

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y USOS PROBABLES
DE LA MADERA DE *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm., SAN
IGNACIO, PERÚ 2024**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER
LEYDI PATRICIA VERA LUCERO**

ASESOR

Ing. M. Sc. VITOLY BECERRA MONTALVO

JAÉN – PERÚ


2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Leydi Patricia Vera Lucero
DNI: 74175690
Escuela Profesional/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
2. Asesor:
M. Sc. Ing. Vitoly Becerra Montalvo
Facultad/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
"PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y USOS PROBABLES DE LA MADERA DE *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm., SAN IGNACIO, PERÚ 2024"
6. Fecha de evaluación: 23/12/2025
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 24%
9. Código Documento: oid: 3117:542949422
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 23/12/2025

Firma y/o Sello
Emisor Constancia



Ing. M. Sc. Ing. Vitoly Becerra Montalvo
DNI: 277727452



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


En la ciudad de Jaén, a los **once** días del mes de **setiembre** del año dos mil veinticinco, se reunieron en el **Ambiente de la Sala de Docentes de Ingeniería Forestal- Filial Jaén**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 473-2025-FCA-UNC, de fecha 15 de agosto del 2025, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y USOS PROBABLES DE LA MADERA DE *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm., SAN IGNACIO, PERÚ 2024"**, ejecutado por la Bachiller en Ciencias Forestales, **Doña LEYDI PATRICIA VERA LUCERO**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las **quince** horas y **cero** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **catorce (14)**; por tanto, la Bachiller queda expedita para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las **dieciséis** horas y **diez** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 11 de setiembre de 2025.


Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. Francisco Fernando Aguirre De Los Ríos
SECRETARIO


Ing. M. Cs. Leiwer Flores Flores
VOCAL


Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo
ASESOR

DEDICATORIA

Dedicado a Dios por haberme permitido culminar satisfactoriamente mis estudios, por la salud, por las fuerzas para lograr mis objetivos.

A mi padre, por siempre inculcarme valores, por su apoyo incondicional y amor día a día.

A mi madre, por sus esfuerzos, por sus consejos para superarme, mi motivo para lograr culminar mi formación profesional

Leydi Patricia

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme sabiduría, salud y vida para poder llegar a este importante momento de mi formación académica.

A mis padres Guillermo y Esther por su apoyo incondicional y motivarme día a día para seguir adelante y lograr mis metas.

A mis docentes de la universidad por compartir sus conocimientos y guiarme para ser mejor persona y profesional.

A mi hermano Marlon, que, a pesar de nuestras diferencias, en todo momento me apoyó y motivó para lograr esta meta.

A mi asesor de tesis M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo por su orientación, paciencia durante el desarrollo de mi tesis ya que fue fundamental para alcanzar este momento.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. Antecedentes de la Investigación	12
2.2. Bases Teóricas.....	16
2.2.1. La madera	16
2.2.2. Propiedades físicas de la madera.....	18
2.2.3. Propiedades mecánicas de la madera	21
2.2.4. Generalidades de la especie <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm.	24
2.3. Definición de Términos Básicos	26
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	28
3.1. Localización de la Investigación	28
3.2. Tipo y Diseño de la Investigación.....	29
3.2.1. Matriz de Operacionalización de Variables	30
3.2.2. Unidad de Análisis – Población y Muestra	30
3.2.3. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	32
3.2.4. Validación y Prueba de Confiabilidad de los Instrumentos	32
3.2.5. Técnica del Procesamiento y Análisis de Datos.....	33
3.2.6. Aspectos Éticos Considerados.....	33

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1. Resultados	34
4.2. Discusión.....	46
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5.1. Conclusiones	50
5.2. Recomendaciones.....	51
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
CAPÍTULO VII. ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables de la investigación	30
Tabla 2. Dimensión y número de probetas para ensayos según norma técnica	31
Tabla 3. Propiedades físicas de la madera <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm.....	34
Tabla 4. Principales propiedades físicas de la madera <i>Licaria triandra</i>	35
Tabla 5. Resistencia a la flexión de la madera <i>Licaria triandra</i>	37
Tabla 6. Resistencia a la compresión paralela de la madera <i>Licaria triandra</i>	38
Tabla 7. Resistencia a la compresión perpendicular de la madera <i>Licaria triandra</i>	39
Tabla 8. Dureza de la madera de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm	40
Tabla 9. Propiedades mecánicas de la madera de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm.....	41
Tabla 10. Usos probables de la madera de acuerdo a la densidad básica	42
Tabla 11. Usos probables de la madera de acuerdo a propiedades físicas y mecánicas	43
Tabla 12. Usos posibles de la madera del género <i>Licaria</i>	44
Tabla 13. Usos recomendados de otras especies de Lauraceae.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de área de estudio	28
Figura 2. Densidad básica de la madera <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm	35
Figura 3. Contracción volumétrica de la madera <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm.....	36
Figura 4. Humedad de la madera <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm.....	36
Figura 5. Esfuerzo de ruptura de flexión de la madera <i>Licaria triandra</i>	37
Figura 6. Esfuerzo de ruptura de la compresión paralela de la madera <i>Licaria triandra</i>	38
Figura 7. Cizallamiento y compresión perpendicular de la madera <i>Licaria triandra</i>	39
Figura 8. Dureza de la madera de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm	40

RESUMEN

La presente investigación se ejecutó en la ciudad de Jaén, en los laboratorios de la Universidad Nacional de Cajamarca, buscó determinar las propiedades físicas, mecánicas y usos probables de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm. Las muestras fueron obtenidas de acuerdo a la NTP 251.008; el número y dimensiones de probetas, de acuerdo a cada Norma Técnica correspondiente, se determinó las propiedades físicas y mecánicas, y uso más probable de la madera. Como resultados se obtuvo para propiedades físicas, una densidad básica de $0,56 \text{ g/cm}^3$, contracción volumétrica de 11,88 % y máximo contenido de humedad de 74,10 %, el coeficiente de anisotropía fue de 2,14. Para propiedades mecánicas, en flexión estática un MOR de 925 kg/cm^2 , un MOE de $32\,7746 \text{ kg/cm}^2$ y un ELP de 824 kg/cm^2 ; en compresión paralela un MOR de 350 kg/cm^2 , un MOE de $41\,726 \text{ kg/cm}^2$ y un ELP de 298 kg/cm^2 ; para la resistencia al cizallamiento un MOR de 137 kg/cm^2 ; para la compresión perpendicular un ELP de 250 kg/cm^2 ; para la dureza tangencial 789 kg/cm^2 , radial 860 kg/cm^2 y transversal 1266 kg/cm^2 . Los usos más probables fueron construcción en estructuras con bajas cargas, interiores, durmientes, mangos de herramientas, postes; así mismo se puede utilizar en carpintería, puertas, pisos y ebanistería. Se concluye indicando que la madera de *Licaria triandra* es muy versátil y puede utilizarse en varias aplicaciones debido a sus propiedades físicas y mecánicas.

Palabras clave: madera, densidad, anisotropía, esfuerzo, dureza.

ABSTRACT

This research was carried out in the city of Jaén, in the laboratories of the Universidad Nacional de Cajamarca, to determine the physical and mechanical properties and probable uses of *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm wood. The samples were obtained according to NTP 251.008; the number and dimensions of specimens, according to each corresponding Technical Standard, were determined for the physical and mechanical properties, and the most probable use of the wood. The results obtained for physical properties were a basic density of 0,56 g/cm³, volumetric shrinkage of 11,88 % and maximum moisture content of 74,10 %; the anisotropy coefficient was 2,14. For mechanical properties, in static bending a MOR of 925 kg/cm², an MOE of 32 7746 kg/cm² and an ELP of 824 kg/cm²; in parallel compression a MOR of 350 kg/cm², an MOE of 41 726 kg/cm² and an ELP of 298 kg/cm²; for shear strength a MOR of 137 kg/cm²; for perpendicular compression an ELP of 250 kg/cm²; for tangential strength 789 kg/cm², radial 860 kg/cm² and transverse 1 266 kg/cm². The most probable uses were construction in structures with low loads, interiors, sleepers, tool handles, posts; it can also be used in carpentry, doors, flooring and joinery. It is concluded that *Licaria triandra* wood is very versatile and can be used in various applications due to its physical and mechanical properties.

Keywords: wood, density, anisotropy, stress, hardness.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En naciones desarrolladas, la catalogación de maderas conforme a sus propiedades físicas y mecánicas es un precepto ineludible para asegurar su óptima utilización. La madera, siendo uno de los materiales más empleados y requeridos por el ser humano, presenta propiedades variables que son influenciadas por múltiples factores como las condiciones edáficas, climáticas y el manejo silvicultural. El conocimiento de estas propiedades tecnológicas de la madera resulta fundamental para el aprovechamiento sostenible de los bosques, asimismo, es indispensable para comprender y prever su comportamiento en distintos contextos de uso (Villota et al., 2024, p. 1545). Por su parte, Batista et al. (2020, p. 1) señala que para lograr que el desarrollo de un Plan de Manejo Forestal Sostenible (PMFS) sea exitoso es fundamental comprender las características intrínsecas de la madera lo cual se consigue mediante investigaciones sobre las propiedades anatómicas, físicas, mecánicas, entre otras, de este material.

Guanotuña (2021, pp. 1-2) indica que, en la región tropical, muchas especies forestales carecen de información documentada, limitándose a reportes sobre morfología y localización, mientras que aspectos esenciales como la fisiología, características estructurales, ecológicas y tecnológicas de la madera no han sido estudiados. Aunque los países de la región poseen una amplia diversidad de especies forestales maderables, los estudios de sus propiedades tecnológicas se han concentrado en solo unas pocas especies, que han sido objeto de un aprovechamiento indiscriminado a lo largo de los años, lo que ha llevado a la peligrosa proximidad de la extinción de algunas especies. Esta situación ha llevado a un uso improvisado de las maderas en muchas ocasiones, lo que repercute en un bajo rendimiento, ya que no cumplen con las especificaciones requeridas para las aplicaciones previstas. Así mismo, Torres (2020, p. 9) señala que, en la industria de productos forestales, es fundamental tener acceso a información actualizada sobre las propiedades tecnológicas de las especies maderables para su aprovechamiento óptimo. Lamentablemente, hay varias especies maderables que carecen de esta información, lo cual resulta en su mal aprovechamiento o incluso son ignoradas. Este desequilibrio en la información lleva a una sobreexplotación de otras especies valiosas.

La flora arbórea en el Perú es notablemente diversa, un recuento más reciente para el país registró 4618 especies de árboles, incluidas 471 especies endémicas y seis variedades endémicas, siendo la familia Lauraceae con mayor cantidad de especies endémicas (Vásquez et al., 2018, pp. 17, 25). No obstante, el porcentaje de especies que han sido objeto de estudios tecnológicos básicos es de apenas un 7,6 %, lo que representa un vacío significativo en el conocimiento científico de estas especies. Aún más, tan solo un 3,2 % de las especies arbóreas del país se aprovechan comercialmente por su madera. Esta situación destaca la urgencia de investigar y desarrollar el área tecnológica de la madera para contribuir con el aprovechamiento sostenible de las especies arbóreas en el Perú (Portal, 2020, p. 288). Por su parte, Monge y Suasnabar (2019, p. 3) indica que la caracterización tecnológica de especies forestales permite su correcta utilización en las industrias madereras.

Por otro lado, Herrera (2019, p. 50) da a conocer que Perú tiene 16 géneros de los 23 géneros de la familia Lauraceae registrados en el mundo y el departamento de Cajamarca tiene representados 8 de ellos entre los cuales se encuentra el género *Licaria*, teniendo como especie representativa a *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm., la cual se encuentra en la provincia de San Ignacio. Sin embargo, se carece de información sobre las propiedades físicas y mecánicas de dicha especie lo que hace que su uso sea limitado en la zona, evidenciando una subutilización del recurso, dejando de lado el verdadero potencial que ofrece esta especie. En este contexto, se considera fundamental la presente investigación la cual pretende adquirir un conocimiento detallado de las propiedades físicas, mecánicas y usos probables de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm. en San Ignacio, de esta manera brindar información que permita ampliar las oportunidades de aprovechamiento y aplicaciones en la industria maderera o en programas de conservación. Para ello, se planteó como pregunta de investigación ¿Cuáles son las propiedades físicas, mecánicas y usos probables de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm., San Ignacio, Perú 2024?

Así mismo, se planteó como objetivo general: determinar las propiedades físicas, mecánicas y usos probables de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm., San Ignacio, Perú 2024. Mientras que los objetivos específicos fueron: determinar las propiedades físicas de densidad básica, humedad de la madera y contracción de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm.; determinar las propiedades mecánicas de resistencia a la flexión estática, compresión paralela y perpendicular a la fibra, cizallamiento y dureza de la madera de *Licaria*

triandra (Sw.) Kosterm.; proponer el uso más probable y recomendable de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm., de acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la investigación

Garzón et al. (2024) en su investigación determinaron las propiedades tecnológicas de la madera de *Chrysophyllum argenteum* Jacq; procedente de la parroquia Santa Rita, provincia Esmeraldas, Ecuador. La metodología del estudio presentó un enfoque cuantitativo, un tipo de investigación descriptiva y un diseño no experimental, se utilizó 7 árboles de los cuales se extrajo un total de 154 probetas, los ensayos se realizaron según las normas NTE INEN, COPANT y ASTM. Los resultados obtenidos indicaron un contenido de humedad de 43,10 %, densidad básica de 0,82 g/cm³ y contracción volumétrica total 9,42 % y la relación tangencial/radial de 1,16 %. En conclusión, la especie estudiada presentó madera pesada de densidad básica tipo “A” y puede ser usada en estructuras, construcciones, pisos, recubrimientos, tabiquería, ebanistería, y en chapas decorativas.

Sigala et al. (2023) en su estudio realizado en México, tuvo como objetivo determinar las propiedades físico-mecánicas de la madera de *Pinus greggii* var. *australis* obtenida de rodales naturales. Para ello aplicó una metodología no experimental que consistió en la extracción de cilindros de madera los cuales se extrajeron a 1,30 m de altura, mediante el taladro de Pressler en 16 árboles, ocho del borde y ocho del centro de la plantación. Los resultados indicaron una densidad básica de 0,47 g/cm³ y las propiedades mecánicas fueron Flexión estática (MOE = 87 601 kg/cm², ELP = 321 kg/cm², MOR = 571 kg/cm²), Compresión paralela (MOE = 87 487 kg/cm², ELP = 174 kg/cm², MOR = 246 kg/cm²) y Dureza Janka (L = 288 kg y T = 319 kg). Se concluyó que la madera de *Pinus greggii* var. *australis* se clasificó como ligera, y presentó valores de resistencia y dureza bajos, por lo tanto, no es recomendable para uso estructural, puede ser utilizada en estructuras que no requieran de mayor resistencia, como pasamanos de escaleras, madera torneada y artesanías.

Aldana (2021) evaluó las propiedades físico-mecánicas de la madera de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam., para lo cual se tomó en cuenta las normas técnicas colombianas (NTC), los resultados indicaron que las propiedades físicas de la madera fueron densidad básica de 0,67 g/cm³, lo que la clasifica como pesada; su coeficiente de estabilidad dimensional es de 1,65, lo que la categoriza como madera normal; y su contracción volumétrica total es del 13,5 %, considerada moderada. En cuanto a las propiedades mecánicas, tuvo una resistencia a la

compresión paralela de 380,23 kg/cm², clasificada como media, una resistencia a la compresión perpendicular de 149,36 kg/cm², considerada baja, y una resistencia al cizallamiento de 146,78 kg/cm². Finalmente se concluyó que la madera de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. es apta para la elaboración de estructuras como vigas, durmientes, columnas, pisos, puertas, mangos de herramientas y tableros.

Alvarado (2021) en su investigación describió las propiedades físicas de cinco especies forestales en Chimborazo, Ecuador, una de estas especies fue *Nectandra obtusata*, luego de aplicar la metodología correspondiente, logró obtener como resultados para esta especie una densidad en estado seco de 0,32 g/cm³ y en estado verde de 0,81 g/cm³.

Guanotuña (2021) realizó un estudio en el cual caracterizó las propiedades físicas de cinco especies forestales en la provincia de Chimborazo, Ecuador, una de estas especies fue *Nectandra membranacea*. Se utilizó cubos de madera y se determinó la densidad tanto en estado seco y verde. Como resultado para esta especie se logró obtener 0,48 g/cm³ y 0,69 g/cm³ de densidad en estado seco y verde respectivamente.

Espinoza (2021) realizó una investigación en Ecuador en la cual determinó las propiedades físicas de la especie *Ocotea insularis*, para ello se seleccionó siete árboles los cuales fueron usadas para sacar las muestras. La preparación de las probetas y determinación de las propiedades se realizaron en la Central de Innovación Maderera. Los resultados indicaron que el contenido de humedad fue del 66,01 %, densidad básica de 0,64 g/cm³, la contracción volumétrica total de 9,14 % y la relación tangencial/radial de 1,70 %. En conclusión, 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.

Carlosama (2020) determinó las propiedades tecnológicas de las especies *Ocotea pacifica*, *Magnolia chiguila* y *Psidium occidentale*. Para lo cual se aplicó empleó las Normas Instituto Ecuatoriano de Normalización para el dimensionado de la probeta con dimensiones de 10 cm × 5 cm × 5 cm, con las tres orientaciones. Los resultados indicaron que la especie *Ocotea pacifica* presentó un contenido de humedad seco al horno de 42,78 %, por ello se considera como una madera de mediana densidad, contracción longitudinal total de 1,05 %, contracción tangencial total de 2,15 % y contracción volumétrica de 2,77 %.

Mercado (2020) determinó las propiedades físicas y mecánicas de la especie *Cedrela odorata*, para ello se empleó normatividad exigida por la Corporación del Valle del Sinú y San Jorge (CVS), se realizaron ensayos de contenido de humedad, las densidades en húmedo, básica, anhidra y a partir de ensayos de tensión y flexión se determinó el esfuerzo último (UTS) módulo elástico (E), módulo de ruptura (MOR) y módulo elástico (MOE). Los resultados indicaron un contenido de humedad de 33,08 % y valores de densidades húmeda, básica y anhidra de 0,87, 0,64 y 0,69 g/cm³, respectivamente; de los ensayos mecánicos se obtuvo un UTS de 1 329,2 kg/cm², Módulo Elástico de 347 621,3 kg/cm² y valores de MOR y MOE de 1 334,6 y 171,1 kg/cm² respectivamente.

Alvis et al. (2017) realizó un estudio sobre las propiedades físico – mecánicas de la madera de la especie *Ocotea brevipetiolata* en el Municipio Sibundoy, departamento de Putumayo, Colombia; para lo cual se llevaron a cabo pruebas para evaluar tanto las propiedades físicas (densidad y contracción), como las propiedades mecánicas (flexión, corte, compresión paralela y perpendicular a la fibra). Estas pruebas se realizaron siguiendo los estándares establecidos por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). Los resultados muestran que la especie posee una densidad básica de 0,54 g/cm³ por lo que la JUNAC la clasifica dentro del grupo estructural “C”, según las contracciones muestran que la madera presenta una estabilidad dimensional alta según los esfuerzos admisibles a la flexión y cizallamiento pertenecen al grupo estructural “A” y según la compresión paralela y perpendicular se ubica en el grupo “B”; lo que indica que la resistencia a la flexión y cizallamiento es mejor que la resistencia a la compresión, por lo anterior se podría inferir que la madera presenta un usos potenciales para vigas y no para columnas. En conclusión, esta madera puede ser utilizada para aplicaciones en estructuras que no requieran soportar cargas pesadas, así como, en diversos elementos arquitectónicos como marcos de puertas y ventanas, revestimientos para cielos rasos y paredes, molduras, barandas de escaleras, y pisos, entre otros, así mismo puede ser usado en muebles, ebanistería, machihembrado e instrumentos musicales.

