



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del
título de Ingeniera Forestal**

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS, PROPIEDADES FÍSICAS Y DE TRABAJABILIDAD DE *Ocotea insularis* (Meins.) Mez, EN LA PARROQUIA LA CAROLINA – IMBABURA

AUTORA

Ipiales Espinoza Carla Mishell

DIRECTOR

Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro Mgs.

IBARRA - ECUADOR

2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS,
PROPIEDADES FÍSICAS Y DE TRABAJABILIDAD DE *Ocotea insularis* (Meins.) Mez,
EN LA PARROQUIA LA CAROLINA – IMBABURA

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación
como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERA FORESTAL

APROBADO

Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro Mgs.
Director de trabajo de titulación



Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez Mgs.
Tribunal de trabajo de titulación



Ing. Eduardo Jaime Chagna Ávila Mgs.
Tribunal de trabajo de titulación



Ibarra – Ecuador



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100311218-0		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ipiales Espinoza Carla Mishell		
DIRECCIÓN:	Princesa Paccha y Pasaje Tierra del Sol		
EMAIL:	cmipialese@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062651-484	TELÉFONO MÓVIL:	0986373689

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS, PROPIEDADES FÍSICAS Y DE TRABAJABILIDAD DE <i>Ocotea insularis</i> (Meins.) Mez, EN LA PARROQUIA LA CAROLINA – IMBABURA
AUTORA:	Ipiales Espinoza Carla Mishell
FECHA:	04/08/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
PROGRAMA:	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Forestal
DIRECTOR:	Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro Mgs.

CONSTANCIA

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 04 de agosto de 2021

LA AUTORA:



Ipiales Espinoza Carla Mishell

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

Fecha: 04 de agosto de 2021

Carla Mishell Ipiales Espinoza: **“DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS, PROPIEDADES FÍSICAS Y DE TRABAJABILIDAD DE *Ocotea insularis* (Meins.) Mez, EN LA PARROQUIA LA CAROLINA – IMBABURA”**. Trabajo de titulación. Ingeniera Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 04 de agosto del 2021 80 páginas.

DIRECTOR: Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro Mgs.

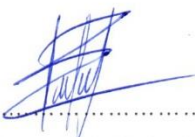
El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar las características organolépticas, propiedades físicas y de trabajabilidad de *Ocotea insularis* (Meins.) Mez, en la parroquia La Carolina - Imbabura.

Fecha: 04 de agosto de 2021



.....
Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro Mgs.

Director de trabajo de titulación



.....
Carla Mishell Ipiales Espinoza

Autora

DEDICATORIA

A mi familia quienes siempre me han apoyado en mi vida universitaria con altos y bajos. Gracias a Dios por darme un hogar lleno de valores.

A mi padre y madre

Sr. Carlos Ipiates gracias por enseñarme a nunca rendirme ante cualquier adversidad, por su amor, comprensión, por confiar en mí y sobre todo por apoyarme durante mi formación profesional. Gracias por darme la oportunidad de superarme.

Sra. Paquita Espinoza gracias por darme la vida, por su amor, por brindarme su apoyo incondicional, por la paciencia y los consejos que día a día me brinda.

A mi hermano Edu, por el apoyo y motivación durante mis estudios, siendo mi inspiración para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindarme tantas oportunidades en mi vida y hacer de mí una gran persona, por guiar y bendecir mi camino durante mi vida estudiantil y sobre todo por ayudarme a culminar mi carrera.

A la Universidad Técnica del Norte por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios como Ingeniera Forestal.

Quiero agradecer a los ingenieros Carlos Arcos, Hugo Vallejos y Eduardo Chagna por su buena disposición, sus oportunas sugerencias y aportes en el desarrollo de la investigación.

Al ingeniero Hugo Paredes por su colaboración en el manejo y utilización de las máquinas en la Central de Innovación Maderera y Laboratorio de Anatomías de Madera y Xiloteca.

Para un hombre increíble que llegó a mi vida de sorpresa, quien ha sido mi soporte, una gran persona en la cual siempre puedo confiar y sobre todo sentirme orgullosa de él; con su cariño y apoyo incondicional me acompañó en la culminación de mi carrera, Pablito.

A mis amigos de la grandiosa carrera de Ingeniería Forestal, con los cuales se vivió un sin número de anécdotas las cuales recordaré siempre. Joselyn, Janeth, Yara, Alex, Patricio, Jhon gracias por su hermosa e incondicional amistad, por estar en las buenas y malas, de corazón gracias por todo!

GRACIAS TOTALES!

LISTA DE SIGLAS

ASTM. American Society for Testing and Materials (Asociación Americana de Ensayo de Materiales)

CAM. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena

CH. Contenido de humedad

CRE. Constitución de la República del Ecuador

COPANT. Comisión Panamericana de Normas Técnicas

CTT. Centro de Transferencia Tecnológica

HEH. Humedad de Equilibrio Higroscópico

IAWA. International Association of Wood Anatomists

INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización

PSF. Punto de Saturación de las Fibras

PV. Peso de la madera en verde

SENPLADES. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo General.....	2
1.1.2. Objetivos Específicos.....	2
1.2. Preguntas directrices.....	2
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Fundamentación Legal.....	4
2.1.1. Constitución de la República del Ecuador (2008).....	4
2.1.2. Código Orgánico del Ambiente (CODA).....	4
2.1.3. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021.....	5
2.1.4. Línea de Investigación.....	5
2.1.5. Código de Ética de la Universidad Técnica del Norte.....	5
2.2. Fundamentación teórica.....	6
2.2.1. La madera.....	6
2.2.1.1. Estructura de la madera.....	6
2.2.1.2. Características de la madera.....	7
2.2.2. Características macroscópicas.....	8
2.2.3. Características organolépticas.....	10
2.2.3.1. Textura.....	10
2.2.3.2. Grano.....	10
2.2.3.3. Color.....	10
2.2.3.4. Sabor.....	11
2.2.3.5. Veteado.....	11

2.2.3.6. <i>Olor</i>	11
2.2.3.7. <i>Brillo o lustre</i>	12
2.2.4. Propiedades físicas	12
2.2.4.1. <i>Contenido de humedad</i>	12
2.2.4.2. <i>Peso específico</i>	13
2.2.4.3. <i>Densidad</i>	13
2.2.4.4. <i>Contracción</i>	14
2.2.5. Propiedades de trabajabilidad	15
2.2.5.1. <i>Cepillado</i>	15
2.2.5.2. <i>Lijado</i>	15
2.2.5.3. <i>Moldurado</i>	15
2.2.5.4. <i>Taladrado</i>	16
2.2.5.5. <i>Torneado</i>	16
2.2.6. Características generales de <i>Ocotea insularis</i> (Meins.) Mez	16
2.2.6.1. <i>Hábitat y distribución</i>	16
2.2.6.2. <i>Descripción botánica</i>	17
2.2.6.3. <i>Silvicultura</i>	17
2.2.6.4. <i>Descripción de la madera</i>	17
2.2.6.5. <i>Usos</i>	17
2.2.7. Investigaciones similares.....	18
CAPÍTULO III	19
MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Ubicación del lugar	19
3.1.1. Política	19
3.1.2. Geografía	19
3.1.3. Límites.....	19
3.2. Caracterización edafoclimática del área de investigación.....	19

3.2.1.	Suelo.....	19
3.2.2.	Clima	20
3.3.	Materiales, equipos y software	20
3.4.	Metodología	21
3.4.1.	Universo.....	21
3.4.2.	Tamaño de la muestra.....	21
3.4.3.	Muestreo	22
3.5.1.	Variables.....	22
3.5.1.1.	<i>Descripción de las características anatómicas</i>	22
3.5.1.1.1.	<i>Características microanatómicas</i>	22
3.5.1.1.2.	<i>Características macroanatómicas</i>	25
3.5.1.2.	<i>Propiedades físicas</i>	26
3.5.1.2.1.	<i>Contenido de humedad</i>	26
3.5.1.2.2.	<i>Densidad</i>	27
3.5.1.2.3.	<i>Contracción</i>	28
3.5.1.3.	<i>Determinación de las propiedades de trabajabilidad</i>	32
3.5.1.3.1.	<i>Cepillado</i>	33
3.5.1.3.2.	<i>Lijado</i>	35
3.5.1.3.3.	<i>Moldurado</i>	35
3.5.1.3.4.	<i>Taladrado</i>	36
3.5.1.3.5.	<i>Torneado</i>	36
3.6.	Estimadores Estadísticos.....	36
CAPÍTULO IV		37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		37
4.1.	Características organolépticas	37
4.2.	Propiedades físicas	40
4.2.1.	Contenido de Humedad.....	40

4.2.2. Densidad.....	41
4.2.3. Contracción	42
4.3. Propiedades de trabajabilidad	43
4.3.1 Cepillado	43
4.3.2. Lijado	44
4.3.3. Moldurado	46
4.3.4. Taladrado	46
4.3.5 Torneado	47
CAPITULO V.....	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
5.1. Conclusiones.....	49
5.2. Recomendaciones.....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de la madera según la densidad.....	14
Tabla 2 Materiales, equipos y software a emplear en la investigación	20
Tabla 3 Muestras de xiloteca, cubos y rodajas	21
Tabla 4 Proebtas para ensayos de propiedades físicas	21
Tabla 5 Probetas para ensayos de trabajabilidad	22
Tabla 6 Normas rando de evaluación según norma ASTM	32
Tabla 7 Estadística descriptiva del contenido de humedad	40
Tabla 8 Estadística descriptiva de la densidad	41
Tabla 9 Tabla descriptiva de la contracción	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura de la madera	6
Figura 2 Anillos de crecimiento	8
Figura 3 Albura y duramen	9
Figura 4 Vasos	9
Figura 5 Placa para la descripción y medición de las características	24
Figura 6 Rodaja para la descripción de anillos de crecimiento	25
Figura 7 Probetas para las propiedades físicas	26
Figura 8 Tipo de corte según la orientación del tronco	33
Figura 9 Probetas para ensayos de cepillado	33
Figura 10 Ángulos de cuchillas de cepilladora.....	34
Figura 11 Probeta para los ensayos de lijado	35
Figura 12 Madera de <i>Ocotea insularis</i>	37
Figura 13 Corte transversal de <i>Ocotea insularis</i>	38
Figura 14 Placa de un corte transversal de <i>Ocotea insularis</i>	38
Figura 15 Placa de un corte tangencial de <i>Ocotea insularis</i>	39
Figura 16 Placa de un corte radial de <i>Ocotea insularis</i>	39
Figura 17 Curva de desorción.....	40
Figura 18 Densidad de <i>Ocotea insularis</i>	41
Figura 19 Contracción de <i>Ocotea insularis</i>	43
Figura 20 Defectos del ensayo de cepillado	44
Figura 21 Defectos del ensayo de lijado, lija 60.....	45
Figura 22 Defectos del ensayo de lijado, lija 100.....	45
Figura 23 Defectos del ensayo de moldurado	46
Figura 24 Defectos del ensayo de taladrado.....	47
Figura 25 Defectos del ensayo de torneado	48

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec. 1 Contenido de Humedad.....	26
Ec. 2 Densidad Verde	27
Ec. 3 Densidad Seco al Aire.....	27
Ec. 4 Densidad Anhidro.....	28
Ec. 5 Densidad Básica	28
Ec. 6 Dimensión Longitudinal.....	29
Ec. 7 Contracción Longitudinal Total.....	29
Ec. 8 Dimensión Radial	30
Ec. 9 Contracción en Sentido Radial	30
Ec. 10 Contracción en Sentido Tangencial	31
Ec. 11 Contracción Tangencial Total	31
Ec. 12 Contracción Volumétrica	31
Ec. 13 Relación Tangencial Radial.....	32
Ec. 14 Velocidad de Alimentación	34
Ec. 15 Ancho de Marca.....	34

TÍTULO: DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS, PROPIEDADES FÍSICAS Y DE TRABAJABILIDAD DE *Ocotea insularis* (Meins.) Mez, EN LA PARROQUIA LA CAROLINA – IMBABURA

Autora: Carla Mishell Ipiales Espinoza

Director del trabajo de titulación: Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs.

Año: 2021

Resumen

En el Ecuador la escasa información sobre la tecnología de la madera ha producido una limitación en el uso de especies forestales, como es el caso de *Ocotea insularis*; para enfrentar este problema, se desarrolló la presente investigación que tuvo como objetivo general: Determinar las características organolépticas, propiedades físicas y de trabajabilidad en la parroquia La Carolina – Imbabura. En la ejecución de los ensayos, la madera se obtuvo de la comunidad de Imbiola, cantón Ibarra; en donde se seleccionó siete árboles con las mejores características fenotípicas, los mismos que fueron cortados y se extrajeron bloques los mismos que fueron embalados y llevados a la Granja Experimental Yuyucocha. En las fases de aprovechamiento y ensayos se emplearon las normas COPANT, INEN y ASTM. La preparación de las probetas y determinación de las propiedades se realizaron en la Central de Innovación Maderera y en el Laboratorio de Anatomías de Madera y Xiloteca. El contenido de humedad fue del 66,01 %, densidad básica de 0,64 gr/cm³, la contracción volumétrica total de 9,14 % y la relación tangencial/radial de 1,70 %. La madera de *Ocotea insularis* se clasifica como madera de densidad media tipo “B”. Esta especie puede ser utilizada en construcciones, pisos, revestimientos de madera, ebanistería y mueblería.

Palabras claves: características organolépticas, propiedades físicas, propiedades de trabajabilidad, contracción, densidad.

TITLE: DETERMINATION OF THE ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS, PHYSICAL PROPERTIES AND THE WORKABILITY IN THE CAROLINA-IMBABURA PARISH.

Author: Carla Mishell Ipiates Espinoza

Director of thesis: Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs.

Year: 2021

ABSTRACT

In the Ecuador the few information about the wood's technology caused a limitation in the use of forest species, as such the *Ocotea Insularis*; to resolve this problem, the next investigation was carried out whose general objective is: Determine the organoleptic characteristics, physical properties and the workability in the Carolina-Imbabura parish. The Wood was obtained of community Imbola –Ibarra to carried out the essays; in this place was selected the best phenotypic characteristics in seven trees; these was cutter in blocks them was packed and carried to the Yuyucocha Experimental Farm. The Exploitation phases and essays was went with norms as COPANT; INEN Y ASTM. The preparation of the test tubes y determination of properties was realized in the Innovation Maderera Central and in the Wood and Xiloteca Anatomy laboratory. The results was the following: the hummed was 66, 01%; basic density of 0, 64 gr/cm³, the total volumetric contraction of 9, 14 % and the tangential/radial relationship of 1, 70. The wood de *Ocotea Insularis* is classified as type “B” medium density wood. This specie can be used to buildings, floors, woodworking, cabinetmaking and furniture.

Keywords: organoleptic characteristics, physical properties, workability properties, contraction, density.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El Ecuador presenta una diversidad de ecosistemas y posee una importante masa boscosa en diferentes localidades geográficas, que le permite ser uno de los países más diversos del planeta (Ministerio del Ambiente [MAE], 2000). La madera de varias especies han sido comercializadas por mucho tiempo para la construcción y otros fines domésticos; en la actualidad existe mayor demanda por lo que se evidencia un aumento en su valor comercial. Esta diversidad de especies a las que se hace referencia tiene un alto valor comercial y ecológico, sin embargo, para el uso adecuado de la madera se requiere el conocimiento de sus características anatómicas, sus propiedades físicas y de trabajabilidad (Agila, Burneo, Narváez, y Pucha-Cofrep, 2018).

En la mayoría de los países desarrollados, es un requisito indispensable clasificar a las maderas de acuerdo con sus propiedades físicas y mecánicas para brindarles una óptima utilización (Echenique y Robles, 1993). En el Ecuador no se registran estudios de las características organolépticas, propiedades físicas y de trabajabilidad de la madera de *Ocotea insularis*; o al menos se desconoce de su existencia. Lo antes mencionado limita su uso a otras actividades focalizadas en las zonas de desarrollo de la especie, lo que impide dar usos alternativos en función de sus potencialidades.

Actualmente los habitantes de la comunidad de Imbiola de la parroquia La Carolina, sitio donde se realizó la presente investigación, la madera le utilizan únicamente en la construcción de viviendas. Ello hace evidenciar que existe subutilización del recurso, dejando de lado el potencial que ofrece esta especie. Además, se quiere valorar la madera para que sirva como alternativa al uso de otras especies forestales que de acuerdo con las normas vigentes se encuentran vedadas o prohibidas para su aprovechamiento.

Las características tecnológicas de la madera son determinantes en el aprovechamiento y aplicación específica en usos y procesos, donde ciertas propiedades son decisivas para obtener un beneficio máximo desde el punto de vista económico y técnico.

