesta, con nervadura palminerva, ápice acuminado y peciolo pulvínulo.

e) El árbol:

Árbol de 8-15 m de altura y 30-40 cm de diámetro del tronco, con ramificaciones desde 1.5-2 m de altura del suelo. Copa irregular, redondeada, frondosa, con ramas muy extendidas, horizontales y colgantes que llegan hasta el suelo.

f) Flores:

Flores ligeramente fragantes de 1 cm de largo y 0.5 cm de ancho, los racimos florales (panícula) ramificados en péndulos con vellosidades.

g) Frutos:

Presenta un fruto con cápsula sub globosa elipsoide leñoso, de 1.5 a 4 cm de largo y de 1 a 1.5 cm de ancho, de aspecto verrugoso y de color negro purpura, densamente espinoso, formado por 5 cálpeles pentaloculares, que contienen una pequeña pulpa dulce, que se abre por el ápice o irregularmente por los poros.

h) Semillas:

Semillas de color negro y de textura dura que miden 3 mm de longitud.

Las características de los dos árboles de Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam) en estudio que fueron descritos anteriormente, coinciden con la información reportada por diferentes autores, quiénes realizaron investigaciones dendrológicas sobre la especie en diferentes zonas naturales del continente americano entre ellos (**ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE (1789)**).

3.1.2. Características dendrológicas de la especie Forestal Auca atadijo (*Croton matourensis* Aubl).

Utilizando el método del dendrólogo para la identificación de los árboles de Auca atadijo (*Croton matourensis* Aubl) basado en las características macroscópicas de sus diferentes órganos vegetativos, presentan las siguientes características:

a) Raíces:

Presenta raíces bien desarrolladas de forma redondas semi volantes.

b) Corteza:

Corteza externa lisa con lenticelas, ranuras en la parte exterior, presentando un color plateado gris o gris rojizo. La corteza interior de color blanco rojizo de unos 8-12 mm de grosor, textura fibrosa, secreta lentamente en pequeñas cantidades un látex rojo de sabor astringente.

La corteza se utiliza como sogas para amarres por su alta resistencia a la tensión.

c) Fuste o tronco:

Fuste o tronco de 20 – 40 cm de diámetro, lo presenta de forma cilíndrico de color plateado gris o gris rojizo, con apariencias fisuradas en árboles jóvenes, con cicatrices como media luna.

d) Hojas y ramas terminales:

Hojas de tamaño variable, 6-20 cm de largo por 3-9 de ancho; elípticas a elíptico ablongas, margen entero, base obtusa, con un par de glándulas capitadas.. Cápsulas triloculares, 0.5-0.7 cm de diámetro, ferrugíneos. Indumento denso de tricomas y presentan glándulas en el envés de la hoja de aspecto metálico ferrugíneo dorado. Presenta las ramitas terminales de forma alterna de sección poligonal irregular, canicular, verdusco, hojitas terminales o yema foliar en forma de lanza.

e) Fenología:

Fructifica y disemina su semilla en la época seca.

f) Flores :

Presenta flores de forma escamo-estrellada de unos 6-9 mm de longitud, con 5 dientes totalmente recubierto con pelos; color blanco cremoso e inodoro de 5 pétalos. Inflorescencias de 8-22 cm de largo, bisexuadas.

g) Frutos:

Tiene de forma ovals de 2-3 mm de diámetro, color verde e inodoro, presenta un sabor astringente.

h) Semillas:

Presenta un color marrón lustroso de forma oval con 0.5 mm de espesor.

i) El árbol:

El desarrollo del árbol *Croton matourensis* Aubl está en la función de la calidad de sitio y los diferentes factores ambientales que interactúan entre él y el medio que lo rodea, debiendo para ello tener toda las condiciones favorables para llegar a tener aturas de 8 a 15 metros, mayormente crecen en bosques primarios y secundarios; copa alargada abierta.

Las características de los dos árboles de Auca atadijo (*Croton matourensis* Aubl) en estudio que fueron descritos anteriormente, coinciden con la información reportada por diferentes autores, quiénes realizaron investigaciones dendrológicas sobre la especie en diferentes zonas naturales de la Amazonía peruana entre ellos (**Figueroa (2001)**).

3.2. Características anatómicas

3.2.1. Descripción de las Características generales u organolépticas.

Cuadro 3

Características generales u organolépticas de las dos especies forestales estudiadas, en rodajas, probetas y xiloteca de madera.

ESPECIE	CARACTERISTICAS	DESCRIPCION
Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> <i>Lam</i>)	Color	Castaño pálido.
	Olor	Sin olor.
	Sabor	Sin sabor.
	Brillo	Medio
	Textura	Media.
	Veteado	Bandas paralelas.
	Grano	Recto y entre cruzado.
Auca atadijo (<i>Croton</i> <i>matourensis Aubl.</i>)	Color	Crema
	Olor	Sin olor.
	Sabor	Sin sabor.
	Brillo	Medio.
	Textura	Medio.
	Veteado	Arco superpuesto (sec. Tang). Líneas verticales (Sec. Radial).
	Grano	Recto.

Fuente: Elaboración propia 2014.

Según el Cuadro 3, se observa que las características generales u organolépticas que presenta la especie Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) es: color: castaño pálido; olor: sin olor; sabor: sin sabor; Brillo: medio; Textura: medio; Veteado: arcos superpuestos en la sección tangencial y líneas verticales en la sección radial, grano: recto y entrecruzado, coincidiendo con lo reportado por **Vásquez, R.M.S (1993)** y **FAO- FORESTAL (2010)**. Igualmente en el mismo Cuadro 3 se aprecia que las características organolépticas que presenta la especie Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) es: color: crema; olor: sin olor; sabor: sin sabor; Brillo: medio; Textura: medio; Veteado: bandas paralelas; grano: recto, tal como afirma **LLUNCOR (2011)**.

3.2.2. Descripción de las Características macroscópicas.

Cuadro 4

Características macroscópicas de las dos especies forestales estudiadas determinadas en rodajas y probetas.

ESPECIE	CARACTERISTICAS	DESCRIPCION
Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam)	Nº de anillos por cm lineal	Promedio 4.
	Diferencia entre albura y duramen	No diferenciado.
	Médula	Excéntrica.
	Distribución de los poros	Sentido radial.
	Forma de los poros	Redondos.
	Agrupación de los poros	En grupos radiales cortos de 2,3,4 o más.
	Porosidad	Difuso.
	Parénquima	Parénquima Paratraqueal vasicéntrico con células rodeando totalmente a los poros de forma circular o más o menos ovalada formando dos hileras de células.
	Tipo de radios	Estratificados.
	Presencia de inclusiones	Presencia de inclusiones (sección Radial)
Auca atadijo (<i>Croton matourensis</i> Aubl.)	Nº de anillos por cm lineal	Promedio 3.
	Diferencia entre albura y duramen	No diferenciado
	Médula	Excéntrica
	Distribución de los poros	Sentido radial
	Forma de los poros	Ovaladas
	Agrupación de los poros	Múltiples 2, 3, 4, 5, 6 y 7 simples en menor proporción.
	Porosidad	Difuso.
	Parénquima	Parénquima apotraqueal en bandas delgadas irregulares.
	Tipo de radios	No estratificados.
	Presencia de inclusiones	Presencia de inclusiones (Sección Radial)

Fuente: Elaboración propia 2014.

De acuerdo a la Cuadro 4, se aprecia que la especie Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam) presenta las siguientes características de los elementos xilemáticos macroscópicos de la siguiente manera: 4 anillos como promedio por cm lineal, observando poca diferencia entre la albura y el duramen; porosidad difusa; médula excéntrica, coincidiendo estos datos

con lo reportado por **ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE 1789 (12)** ratificando de esta manera los resultados obtenidos en el presente trabajo de tesis.

También se observa en el mismo Cuadro 4 que la especie Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) presenta las características de los elementos xilemáticos macroscópicos de la siguiente manera: 3 anillos como promedio por centímetro lineal, observando poca diferencia entre el albura y duramen, porosidad no difusa, médula excéntrica, tal como afirman los investigadores **LLUNCOR (2011)** y **Aróstegui (1982)** quienes realizaron estudios tecnológicos de la especie mencionada.

3.2.3. Descripción de las características microscópicas.

Cuadro 5

Descripción de las características microscópicas de las especies en estudio.

ESPECIE	CARACTERISTICAS	DESCRIPCION
Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>)	Parénquima	Parénquima Paratraqueal vasicéntrico con células rodeando totalmente a los poros de forma circular o más o menos ovaladas formando dos hileras de células.
	Anillos de crecimiento	Los anillos de crecimiento están delimitados por un apenas visible parénquima marginal compuesto por dos hileras de células, ensanchamiento de los radios por el aumento del espesor de las fibras.
	Diferencia entre madera temprana y madera tardía.	Diferenciado.
	Distribución de los poros.	Sentido Radial.
	Forma de los poros	Redondos
	Agrupación de los poros	En grupos radiales cortos de 2, 3, 4 o más.
	Porosidad	Difuso.
	Radios	Heterogéneos, estratificado Múltiples de 5-13 y multiseriados escasos.
	Presencia de inclusiones	Cristales presentes en las células de los radios procumbentes y no en cadenas radiales; cistólites ausentes.
	Número de cristales por célula.	1
Auca atadijo (<i>Croton</i>)	Parénquima	Parénquima apotraqueal en bandas delgadas irregulares.

<i>Matourensis</i> <i>Aubl</i>)	Anillos de crecimiento	Definidos.
	Diferencia entre madera temprana y madera tardía.	Diferenciado.
	Distribución de los poros.	Sentido Radial.
	Forma de los poros	Ovalados.
	Agrupación de los poros	Múltiples radiales 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 y clúster escaso.
	Porosidad	Difuso.
	Radios	Heterogéneos, no estratificados
		Múltiples de 2,3 y uniseriados escasos
	Presencia de inclusiones	Cristales en las células de parénquima longitudinal y tñide en los vasos.
	Número de cristales por célula.	2,3.

Fuente: Elaboración propia 2014.

En el Cuadro 5, se observa que la especie Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam) presenta las siguientes características microscópicas: parénquima paratraqueal vasicéntrico con dos hileras de células de forma circular y ovalada; anillos de crecimiento que están delimitados por un parénquima marginal apenas visible, con ensanchamiento en los radios; una diferencia entre la madera temprana y madera tardía; la distribución de los poros es difuso en sentido radial con forma redonda que se agrupan en radios cortos de 2,3,4; radios múltiples de 5 a 13 multiseriados escasos heterogéneos estratificados; la especie presenta inclusiones en forma de cristales 1 por célula, procumbentes no en cadenas radiales con cristólites ausentes; estos resultados obtenidos en el trabajo de tesis coinciden con lo afirmado por el investigador SALAZAR (1986). Con respecto a la especie en estudio Auca atadijo (*Croton matourensis* Aubl) èsta, presenta las siguientes características microscópicas: Parénquima apotraqueal en bandas delgadas y para traqueal vasicéntrico escaso; anillos de crecimiento definidos, una diferencia entre la madera temprana y madera tardía, la distribución de los poros es difusa en sentido radial, con forma ovalada que se agrupan en múltiples radiales 2,3,4,5,6,7,8,6 y 10 y cluster escaso; radios múltiples de 2 a 3 uniseriados heterogéneos no estratificados; la especie tiene inclusiones en forma de cristales en las células de parénquima longitudinal y tñide en los vasos; estos resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con lo reportado por **Lluncor (2011)** en su estudio de Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales realizado en la ciudad de Pucallpa.

Cuadro 6

Evaluación cuantitativa de poros y radios en las dos especies forestales estudiadas.

ESPECIE	POROS (10 X)		RADIO (10 X)				
	Ø de poro (um)	Nº de poros/ <i>mm</i> ²	Long. (mm)	Ancho (mm)	Nº de células/Long	Nº de células/ Ancho	Nº por mm Lineal
Auca atadijo (<i>Croton Matourensis Aubl</i>)	186	7	0.731	0.019	22	2	28
Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>)	169	9	0.277	0.016	10	1	67

Fuente: Elaboración propia 2014.

Después de haber realizado el conteo de poros microscópicamente y con la ayuda de una reglilla se observó que la especie Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) presenta 9 poros *mm*² y la especie Auca atadijo (*Croton Matourensis Aubl*) 7 poros por *mm*² por lo tanto ambas especies están consideradas en el rango de especies con pocos poros, debido a que están comprendidos en el rango de clasificación de maderas con pocos poros, cuando la cantidad de poros es de 5 a 20 poros por *mm*². En cuanto al diámetro de los poros, éstos han sido observados y medidos en la sección transversal con la ayuda de una reglilla, obteniendo para el caso de la especie Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) poros grandes con diámetros de 169 micras, y en la especie Auca atadijo (*Croton Matourensis Aubl*) se midieron igual poros grandes pero con diámetros de 186 micras; por lo tanto las dos especies forestales por presentar poros con diámetros grandes pueden ser clasificadas como maderas porosas de acuerdo a la clasificación de maderas según sus poros, establecido por el Department Cientific and Industrial Research (1960) reportado por el INIA-OIMT en el Manual de Identificación de Especies Forestales de la Sub Región Andina (1996).

En cuanto a los radios estos fueron fácilmente visibles en la sección transversal de la madera con la ayuda de una lupa de 10x, para el caso de las dos especies, tanto Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Auca atadijo (*Croton Matourensis Aubl*) han sido clasificados dentro del rango de radios finos ya que presentaron entre 1 y 2 células de ancho respectivamente. Por otra parte el número de radios por *mm* lineal de la especie Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) se contaron 67 por *mm* lineal y presentándose 28 radios *mm* lineal para el caso del Auca atadijo (*Croton Matourensis Aubl*), clasificándolos dentro

del rango de radios numerosos según el Department of Scientific and Industrial Research (1960) reportado por el INIA-OIMT en el **Manual de identificación de especies forestales de la sub región andina (1996)** .

3.2.4. Determinación de las propiedades físicas de las especies forestales Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Auca atadijo (*Croton Matourensis Aubl*):

Cuadro 7

Propiedades físicas en los tres tratamientos de las especies forestales estudiadas.

ESPECIE	EN MADERA FRESCA						
	CONTRACCIÓNES				DENSIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	T/R %
	CONT. RADIAL	CONT. TANG	CONT. LONG	CONT. VOL	DEN. HUMEDO SAT		
Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>)	3.08%	4.47%	0.44%	10.10%	0.92 g/cm ³	70.09%	1.45%
Auca atadijo (<i>Croton Matourensis Aubl</i>)	4.21%	6.27%	0.46%	6.29%	0.76 g/cm ³	69.24%	1.49%
ESPECIE	EN MADERA SECA AL HORNO						
	CONTRACCIÓNES				DENSIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	T/R %
	CONT. RADIAL	CONT. TANG	CONT. LONG	CONT. VOL	DEN. SECA AL HORNO		
Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>)	2.46%	4.58%	0.97%	14.16%	0.59 g/cm ³	15.07%	1.86
Auca atadijo (<i>Croton Matourensis Aubl</i>)	3.52%	6.78%	0.55%	10.57%	0.47 g/cm ³	11.35%	1.93
ESPECIE	EN MADERA SECA AL AIRE						
	CONTRACCIÓNES				DENSIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	T/R %
	CONT. RADIAL	CONT. TANG	CONT. LONG	CONT. VOL	DEN. SECA AL AIRE		
Bolaina negra (<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>)	2.79%	4.50%	0.86%	13.14%	0.63 g/cm ³	34.81%	1.61
Auca atadijo (<i>Croton Matourensis Aubl</i>)	3.93%	6.58%	0.53%	9.08%	0.56 g/cm ³	29.79%	1.67

Fuente: Elaboración propia 2014.