Cano (2024) en su investigación determinó propiedades físicas de la madera de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macb. para ello se utilizó 5 árboles de la especie provenientes de Imaza, Amazonas, Perú; estos fueron procesados para obtención de las muestras según Norma Técnica Peruana 251.008:2016. Los resultados indicaron que la especie estudiada tuvo un contenido de humedad de 44,25 %, densidad saturada 0,90 g/cm³, densidad básica 0,65

g/cm³ y densidad anhidra de 0,75 g/cm³; asimismo, la contracción tangencial total fue 8,11 %, contracción radial total 3,69 %, la contracción longitudinal total 0,31 %, la contracción volumétrica total 12,11 % y la relación T/R es de 2,20. Se concluyó que, *Apuleia leiocarpa* es una especie de madera dura y pesada, puede ser utilizada en construcciones pesadas, estructuras como columnas, vigas, pisos de parquet, construcción de embarcaciones, entre otros.

Tello (2023) determinó las propiedades físicas y mecánicas de la especie *Ocotea Jelskii* en el distrito de Tabaconas, San Ignacio, para lo cual se aplicó un diseño no experimental donde se utilizaron un total de 88 probetas, los ensayos fueron realizados según las Normas Técnicas Peruanas correspondientes. Los resultados indicaron que la especie en los ensayos físicos obtuvo un contenido de humedad de 11,97 % y densidad de 0,48 g/cm³, mientras que en los ensayos mecánicos tuvo compresión perpendicular 1,61 MPa, Compresión Paralela 7,93 MPa, Flexión Estática 10,68 MPa y Cizallamiento 1,73 MPa, concluyendo que la especie se encuentra clasificada en el grupo C según Norma Técnica E.010.

Portal (2020) estudió las propiedades de la especie *Ormosia paraensis* Ducke, para ello utilizó cinco árboles procedentes de Madre de Dios, de los cuales se sacó las muestras, se utilizó las Normas Técnicas Peruanas correspondientes. Los resultados de las propiedades físicas indican que la madera presenta una densidad básica alta y en función al índice de estabilidad se clasifica como estable y de buen comportamiento al secado, por lo que puede ser utilizada en construcciones pesadas, puentes y travesaños, pisos, chapas decorativas, ebanistería, mobiliario, carpintería de interior y exterior, instalaciones de lujo, escaleras, mangos de herramientas, trabajos de torno, cepillos, brochas, entarimados y artesanías.

Monge y Suasnabar (2019) determinaron las propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de tres especies forestales en Oxapampa, una de las especies fue *Ocotea cinerea*. Para ello se ejecutó el procedimiento según las Normas Técnicas Peruanas, la población fue de 451 árboles, la muestra fue de tres árboles por especie. Los resultados en cuanto a las propiedades físicas y mecánicas de *Ocotea cinerea* fueron: Contenido de humedad 50 %, densidad básica 0,51 g/cm³, Flexión estática MOR 741 kg/cm² y MOE 295,2 x 10³ kg/cm², compresión paralela 389 kg/cm² y 15,8 x 10³ kg/cm² de MOR y MOE respectivamente, dureza 346 kg y 355 kg lados y extremos respectivamente, y clivaje 41,79 kg/cm² y 56,32 kg/cm² tangencial y radial respectivamente.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. La madera

La madera, un material natural extraído de los troncos de los árboles, se caracteriza por su flexibilidad, resistencia y elasticidad variable, formada por una variedad de tejidos y células. Para que se produzca la madera, las plantas deben tener un crecimiento secundario, lo que implica un aumento en el diámetro de manera independiente al crecimiento longitudinal, formando capas concéntricas y circulares año tras año. Este material ha sido utilizado desde las primeras civilizaciones como el principal recurso de construcción. La madera se destaca por ser ligera, resistente y fácil de trabajar, además de ser un recurso renovable ampliamente disponible en la naturaleza (Mercado, 2020, p. 15).

Por su parte, Carlosama (2020, p. 11) indica que la madera se caracteriza por ser un tejido vegetal leñoso formado por la unión de células, que incluyen la pared celular y el lumen interior de la célula. Las características de tamaño, forma y distribución, junto con otros elementos anatómicos como los radios leñosos y la presencia de canales resiníferos o vasos, definen las diferentes especies de madera. Cada especie posee sus propias características distintivas, lo que la convierte en un material interesante debido a las infinitas posibilidades de uso que ofrece. La estructura de la madera es no homogénea e incluye componentes como la corteza externa, el cambium, la albura, el duramen, la médula y los anillos de crecimiento.

Así mismo, Alvarado (2021, p. 5) señala que la madera es un material biológico que se encuentra principalmente en el tronco de los árboles y que tiene un gran valor económico debido a su capacidad de aprovechamiento. Este material se distingue por su porosidad y resistencia, lo que lo diferencia de otros materiales de construcción y le otorga diversas ventajas. En su estructura, la madera está formada por numerosas células que desempeñan diversas funciones, distribuidas de manera única dentro del material.

Categorías de la madera. De acuerdo con Fernández (1992, como se citó en Mercado, 2020, p. 15), la madera se divide en tres categorías principales:

La *madera estructural* se somete a un análisis y diseño estructural específico, clasificándose según sus propiedades mecánicas y el uso previsto de las piezas aserradas.

La *madera comercial* se agrupa según su apariencia y características físicas, sin considerar sus propiedades mecánicas. Este tipo de madera se utiliza principalmente en trabajos generales de construcción.

Por último, la *madera de elaboración* se emplea en la carpintería y ebanistería para la fabricación de puertas, marcos y otras piezas decorativas y funcionales.

Tipos de madera. De acuerdo con Alvarado (2021, p. 5) se pueden encontrar diferentes tipos de madera entre los cuales se tiene los siguientes:

Maderas blandas. Se refieren a las maderas provenientes de árboles de crecimiento rápido, principalmente de especies coníferas. Estas maderas son menos densas y más blandas en comparación con las maderas duras, lo que se refleja en un precio considerablemente inferior. Además, su vida útil suele ser más corta que la de las maderas duras. La manipulación de las maderas blandas es más sencilla, aunque suelen generar una mayor cantidad de virutas y astillas como desventaja (Jové, 2017, p. 4). Por su parte Carpio (2010, pp. 11-12) señala que estas maderas, típicamente de tonalidades claras, suelen provenir de regiones de clima frío, incluyendo varias especies de pinos y coníferas. Entre los problemas comunes que suelen presentar se encuentran la podredumbre y la carcoma, lo que justifica la necesidad de un tratamiento previo antes de su uso.

Maderas duras. Se refieren a las maderas provenientes de árboles que crecen de manera lenta, lo que las hace más densas y capaces de resistir mejor las condiciones climáticas adversas en comparación con las maderas de crecimiento rápido. Debido a su lento crecimiento, estas maderas son considerablemente más costosas que las blandas (Jové, 2017, p. 4). Así mismo, Carpio (2010, pp.11-12) expresa que las maderas duras, típicas de regiones templadas y tropicales, se distinguen de las maderas blandas por su amplia variedad en textura y color. Estas maderas exhiben una serie de atributos que las convierten en materiales altamente valorados y costosos. Entre estas cualidades se destacan su notable facilidad de manipulación, durabilidad, resistencia y atractivo estético.

Maderas resinosas. Según señala Marin (2017, p. 3), se clasifican como una subdivisión dentro del grupo de las maderas blandas, aunque presentan características mecánicas superiores a estas últimas. Por otro lado, López (2015, p. 3) destaca su notable resistencia a la humedad, lo que amplía sus posibilidades de uso en diversas aplicaciones. Aunque su uso más común es en la elaboración de papel, estas maderas ofrecen un abanico de opciones gracias a su durabilidad y versatilidad.

2.2.2. *Propiedades físicas de la madera*

La madera, como material, exhibe una diversidad de propiedades físicas que condicionan su respuesta ante los diversos elementos presentes en su entorno natural. Estas propiedades varían significativamente entre diferentes tipos de madera, determinadas por factores tales como su grado de higroscopicidad, contenido de humedad, densidad y contracción (Paguay, 2013, p. 11).

Contenido de Humedad. Se define como la relación entre la masa de agua contenida en la madera y su masa seca, es inversamente proporcional a la densidad básica, puesto que cuanto mayor sea el volumen de agua presente, menor será la cantidad de otros elementos de la madera. En el caso de la madera recién talada, se pueden distinguir distintos tipos de agua, como el agua libre o capilar, que se encuentra en los espacios celulares y entre las células; el agua de impregnación, que se encuentra en las paredes celulares; y el agua de adsorción química, que forma parte de la estructura química de la madera. La influencia del contenido de humedad en las propiedades de la madera determina la facilidad con la que este material puede ser trabajado. La cantidad de agua presente en la madera afecta sus propiedades mecánicas y su volumen, lo que requiere un conocimiento adecuado de esta propiedad desde la etapa de la cosecha hasta el producto final, para evitar limitaciones en su uso. Existen varios métodos para determinar el contenido de humedad de la madera, siendo los más comunes el método de pesaje, los métodos químicos de destilación y valoración, y los métodos que emplean aparatos eléctricos. El método de pesaje, aunque es el más utilizado debido a su precisión, puede resultar lento y laborioso, requiriendo una báscula correctamente calibrada y habilidad por parte del operador para evitar que la muestra seca absorba humedad del ambiente durante el proceso de pesaje. El contenido de humedad se obtiene a través de la diferencia entre el peso de la madera húmeda y el peso de la madera seca después de haber pasado por el horno a 103 ± 2 °C en proceso de secado hasta alcanzar peso constante (Lameira y Souza, 2021, pp. 20-21).

La madera es un material higroscópico, lo que significa que absorbe agua del ambiente circundante. Su contenido de humedad varía según la humedad relativa y la temperatura del aire, influyendo en su peso y volumen. El equilibrio de humedad de la madera está determinado por la humedad relativa del aire, y su contenido máximo corresponde a la saturación de agua en los lúmenes y paredes celulares. Esto afecta directamente propiedades como el peso, contracción y fuerza de la madera. En los árboles, el volumen de humedad

puede variar significativamente yendo desde 30 % a más de 200 % del peso de sustancia de madera, lo que destaca la importancia de comprender y controlar este aspecto para asegurar la estabilidad y durabilidad de la madera en diversas aplicaciones (Mercado, 2020, p. 20).

La determinación del contenido de humedad se lleva a cabo conforme al protocolo establecido en la norma NTP 251.010 – 2014, y se obtiene mediante el cálculo utilizando la fórmula:

$$CH\% = \frac{m1 - m2}{m2} * 100$$

Donde:

m1= masa de la probeta antes de ser secada (g).

m2 = masa de la probeta después de ser secada en la estufa (g).

Densidad básica. La densidad es un parámetro crucial en la caracterización de la madera, siendo un indicador clave de sus propiedades tecnológicas. Esta importancia se debe a su estrecha relación con características intrínsecas como la porosidad y la higroscopicidad del material. La densidad refleja la cantidad de materia sólida en comparación con los espacios vacíos entre las células de la estructura celular, y varía a lo largo del tronco del árbol, lo que puede afectar la calidad del material resultante. Además, la densidad puede cambiar con la edad del árbol, sus características individuales y el entorno de crecimiento. Identificar las especies de madera más adecuadas para diferentes usos se basa en la densidad, y en este sentido, las especies nativas han ganado importancia debido a sus características específicas y su idoneidad para ciertas aplicaciones (De Souza et al., 2020, p. 260). La densidad básica se define como el resultado de la masa seca dividida por el volumen saturado, donde la masa seca se obtiene manteniendo las muestras en estufa a 103 °C hasta que la masa se estabilice, mientras que el volumen saturado se logra cuando las muestras sumergidas en agua alcanzan un peso constante. La densidad básica se reconoce como la propiedad física más crucial de la madera, ya que está estrechamente relacionada con otras propiedades y el uso final del material. Dicha propiedad resulta de una combinación de varios factores, como las dimensiones de las fibras, el espesor de las paredes celulares, la diferencia entre duramen y albura, el volumen de los vasos y el parénquima, y la disposición de los elementos anatómicos. Esta propiedad sigue siendo un factor crítico para evaluar la calidad de la madera y se utiliza ampliamente para monitorear y controlar la calidad en diversos procesos industriales, así como en la producción de papel y celulosa, paneles de madera, producción de

madera aserrada y otros productos derivados de la madera. Aunque no es el único parámetro a considerar, su evaluación y seguimiento son esenciales para garantizar el uso óptimo y eficiente de la madera en diversas aplicaciones (Lameira y Souza, 2021, pp. 21-22).

Para determinar esta propiedad, se sigue el procedimiento detallado en la norma técnica NTP 251.011-2014 (actualizada en 2019) y se calcula utilizando la siguiente fórmula:

La determinación de la densidad se lleva a cabo conforme al protocolo establecido en la norma NTP 251.011-2014 (actualizada en 2019), y se obtiene mediante el cálculo utilizando la fórmula:

$$\text{Densidad básica (g/cm}^3\text{)} = \frac{P_{sh}}{V_s}$$

Donde:

P_{sh} : Peso de la probeta seca al horno (g).

V_s : Volumen de la probeta en estado saturado (cm³).

Contracción. La madera es altamente sensible a los cambios en la humedad relativa del entorno, lo que provoca variaciones en sus dimensiones. Estos cambios se manifiestan como hinchamiento o contracción, expresados como un porcentaje de cambio con respecto a las dimensiones originales. Sin embargo, estas contracciones y expansiones varían en magnitud según la dirección de la fibra de la madera: son mayores en la dirección tangencial que en la radial, y a su vez, estas son mayores que en la dirección longitudinal. Esto significa que la madera no solo experimenta cambios en su volumen o dimensiones, sino que también sufre distorsiones en su forma. (Fierro y Asintimba, 2019, como se citó en Cartuche, 2022, p.13). Los valores promedio de contracción total para la mayoría de las especies comerciales de madera se encuentran dentro de ciertos rangos establecidos: longitudinalmente, entre el 0,1 % y el 0,3 %; radialmente, entre el 2 % y el 8 %; y tangencialmente, entre el 3,5 % y el 17 % (Serrano, 2019, p. 7). Los tipos de contracción de la madera son: Contracción longitudinal, Contracción tangencial, Contracción radial, Contracción volumétrica y Relación tangencial-radial que es el índice diferencial de contracción total entre la contracción tangencial (CT) y radial (CR), se determina mediante la división entre la contracción tangencial con la radial (Igartúa et al., 2009, como se citó en Cartuche, 2022, p. 13).

2.2.3. *Propiedades mecánicas de la madera*

Las propiedades mecánicas de la madera reflejan cómo responde este material a diferentes cargas, considerando su naturaleza heterogénea, su estructura anatómica y diversos factores influyentes. Entre estos factores se encuentra el peso específico, donde una mayor densidad se relaciona con una mayor resistencia; el contenido de humedad también juega un papel crucial, ya que las propiedades mecánicas varían en función de la cantidad de agua presente en la madera, siendo inversamente proporcionales por debajo del punto de saturación de las fibras. Además, la dirección de las fibras afecta la resistencia, especialmente cuando están orientadas en paralelo o perpendicular al eje del elemento estructural; la presencia de nudos también influye significativamente, reduciendo la resistencia en pruebas como tracción, compresión paralela y flexión (Martínez y Rodríguez, 2022, p. 13).

En el contexto de la madera, se identifican diversos tipos de esfuerzos según su modalidad de actuación. En el marco de este estudio, se examinan distintas propiedades mecánicas de la madera, las cuales abarcan:

Compresión paralela. La resistencia a la compresión paralela es la capacidad de la madera para resistir las fuerzas externas que intentan aplastarla en dirección paralela a sus fibras, lo que resultaría en una disminución de su longitud y un aumento en su sección transversa (Osis y Muñoz, 2022, p. 16).

Según la NTP 251.014 (2014, p. 4) la resistencia máxima a la compresión axial paralela al grano y el esfuerzo al límite proporcional se calculan mediante las fórmulas:

$$RM = \frac{P}{A}$$

$$ELP = \frac{P'}{A}$$

Donde:

RM : resistencia máxima por compresión axial, en kg/cm².

ELP : esfuerzo al límite proporcional, en kg/cm².

P' : carga soportada por la probeta hasta el límite proporcional, en kg.

P : carga máxima soportada por la probeta, en kg.

A : área de la sección transversal de la probeta calculada antes del ensayo, en cm²

Compresión perpendicular. La resistencia a la compresión perpendicular a la fibra se refiere a la capacidad de la madera para resistir fuerzas aplicadas perpendicularmente a la dirección de las fibras. Bajo este tipo de carga, la madera puede soportar la carga sin experimentar una falla evidente. A medida que aumenta la magnitud de la carga, la pieza de madera se comprime, lo que resulta en una mayor densidad y, por ende, en una mayor capacidad para resistir cargas adicionales. Este proceso implica que los pequeños cilindros que representan las fibras se aplasten gradualmente (López, 2021, p. 39).

Según la NTP 251.016 (2015, p.5) para el cálculo del esfuerzo al límite proporcional se aplica la fórmula:

$$ELP = \frac{P'}{S}$$

Donde:

ELP: esfuerzo al límite proporcional en Kg/cm²

P' : carga al límite proporcional

S : superficie impresa sobre la probeta por la pieza de presión medida en cm²

Flexión. Según Urban (2011, p. 6, como se citó en Osis y Muñoz, 2022, p. 18), la resistencia a la flexión se refiere a la capacidad de una viga o pieza de madera para resistir su deformación cuando se le aplica una carga. Si el esfuerzo de flexión no excede el límite de elasticidad de la madera, una vez que cese la carga, la madera puede recuperar su forma original. Esto sugiere que la madera tiene la capacidad de resistir deformaciones bajo ciertas condiciones de carga y puede volver a su forma inicial una vez que cese la carga aplicada. De acuerdo con Monge y Suasnabar (2019, p. 30) la flexión estática ocurre cuando las fuerzas aplicadas al cuerpo tienden a curvarlo, generando tracción en una zona y compresión en otra.

Según NTP 251.017 (2019, pp. 6-8) los resultados de la flexión estática se expresan de la siguiente forma:

- Determinación de la carga al límite proporcional (P'): La carga al límite proporcional, se determina sobre la curva carga – deformación, trazando una tangente desde cero y que corresponde al punto de carga donde la tangente se separa de la curva.
- Cálculo del esfuerzo de la fibra al límite proporcional (ELP): se calcula según la fórmula:

$$ELP = \frac{3 P' L}{2 a e^2}$$

Donde:

ELP: esfuerzo de la fibra al límite proporcional en kg/cm²

P' : carga al límite proporcional en kg.

L : distancia entre soportes, luz de la probeta en cm.

a : ancho de la probeta en cm.

e : espesor de la probeta en cm.

- Cálculo del módulo de ruptura (MOR): Se calcula con la fórmula:

$$MOR = \frac{3 PL}{2 a e^2}$$

Donde:

MOR : módulo de ruptura en kg/cm².

P : carga máxima en kg.

L : distancia entre los soportes, luz de la probeta en cm.

a : ancho de la probeta en cm.

e : espesor de la probeta en cm.

- Cálculo del módulo de elasticidad (MOE): Se calcula con la fórmula:

$$MOE = \frac{P' L^3}{4 a e^3 Y}$$

Donde :

MOE : módulo de elasticidad en kg/cm²

P' : carga al límite proporcional en kg.

L : distancia entre los soportes, luz de la probeta en cm.

a : ancho de la probeta en cm.

e : espesor de la probeta en cm.

Y : deflexión en el centro de la luz al límite proporcional en cm.

Cizallamiento o corte. El esfuerzo de corte en la madera se refiere a la resistencia que ofrecen las fibras de la pieza cuando dos fuerzas paralelas intentan cortar la sección

transversal del material. Este esfuerzo está influenciado por la cohesión entre los elementos de la madera y varía en los tres planos de corte y en el tipo de grano. La resistencia al cizallamiento depende principalmente de la lignina, especialmente de la lámina media, y también del plano de la pieza: es mayor en dirección radial que en tangencial. Generalmente, varía entre 25 y 200 kg/cm², y se observa que, a mayor densidad básica, mayor es la resistencia al cizallamiento (Ccahuana, 2019, p. 38).

$$\text{Resistencia cizallamiento} = \frac{P'}{A} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

Donde:

P : peso máximo soportado por la muestra en kg.

A : superficie en que se origina el cizallamiento en cm².