La información científica y técnica que se obtuvo de esta investigación servirá de base con el fin de que la comunidad pueda emprender en programas de forestación y reforestación con esta especie nativa. Además, se pretende disminuir la propagación de especies exóticas y dar prioridad al desarrollo de plantas nativas con el fin de motivar emprendimientos como artesanías, desarrollo de la industria del mueble, diseño y construcción. Se busca incrementar el valor agregado que puede generar dicha especie.

Al realizar este tipo de investigación se introduce nuevas especies maderables al mercado que incrementen y diversifiquen la oferta de madera de calidad con el fin de mejorar la rentabilidad y la sustentabilidad de la cadena de valor forestal en todo el país a fin de conservar el recurso. Además, la información obtenida puede servir como base de datos para futuros investigadores interesados en profundizar estudios sobre la determinación de sus propiedades físicas, de trabajabilidad y características anatómicas de esta especie.

Esta investigación tuvo como objetivo principal determinar las características organolépticas, propiedades físicas y de trabajabilidad de *Ocotea insularis* (Meins.) Mez, en la parroquia La Carolina - Imbabura.

1.1.Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Determinar las características organolépticas, propiedades físicas y de trabajabilidad de *Ocotea insularis* (Meins.) Mez, en la parroquia La Carolina - Imbabura.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Describir las características organolépticas de *Ocotea insularis* (Meins.) Mez.
- Determinar el contenido de humedad, densidad y contracción de la madera de *Ocotea insularis* (Meins.) Mez.
- Evaluar las propiedades de trabajabilidad de esta especie.

1.2.Preguntas directrices

- ¿Cuáles son las características organolépticas de *Ocotea insularis*?
- ¿Qué categorización tiene la madera de *Ocotea insularis* en relación con sus propiedades físicas?

- ¿Cuáles son los usos probables de *Ocotea insularis* en función de las propiedades de trabajabilidad de su madera?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación Legal

2.1.1. Constitución de la República del Ecuador (2008)

Art. 71.- Se menciona que la naturaleza, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete íntegramente su existencia y el mantenimiento en cual se vea regeneración de los ciclos propios de la misma, así como también estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema (Constitución de la República del Ecuador [CRE], 2008).

2.1.2. Código Orgánico del Ambiente (CODA)

Art 3.- Fines son fines de este código

Literal 9. Establecer los mecanismos que promuevan y fomenten la generación de información ambiental, así como la articulación y coordinación de las entidades públicas, privadas y de la sociedad civil responsables de realizar actividades de gestión e investigación ambiental, de conformidad con los requerimientos y prioridades estatales (Código Orgánico del Ambiente [CODA], 2017).

Art 17.- Menciona que el Estado deberá contar con datos científicos y técnicos sobre la biodiversidad y el ambiente, los cuales deberán ser actualizados permanentemente. La Autoridad Ambiental Nacional deberá recopilar y compilar dichos datos en articulación con las instituciones de educación superior públicas, privadas y mixtas, al igual que con otras instituciones de investigación (CODA, 2017).

Art 133.- Investigación científica, innovación y desarrollo tecnológico y extensión forestal. La Autoridad Ambiental Nacional, la Autoridad Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, la Autoridad Única del Agua y la Autoridad Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y Saberes Ancestrales identificarán y propondrán iniciativas para la investigación científica, innovación y desarrollo tecnológico y extensión forestal en base a sus competencias (CODA, 2017).

2.1.3. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021

Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

Política 3.5: Asevera que es necesario dar un impulso a la economía rural y urbana, dando así un valor a los recursos del bosque brindando una corresponsabilidad social y propiciando el desarrollo de la bioeconomía (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017).

Política 3.6: Afirma que se debe de impulsar y generar bioconocimiento como alternativa a la producción primario-exportadora, así como el desarrollo de un sistema que impulse la bioseguridad, precautelando condiciones ambientales que posiblemente afecten a personas y a seres vivos (SENPLADES, 2017).

2.1.4. Línea de Investigación

El estudio se enmarca en la línea dos de la Universidad Técnica del Norte: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

2.1.5. Código de Ética de la Universidad Técnica del Norte

Art 1.- El código de ética tiene como finalidad contribuir al mejoramiento del comportamiento de los integrantes de la comunidad dentro y fuera de la Universidad, valorando el talento para que asuma sus responsabilidades bajo los principios de eficacia, calidad y transparencia.

2.2.Fundamentación teórica

2.2.1. La madera

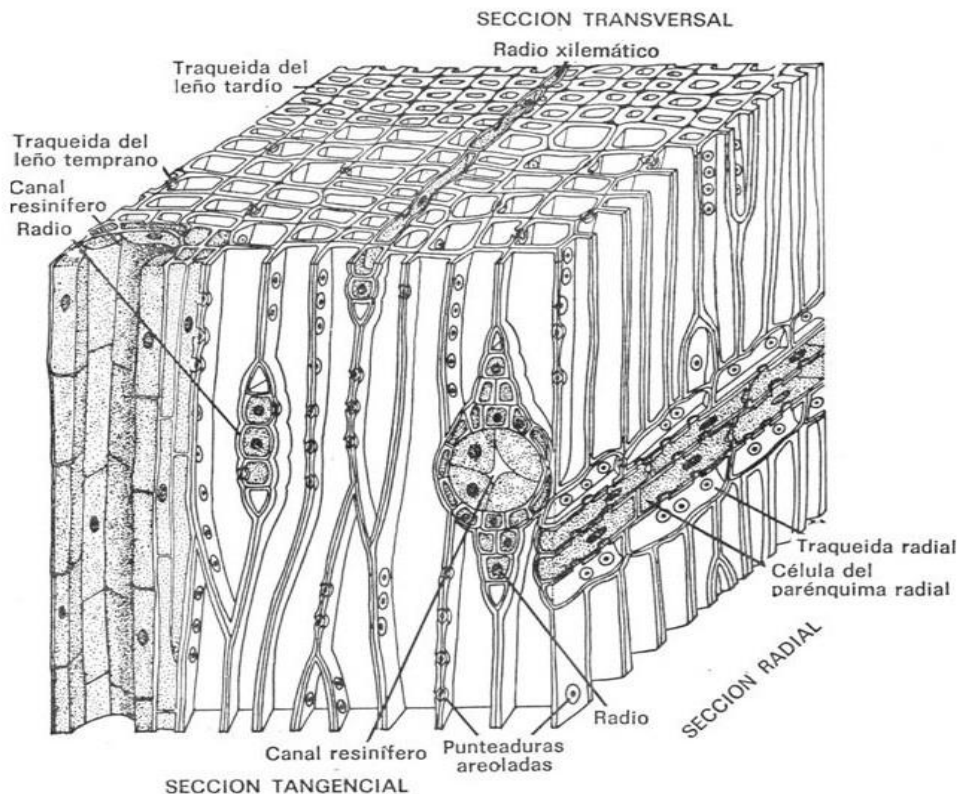
La madera (del lat. materia), xilema (del griego lignificarse) o leño (del lat. *Lignum*) es la parte sólida de los árboles por debajo de la corteza. Es el conjunto de elementos lignificados, en sentido estricto al período de su formación, tejido secundario producido por el cambium hacia el interior de este (Giménez, Moglia, Hernandez, y Gerez, 2005).

2.2.1.1.Estructura de la madera

Homogénea y uniforme. Se encuentra formada por un conjunto de células alargadas de diferente longitud que cumplen funciones tales como la conducción de la savia (alimento del árbol), transformación y almacenamiento de sustancias nutrientes o bien la sustentación física (Fernández, 2001).

Figura 1

Estructura de la madera



Fuente: (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1988)

La madera está formada por fibras de celulosa, sustancia que constituye el esqueleto de los vegetales, y por lignina, sustancia que le proporciona rigidez y dureza como se observa en la figura 1. Un tronco de árbol está formado por un 50 % de celulosa, un 30 % de lignina y el 20 % por agua, resinas, almidón, taninos y azúcares (Aguilar y Guzowski, 2011).

2.2.1.2. Características de la madera

Existen múltiples tipos de madera, cuyas características varían enormemente. Pero en líneas generales se trata de un material sumamente útil para el ser humano, quien lo ha aprovechado desde épocas remotas, y también en otras formas de vida que se alimentan de su biomasa acumulada, ya sea en vida del árbol o luego de su muerte y durante su descomposición.

La madera es una materia prima abundante, renovable, económica y fácil de trabajar, que procesada de la manera correcta puede resistir al embate del tiempo durante muchos años (Uriarte, 2020).

La madera es combustible, además, cuando es empleada en construcción les confiere a los ambientes una sensación de calidez y protección ancestral, por lo cual es un elemento fundamental en casi todas las industrias humanas (Uriarte, 2020).

Honorato, citado en Meneses, (2011), destaca lo siguiente “El comportamiento higroscópico de la madera es uno de los temas de estudio que pueden ser considerados como indispensables para una buena utilización del recurso forestal en la fabricación de distintas manufacturas independientemente de que sean para un uso en interiores o exteriores, es necesario determinar el efecto de las condiciones climáticas sobre el cambio de humedad y de forma de la madera, y con ello inferir los fenómenos que pueden ocurrir ante un eventual y siempre probable cambio de humedad. Por lo regular el comportamiento higroscópico de la madera es deducido en función de la determinación del hinchamiento y/o contracción máxima de la madera y de su anisotropía”.

Cluster Madeira, citado por Sotelo, (2016), menciona lo siguiente “Es importante conocer las propiedades de cada especie, debido a que contribuyen a mejorar el proceso en la industria, tal es el caso del moldurado, que proporciona acabados atractivos en la obtención de varios productos”.

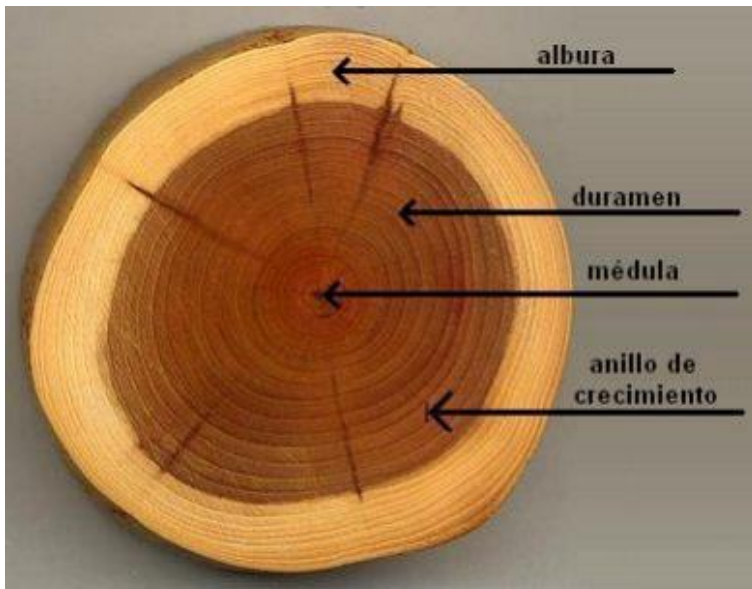
2.2.2. Características macroscópicas

2.2.2.1. Anillos de crecimiento

Capa de crecimiento de xilema o floema secundario tal como se ve en un corte transversal de tallo o raíz. Este fenómeno presenta diversidad de variantes y es estudiado por la dendrocronología, ciencia capaz de interpretar las normas de crecimiento anual de los árboles y la utilización posterior de esa información para evaluar fluctuaciones pasadas en el clima o datar hechos pretéritos como se muestra en la figura 2. Con poco aumento y muchas veces a simple vista, la madera permite distinguir estos anillos (Barañaño, Peñón, Craig, Cucciuffo, y De Falco, 2008).

Figura 2

Anillos de crecimiento



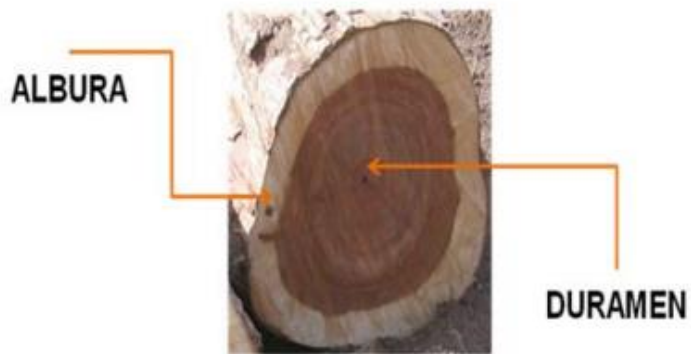
Fuente: (Londoño, 2008)

2.2.2.2. Albura y duramen

Por un período de años el xilema recién formado no solamente proporciona soporte mecánico al árbol, sino que también participa en las funciones de conducción y, en parte, sirve como lugar de almacenamiento de alimentos de reserva. La transición de albura a duramen como se muestra en la figura 3, está acompañada por la formación de varias sustancias orgánicas conocidas colectivamente como "extractivos", "materiales extraños" o "sustancias de infiltración", y en las dicotiledóneas frecuentemente también se presenta la formación de "túlides" dentro de los segmentos vasculares (Londoño, 2008).

Figura 3

Albura y duramen



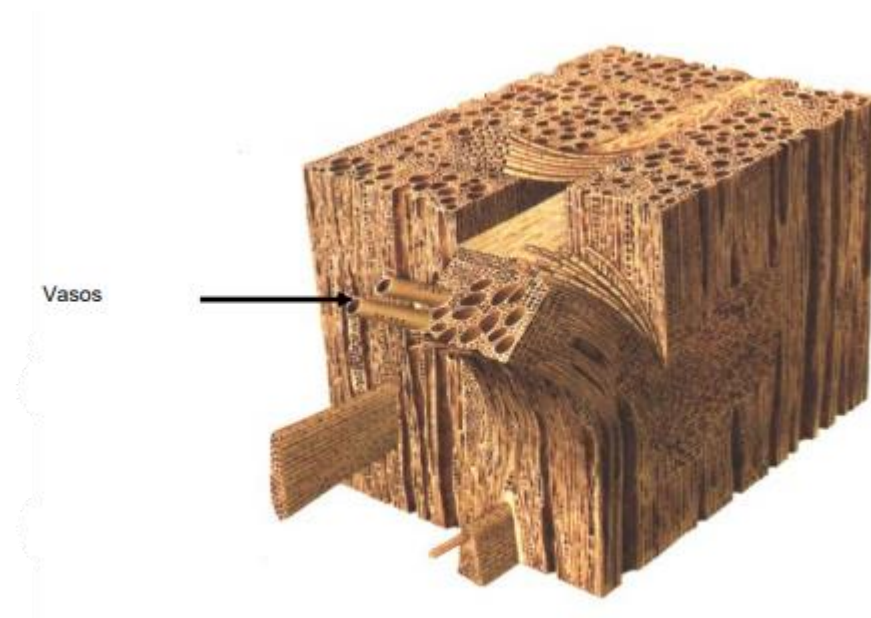
Fuente: (Gonzales, 2008)

2.2.2.3. Vasos

Vignote y Martínez (2006), mencionan que en muchas especies de frondosas, los vasos o elementos conductores de la savia presentan un tamaño tan elevado en diámetro y longitud que se hacen perceptibles a simple vista como se muestra en la figura 4.

Figura 4

Vasos



Fuente: (Giménez, Moglia, Hernandez, y Gerez, 2005)

2.2.3. Características organolépticas

Son aquellas características externas de la madera, que pueden ser percibidas mediante la vista, el olfato, el tacto y el gusto, tales como: color, olor, sabor, grano, brillo, textura y veteado (Puertas, Guevara, y Espinoza, 2013).

2.2.3.1. Textura

Puertas et al., (2013) mencionan que estas características es atribuida a la distribución y tamaño de los poros, parénquima y fibras. Es generalmente palpable en las secciones longitudinales de las piezas de madera. Ramírez y Vásquez (2011) indican que la textura se clasifica en tres tipos:

- **Gruesa:** Cuando la madera posee elementos constitutivos grandes, poros visibles a simple vista; parénquima abundante y visible a simple vista; radios anchos; tejido fibroso escaso.
- **Media:** Elementos constitutivos medianos, poros difícilmente observables a simple vista; parénquima visible o invisible a simple vista; radios medios y abundancia regular del tejido fibroso.
- **Fina:** Elementos constitutivos pequeños y distribuidos en forma difusa, poros no observables a simple vista; parénquima invisible a simple vista o escaso; radios finos y abundante tejido fibroso. Da como resultado una superficie homogénea y uniforme.

2.2.3.2. Grano

Se denomina grano a la dirección que tienen los distintos elementos anatómicos con referencia al eje del tronco, tomando en cuenta la dirección de los elementos anatómicos, se clasifican en diferentes tipos de grano como: grano recto los elementos anatómicos se sitúan paralelos al eje del árbol; grano inclinado los elementos anatómicos forman un ángulo respecto al eje del árbol; grano entrecruzado los elementos anatómicos se disponen de forma cruzada con dirección al eje del árbol y grano irregular los elementos anatómicos se disponen de forma irregular, típico en ramificaciones de troncos y nudos (Campos, 2007).