En el Cuadro 7, se presenta los datos obtenidos en la investigación que fue realizado en el laboratorio TEPANAL de la FIAI que incluye los tres estados de la madera: verde, seco al aire y seco al horno que son los factores de estudio, donde se aprecia que existe una visible diferencia en los tres estados de la madera respecto a las propiedades físicas tales como: el contenido de humedad, la densidad, las contracciones y la relación

contracción tangencial / contracción radial, que determina la estabilidad de la madera de las especies en estudio. Así mismo es posible afirmar que el contenido de la humedad tiene relación con otras propiedades de la madera. Tal es el caso que cuando se descarta esta propiedad física contenido de humedad al igual que la orientación de las fibras y los defectos, las propiedades mecánicas dependen de la densidad, en este caso, la densidad básica también permiten estimar la aptitud para la trabajabilidad y acabado de la madera y no produce grano arrancado por que la orientación del grano es favorable. Además los datos obtenidos nos proporcionan una primera indicación acerca de su posible comportamiento frente a la absorción, pérdida de agua así como su correspondiente grado de variación dimensional bajo el punto de saturación de las fibras tal como afirma el **JUNAC (1982)**. Sin embargo, hay que tener en cuenta que esta variación observada se debe a diferentes factores combinado con el origen orgánico que tiene la madera por lo que se espera que cada especie presenta una estructura anatómica que lo es característica. Entre los factores que influyen en la variación del contenido de humedad de la madera se encuentran: la especie, el lugar o área de crecimiento, la posición dentro del tronco y la estación del año. Empero, es importante mencionar que la madera por su condición de material higroscópico puede ganar o perder agua fácilmente según el contenido de humedad que tenga en función de las condiciones de humedad relativa y temperatura del medio ambiente en que se encuentra, denominado estos procesos como desorción y sorción.

Es necesario mencionar la gran importancia que tiene el contenido de humedad como propiedad física porque está íntimamente relacionado con el uso de la madera ya que influye en el peso, resistencia mecánica, contracción y expansión, conductividad térmica y acústica, durabilidad, inflamabilidad y permeabilidad, rendimiento y calidad de su celulosa, secado, coloración e impregnación. Igualmente en el troceado y deformación de la madera donde su grado de humedad ejerce una gran influencia, indicando que todo este efecto de este marco de referencia mencionado se manifiesta por debajo del valor importante del Punto de Saturación de la Fibra (PSF).

La especie forestal Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam) de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de TEPANAL de la FIAI de la UNSM- Tarapoto del estudio realizado, presenta una densidad básica promedio de 0.59 g/cm³, clasificada como una especie con madera semidura o semipesada JUNAC (1996), porque la clasificación según **JUNAC (1996)** considera a las maderas semiduras o semipesadas aquellas que

tienen densidades básicas entre 550Kg/m³ a 750Kg/m³ . Mientras que aplicando la clasificación realizada por **AROSTEGUI (1982)** esta especie estudiada está clasificada dentro del grupo III como una especie con densidad media (ME) ya que en el grupo III están clasificadas aquellas maderas de especies que tienen densidades básicas entre 0.41gr/cm³ a 0.60 gr/cm³.ría, regular comportamiento a sus propiedades de contracción, resistencia mecánica y durabilidad. Además un regular comportamiento en la retención y penetración de los productos químicos, pudiendo ser utilizado la madera de esta especie en la industria de la construcción, encofrados, revestimientos, estructuras clavadas y empernadas, así como en carpintería de obra como ejemplo la fabricación de puertas y ventanas de madera.

Mientras que la madera de la especie Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) presenta una densidad básica promedio de 0.47 g/cm³ y que de acuerdo a este resultado esta especie estudiada está clasificada también dentro el grupo III como una especie con densidad media (ME), sin tendencia al grupo IV. Observando una densidad más baja que la especie Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) demostrando una relativa diferencia entre las densidades básicas y también entre las otras características y propiedades tecnológicas ya mencionadas de ambas especies. Sin embargo el Cuadro 1 muestra que la clasificación de la especie Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) de acuerdo a sus propiedades físicas: densidad básica, contracción, relación T/R y trabajabilidad; principalmente de acuerdo a los resultados obtenidos relacionados a la densidad básica según **JUNAC (1989)** se determina que la especie Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) tiene una especie densidad media y que según Aróstegui (1982) implica que esta especie estudiada tiene una durabilidad natural de regular a buena y asociado con otras propiedades físicas, le permite ser considerada una especie potencial apropiada para la construcción de estructuras (vigas y columnas, recubrimiento de exteriores, pisos, parquet y machimbrados; Mientras que la especie Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) a los resultados obtenidos en el ensayo coinciden con el cuadro de clasificación reportado por **JUNAC (1989)** como una especie de densidad media.

Hay que resaltar que los árboles utilizados de las dos especies Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) para realizar el presente estudio han sido árboles maduros y considerados dentro su crecimiento y desarrollo aptos para su aprovechamiento forestal e industrial, y que los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por **Vásquez, R.M.S (1993), FAO- FORESTAL (2010) y LLUNCOR (2011)**.

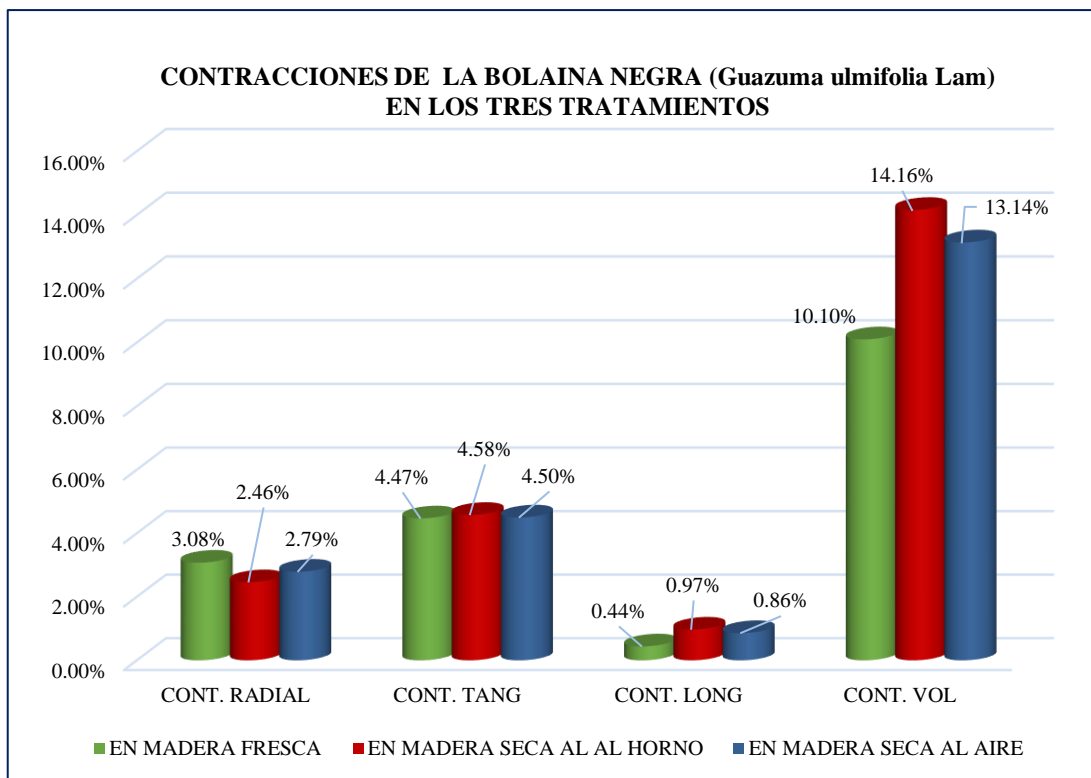


Gráfico 1: Contracciones de la Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam) en los tres tratamientos.

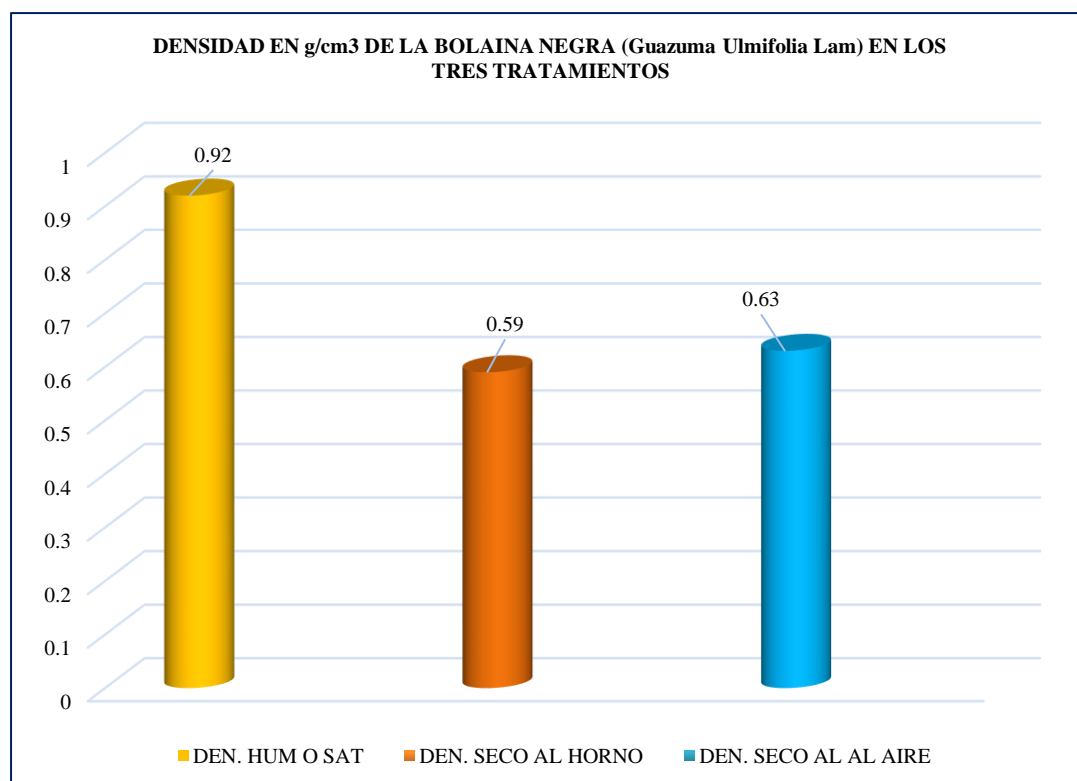


Gráfico 2: Contracciones del Auca atadijo (*Croton matourensis* Aubl) en los tres tratamientos.

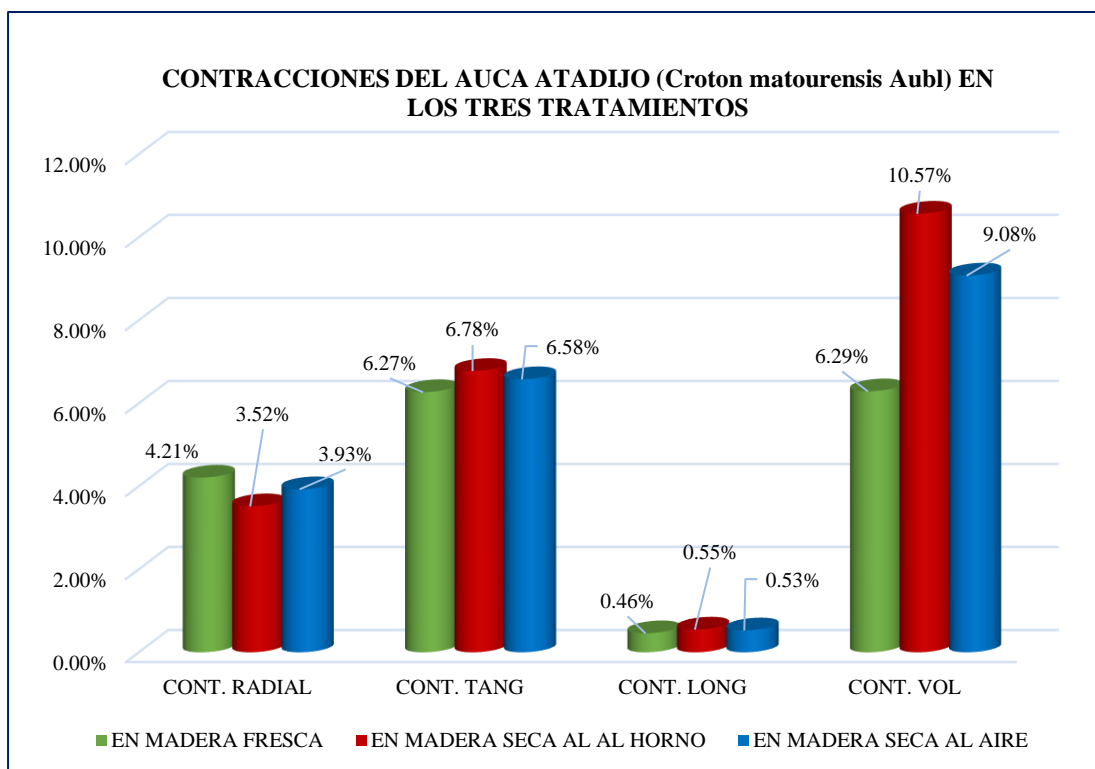


Gráfico 3: Densidad de la Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) en los tres tratamientos.