Dureza. La dureza de la madera se refiere a su capacidad para resistir la penetración por parte de objetos como clavos o tornillos, así como su susceptibilidad a ser trabajada mediante herramientas como el aserrío o el cepillado. Por lo general, una mayor densidad está asociada con una mayor dureza, mientras que la madera con alto contenido de humedad tiende a ser menos dura. Dentro de la estructura de la madera, el duramen suele ser más duro que la albura. Además, las maderas con fibras de paredes gruesas, pocos vasos y parénquima apotraqueal suelen ser más duras que aquellas con fibras de paredes medianas, numerosos vasos o parénquima paratraqueal. Otros factores que influyen en la dureza incluyen la edad de la madera, siendo la madera tardía generalmente más dura que la temprana. La presencia de inclusiones como cristales inorgánicos también puede afectar la dureza. Además, el grano recto se asocia con una menor resistencia a la penetración de objetos en comparación con maderas con grano irregular. Finalmente, el plano de corte también puede influir en la dureza percibida de la madera (Ccahuana, 2019, p. 38).

2.2.4. Generalidades de la especie *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm.

Taxonomía. Según el portal web Tropicos.org (2025) la clasificación taxonómica de la especie *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm es la siguiente:

División	:	Angiospermae L.
Clase	:	Equisetopsida C. Agardh
Subclase	:	Magnoliidae Novák ex Takht.

Superorden	:	Magnolianaes Takht.
Orden	:	Laurales Juss. ex Bercht. y J. Presl
Familia	:	Lauráceas Juss.
Género	:	<i>Licaria</i> Aubl.
Nombre científico:		<i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm
Nombres comunes:		Latero (Zona de estudio).

Descripción botánica. Árbol que alcanza hasta 15 metros de altura, con un fuste recto y cilíndrico. La corteza externa es escamosa o con lenticelas de color marrón claro, mientras que la interna es homogénea y de color amarillento, con un olor fragante. Las ramificaciones comienzan a partir del segundo tercio del fuste. Las hojas son simples, alternas, perennes, glabras y coriáceas, dispuestas en espiral, delgadas y largas, con láminas de 12 a 15 cm de longitud y una nerviación pinnada. Los órganos reproductivos presentan inflorescencias en panículas terminales y flores hermafroditas pequeñas de unos 3 mm de longitud, de color rosa o blanco. El pistilo está dividido en 4 partes, con una corola pequeña y abundante, mientras que el androceo es de color rosado y tiene pequeñas extensiones. Los frutos son ovoides y de color negro, con una cúpula con margen exterior patente a reflexo (Rojas, 2023, p. 46).

Distribución. Se distribuye en los países de Bolivia (La Paz, Santa Cruz), Costa Rica, Nicaragua, México (Chiapas), Panamá, Ecuador, Venezuela (Zulia) y Perú (Tropicos.org, 2025). En Perú se encuentra en el departamento de Cajamarca, en la provincia de San Ignacio (Herrera, 2019, p. 53), también se encuentra en los departamentos de Amazonas, Tumbes, Loreto (Reynel et al., 2003, p. 176, como se citó en Mamani, 2024, p. 39).

Ecología. La especie crece en bosque seco Tropical (transicional a bosque húmedo Subtropical) entre 1000 – 1500 m s.n.m (Herrera, 2019, pp. 52, 56). Por su parte, el autor Reynel et al. (2003, como se citó en Mamani, 2024, p. 39) indica que la especie *Licaria triandra* es una especie esciófita que crece en los bosques amazónicos con presencia de lluvias elevadas y constantes, suelos limosos a arcillosos, con buen drenaje, fértiles y generalmente habita hasta los 2000 m s.n.m.

Usos. La madera se utiliza en construcción, carpintería, y ebanistería (Reynel et al., 2007, p. 25, como se citó en Rojas, 2023, p. 47).

2.3. Definición de Términos Básicos

Madera. Se define como madera a las secciones de un árbol que tienen valor económico, típicamente los troncos, y en algunos casos más amplios, también incluyen ramas y raíces (Chicaiza, 2022, p. 20).

Probeta de madera. Una probeta de madera es una pieza con dimensiones y forma particulares, creada a partir de una viga seleccionada con ese propósito específico (NTP 251.008, 2016, p. 3).

Propiedades físicas. Son atributos medibles que describen cómo se comporta la madera en respuesta a las influencias del medio ambiente (Chicaiza, 2022, p. 20).

Contenido de humedad. El contenido de humedad de la madera se caracteriza como la cantidad de agua presente en el material, representada usualmente como un porcentaje del peso de la madera que ha sido secada en un horno (Rahimi et al., 2021, como se citó en Chicaiza, 2022, p. 20).

Densidad. También conocida como peso específico, se define como la relación entre el peso de una muestra y su volumen, siendo medidos ambos con el mismo grado de humedad. Se expresa matemáticamente como: $Pe = \text{Peso} / \text{Volumen}$ (Alvarado, 2021, p. 19).

Propiedades mecánicas. Se refieren a cómo responde este material frente a fuerzas internas o externas. Dada su capacidad para proporcionar soporte, la madera desempeña un papel vital en una amplia gama de aplicaciones (Ruíz, 2020, p. 7).

Resistencia a la compresión paralela. Los esfuerzos de compresión paralela a las fibras son aquellos que actúan en la misma dirección que la orientación de las fibras de la madera. Esto se debe a que las fibras están alineadas con su eje longitudinal en esa dirección y coinciden con él. La resistencia de la madera a la compresión paralela a las fibras es aproximadamente la mitad de su resistencia a la tracción (Sánchez, 2021, p. 11).

Resistencia a la compresión perpendicular. Bajo estas condiciones de carga, las fibras experimentan un esfuerzo perpendicular, lo que permite que la madera sea cargada sin que se produzca una falla evidente. La resistencia está definida por el esfuerzo de límite proporcional, el cual oscila entre aproximadamente 1/4 y 1/5 del esfuerzo de límite proporcional en compresión paralela (Sánchez, 2021, p. 11).

Resistencia a la flexión. Es la capacidad de una viga o probeta para resistir una carga puntual aplicada en el centro del tramo libre o la distancia entre los puntos de apoyo, en la cara más próxima a la médula (Ruíz, 2020, p. 7).

Resistencia al corte. Se refiere a la habilidad para resistir fuerzas que buscan hacer que una parte del material se deslice sobre la parte contigua a ella. Este desplazamiento ocurre en la misma dirección que las fibras; si fuera perpendicular a ellas, no se produciría la rotura, ya que la resistencia en esta dirección es alta y la madera se fractura por otro efecto antes de este deslizamiento (Sánchez, 2021, p. 14).

Dureza. La dureza de la madera se basa en la cohesión de sus fibras y su estructura. Se refiere a la resistencia que ofrece el material a ser penetrado o trabajado por elementos externos. A su vez, la densidad de la madera está estrechamente relacionada con su dureza; en general, maderas más densas tienden a ser más duras (Jara, 2021, p. 16).

CAPÍTULO III

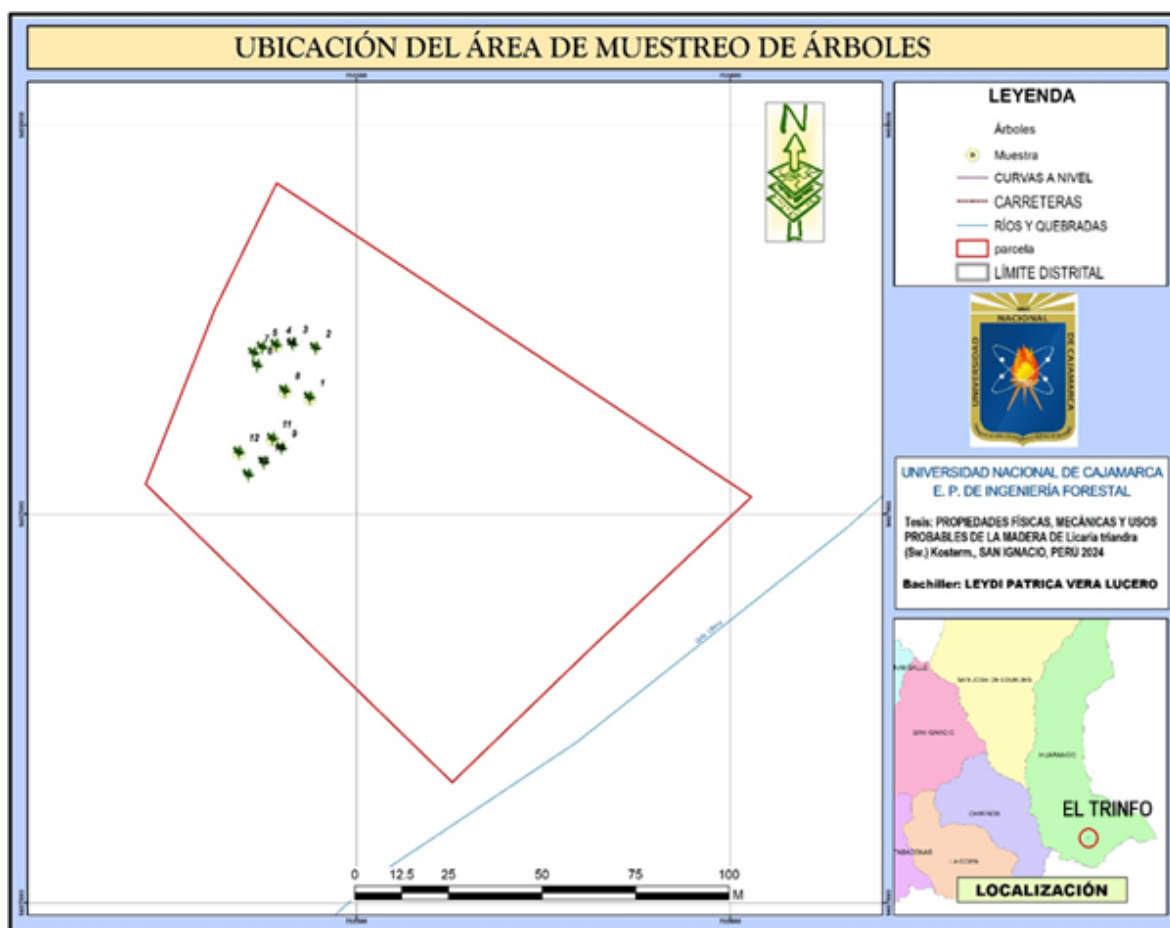
MARCO METODOLÓGICO

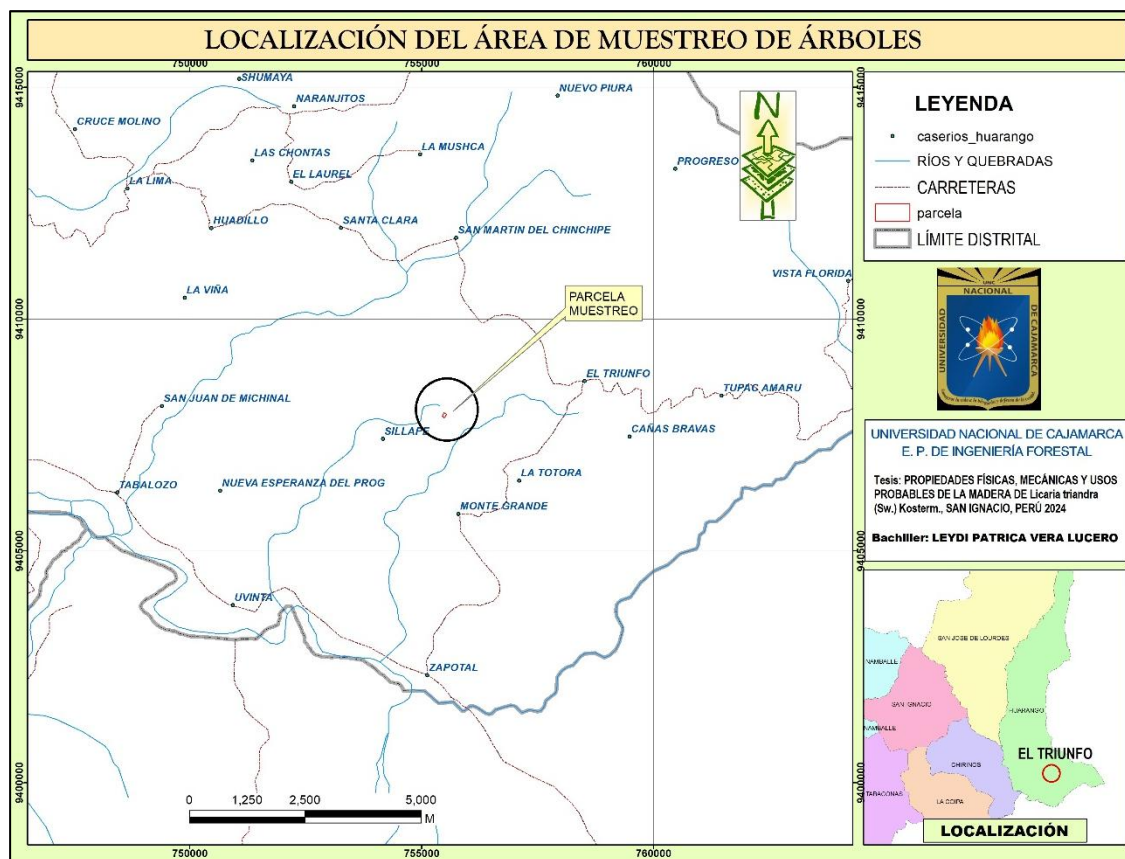
3.1. Localización de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo en dos fases: la primera fase se realizó en campo donde se hicieron la recolección de muestras de madera de la especie *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm., en el caserío El Triunfo, ubicado en el distrito de Huarango, en la provincia de San Ignacio (figura 1). La segunda fase se hizo en laboratorio, donde se hicieron los ensayos de propiedades físicas y mecánicas realizados en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional de Cajamarca, en su Filial de Jaén.

Figura 1

Mapas de ubicación de área de estudio





Accesibilidad.

Para llegar al lugar de obtención de la muestra se parte de la ciudad de Jaén, hasta la localidad de Cruce de Shumba ubicado a 25,5 km, a través de una carretera asfaltada en buenas condiciones, de allí se prosigue hasta el Puente Guayape, ubicado a 21,5 km, a través de una carretera afirmada en buen estado de conservación; de allí se continúa con dirección al centro poblado El Triunfo del distrito de Huarango, a través de una carretera afirmada en regular estado de conservación, por 20,40 km; la parcela de muestreo se encuentra 1,50 km antes de arribar a este centro poblado.

3.2. Tipo y Diseño de la Investigación

La naturaleza de la investigación fue aplicada, ya que el resultado del estudio proporcionó información relevante que contribuye a abordar y resolver problemas concretos que afectan a la sociedad. Según Baena (2017, p. 18) “la investigación aplicada se enfoca en estudiar problemas específicos con el objetivo de encontrar soluciones prácticas, se centra en cómo se pueden utilizar los conocimientos para resolver problemas concretos en la vida real”.

En cuanto a su nivel se clasificó como descriptiva, puesto que se enfocó en describir detalladamente las propiedades específicas de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm.

Según Cejas y Patro (2022, p. 12) “la investigación con nivel descriptivo se encarga de describir y detallar cómo es un fenómeno, evento, grupo de personas, comunidad, proceso u objeto”

En términos de diseño, se caracterizó como no experimental, dado que no implicó la manipulación o control de variables independientes y dependientes, ni la aplicación de tratamientos o intervenciones. En su lugar, se limitó a la observación y descripción de las variables de estudio sin alterar las condiciones naturales del objeto de investigación.

3.2.1. *Matriz de Operacionalización de Variables*

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables de la investigación

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala
Propiedades físicas	Son características cuantitativas de la madera que condicionan su respuesta ante los diversos elementos presentes en su entorno natural (Paguay, 2013, p. 11).	Densidad básica	g/cm ³	De razón
		Contenido de humedad	%	
		Contracción de la madera	%	
Propiedades mecánicas	Son cualidades de la madera que reflejan cómo responde este material a diferentes cargas (Martínez y Rodríguez, 2022, p.13).	Resistencia flexión estática	kg/cm ²	De razón
		Resistencia compresión paralela	kg/cm ²	
		Resistencia compresión perpendicular	kg/cm ²	
		Resistencia cizallamiento	kg/cm ²	
		Dureza	kg/cm ²	

3.2.2. *Unidad de análisis – población y muestra*

Población. “Es el conjunto de elementos, personas o cosas con características similares pertinentes a una investigación” (Cejas y Prato, 2022, p. 34). En el presente trabajo la población de interés estuvo compuesta por todos los árboles de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm. en estado de madurez, presentes en el área de estudio.

Muestra. “Es una parte representativa de la población” (Cejas y Prato, 2022, p. 34). La muestra se compuso de árboles seleccionados específicamente para la extracción de probetas de madera, las cuales fueron utilizadas para determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

El método de muestreo empleado fue no probabilístico por conveniencia, siguiendo las directrices establecidas en la norma técnica NTP 251.008:1980 (revisada en 2012) titulada "MADERAS. Selección y colección de muestras". Esta normativa sugiere que, en estudios iniciales o exploratorios sobre tecnología de la madera, se realice un muestreo de cinco (05) árboles de la especie forestal en cuestión. Dichos árboles fueron seleccionados aleatoriamente de entre todos aquellos previamente identificados y localizados, debiendo cumplir con el requisito de ser árboles maduros. Al seguir estas directrices, se obtuvieron las probetas necesarias para llevar a cabo los ensayos de propiedades físicas y mecánicas, y el número requerido de probetas para cada ensayo estuvo determinado por las respectivas normas técnicas aplicables.

Unidad de Análisis. Fueron las probetas que se confeccionó a partir de los árboles previamente seleccionados en las muestras. Estas probetas se obtuvieron mediante el proceso de aserrío de las trozas aprovechadas, con especial atención en lograr cortes perfectamente alineados con los planos de la madera, tangencial y radial durante este procedimiento, asegurando así la calidad y la representatividad de las probetas obtenidas. Las dimensiones de las probetas dependen de cada norma técnica que se aplicó según ensayo, tal como se muestra en la tabla 2. Los números de probetas que se muestran en la tabla 2, son por cada árbol muestreado.

Tabla 2

Dimensión y número de probetas para ensayos según norma técnica

Propiedad de la madera	Dimensiones (cm)	Nº probetas/ árbol	Norma Técnica referencia
Densidad	3 x 3 x 10	10	NTP 251.011:2014
Contenido de humedad	3 x 3 x 10	10	NTP 251.010:2014
Contracción	3 x 3 x 10	10	NTP 251.012:2015
Flexión estática	2,5 x 2,5 x 41	2	NTP 251.017:2014
Compresión paralela al grano	5 x 5 x 20	2	NTP 251.014:2015
Compresión perpendicular al grano	5 x 5 x 15	2	NTP 251.016: 2015
Cizallamiento o corte	5 x 5 x 6.5	2	NTP 251.013: 2015
Dureza	5 x 5 x 15	2	NTP 251.015: 2014

3.2.3. *Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Fuentes. “Una fuente es un recurso que proporciona datos y conocimientos necesarios para la investigación” (Sánchez et al., 2018, p. 71). En el presente estudio se obtuvo información de fuentes primarias. La recolección de datos realizada en los instrumentos específicos durante la ejecución de los diversos ensayos de laboratorio para cada propiedad en estudio.

Técnicas. Cejas y Prato (2022, p. 18) señala que “las técnicas son distintas formas y maneras de obtener información”. En la presente investigación la técnica empleada fue la observación directa con la presencia del investigador, abarcando todos los procesos de los ensayos de propiedades físicas y mecánicas de la madera, desde la recolección de muestras hasta las actividades de laboratorio.

Instrumentos. Cejas y Prato (2022, p. 18) señala que “los instrumentos son recursos utilizados para extraer información”. Los instrumentos utilizados fueron los formatos guía o fichas para la recolección de datos de laboratorio, los cuales estuvieron en conformidad con las normas técnicas pertinentes, según se detalla en la tabla 2. No se crearon nuevos formatos para la recolección de datos, utilizando en su lugar los establecidos por las normativas mencionadas.