2.2.3.3. Color

El color es una característica muy importante en la identificación de maderas, así como también desde el punto de vista estético (Gatica, 2010); se origina por la pigmentación que

aportan los compuestos de la madera, entre los que se puede citar: polisacáridos, lignina, resinas, gomas y derivados técnicos, entre otros (Díaz, Lira, y Muñoz, 2003).

La madera por lo general presenta dos zonas delimitadas de colores diferentes; la albura, que es la parte externa que corresponde a la zona más nueva y el duramen que es más oscuro, se encuentra en la parte central (Bravo, Gimenez, y Moglia, 2014).

2.2.3.4.Sabor

Se deriva de la presencia o ausencia de sustancias químicas en la madera, que al contacto con la saliva se solubilizan (Fuentes, Honorato, Flores, & Tamarit, 2014). Es originado por la presencia de sustancias (extractivas) en la madera. En algunos casos pueden limitar la utilización de algunos tipos de madera para ciertos usos (García, Guindeo, Peraza, y De palacios, 2003).

2.2.3.5.Veteado

Chavesta, (2006), menciona que se origina debido a la disposición de los elementos constitutivos del leño, especialmente los anillos de crecimiento, dirección del grano y/o distribución del color, radios leñosos y parénquima, así como también por el tamaño y la abundancia de ellos. Ramírez & Vásquez (2011) indican que el veteado se clasifica en:

- **Veteado suave o no acentuado:** Cuando los elementos de la madera son poco evidentes, y las superficies longitudinales se presentan muy homogéneas, sin ningún elemento demasiado vistoso.
- **Veteado acentuado a muy acentuado:** Cuando los elementos constitutivos de la madera son grandes y notorios, las diferencias de color muy notables, los anillos de crecimiento muy marcados.

2.2.3.6.Olor

La madera recién cortada tiene un olor fuerte como la almacenada, que ésta ocasionando por las esencias contenidas en las sustancias de la madera, tales como en resinas, ceras trementina y grasas, que se volatilizan fácilmente y por eso la madera pierde pronto su color tras el corte. Algunas maderas, al trabajarlas pueden llevar a dolores de cabeza o desmayo (Nutsch, Studiendirektor, Tischlermeister, y Stuttgart, 2005)

Es producido por sustancias químicas como resinas, aceites o gomas, estos se presentan más fuerte en material fresco, recién cortado y puede acentuarse con el humedecimiento del material maderable (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena [CAM], 2009).

2.2.3.7. Brillo o lustre

El brillo es la capacidad de reflejar la luz, que poseen ciertas especies (Messer, 2007). En el corte radial generalmente refleja la luz más intensamente que la cara tangencial, debido en gran parte a la presencia en aquella cara de los rastros de los radios que reflejan la luz. Sin embargo, una causa importante de la presencia o ausencia de lustre es la naturaleza de las infiltraciones presentes en el duramen. Sustancias aceitosas o cerosas en el duramen generalmente reducen el brillo (Chavesta, 2006).

Ramírez y Vásquez, (2011), mencionan que en la descripción macroscópica el brillo se clasifica como bajo, mediano o moderado y elevado o intenso. Su importancia es principalmente de orden estético.

2.2.4. Propiedades físicas

2.2.4.1. Contenido de humedad

La madera es un material higroscópico, es decir, tiene la capacidad de captar o ceder agua del medio que le rodea. Para ello, la madera contiene huecos en su estructura microscópica, con diferentes tamaños y en función de ello se originan diferentes tipos de fuerzas, con distintas intensidades, capaces de captar y retener agua de la atmósfera que le rodea (Jiménez, 2011).

El contenido de humedad (CH) en la madera hace referencia a la capacidad de absorber y liberar cierta cantidad de agua, de esta manera alcanzar un equilibrio entre la humedad relativa en el sitio y su propio contenido de humedad (Seco, 2003).

Spavento, Keil y Monteolivo (2008) indican que el agua contenida en la madera se encuentra bajo tres formas diferentes:

- **Agua libre:** Es la que ocupa las cavidades celulares o lúmenes, dándole a la madera la condición de "verde". 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 ese punto, la madera estará en lo que

se denomina “Punto de Saturación de las Fibras” (PSF). Cuando la madera ha alcanzado esta condición, sus paredes celulares están completamente saturadas pero sus cavidades están vacías. Durante esta fase de secado, la madera no experimenta cambios dimensionales, salvo excepciones.

- **Agua de saturación, de imbibición, higroscópica o fija:** Es el agua que se encuentra en las paredes celulares. Durante el secado de la madera, cuando ésta ha perdido su agua libre por evaporación y continúa secándose, la pérdida de humedad ocurre con mayor lentitud hasta llegar a un estado de equilibrio (Humedad de Equilibrio Higroscópico (HEH)) con la humedad relativa de la atmósfera circundante. Para la mayoría de las especies el valor de HEH se encuentra entre el 12% y 18% dependiendo en gran medida del sitio donde se encuentre. La madera secada al aire solo puede alcanzar estos valores de humedad de equilibrio. Para obtener menores contenidos de humedad, debe acudir al secado artificial en hornos a fin de eliminar el resto del agua de saturación.
- **Agua de constitución:** Es la que forma parte de la materia celular de la madera y no puede eliminarse utilizando las técnicas normales de secado. Su separación implica la destrucción de la madera (quemado).

2.2.4.2. Peso específico

El peso específico es considerado como uno de los mejores indicadores de la resistencia y los valores de las propiedades mecánicas en la madera. La relación existente de peso de la madera, contenido de humedad y el volumen de agua a ciertas temperaturas, influye directamente en la resistencia a la flexión, ya que, a mayor peso específico, mayor resistencia convirtiéndola en una relación directamente proporcional (Dudek y Werner, 1978).

Cartagena, (1984), indica que el espesor de las paredes, el tamaño de las células y el número de clases celulares constitutivas de cada una de las especies, son de gran importancia para poder determinar su peso específico.

2.2.4.3. Densidad

La densidad es el coeficiente entre la masa y el volumen de la madera, la cual varía entre la humedad, es decir cuando la humedad crece la densidad también crece y se encuentra muy relacionada con las propiedades mecánicas (Ananias, 1992).

La importancia de la densidad de la madera está asociada directamente a las propiedades mecánicas y durabilidad de este material, Según (Centro de Transferencia Tecnológica [CTT], 2001) la madera se presenta en cinco densidades como se observa en la tabla 1 y se detallada a continuación:

- Densidad anhidra: Relación entre masa y volumen de la madera completamente seca.
- Densidad normal: Relación entre masa y volumen con un contenido de humedad del 10 y 12%.
- Densidad básica: Relaciona la masa anhidra de la madera y su volumen con humedad igual o mayor a 30%.
- Densidad nominal: Relaciona la masa anhidra de la madera y su volumen con humedad igual o mayor a 12%.
- Densidad de referencia: Aquella que relaciona masa y volumen de la madera, ambos con igual contenido de humedad.

Tabla 1

Clasificación de la madera según la densidad

Clase	Densidad (g/cm³)
Tipo A	>0,711
Tipo B	>0,55 y < 0,70
Tipo C	>0,40 y <0,54
Tipo D	<0,40

Fuente: (INEN, 2011)

2.2.4.4. Contracción

Son los cambios dimensionales ya sea en sentido radial, tangencial y longitudinal, como consecuencia del cambio de su contenido de humedad por debajo del punto de saturación de las fibras (Puertas et al., 2013).

Dudek Werner, citado en Mediavilla, (2016), destaca lo siguiente “La contracción es una propiedad en el cambio de volumen y dimensiones de la madera, causadas por la alteración del contenido de humedad, se expresa en porcentaje”.

La contracción ocurre cuando las paredes celulares pierden humedad por debajo del mismo, para el cual normalmente el agua contenida toma un valor comprendido entre el 25% y el 30% de la masa anhidra. A su vez, la mayoría de las propiedades mecánicas de este material mejoran a medida que la cantidad de agua de impregnación disminuye (Hoffmeyer, 1995).

2.2.5. Propiedades de trabajabilidad

La trabajabilidad es una serie de procesos por los cuales debe pasar la madera, estas acciones comúnmente son mecanizadas o realizadas con máquinas aptas para trabajar con la madera. Según el comportamiento que la madera se pueda determinar el grado de dificultad al usarla y la calidad de esta, es un producto final obtenido de la misma (Mediavilla, 2016).

2.2.5.1.Cepillado

Moya, Leandro, Córdoba, Serrano y Monge (2004), indican que esta operación es una de las más importantes en la elaboración de la mayoría de los productos de madera, y consiste en obtener una superficie plana y de buena calidad después del proceso de aserrío o bien durante la elaboración de un determinado producto. Aquella madera con mala calidad en cepillado tendrá poca aceptación en el mercado, principalmente en productos donde la calidad superficial es de gran importancia.

2.2.5.2.Lijado

Esta operación es requerida antes de dar acabado final a una superficie, la cual generalmente se aplica es dos etapas: la primera consiste en eliminar la superficie brusca como la producida después del cepillado y generalmente se aplica con lijas inferiores a 80; y la segunda etapa consiste en preparar una superficie de alta calidad con lijas de grano superior a 100, donde se pretende minimizar la profundidad de las rayas del lijado anterior para aplicar posteriormente los acabados (Moya *et al.*, 2004).

2.2.5.3.Moldurado

Flores y Muñoz, citado por Bustos, (2020), señalan que el moldurado es una operación que se realiza en los cantos de las piezas con el objetivo de dar un buen terminado y forma de la madera.

El moldurado consiste proporcionar a una pieza de madera un perfil terminado y con una deseada, a fin de mejorar su estética, por lo que la tersura del corte y el detalle de la figura son aspectos de gran importancia que se tienen presentes en esta operación Castillo citado en (Gorena, 2014).

2.2.5.4. Taladrado

El taladrado de la madera consiste en realizar una perforación de un diámetro deseado en la misma, con una gran variedad de máquinas que pueden ser de una o varias g colocadas horizontal o verticalmente, donde la broca puede ser movida hacia la madera o la madera hacia la broca. Comúnmente se hace para colocar espigas, tornillos, pernos para madera y herrajes o elementos de unión o ensamble a usarse en la fabricación de muebles u otros artículos a base de madera De los Ríos citado en (Gorena, 2014).

2.2.5.5. Torneado

Es una operación a través de la cual se obtiene una pieza cilíndrica de una pieza de forma cuadrada. El torneado es importante cuando se tienen que fabricar artículos de madera como pies de lámparas y patas de cama, entre otros (Moya *et al.*, 2004).

2.2.6. Características generales de *Ocotea insularis* (Meins.) Mez

2.2.6.1. Hábitat y distribución

Palacios, (2017), menciona que *Ocotea insularis* se encuentra en un bosques húmedos, muy húmedo y pluviales en rangos altitudinales que van de 50 hasta 2800 metros en el noroccidente del país. En la zona de estudio, la especie investigada se encuentra en un bosque secundario, la misma que está asociada con diferentes especies como arrayán (*Myrcia sp*), mata palo (*Ficus sp*), tachuelo (*Zanthoxylum sp*), algarrobo (*Caliandra sp*), sangre de drago (*Croton lechleri*), uña de gato (*Uncaria tomentosa*) y chigualcan (*Vasconcellea pubescens*).

En Ecuador *Ocotea* tiene una distribución muy amplia, residiendo en una amplia gama de hábitats como: zonas agrícolas, bosques naturales, bosques secundarios, pastizales, áreas perturbadas. Esta especie se distribuye en las comunidades: El Cercado, Imbiola, el Milagro y Santa Marianita, datos proporcionados por los comuneros de dichos sectores.

2.2.6.2. Descripción botánica

Árbol hasta 25 m de altura y 60 cm de DAP con o sin raíces tablares. Ramificación pseudo verticilada, muy notorio en árboles jóvenes. Corteza variable, lenticelada cuando es joven, hasta ligeramente rugosa o desprendible en láminas irregulares (poblaciones de Muisne), en edad adulta.

Cuenta con ramitas terminales cilíndricas, ligeramente anguladas, o menos frecuente, fistulosas o no. Yemas glabras o pubérulas. Hojas alternas, helicoidales, típicamente obovadas, lustrosas, cartáceas, ápice redondeado, menos frecuente agudo; base decurrente y a menudo ligeramente recurvada; nervación pinnada; nervios secundarios 8–12 pares, ascendentes; nervios terciarios perpendiculares a los secundarios, sinuosos, ramificados (Palacios, 2017).

Inflorescencia una panícula axilar, 12–22 cm de largo, ramificaciones laterales, 4–7 cm de largo. Flores bisexuales, 2–3 mm de largo, verdes o cremas. Fruto una drupa oblongo-elíptica, menos frecuente oblonga, 1.7–2.3 cm de largo, asentada sobre un plato o raramente con una cortísima cúpula que mantiene los tépalos (Palacios, 2017).

2.2.6.3. Silvicultura

Según las observaciones hechas en campo, la especie, tiene un enorme potencial silvícola. En la zona de Muisne, Esmeraldas, la gente local advierte que la especie crece rápidamente y que desarrolla un fuste de excelentes características. Esta situación, sumada a las características de la madera y a su amplia distribución, la convierten en una especie con un enorme potencial económico. Además, se evidencia que produce grandes cantidades de frutos, lo que podría facilitar la propagación (Palacios, 2017).

2.2.6.4. Descripción de la madera

Madera de color marrón con destellos dorados.

2.2.6.5. Usos

Usado en su lugar de origen en cercas vivas, madera principalmente en construcciones de viviendas y elaboración de mangos de herramientas, entre otros. Palacios (2017) menciona que los usos de la madera son variables: leña, construcción, vigas o pilares de casas por su gran durabilidad.

2.2.7. Investigaciones similares

Se tiene conocimiento de investigaciones similares en otros países, en Perú por Suasnabar y Winny en el 2019, con el siguiente tema: Características anatómicas y propiedades físico – mecánicas de tres especies forestales, iscozacín, Oxapampa – Pasco; en la cual se estudia a *Ocotea cinerea* obteniendo las siguientes características macroscópicas: Poros poco visibles a simple vista, porosidad difusa, múltiples radiales, parénquima no visible, radios poco visibles a simple vista. Un contenido de humedad del 51% y una densidad básica del 0,51 gm/cm³.

En Colombia Alvis, Cabas, y Valencia en el 2017, realizaron un estudio sobre las propiedades físico - mecánicas de la madera de uraco (*Ocotea brevipetiolata* vas der Werff), obteniendo como resultados una densidad básica 0,54 g/cm³, considerada como una madera mediana a medianamente pesada clasificada dentro del grupo estructural “C” de acuerdo con la clasificación de la junta del acuerdo de cartagena.

En Ecuador, un estudio realizado por Ruíz (2020), con el tema: propiedades físicas, mecánicas y trabajabilidad de Fresno (*Fraxinus americana* L.) proveniente de la estación experimental “La Favorita”, Santo Domingo de los Tsáchilas, determinando a esta madera de tipo “C” con un contenido de humedad relativamente medio.

Cuasquer (2017), realizó la descripción anatómica y organoléptica de tres especies maderables de la zona de Intag noroccidente de Ecuador, donde obtiene resultados similares a los de esta investigación con *Ocotea pacífica*, rigiéndose a las mismas normas para la definición de las características macroanatómicas y microanatómicas.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del lugar

3.1.1. Política

La presente investigación se realizó en dos fases: campo y laboratorio. La fase de campo se ejecutó en la comunidad de Imbiola, parroquia La Carolina, cantón Ibarra, provincia de Imbabura, propiedad de la señora Teresa Minda y la fase de laboratorio en la Granja Experimental “Yuyucocha” de la Universidad Técnica del Norte (ver anexo A1).

3.1.2. Geografía

La comunidad de Imbiola se encuentra en la parroquia La Carolina, cantón Ibarra, provincia de Imbabura a una altitud de 1854 msnm, en un área de 4699,61 hectáreas, a una Latitud de 0° 36' 53,54'' N y una Longitud de 78° 11' 06.20'' O (Ochoa, 2010).

La Granja Experimental “Yuyucocha” está ubicada en la parroquia de Caranqui, cantón Ibarra, tiene una altitud de 2243 msnm, una latitud 0° 21' 53'' N, una longitud 78° 06' 32'' O y un área de siete hectáreas (Cadena y Enríquez, 2013).