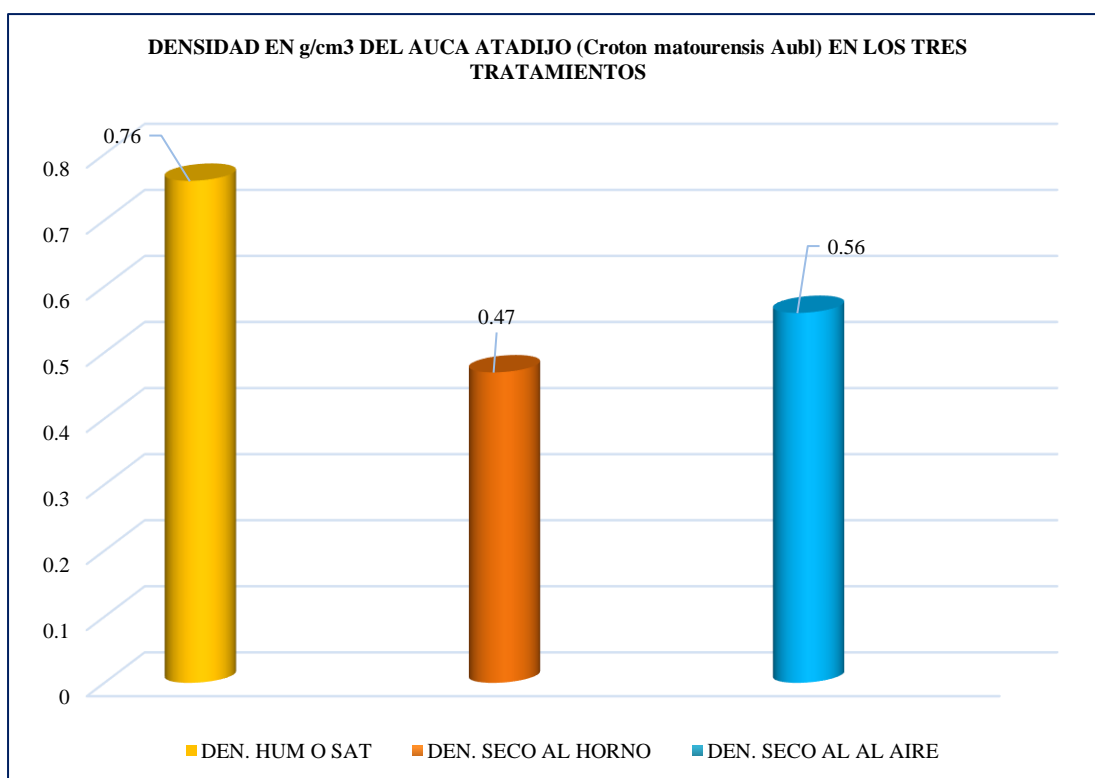


Gráfico 4: Densidad del Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) en los tres tratamientos.

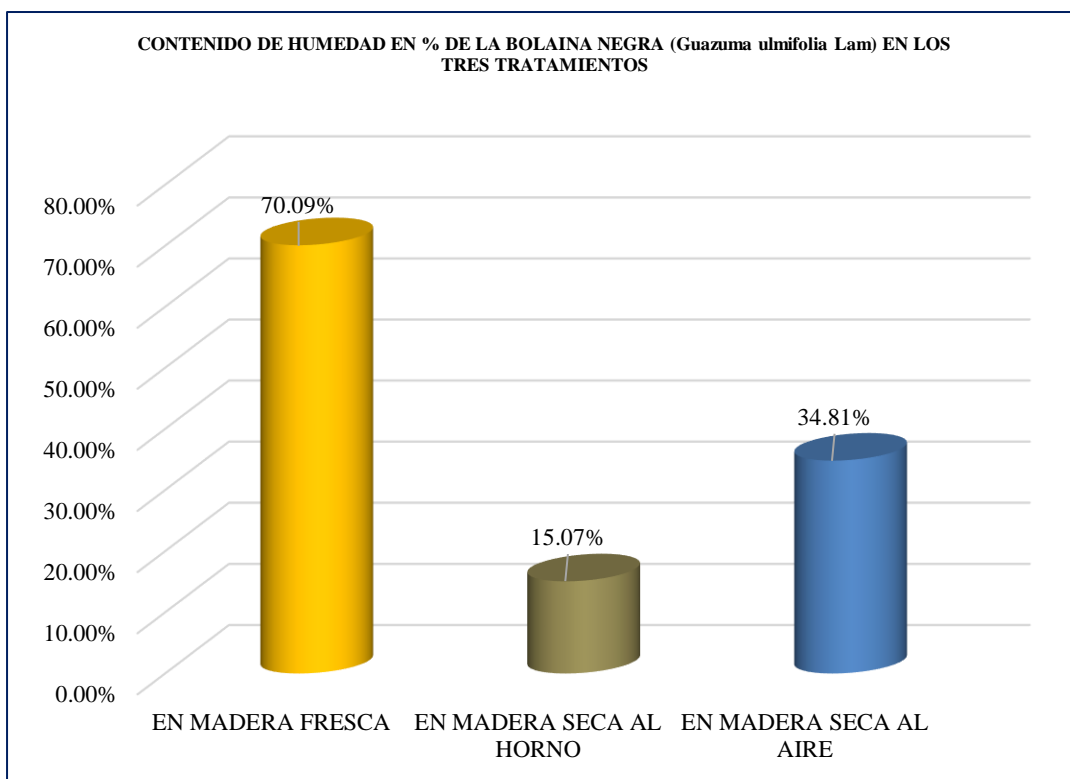


Gráfico 5: Contenido de humedad de la Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam) en los tres tratamientos.

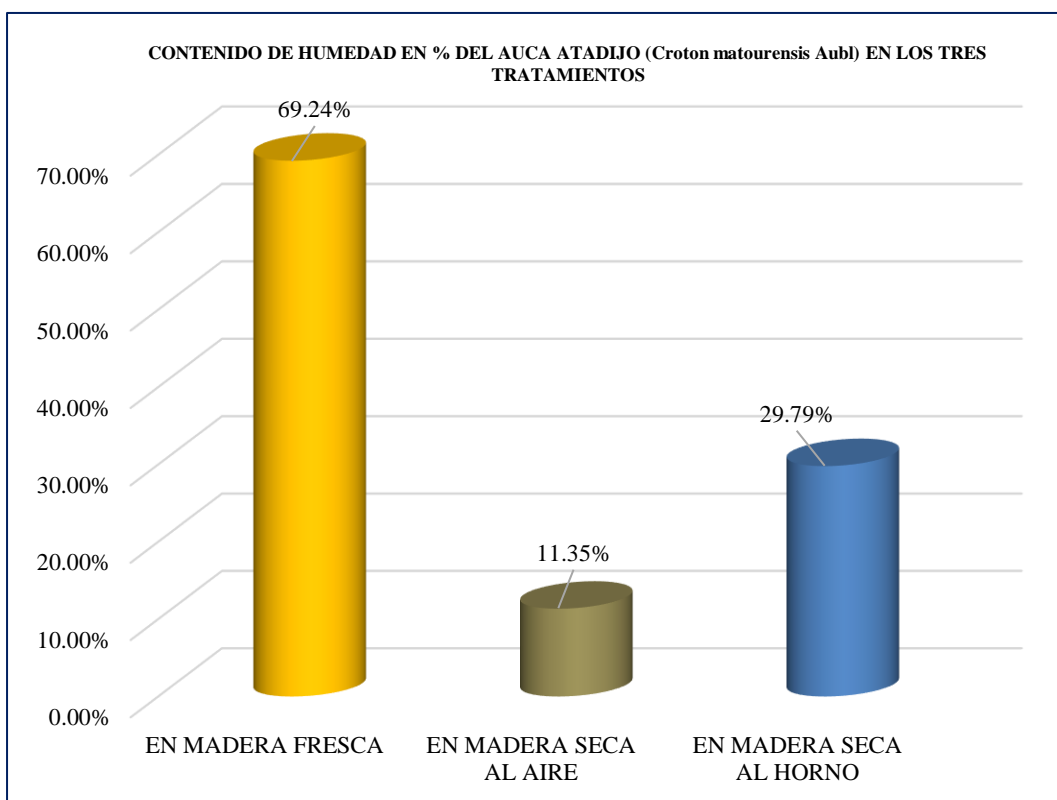


Gráfico 6: Contenido de humedad del Auca atadijo (*Croton matourensis* Aubl) en los tres tratamientos.

3.2.5. Diseño experimental para propiedades físicas.

3.2.5.1. Diseño de bloques completos al azar (DBCA) para la Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*).

A. DBCA contracción tangencial

CONTRACCIÓN TANGENCIAL					
TIPO DE TRATAMIENTO	BLOQUES				TRATAMIENTOS TOTALES
	M1	M2	M3	M4	
MADERA VERDE	4.47	4.46	4.48	4.47	17.88
SECO AL HORNO	4.61	4.54	4.58	4.57	18.30
SECO AL AIRE	4.49	4.52	4.49	4.51	18.01
TOTAL BLOQUES	13.57	13.52	13.55	13.55	54.19

$$H_0 : T_1 = T_2 = T_3$$

$$H_0 : B_1 = B_2 = B_3 = B_4$$

$$H_1 : T_1 \neq T_2 \neq T_3$$

$$H_1 : B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq B_4$$

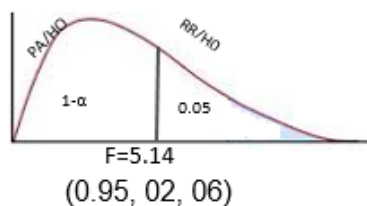
$$\alpha = 5 \%$$

CT	244.713
SCT	0.026
SC tratamientos	0.023
SC blq	0.000425
Sce	0.003

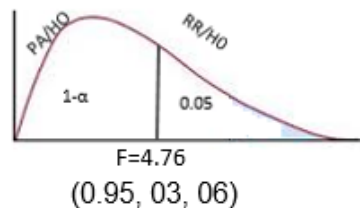
F Variación	G.L	S.C	C.M	F.C
Tratamiento	2	0.026	0.0132	26.94
Bloques	3	0.00043	0.000142	0.288
Error	6	0.003	0.000492	
Total	11	0.030		

Valores críticos de la tabla

Tratamiento



Bloque



- Para tratamiento: $F_c > F_t$.
- Para Bloques: $F_c < F_t$.
- Para los tratamientos $F_c \in RR/H_0$, la H_0 se Rechaza.
- Para bloques: $F_c \in PA$ se Acepta la H_0 .

TUKEY para tratamientos:

- Tratamiento madera verde: A
- Tratamiento en seco al horno: B
- Tratamiento seco al aire: C

$$Q\alpha = 3.46$$

$$S\gamma = 0.011$$

$$HSD = 0.038$$

Nº de promedios		HSD	Conclusión
B-C	0.29	0.038	Significativo**
B-A	0.42	0.038	Significativo**
C-A	0.13	0.038	Significativo*

Según Tuckey el mejor tratamiento en cuanto a contracción tangencial es el B. Entre el tratamiento A y C existe poca diferencia significativa. Mientras que entre el tratamiento B y el C existe más diferencia significativa que entre los tratamientos B y A.

Existe mayor contracción en B y A frente al tratamiento C.

B. DBCA contracción Radial.

CONTRACCIÓN RADIAL					
TIPO DE TRATAMIENTO	BLOQUES				TRATAMIENTOS TOTALES
	M1	M2	M3	M4	
MADERA VERDE	2.92	2.93	3.28	3.17	12.30
SECO AL HORNO	2.48	2.44	2.46	2.45	9.83
SECO AL AIRE	2.78	2.81	2.76	2.8	11.15
TOTAL BLOQUES	8.18	8.18	8.50	8.42	33.28

$$H_0: B_1 = B_2 = B_3 = B_4 \quad H_0: T_1 = T_2 = T_3$$

$$H_1: B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq B_4 \quad H_1: T_1 \neq T_2 \neq T_3$$

$$\alpha = 5\%$$

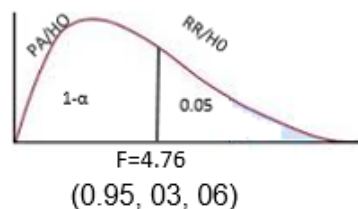
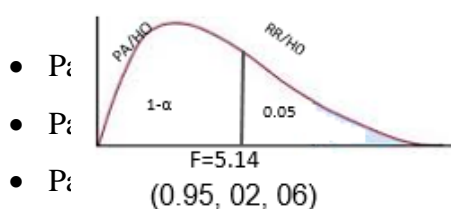
CT	92.304
SCT	0.860
SC tratamientos	0.765
SCblq	0.026
SCe	0.069

F Variación	G.L	S.C	C.M	F.C
Tratamiento	2	0.8599	0.4299	37.35
Bloques	3	0.0262	0.00873	0.76
Error	6	0.0691	0.0115	
Total	11	0.9552		

Valores críticos de la tabla

Tratamiento

Bloque



- Para bloques Fc E PA se acepta la Ho

TUKEY para tratamientos.

- Tratamiento madera verde: A
- Tratamiento seco al aire: B
- Tratamiento seco al Horno: C

$$Q\alpha = 3.46$$

$$S\gamma = 0.054$$

$$HSD = 0.186$$

N° de promedios		HSD	Conclusión
A-C	1.15	0.186	
A-B	2.47	0.186	Significativo**
C-B	1.32	0.186	

Según la prueba de Tukey el tratamiento A es diferente a los tratamientos B y C, entonces existe mayor contracción radial en el tratamiento B y menor contracción radial en el tratamiento A. Asimismo existe poca diferencia entre los tratamientos A y C, hay mayor diferencia significativa entre los tratamientos B y A que entre los tratamientos B y C.

C. DBCA contracción longitudinal

CONTRACCIÓN LONGITUDINAL					
TIPO DE TRATAMIENTO	BLOQUES				TRATAMIENTOS TOTALES
	M1	M2	M3	M4	
MADERA VERDE	0.50	0.50	0.40	0.39	1.78
SECO AL HORNO	0.97	0.99	0.96	0.97	3.89
SECO AL AIRE	0.86	0.87	0.84	0.85	3.42
TOTAL BLOQUES	2.33	2.36	2.20	2.21	9.09

$$H_o : T_1 = T_2 = T_3$$

$$H_o : B_1 = B_2 = B_3 = B_4$$

$$H_1 : T_1 \neq T_2 \neq T_3$$

$$H_1 : B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq B_4$$

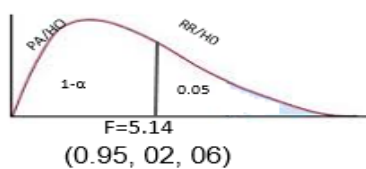
$$\alpha = 5\%$$

CT	6.8855
SCT	0.6246
SCtratamientos	0.6136
SCblq	0.0063
SCe	0.0048

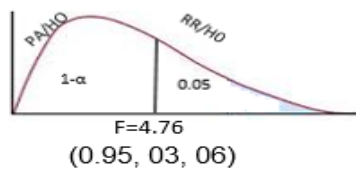
F Variación	G.L	S.C	C.M	F.C
Tratamiento	2	0.6247	0.3123	393.42
Bloques	3	0.0063	0.0021	2.63
Error	6	0.0048	0.00079	
Total	11	0.6357		

Valores críticos de la tabla

Tratamiento



Bloque



- Para tratamiento: $F_c > F_t$.
- Para Bloques: $F_c < F_t$.
- Para los tratamientos F_c E RR se rechaza la H_0
- Para bloques se acepta la H_0

Realizamos la prueba de TUKEY:

Tratamiento madera verde: A

Tratamiento seco al horno: B

Tratamiento seco al aire: C

$$Q\alpha = 3.46$$

$$S\gamma = 0.014$$

$$HSD = 0.049$$

N° de promedios		HSD	Conclusión
B-C	0.47	0.049	Significativo*
B-A	2.11	0.049	Significativo**
C-A	1.64	0.049	Significativo*

Según Tukey el mayor tratamiento en cuanto a contracción longitudinal es el B.

Entre B y C existe relativa diferencia significativa.

Por lo tanto, la contracción Longitudinal es mayor en el tratamiento B y menor en el tratamiento A

También existe mayor diferencia significancia entre el tratamiento B y el tratamiento A, asimismo entre los tratamientos A y C, siendo éstos diferentes entre sí.