3.2.4. *Procedimiento para determinar el uso más probable*

Para determinar los posibles usos que son recomendables para la madera de *Licaria triandra*, en función a las propiedades físicas y mecánicas obtenidas, se obtuvo sugerencias de uso o aplicación de la madera de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas, elaborado por investigadores, reuniendo las recomendaciones por propiedades físicas, por grupo de requerimientos de propiedades, de especies similares a *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm; de esta manera, se propuso finalmente el uso más adecuado de la especie.

3.2.5. *Validación y prueba de confiabilidad de los instrumentos*

“La validez es el grado en que realmente un instrumento mide la variable estudiada y para determinarla se emplea el juicio de expertos; mientras que la confiabilidad es el grado en que un instrumento es capaz de producir resultados coherentes y consistentes” Cejas y Prato (2022, p. 38). En el presente trabajo de investigación los instrumentos utilizados consistieron en formatos o fichas guía de recolección de datos de laboratorio, los cuales están claramente

especificados en las normas técnicas mencionadas en la tabla 2. Estos instrumentos están diseñados de manera que no requieren validación por parte de expertos locales, ya que están rigurosamente estandarizados según los criterios establecidos en las normativas correspondientes. Dado que no se emplearon instrumentos estructurados, no fue necesario realizar pruebas de confiabilidad.

3.2.6. *Técnica del procesamiento y análisis de datos*

Los datos recopilados durante los ensayos de laboratorio en los instrumentos mencionados, fueron meticulosamente digitalizados y organizados en una hoja de cálculo para su posterior procesamiento. Este proceso comprendió el cálculo de las diversas propiedades físicas y mecánicas relevantes para el estudio en cuestión. Una vez que los datos estuvieron registrados, se procedió a realizar un análisis detallado utilizando técnicas de estadística descriptiva. Este análisis nos permitió obtener una visión clara de la tendencia central y la dispersión de los datos, lo que resultó crucial para validar los resultados de acuerdo con los estándares establecidos en las normas técnicas pertinentes. Además, se elaboraron tablas y gráficos estadísticos con el fin de representar visualmente los resultados de manera clara y precisa facilitando la interpretación de los datos. Para llevar a cabo el procesamiento de los datos y la generación de tablas y gráficos, se empleó el software MS Excel, conocido por su versatilidad y capacidad para manejar grandes cantidades de datos de manera eficiente y efectiva.

3.2.7. *Aspectos éticos considerados*

Durante todas las etapas del proceso investigativo, desde la formulación del plan hasta la redacción del informe final, se garantizó el cumplimiento riguroso de los principios éticos establecidos por instituciones de renombre en el ámbito de la investigación, tales como la UNESCO y CONCYTEC. Esto implica un estricto apego a las Normas Técnicas Peruanas y extranjeras pertinentes, así como al cumplimiento de las leyes, regulaciones y normativas aplicables para acceder a los recursos forestales objeto de estudio. Se veló por el respeto hacia el medio ambiente, las instituciones y las comunidades locales de donde se obtuvieron las muestras, asegurando una interacción ética y colaborativa. Asimismo, se preservó la integridad de la propiedad intelectual de terceros, garantizando el reconocimiento adecuado de la autoría de los investigadores mediante la correcta citación de las fuentes bibliográficas consultadas durante el proceso de investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Propiedades físicas de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm.

Tabla 3

Propiedades físicas de la madera Licaria triandra (Sw.) Kosterm

N.º	Propiedad física	Ítem	Valor	Norma de referencia
1	Densidad básica	X (g/cm ³)	0,56	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	5,34	
2	Densidad anhidra	X (g/cm ³)	0,64	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	5,59	
3	Densidad Verde	X (g/cm ³)	0,98	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	3,97	
4	Contracción tangencial	X (%)	7,77	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	17,19	
5	Contracción Radial	X (%)	4,11	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	29,40	
6	Contracción Volumétrica	X (%)	11,88	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	11,67	
7	Relación CT/CR	Relación	2,14	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	36,06	
8	Humedad	X (%)	74,10	NTP 251.010:2014
		C.V. (%)	9,14	

Nota. g/cm³ = gramos por centímetros cúbicos C.V. = coeficiente de variabilidad

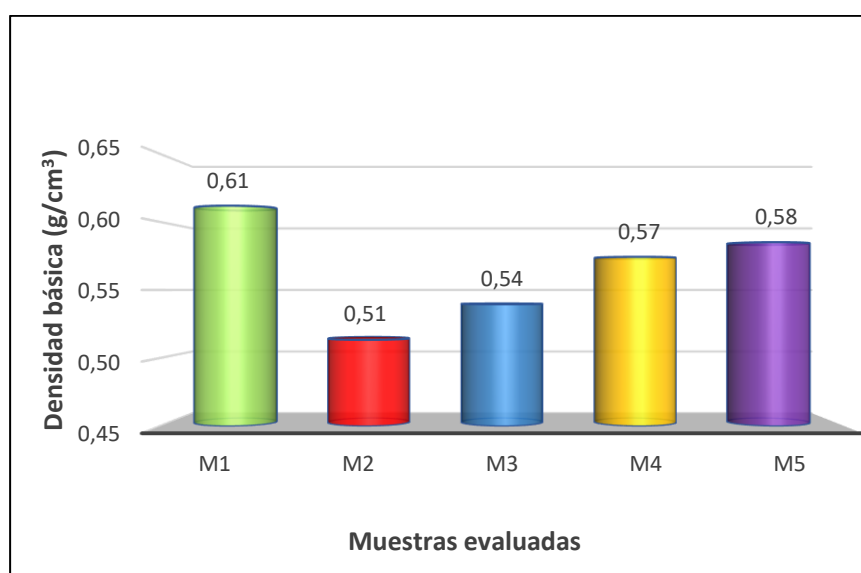
X =promedio

En la tabla 3, se visualiza las propiedades físicas de la madera de *Licaria trinada* (Sw.) Kosterm, donde se observar que la densidad básica alcanzo valores de 0,56 g/cm³ con un coeficiente de variabilidad de 5,34 %; mientras que en la contracción volumétrica obtuvo valores de 11,88 %, el contenido máximo de humedad fue del 74,10 % con un coeficiente de variabilidad del 9,14 % y la relación contracción tangencial y contracción radial CT/CR fue de 2,14.

Tabla 4*Principales propiedades físicas de la madera Licaria triandra*

Código	Densidad básica (gr/cm ³)	Contracción volumétrica (%)	Humedad (%)
M1	0,61	11,69	68,46
M2	0,51	12,16	81,01
M3	0,54	11,62	79,13
M4	0,57	11,79	70,93
M5	0,58	12,14	70,96
promedio	0,56	11,88	74,10

Nota. Se muestra el resumen de los ensayos realizados de las muestras y los promedios obtenidos

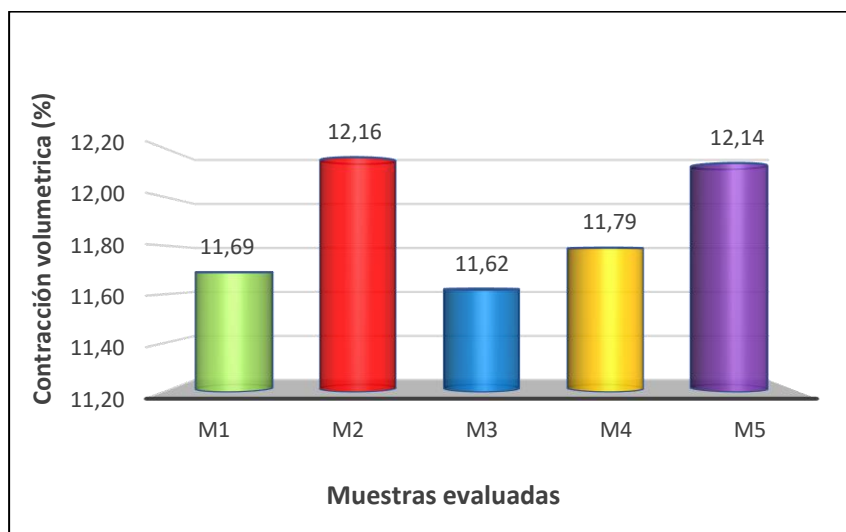
Figura 2*Densidad básica de la madera Licaria triandra (Sw.) Kosterm*

Nota. Densidad básica expresados en gramos por centímetros cúbicos

En la tabla 4 y figura 2, se visualiza la densidad básica de la madera *Licaria triandra* (Sw) Kosterm, donde se observan los promedios de las muestras M1, M2, M3, M4 y M5, de esta madera se pudo ver que la M1 alcanzó valores de 0,61 g/cm³ siendo este el más superior que las otras muestras, mientras que la M2 obtuvo valores de 0,51 g/cm³ siendo esta la más baja, con un promedio de 0,56 g/cm³.

Figura 3

Contracción volumétrica de la madera Licaria triandra (Sw.) Kosterm

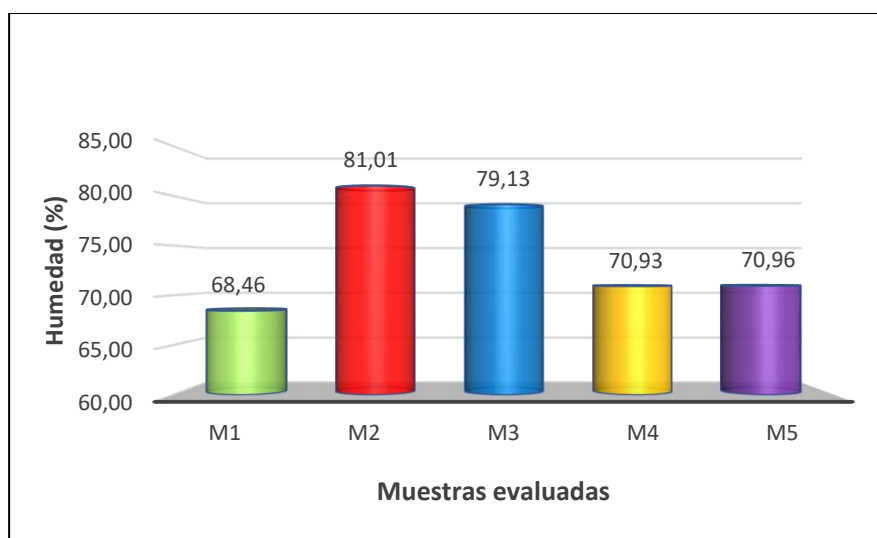


Nota. contracción volumétrica expresados en porcentaje

En la tabla 4 y figura 3, se visualizan los valores de contracción volumétrica de las muestras M2 alcanzo un 12,16 % siendo esta la más alta y la muestra M3 alcanzó valores de 11,62 % siendo esta la más baja, así mismo, se obtuvo el promedio siendo de 11,88 %.

Figura 4

Humedad de la madera Licaria triandra (Sw.) Kosterm



Nota. contenido de humedad máximo

En la tabla 4 y figura 4, se visualiza los valores del contenido máxima de humedad de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm, donde la muestra M2 fue de 81,01 % siendo esta la más alta en la humedad, mientras que la muestra M1 fue de 68,46 % siendo esta la más baja, con un promedio de 74,10 %.

4.1.2. *Propiedades mecánicas de la madera de Licaria triandra (Sw.) Kosterm.*

- Resistencia a la flexión

Tabla 5

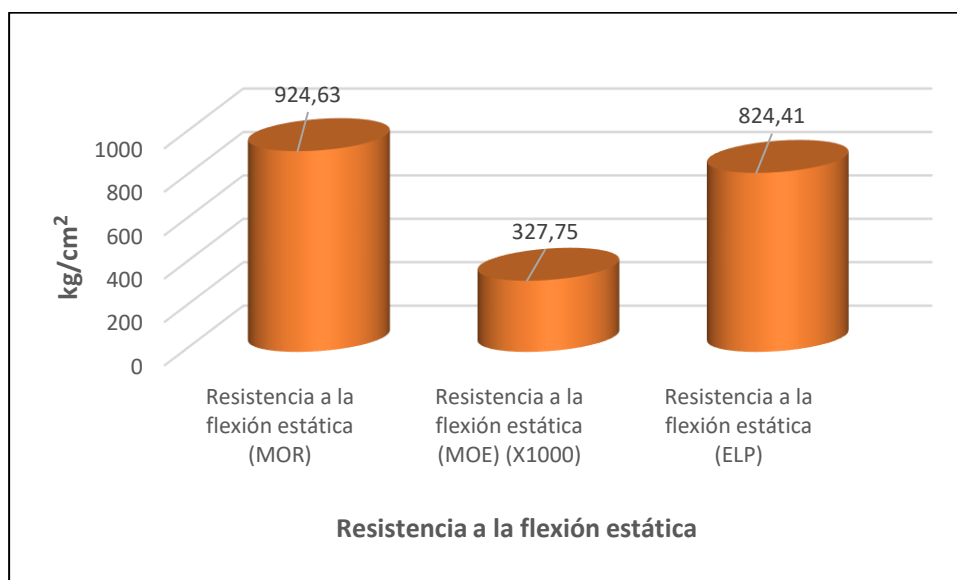
Resistencia a la flexión de la madera Licaria triandra

Propiedad mecánica	Valor (kg/cm ²)
Resistencia a la flexión estática (MOR)	925,63
Resistencia a la flexión estática (MOE)	327746
Resistencia a la flexión estática (ELP)	824,41

Nota. MOR= módulo de ruptura MOE= módulo de elasticidad ELP= esfuerzo en el límite proporcional de la fibra

Figura 5

Esfuerzo de ruptura de flexión de la madera Licaria triandra



Nota. MOR= módulo de ruptura MOE= módulo de elasticidad ELP= esfuerzo en el límite proporcional de la fibra

En la tabla 4 y figura 5, se muestran los diferentes valores de la resistencia a flexión de la madera; donde la resistencia a la flexión estática (MOR) obtuvo 925 kg/cm² y en la resistencia a la flexión estática (MOE) se obtuvieron valores 327 746 kg/cm², mientras que la resistencia a la flexión estática (ELP) tuvo valores 824 kg/cm².

- **Resistencia a la compresión paralela**

Tabla 6

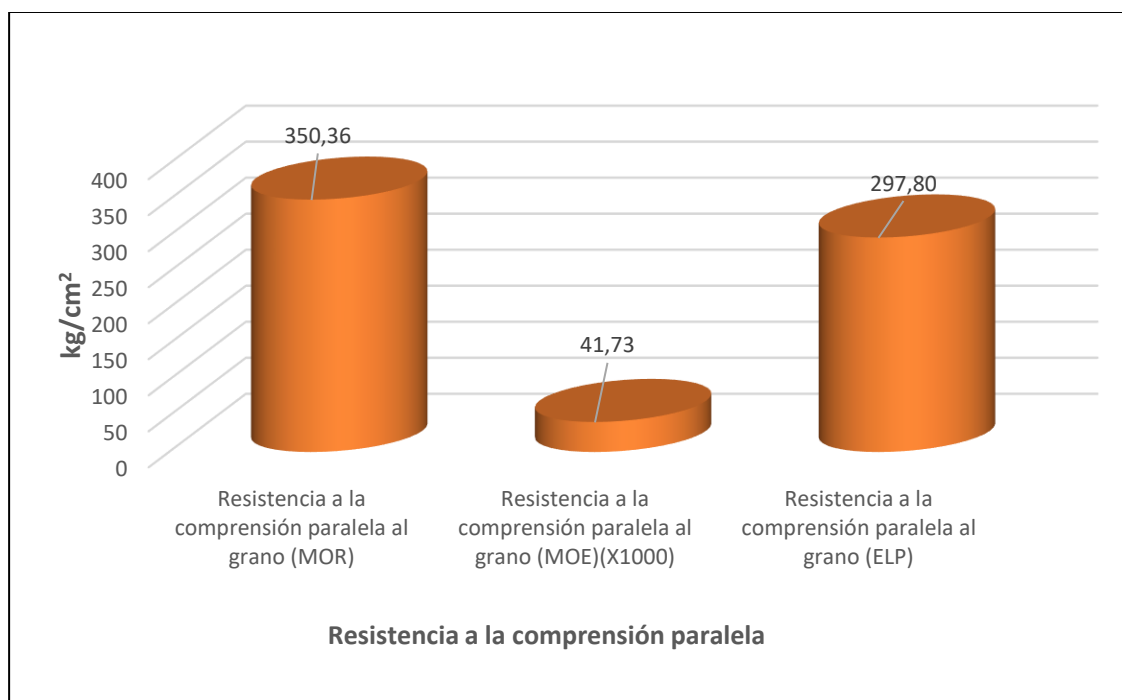
Resistencia a la compresión paralela de la madera Licaria triandra

Propiedad mecánica	Valor (kg/cm ²)
Resistencia a la compresión paralela al grano (MOR)	350
Resistencia a la compresión paralela al grano (MOE)	41 726
Resistencia a la compresión paralela al grano (ELP)	298

Nota. MOR= módulo de ruptura MOE= módulo de elasticidad ELP= esfuerzo en el límite proporcional de la fibra

Figura 6

Esfuerzo de ruptura de la compresión paralela de la madera Licaria triandra



Nota. MOR= módulo de ruptura MOE= módulo de elasticidad ELP= esfuerzo en el límite proporcional de la fibra

En la tabla 5 y figura 6, se observa la resistencia de la madera a los esfuerzos de compresión paralela, donde los valores de la carga de la resistencia a la compresión paralela al grano (MOR) fue de 350 kg/cm², mientras que la resistencia a la compresión paralela al grano (MOE) alcanzó valores de 41 726 kg/cm² y el (ELP) obtuvo valores de 298 kg/cm².

- **Resistencia a la compresión perpendicular y cizallamiento**

Tabla 7

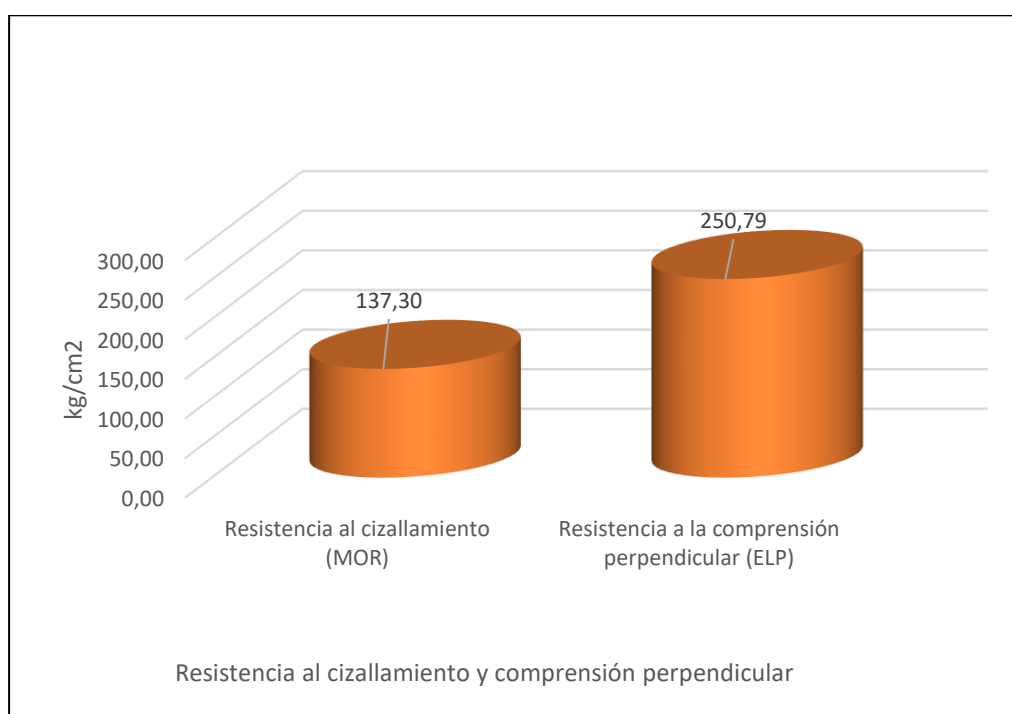
Resistencia a la compresión perpendicular de la madera Licaria triandra

Propiedad mecánica	Valor (kg/cm ²)
Resistencia al cizallamiento (MOR)	137,30
Resistencia a la compresión perpendicular (ELP)	250,79

Nota. ELP= esfuerzo en el límite proporcional de la fibra

Figura 7

Cizallamiento y compresión perpendicular de la madera Licaria triandra



Nota. ELP= esfuerzo en el límite proporcional de la fibra

En la tabla 7, se muestran los promedios de los valores de ruptura de la compresión perpendicular donde la resistencia a la compresión perpendicular al grano (ELP) promedios de 250,79 kg/cm². Así mismo, los valores de la resistencia al cizallamiento de la madera donde el MOR fue de 137 kg/cm³.