3.1.3. Límites

Los límites del predio donde se aprovechó los árboles son los siguientes:

- Norte: Carretera principal Imbiola y quebrada de la propiedad del Señor Ramiro Moreno
- Sur: Hacienda Imbiola
- Este: Carretera principal Imbiola, entrada a la propiedades del Señor Ramiro Moreno
- Oeste: Cerro negro

3.2. Caracterización edafoclimática del área de investigación

3.2.1. Suelo

En cuanto a la taxonomía de suelos, la mayor parte de la comunidad corresponde a suelos del orden Inceptisol (51,53%), caracterizados por tener materiales líticos de naturaleza volcánica y sedimentaria. Son suelos que pueden ser superficiales a moderadamente profundos

y de topografía plana a quebrada. El segundo tipo de suelo predominante es el Entisol (35,08%) que son suelos minerales de textura moderadamente gruesa a fina, que no muestran ningún desarrollo definido de perfiles (PDOT La Carolina, 2009)

3.2.2. Clima

El Clima en la Comunidad de Imbiola es templado cálido, se caracteriza por la estabilidad de precipitaciones durante todo el año, con bastante homogeneidad entre ellos. La temperatura promedio anual varía entre 18,5 a 20 °C (Ochoa, 2010).

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, citado por Cuasquer, (2017) menciona que La Granja Experimental Yuyucocha presenta una temperatura que varía entre 18,4 y 26,2 °C y la precipitación media anual es de 1784 mm.

3.3. Materiales, equipos y software

En la investigación se utilizaron varios equipos, software, materiales de campo y de laboratorio, los cuales se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

Materiales, equipos y software empleados en la investigación

Materiales de campo	Materiales de laboratorio	Equipos	Software
Cinta diamétrica	Calibrador digital	GPS	Microsoft Word
Hoja de campo	Estufa	Hipsómetro de Suunto	Microsoft Excel
Machete	Cajas Petri	Computadora	ArcGis 10.4
Pintura aerosol	Porta y cubre objetos	Balanza electrónica	Microsoft Power Point
Cinta métrica	Lija #60	Microscopio eléctrico	Infostat
	Lija #100	Micrótopo	
	Broca ¾	Canteadora	
	Broca ¼	Cepilladora	
	Formón	Cierra circular	
	Gubias	Lijadora manual	
		Molduradora	
		Motosierra	
		Taladro	
		Torno	

3.4. Metodología

3.4.1. Universo

El universo lo conformaron 7 árboles como menciona la Norma INEN 1158 y 1159, con las mejores características fenotípicas. En la identificación de los individuos se realizó una salida de campo y se seleccionó los árboles que estén sanos con el tronco recto y sin deformaciones. Una vez escogidos los árboles se procedió a realizar el aprovechamiento, posteriormente se midió 2,5 m de longitud y se extrajeron las trozas, se escuadraron y se obtuvieron los bloques que fueron embalados y llevados al centro de acopio para su posterior traslado a la Granja Experimental “Yuyucocha”.

3.4.2. Tamaño de la muestra

Mediante la norma INEN 1158 se seleccionó siete árboles con las mejores características fenotípicas (sanos, tronco recto y sin deformaciones).

Propiedades organolépticas

Tabla 3

Muestras de xiloteca, cubos y rodajas

Muestras	Dimensiones (cm)
Xiloteca	15 x 10 x 2
Propiedades microanatómicas	1,5 x 1,5 x 1,5
Determinación de grano	5 x 5 x 5
Rodaja	5

Propiedades físicas

Tabla 4

Probetas para ensayos de propiedades físicas

Ensayo	Dimensión probetas (cm)	Orientación	Número de probetas
Contenido de humedad	10x5x5	T/R	49
Densidad	10x5x5	T/R	49
Contracción	10x5x5	T/R	49

Propiedades de trabajabilidad

Tabla 5

Probetas para ensayos de trabajabilidad

Ensayo	Dimensión probetas (cm)	Orientación	Número de probetas
Cepillado	100x10x6	T – R – O	105
Lijado	100x10x5	T – R – O	105
Moldurado	100x10x5	T – R – O	105
Taladrado	100x10x5	T – R – O	105
Torneado	15x5x5	T/R	35

Fuente: (ASTM, 1992)

3.4.3. Muestreo

Por medio de las normas INEN, ASTM y COPANT los bloques obtenidos de los árboles se transformaron en probetas.

Según la norma INEN 1163 para las propiedades organolépticas, se obtuvieron muestras de xiloteca, cubos y rodajas las cuales se indican en la tabla 3.

En los ensayos de las propiedades físicas según la norma COPANT 459 se obtuvieron las probetas las mismas que se mencionan en la tabla 4.

En cuanto a los ensayos de trabajabilidad se utilizó la norma ASTM D 1666-87, la misma que indica la utilización de las probetas que se detalla en la tabla 5.

3.5. Diseño experimental

La investigación al ser de tipo descriptiva no necesita un diseño experimental, sin embargo se utilizó estimadores estadísticos.

3.5.1. Variables

3.5.1.1. Descripción de las características anatómicas

3.5.1.1.1. Características microanatómicas

Preparación de placas

En la descripción de las características microanatómicas se prepararon placas transparentes de cortes de madera como se detalla a continuación.

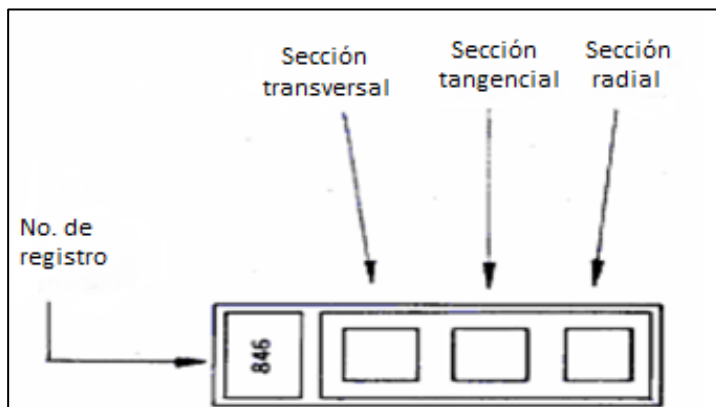
- a) **Ablandamiento de los cubos de madera para propiedades microanatómicas:** Los cubos con orientación tangencial, radial y transversal; se ablandaron en un lapso de 15 a 17 horas, mediante cocción en agua hasta la ebullición y se verificó el estado de ablandamiento realizando cortes en el micrótomo.
- b) **Corte de láminas:** Con la ayuda del micrótomo de desplazamiento horizontal se cortaron láminas con espesores de 10 a 15 micras en los planos tangencial y radial; y de alrededor de 20 micras para el corte transversal. Se controló la calidad y orientación de las láminas, observando en el microscopio eléctrico. Las láminas se colocaron en cajas petri debidamente codificadas.
- c) **Lavado de láminas:** Durante el corte de láminas, los tejidos sufrieron roturas y presentaron pequeñas partículas de tejidos, es necesario eliminarlas, se realizó la inmersión de cada corte en agua destilada, con la finalidad de eliminar los residuos de tejidos.
- d) **Deshidratación de tejidos:** Se aplicó las siguientes soluciones alcohólicas: 35°, 50°; 75°, 90°; 95° y alcohol absoluto, los cortes permanecieron durante cinco a diez minutos en cada paso empezando desde el menor grado hasta llegar al alcohol absoluto.
- e) **Coloración de láminas:** Se aplicó gotas de safranina al 1% en solución alcohólica, hasta cubrir los cortes, se dejaron en reposo durante 36 horas
- f) **Eliminación del exceso de colorante y lavado de cortes:** Se aplicó una solución de alcohol 95° o alcohol absoluto, para lavar el exceso de colorante de los cortes. Se repitió la operación hasta que la solución quede cristalina, por último, se dejó reposar en alcohol absoluto hasta el momento del montaje de placas.
- g) **Montaje y etiquetado de láminas:** En el costado derecho de la porta objetos se colocó los tres cortes de la especie en el siguiente orden: izquierda el transversal, al medio el tangencial y a la derecha el radial, se agregó una o dos gotas de adhesiva para placas, disuelto en alcohol a temperatura alta pero menor a la de ebullición. Sobre las láminas se puso el cubreobjetos rectangular, se procedió al etiquetado de acuerdo con la norma (INEN 1163, 2012).
- h) **Secado de las placas:** Se colocó las placas en la estufa a 45 °C y sobre el cubreobjetos un peso de 350 g para proporcionar una presión constante mientras se secaron las láminas.

Determinación de las características microanatómicas

Se empleó la lista de las características microanatómicas en la identificación de maderas duras de acuerdo con la (International Association of Wood Anatomists [IAWA], 2007). Se realizó observaciones y mediciones en el Laboratorio Anatomía de Maderas y Xiloteca empleando un estereoscopio en los cortes transversales, tangenciales y radiales como se observa en la figura 5.

Figura 5

Placa para la descripción y medición de las características



Fuente: (INEN, 2013)

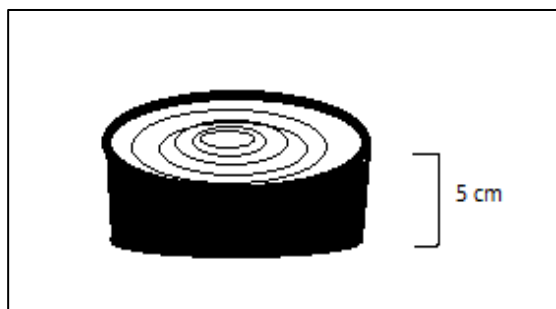
- **Corte transversal:** Se observó y se describió el tipo, tamaño y forma de poros; tipo de porosidad; tipo del parénquima longitudinal y número de poros por mm².
- **Corte tangencial:** Se realizó mediciones de la altura y ancho de los radios medulares; se clasificó el tipo de radios de acuerdo con los kribos.
- **Corte radial:** Se realizó la identificación; mediciones de altura y ancho y clasificación de los radios medulares según el tipo de células.

Determinación de la sección transversal del fuste

Se realizó una minuciosa observación para calificar la forma de la rodaja, haciendo referencia a la orientación de los anillos de crecimiento y el número de anillos por centímetro lineal como se observa en la figura 6.

Figura 6

Rodaja para la descripción de anillos de crecimiento.



3.5.1.1.2. Características macroanatómicas

En el Laboratorio de Anatomía de Maderas y Xiloteca se determinó las características anatómicas de las muestras con la ayuda de una lupa 10 X en función a lo establecido por la norma COPANT N° 30:1- 019. En la cara transversal se realizó un corte para poder visualizar el tipo de poros, porosidad, parénquima y visibilidad de radios medulares.

Descripción de las características organolépticas

En la descripción de las características organolépticas se utilizó muestras de xiloteca de la especie en estudio considerando los estándares de la norma (INEN 1163, 2012), donde se describió lo siguiente:

- **Color:** Se lo determinó en forma visual en comparación con la tabla de Munsell de suelos.
- **Transición de albura y duramen:** Se observó el cambio de color de albura a duramen y si el cambio es gradual o abrupto.
- **Sabor:** Mediante el sentido del gusto, se probó y describió el sabor (ácido, amargo, astringente, dulce o ausente).
- **Olor:** Mediante el sentido del olfato se percibió y se describió.
- **Brillo:** Se apreció en la sección tangencial, expuesto a la luz directa.
- **Veteado:** Se determinó en la sección tangencial.
- **Grano:** Se determinó por observación directa en el corte tangencial.
- **Textura:** Se determinó en el corte radial y tangencial.

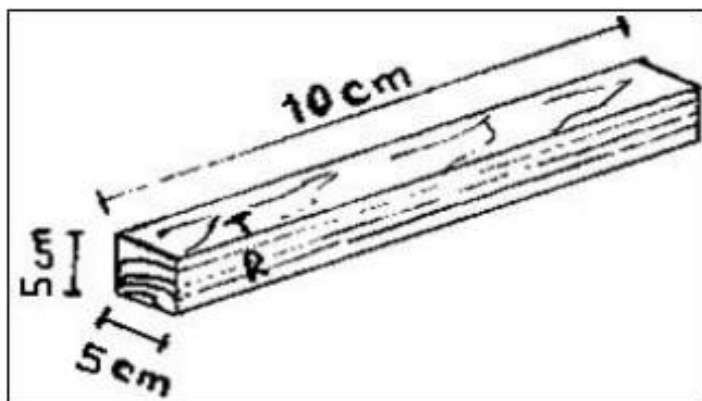
3.5.1.2. Propiedades físicas

3.5.1.2.1. Contenido de humedad

Según la norma COPANT 460, se utilizó siete probetas por cada árbol, total 49, libres de defectos y con orientación tangencial / radial como se muestra en la figura 7.

Figura 7

Probetas para las propiedades físicas



Fuente: (Norma COPANT 459, 1972)

Procedimiento

Las probetas fueron etiquetadas, medidas y pesadas en condición verde, posteriormente se dejó hasta que alcance un peso consecutivo en estado ambiente, monitoreándolas cada 24 horas hasta que las probetas obtuvieron un peso consecutivo similar, se realizó la segunda toma de datos, luego se colocó en una estufa eléctrica con regulador de temperatura a 103 ± 2 °C por el lapso de 24 horas y se tomaron pesos parciales cada seis horas hasta tener dos pesos consecutivos similares y posterior a eso se efectuó la tercera toma de datos. Ecuación para la estimación del CH%:

$$CH\% = \frac{PV - PSH}{PSH} \times 100$$

Ec. 1

Fuente: (Norma COPANT 460, 1972)

Donde:

CH%= contenido de humedad expresado en porcentajes (%)

PV= peso de la probeta en estado verde expresado en gramos (g)

PSH= peso de la probeta en estado anhidro expresado en gramos (g)

3.5.1.2.2. Densidad

Se determinó mediante la norma INEN 1162, se usó siete probetas por cada árbol, total 49, en sentido tangencial / radial.

Procedimiento

Se consideró las condiciones de la madera (verde, seca al aire, anhidra) y se analizó la densidad básica.

- **Madera en estado verde:** Las probetas se embalaron en plástico, se usó una balanza para saber el peso en verde (PV). Se midió con un calibrador pie de rey en tres secciones, con el fin de obtener valores de las tres caras de la probeta y así determinar el volumen en verde.

Ecuación para determinar la densidad en verde:

$$DV = \frac{PV}{VV} \text{ g/cm}^3$$

Ec. 2

Fuente: (Norma COPANT 461, 1972)

Donde:

DV= densidad de la probeta en verde expresada en g/cm^3

PV= peso de la probeta en verde expresado en (g)

VV= volumen de la probeta en verde expresada en cm^3 .

- **Madera en estado seco al aire:** Se dejó las probetas al ambiente por varios días hasta que alcanzaron pesos consecutivos iguales:

$$DSA = \frac{PSA}{VSA} \text{ g/cm}^3$$

Ec. 3

Fuente: (Norma COPANT 461, 1972)

Donde:

DSA= Densidad de la probeta en condición ambiente expresada en g/cm^3

PSA= Es el peso de la probeta en estado ambiente expresado en gramos.

VSA= Volumen de la probeta en estado ambiente expresado en g/cm^3

- **Madera en estado anhidro (seca al horno):** Con la ayuda de un calibrador se tomó medidas tangenciales, radiales y longitudinales en las probetas en estado anhidro, para obtener el volumen a través de la ecuación de densidad:

$$DSH = \frac{PSH}{VSH} \text{ g/cm}^3$$

Ec. 4

Fuente: (Norma COPANT 461, 1972)

Donde:

DSH= Densidad anhidra expresada en g/cm³

PSH= Es el peso de la probeta en estado anhidro expresado en gramos (g)

VSH= Volumen de la probeta en estado anhidro expresado en cm³

- **Densidad básica:** Se tomó el peso en estado anhidro y se lo relacionó con el volumen en estado verde.

$$DB = \frac{PSH}{VV} \text{ g/cm}^3$$

Ec. 5

Fuente: (Norma COPANT 461, 1972)

Donde:

DB= Densidad básica expresada g/cm³

PSH= Peso de la probeta en estado anhidro expresado en gramos (g)

VV= Volumen de la probeta en estado seco, verde expresado en cm³

Procedimiento

- Se codificó las tres caras de cada probeta, en las que se observó las posiciones donde se realizó la medición.
- Las probetas se midieron con un calibrador en las tres dimensiones.
- En estos ensayos se empleó las probetas en condición seca al aire.

3.5.1.2.3. Contracción

En base a la norma INEN 1164, se utilizó 49 probetas de dimensiones 5×5×10, con orientación tangencial / radial.