D. DBCA contracción volumétrica

CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA					
TIPO DE TRATAMIENTO	BLOQUES				TRATAMIENTOS
	M1	M2	M3	M4	TOTALES
MADERA VERDE	9.41	9.88	10.02	10.39	39.70
SECO AL HORNO	14.16	14.12	14.19	14.15	56.62
SECO AL AIRE	12.88	13.20	13.14	13.35	52.58
TOTAL BLOQUES	36.45	37.21	37.35	37.89	148.89

$$H_0 : B_1 = B_2 = B_3 = B_4$$

$$H_0 : T_1 = T_2 = T_3$$

$$H_1 : B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq B_4$$

$$H_1 : T_1 \neq T_2 \neq T_3$$

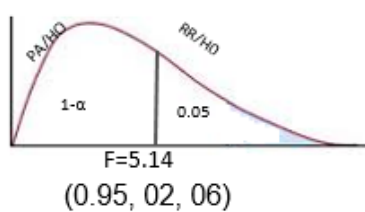
$$\alpha = 5 \%$$

CT	1847.442
SCT	39.661
SCtratamientos	39.046
SCblq	0.356
SCe	0.258

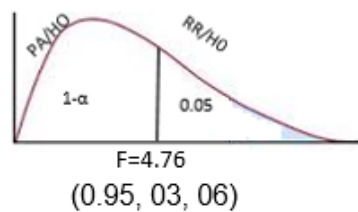
F Variación	G.L	S.C	C.M	F.C
Tratamiento	2	39.661	19.830	461.427
Bloques	3	0.356	0.119	2.763
Error	6	0.258	0.043	
Total	11	40.275		

Valores críticos de la tabla

Tratamiento



Bloque



- Para tratamiento: $F_c < F_t$.
- Para Bloques: $F_c < F_t$.
- Para los tratamientos F_c E RA/Ho se acepta Ho
- Para bloques F_c E PA/Ho se acepta Ho.
- Se puede decir que entre los tratamientos no hay diferencias significativas, por lo tanto se concluye que el objeto de los tratamientos en promedio son iguales.

TUKEY para tratamientos.

- Tratamiento madera verde: A
- Tratamiento en seco al horno: B
- Tratamiento seco al aire: C

$$Q\alpha = 3.46$$

$$S\gamma = 0.167$$

$$HSD = 0.577$$

Nº de promedios		HSD	Conclusión
B-C	3.04	0.577	Significativo*
B-A	16.92	0.577	Significativo**
C-A	13.88	0.577	Significativo**

Según TUKEY el mayor tratamiento en cuanto a contracción volumétrica es el tratamiento B seguido del tratamiento C. Existiendo una mayor diferencia significativa entre los tratamientos B y el tratamiento A, mientras que entre los tratamientos B y el tratamiento C existe una menor diferencia significativa. Asimismo, entre el tratamiento A y el tratamiento C existe una gran diferencia significativa.

E. DBCA densidad básica

DENSIDAD BÁSICA					
TIPO DE TRATAMIENTO	BLOQUES				TRATAMIENTOS TOTALES
	M1	M2	M3	M4	
MADERA VERDE	0.91	0.93	0.92	0.91	3.67
SECO AL HORNO	0.60	0.58	0.58	0.60	2.37
SECO AL AIRE	0.64	0.61	0.63	0.62	2.5
TOTAL BLOQUES	2.16	2.12	2.13	2.13	8.54

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3$$

$$H_0: B_1 = B_2 = B_3 = B_4$$

$$H_1: T_1 \neq T_2 \neq T_3$$

$$H_1: B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq B_4$$

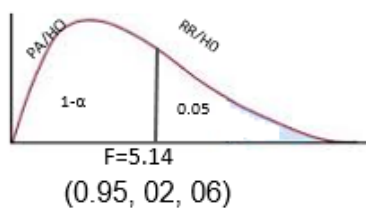
$$\alpha = 5\%$$

CT	6.078
SCT	0.2578
SCtratamientos	0.2563
SCblq	0.0003
SCe	0.00115

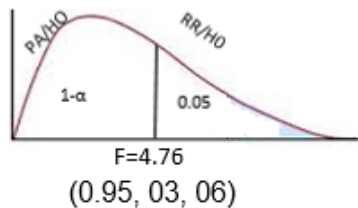
F Variación	G.L	S.C	C.M	F.C
Tratamiento	2	0.2578	0.129	672.4348
Bloques	3	0.0003	0.0001	0.5217
Error	6	0.00115	0.00019	
Total	11	0.25921667		

Valores críticos de la tabla

Tratamiento



Bloque



- Para tratamiento: $F_c < F_t$.
- Para bloques $F_c < F_t$.
- Para los tratamientos $F_c \geq RR/H_0$ se rechaza la H_0 .
- Para bloques $F_c \leq PA/H_0$ se acepta H_0 .

Realizamos la prueba de TUKEY

- Tratamiento madera verde: A
- Tratamiento en seco al horno: B
- Tratamiento seco al aire: C

$$Q\alpha = 3.46$$

$$S\gamma = 0.007$$

$$HSD = 0.024$$

Nº de promedios		HSD	Conclusión
A-C	1.17	0.024	Significativo**
A-B	1.30	0.024	Significativo**
C-B	0.13	0.024	Significativo*

Según la prueba de tukey la mejor densidad básica presenta el tratamiento B. Los tres tratamientos A, B y C son significativamente diferentes entre sí, con mayor diferencia significativa entre el tratamiento B y el tratamiento C, asimismo entre el tratamiento B frente al tratamiento A y entre el tratamiento B frente a los tratamientos C y A.

Entre el tratamiento A y el C existe menor diferencia significativa. Asimismo, entre los tratamientos B y el C existe mayor diferencia significativa que entre los tratamientos B y A.

F. DBCA contenido de humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD					
TIPO DE TRATAMIENTO	BLOQUES				TRATAMIENTOS TOTALES
	M1	M2	M3	M4	
MADERA VERDE	70.93	71.21	69.89	68.32	280.35
SECO AL HORNO	15.32	14.97	14.95	15.03	60.27
SECO AL AIRE	34.56	35.05	34.78	34.86	139.25
TOTAL BLOQUES	120.81	121.23	119.62	118.21	479.87

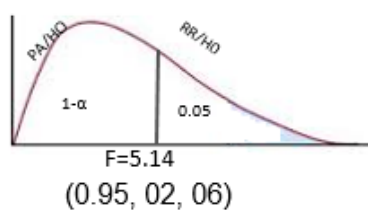
$$\begin{array}{ll}
 H_0: T_1 = T_2 = T_3 & H_0: B_1 = B_2 = B_3 = B_4 \\
 H_1: T_1 \neq T_2 \neq T_3 & H_1: B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq B_4
 \end{array}
 \quad \alpha = 5\%$$

CT	19189.601
SCT	6220.533
SCtratamientos	6215.188
SCblq	1.837
Sce	3.507

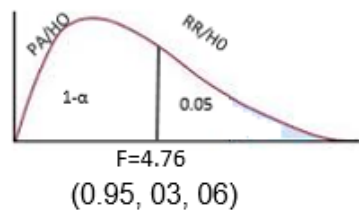
F Variación	G.L	S.C	C.M	F.C
Tratamiento	2	6220.5329	3110.266	5321.1417
Bloques	3	1.8378	0.6	1.0480
Error	6	3.5071	0.5845	
Total	11	6225.8777		

Valores críticos de la tabla

Tratamiento



Bloque



- Para tratamiento: $F_c > F_t$.
- Para bloques $F_c < F_t$.
- Para los tratamientos F_c E RR/H_0 se rechaza la H_0 .
- Para bloques F_c E PA/H_0 se acepta H_0 .

TUKEY para tratamientos:

- Tratamiento fresco: A
- Tratamiento en seco al horno: B
- Tratamiento Seco al aire: C

$$Q\alpha = 3.46$$

$$S\gamma = 0.007$$

$$HSD = 0.024$$

# de promedios	HSD	Conclusión
A-C	141.10	1.323
A-B	220.08	1.323
C-B	78.98	1.323

Según la prueba de Tukey el tratamiento en A contiene más agua.

Existe diferencia significativa clara entre los tres tratamientos A, B y C.

El tratamiento en B reduce más el contenido de agua que los otros dos tratamientos

A y B.

3.2.5.2. Diseño de bloques completos al azar (DBCA) para el Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*).

A. DBCA contracción tangencial.

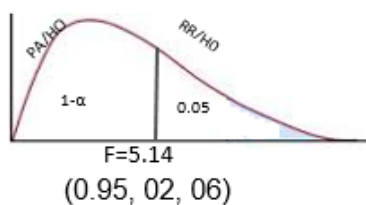
CONTRACCIÓN TANGENCIAL					
TIPO DE TRAT	BLOQUES				TRATAMIENTOS TOTALES
	M1	M2	M3	M4	
FRESCO	6.15	5.31	6.58	7.02	25.06
SECO AL HORNO	6.99	6.58	7.02	6.55	27.13
SECO AL AIRE	6.58	6.56	6.61	6.57	26.32
TOTAL BLOQUES	19.71	18.45	20.21	20.15	78.52

$$\begin{array}{ll}
 H_0 : T_1 = T_2 = T_3 & H_0 : B_1 = B_2 = B_3 = B_4 \\
 H_1 : T_1 \neq T_2 \neq T_3 & H_1 : B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq B_4
 \end{array}
 \quad \alpha = 5 \%$$

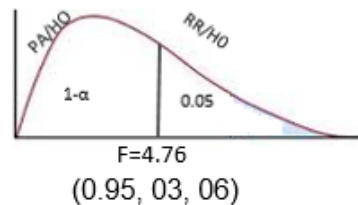
CT	513.74
SCT	2.35
SCtratamientos	0.54
SCblq	0.67
Sce	1.13

F Variación	G.L	S.C	C.M	F.C
Tratamiento	2	2.351	1.175	6.215
Bloques	3	0.672	0.224	1.184
Error	6	1.135	0.189	
Total	11	4.157		

Tratamiento



Bloque



- Para tratamiento: $F_c > F_t$.
- Para Bloques: $F_c < F_t$.
- Para los tratamientos F_c E RR/ H_o , la H_o se Rechaza.
- Para bloques: F_c E PA se Acepta la H_o .

TUKEY para tratamientos

- Tratamiento fresco: A
- Tratamiento en seco al horno: B
- Tratamiento Seco al aire: C

$$Q\alpha = 3.46$$

$$S\gamma = 0.217$$

$$HSD = 0.750$$

N° de promedios		HSD	Conclusión
B-C	0.81	0.752	
B-A	2.07	0.752	significativo
C-A	1.26	0.752	significativo

Por lo tanto la contracción tangencial es mayor en el tratamiento B seguido del C.

Los tres tratamientos son diferentes estadísticamente, siendo mayores los tratamientos B y C, frente al tratamiento A.

B. DBCA contracción radial

CONTRACCIÓN RADIAL					
TIPO DE TRATAMIENTO	BLOQUES				TRATAMIENTOS TOTALES
	M1	M2	M3	M4	
FRESCO	4.12	4.08	4.10	4.55	16.84
SECO AL HORNO	3.43	3.80	3.03	3.81	14.07
SECO AL AIRE	3.96	3.89	4.01	3.87	15.73
TOTAL BLOQUES	11.51	11.77	11.14	12.23	46.65

$$H_o : T1 = T2 = T3$$

$$H1 : T1 \neq T2 \neq T3$$

$$H_o : B1 = B2 = B3 = B4$$

$$H1 : B1 \neq B2 \neq B3 \neq B4$$

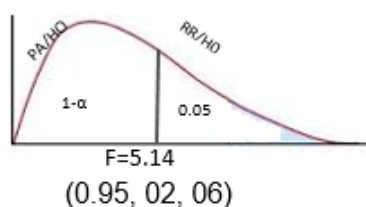
$$\alpha = 5 \%$$

CT	181.317
SCT	1.542
SCtratamientos	0.969
SCblq	0.210
Sce	0.363

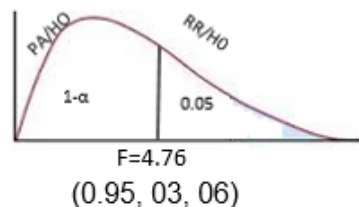
F Variación	G.L	S.C	C.M	F.C
Tratamiento	2	1.542	0.771	12.735
Bloques	3	0.210	0.070	1.157
Error	6	0.363	0.061	
Total	11	2.115		

Valores críticos de la tabla

Tratamiento



Bloque



- Para tratamiento: $F_c > F_t$.
- Para Bloques: $F_c < F_t$.
- Para los tratamientos $F_c \in RR/H_0$, la H_0 se Rechaza.
- Para bloques: $F_c \in PA$ se Acepta la H_0 .

TUKEY para tratamientos:

- Tratamiento fresco: A
- Tratamiento en seco al horno: B
- Tratamiento Seco al aire: C

$$Q\alpha = 3.46$$

$$S\gamma = 0.123$$

$$HSD = 0.426$$

# de promedios		HSD	Conclusión
A-C	1.11	0.426	Significativo*
A-B	2.77	0.426	Significativo**
C-B	1.66	0.426	Significativo**

Por lo tanto la contracción tangencial es mayor en el tratamiento A seguido del C. Los tres tratamientos A, B y C son significativamente diferentes; siendo mayores los tratamientos A y C, frente al tratamiento B.

C. DBCA contracción longitudinal

CONTRACCIÓN LONGITUDINAL					
TIPO DE TRATAMIENTO	BLOQUES				TRATAMIENTOS TOTALES
	M1	M2	M3	M4	
FRESCO	0.51	0.41	0.51	0.41	1.83
SECO AL HORNO	0.56	0.54	0.53	0.54	2.18
SECO AL AIRE	0.53	0.54	0.53	0.52	2.12
TOTAL BLOQUES	1.60	1.49	1.57	1.47	6.14

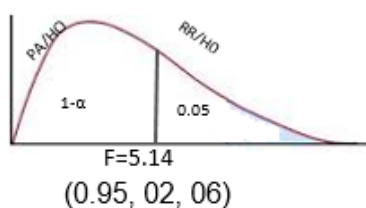
$$\begin{array}{lll}
 H_0: T_1 = T_2 = T_3 & H_0: B_1 = B_2 = B_3 = B_4 & \alpha = 5\% \\
 H_1: T_1 \neq T_2 \neq T_3 & H_1: B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq B_4 &
 \end{array}$$

CT	3.1408
SCT	0.0282
SCtratamientos	0.0173
SCblq	0.0038
Sce	0.0071

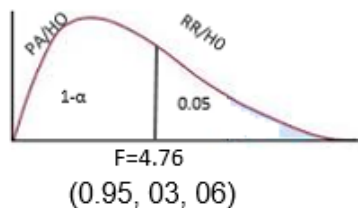
F Variación	G.L	S.C	C.M	F.C
Tratamiento	2	0.0282	0.0141	11.9439
Bloques	3	0.0038	0.0013	1.0814
Error	6	0.0071	0.0012	
Total	11	0.0391		

Valores críticos de la tabla

Tratamiento



Bloque



- Para tratamiento: $F_c > F_t$.
- Para Bloques: $F_c < F_t$.
- Para los tratamientos F_c E RR se rechaza el H_0 .
- Para bloques se acepta el H_0 .