- **Dureza**

Tabla 8

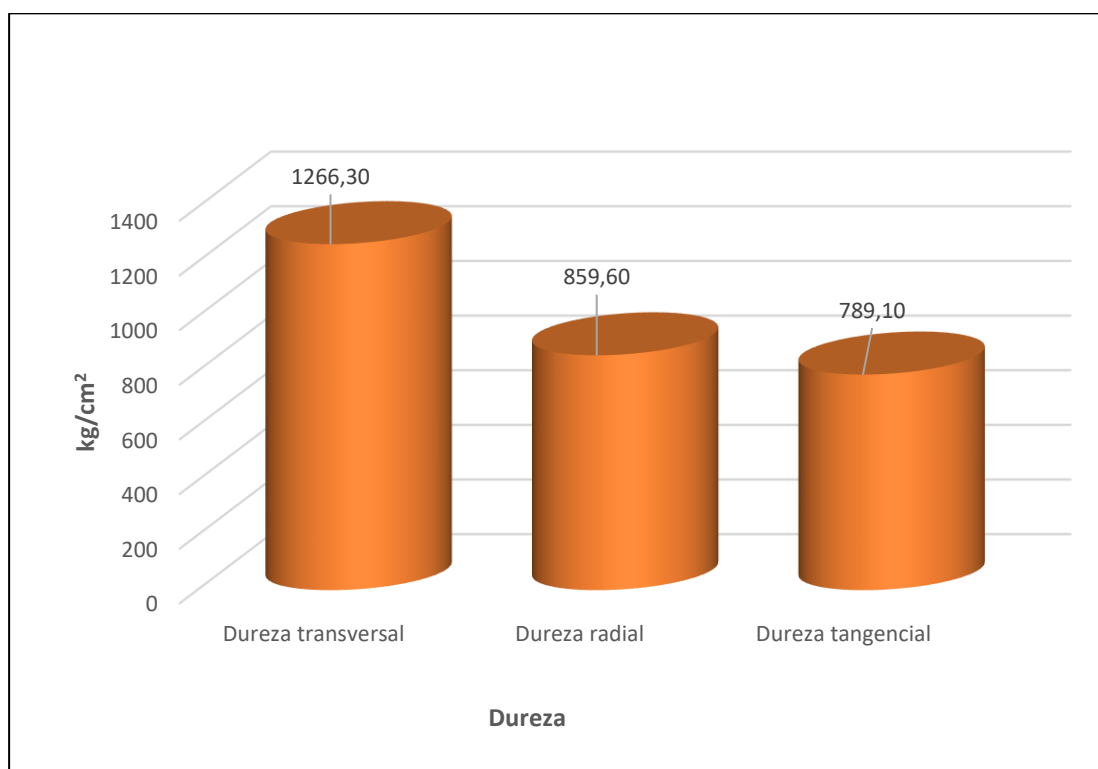
Dureza de la madera de Licaria triandra

Propiedad mecánica	Valor (kg/cm ²)
Dureza transversal	1266,30
Dureza radial	859,60
Dureza tangencial	789,10

Nota. kg/cm² =kilogramos centímetros cuadrados

Figura 8

Dureza de la madera de Licaria triandra



Nota. kg/cm² =kilogramos centímetros cuadrados

En la tabla 8 y figura 8, se visualiza los valores de la dureza de la especie *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm, donde la dureza transversal obtuvo valores de 1 266 kg/cm², la dureza radial 860 kg/cm² y en la dureza tangencial 789 kg/cm².

Tabla 9*Propiedades mecánicas de la madera de Licaria triandra*

Nº	Propiedad mecánica	Item	Valor	Norma de referencia
1	Resistencia a la flexión estática (MOR)	X (Kg/cm ²)	924,63	NTP 251.017:2014
		C.V. (%)	11,62	
2	Resistencia a la flexión estática (MOE)	X (Kg/cm ²)	327746	NTP 251.017:2015
		C.V. (%)	24,32	
3	Resistencia a la flexión estática (ELP)	X (Kg/cm ²)	824,41	NTP 251.017:2016
		C.V. (%)	12,13	
4	Resistencia a la compresión paralela al grano (MOR)	X (Kg/cm ²)	350,36	NTP 251.014:2014
		C.V. (%)	14,43	
5	Resistencia a la compresión paralela al grano (MOE)	X (Kg/cm ²)	41726	NTP 251.014:2015
		C.V. (%)	14,23	
6	Resistencia a la compresión paralela al grano (ELP)	X (Kg/cm ²)	297,80	NTP 251.014:2016
		C.V. (%)	14,43	
7	Resistencia a la compresión perpendicular al grano (ELP)	X (Kg/cm ²)	250,79	NTP 251.016: 2015 (3° EDICIÓN)
		C.V. (%)	21,50	
8	Resistencia al cizallamiento (MOR)	X (Kg/cm ²)	137,30	NTP 251.013: 2015
		C.V. (%)	19,08	
9	Dureza transversal	X (Kg/cm ²)	1266,30	NTP 251.015:2014
		C.V. (%)	30,42	
10	Dureza radial	X (Kg/cm ²)	859,60	NTP 251.015:2015
		C.V. (%)	26,26	
11	Dureza tangencial	X (Kg/cm ²)	789,10	NTP 251.015:2016
		C.V. (%)	18,28	

En la tabla 9, se visualiza la uniformidad de los resultados obtenidos en la medición de las propiedades mecánicas de resistencia a la reflexión estática, compresión paralela y perpendicular a la fibra, cizallamiento y dureza de la madera en sus diferentes módulos (MOR, MOE, ELP).

4.1.3. Usos más probable y recomendable de la madera de *Licaria triandra*

Los usos más probables de la madera consideran como base lo descrito en las siguientes tablas.

Tabla 10

Usos probables de la madera de acuerdo a la densidad básica

Usos	0,32 – 0,50 g/cm ³	0,33 – 0,64 g/cm ³	0,60 – 0,98 g/cm ³
Construcción en general	X	X	
Muebles, caballetes, encofrados			X
Cajas, cajones, techos	X		
Aglomerados, pulpas	X	X	
Postes telefonía, cercas, energía eléctrica	X	X	X
Biombos, abanicos, puertas		X	
Estructuras, kioscos, parques	X		
Papel kraft	X	X	
Tableros, madera-cemento-fibracemento	X		X
Mango de herramientas			X
Juguetería, vigas			X
Carpintería, ebanistería, pisos		X	X
Artesanías	X	X	X

Nota. Tomado de Chicaiza Aucancela (2022, p. 46)

En la tabla 10, se puede ver varios usos de la madera de acuerdo a tres grupos de densidad básica en intervalos de densidad baja, media y alta, que corresponde a tres grupos de especies según el autor, dos coníferas y una madera de alta densidad; también se puede ver que un mismo uso o aplicación, puede requerir más de un intervalo de densidad básica.

Tabla 11*Usos probables de la madera de acuerdo a propiedades físicas y mecánicas*

Usos	Propiedades de la madera
Soporte de minas	<ul style="list-style-type: none"> • Peso específico medio. • Madera semi dura
Obras de interiores	<ul style="list-style-type: none"> • Contracción volumétrica 12 % • Relación T/R 1,7 • Textura madia • Sin olor
Maderas de construcción estructuras	<ul style="list-style-type: none"> • Peso específico 0,59 • Contracción volumétrica 12 % • Flexión estática ELP > 434 kg/cm² MOE > 107 kg/cm² • Cizallamiento > 95 kg/cm²
Carpintería de obras	<ul style="list-style-type: none"> • Buen comportamiento al trabajo • Estabilidad dimensional • Textura media • Liviana moderadamente pesada
Durmientes	<ul style="list-style-type: none"> • Resistente al cizallamiento 95 kg/cm² • Buena resistencia a la tenacidad 4,5 kg/cm²
Mangos de herramientas	<ul style="list-style-type: none"> • Peso específico 0,59 • Tenacidad > 405 kg/cm² • Fácil de trabajar • Cizallamiento > 95 kg/cm²
Carrocerías	<ul style="list-style-type: none"> • Alta resistencia a la tenacidad • Buen comportamiento a los clavos • Peso específico 0,59 g/cm³
Postes	<ul style="list-style-type: none"> • Peso específico medio • Árboles de conformación cilíndrica, de fustes largos y rectos.

Nota. Tomado de Mendoza Tovar (2008, p. 61)

En la tabla 11, se puede ver usos de la madera de acuerdo a un conjunto de propiedades físicas y mecánicas de manera conjunta, de esta manera puede buscarse una aplicación más integral de la madera de *Licaria triandra* de acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas.

Tabla 12*Usos posibles de la madera del género Licaria*

Género	Densidad	Usos
<i>Licaria spp.</i>	0,46 - 0,70 g/cm ³	Construcciones rurales, fabricación de papel, postería, horcones, cercas rurales, fabricación de chapas, muebles y puertas
	0,84 - 1,138 g/cm ³	Construcción general, chapa, parquet, escaleras, cubiertas de muebles y artículos torneados
	0,80 - 0,90 g/cm ³	Fabricación de muebles, embarcaciones de pequeño calado, parquet y mangos para herramientas e implementos agrícolas
	0,97 g/cm ³	Construcción en general

Nota. Tomado de Rendón Correa et al. (2021, p. 2624)

En la tabla 12, se puede observar la densidad promedio de cinco especies del género *Licaria*, diferentes a la especie estudiada, pero con valores aproximados; se especifica los usos más recomendados por los investigadores. Las especies tomadas en cuenta fueron *Licaria peckii* (I. M. Johnst.) Kosterm., *Licaria caudata* (Lundell) Kosterm., *Licaria excelsa* Kosterm., *Licaria misantlae* (Brandege) Kosterm., y *Licaria peckii* (I. M. Johnst.) Kosterm.; puede verse que el género tiene especies con amplia variación de propiedades físicas de la madera especialmente densidad.

Tabla 13*Usos recomendados de otras especies Lauraceae*

Especie	Densidad	Usos
<i>Ocotea costulata</i>	0,46 g/cm ³	Construcción (pisos, laminas y contrachapada), herramientas, accesorios de madera mangos de herramientas y encofrados
<i>Aniba amazónica</i> meiz	0,56 g/cm ³	Carpintería, pisos machihembrados, estructuras de vivienda, chapas decorativos y parihuelas.

Nota. Tomado de (PROMPERÚ, 2019)

En la tabla 13, se observan uso de otras especies de la misma familia Lauraceae, con densidades similares a la obtenida por la especie estudiada, esto permitirá sugerir uso por analogía.

- Usos probables recomendados

Tomando en cuenta las recomendaciones realizadas por las tablas 10 a la 13, se concluyen los siguientes usos para la madera de *Licaria triandra*:

Considerando que la especie tiene una densidad básica de $0,56 \text{ g/cm}^3$, y de acuerdo a lo establecido en la tabla 10, los usos más recomendables para la especie son: construcción en general, postes de porte mediano, puertas, carpintería, pisos y artesanías; hay que indicar que para usos como puertas y carpintería, se debe considerar un secado adecuado con protocolos que permitan obtener madera aserrada sin defectos de alabeos y grietas, esto considerando que la especie tiene un índice de anisotropía de 2,14.

Tomando en cuenta los requisitos de propiedades físicas y mecánicas establecidos en la tabla 11 y las propiedades físicas resumidas en la tabla 3, y las propiedades mecánicas resumidas en la tabla 9, los usos más recomendables para la especie *Licaria triandra*, son: soporte de minas o durmientes, madera para construcción en estructuras, mango de herramientas y postes de mediana a corta longitud.

En la tabla 12, se compiló usos de cinco especies del género *Licaria*, en México, este género tiene especies con densidades básicas de la madera muy variables; sin embargo, tomando en cuenta la densidad encontrada en *Licaria triandra*, de $0,56 \text{ g/cm}^3$, los usos más recomendables son: construcciones rurales, fabricación de papel, postería, horcones, cercas, fabricación de chapas, muebles y puertas.

Por su parte lo establecido en la tabla 13, donde se compilan usos de dos Lauraceas, más conocidas como moenas, son similares a la especie estudiada, por lo que se tomó para establecer los usos según sus propiedades físicas, específicamente densidad. Según esto, los usos más recomendados son: construcción en estructuras de vivienda, mango de herramientas, encofrados, carpintería, pisos, chapas y parihuelas.

En resumen, los usos más recomendados para la madera de *Licaria triandra* son: construcción en estructuras, durmientes, mangos de herramientas, postes pequeños y medianos; sin embargo, para usos en carpintería, puertas, pisos y ebanistería, se tiene que tener especial cuidado en el proceso de secado para evitar defectos por su índice de anisotropía alto.

4.2. Discusión

Concluida la investigación y obtenido los datos, se plasmaron en tablas y figuras los resultados, los mismos que respondieron lo planteado en el objetivo, esto es, se determinó las propiedades físicas de la madera de *Licaria triandra*, encontrando una densidad básica de $0,56 \text{ kg/cm}^3$, también se determinó las propiedades mecánicas, encontrándose un MOR de 925 kg/cm^2 de flexión estática, así como también se estableció los usos más recomendables, resaltando el uso para construcción, postes y carpintería.

Los resultados se catalogaron en base a los objetivos específicos planteados, y la conjugación de todos ellos lograron responder la pregunta de investigación y cumplir con lo establecido en el objetivo general; sin embargo, estos resultados son analizados y discutidos a continuación para su correspondiente validación.

En cuanto a las propiedades físicas, se obtuvo en promedio una densidad básica de $0,56 \text{ g/cm}^3$, una contracción volumétrica de $11,88 \%$ y un contenido máximo de humedad del $74,10 \%$, así mismo, el coeficiente de anisotropía fue de $2,14$; estos valores ubican a la especie dentro de una madera de densidad media perteneciente al grupo III según la clasificación del estudio de maderas del grupo andino (JUNAC, 1984). Sin embargo, desde el punto de vista del coeficiente de anisotropía, se trataría de una madera con restricciones de uso por tener un valor superior a 2, se trata de una madera con tendencia a presentar defectos de forma o estructura (Martínez y Vignote, 2005). La propiedad física de densidad básica ubica a la especie dentro del grupo B establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, lo que significa que están dentro de las mejores especies para uso en construcción de manera estructural (Misterio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021). Según lo descrito, la madera de la especie evaluada, tiene una densidad media, contracción volumétrica media; sin embargo, es inestable en su variación dimensional pudiendo generarse defectos durante el secado. Por su parte Rendón et al. (2021) establecen valores de $0,46$ a $0,70 \text{ g/cm}^3$ para especies del género *Licaria*, valor que incluye al obtenido por la especie evaluada. Investigadores establecieron valores de propiedades físicas de otras maderas de Lauraceae, familia a la que pertenece la especie evaluada, encontrando que los valores son similares a los encontrados en la presente investigación como Espinoza (2021) con $0,64 \text{ g/cm}^3$ para *Ocotea insulares*, Carlosama (2020) con $0,58 \text{ g/cm}^3$, Alvis et al. (2017) con $0,54 \text{ g/cm}^3$ para *Ocotea brevipetiolata*; estos valores alinean el valor encontrado en la presente investigación con algunas maderas de la familia Lauraceae.

Las propiedades mecánicas de la madera de *Licaria triandra*, se caracterizan por tener valores de flexión estática con un MOR de 925 kg/cm², un MOE de 327 746 kg/cm² y un ELP 824 kg/cm²; para la compresión paralela un MOR 350 kg/cm², un MOE de 41 726 kg/cm² y un ELP 298 kg/cm²; para la resistencia al cizallamiento MOR de 137 kg/cm²; para la compresión perpendicular un MOR de 250 kg/cm²; para la dureza tangencial 789 kg/cm², para la dureza radial 860 kg/cm² y para la dureza transversal 1266 kg/cm². De acuerdo al RNE, la madera de *Licaria triandra*, se encuentra dentro del grupo C, debido al esfuerzo admisible a la flexión que fue de 10.20 Mpa, mientras que dicha norma establece que a partir de 9.8 Mpa son considerados dentro del grupo C; en este grupo se encuentran especies como el tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) (MVCS, 2021); esta misma referencia ubica a la madera de la especie evaluada dentro del grupo A de acuerdo a su MOE; de acuerdo a las otras propiedades mecánicas, la madera se establece en la categoría D según la resistencia a la compresión paralela, B según la resistencia a la compresión perpendicular y A según la resistencia al cizallamiento; como puede verse, la madera de *Licaria triandra*, tiene un comportamiento muy diferente en cuanto a sus propiedades mecánicas de acuerdo a la Norma Técnica tomada como referencia, por lo que su uso en construcciones debe ser tomado en base a los valores más bajos obtenidos (MVCS, 2021). Similares resultados obtuvieron Monge y Sausnabar (2019) para una especie de la familia Lauraceae, *Ocotea cinerea*, donde en flexión estática obtuvieron un MOR de 741 kg/cm² y MOE de 295,2 x 10³ kg/cm², compresión paralela con 389 kg/cm² y 15,8 x 10³ kg/cm² de MOR y MOE respectivamente, dureza 346 kg y 355 kg lados y extremos respectivamente; así mismo, Tello (2023) para *Ocotea jelskii*, encontró valores de compresión perpendicular 1,61 MPa, Compresión Paralela 7,93 MPa, Flexión Estática 10,68 MPa y Cizallamiento 1,73 MPa; como puede verse, la especie guarda mucha similitud con otras especie de Lauraceae, conocidas como moenas, y de acuerdo a eso también son las recomendaciones de uso.

Conocidas las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Licaria triandra*, y comparando estos valores con parámetros establecidos por otros investigadores, se propuso los usos más recomendables para la madera de esta especie. Los usos recomendados son entre otros: construcción de estructuras de madera, mangos o componentes de madera de herramientas, durmientes y postes de longitudes medias y cortas, estos usos no tienen restricciones; sin embargo el uso en carpintería, ebanistería, pisos y puertas, tiene restricciones debido a su coeficiente de anisotropía de 2,14, que le confiere inestabilidad dimensional que puede generar defectos durante el secado; en este caso se debe seguir un

protocolo de secado adecuado para madera históricas o inestables. La amplitud de usos que tiene la especie, le permiten justificar su manejo en bosques, así como su producción en plantaciones forestales, debido a que tiene demanda en diferentes industrias forestales, lo que le confiere un valor económico aceptable. Por su parte Rendón et al. (2021), recomiendan usos como construcciones rurales, fabricación de papel, postería, horcones, cercas rurales, fabricación de chapas, muebles y puertas para la especie y otras del mismo género con propiedades físicas similares. Así mismo Espinoza (2021), en la evaluación de la especie lauracea *Ocotea insulares*, recomienda el uso en construcciones, pisos, revestimientos de madera, carpintería y ebanistería; estos usos son muy similares a los recomendados para la especie en estudio debido a que tienen similares propiedades físicas. Por su parte, Alvis et al. (2017), en su investigación de la especie laurecea *Ocotea brevipetiolata*, recomienda el uso en construcción pero en estructuras que no requieran soportar cargas pesadas, así como diversos elementos arquitectónicos como marcos para puertas y ventanas, revestimientos de cielos rasos y paredes, molduras, barandas para escaleras, y pisos; pero también puede ser utilizado en mueblería, ebanistería, machimbrado; los usos descritos por estos investigadores en cuanto a construcción, serían los más recomendados para la especie evaluada, debido a que sus propiedades mecánicas no son las más altas según lo establecido en el RNE (MVCS, 2021), por lo que es más recomendable utilizarlo en estructuras secundarias o interiores.