Procedimiento

- Se señaló las probetas en las seis caras con la finalidad de indicar las posiciones donde se debe realizar la medición.
- Se procedió a medir con el calibrador en las tres dimensiones de las probetas.

a) Dimensión longitudinal

Se realizó dos medidas perpendiculares con ayuda de un calibrador, en las caras radiales y tangenciales, la cual es desde la base inferior hacia la superior de las probetas.

$$CLN (\%) = \frac{DLV - DSLA}{DLV} \times 100$$

Ec. 6

Fuente: (Norma INEN 1164, 1983)

Donde:

CLN% = Contracción longitudinal normal de la probeta en condición verde al seco al ambiente, expresada en porcentaje (%)

DLV = Dimensión longitudinal de la probeta en estado verde expresada en milímetros (mm)

DSL = Dimensión longitudinal de la probeta en condición seco al ambiente, expresado en milímetros.

$$CLN (\%) = \frac{DLV - DSLH}{DLV} \times 100$$

Ec. 7

Fuente: (Norma INEN 1164, 1983)

Donde:

CLT% = Contracción longitudinal total de la probeta de estado verde a estado anhidro expresada en (%).

DLV = Dimensión longitudinal de la probeta en estado verde expresada, en milímetros (mm).

DSLH = Dimensión longitudinal de la probeta en estado anhidro, expresado en milímetros (mm).

b) Dimensión radial

Con ayuda de un calibrador, se realizó la medición desde la separación existente entre las diferentes caras tangenciales con una distancia de 3 cm de las bases hacia el centro de los dos extremos de la probeta.

$$CRN (\%) = \frac{DRV - DRSA}{DRV} \times 100$$

Ec. 8

Fuente: (Norma INEN 1164, 1983)

Donde:

CRN%= Contracción en sentido radial normal de la probeta en condiciones verde y también seco al ambiente expresada en porcentaje (%).

DVR= Dimensión radial en estado verde de la probeta expresada en mm.

DRSA= Dimensión radial de la probeta en seco al ambiente, expresado en mm.

$$CRT (\%) = \frac{DRV - DRSH}{DRV} \times 100$$

Ec. 9

Fuente: (Norma INEN 1164, 1983)

Donde:

CTR%= Contracción radial total de la probeta de estado verde al estado anhidro

DVR= Dimensión radial de la probeta en verde expresada en mm.

DRSH= Dimensión radial de la probeta anhidra expresada en mm.

c) Dimensión tangencial

Se usó el mismo procedimiento que en la dimensión radial, y se midió en las dos caras radiales.

$$CTN (\%) = \frac{DTV - DTSA}{DTV} \times 100$$

Ec. 10

Fuente: (Norma INEN 1164, 1983)

Donde:

CTN%= contracción en sentido tangencial normal de la probeta en verde en estado al ambiente.

DTV= Dimensión tangencial de la probeta en estado verde en mm.

DTSA= Dimensión tangencial de la probeta en condición seco al aire, en mm.

$$CTT (\%) = \frac{DTV - DTSH}{DTV} \times 100$$

Ec. 11

Fuente: (Norma INEN 1164, 1983)

Donde:

CTT%=Contracción tangencial total de la probeta de verde a anhidra.

DTV= Dimensión tangencial de la probeta en verde expresada en mm.

DTSH= Dimensión tangencial de la probeta anhidra expresado en mm.

d) Contracción volumétrica total

Se conoce como la relación de la contracción en caras radiales y tangenciales por cada probeta, se calculó con la siguiente ecuación:

$$C_{vt} = C_{lt} + C_{tt} + C_{rt}$$

Ec. 12

Fuente: (Norma INEN 1164, 1983)

Dónde:

C_{vt}= Contracción volumétrica total de la probeta de estado verde, al estado anhidro, en porcentaje.

C_{rt}= Contracción radial total de la probeta, en (%).

C_{tt}= Contracción tangencial total de la probeta, expresada en (%).

e) Relación tangencial/radial

Es la relación entre la contracción tangencial y radial con el fin de analizar la estabilidad dimensional de las probetas.

$$T/R = \frac{CTT}{CRT}$$

Ec. 13

Fuente: (Norma INEN 1164, 1983)

Donde:

T/R= Relación tangencial radial.

CTT= Contracción tangencial total de la probeta, en (%).

CRT= Contracción radial total de la probeta en (%)

3.5.1.3. Determinación de las propiedades de trabajabilidad

En la evaluación de las probetas, se realizó una identificación visual, donde se verificó la existencia de fibras y granos. La magnitud de defectos en cada probeta se calificó como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6

Normas rango de evaluación según norma ASTM

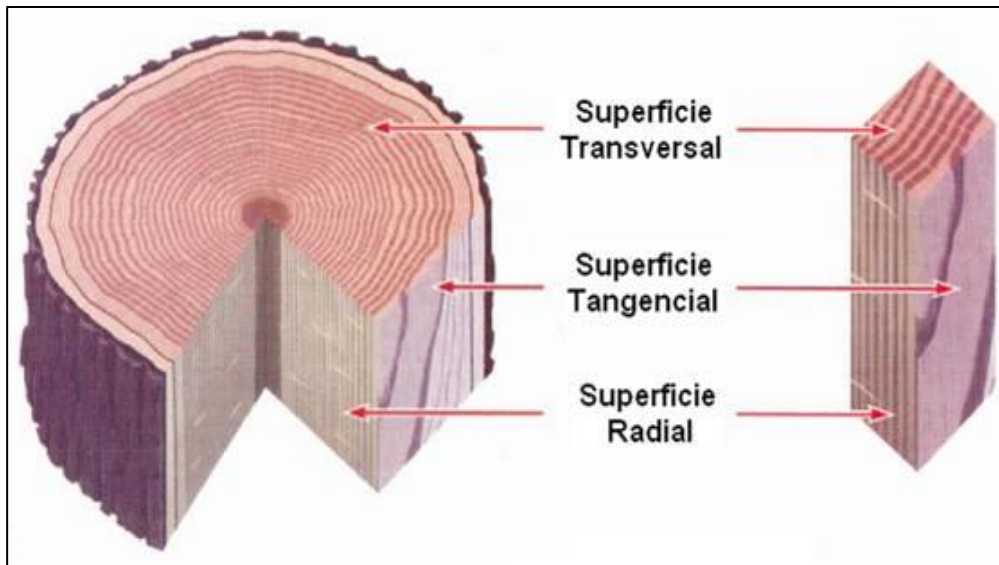
Grado	Calificación	Descripción
Grado 1	Excelente	La probeta no debe tener defecto alguno.
Grado 2	Bueno	Se captará de 10 a 20% de fibra levantada.
Grado 3	Regular	Se aceptará fibra levantada hasta en un 30% con grano desgarrado.
Grado 4	Malo	Se aceptará fibra levantada hasta en un 40% con grano desgarrado se aceptará hasta un 30%.
Grado 5	Muy malo	La fibra levantada estará sobre un 40% y grano desgarrado supera el 30%.

Fuente: (ASTM, 1992)

Las probetas fueron debidamente orientadas (tangencial, radial y oblicua) según la dirección en el troco, como se aprecia en la figura 8. Los ensayos se realizaron en madera con un contenido de humedad estable.

Figura 8

Tipos de corte según la orientación del tronco



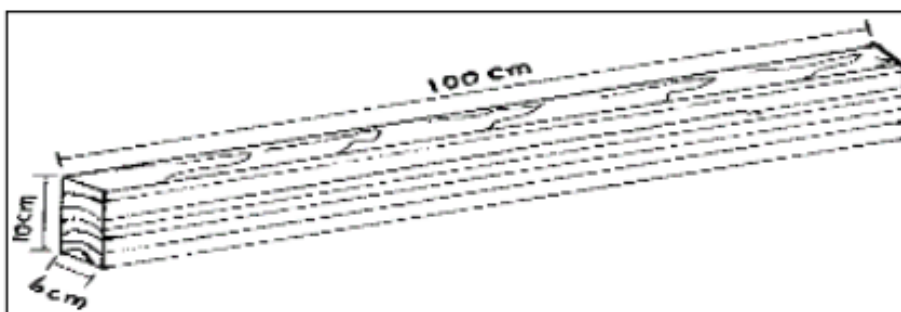
Fuente: (Harriague, 2008)

3.5.1.3.1. Cepillado

En este ensayo se utilizó 105 probetas en total, 35 por cada orientación y cinco por cada árbol. Las dimensiones de las probetas utilizadas para este ensayo fueron 100x10x6 cm como se observa en la figura 9.

Figura 9

Probetas para ensayos de cepillado



Fuente: (Norma COPANT 469, 1972)

a) Procedimiento

Con el fin de reconocer las probetas, se codificaron de manera que se observe el número de árbol, orientación y dirección del mismo, luego se marcaron con una flecha en el extremo de cada probeta para indicar la dirección a favor y en contra del grano, se realizó dos repeticiones

a favor y dos en contra del grano para ver el comportamiento de la madera. En este ensayo se utilizaron tres cuchillas con un ángulo de corte de 45°.

b) Cálculo

Se determinó la velocidad de alimentación mediante la identificación de las características de la cepilladora y mediante un cronometro, por medio de la siguiente ecuación:

$$Val. = \frac{t \times vuelta}{6,9} = m/min.$$

Ec. 14

Fuente: (Norma ASTM D1666-87, 1992)

El ancho de marca de la cuchilla se calculó con la siguiente ecuación:

$$Ancho\ de\ marca\ (A.D.M) = \frac{A \times B}{C \times T}$$

Ec. 15

Fuente: (Norma ASTM D1666-87, 1992)

Dónde:

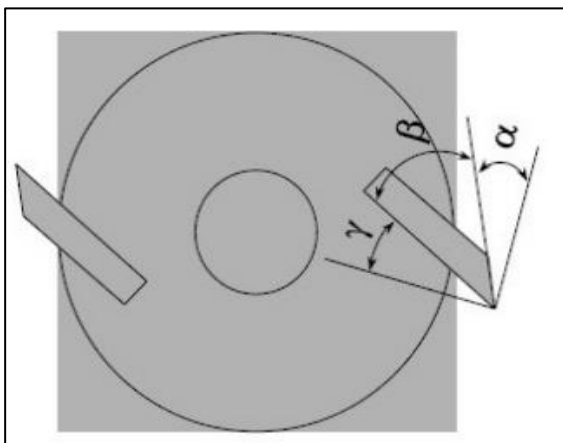
A= Revoluciones por minuto en el cabezal

B= Numero de cuchillas en el cabezal

C= Velocidad de avance (m/min)

Figura 10

Ángulos de cuchillas de cepilladora



α= ángulo de corte
β= ángulo de bisel
γ= ángulo hierro

Fuente: (Norma ASTM D1666-87, 1992)

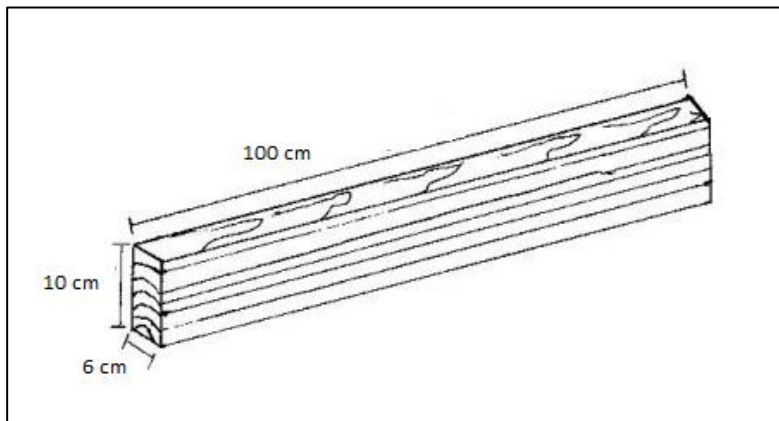
3.5.1.3.2. *Lijado*

En este ensayo se utilizó las mismas probetas que el cepillado, 105 probetas en total con una dimensión de 100x10x5 cm como se observa en la figura 11. El ensayo se realizó en dos fases:

- La primera fase con lija (N° / 60), se lo realizó para tener una superficie lisa a partir de una superficie irregular originada de los procesos que se realizaron antes del cepillado.
- La segunda fase con la lija (N° / 100), con el propósito de determinar la eficiencia, calidad superficial y tipos de defectos que ocasionaran los dos tipos de lijas.

Figura 11

Probeta para los ensayos de lijado



Fuente: (Norma COPANT 459, 1972)

a) Procedimiento

Con un calibrador se midió la parte media de la probeta para al final del proceso saber el desgaste de la probeta, se realizó dos repeticiones, según el estado de está a favor y en contra del grano, mediante un termómetro se determinó la temperatura de la lija con el fin de conocer la fricción, además se midió la velocidad de desgaste de la lija y la cantidad de residuo, esto relacionado con la eliminación fácil o difícil de las partículas, por último, se evaluó nuevamente la probeta.

3.5.1.3.3. *Moldurado*

En este ensayo se utilizó las mismas probetas del lijado, (105 probetas).

a) Procedimiento

Se utilizó una fresadora manual, con una broca circular de $\frac{3}{4}$ de pulgada, se efectuó dos repeticiones en los filos, y en la parte media de la probeta, para tener resultados a favor y en contra del grano, se calificó de acuerdo con el grado de defecto de la probeta, así mismo a favor y en contra del grano.

3.5.1.3.4. Taladrado

Se utilizaron las mismas probetas del ensayo de moldurado.

a) Procedimiento

Se ubicaron los puntos a taladrarse en la probeta, se realizó dos ensayos por probeta, uno a cada extremo, a una distancia de 5 cm de los extremos y a 5 cm de los filos, se aplicó una carga manual para realizar la introducción y se hace de cronometrar el tiempo de introducción de la broca.

3.5.1.3.5. Torneado

Se utilizó 35 probetas en total, en las caras radial/tangencial.

a) Procedimiento

Se utilizó un torno manual, se empleó tres clases de herramientas, dos gubias y una sesga, se empezó por dimensionar la probeta, codificarla y señalarla para luego colocar en el torno, con la gubia más grande se da forma cilíndrica a la probeta, luego con la gubia delgada y sesga se da forma y diseño a la probeta. La calidad de grado de defectos se realizó de acuerdo con la Norma ASTM D- 1666-87, en la que se calificó en base a: grano arrancado, grano veloso y grano levantado.

3.6. Estimadores Estadísticos

Los resultados serán evaluados por medio de estimadores estadísticos como la media, suma, desviación estándar, error estándar y coeficiente de variación, con la finalidad de determinar y calificar las propiedades físicas y de trabajabilidad.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características organolépticas

La madera de *Ocotea insularis* en condición seca al aire, presenta un cambio gradualmente de albura a duramen. La albura es de color café amarillento y el duramen de color amarillo como se muestra en la figura 12. La madera presenta un olor desagradable, sabor amargo, brillo medio, textura media, grano recto y vetado en líneas con destellos dorados.

Figura 12

Madera de Ocotea insularis



4.1.1. Características anatómicas macroanatómicas

Anillos de crecimiento visibles a simple vista, poros visibles con una lupa 10x son simples y escasos múltiples. Porosidad difusa y parénquima vasicéntrico visible con una lupa de 10x, como se observa en la figura 13.

Figura 13

Corte transversal de Ocotea insularis

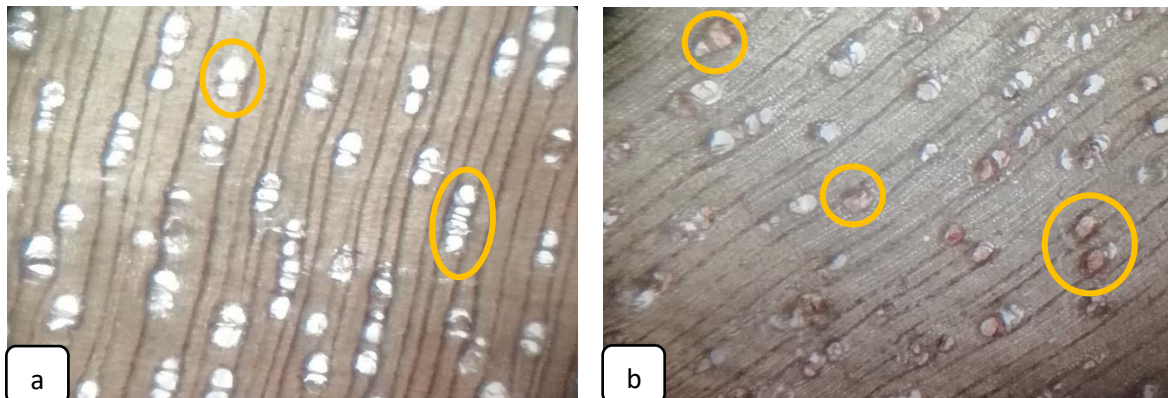


4.1.2. Características anatómicas microscópicas

En la sección transversal, con un lente óptico de 4x se observa poros solitarios y escasos múltiples de dos y tres células redondeadas y ovals como se observa en la figura 14. Porosidad oblicua, el tamaño de los poros son pequeños, parénquima vasicéntrico, presencia de tilosis.