TUKEY para tratamientos:

- Tratamiento madera verde: A
- Tratamiento en seco al horno: B
- Tratamiento Seco al aire: C

$$Q\alpha = 3.46$$

$$S\gamma = 0.017$$

$$HSD = 0.059$$

Nº de promedios	HSD	Conclusión
B-C	0.06	Significativo*
B-A	0.35	Significativo**
C-A	0.29	Significativo**

Por lo tanto, la contracción longitudinal es mayor en el tratamiento en B.

Existe mayor significancia entre el tratamiento B frente a los tratamientos A y C, siendo éstos diferentes entre sí.

D. DBCA contracción volumétrica

CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA					
TIPO DE TRATMIENTO	BLOQUES				TRATAMIENTOS TOTALES
	M1	M2	M3	M4	
MADERA FRESCA	5.03	7.92	5.56	5.39	23.89
SECO AL HORNO	10.56	10.61	10.22	10.88	42.27
SECO AL AIRE	8.95	9.23	9.18	8.97	36.33
TOTAL BLOQUES	24.54	27.75	24.96	25.24	102.50

$$H_0: T1 = T2 = T3 \quad H_0: B1 = B2 = B3 = B4 \quad \alpha = 5\%$$

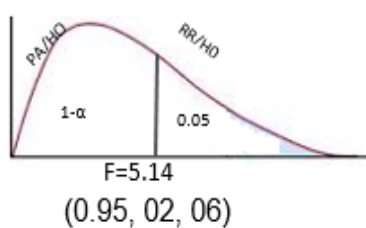
$$H1: T1 \neq T2 \neq T3 \quad H1: B1 \neq B2 \neq B3 \neq B4$$

CT	875.442
SCT	49.433
SCtratamientos	43.978
SCblq	2.096
Scce	3.359

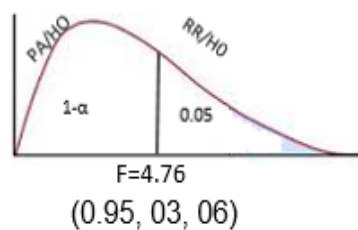
F Variación	G.L	S.C	C.M	F.C
Tratamiento	2	49.43	24.72	44.15
Bloques	3	2.10	0.70	1.25
Error	6	3.36	0.56	
Total	11	54.89		

Valores críticos de la tabla

Tratamiento



Bloque



- Para tratamiento: $F_c < F_t$.

- Para Bloques: $F_c < F_t$.
- Para los tratamientos F_c E RA/Ho se acepta H_0
- Para bloques F_c E PA/Ho se acepta H_0 .
- Se puede decir que entre los tratamientos no hay diferencias significativas, por lo tanto se concluye que la contracción promedio de los tratamientos son iguales.

TUKEY para tratamientos:

- Tratamiento madera verde: A
- Tratamiento seco al horno: B
- Tratamiento seco al aire: C

$$Q\alpha = 3.46$$

$$S\gamma = 0.374$$

$$HSD = 1.294$$

N° de promedios		HSD	Conclusión
B-C	5.94	1.294	Significativo*
B-A	18.38	1.294	Significativo**
C-A	12.44	1.294	Significativo**

Entre los tratamientos B y C existe diferencia significativa, es decir son relativamente iguales y diferentes al tratamiento C.

No existe diferencia significativa entre A y B.

Existe diferencia entre los tratamientos A y C, igualmente en los tratamientos B y C.

La contracción volumétrica en el tratamiento A es diferente a la contracción volumétrica en C.

La contracción volumétrica entre los tratamientos B y C también son diferentes. Asimismo existe mayor contracción volumétrica en el tratamiento B.

E. DBCA densidad básica.

DENSIDAD BÁSICA					
TIPO DE TRATAMIENTO	BLOQUES				TRATAMIENTOS TOTALES
	M1	M2	M3	M4	
MADERA VERDE	0.77	0.76	0.76	0.76	3.05
SECO AL HORNO	0.48	0.46	0.47	0.47	1.87
SECO AL AIRE	0.57	0.54	0.58	0.56	2.25
TOTAL BLOQUES	1.82	1.77	1.79	1.79	7.17

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 \quad H_0: B_1 = B_2 = B_3 = B_4 \quad \alpha = 5\%$$

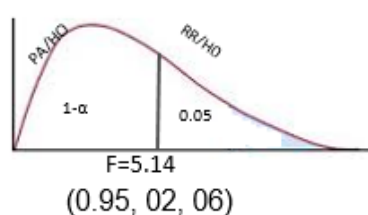
$$H_1: T_1 \neq T_2 \neq T_3 \quad H_1: B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq B_4$$

CT	4.280
SCT	0.1818
SCtratamientos	0.1804
SCblq	0.00053
Sce	0.00088

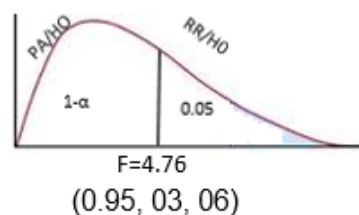
F Variación	G.L	S.C	C.M	F.C
Tratamiento	2	0.18	0.0909	617.09
Bloques	3	0.00053	0.000178	1.21
Error	6	0.00088	0.000147	
Total	11	0.18326		

Valores críticos de la tabla

Tratamiento



Bloque



- Para tratamiento: $F_c < F_t$.

- Para bloques $F_c < F_t$.
- Para los tratamientos $F_c \in RA/Ho$ se acepta el H_o .
- Para bloques $F_c \in PA/Ho$ se acepta H_o .

Los tratamientos A, B y C no presentan diferencia significativa, por lo tanto los tres tratamientos en promedio son iguales.

TUKEY para tratamientos:

- Tratamiento madera verde: A
- Tratamiento seco al horno: B
- Tratamiento seco al aire: C

$$Q\alpha = 3.46$$

$$S\gamma = 0.006$$

$$HSD = 0.021$$

Nº de promedios		HSD	Conclusión
A-C	0.80	0.021	Significativo *
A-B	1.18	0.021	Significativo**
C-B	0.38	0.021	Significativo *

Existe poca diferencia significativa entre los tres tratamientos A, B y C; mientras que entre los tratamientos B y A existe una mínima diferencia significativa. Asimismo, entre los tratamientos B y C existe una mayor diferencia significativa que entre los tratamientos B y A

Entre los tratamientos A y B existe mayor diferencia significativa, de manera que el mejor tratamiento es el B seguido del tratamiento A.

F. DBCA contenido de humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD					
TIPO DE TRATAMIENTO	BLOQUES				TRATAMIENTOS TOTALES
	M1	M2	M3	M4	
MADERA VERDE	75.51	73.83	64.08	63.53	276.95
SECO AL HORNO	11.98	11.14	11.69	10.59	45.40
SECO AL AIRE	29.57	30.41	29.12	30.04	119.14
TOTAL BLOQUES	117.06	115.39	104.89	104.15	441.49

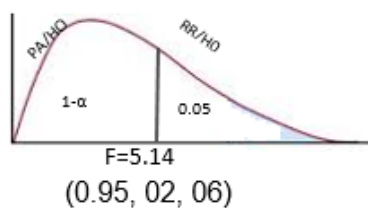
$$\begin{aligned}
 H_0: T_1 = T_2 = T_3 & & H_0: B_1 = B_2 = B_3 = B_4 \\
 H_1: T_1 \neq T_2 \neq T_3 & & H_1: B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq B_4 \quad \alpha = 5\%
 \end{aligned}$$

CT	16242.7
SCT	7118.4
SCtratamientos	6996.6
SCblq	46.2
Sce	75.5

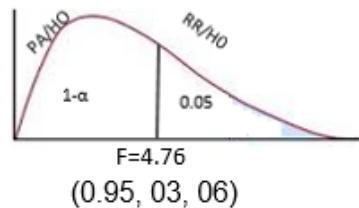
F Variación	G.L	S.C	C.M	F.C
Tratamiento	2	7118.4	3559.2	282.8
Bloques	3	46.2	15.4	1.2
Error	6	75.5	12.6	
Total	11	7240.1		

Valores críticos de la tabla

Tratamiento



Bloque



- Para tratamiento: $F_c > F_t$.
- Para bloques $F_c < F_t$.
- Para los tratamientos F_c E RR/ H_o se rechaza la H_o .
- Para bloques F_c E PA/ H_o se acepta H_o .

TUKEY para tratamientos

- Tratamiento madera verde: A
- Tratamiento en seco al horno: B
- Tratamiento seco al aire: C

$$Q\alpha = 3.46$$

$$S\gamma = 1.774$$

$$HSD = 6.137$$

N° de promedios		HSD	Conclusión
A-C	157.81	6.137	Significativo**
A-B	231.55	6.137	Significativo**
C-B	73.74	6.137	

Según la prueba de Tukey el tratamiento A contiene más agua que los tratamientos B y C. Existe diferencia significativa entre los tres tratamientos A, B y C, siendo mayor entre los tratamientos B y C y menor entre los tratamientos B y A. El tratamiento B contiene menos agua que los tratamientos A y C.

Todos los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se sometieron a un análisis estadístico utilizando el PSP (Palmer`s Statistical Package) este Programa realiza el análisis de variancia y aplica la Prueba de Tukey a los tratamientos. Para lo cual se estableció un ANDEVA de los tres tratamientos A, B y C, donde se observa que el tratamiento B en seco al horno es el más significativo frente a los tratamientos A y C según la prueba de TUKEY que realiza comparaciones múltiples.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en este estudio se concluye:

1. Las dos especies forestales estudiadas, fueron antes identificadas y clasificadas taxonómicamente por la ciencia; y concuerdan con las características dendrológicas descritas en el campo al realizar la colección de las muestras y corresponden a la identificación y clasificación taxonómica de las especies forestales Bolaina Negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) de la familia Sterculiaceae y Auca atadizo (*Croton matourensis Aubl*) de la familia Euphorbiaceae.
2. La descripción de las características macroscópicas que presenta la estructura anatómica de la madera Auca atadizo (*Croton Matourensis Aubl*) es: presencia de un promedio de 3 anillos por centímetro lineal, no existe diferencia entre la albura y el duramen, porosidad no difusa y médula excéntrica. La especie presenta una distribución de poros ovalados, difusos, inclusiones y radios no estratificados en la sección radial. Parenquima paratraqueal aliforme confluyente y vasicéntrico, con presencia de simples y múltiples agrupaciones de poros; observando menor proporción en las simples agrupaciones. Parenquima apotraqueal en bandas delgadas. La descripción de las características organolépticas revela que la madera de la especie es de color crema, sin olor ni sabor característico, textura medio, brillo medio, grano recto, vetado en arcos superpuestos en la sección tangencial y líneas verticales en la sección radial.
3. La descripción de las características macroscópicas que presenta la estructura anatómica de la madera Bolaina negra (*Guazuma Ulmifolia Lam*) indican la presencia de un promedio de 4 anillos por centímetro lineal, no existe diferencia entre la albura y el duramen, porosidad difusa y médula excéntrica. Además, la especie presenta una distribución de poros redondos y difusos en la sección radial. También se observa una agrupación de 2, 3, 4 o más poros radiales cortos, radios estratificados, conteniendo inclusiones, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados; parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico y parénquima axial en serie. La descripción de las características organolépticas revela que la madera es

de color castaño pálido, no tiene sabor ni olor, el grano es recto y entre cruzado, brillo medio, textura media, y vetado en bandas paralelas.

4. La descripción de las características microscópicas de la estructura anatómica de la madera Auca atadijo (*Croton Matouresis Aubl*) revela que la especie presenta parénquima apotraqueal en bandas delgadas y paratraqueal vasicéntrico escaso, anillos de crecimiento bien definidos, se observa diferencia entre la madera temprana y la madera tardía. En la sección radial presenta una agrupación de poros múltiples radiales, ovalados con una distribución en forma difusa, en un número de 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 respectivamente, de clúster escaso, con radios heterogéneos no estratificados y múltiples en un número de 2,3; Observando además, radios uniseriados muy escasos. Notando también la presencia de inclusiones de cristales en las células de parénquima longitudinal y tílido en los vasos, el número de cristales es de 2 a 3 por cada célula.
5. La descripción de las características microscópicas de la estructura anatómica de la madera Bolaina Negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) revela que la especie presenta un parénquima axial apotraqueal o paratraqueal. Apotraqueal difuso en agregados. Paratraqueal escaso y vasicentro, parénquima axial en serie, anillos de crecimiento distintos. Estos anillos están delimitados por un apenas visible parénquima marginal compuesto solamente por una hilera de células, ensanchamiento de los radios por el aumento del espesor de las fibras, y se nota una diferencia entre las características de la madera temprana y la madera tardía. En la sección radial se observa poros redondos con una distribución difusa, radios heterogéneos y estratificados, múltiples de 5 a 13 y multiseriados escasos, con presencia de inclusiones de cristales en las células de los radios procumbentes no en cadenas radiales; cistólites ausentes, el número máximo de cristales es uno por célula.
6. Las propiedades físicas de las maderas estudiadas presentan diferencias estadísticas significativas entre los tres tratamientos utilizados: tratamiento A madera verde, tratamiento B madera seca al horno y tratamiento C madera seca al aire, tanto para Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y para Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*).

7. La Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*), presenta las siguientes propiedades físicas: contenido de humedad: 15.07% en madera seca al horno, densidad básica: 0.59 g/cm³, contracción radial: 2.46%, contracción tangencial: 4.58%, contracción longitudinal de 0.97 %, contracción volumétrica de 14.16% y con una relación T/R de 1,86, que le clasifica como madera de densidad media, semidura, semi pesada y estable
8. El Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*), presenta las siguientes propiedades físicas: contenido de humedad: 11.35% en madera seca al horno, densidad básica: 0.47 gr/cm³, contracción radial: 3.52%, contracción tangencial: 6.78%, contracción longitudinal de 0.55 %, contracción volumétrica de 10.57% y con una relación T/R de 1,93, que le clasifica como madera de densidad media, semidura, semi pesada y estable.

RECOMENDACIONES

Algunas recomendaciones del estudio son:

1. Realizar estudios tecnológicos, especialmente de propiedades mecánicas de la bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Auca atadizo (*Croton matourensis Aubl*) y otras especies forestales que se encuentran en nuestra región, para obtener una mayor exactitud en la recomendación sobre los usos potenciales a nivel de producción industrial e introducirlos al mercado local, nacional e internacional.
2. Realizar estudios de procedencias de las dos especies forestales estudiadas bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Auca atadizo (*Croton matourensis Aubl*), porque cada especie tiene sus propias características genotípicas, fenotípicas y aplicaciones tecnológicas, debido a la variación de las características anatómicas en las diferentes toposecuencias y zonas ecológicas que incluyen a diferentes ecosistemas forestales.
3. Se recomienda usar a la madera de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) como material para hacer cajas de embalaje, marcos para puertas, mango de herramientas, ventanas, como postes de cercas, en la industria de la construcción como encofrados, revestimientos, estructuras clavadas y empernadas, en carpintería de obra para la construcción de puertas y ventanas, hormas para zapatos.
4. Someter a la madera de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Auca atadizo (*Croton matourensis Aubl*) antes de ser utilizadas a tratamientos de preservación con productos químicos para protegerlos contra el ataque de agentes biológicos, debido a que estas especies presentan buen comportamiento en la retención y penetración de los productos químicos.
5. Se recomienda usar la madera de Auca atadizo (*Croton matourensis Aubl*) para cajas de embalaje, encofrados, así como para construcciones de accesorios para decoraciones y enchapados, revestimientos, laminados, aislantes, cajonería liviana, machimbrados para interiores, paletitas para helados y palitos de fósforos.