La madera de la especie se cataloga como madera estructural, debido a sus densidad básica y propiedades mecánicas, madera comercial debido a sus propiedades físicas, mecánicas, pero también influye las propiedades organolépticas, y madera de elaboración, porque permite su transformación en piezas de carpintería y ebanistería debido a sus propiedades físicas y organolépticas (Mercado, 2020). De acuerdo a lo que establecen Jové (2017) y Carpio (2010), la madera de la especie se encuentra dentro de los límites de las maderas blandas y las maderas duras, debido a que tiene una densidad media, valores de propiedades mecánicas medias, pero propiedades organolépticas aceptables, por lo que puede recomendarse su uso para cada todas las aplicaciones de la madera. Del mismo modo, PROMPERÚ (2019), en su Catálogo de Maderas, establece las siguientes bondades para la madera del género *Licaria*, es dura y pesada al mismo tiempo, en sus propiedades organolépticas, su grano es entrecruzado y su textura es de media a fina, su color varía de amarillo a marrón pálido, lo que le confieren buenas características para la carpintería y ebanistería, es de buena durabilidad y resistente a las termitas, seca relativamente fácil, aunque puede presentar deformaciones y rajaduras, especialmente si el grano es irregular, se

mecaniza bien y permite acabados finos, esto es muy importante para el maquinado y transformación secundaria de la madera, para obtener productos como muebles y estructuras internas de construcciones con buen acabado; en resumen, se concluye que la madera de las especies del género *Licaria* es un recurso versátil con diversas aplicaciones como construcción, carpintería y otras industrias, debido a que tiene buenas propiedades de resistencia, tecnológicas o de trabajabilidad y durabilidad natural aceptable.

Luego de validar los resultados con lo de otros investigadores, haberlos obtenido siguiendo una metodología rigurosa basada en Normas Técnicas Peruanas, y procesarlos con estadística descriptiva que permiten ajustar a estándares estadísticos aceptables, los resultados generados son confiables. Por otro lado considerando que la investigación se tipificó como aplicada, entonces estos resultados constituyen información válida para implementar acciones en la solución del problema que dio origen a la presente investigación. Así mismo, se menciona que los resultados obtenidos se encuentran alineados y complementan los conocimientos tecnológicos de las propiedades de las maderas de los bosques tropicales del Perú, incrementando las posibilidades de industrialización de los recursos forestales de nuevas especies.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se determino las propiedades físicas de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm, obteniéndose una densidad básica de $0,56 \text{ g/cm}^3$, un contenido de humedad máximo de 74,10 %; una contracción volumétrica de 11,88 % y una relación de contracción tangencial y radial o coeficiente de anisotropía de 2,14.

Se determino las propiedades mecánicas de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm, obteniéndose en la flexión estática un MOR de 925 kg/cm^2 , un MOE de $32\,7746 \text{ kg/cm}^2$ y un ELP de 824 kg/cm^2 ; para la compresión paralela se obtuvo un MOR de 350 kg/cm^2 , un MOE de $41\,726 \text{ kg/cm}^2$ y un ELP de 298 kg/cm^2 ; para la resistencia al cizallamiento un MOR de 137 kg/cm^2 ; para la compresión perpendicular un ELP de 250 kg/cm^2 ; para la dureza tangencial 789 kg/cm^2 , para la dureza radial 860 kg/cm^2 y para la dureza transversal 1266 kg/cm^2 .

Los uso más probables y recomendables de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm., de acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas fueron construcción en estructuras con bajas cargas, interiores, durmientes, mangos de herramientas, postes pequeños y medianos; así mismo se puede utilizar en carpintería, puertas, pisos y ebanistería.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda a las empresas dedicadas a la carpintería, construcción, depósitos de comercialización de madera considerar dentro de su stock la especie *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm por tener buenas propiedades físico mecánicas que le permiten utilizarse en diversas aplicaciones.

Se recomienda a la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca promover la investigación en la especie *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm para implementar el conocimiento de la misma y promover su uso en programas de reforestación, en la industrialización de la madera, y de esta manera incrementa la diversificación de la oferta de especies forestales en el Perú.

Se recomienda a los estudiantes de Ingeniería Forestal realizar investigación en anatomía de la madera, trabajabilidad de la madera, secado y preservado, así como en la propagación sexual y asexual, para complementar una ficha técnica de la especie evaluada, que sirva de guía para su uso industrial por empresas e instituciones.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana Amaya, C. D., Silva Rosas, A. F. y Soler Umbarila, L. F. (2021). Determinación de usos potenciales de la madera de tachuelo (*zanthoxylum rhoifolium* lam.) a partir de la evaluación de las propiedades físico-mecánicas y características anatómicas. *IDEA Construcción y Madera*, 3, 12–23.
<https://revistas.sena.edu.co/index.php/idea/article/view/3946/4247>
- Alvarado Ugsiña, J. M. (2021). *Determinación de las propiedades físicas y químicas de la madera de cinco especies forestales procedentes de la parroquia Multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15891/1/33T00292.pdf>
- Alvis-Gordo, J. F., Cabas Giraldo, L. D., Valencia-Ramos, D. P. (2017). Propiedades físico-mecánicas de la madera de uraco (*Ocotea brevipetiolata* van der Werff), Municipio de Sibundoy, Putumayo. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(1), 66-75. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612017000100008&script=sci_arttext
- Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la investigación* (3ra ed.). Grupo Editorial Patria.
http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- Batista Silva, B. R., Baldin, T., Bento dos Santos, V., Da Cruz Silva, P., Pereira Magalhães, L. P. y Pereira Sales, N. (2020). *Densidade básica e anatomia da madeira de cinco espécies nativas da Mata Atlântica*. Anais do I CoBICET, Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.
<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/41714/2/Densidade%20b%C3%A1sica%20e%20anatomia%20da%20madeira%20de%20cinco%20esp%C3%A7ies%20nativas%20da%20mata%20atl%C3%A2ntica.pdf>
- Cano Valencia, C. D. (2024). *Determinación de las propiedades físicas de juan gil (Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F. Macb.) en el distrito de Imaza, Amazonas – Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC.
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6333>

- Carlosama Iles, R. L. (2020). Determinación de las propiedades tecnológicas de tres especies forestales en la zona de Intag, noroccidente del Ecuador [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Digital UTN.
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10338/2/03%20FOR%20296%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Carpio, T. (2010). La madera como expresión viva del detalle estético. Universidad de Cuenca. Repositorio Institucional UC.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3139>
- Cartuche Peralta, K. M. (2022). *Caracterización de la madera de 95 especies forestales del sur de Ecuador con base a sus propiedades físicas, organolépticas y anatómicas* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital UNL.
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/24554>
- Cejas, M. y Prato, J. (2022). *Metodología de investigación científica*. Universidad Nacional de Chimborazo.
http://obsinvestigacion.unach.edu.ec/obsrepositorio/eventos/2022/Metodologias-de-la-Investigacion/dr-prato/MODULO_IV.pdf
- Ccahuana Jihuallanca, E. A. (2019). *Propiedades físicas, mecánicas y características anatómicas de vochysia kosnipatae Huamantua (Alco kaspi) proveniente de plantación del distrito San Gabán 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Amazónica De Madre de Dios]. Repositorio Institucional UNAMAD.
<https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/534/004-2-3-096.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chicaiza Aucancela, M. R. (2022). *Comparación de las propiedades físicas y mecánicas entre las especies arbóreas estudiadas: Platuquero, Pino Caribe y Pino Patula* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Digital UNACH.
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8879/1/1.%20Tesis%20Final.pdf>
- De Souza Mangini, T., Candaten, L., Bandera, E., Da Silva Zanchetta, L., Felippi, V., Trevisan, R., y Trautenmüller, J.W. (2020). Densidade e teor de umidade da madeira de *Ocotea pulchella* (Nees) Mez. *BIOFIX Scientific Journal* 5(2), 259-263.

Universidade Federal Do Paraná.

<https://revistas.ufpr.br/biofix/article/viewFile/73072/40854>

- Garzón Flores, B. H., Paredes Rodríguez, H. O., Valencia Valenzuela, X. G., & Trejo Cuásquer, J. F. (2024). Propiedades tecnológicas de la madera de *Chrysophyllum argenteum* Jacq; procedente de la parroquia Santa Rita, provincia Esmeraldas. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 6(1), 336–365.
<https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i1.1003>
- Guanotuña Guanotuña, E. A. (2021). *Caracterización de las propiedades físicas y químicas de la madera de cinco especies forestales procedentes de la parroquia Multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15880/5/33T00289.pdf>
- Herrera Vásquez, Y. L. (2019). *Identificación y fitogeografía de la familia Lauraceae en el departamento de Cajamarca* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2717/IDENTIFICACI%C3%93N%20Y%20FITOGEOGRAF%C3%8DA%20DE%20LA%20FAMILIA%20LAURACEAE%20EN%20EL%20DEPARTAMENTO%20DE%20CAJAMARCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ipiates Espinoza, C. M. (2021). *Determinación de las características organolépticas, propiedades físicas y de trabajabilidad de Ocotea insularis (Meins.) Mez, en la parroquia La Carolina – Imbabura* [Trabajo de Pregrado, Universidad Técnica Del Norte]. Repositorio Institucional UTN.
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11425/2/03%20FOR%20329%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Jara Minalla, J. M. (2021). *Comparación de las propiedades físico-mecánicas de Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb. (balsa) de tres y cuatro años de edad creciendo en el cantón Quevedo, provincia de los Ríos* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional UTEQ.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/bc114ed3-a1e6-4292-b3dc-4a2d2ae694ab/content>

- Jové, F. (2017). *Tema 6: Los materiales naturales la madera*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Valladolid.
https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/27312/C3T06_Materiales%20Naturales%20Madera%20y%20Derivados_Jov%C3%A9%20CF%282017%29.pdf?sequence=1
- Lameira Diniz, C. G. y Souza Reis, D. (2021). *Propriedades anatômicas e físicas de Tectona grandis Lf em idade de desbaste* [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Rural da Amazônia]. Biblioteca Digital de Trabalhos Acadêmicos da UFRA.
<https://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2069/1/Propriedades%20anat%C3%B4micas%20e%20f%C3%ADsicas%20de%20Tectona%20grandis%20L.f%20em%20idade%20de%20desbaste.pdf>
- López Varas, B. J. (2021). *Propiedades físicas y mecánicas de la madera "quinilla" Manilkara bidentata como material de construcción en Estado Verde, Iquitos 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad Científica del Perú]. Repositorio Institucional UCP.
<http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1269/BRUCE%20JERSON%20L%C3%93PEZ%20VARAS%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, E. (2015). Catálogo de maderas ecuator. Issuu.
https://issuu.com/enylopez/docs/catalogo_de_maderas_ecuador_
- Mamani Castillo, A. G. (2024). *Estudio de la diversidad de especies de la familia Lauraceae en el distrito de Chontalí, Jaén – Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/6376/Tesis-Antony%20Mamani-2024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marin, A. (2017). *Tipos de madera: Características y Clasificación con Ejemplos*. Slideshare.
<https://es.slideshare.net/subsuelo/tipos-de-madera74609369>.
- Martínez Guevara, C., Rodríguez Figueroa, D. A. (2022). *Incidencia de las características anatómicas en las propiedades físico-mecánicas de Pseudolmedia Laevis (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr. proveniente del municipio el Retorno, departamento del Guaviare* [Tesis de Pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional.

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/31718/MartinezGuevaraCarolina-Rodr%c3%adguezFigueroDanielaAlejandra2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mercado Lázaro, P. (2020). *Caracterización física y mecánica de la madera Cedro (Cedrela odorata L.) proveniente del departamento de Córdoba Colombia* [Tesis de Pregrado, Universidad de Córdoba]. Repositorio Institucional UC.

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/671e26bd-ff51-4e1a-89f9-7503b6792f56/content>

Monge Davila, W. K. y Suasnabar Berrospi, C. (2019). *Características anatómicas y propiedades físico-mecánicas de tres especies forestales, iscozacín, Oxapampa – Pasco* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y del Ambiente, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP.
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5192/T010_N%C2%B072551964_T.pdf?sequence=1

NTP 251. 008. (2016). *Madera y Carpintería para Construcción. Selección y colección de muestras*. Lima, Perú: Dirección de Normalización. INACAL.

NTP 251.010. (2014). *Madera. Método para determinar el contenido de humedad*. Lima, Perú: Dirección de Normalización. INACAL.

NTP 251.011. (2019). *Madera. Método para determinar la densidad*. Lima, Perú: Dirección de Normalización. INACAL.

NTP 251.014. (2014). *Madera. Método para determinar compresión axial o paralela al grano*. Lima, Perú: INDECOPI.

NTP 251.016. (2015). *Madera. Método para determinar la compresión perpendicular al grano*. Lima, Perú: Dirección de Normalización. INACAL.

NTP 251.017. (2019). *Madera. Método para determinar la flexión estática*. Lima, Perú: Dirección de Normalización. INACAL.

Osis Lipa, D. B., y Muñoz Fernández, A. (2022). *Determinación de las Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera Eucalipto (Eucalyptus globulus), Pino (Pinus radiata) y Ciprés (Cupressus lusitánica), para su uso como Material Estructural y su Aplicación al Diseño de un Tijeral Par y Nudillo, Abancay* [Tesis de Pregrado, Universidad

- Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Repositorio Institucional UNAMBA.
https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1147/T_776.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Paguay Peña, I. P. (2013). Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de tres especies forestales Andina. platuquero (*Styloceras* sp), yagual (*polylepis racemosa*), nogal (*Juglans neotropica*) [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2788>
- Portal Cahuana, L. A., Carpio Arana, J. M., y Díaz Vela, G. S. (2020). Propiedades tecnológicas de la madera de *Ormosia paraensis* Ducke proveniente de la Amazonía suroriental del Perú. *Engenharia Industrial Madeireira: Tecnologia, Pesquisa e Tendências*, 19, 286 – 304.
<https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/201101950.pdf>
- Rojas Ruiz, Y. (2023). *Estudio de especies arbóreas bajo sistemas agroforestales en Santa Fe de Las Naranjas, Jaén – Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5881/5.-%20Tesis-Ysrael%20Rojas%20Ruiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ruíz Castillo, J. P. (2020). *Propiedades físicas, mecánicas y trabajabilidad de fresno (fraxinus americana L.) proveniente de la estación experimental “la favorita”, santo domingo de los Tsáchilas* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Digital UTN. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10121>
- Sánchez Dahua, J. L. (2021). *Análisis de las propiedades mecánicas de la madera de eucalipto (Eucalyptus), provenientes de la provincia de Tungurahua y su factibilidad como material estructural de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 (NEC 2015)* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Digital UTA.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33541/1/Tesis%20I.%20C.%201523%20-%20S%3a1nchez%20Dahua%20Jos%c3%a9%20Luis.pdf>

- Sánchez Carlessi, H., Reyes Romero, C., y Mejía Sáenz, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Universidad Ricardo Palma.
<https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
- Serrano Delgado, S. P. (2019). Influencia del contenido de humedad sobre las propiedades físicas, densidad y contracción de tres especies forestales [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Institucional UESM.
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1928/1/UNESUM-ECU-FORESTAL-2019-28.pdf>
- Sigala Cerros, C., Suárez Islas, A., Prieto Ruíz, J., Carrillo Parra, A., Domínguez Calleros, P., y Goche Télles, J. (2023). Propiedades físico-mecánicas de la madera de *Pinus greggii* var. *australis* de una plantación en Hidalgo, México. *Ciencia e Investigación Forestal, CIFOR*, 29 (2), 51-62. <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2023.585>
- Tello Olano, R. (2023). *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del “Ishpinguillo” y su posible uso estructural según la norma E.010 “madera”* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110085>
- Torres Ceballos, D. L. (2020). *Estimación y clasificación de las propiedades mecánicas de 149 especies mexicanas de importancia industrial con métodos no destructivos* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Chapingo]. Repositorio Chapingo.
<https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/076c9fde-7ba3-4bac-858e-3a7569bb9912/content>
- Trópicos. (2024). *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden.
<https://www.tropicos.org/name/17802589>
- Vásquez, R., Rojas, R., Monteagudo, A., Valenzuela, L., y Huamantupa, I. (2018). Catálogo de los árboles del Perú. *Revista Q'EUÑA*, 9 (1).
- Villota Guerron, E. L., Rosero Chamorro, E. G., Farias Mejía, E. A., Valencia Valenzuela, X. G., Carvajal Benavides, J. G., y Benalcázar Villalba, S. M. (2024). Propiedades Tecnológicas de la Madera de Nogal *Juglans Neotropica* Diels, en la Provincia Carchi Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 1543-1573.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9549

PROMPERÚ. (2019). *Catálogo de maderas*. Perú. <https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/CATALOGO%20DE%20MADERAS%20-%20espa%C3%B1ol.pdf>

Rendón Correa, A., Dorantes Hernández, F., Mejía Valencia, S., & Alamilla Fonseca, L. (2021). *Características macroscópicas, propiedades y usos de la madera de especies nativas y exóticas en México*. México: CONABIO. https://cites.org/sites/default/files/timber_id_materials/files/Mexico_timber_macro_characteristics_2021.pdf

Junta del Acuerdo de Cartagena - JUNAC (1984). *manual de diseño de maderas del Grupo Andino*. https://drive.google.com/file/d/1JVZYsuN4BQ-SdYOp0ba_yb-aGLzwrHdW/view

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia de la investigación

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>General: ¿Cuáles son las propiedades físicas, mecánicas y usos probables de la madera de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm., San Ignacio, Perú 2024?</p>	<p>General: Determinar las propiedades físicas, mecánicas y usos probables de la madera de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm., San Ignacio, Perú 2024.</p> <p>Específicos: Determinar las propiedades físicas de densidad básica, humedad de la madera y contracción de la madera de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm.</p> <p>Determinar las propiedades mecánicas de resistencia a la flexión estática, compresión paralela y perpendicular a la fibra, cizallamiento y dureza de la madera de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm.</p> <p>Proponer el uso más probable y recomendable de la madera de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm., de acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas.</p>	<p>General:</p> <p>Es posible determinar las propiedades físicas y mecánicas y usos probables de la madera de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm., siguiendo la metodología establecida en las normas técnicas peruanas NTP.</p>	<p>Propiedades físicas de la madera</p> <p>Propiedades mecánicas de la madera</p>	<p>Tipo de investigación Aplicada, descriptiva no experimental.</p> <p>Población Árboles de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm., Población infinita.</p> <p>Muestra Número de árboles según NTP 251.008</p> <p>Técnica Observación directa</p> <p>Instrumentos Fichas guía de recolección de datos según NTP.</p>

Anexos 2. Inventario de árboles de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm para la obtención de la muestra.

Inventario forestal de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm.														
Nº	Código	Especie	Nombre común	Norte	Este	Altitud	CAP (cm)	DAP (m)	HC (m)	HT (m)	AB (m²)	VOL (m³)	Tipo de fuste	Observaciones
1	A1	<i>Licaria triandra</i>	Latero	9407930	755488	936	137,0	0,436	4,0	8,0	0,1494	0,460	Recto	Ramificado
2	A2	<i>Licaria triandra</i>	Latero	9407942	755489	939	64,0	0,204	6,0	12,0	0,0326	0,151	Recto	
3	A3	<i>Licaria triandra</i>	Latero	9407943	755483	939	59,5	0,189	5,5	11,5	0,0282	0,119	Inclinado	
4	A4	<i>Licaria triandra</i>	Latero	9407943	755478	940	59,0	0,188	4,0	10,0	0,0277	0,085	Recto	
5	A5	<i>Licaria triandra</i>	Latero	9407943	755475	940	90,0	0,286	7,0	13,0	0,0645	0,347	Inclinado	
6	A6	<i>Licaria triandra</i>	Latero	9407938	755473	939	86,2	0,274	5,0	13,0	0,0591	0,228	Sinuoso	
7	A7	<i>Licaria triandra</i>	Latero	9407941	755473	939	66,8	0,213	4,0	12,0	0,0355	0,109	Sinuoso	
8	A8	<i>Licaria triandra</i>	Latero	9407931	755481	938	101,0	0,321	12,0	13,0	0,0812	0,750	Recto	Ramificado
9	A9	<i>Licaria triandra</i>	Latero	9407917	755480	937	66,0	0,210	4,0	11,0	0,0347	0,107	Sinuoso	
10	A10	<i>Licaria triandra</i>	Latero	9407913	755475	939	67,2	0,214	2,0	10,0	0,0359	0,055	Recto	Ramificado
11	A11	<i>Licaria triandra</i>	Latero	9407919	755478	940	64,5	0,205	2,0	9,0	0,0331	0,051	Recto	Ramificado
12	A12	<i>Licaria triandra</i>	Latero	9407916	755469	941	69,2	0,220	2,0	10,0	0,0381	0,059	Recto	Ramificado
13	A13	<i>Licaria triandra</i>	Latero	9407910	755471	942	62,5	0,199	4,0	11,0	0,0311	0,096	Inclinado	
14	A14	<i>Licaria triandra</i>	Latero	9407943	755478	940	110,1	0,350	3,0	10,0	0,0965	0,223	Inclinado	
Total											0,7475	2,840		

Anexo 3. Datos de la medición de probetas para propiedades físicas de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm en laboratorio.