Figura 14

Placa de un corte transversal de Ocotea insularis

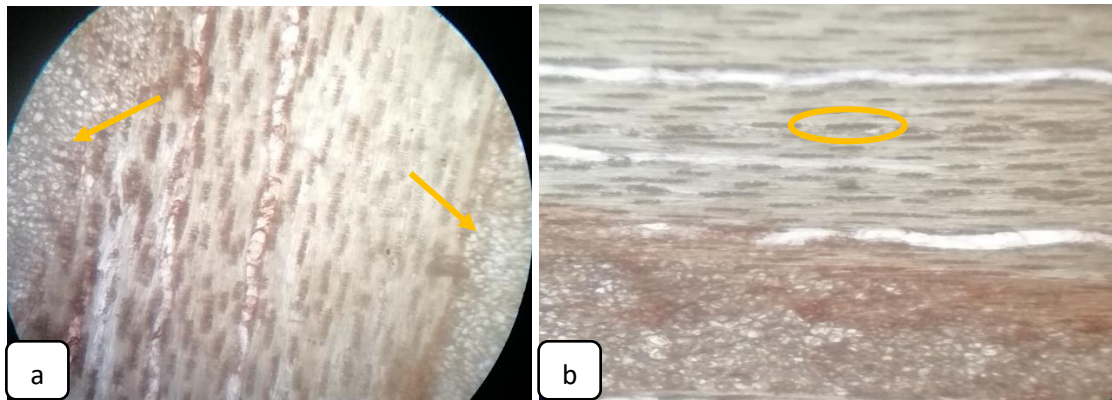


Nota: **a.** Poros solitarios y escasos múltiples de dos y tres células. **b.** Poros con tilosis.

En los cortes tangenciales, con un lente óptico de 4x se logra apreciar radios biseriados con la presencia de escasos multiseriados de tipo II y III de kribas como se muestra en la figura 15.

Figura 15

Placa de un corte tangencial de *Ocotea insularis*

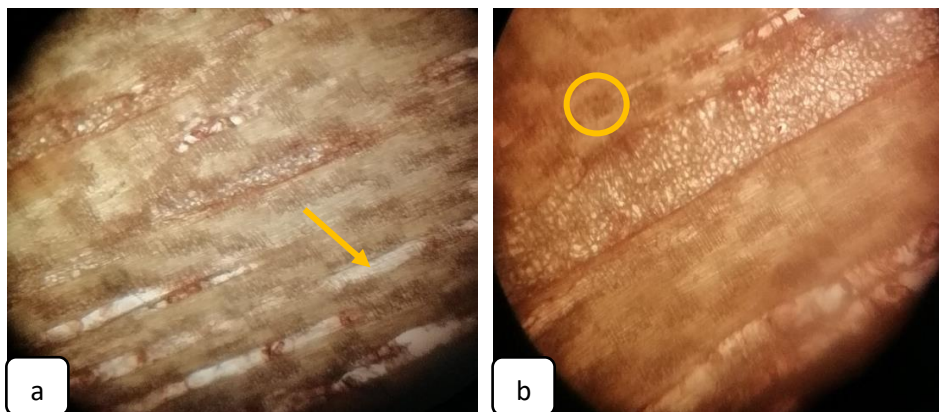


Nota: **a.** Radios multiseriados. **b.** Radios biseriados.

En los cortes radiales vistos con el lente de 4x, se consigue apreciar radios heterogéneos con células erectas o cuadradas y presencia de fibras como se observa en la figura 16.

Figura 16

Placa de un corte radial de *Ocotea insularis*



Nota: **a.** Fibras. **b.** Células cuadradas o erectas.

En la investigación realizada por Araya en Costa Rica (2012), detalló poros solitarios y múltiples, visibles con lupa de 10x, parénquima paratraqueal vasicéntrico escaso, mientras que Cuasquer (2017), en su investigación realizada en la especie *Ocotea pacifica* observó poros simples y escasos múltiples, visibles a simple vista; porosidad oblicua; parénquima unilateral vasicéntrico confluyente y radios visibles a simple vista. A diferencia de *Ocotea insularis* que presenta poros pequeños, solitarios con escasos múltiples de dos a tres células.

4.2. Propiedades físicas

4.2.1. Contenido de Humedad

El contenido de humedad promedio de *Ocotea insularis* es de 66,01% lo que permite interpretar que la madera tiene una capacidad higroscópica sobre la media, la desviación estándar indica que los datos están medianamente agrupados y muy homogéneos según el coeficiente de variación calculado con un error estándar bajo, como se muestra en la tabla 7. Así mismo, la pérdida o reducción de humedad de estado verde al estado ambiente, fue en 31 días, tal como se indica en la figura 17.

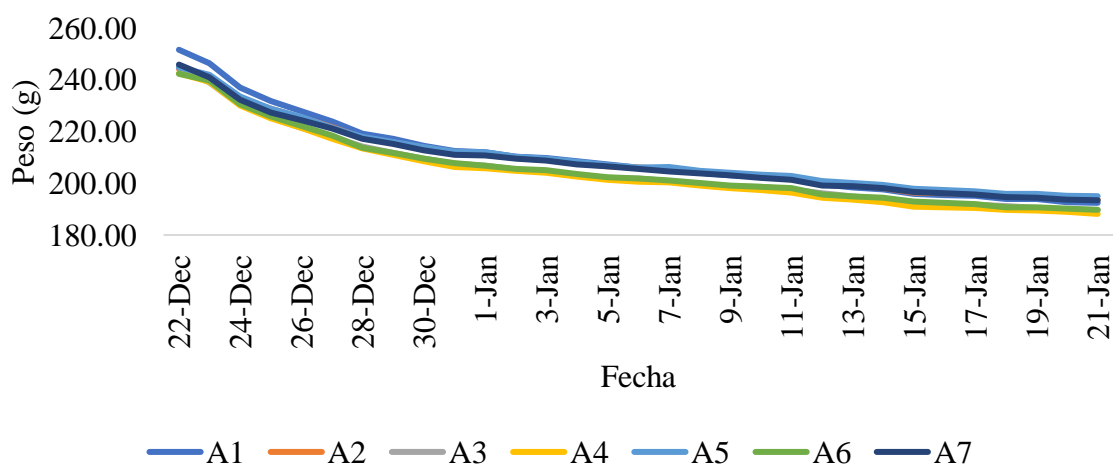
Tabla 7

Estadística descriptiva del Contenido de Humedad

Estimador estadístico	Unidad	Media	Suma	Desviación estándar	Error estándar	CV
Contenido de humedad	%	66,01	462,09	1,76	0,25	0,19

Figura 17

Curva de desorción



Nota: A1: Árbol 1. A2: Árbol 2. A3: Árbol 3. A4: Árbol 4. A5: Árbol 5. A6: Árbol 6. A7: Árbol 7.

Estudios realizados por Suasnabar y Winny (2019), determinaron el contenido de humedad de *Ocotea cinerea*, tiene un valor menor de 16,01% a diferencia de *Ocotea insularis* de 66,01%, probablemente la diferencia de altitud de las especies *Ocotea Cinerea* 320 msnm y *Ocotea insularis* 1900 msnm establecen estos porcentajes.

4.2.2. Densidad

Se determinó la densidad básica de $0,64 \text{ gr/cm}^3$, según la clasificación de maderas del (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2011) se encuentra en el rango de las maderas medias tipo “B”, la desviación estándar indica que los datos están agrupados y homogéneos según el coeficiente de variación, el error estándar muestra un valor muy bajo para los resultados obtenidos como se observa en la tabla 8 y en el comportamiento de la figura 18.

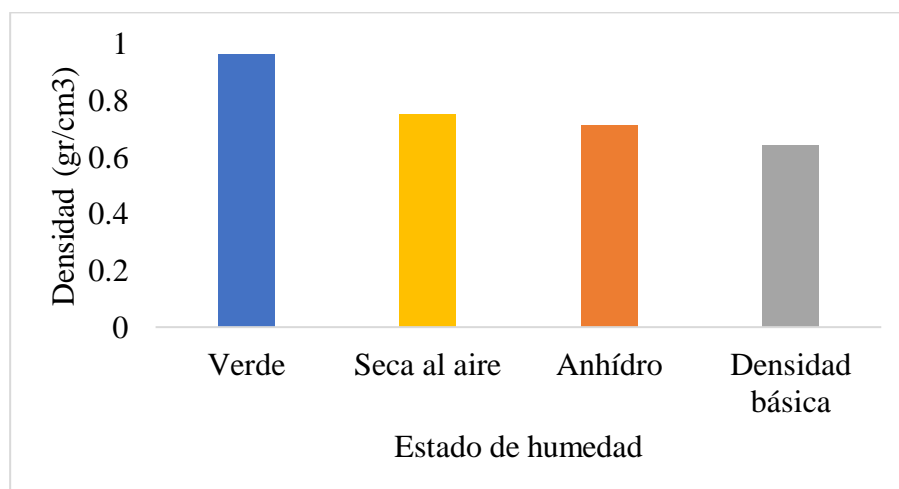
Tabla 8

Estadística descriptiva de la densidad

Estimador estadístico	Unidad	Media	Suma	Desviación estándar	Error estándar	CV
Densidad básica	gr/cm^3	0,64	31,30	0,04	0,00	0,06

Figura 18

*Densidad de *Ocotea insularis**



En *Ocotea insularis* se determinó una densidad básica de $0,64 \text{ gr/cm}^3$, mientras que *Ocotea Pacífica* $0,40 \text{ gr/cm}^3$ (Carlosama, 2020); *Ocotea brevipetiolata* $0,54 \text{ gr/cm}^3$ (Alvis, Cabas, y Valencia, 2017); *Ocotea cinerea* $0,51 \text{ gr/cm}^3$ (Suasnabar y Winny, 2019). Las especies mencionadas anteriormente tienen una densidad básica similar, por lo que se encuentran catalogadas como maderas livianas o tipo “C”, a diferencia de la especie investigada *Ocotea insularis* que pertenece a la categoría de tipo “B” (maderas semipesadas). A pesar de ser especies del mismo género se puede observar una diferencia en cuanto a la densidad básica, debido a las características anatómicas de cada especie.

4.2.3. Contracción

Respecto al análisis de la contracción se debe mencionar que las probetas de la especie investigada tienen mayor tendencia a contraerse en la cara tangencial con un porcentaje de 4,89% con respecto a las demás caras.

La contracción de *Ocotea insularis* presenta una contracción radial de 3,28% (mediana), tangencial de 4,89% (baja), relación volumétrica total 9,14% (mediana) y una relación tangencial/radial de 1,70% (baja), lo cual indica que no existe gran contracción en la madera a causa del proceso de secado como se observa en la figura 19. En lo referente a la desviación estándar indica que los datos están agrupados y homogéneos, según el coeficiente de variación calculado y el error estándar muestra que la media es relativamente representativa por sus valores bajos como se mira en la tabla 9.

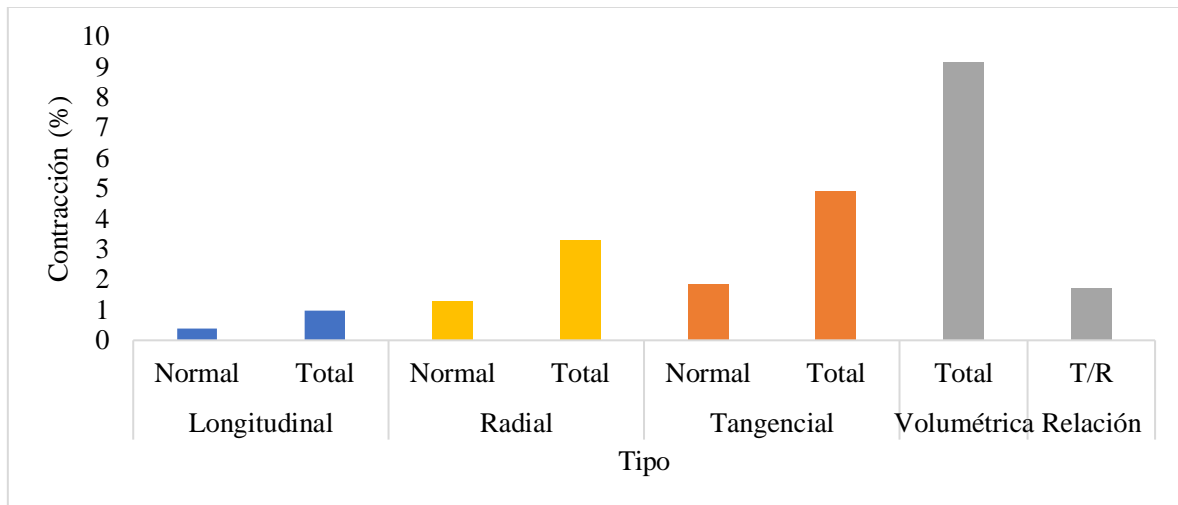
Tabla 9

Estadística descriptiva de la contracción

Estimador estadístico	Longitudinal		Radial		Tangencial		Volumétrica total	Relación T/R
	Normal	Total	Normal	Total	Normal	Total		
Media	0,38	0,97	1,28	3,28	1,84	4,89	9,14	1,70
Suma	18,53	47,46	62,72	160,83	90,14	239,63	447,92	83,89
Desviación estándar	0,45	0,42	0,94	1,21	1,36	1,38	1,92	0,82
Error estándar	0,06	0,06	0,13	0,17	0,19	0,20	0,27	0,12
CV	1,20	0,43	0,73	0,37	0,74	0,28	0,21	0,48

Figura 19

Contracción de Ocotea insularis



Suasnabar y Winny (2019), en *Ocotea cinerea* determinaron una contracción radial 4,00%, tangencial 6,74%, volumétrica total 10,84% y relación T/R de 1,75%, presenta un comportamiento similar en sus contracciones frente a *Ocotea insularis*. Por su parte Carlosama (2020), en su investigación de *Ocotea pacífica* obtuvo una contracción radial 1,80%, tangencial 2,15%, volumétrica total 2,77% y relación T/R de 1,27%, presenta una mayor estabilidad en todas sus contracciones, lo que permite deducir que su comportamiento es mejor ante la variación de humedad.

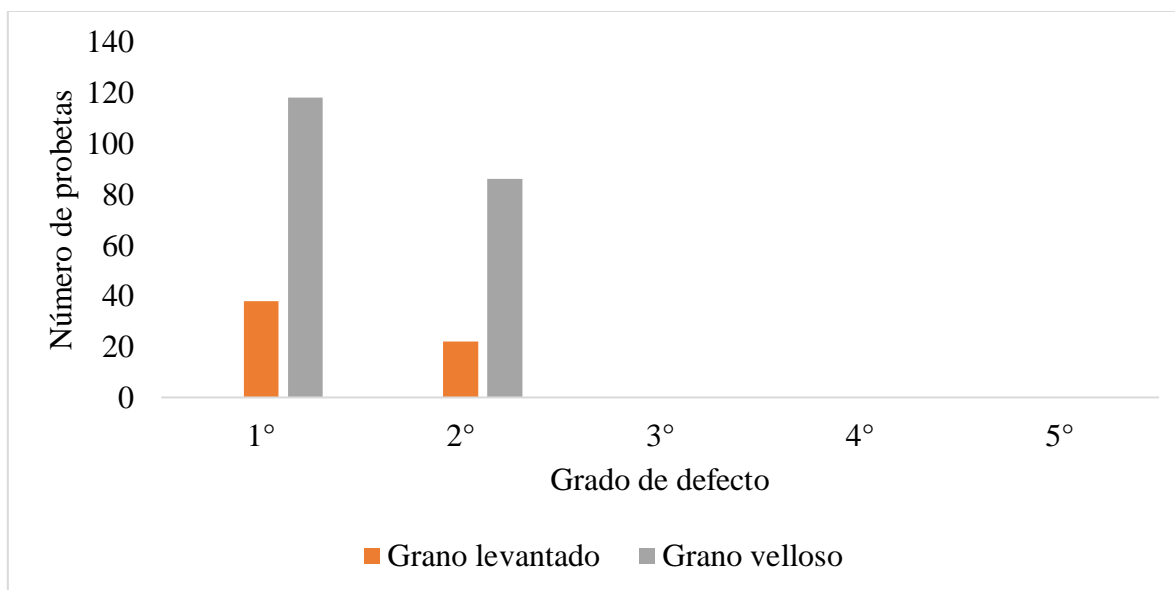
4.3. Propiedades de trabajabilidad

4.3.1 Cepillado

El ensayo se lo realizó a favor y en contra del grano de cada probeta, con una velocidad de alimentación promedio de 11,59 m/min, en donde se obtuvo valores representativos en el grado 1 y 2, en grano velloso y levantado como se muestra en la figura 20.