6. Se recomienda a las autoridades universitarias promover estudios tecnológicos de la madera en general que incluya otras especies forestales promisorias procedentes de bosque natural y plantaciones. Para esto, se debe generar proyectos que incluyan la adquisición de equipos e instrumentos modernos y apropiados para ser utilizados en las futuras investigaciones relacionadas a la madera.
7. Para futuros trabajos se recomienda incluir material xilemático y análisis de suelo según procedencias a fin de evaluar estadísticamente la influencia de la calidad de sitio, asociación vegetal y/o edáfica.
8. Se recomienda realizar estudios para elaborar Programas de Secado de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) a nivel experimental y comercial en el nivel pequeño, mediano y grande a diferentes espesores, anchos y longitudes a fin de complementar la información tecnológica de la madera en uso de las dos especies investigadas. Asimismo, tener un mayor sustento técnico al momento de darle uso específico en la industria forestal y promover la cultura de utilización de madera seca en las diferentes líneas de producción de la industria forestal.
9. Se recomienda promover la propagación de la bolaina de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Auca atadijo (*Croton matourensis Aubl*) a través de semillas (propagación sexual) mediante la instalación y establecimiento de viveros forestales cerca de las áreas degradadas para establecer plantaciones forestales con estas especies promisorias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEBEDO M. 1985.** Anatomía de la madera – manual de prácticas.
- ARÓSTEGUI, A. 1975.** “Estudio Tecnológico de Maderas del Perú” Vol. Características tecnológicas y usos de la madera de 145 especies del País. UNALM. 300 p.
- ARÓSTEGUI, A. 1982.** Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de Maderas Peruanas. Proyecto PNUD / FAO /PER/81/002. Documento de trabajo N° 2. Lima, Perú. 57p.
- ARROYO, J. 1983.** Propiedades físico mecánicas de la madera, Universidad de los andes. Facultad de ciencias forestales. Departamento de publicaciones. Mérida. Venezuela. 26-43 p.
- BURGER, L; RICHTER, M. 1981.** Anatomía da madeira. Livraria Nobel S. A. Sao Paulo. 220 p.
- BARAJAS, M; ECHENIQUE, R. 1976.** Estudio sobre ocho especies de la Selva mediana subperennifolia de Quintana Roo. Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapalapa, México. 65-73 p.
- CHAVESTA, M. 2005.** Maderas peruanas y exóticas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú 47 p.
- CHAVESTA, M. 2005.** Maderas para Pisos. Universidad Nacional Agraria. La Molina Lima, Perú. 64p.
- CHAVESTA, M. 2006.** Separata de capacitación sobre identificación de maderas. La Molina, Lima, Perú. 21 p.
- DANIEL, T. W; J. A. HELMS; F. S. BAKER. 1982.** Principios de silvicultura. Mc Graw-Hill, México. 492 p.
- DATTA, S; KUMAR, A. 1987.** Histochemical studies of the transition from sapwood to heartwood in *Tectona grandis*. IAWA bull, n.s. vol.8:363-368. Editorial Blume. (1980). La madera, Barcelona- España. 273 p.

- ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, BOTANIQUE 3: 52. 1789.** *Guazuma ulmifolia* Lam.
- FAO-FORESTAL. 2010.** Ficha técnica de especies forestales. Bay Cedar.
- FLORES, L. 2002.** Estudio de rendimiento de la madera de tres especies forestales en la producción de parquet en la empresa parquetera Huallaga S.R.L. Pucallpa, Perú. 105 p.
- FIGUEROA P, W. 2001.** Caracterización ecológica de la regeneración natural del *Croton tessmannii* y *Croton matourensis* (Auca atadijo) en bosques secundarios- Carretera Neshuya, Curimaná, Pucallpa. Universidad Nacional Agraria La Molina; Facultad de Ciencias Forestales. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú. 42 p.
- GARCÍA, L. 2003.** Anatomía de la madera. Primera Edición. Ediciones Mundi, Prensa. Madrid, España. 327 p.
- GRIGORIEW, A. 1985.** Estudio de materiales para ebanistería y carpintería. Editorial Mir, Moscú. 247 p.
- GUZMAN, G. 1979.** Variación de algunas propiedades físicas y características anatómicas de *pinuscaribea* Morelet, provenientes de las plantaciones de uverito. Estado de Monagas. Tesis M.Sc. Mérida, Venezuela. 81 p.
- INRENA, 2002.** Manual divulgativo de las especies forestal de La reserva de biosfera del noroeste. Tumbes, Perú. 17-46 p.
- INDECOPI, 1980.** Normas para ensayos con madera. Norma INDECOPI 251,001 hasta la Norma INDECOPI 251, 012. Lima, Perú. 63 p.
- JIMENEZ. H. 1970.** Los árboles más importantes de la serranía de San Lucas. Manual de identificación en el campo. Bogotá-Colombia. Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables. 240p.
- JUNAC, 1989.** Manual del grupo andino para el secado de maderas. Junta del acuerdo de Cartagena. 1ra edición. Editorial Carbajal S.A. Colombia. 52 p.

- KOLLMAN, 1957.** Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Tomo I – Traducción de la 2da edición. Ministerio de Agricultura, Instituto Forestal de Investigaciones. Experiencias y Servicios de la Madera. Madrid. 647 p.
- LEON, H; ESPINOZA DE PERNIA, N. 2001.** Anatomía de la madera. Universidad de Los Andes. Talleres Gráficos Universitarias. Mérida, Venezuela. 397 p.
- LLUNCOR, D. 1973.** Estructura anatómica y clave de identificación de 20 especies forestales del Bosque Nacional de Tumbes. Tesis para optar el título de Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Perú. 137 p.
- LLUNCOR, D. 2010.** Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú.
- LOZANO, W. 2005.** Estudio de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de *Pinus radiata* D. Don. De la plantación de granja Porcón. Tesis para optar el título de Ing. Forestal. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 26 p.
- MARKWARDT, HECK. 1938.** Términos y estándares para la descripción de madera, En Journal For 36(1). 3 – 11, USA
- MORA, J. 1983.** Propiedades físicas mecánicas de la madera. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Publicaciones. Mérida. 50 p.
- NOTIVOL, E; PARDOS, J. 1992.** Una metodología para la estimación de la densidad de la madera de árboles en pie y su grado de variabilidad en *Pinus Pinaster* Ait. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. España. Vol 1 (1). 47 p.
- OIMT-INIAA (1992).** Proyección de manejo y desarrollo de plantación de *Guazuma* a campo abierto.
- PASHIN, A; C, DE ZEEUW. 1980.** Textbook of wood technology McGraw- Hill series in forest resources. McGraw, Hill Book Company. New York.

RAVEN, P. EVERT, R; EICHORN, S. 1986. Biology of plants. Worth publishers. 4th edition. New york.

RALLO, M; GONZALES, J; ULLOA, I; ORELLA, M. 2006. Estudio de Investigación de las características macroscópicas y microscópicas de la especie guayacán. Universidad Nacional de Chile. Santiago, Chile.

SALAZAR, A. 1967. Métodos de colección de especímenes para herbario y muestras de madera de árboles forestales. Lima-Perú. Sin edición numerada. Instituto de Investigaciones Forestales-Servicio Forestal y de Caza. Universidad Nacional Agraria-La Molina. 15 p.

TUSET, R. 1989. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 689 p.

TORRES, O. 1966. Conservación de maderas en el aspecto práctico. MinA Agricultura. Instituto Forestal de Investigación y Experiencias. Madrid, España. 59 p.

VASQUEZ, R. M. S. 1993. “Alcances ecológicos –silviculturales y de uso de la bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam)”. UNSM. Tarapoto-Peru. 17p.

VIGNOTE, S; JIMÉNEZ, F. 1996. Tecnología de la madera. Ministerio de Agricultura y Alimentación. México. 602 p.

Vivian G. Tandazo Infante 2008. Clasificación taxonómica de algunas especies forestales de la selva peruana.

ZOBEL, B. 1964. Mejora genética de las propiedades de la madera de especies forestales. Unasyuva 64: 89-103 p.

Páginas web:

www.conam.gob.pe

www.inei.gob.pe

<http://www.ecologia.edu>

<http://www.infomadera.net>

<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Dendrología&oldid=64497484>.

<http://campus.usal.es/~dbbm/biotec/genfen.htm>

ANEXOS

ANEXOS N° 01

1.1. Fotografías de las especies forestales estudiadas

Fotografías de descripción dendrológicas de la Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam).



Foto 1: Corteza.



Foto 2: Hojas.

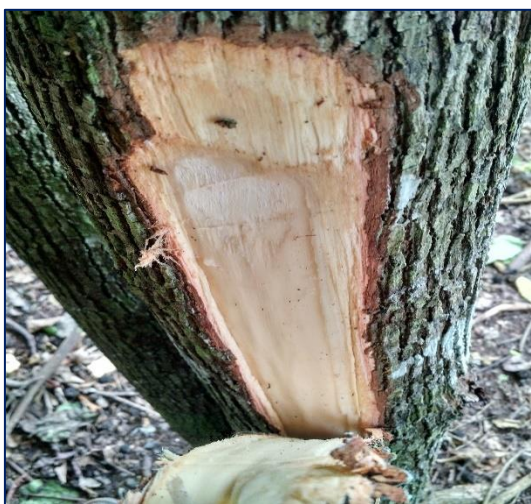


Foto 3: Corteza.

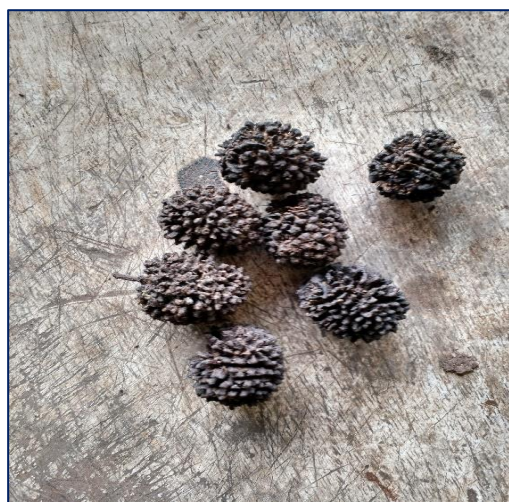


Foto 4: frutos.

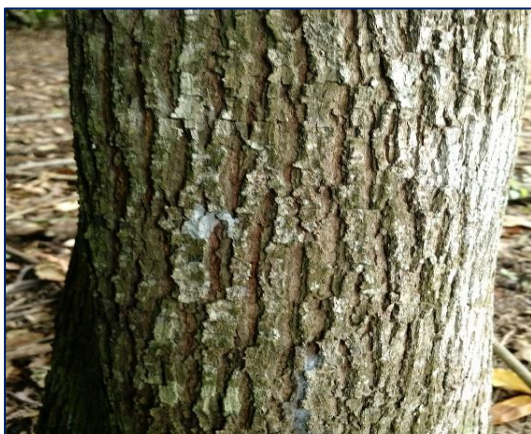


Foto 5: Tronco.

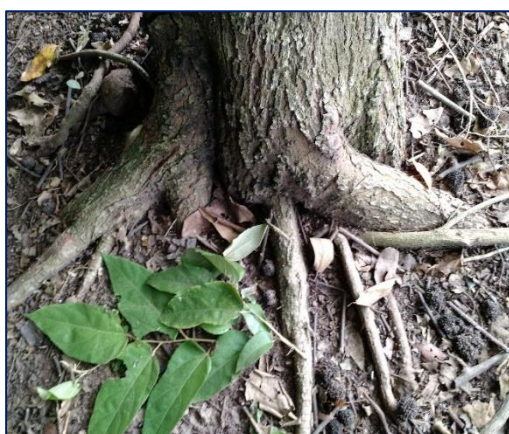


Foto 6: Raíces.

1.2. Fotografías de descripción dendrológicas del Auca atadijo (*Croton matourensis*).



Foto 7: hojas.



Foto 8: corteza.



Foto 9: corteza.



Foto 10: raíces.

ANEXOS N° 02

2.1. Fotografías del estudio de las características anatómicas.



Foto 11: Preparación de la troza.



Foto 12: Probeta orientada en sus tres sentidos.



Foto 13: Rodaja *Croton matourensis*.



Foto 14: Rodaja *Guazuma ulmifolia Lam.*



15: Xilotecas.



Foto 16: Rodaja y Xilotecas.



Foto 17: Observación de anillos de crecimiento.



Foto 18: Observación de la textura.

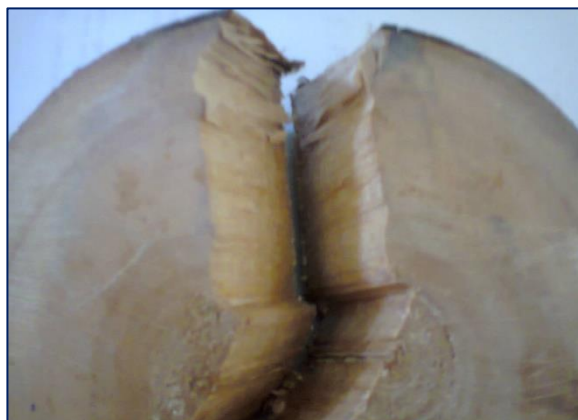


Foto 19: Determinación del grano.

2.2. Fotografías de determinación microscópicas de las especies forestales estudiadas.

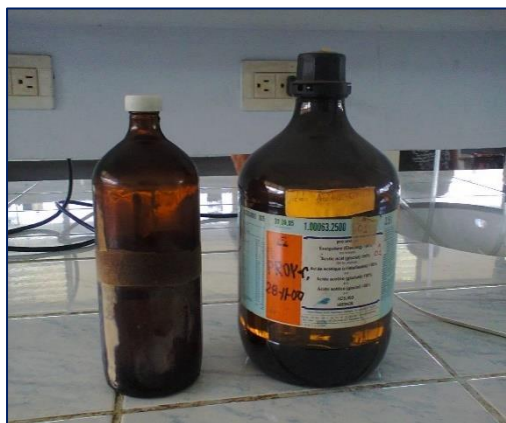


Foto 20: Solución de ácido acético y ácido nítrico.



Foto 21: Cubos orientados.