Anexos 3.1. Datos de las probetas en húmedo de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm

Código	Radial			Radial promedio	Tangencial			Tangencial Promedio	Largo (mm)	Peso (g)
	1	2	3		1	2	3			
M1-1	28,31	27,86	28,07	28,08	31,12	31,48	31,58	31,39	98,71	92,10
M1-2	29,84	29,37	29,25	29,49	28,92	28,26	28,42	28,53	99,31	86,75
M1-3	28,23	27,80	27,65	27,89	28,85	28,64	28,59	28,69	99,50	81,06
M1-4	28,78	28,63	28,54	28,65	28,57	28,60	28,47	28,55	99,57	83,74
M1-5	28,68	28,49	28,82	28,66	28,68	29,12	28,96	28,92	99,55	84,83
M1-6	28,73	28,91	29,26	28,97	28,62	27,98	27,91	28,17	99,51	86,05
M1-7	28,80	28,65	28,40	28,62	28,55	28,48	28,73	28,59	99,34	83,54
M1-8	30,07	29,83	29,93	29,94	28,05	28,42	28,50	28,32	99,30	81,12
M1-9	28,62	28,46	28,53	28,54	28,75	28,93	28,62	28,77	99,72	79,30
M1-10	30,75	30,73	30,53	30,67	28,67	28,80	28,87	28,78	99,39	81,87
M1-11	28,59	28,55	28,57	28,57	28,39	28,34	28,40	28,38	99,36	79,39
M1-12	28,58	28,47	28,44	28,50	28,76	28,71	28,67	28,71	99,46	78,54
M1-13	28,19	28,43	28,50	28,37	28,63	28,55	28,44	28,54	99,31	83,11
M1-14	30,92	30,44	30,32	30,56	28,79	28,90	29,10	28,93	99,11	94,53
M1-15	28,54	28,42	28,46	28,47	28,59	28,51	28,62	28,57	99,53	85,31
M1-16	28,54	28,51	28,56	28,54	28,71	28,77	28,83	28,77	99,60	82,06
M1-17	28,98	28,77	28,57	28,77	28,25	28,12	28,54	28,30	99,70	81,56
M1-18	28,72	28,69	28,25	28,55	27,60	27,84	29,79	28,41	100,23	81,92
M1-19	28,50	28,66	28,60	28,59	28,67	28,61	28,64	28,64	99,33	82,09
M1-20	28,04	28,67	28,73	28,48	27,11	27,28	27,50	27,30	99,74	80,05
M1-21	28,95	28,82	28,68	28,82	28,01	28,00	28,23	28,08	99,48	84,25
M2-1	29,85	29,76	29,57	29,73	31,75	31,78	31,65	31,73	100,75	84,87
M2-2	29,83	29,64	29,65	29,71	31,29	31,70	32,02	31,67	101,00	82,72
M2-3	30,70	30,69	29,53	30,31	30,90	31,20	31,36	31,15	100,56	97,27
M2-4	29,50	29,18	29,09	29,26	31,13	30,93	31,03	31,03	101,04	85,25
M2-5	29,14	29,32	29,58	29,35	30,96	31,05	31,04	31,02	101,35	83,91
M2-6	30,16	30,33	31,21	30,57	30,83	30,75	30,72	30,77	101,26	81,49
M2-7	31,37	31,74	31,48	31,53	29,90	29,99	29,84	29,91	100,43	87,78
M2-8	31,73	31,39	31,23	31,45	30,30	30,03	29,95	30,09	101,08	91,35
M2-9	31,86	31,75	31,83	31,81	30,15	29,90	29,76	29,94	101,10	90,03

M2-10	31,43	31,56	31,55	31,51	30,11	30,04	29,92	30,02	101,04	91,81
M2-11	31,40	31,29	30,69	31,13	29,95	30,08	30,11	30,05	100,76	92,17
M2-12	31,37	31,40	31,47	31,44	29,88	30,06	29,78	29,91	100,98	92,31
M2-14	30,66	30,24	30,02	30,31	31,30	31,44	31,50	31,41	101,30	95,39
M2-15	30,31	30,08	30,01	30,13	31,02	31,01	31,14	31,06	102,35	89,11
M2-16	29,73	28,71	29,55	29,33	31,25	30,89	30,47	30,87	101,46	81,69
M2-17	30,73	30,69	30,86	30,76	30,38	30,71	30,90	30,66	100,94	85,15
M3-1	30,17	30,43	30,37	30,32	31,41	31,46	31,71	31,53	100,74	84,66
M3-2	30,83	30,89	30,50	30,74	29,82	29,73	30,17	29,91	101,01	96,59
M3-3	30,45	30,60	30,58	30,54	30,03	30,19	30,28	30,17	99,98	89,94
M3-4	30,48	30,30	29,84	30,21	31,48	31,19	31,32	31,33	100,97	81,06
M3-5	30,29	30,62	30,04	30,32	31,11	31,10	30,95	31,05	100,91	82,70
M3-6	31,75	31,88	31,77	31,80	29,99	30,03	30,38	30,13	101,70	93,23
M3-7	30,42	30,45	30,56	30,48	31,67	31,75	31,67	31,70	100,09	92,40
M3-8	31,75	31,73	31,49	31,66	30,12	30,07	30,19	30,13	100,19	84,66
M3-9	29,53	29,66	29,79	29,66	30,78	30,67	30,61	30,69	100,32	88,35
M3-10	30,19	30,01	30,06	30,09	30,24	30,52	30,48	30,41	101,08	90,75
M3-11	30,65	30,46	30,53	30,55	30,53	30,34	30,45	30,44	101,43	91,89
M3-12	30,51	30,43	30,27	30,40	30,04	29,77	29,79	29,87	101,15	93,16
M3-13	30,68	30,20	30,44	30,44	29,93	29,79	29,51	29,74	101,01	88,12
M3-14	30,51	30,21	30,43	30,38	30,48	30,49	30,16	30,38	101,03	89,95
M3-15	29,95	29,71	29,98	29,88	30,39	30,36	30,30	30,35	101,10	88,60
M3-16	30,13	30,30	30,26	30,23	30,53	30,60	30,30	30,48	101,18	89,63
M4-1	30,56	30,60	30,30	30,49	30,94	31,02	31,96	31,31	98,39	78,72
M4-2	29,70	29,66	29,47	29,61	30,79	30,81	30,94	30,85	98,96	90,80
M4-3	31,25	31,06	31,15	31,15	30,61	30,41	29,99	30,34	98,71	81,95
M4-4	31,04	30,87	31,35	31,09	30,80	30,72	30,60	30,71	99,16	94,05
M4-5	30,18	30,59	30,51	30,43	30,63	30,60	30,40	30,54	98,87	86,25
M4-6	29,72	29,88	30,10	29,90	30,97	31,48	31,01	31,15	98,90	87,73
M4-7	30,22	30,01	29,59	29,94	30,88	30,89	30,98	30,92	98,87	82,46
M4-8	30,88	31,26	30,86	31,00	30,92	31,20	31,24	31,12	99,07	92,81
M4-9	28,85	28,83	29,37	29,02	31,68	31,59	31,20	31,49	99,07	83,86
M4-10	30,55	30,57	30,85	30,66	31,11	31,07	31,00	31,06	99,00	93,97
M4-11	29,93	29,72	30,24	29,96	31,09	31,01	31,00	31,03	99,10	96,58
M4-12	30,54	30,79	30,82	30,72	30,93	31,00	31,08	31,00	98,70	98,21
M4-13	31,15	31,46	31,26	31,29	31,32	31,05	31,10	31,16	99,45	96,38

M4-14	30,83	30,95	30,61	30,80	30,71	30,68	30,41	30,60	99,32	91,90
M4-15	30,77	30,89	30,58	30,75	30,94	30,74	30,97	30,88	99,04	95,77
M4-16	30,94	30,77	30,74	30,82	30,09	30,26	30,20	30,18	99,19	89,57
M4-17	30,04	30,06	30,08	30,06	30,31	30,40	30,58	30,43	98,76	85,20
M4-18	30,66	30,70	30,85	30,74	30,41	32,12	30,02	30,85	98,92	88,95
M4-19	30,33	30,07	30,23	30,21	30,54	30,37	30,49	30,47	98,62	89,95
M4-20	30,75	30,05	30,20	30,33	30,70	30,97	31,14	30,94	99,21	90,41
M5-1	32,17	32,08	32,43	32,23	32,66	32,42	32,35	32,48	101,31	99,03
M5-2	31,32	31,00	31,25	31,19	32,26	32,17	32,16	32,20	101,12	96,61
M5-3	31,00	31,10	31,42	31,17	32,28	32,00	31,97	32,08	101,28	92,59
M5-4	31,48	31,68	31,60	31,59	31,46	31,52	31,81	31,60	100,17	105,86
M5-5	31,70	31,94	31,70	31,78	31,60	31,56	31,41	31,52	99,59	96,57
M5-6	31,92	31,75	31,87	31,85	31,84	32,11	31,93	31,96	100,52	99,38
M5-7	31,40	31,35	31,87	31,54	31,66	31,50	31,73	31,63	101,12	107,86
M5-8	31,68	31,56	31,41	31,55	31,24	31,17	31,23	31,21	100,59	99,05
M5-9	32,08	31,91	32,10	32,03	32,29	32,22	32,15	32,22	99,22	103,96
M5-10	30,77	30,55	30,09	30,47	31,74	31,37	31,19	31,43	101,19	98,65
M5-11	31,62	31,57	31,44	31,54	31,58	31,67	31,54	31,60	101,06	104,74
M5-12	31,57	31,74	31,64	31,65	31,91	31,73	31,56	31,73	102,08	101,66
M5-13	31,77	31,89	31,93	31,86	31,21	30,95	31,01	31,06	98,94	99,88
M5-14	31,30	31,62	31,65	31,52	31,23	30,88	31,17	31,09	99,03	103,01
M5-15	28,65	28,54	28,70	28,63	31,68	31,76	31,35	31,60	99,51	92,41
M5-16	28,56	28,50	28,44	28,50	31,39	31,56	31,54	31,50	99,56	96,91
M5-17	28,72	28,57	28,61	28,63	32,07	31,65	31,57	31,76	99,73	97,05
M5-18	28,33	28,16	28,02	28,17	31,56	31,68	31,56	31,60	98,82	91,67

Anexos 3.2. Datos de las probetas en seco de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm

Código	Radial (mm)			Radial promedio	Tangencial (mm)			Tangencial Promedio	Largo (mm)	Peso (g)
	1	2	3		1	2	3			
M1-1	26,59	26,04	26,18	26,27	29,04	29,02	29,21	29,09	98,78	48,35
M1-2	27,24	27,24	27,20	27,23	26,65	26,21	26,27	26,38	99,29	48,87
M1-3	25,94	25,65	25,23	25,61	27,75	27,68	27,75	27,73	99,43	49,17
M1-4	27,28	27,21	27,13	27,21	26,55	26,58	26,44	26,52	99,36	52,06
M1-5	27,52	27,28	27,31	27,37	26,89	26,87	27,06	26,94	99,19	52,71
M1-6	27,61	27,79	27,76	27,72	26,08	25,61	25,62	25,77	99,32	46,14
M1-7	27,77	27,80	27,62	27,73	26,46	26,49	26,88	26,61	99,44	52,28
M1-8	28,33	28,56	28,19	28,36	26,15	26,32	26,53	26,33	98,72	43,82
M1-9	27,58	27,85	27,61	27,68	26,59	26,60	26,23	26,47	96,83	46,41
M1-10	29,90	29,67	29,28	29,62	26,73	26,63	26,64	26,67	99,31	44,40
M1-11	27,83	27,95	29,86	28,55	25,97	25,86	26,30	26,04	99,49	44,72
M1-12	27,90	27,70	27,78	27,79	25,98	26,08	26,35	26,14	99,44	44,67
M1-13	27,17	27,46	27,45	27,36	26,57	26,36	26,51	26,48	99,27	51,85
M1-14	29,79	29,42	29,30	29,50	26,24	26,44	26,78	26,49	98,96	51,07
M1-15	26,60	26,81	26,90	26,77	26,53	26,42	26,76	26,57	99,70	47,42
M1-16	27,16	27,13	27,21	27,17	26,58	26,58	26,84	26,67	99,31	49,40
M1-17	27,74	27,69	27,52	27,65	25,93	26,06	26,41	26,13	99,53	48,35
M1-18	27,91	27,72	27,74	27,79	25,74	26,04	25,90	25,89	100,06	49,68
M1-19	26,80	27,00	27,28	27,03	26,91	26,64	26,51	26,69	99,33	47,16
M1-20	27,84	27,70	27,74	27,76	25,19	25,09	25,32	25,20	99,50	48,64
M1-21	27,35	27,28	27,35	27,32	26,46	26,65	27,07	26,73	99,34	50,69
M2-1	28,84	28,93	29,00	28,92	29,21	29,10	29,13	29,15	100,67	44,05
M2-2	30,83	29,18	29,22	29,74	28,88	29,20	29,71	29,26	100,88	41,33
M2-3	29,24	29,60	29,02	29,29	28,97	29,05	29,19	29,07	100,79	43,32
M2-4	28,53	28,22	28,26	28,34	28,62	28,20	28,50	28,44	100,70	48,05
M2-5	28,31	28,41	28,70	28,47	28,44	28,46	28,41	28,44	101,18	46,65
M2-6	29,31	29,66	29,33	29,43	28,62	28,48	28,83	28,64	100,31	44,51
M2-7	30,41	30,50	30,28	30,40	27,23	27,22	27,42	27,29	100,46	51,80
M2-8	30,66	30,42	30,30	30,46	27,78	27,59	27,54	27,64	101,65	53,72

M2-9	30,22	30,49	30,54	30,42	27,17	27,28	27,48	27,31	100,84	52,42
M2-10	30,31	30,25	30,31	30,29	28,05	28,02	27,96	28,01	100,85	54,01
M2-11	30,57	30,22	29,89	30,23	27,47	27,69	27,75	27,64	100,75	53,36
M2-12	30,42	30,40	30,75	30,52	27,51	27,25	27,41	27,39	101,10	54,26
M2-14	29,71	29,34	28,94	29,33	28,36	28,58	28,48	28,47	100,42	50,84
M2-15	28,86	28,55	28,27	28,56	27,71	27,61	27,84	27,72	101,64	47,83
M2-16	28,05	27,90	28,03	27,99	28,19	28,05	27,67	27,97	101,16	43,30
M2-17	31,12	31,00	30,96	31,03	27,84	27,75	28,27	27,95	100,75	41,77
M3-1	28,72	28,67	29,06	28,82	29,25	29,24	29,18	29,22	100,60	47,49
M3-2	29,80	29,77	29,59	29,72	27,35	27,58	27,63	27,52	100,36	53,80
M3-3	29,49	29,59	29,62	29,57	28,09	28,19	28,44	28,24	99,84	46,65
M3-4	29,46	29,22	29,19	29,29	29,23	29,00	29,06	29,10	101,05	45,49
M3-5	28,08	28,55	28,63	28,42	28,98	29,24	29,86	29,36	100,88	44,73
M3-6	31,36	31,17	30,68	31,07	27,93	27,40	27,23	27,52	100,99	49,40
M3-7	28,86	29,28	29,49	29,21	29,47	29,76	29,71	29,65	99,88	49,75
M3-8	30,89	30,74	30,51	30,71	27,46	27,36	27,38	27,40	100,01	45,20
M3-9	28,53	28,56	29,02	28,70	28,23	27,88	28,26	28,12	100,24	50,37
M3-10	29,37	28,63	28,92	28,97	27,73	27,28	27,80	27,60	100,81	51,35
M3-11	30,19	29,70	29,80	29,90	27,26	27,64	27,75	27,55	101,29	52,39
M3-12	29,40	29,63	29,51	29,51	27,06	27,07	27,56	27,23	101,26	55,43
M3-13	29,81	29,27	29,58	29,55	27,53	27,32	27,41	27,42	101,10	51,52
M3-14	28,62	29,20	29,14	28,99	27,82	27,81	27,59	27,74	100,93	52,49
M3-15	29,05	28,67	29,02	28,91	27,80	27,89	28,04	27,91	100,83	51,71
M3-16	29,05	29,28	29,27	29,20	27,65	27,62	27,63	27,63	100,88	52,28
M4-1	29,34	28,95	28,52	28,94	29,16	29,60	29,89	29,55	98,35	44,38
M4-2	28,39	28,38	28,51	28,43	28,21	28,21	28,38	28,27	98,99	52,73
M4-3	30,31	30,29	30,42	30,34	29,89	28,20	28,16	28,75	98,97	47,00
M4-4	30,23	30,39	30,45	30,36	28,47	28,42	28,51	28,47	97,58	55,32
M4-5	28,82	29,21	29,26	29,10	28,46	28,26	27,96	28,23	98,61	50,37
M4-6	28,21	27,78	27,72	27,90	28,31	28,91	29,08	28,77	98,86	51,20
M4-7	28,10	28,23	27,69	28,01	28,62	28,66	29,30	28,86	98,94	48,65
M4-8	29,19	28,82	28,83	28,95	28,43	30,00	30,38	29,60	98,73	53,56
M4-9	27,34	27,33	27,31	27,33	29,33	29,68	30,11	29,71	97,78	48,75

M4-10	29,81	29,90	30,09	29,93	28,33	28,69	29,09	28,70	98,51	54,83
M4-11	29,97	28,97	29,35	29,43	27,93	27,89	27,77	27,86	98,17	56,39
M4-12	29,40	29,54	29,68	29,54	28,00	27,23	27,19	27,47	98,31	57,83
M4-13	30,44	30,61	30,58	30,54	27,06	27,51	27,59	27,39	98,49	57,39
M4-14	30,25	29,88	29,61	29,91	28,77	28,62	28,42	28,60	98,82	54,13
M4-15	29,08	29,55	29,38	29,34	28,41	28,07	28,63	28,37	97,95	55,25
M4-16	30,00	29,75	29,73	29,83	28,43	28,31	28,80	28,51	98,90	52,50
M4-17	29,24	29,26	29,23	29,24	27,84	27,91	28,22	27,99	98,21	50,37
M4-18	29,87	29,74	30,00	29,87	28,21	27,96	27,94	28,04	98,29	52,69
M4-19	29,35	29,29	29,41	29,35	28,11	28,07	28,32	28,17	27,26	53,61
M4-20	29,88	29,10	29,61	29,53	28,77	29,19	29,35	29,10	98,70	55,04
M5-1	30,17	30,60	31,24	30,67	30,61	30,42	30,26	30,43	100,87	58,81
M5-2	30,32	30,20	30,21	30,24	29,49	29,41	29,90	29,60	100,94	56,65
M5-3	29,34	29,32	29,37	29,34	29,98	29,42	29,56	29,65	101,24	54,48
M5-4	29,99	30,01	29,96	29,99	28,54	28,51	28,98	28,68	100,13	65,03
M5-5	30,50	30,41	30,52	30,48	29,25	29,09	28,98	29,11	99,29	59,70
M5-6	30,27	30,22	30,28	30,26	29,25	29,24	29,30	29,26	100,90	60,23
M5-7	30,02	30,18	30,48	30,23	29,02	28,74	29,00	28,92	101,22	64,56
M5-8	30,86	30,57	30,54	30,66	28,79	28,72	29,15	28,89	100,92	59,50
M5-9	30,67	30,33	30,78	30,59	29,34	29,27	29,56	29,39	99,28	62,09
M5-10	29,67	29,42	29,09	29,39	29,33	28,94	28,71	28,99	100,65	58,63
M5-11	30,30	30,18	29,95	30,14	28,59	28,74	29,05	28,79	100,63	62,05
M5-12	30,71	30,57	30,72	30,67	29,18	29,04	29,36	29,19	101,28	59,97
M5-13	30,75	30,97	31,04	30,92	28,82	28,76	28,56	28,71	99,02	58,86
M5-14	30,17	30,24	30,25	30,22	28,33	28,10	28,68	28,37	98,94	63,52
M5-15	27,02	26,49	26,98	26,83	29,63	29,43	29,09	29,38	98,77	51,64
M5-16	27,40	27,29	27,49	27,39	28,98	29,10	29,06	29,05	98,92	50,67
M5-17	27,73	27,44	27,47	27,55	29,76	29,36	29,27	29,46	99,21	48,85
M5-18	27,14	27,02	26,77	26,98	28,96	29,02	29,14	29,04	98,75	47,80