Figura 20

Defectos del ensayo de cepillado



Nota: 1°: Grado 1. 2°: Grado 2. 3°: Grado 3. 4°: Grado 4. 5°: Grado 5.

En lo que concierne a favor y en contra del grano según la evaluación realizada los resultados fueron favorables, ya que el grano velloso como levantado se presentan en grado 1 y 2. Se aprecia un comportamiento excelente de la madera de *Ocotea insularis* ante este ensayo, siendo uno de los primeros y el más importante en la trabajabilidad de la madera. Los defectos de grano velloso y levantado son fáciles de eliminar en el ensayo de lijado (ver anexo 2B).

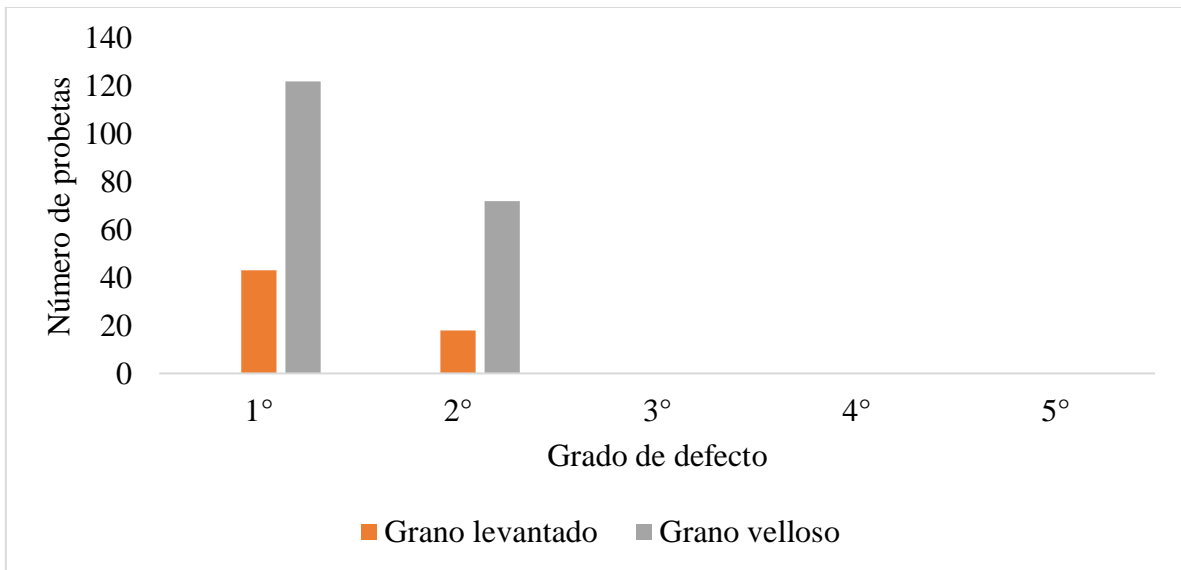
En Chile. Hernández y Pinilla, (2010), realizaron un estudio sobre las propiedades de trabajabilidad de *Persea lingue* obteniendo resultados similares a los de esta investigación, presentando una trabajabilidad sin dificultad de la madera y a su vez buenos resultados con el acabado en barniz, laca y pintura.

4.3.2. Lijado

El ensayo se lo realizó en dos etapas, con lijas número 60 y 100. Con la lija número 60 presenta valores de grado 1 en grano velloso y levantado, mientras que, en contra del grano, grado 1 y 2 en grano velloso y levantado como se observa en la figura 21 (ver anexo 3B).

Figura 21

Defectos del ensayo de lijado, lija 60.

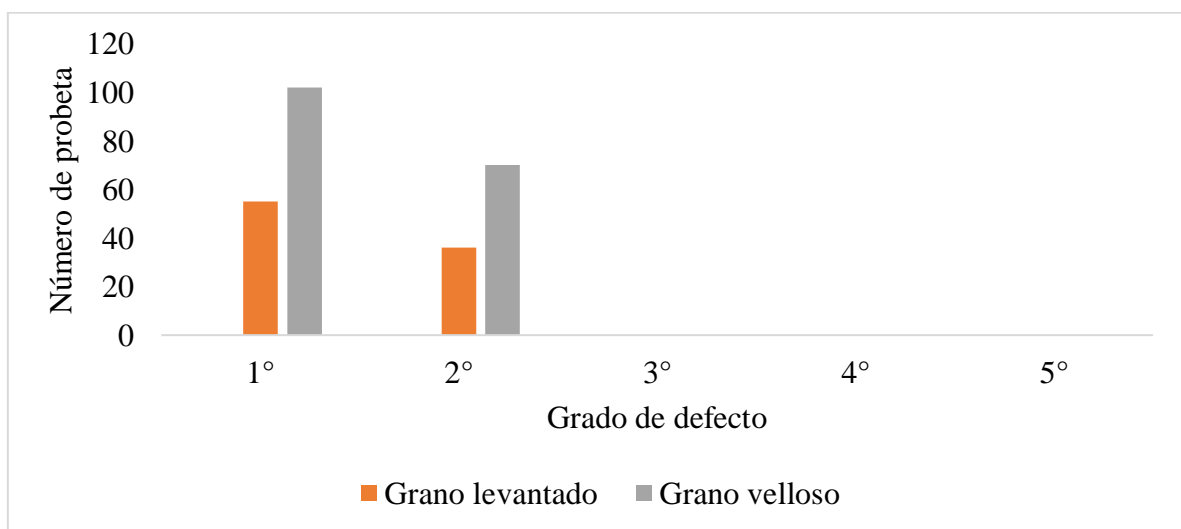


Nota: 1°: Grado 1. 2°: Grado 2. 3°: Grado 3. 4°: Grado 4. 5°: Grado 5.

En el ensayo con la lija número 100 se obtuvo un resultado excelente a favor y en contra del grano, manteniéndose en rangos de 1 a 2 en grano velloso y levantado respectivamente como se observa en la figura 22. En base a los resultados obtenidos de este ensayo, la madera de *Ocotea insularis* brinda buenas condiciones para trabajarla (ver anexo 4B).

Figura 22

Defectos del ensayo de lijado, lija 100.



Nota: 1°: Grado 1. 2°: Grado 2. 3°: Grado 3. 4°: Grado 4. 5°: Grado 5.

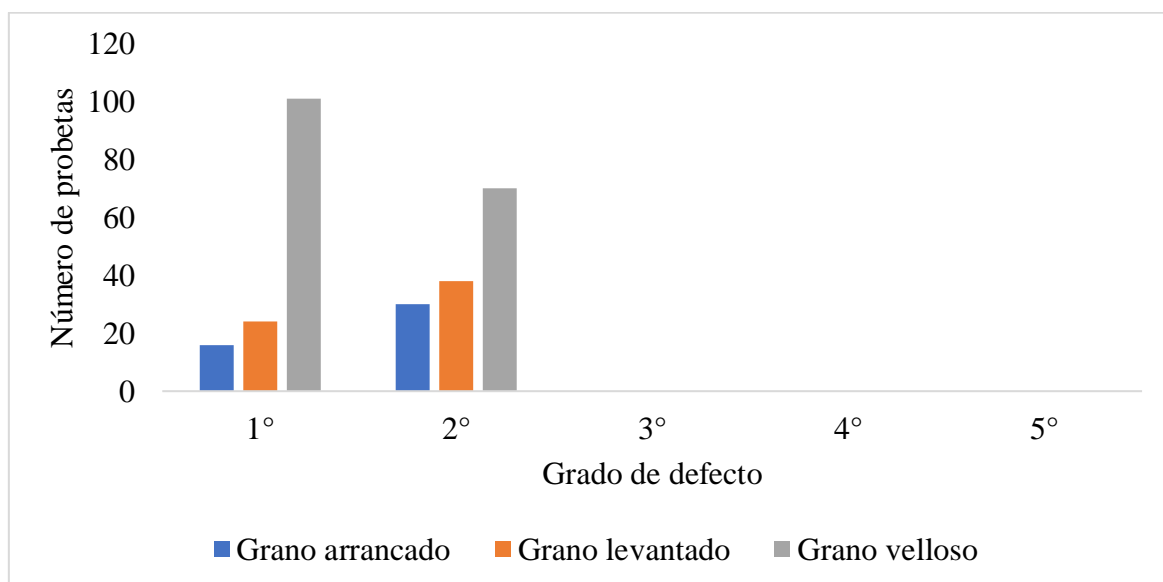
En lo referente al lijado, se considera un acápite de la investigación inédita, por lo que no se han registrado estudios similares sobre esta variable de *Ocotea insularis* que permitan establecer análisis comparativos y de interpretación.

4.3.3. Moldurado

El ensayo de moldurado se realizó con una tupi manual y una broca curva de $\frac{3}{4}$ de pulgada, a favor y en contra del grano en cada probetas. Los resultados obtenidos de la especie investigada son excelentes ya que la mayoría de las probetas evaluadas se encontraron en grado 1 con una presencia de grado 2 en grano vellosos, levantado y arrancado respectivamente como se muestra en la figura 23 (ver anexo 5B).

Figura 23

Defectos del ensayo de moldurado



Nota: 1°: Grado 1. 2°: Grado 2. 3°: Grado 3. 4°: Grado 4. 5°: Grado 5.

Este tipo de comportamiento también se da en *Nectandra sp.* Sánchez, (2012), menciona que esta especie obtiene buenos resultados en este ensayo siendo uno de los más importantes y de mejor resultado.

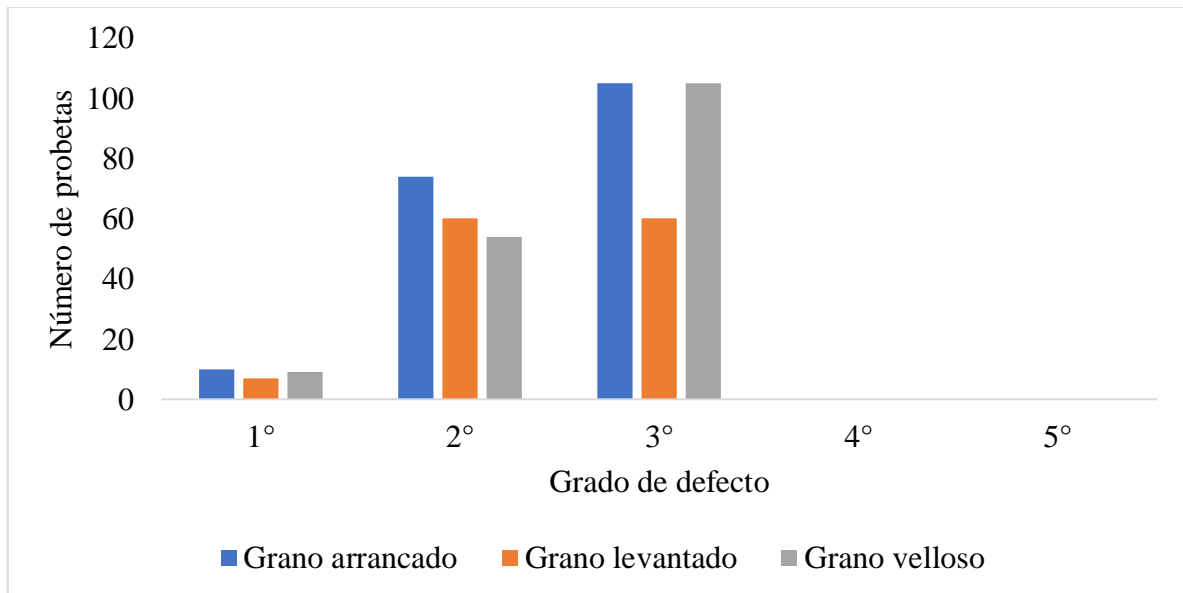
4.3.4. Taladrado

En el ensayo de taladrado se utilizó un taladro manual y una broca de $\frac{1}{4}$ de pulgada, se observó que la madera de la especie investigada tiene buenos resultados que abarcan rangos de 1 a 3, tanto a favor como en contra del grano.

Tanto en la entrada como en la salida de la broca el que tuvo mayor presencia fue el grano arrancado en grado 2 y 3; mientras que los valores de grado 1 son muy bajos en los tres tipos de grano evaluados como se observa en la figura 24 (ver anexo 6B).

Figura 24

Defectos del ensayo de taladrado



Nota: 1°: Grado 1. 2°: Grado 2. 3°: Grado 3. 4°: Grado 4. 5°: Grado 5.

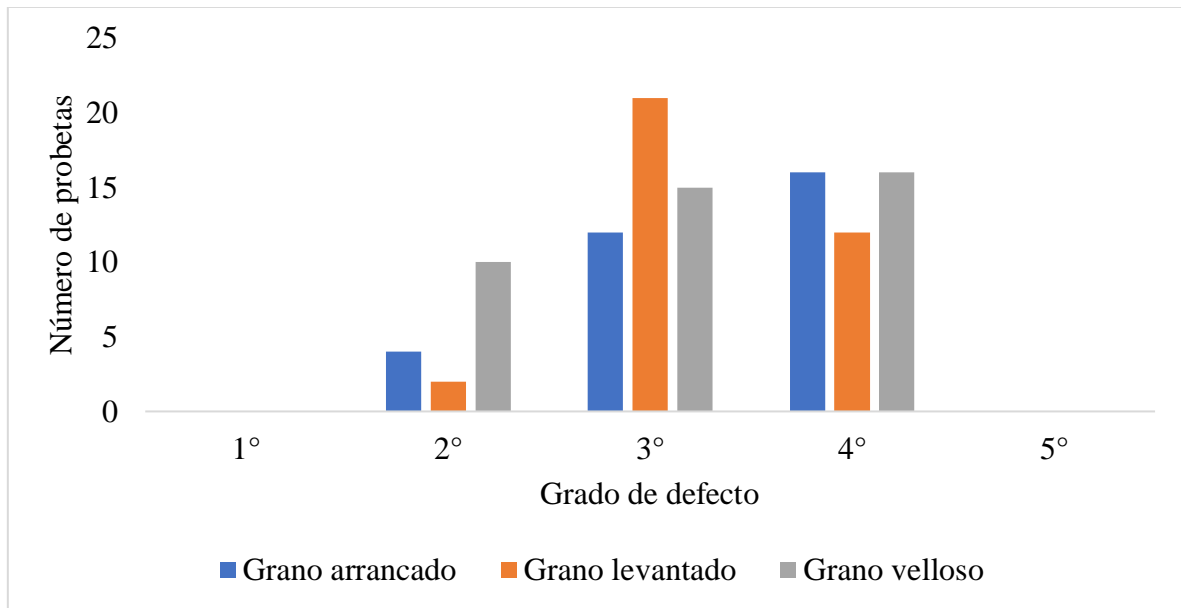
En lo referente al taladrado, se considera un acápite de la investigación inédita, por lo que no se han registrado estudios similares sobre esta variable de *Ocotea insularis* que permitan establecer análisis comparativos y de interpretación.

4.3.5 Torneado

Los resultados obtenidos en el ensayo de torneado demuestran que la madera de *Ocotea insularis* tiene un comportamiento bueno ya que presenta una cantidad de defectos considerables entre rangos de 2 a 4, el grado 3 y 4 los que más presencia tienen con respecto al otro grado de evaluación como se muestra en la figura 25.

Figura 25

Defectos del ensayo de torneado



Nota: 1°: Grado 1. 2°: Grado 2. 3°: Grado 3. 4°: Grado 4. 5°: Grado 5.

El defecto que más peso tiene al momento de realizar el ensayo de torneado es el grano arrancado, debido a que no se lo puede corregir con facilidad; es lo opuesto con el grano velloso o levantado, que puede ser corregido o eliminado con una lija de porosidad fina. La madera presenta un buen comportamiento, sin embargo, es necesario pulir los defectos por lo que se recomienda usar lija número 60 y consecutivamente la número 100 para mejorar el acabado (ver anexo 7B).

En lo referente a la variable torneado, no se han registrado estudios similares sobre la especie *Ocotea insularis* que permitan establecer análisis comparativos y de interpretación de sus resultados.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Con respecto a las características organolépticas de *Ocotea insularis*, las mismas que presenta un gran potencial en ebanistería, un grano recto que permite la facilidad para trabajarla, a su vez presenta tilosis lo que ocasiona menor retención de líquidos.
- En cuanto a las propiedades físicas, la madera de *Ocotea insularis* se cataloga de tipo “B”, la cual se destina para elementos estructurales (vigas, columnas, pisos) y tabiquería (tablas, tablones y tabloncillos vistos), esto se debe a que posee un contenido de humedad superior a la media y una densidad básica media.
- La trabajabilidad de *Ocotea insularis* muestra una alta calidad y puede ser utilizada en construcciones, pisos, revestimientos de madera, mueblería y ebanistería.