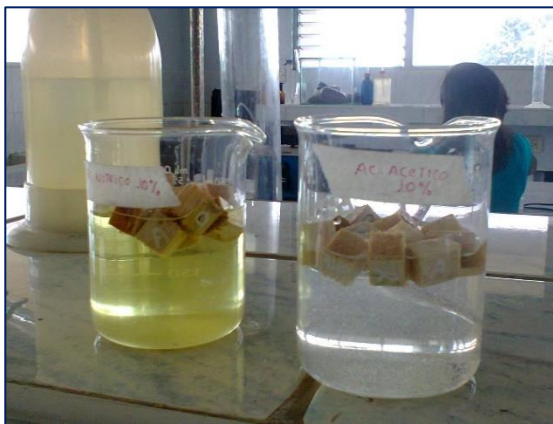


Foto 22: Preparación macerada.



Foto 23: Ablandamiento de cubos en ácido nítrico al 10 %.



Foto 24: Ablandamiento de cubos en ácido acético al 10 %.

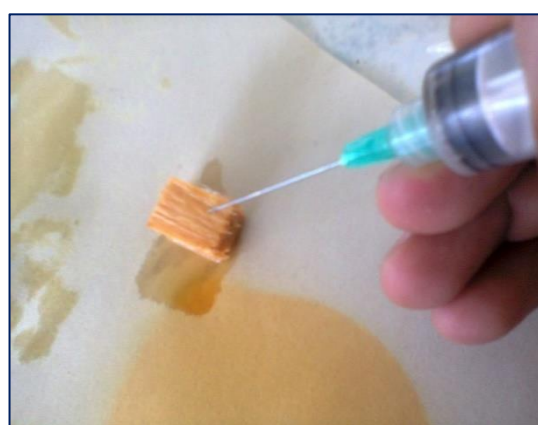


Foto 25: Prueba de dureza de cubo.



Foto 26: Selección de cubos para extraer las láminas histológicas.



Foto 27: Cortes histológicos.



Foto 28: Láminas histológicas.

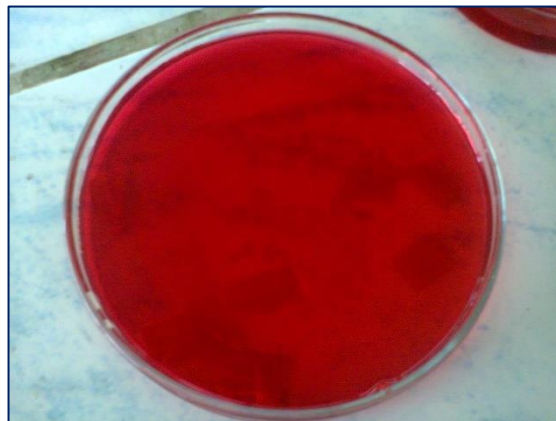


Foto 29: Coloración de láminas histológicas.

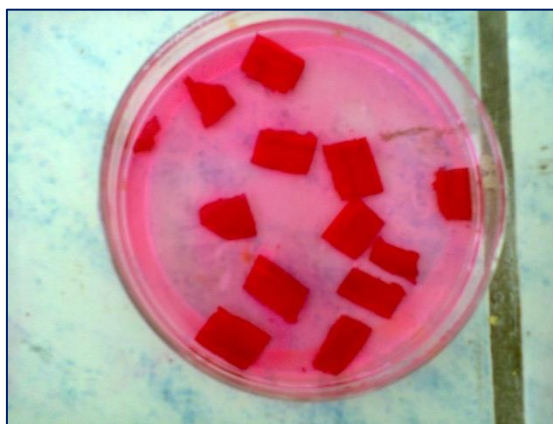


Foto 30: Láminas histológicas coloreadas.



Foto 31: Observación microscópica.



Foto 32: Lámina histológica.

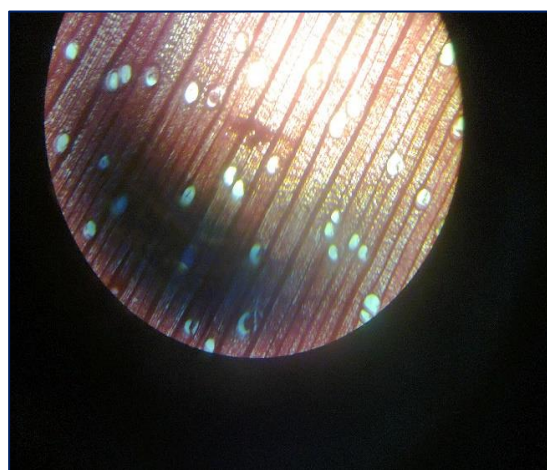


Foto 33: Observación microscópica.

2.3. Fotografías microscópicas de las láminas histológicas de la Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia* Lam).

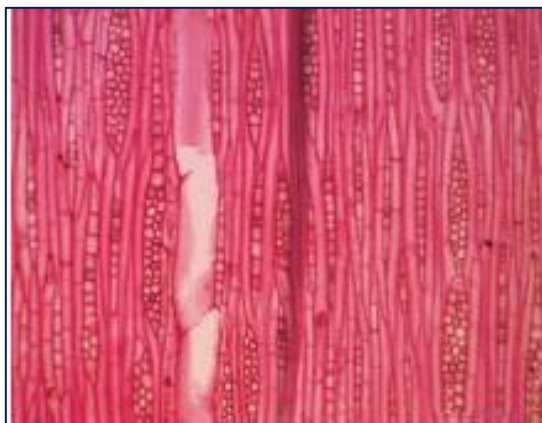


Foto 34: Sección Radial.

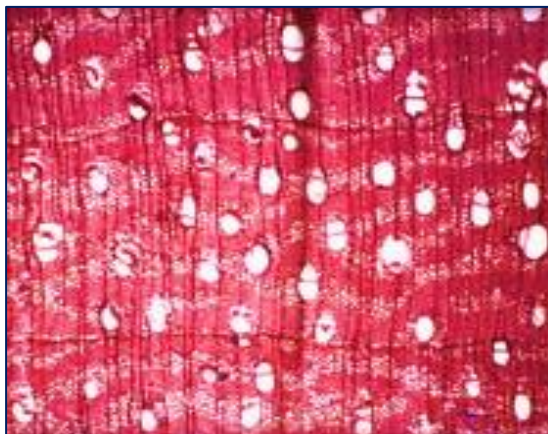


Foto 35: Sección Transversal.



Foto 36: Sección Tangencial.

2.4. Fotografías microscópicas de las láminas histológicas del Auca atadijo (*Croton matourensis*).



Foto 37: Sección Radial.



Foto 38: Sección Transversal.

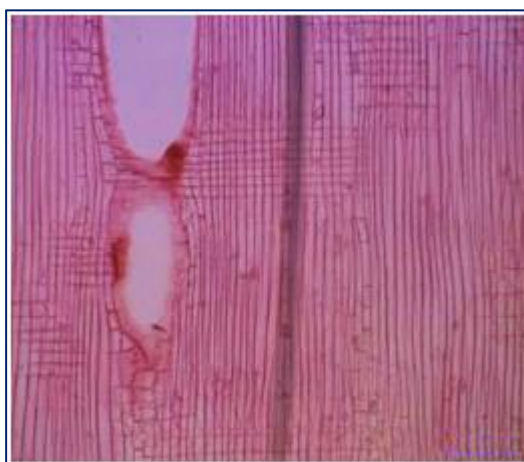


Foto 39: Sección Tangencial.

ANEXOS N° 03

3.1. Fotografías del estudio de las propiedades físicas.



Foto 40: Probetas y Vernier.



Foto 41: Medición de las probetas.



Foto 42: Medición de las probetas.



Foto 43: Medición del volumen.



Foto 44: Estufa.



Foto 45: Secado de las probetas.

ANEXO N° 04

Normas Empleadas:

Para la colección de la muestra

La norma a emplearse para la “Selección y Colección de Muestras”. Se sigue la norma técnica peruana INDECOPI 251,008.

Propiedades Anatómicas:

La norma a emplearse para la “Determinación de las Características Anatómicas de la Madera” es norma técnica peruana INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001.

Propiedades Físicas:

Las normas a emplearse para la determinación de las propiedades físicas de la madera son:

Contenido de humedad según norma técnica peruana INTINTEC, actualmente INDECOPI 251 010, “Método de Contenido de Humedad”.

Densidad según norma técnica peruana INTINTEC, actualmente INDECOPI 251 011, “Método de Densidad”.

Contracción según norma técnica peruana INTINTEC, actualmente INDECOPI 251 012, “Método de Contracción”.

ANEXO N° 05**GLOSARIO:****DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS DE ANATOMÍA DE LA MADERA**

Anatomía de la madera.- Es el estudio de las características organolépticas y elementos anatómicos que conforman la estructura macroscópica, microscópica o sub microscópica de la madera. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Árbol.- Es el vegetal leñoso de tallo simple, de cierto grosor, que se ramifica a cierta altura formando la copa. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Albura.- Capa de madera suave que se encuentra inmediatamente después de la corteza. Generalmente es de color blanquecino, fisiológicamente activa y está ubicada entre el duramen y la corteza. (JUNAC 1981).

Anillos de crecimiento.- son capas concéntricas de crecimiento observable en la en la sección transversal de la madera. Son totalmente definidos en especies maderables que crecen en climas templados y poco marcados o a veces no diferenciados en especies tropicales. (JUNAC 1981).

Brillo.- Es la propiedad de la madera que le permite reflejar la luz, de este modo las maderas son lustrosas u opacas. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Características organolépticas.- Son las que pueden ser percibidas por los órganos de los sentidos, tales como color, sabor, brillo, grano, olor y textura. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Color.- Es aquel originado por los pigmentos fijados en el lumen y en las paredes de las células xilemáticas. El color de madera puede variar durante el proceso de secado. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Cambium.- Es la capa de células en activo proceso de división, que se encuentra entre el xilema y el floema tejidos a los cuales da origen. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Célula.- Es la cámara o compartimiento que por lo menos durante cierto tiempo, está prevista de protoplasma. Constituye la unidad estructural de los tejidos de las plantas. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Corteza: Término empleado en relación con todos los tejidos que se encuentran fuera del cilindro xilemático. En los árboles de cierta edad, generalmente se pueden distinguir dos: una interna (viva) llamada corteza interna o floema y una externa (muerta) llamada también ritidoma, súber o corcho. (Chavesta 2005).

Duramen.- Leño biológicamente inactivo y que generalmente se diferencia de la albura por su color más oscuro, Puede estar infiltrado por formas, resinas y otros materiales que lo hacen más oscuro y más resistente a los ataques de los microorganismos. Se encuentra localizado en el centro del árbol, entre la médula y la albura. (JUNAC 1981).

Fibras.- Término general con que se designa en anatomía de maderas toda célula larga y estrecha del leño o líber, que no sea vascular o parenquimática. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Floema.- Es la capa interna de la corteza, formada por células vivas, por las cuales se realiza el traslado y depósito de las sustancias alimenticias al interior del tronco. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Fuste.- Es la parte del árbol comprendida entre la raíz y las primeras ramificaciones. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1970).

Identificación anatómica.- Consiste en reconocer a que especie pertenece una muestra de madera, a base de sus características anatómicas macroscópicas y microscópicas como: vasos, radios, fibras, parénquima, etc. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Identificación dendrológica.- Consiste en reconocer a que especie pertenece un árbol, a base del estudio de sus características externas como: hojas, flores, frutos, corteza, raíces y sustancias que segregan tales como látex, gomas y resinas. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Madera.- Es el conjunto de células que conforman el tejido leñoso. En ella se puede distinguir tres partes: la albura, el duramen y la médula. (INDECOPI 251,001 1989).

Madera con poros (Latifoliadas).- Es aquella que tiene una estructura celular compleja constituida principalmente de vasos, parénquima y fibras. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Médula: Parte central de los tallos, formada principalmente por tejido parenquimatoso o blando. (Chavesta 2005).

Grano.- Es la disposición de las fibras de la madera en relación al eje longitudinal de la pieza, originada por la propia distribución de las fibras durante el crecimiento del árbol y por la orientación en el aserrío de las piezas en relación con dicha distribución. En el árbol, las especies presentan distintas configuraciones del grano, que al obtener la pieza aserrada se manifiesta como grano recto, inclinado y entrecruzado. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Olor.- Es aquel originado por sustancias fijadas en la madera por la acción de hongos, bacterias o mohos. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Inclusiones.- Son masas amorfas que se encuentran taponando parcial o totalmente los vasos; aunque también pueden presentarse en otros elementos de la madera. Su abundancia afecta en la preservación y secado de las maderas. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Lumen.- Es la cavidad de la célula. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Parénquima leñoso.- Es el tejido blando, por lo general más claro que la parte fibrosa del leño, constituido por células típicamente con forma de paralelepípedo. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Poro.- Término convencional para designar la sección transversal de un vaso o una traqueida vascular. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Puntuación.- Es la concavidad en la pared secundaria de la célula, con la respectiva membrana obturante externa, abierta internamente hacia el lumen. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Radio leñoso.- Es el tejido parenquimático formado por células dispuestas en dirección radial en relación con el eje longitudinal del árbol. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Sabor.- Es aquel originado por sustancias fijadas en la madera. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251, 001 1989).

Vaso.- Es la serie axial de células coalescentes, formando una estructura tubulosa articulada, de longitud variable. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Textura.- Esta dada por la dimensión, distribución y volumen proporcional de los elementos celulares que componen la madera. La textura puede ser fina, media y gruesa. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Veteado.- Son las figuras que presentan las maderas en su superficie longitudinal. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Fenotipo. - Conjunto de caracteres morfológicos, funcionales, bioquímicos, conductuales, etc., que presenta un ser vivo. Gran parte del fenotipo es hereditario. (<http://campus.usal.es/~dbbm/biotec/genfen.htm>)

Genotipo. - Conjunto de genes que presenta un individuo. Muy frecuentemente estos genes determinan características que aparecen en el fenotipo. (<http://campus.usal.es/~dbbm/biotec/genfen.htm>)

DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS DE PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

Anisotropía.- Es la propiedad de ciertos materiales, que como la madera, presentan características diferentes según la dirección que se considere. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Contenido de humedad.- Es la cantidad de agua contenida en la madera generalmente expresada como porcentaje de su peso anhidro. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1970).

Contracción.- Es la reducción de las dimensiones de una pieza de madera causada por la disminución del contenido de humedad a partir de la saturación de las fibras. Se expresa como porcentaje de la dimensión verde de la madera y puede ser lineal (radial, tangencial o longitudinal y volumétrica). (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Coefficiente de contracción.- Es el factor que indica la contracción que experimenta una madera por cada variación de 1% en su contenido de humedad. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1970).

Densidad.- Es la razón entre el peso y el volumen de la madera a un determinado contenido de humedad. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,011 2004).

Juego de la madera.- Es el cambio de forma y dimensiones de una pieza causada por cambios en el contenido de humedad. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1970).

Peso específico aparente.- Es la relación entre el peso y el volumen de la madera en un determinado contenido de humedad. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1970).