5.2. Recomendaciones

- Con el fin de complementar la información obtenida en la presente investigación, se recomienda realizar estudios sobre las propiedades mecánicas y químicas de *Ocotea insularis*.
- Proponer a los artesanos la madera de esta especie como una opción en la elaboración de muebles ya que por su color, flexibilidad y resistencia es excelente para este tipo de trabajos.
- Realizar estudios macroanatómicos y microanatómicos de esta especie en diferentes condiciones climáticas y edáficas, con el fin de determinar el comportamiento de estas especies con la estudiada.
- Al realizar los ensayos de trabajabilidad es necesario que la madera se encuentre con una humedad estable o anhidra, con la finalidad de evitar sesgos en la información que se genere.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agila, S., Burneo, A., Narváez, L., & Pucha-Cofrep, D. (2018). Propiedades físicas y características anatómicas de la madera de tres especies de Guayacán al sur de Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 1 - 15.
- Aguilar, P., & Guzowski, E. (2011). *Materiales y materias primas*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Educación Tecnológica.
- Alvis, J., Cabas, D., & Valencia, D. (2017). *Propiedades físico - mecánicas de la madera de uraco (Ocotea brevipetiolata vas der Werff), Municipio de Sibundoy, Putumayo*. Colombia: Corpoamazonia.
- Ananias, R. (1992). *Física de la Madera*. Chile: Departamento de Ingeniería en Maderas.
- Araya, M. (2012). *Manual para la identificación de maderas a nivel macroscópico de 110 especies maderables del Caribe norte de Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.
- ASTM. (1992). *"Standard methods of testing small clear specimens of timber"*. USA: Philadelphia, PA.
- Baraño, J., Peñón, E., Craig, E., Cucciuffo, E., & De Falco, P. (2008). *Manual para la identificación de maderas con aumentos de hasta 10x*. Argentina: Universidad Nacional de Luján.
- Bravo, S., Gimenez, A., & Moglia, J. (2014). *Microscopía de la Madera*. Chile: UNSE.
- Bustos, J. (2020). *Propiedades Físicas, Mecánicas Y Trabajabilidad de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden Procedente de la Estación Experimental La Favorita, Santo Domingo de los Tsachilas*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Cadena, S., & Enríquez, M. (2013). *"Efecto de Azolla sp., en la Productividad y Mejoramiento del Suelo en la Granja Experimental Yuyucocha, Imbabura"*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Campos, R. (2007). *Tecnología de los Materiales*. Lima: SE.

- Carlosama, R. (2020). *Determinación de las propiedades tecnológicas de tres especies forestales en la zona de Intag, Noroccidente del Ecuador*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Cartagena, J. (1984). *Manual de diseño para maderas del grupo andino*. Colombia.
- Centro de Transferencia Tecnológica. (2001). *Manual de la construcción de viviendas de madera*. UMNH.
- Chavesta, M. (2006). *Separata de capacitación sobre identificación de madera*. Lima.
- Constitución de la República del Ecuador [CRE]. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi.
- COPANT. (1972). *Comision Panamericana de Normas Tecnicas*.
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. (2009). *Guía de identificación de maderas aserradas*. Colombia: PBX.
- Cuasquer, J. (2017). *Descripciónn anatómica y organoléptica de tres especies maderables de la Zona de Intag noroccidente de Ecuador*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Díaz, J., Lira, N., & Muñoz, S. (2003). Análisis de conservación y estructura celular de la madera de seis canoas monóxilas del centro sur de Chile. *Magallania*.
- Dudek, J., & Werner, T. (1978). New parameters of the deformed Woods-Saxon potential for $A=110-210$ nuclei. *Journal of Physics G Nuclear Physics*.
- Echenique, M., & Robles, F. (1993). *Ciencia y tecnología de la madera I*. Universidad Veracruzana.
- Fernández, C. (2001). *Composición, Alteraciones y Restauración*. Cantabria: Universidad de Cantabria.
- Fuentes, M., Honorato, J., Flores, R., & Tamarit, J. (2014). *Características anatómicas de la madera de linaloe (Bursera linanoe)*. Puebla, México.
- García, E., Guindeo, A., Peraza, C., & De palacios, P. (2003). *La madera y su anatomía*. España: Mundi-Prensa.
- Gatica, S. (2010). *Características Generales, Organolepticas, Macroscopicas y Estructura Macroscopica de la MAderas de Conifeeras y Latifoliadas*. Perú.

- Giménez, A., Moglia, J., Hernandez, P., & Gerez, P. (2005). *Anatomía de Maderas*. Argentina.
- Gonzales, E. (2008). *Identificación organoléptica y macroscópica de maderas comerciales*. Lima: CITEMadera.
- Gorena, T. (2014). *Adecuación de normas de trabajabilidad en la madera de Teca (Tectona grandis Linn.F.) a los equipos de carpintería de la ESFOR*. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón.
- Harriague, F. (2008). *Guía para aplicar productos profilácticos en trozas y en madera recién aserrada*. Bolivia: Bolfor II/ Cadefor.
- Hernández, G., & Pinilla, J. C. (2010). *Propiedades de las maderas de especies forestales nativas y exóticas en Chile*. Chile: INFOR.
- Hoffmeyer, P. (1995). *Wood as a building material*. Netherlands: Centrum Hout.
- INEN 1163. (2012). *Método para la descripción de las características generales macroscópicas y microscópicas*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN. (2011). Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas. (1988). *Tecnología de fabricación de pulpa celulósica*. Sao Paulo: Departamento Regional de Sao Paulo.
- International Association of Wood Anatomists. (2007). *List of Microscopic Feature for Hardwood Identification*. Netherlands.
- Jiménez, J. (2011). *Influencia de la humedad de la madera en la evaluación de las propiedades mecánicas del pino silvestre mediante técnicas no destructivas*. 2011: Universidad Politécnica de Madrid.
- Londoño, A. (2008). *Apuntes para el curso de anatomía y tecnología de maderas*. Ibagué: Universidad del Tolima.
- Mediavilla, F. (2016). *Propiedades físicas, químicas y de trabajabilidad de la madera de alnus nepalensis d. don en Intag, zona Andina del Ecuador*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Meneses, S. (2011). *Identificación de Usos Probables de Pinus patula Schlect.et Cham. con Base en la Determinación de las Propiedades Físico-Mecánicas y de Trabajabilidad de la Madera en Itaqui - Cotacachi - Imbabura*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.

- Messer, O. (2007). *Comportamiento en flexión de vigas laminadas que incorporan pino oregón*. Chile: UBB.
- Ministerio del Ambiente [MAE]. (2000). *Estrategia para el desarrollo forestal sustentable del Ecuador*. Quito.
- Moya, R., Leandro, L., Córdoba, R., Serrano, R., & Monge, F. (2004). Aspectos importantes sobre la trabajabilidad de la madera de melina. *Kurú*, 2.
- Nutsch, W., Studiendirektor, Tischlermeister, & Stuttgart. (2005). *Tecnología de la Madera y del Mueble*. España: Reverté, SA.
- Palacios, W. (2017). *Ocotea insularis* (Meisn.) Mez, especie forestal con gran potencial. *Cinchonia*, 6.
- PDOT La Carolina. (2009). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Ibarra: Gobierno Parroquial de la Carolina.
- Puertas, P., Guevara, C., & Espinoza, M. (2013). *Manual de Transformación de la Madera*. Lima.
- Ramírez, A., & Vásquez, Á. (2011). *Curso Anatomía e Identificación de Maderas*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Ruíz, J. (2020). *Propiedades Físicas, Mecánicas y Trabajabilidad de Fresno (Fraxinus americana L.) Proveniente de la Estación Experimental "La Favorita", Santo Domingo de los Tsáchilas*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Sánchez, Y. (2012). *Elaboración de tablas de volúmenes y determinación de factores de forma de las especies forestales; chuncho (Cedrelinga cateniformes), laurel (Cordia alliodora), sangre de gallina (Otoba sp.), ceibo (Ceiba samauma) y canelo (Nectandra sp.), en Orellana*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Seco, J. (2003). *Manual de clasificación de madera*. AITIM.
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021*. Quito: Senplades.
- Sotelo, P. (2016). "Propiedades Físicas, Químicas y de Trabajabilidad de *Carapa amorphocarpa* W. Palacios, en el Noroccidente del Ecuador." Universidad Técnica del Norte, Ibarra.

Spavento, Keil, Monteolivo. (2008). *Propiedades Físicas de la Madera*. Buenos Aires: Universidad Nacional de la Plata.

Suasnabar, C., & Winny, M. (2019). *Características anatómicas y propiedades físico - mecánicas de tres especies forestales, iscozacín, Oxapampa - Pasco*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.

Uriarte, J. (10 de Marzo de 2020). *Madera*. Obtenido de Madera: <https://www.caracteristicas.co/madera/>.

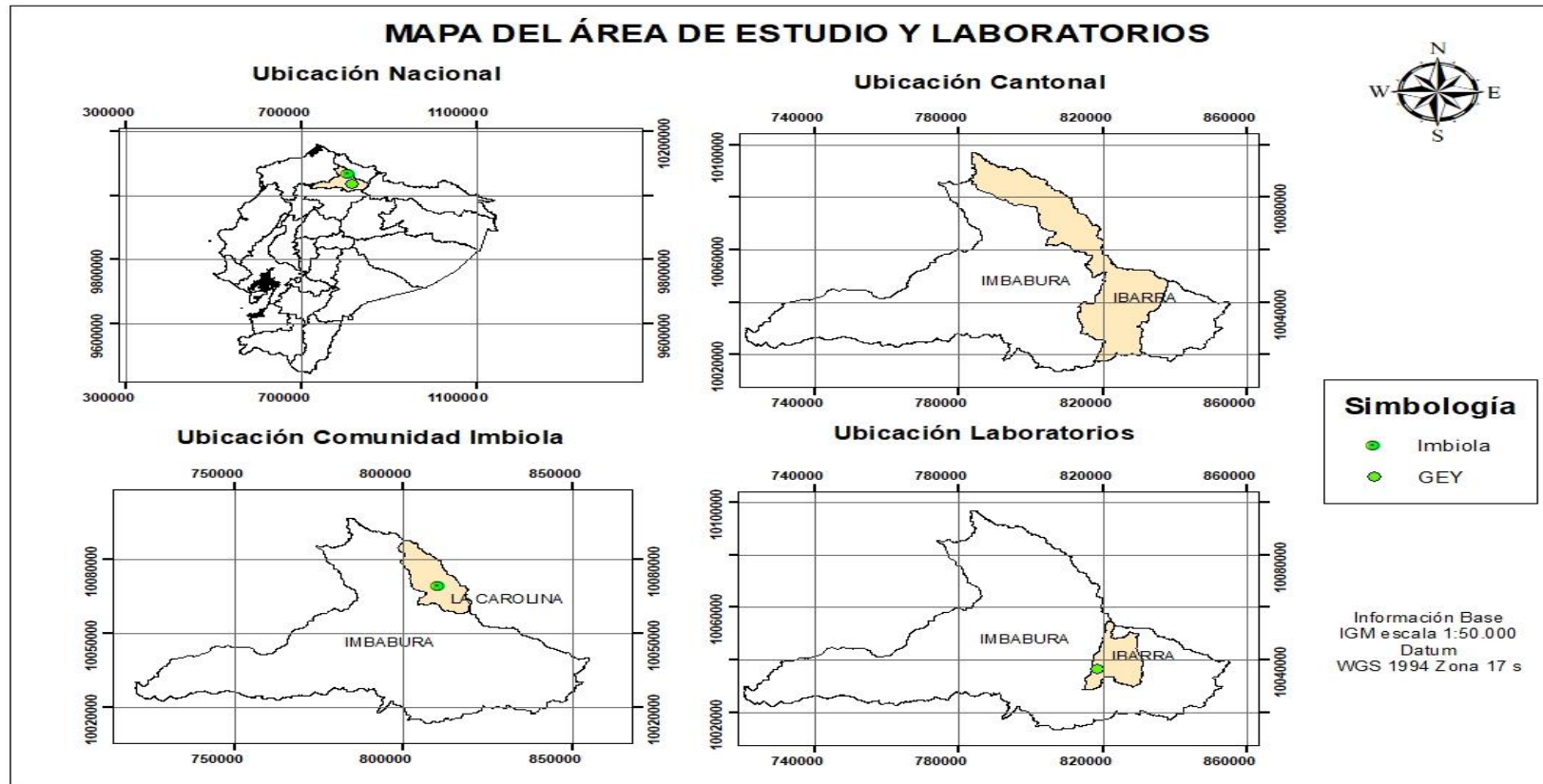
Vignote, S., & Martínez, I. (2006). *Tecnología de la Madera*. Madrid: Mundi-Prensa.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo A: Mapa

Anexo A1. Mapa de ubicación



GEY: Granja Experimental Yuyucocha

Anexo B: Tablas

Propiedades físicas

Anexo 1B. Estadística descriptiva del ensayo de densidad

Estimador estadístico	Unidad	Media	Suma	Desviación estándar	Error estándar	CV	
Densidad	Verde	gr/cm ³	0,96	47,02	0,06	0,008	0,057
	Seca al aire	gr/cm ³	0,75	36,79	0,05	0,007	0,062
	Seca al horno	gr/cm ³	0,71	34,68	0,04	0,006	0,063
	Básica	gr/cm ³	0,64	31,30	0,04	0,006	0,060

Propiedades de trabajabilidad

Anexo 2B. Resultados generales del ensayo de cepillado

Defectos	Cepillado				
	Calificación				
	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5
Grano Arrancado	0	0	0	0	0
Grano levantado	38	22	0	0	0
Grano vellosos	118	86	0	0	0
Total	156	108	0	0	0

Anexo 3B. Resultados generales del ensayo de lijado (#60)

Defectos	Cepillado				
	Calificación				
	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5
Grano Arrancado	0	0	0	0	0
Grano levantado	43	18	0	0	0
Grano vellosos	122	71	0	0	0
Total	165	90	0	0	0

Anexo 4B. Resultados generales del ensayo de lijado (#100)

Cepillado					
Defectos	Calificación				
	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5
Grano Arrancado	0	0	0	0	0
Grano levantado	55	36	0	0	0
Grano vellosos	102	70	0	0	0
Total	157	106	0	0	0

Anexo 5B. Resultados generales del ensayo de moldurado

Cepillado					
Defectos	Calificación				
	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5
Grano Arrancado	16	30	0	0	0
Grano levantado	24	38	0	0	0
Grano vellosos	101	70	0	0	0
Total	141	138	0	0	0

Anexo 6B. Resultados generales del ensayo de taladrado

Cepillado					
Defectos	Calificación				
	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5
Grano Arrancado	10	74	105	0	0
Grano levantado	7	60	60	0	0
Grano vellosos	9	54	105	0	0
Total	26	188	270	0	0

Anexo 7B. Resultados generales del ensayo de torneado

Defectos	Cepillado				
	Calificación				
	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5
Grano Arrancado	0	4	12	16	0
Grano levantado	0	2	21	12	0
Grano velloso	0	10	15	16	0
Total	0	16	48	44	0

Anexo C: Fotografías

C1. Sitio y obtención del material



Árbol de *Ocotea insularis*



Tumba



Troceado



Escuadrado de bloques



Embalado de bloques

C2. Características organolépticas



Descripciones organolépticas



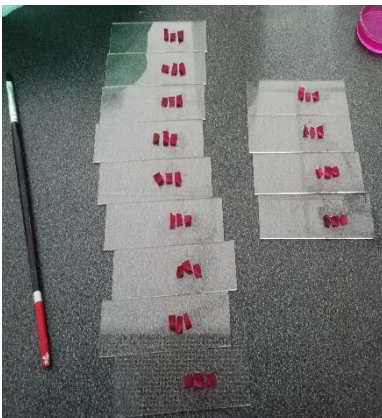
Cocción de cubos



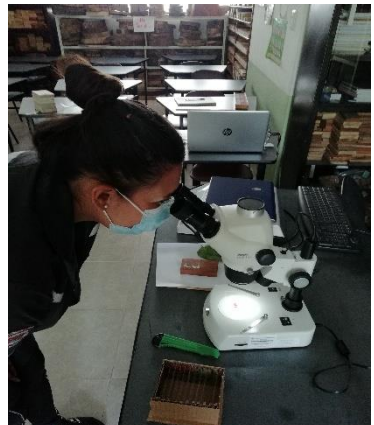
Corte de láminas



Lavado de láminas



Montaje de placas



Observación de placas

C3. Propiedades físicas



Transformación de bloque a probeta



Probetas



Codificación de probetas



Toma de datos



Secado al aire libre



Secado al horno (anhidro)

C4. Propiedades de trabajabilidad



Probetas para los ensayos



Ensayo de cepillado



Ensayo de lijado



Ensayo de moldurado



Ensayo de taladrado



Ensayo de torneado