Punto de saturación de las fibras.- Es el estado de la madera en el cual el agua libre ha sido eliminada. Mientras que las paredes celulares se mantienen saturadas. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Ph.- Peso húmedo, o saturado. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Psh.- Peso seco al horno. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

d_{vr(CH>30%)}.- Dimensión radial húmedo o saturado con contenido de humedad mayor al 30%. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

d_{sr(CH≈0%)}.- Dimensión radial seca al horno con un contenido de humedad de aproximadamente 0%. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

d_{ht(CH>30%)}.- Dimensión tangencial húmedo o saturado con un contenido de humedad mayor al 30%. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

d_{st(CH≈0%)}.- Dimensión tangencial seca al horno con contenido de humedad de aproximadamente 0%. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

d_{hl(CH>30%)}.- Dimensión longitudinal húmedo o saturado con un contenido de humedad mayor al 30 %. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

d_{sl(CH≈0%)} .- Dimensión longitudinal seca al horno con un contenido de humedad de aproximadamente 0%. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

d_{vh(CH>30%)} = Dimensión volumétrica húmedo o saturado con un contenido de humedad mayor al 30%. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

d_{sv(CH≈0%)} = Dimensión volumétrica seca al horno con contenido de humedad de aproximadamente 0%. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

vh .- Volumen húmedo o saturado. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

vs .- Volumen húmedo o saturado. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

Psa.- Peso seco al aire. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

vs_a .- Volumen seco al aire. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

vs_h .- Volumen seco al horno. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

dt .- Dimensión tangencial. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

dr.- Dimensión radial. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

dl.- Dimensión longitudinal. (INTINTEC, actualmente INDECOPI 251,001 1989).

ANEXO N° 06
FORMULARIO DENDROLÓGICO DE LAS ESPECIES FORESTALES
ESTUDIADAS.

Colector : Jorge Ruiz Sepulveda
Lugar : Puerto los Ángeles, Distrito de Yantaló, provincia de
Moyobamba, Región San Martín.
Fecha : 02/05/2013
Altitud : 853 msnm
Zona de vida : Bosque húmedo tropical (bh-T)
Nombre común : Bolaina Negra
Nombre científico : *Guazuma ulmifolia Lam*
Familia : Sterculiaceae
Arboles acompañantes : Latapi, jagua, wingoqui, shapilleja.

I.- Modificación De Las Raíces:

- 1.- Tablares ()
- 2.- Fulcreas ()
- 3.- Zancas ()
- 4.- Volantes ()
- 5.- Redondas (X)
- 6.- Aéreas ()

II.- Fuste O Tronco:

a).- Por la forma:

- 8.- Cilíndrica (X)
- 9.- Hinchado ()
- 10.- Cónico ()
- 11.- Acanalado ()
- 12.- Irregular ()

b).- Otras Observaciones:

- 13.- Con nudos ()
- 14.- Con Anillos ()
- 15.- Con Aristas semicirculares ()

- 16.- Ramificaciones verticilada (X)
 17.- Ramificación simpolial ()

III.- Corteza Extrema:

a).- Apariencia:

- 21.- Lisa ()
 22.- Lenticelar ()
 23.- Agrietada (X)
 24.- Fisurada ()

b).- Tipos de Lenticelas:

- 25.- Forma equidimensional ()
 26.- Forma Alargada (X)
 27.- Uniforme distribuidas ()
 28.- Formando grupo ()
 29.- En filas verticales ()
 30.- En filas horizontales ()

c).- Aguijones o espinas:

- 31.- Solitarias ()
 32.- Agrupadas ()
 33.- Triangulares ()
 34.- Cónicas ()
 No presenta (X)

d).- Ritidona:

- 35.- Consistencia papirácea ()
 36.- Consistencia coriácea ()
 37.- Consistencia Suberosa ()
 38.- Consistencia leñosa (X)
 39.- Desprende en escamas ()
 40.- Desprende en placas rectangulares ()
 41.- Desprende irregularmente ()

IV.- Corteza Interna:

a).- textura.

- 42.- Laminar ()
 43.- Fibrosa (X)

- 44.- Arenosa ()
 45.- Esponjosa ()

b).- Características Organolépticas:

- 46.- Color Claro (X)
 47.- Color medio ()
 48.- Color Oscuro ()
 49.- Color perceptible ()

C.- Secreciones:

- 51.- Látex ()
 52.- Resina ()
 53.- Saviasa (X)
 54.- Mucilago (X)
 55.- Secreción pegajosa ()
 56.- Secreción no pegajosa ()
 57.- Exudado abundante ()
 58.- Exudado escaso ()
 59.- Secreción blanda o cristalina ()
 60.- Secreción de color ()
 61.- Olor característico ()
 62.- Sabor Característico (X)

V.- Ramitas Terminales:

a).- Nº.- de limbos:

- 72.- Simples (X)
 73.- Bifoliados ()
 74.- Trifoliadas ()
 75.- Dentados ()
 76.- Imparipinnadas ()
 77.- Paripinnadas ()
 78.- Bipinnadas ()

b).- Posiciones de las Ramitas:

- 79.- Alternas ()
 80.- Opuestas (X)
 81.- Helicoidales ()
 82.- Dísticas ()

- 83.- Decusadas ()
- 84.- Agrupadas al extremo ()
- 85.- Simpodiales ()

c).- Forma de limbo:

- 86.- Redondas ()
- 87.- Elípticas ()
- 88.- Oblongas (X)
- 89.- Ovadas (X)
- 90.- Obovadas ()
- 91.- Lanceoladas (X)
- 92.- Oblanceoladas ()
- 93.- Espatuladas ()
- 94.- Deltoides ()
- 95.- Cordadas ()
- 96.- Reniformes ()
- 97.- Sagitadas ()
- 98.- Falcadas ()
- 99.- Irregulares ()

d).- Borde de limbo:

- 100.- Entero ()
- 101.- Ondeado ()
- 102.- Crenado ()
- 103.- Hendido ()
- 104.- Dentado (X)
- 105.- Asentado ()
- 106.- Convexo ()
- 107.- Plano ()

e).- Por el Ápice:

- 108.- Emarginado ()
- 109.- Truncado ()
- 110.- Redondo ()
- 111.- Obtuso ()
- 112.- Agudo ()
- 113.- Atendado ()
- 114.- Acuminada (X)
- 115.- Mucronada ()
- 116.- Caudado acuminado ()

f).- Por la Base:

- 117.- Cordada ()
- 118.- Truncada ()
- 119.- Redonda ()
- 120.- Obtusa (X)
- 121.- Aguda ()
- 122.- Atenuada ()
- 123.- Decurrente ()
- 124.- Auriculada ()
- 125.- Irregular ()

g).- Por la Nervadura:

- 126.- Trinerva ()
- 127.- Palminerva (X)
- 128.- Carvinerva ()
- 129.- Pinnatinerva curva ()
- 130.- Pinnatinerva oblicua ()
- 131.- Pinnatinerva recta ()
- 132.- Reticulada ()
- 133.- Anastomosada ()

h).- Por el Peciolo:

- 134.- Sésil ()
- 135.- Peltado ()
- 136.- Decurrente ()
- 137.- Con Pulvinulo (X)
- 138.- Caquis alado ()
- 139.- Sección plana ()
- 140.- Sección Circular ()

i).- Hojitas Terminales o Yema Foliar:

- 141.- Conduplicadas ()
- 142.- Convoladas ()
- 143.- Forma de Lanza (x)
- 144.- forma de Puño ()
- 145.- Color Verde (x)
- 146.- Color diferente a Verde ()

j).- Consistencia del limbo:

- 147.- Papirácea o Membranosa ()
 148.- Cactácea ()
 149.- Coriácea ()

k).- Otros Caracteres en las Hojas:

- 150.- Estipulas ()
 151.- Puntos o Rayas Traslucidos ()
 152.- Con Glándulas (X)
 153.- Indumentales ()
 154.- Glabas ()
 155.- Perennifoliadas ()
 156.- Deciduas ()
 157.- Secrecciones ()

VI.-Otras Observaciones:

a).- Inflorescencias:

Tipo:

- 158.- Bisexuales (X)
 159.- Moneicas ()
 160.- Dioicas ()
 161.- Indumpulo ()

b).- Flores:

- 162.- Color : Blanco cremoso.
 163.- Olor : Ligeramente fragante.
 164.- Dimensiones : De 1 cm a 0.5 cm de ancho.

C.- Fruto:

- 165.- Tipo : Capsula sub glubosa elipsoide leñoso.
 166.- Color : Negro púrpura.
 167.-Olor : No presenta olor.
 168.- Sabor : Pulpa dulce.
 169.- Dimensiones : 1.5 cm a 4 cm de largo y 1 a 1.5 cm de ancho.

Colector : Jorge Ruiz Sepulveda
Lugar : Puerto Guillermo, distrito de Yantaló, provincia de
Moyobamba, Región San Martín
Fecha : 02/05/2013
Altitud : 853 msnm.
Zona de vida : Bosque húmedo tropical (bh-T)
Nombre común : Auca atadijo
Nombre científico : *Croton matourensis Aubl*
Familia : Euphorbiaceae
Arboles acompañantes : Ocuera, Itil, ingaina, pashaco.

I.- Modificación De Las Raíces:

- 1.- Tablares ()
- 2.- Fulcreas ()
- 3.- Zancas ()
- 4.- Volantes (X)
- 5.- Redondas (X)
- 6.- Aéreas ()

II.- Fuste O Tronco:

a).- Por la forma:

- 8.- Cilíndrica (X)
- 9.- Hinchado ()
- 10.- Cónico ()
- 11.- Acanalado ()
- 12.- Irregular ()

b).- Otras Observaciones:

- 13.- Con nudos ()
- 14.- Con Anillos ()
- 15.- Con Aristas semicirculares (X)
- 16.- Ramificaciones verticilada ()
- 17.- Ramificación simpolial ()

III.- Corteza Extrema:

a).- Apariencia:

- 21.- Lisa (X)
- 22.- Lenticelar ()
- 23.- Agrietada ()
- 24.- Fisurada ()

b).- Tipos de Lenticelas:

- 25.- Forma equidimensional ()
- 26.- Forma Alargada ()
- 27.- Uniforme distribuidas ()
- 28.- Formando grupo ()
- 29.- En filas verticales (X)
- 30.- En filas horizontales ()

c).- Aguijones o espinas:

- 31.- Solitarias ()
- 32.- Agrupadas ()
- 33.- Triangulares ()
- 34.- Cónicas ()
- No presenta (X)

d).- Ritidona:

- 35.- Consistencia papirácea ()
- 36.- Consistencia coriácea ()
- 37.- Consistencia Suberosa ()
- 38.- Consistencia leñosa (X)
- 39.- Desprende en escamas ()
- 40.- Desprende en placas rectangulares ()
- 41.- Desprende irregularmente ()

IV.- Corteza Interna:

a).- textura.

- 42.- Laminar ()
- 43.- Fibrosa (X)
- 44.- Arenosa ()
- 45.- Esponjosa ()

b).- Características Organolépticas:

- 46.- Color Claro ()
- 47.- Color medio (X)

- 48.- Color Oscuro ()
 49.- Color perceptible ()

C.- Secreciones:

- 51.- Látex (X)
 52.- Resina ()
 53.- Saviasa ()
 54.- Mucilago ()
 55.- Secreción pegajosa ()
 56.- Secreción no pegajosa ()
 57.- Exudado abundante ()
 58.- Exudado escaso ()
 59.- Secreción blanda o cristalina ()
 60.- Secreción de color (X)
 61.- Olor característico (X)
 62.- Sabor Característico (X)

V.- **Ramitas Terminales:**

a).- Nº.- de limbos:

- 72.- Simples ()
 73.- Bifoliados ()
 74.- Trifoliadas ()
 75.- Dentados ()
 76.- Imparipinnadas ()
 77.- Paripinnadas ()
 78.- Bipinnadas ()

b).- Posiciones de las Ramitas:

- 79.- Alternas (X)
 80.- Opuestas ()
 81.- Helicoidales ()
 82.- Dísticas ()
 83.- Decusadas ()
 84.- Agrupadas al extremo ()
 85.- Simpodiales ()

c).- Forma de limbo:

- 86.- Redondas ()
 87.- Elípticas ()

- 88.- Oblongas ()
- 89.- Ovadas ()
- 90.- Obovadas ()
- 91.- Lanceoladas ()
- 92.- Oblanceoladas ()
- 93.- Espatuladas ()
- 94.- Deltoides ()
- 95.- Cordadas ()
- 96.- Reniformes ()
- 97.- Sagitadas ()
- 98.- Falcadas ()
- 99.- Irregulares (X)

d).- Borde de limbo:

- 100.- Entero (X)
- 101.- Ondeado ()
- 102.- Crenado ()
- 103.- Hendido ()
- 104.- Dentado ()
- 105.- Asentado ()
- 106.- Convexo ()
- 107.- Plano ()

e).- Por el Ápice:

- 108.- Emarginado ()
- 109.- Truncado ()
- 110.- Redondo (X)
- 111.- Obtuso ()
- 112.- Agudo ()
- 113.- Atendado ()
- 114.- Acuminada ()
- 115.- Mucronada ()
- 116.- Caudado acuminado ()

f).- Por la Base:

- 117.- Cordada ()
- 118.- Truncada ()
- 119.- Redonda ()
- 120.- Obtusa (X)

- 121.- Aguda ()
- 122.- Atenuada ()
- 123.- Decurrente ()
- 124.- Auriculada ()
- 125.- Irregular ()

g).- Por la Nervadura:

- 126.- Trinerva ()
- 127.- Palminerva (X)
- 128.- Carvinerva ()
- 129.- Pinnatinerva curva ()
- 130.- Pinnatinerva oblicua ()
- 131.- Pinnatinerva recta ()
- 132.- Reticulada ()
- 133.- Anastomosada ()

h).- Por el Pecíolo:

- 134.- Sésil ()
- 135.- Peltado ()
- 136.- Decurrente (X)
- 137.- Con Pulvinulo ()
- 138.- Caquis alado ()
- 139.- Sección plana ()
- 140.- Sección Circular ()

i).- Hojitas Terminales o Yema Foliar:

- 141.- Conduplicadas ()
- 142.- Convoladas ()
- 143.- Forma de Lanza (X)
- 144.- forma de Puño ()
- 145.- Color Verde ()
- 146.- Color diferente a Verde ()

j).- Consistencia del limbo:

- 147.- Papirácea o Membranosa (X)
- 148.- Cactácea ()
- 149.- Coriácea ()

k).- Otros Caracteres en las Hojas:

- 150.- Estipulas ()
 151.- Puntos o Rayas Traslucidos ()
 152.- Con Glándulas (X)
 153.- Indumentales ()
 154.- Glabas ()
 155.- Perennifoliadas ()
 156.- Deciduas ()
 157.- Secrecciones ()

VI.-Otras Observaciones:

a).- Inflorescencias:

Tipo:

- 158.- Bisexuales (X)
 159.- Moneicas ()
 160.- Dioicas ()
 161.- Indumpulo ()

b).- Flores:

- 162.- Color : Blanco cremoso.
 163.- Olor : No presenta olor.
 164.- Dimensiones : 6 a 9 mm de diámetro.

C.- Fruto:

- 165.- Tipo : Frutos de forma ovals.
 166.- Color : Verde.
 167.-Olor : No presenta olor
 168.- Sabor : Sabor astringente
 169.- Dimensiones : 2- 3 mm.