**Anexo 4. Datos obtenidos de las probetas para la determinación de las propiedades físicas de la madera de *Licaria triandra* (Sw.)
Kosterm**

Nº	Código	Peso húmedo	Peso seco	DLH	DLS	DTH	DTS	DRH	DRS	V.H.	V.S.	DB	DA	DV	CHbs	CHbh	CL	CT	CR	CV	CT/CR
1	M1 -2	86,75	48,87	99,31	99,29	28,53	26,38	29,49	27,23	83,55	71,30	0,58	0,69	1,04	77,51	43,67	0,02	7,56	7,66	14,66	0,99
2	M1 - 3	81,06	49,17	99,50	99,43	28,69	27,73	27,89	25,61	79,64	70,59	0,62	0,70	1,02	64,86	39,34	0,07	3,37	8,20	11,35	0,41
3	M1 - 4	83,74	52,06	99,57	99,36	28,55	26,52	28,65	27,21	81,43	71,70	0,64	0,73	1,03	60,85	37,83	0,21	7,09	5,04	11,95	1,41
4	M1 -5	84,83	52,71	99,55	99,19	28,92	26,94	28,66	27,37	82,52	73,14	0,64	0,72	1,03	60,94	37,86	0,36	6,85	4,51	11,37	1,52
5	M1 -13	83,11	51,85	99,31	99,27	28,54	26,48	28,37	27,36	80,42	71,92	0,64	0,72	1,03	60,29	37,61	0,04	7,22	3,57	10,57	2,02
6	M1 -14	94,53	51,07	99,11	98,96	28,93	26,49	30,56	29,50	87,62	77,33	0,58	0,66	1,08	85,10	45,97	0,15	8,45	3,46	11,75	2,44
7	M1 -16	82,06	49,40	99,60	99,31	28,77	26,67	28,54	27,17	81,77	71,94	0,60	0,69	1,00	66,11	39,80	0,29	7,31	4,80	12,02	1,52
8	M1 -17	81,56	48,35	99,70	99,53	28,30	26,13	28,77	27,65	81,19	71,92	0,60	0,67	1,00	68,69	40,72	0,17	7,67	3,90	11,42	1,96
9	M1 -19	82,09	47,16	99,33	99,33	28,64	26,69	28,59	27,03	81,32	71,64	0,58	0,66	1,01	74,07	42,55	0,00	6,82	5,46	11,91	1,25
10	M1 -21	84,25	50,69	99,48	99,34	28,08	26,73	28,82	27,32	80,50	72,52	0,63	0,70	1,05	66,21	39,83	0,14	4,82	5,21	9,91	0,92
	Promedio	84,40	50,13	99,45	99,30	28,60	26,67	28,83	27,34	82,00	72,40	0,61	0,69	1,03	68,46	40,52	0,15	6,71	5,18	11,69	1,44
	D.S.	3,951	1,813	0,177	0,151	0,262	0,429	0,724	0,939	2,264	1,858	0,025	0,025	0,023	8,131	2,767	0,119	1,497	1,604	1,237	0,596
	C.V. (%)	4,68	3,62	0,18	0,15	0,92	1,61	2,51	3,44	2,76	2,57	4,16	3,56	2,21	11,88	6,83	81,36	22,30	30,95	10,58	41,26
11	M2 - 1	84,87	44,05	100,75	100,67	31,73	29,15	29,73	28,92	95,02	84,87	0,46	0,52	0,89	92,67	48,10	0,08	8,13	2,70	10,69	3,01
12	M2 - 4	85,25	48,05	101,04	100,70	31,03	28,44	29,26	28,34	91,73	81,15	0,52	0,59	0,93	77,42	43,64	0,34	8,35	3,14	11,53	2,65
13	M2 - 5	83,91	46,65	101,35	101,18	31,02	28,44	29,35	28,47	92,25	81,92	0,51	0,57	0,91	79,87	44,40	0,17	8,32	2,98	11,20	2,80
14	M2 - 6	81,49	44,51	101,26	100,31	30,77	28,64	30,57	29,43	95,23	84,57	0,47	0,53	0,86	83,08	45,38	0,94	6,90	3,71	11,19	1,86
15	M2 - 9	90,03	52,42	101,10	100,84	29,94	27,31	31,81	30,42	96,29	83,77	0,54	0,63	0,94	71,75	41,77	0,26	8,77	4,39	13,00	2,00
16	M2 - 10	91,81	54,01	101,04	100,85	30,02	28,01	31,51	30,29	95,60	85,56	0,56	0,63	0,96	69,99	41,17	0,19	6,71	3,88	10,50	1,73
17	M2 - 11	92,17	53,36	100,76	100,75	30,05	27,64	31,13	30,23	94,24	84,16	0,57	0,63	0,98	72,73	42,11	0,01	8,02	2,89	10,69	2,77
18	M2 - 14	95,39	50,84	101,30	100,42	31,41	28,47	30,31	29,33	96,44	83,86	0,53	0,61	0,99	87,63	46,70	0,87	9,36	3,22	13,04	2,90
19	M2 - 15	89,11	47,83	102,35	101,64	31,06	27,72	30,13	28,56	95,78	80,47	0,50	0,59	0,93	86,31	46,32	0,69	10,74	5,22	15,99	2,06
20	M2 - 16	81,69	43,30	101,46	101,16	30,87	27,97	29,33	27,99	91,86	79,21	0,47	0,55	0,89	88,66	46,99	0,30	9,39	4,56	13,78	2,06
	Promedio	87,57	48,50	101,24	100,85	30,79	28,18	30,31	29,20	94,44	82,95	0,51	0,58	0,93	81,01	44,66	0,38	8,47	3,67	12,16	2,38
	D.S.	4,788	3,967	0,455	0,390	0,607	0,548	0,932	0,883	1,836	2,123	0,038	0,043	0,042	7,892	2,423	0,330	1,194	0,834	1,769	0,485
	C.V. (%)	5,47	8,18	0,45	0,39	1,97	1,95	3,07	3,02	1,94	2,56	7,50	7,28	4,49	9,74	5,43	86,13	14,10	22,73	14,54	20,35
21	M3 - 1	84,66	47,49	100,74	100,60	31,53	29,22	30,32	28,82	96,31	84,72	0,49	0,56	0,88	78,27	43,91	0,14	7,31	4,97	12,03	1,47

22	M3 - 2	96,59	53,80	101,01	100,36	29,91	27,52	30,74	29,72	92,86	82,08	0,58	0,66	1,04	79,54	44,30	0,64	7,98	3,32	11,61	2,41
23	M3 - 3	89,94	46,65	99,98	99,84	30,17	28,24	30,54	29,57	92,12	83,36	0,51	0,56	0,98	92,80	48,13	0,14	6,39	3,20	9,51	2,00
24	M3 - 6	93,23	49,40	101,70	100,99	30,13	27,52	31,80	31,07	97,45	86,35	0,51	0,57	0,96	88,72	47,01	0,70	8,67	2,30	11,39	3,78
25	M3 - 7	92,40	49,75	100,09	99,88	31,70	29,65	30,48	29,21	96,69	86,49	0,51	0,58	0,96	85,73	46,16	0,21	6,47	4,16	10,54	1,56
26	M3 - 9	88,35	50,37	100,32	100,24	30,69	28,12	29,66	28,70	91,31	80,92	0,55	0,62	0,97	75,40	42,99	0,08	8,35	3,23	11,38	2,59
27	M3 - 10	90,75	51,35	101,08	100,81	30,41	27,60	30,09	28,97	92,49	80,62	0,56	0,64	0,98	76,73	43,42	0,27	9,24	3,70	12,83	2,50
28	M3 - 14	89,95	52,49	101,03	100,93	30,38	27,74	30,38	28,99	93,25	81,16	0,56	0,65	0,96	71,37	41,65	0,10	8,68	4,60	12,96	1,89
29	M3 - 15	88,60	51,71	101,10	100,83	30,35	27,91	29,88	28,91	91,68	81,37	0,56	0,64	0,97	71,34	41,64	0,27	8,04	3,24	11,25	2,49
30	M3 - 16	89,63	52,28	101,18	100,88	30,48	27,63	30,23	29,20	93,22	81,40	0,56	0,64	0,96	71,44	41,67	0,30	9,33	3,41	12,68	2,74
	Promedio	90,41	50,53	100,82	100,54	30,57	28,12	30,41	29,32	93,74	82,85	0,54	0,61	0,96	79,13	44,09	0,28	8,05	3,61	11,62	2,34
	D.S.	3,195	2,258	0,540	0,432	0,588	0,743	0,582	0,694	2,228	2,254	0,031	0,039	0,039	7,623	2,327	0,217	1,041	0,777	1,077	0,669
	C.V. (%)	3,53	4,47	0,54	0,43	1,92	2,64	1,91	2,37	2,38	2,72	5,70	6,37	4,03	9,63	5,28	76,49	12,94	21,53	9,27	28,59
31	M4 - 5	86,25	50,37	98,87	98,61	30,54	28,23	30,43	29,10	91,88	80,99	0,55	0,62	0,94	71,23	41,60	0,26	7,58	4,37	11,86	1,74
32	M4 - 6	87,73	51,20	98,90	98,86	31,15	28,77	29,90	27,90	92,12	79,35	0,56	0,65	0,95	71,35	41,64	0,04	7,66	6,68	13,86	1,15
33	M4 - 8	92,81	53,56	99,07	98,73	31,12	29,60	31,00	28,95	95,57	84,60	0,56	0,63	0,97	73,28	42,29	0,34	4,87	6,62	11,48	0,74
34	M4 - 10	93,97	54,83	99,00	98,51	31,06	28,70	30,66	29,93	94,27	84,64	0,58	0,65	1,00	71,38	41,65	0,49	7,59	2,36	10,21	3,22
35	M4 - 11	96,58	56,39	99,10	98,17	31,03	27,86	29,96	29,43	92,15	80,50	0,61	0,70	1,05	71,27	41,61	0,94	10,21	1,78	12,64	5,74
36	M4 - 13	96,38	57,39	99,45	98,49	31,16	27,39	31,29	30,54	96,95	82,38	0,59	0,70	0,99	67,94	40,45	0,97	12,10	2,39	15,03	5,07
37	M4 - 14	91,90	54,13	99,32	98,82	30,60	28,60	30,80	29,91	93,60	84,55	0,58	0,64	0,98	69,78	41,10	0,50	6,53	2,87	9,66	2,27
38	M4 - 15	95,77	55,25	99,04	97,95	30,88	28,37	30,75	29,34	94,04	81,52	0,59	0,68	1,02	73,34	42,31	1,10	8,14	4,59	13,32	1,77
39	M4 - 16	89,57	52,50	99,19	98,90	30,18	28,51	30,82	29,83	92,26	84,11	0,57	0,62	0,97	70,61	41,39	0,29	5,53	3,21	8,83	1,72
40	M4 - 17	85,20	50,37	98,76	98,21	30,43	27,99	30,06	29,24	90,34	80,39	0,56	0,63	0,94	69,15	40,88	0,56	8,02	2,72	11,02	2,95
	Promedio	91,62	53,60	99,07	98,53	30,82	28,40	30,57	29,42	93,32	82,30	0,57	0,65	0,98	70,93	41,49	0,55	7,82	3,76	11,79	2,64
	D.S.	4,228	2,461	0,209	0,324	0,350	0,600	0,466	0,715	1,962	2,029	0,020	0,030	0,034	1,683	0,577	0,347	2,106	1,755	1,951	1,644
	C.V. (%)	4,61	4,59	0,21	0,33	1,14	2,11	1,52	2,43	2,10	2,46	3,43	4,54	3,49	2,37	1,39	63,09	26,92	46,70	16,55	62,37
41	M5 - 1	99,03	58,81	101,31	100,87	32,48	30,43	32,23	30,67	106,03	94,14	0,55	0,62	0,93	68,39	40,61	0,43	6,30	4,83	11,22	1,30
42	M5 - 2	96,61	56,65	101,12	100,94	32,20	29,60	31,19	30,24	101,55	90,36	0,56	0,63	0,95	70,54	41,36	0,18	8,07	3,04	11,01	2,66
43	M5 - 3	92,59	54,48	101,28	101,24	32,08	29,65	31,17	29,34	101,29	88,09	0,54	0,62	0,91	69,95	41,16	0,04	7,57	5,87	13,03	1,29
44	M5 - 5	96,57	59,70	99,59	99,29	31,52	29,11	31,78	30,48	99,77	88,08	0,60	0,68	0,97	61,76	38,18	0,30	7,67	4,10	11,72	1,87
45	M5 - 10	98,65	58,63	101,19	100,65	31,43	28,99	30,47	29,39	96,92	85,78	0,60	0,68	1,02	68,26	40,57	0,53	7,76	3,53	11,50	2,20
46	M5 - 11	104,74	62,05	101,06	100,63	31,60	28,79	31,54	30,14	100,72	87,34	0,62	0,71	1,04	68,80	40,76	0,43	8,87	4,44	13,29	2,00

47	M5 - 12	101,66	59,97	102,08	101,28	31,73	29,19	31,65	30,67	102,53	90,67	0,58	0,66	0,99	69,52	41,01	0,78	8,00	3,11	11,56	2,58
48	M5 - 14	103,01	63,52	99,03	98,94	31,09	28,37	31,52	30,22	97,07	84,83	0,65	0,75	1,06	62,17	38,34	0,09	8,76	4,13	12,61	2,12
49	M5 - 15	92,41	51,64	99,51	98,77	31,60	29,38	28,63	26,83	90,02	77,87	0,57	0,66	1,03	78,95	44,12	0,74	7,00	6,29	13,50	1,11
50	M5 - 16	96,91	50,67	99,56	98,92	31,50	29,05	28,50	27,39	89,37	78,71	0,57	0,64	1,08	91,26	47,71	0,64	7,78	3,88	11,93	2,00
	Promedio	98,22	57,61	100,57	100,15	31,72	29,26	30,87	29,54	98,53	86,59	0,58	0,67	1,00	70,96	41,38	0,42	7,78	4,32	12,14	1,91
	D.S.	4,091	4,237	1,040	1,039	0,412	0,559	1,297	1,365	5,338	5,109	0,034	0,041	0,056	8,561	2,768	0,264	0,754	1,083	0,899	0,530
	C.V. (%)	4,17	7,35	1,03	1,04	1,30	1,91	4,20	4,62	5,42	5,90	5,89	6,19	5,65	12,06	6,69	63,17	9,70	25,06	7,41	27,72

DLH: dimensión longitudinal humedad en mm.

DTH: dimensión tangencial húmeda en mm.

DRH: dimensión radial humedad en mm.

DRS: dimensión radial seca en mm.

CHbs: contenido humedad base seca.

CHbh: contenido humedad base humedad.

DLS: dimensión longitudinal seca en mm

DTS: dimensión tangencial seca en mm.

V.H: volumen húmedo en cm3.

V.S: volumen seco en cm3.

CL: contracción longitudinal %.

CT: contracción tangencial %.

DB: densidad básica g/cm3.

DA: densidad anhidra g/cm3.

DV: densidad verde g/cm3.

CR: contracción radial %.

CV: contracción verde %.

CT/CR: relación de contracciones

Anexo 4.1. Consolidado de las propiedades físicas de las 5 muestras de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm

Muestra	Estadístico	Densidad Básica	Densidad Anhidra	Densidad Verde	Contracción Tangencial	Contracción Radial	Contracción Volumétrica	Relación Ct/Cr	Max. Contenido De Humedad
M1	X	0,61	0,69	1,03	6,71	5,18	11,69	1,44	68,46
	C.V.	4,16	3,56	2,21	22,30	30,95	10,58	41,26	11,88
M2	X	0,51	0,58	0,93	8,47	3,67	12,16	2,38	81,01
	C.V.	7,50	7,28	4,49	14,10	22,73	14,54	20,35	9,74
M3	X	0,54	0,61	0,96	8,05	3,61	11,62	2,34	79,13
	C.V.	5,70	6,37	4,03	12,94	21,53	9,27	28,59	9,63
M4	X	0,57	0,65	0,98	7,82	3,76	11,79	2,64	70,93
	C.V.	3,43	4,54	3,49	26,92	46,70	16,55	62,37	2,37
M5	X	0,58	0,67	1,00	7,78	4,32	12,14	1,91	70,96
	C.V.	5,89	6,19	5,65	9,70	25,06	7,41	27,72	12,06
Promedio	X	0,56	0,64	0,98	7,77	4,11	11,88	2,14	74,10
	C.V.	5,34	5,59	3,97	17,19	29,40	11,67	36,06	9,14

Anexo 5. Datos obtenidos de laboratorio de las probetas de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm para propiedades mecánicas

Anexo 5.1. Datos de flexión de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm

Nº	Probeta	Carga (Q) (kg)	Carga (P) (kg)	Distancia (a) (cm)	Ancho Viga (cm)	Espesor Viga (cm)	Deformación (d) (cm)	MOR (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)	ELP (kg/cm ²)
1	M1 - 1 F	1927	1638	37,50	4,80	4,50	0,15	1115	329128	948
2	M1 - 3F	1997	1944	37,50	5,00	4,80	0,10	975	463486	949
3	M2 - 1F	1854	1812	37,50	4,90	5,00	0,10	851	390019	832
4	M2 - 2F	1696	1442	37,50	5,00	5,10	0,10	734	286548	624
5	M3 - 2F	1828	1724	37,50	4,65	5,00	0,15	885	260685	834
6	M3 - 3F	1828	1669	37,50	4,65	4,90	0,10	921	402206	841
7	M4 - 1F	1694	1440	37,50	5,00	4,80	0,15	827	228866	703
8	M4 - 3F	2062	1850	37,50	4,95	5,00	0,10	937	394176	841
9	M5 - 1F	2282	2025	37,50	5,00	5,10	0,15	987	268341	876
10	M5 - 3F	2078	1632	37,50	4,80	4,90	0,15	1014	254000	797
Promedio								925	327746	824
D.S.								107	79723	100
C.V. (%)								12	24	12

Contenido de humedad de probetas post ensayo

Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Contenido de humedad (%)
792.2	698.69	13.38
786.92	699.54	12.49
701.88	631.28	11.18
768.23	678.04	13.30
769.95	691.32	11.37
Promedio		12.35

Anexo 5.2. Datos de la comprensión paralela de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm

Nº	PROBETA	Carga (Q) (kg)	Carga (P) (kg)	Área (cm ²)	Ancho (a) (cm)	Espesor (e) (cm)	Largo (cm)	Deformación (d) (cm)	MOR (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)	ELP (kg/cm ²)
1	M1 - 1//	10287	8744	22.27	4.65	4.79	15	0.20	461.85	29443	392.57
2	M1 - 2//	9565	8130	24.50	5.00	4.90	15	0.10	390.41	49777	331.85
3	M2 - 1//	6433	5468	23.28	4.85	4.80	15	0.10	276.33	35232	234.88
4	M2 - 2//	7384	6276	24.00	4.80	5.00	15	0.10	307.67	39228	261.52
5	M3 - 1//	8107	6891	23.77	4.85	4.90	15	0.10	341.13	43494	289.96
6	M3 - 2//	7611	6469	23.51	4.95	4.75	15	0.10	323.70	41272	275.15
7	M4 - 1//	7991	6792	23.76	4.95	4.80	15	0.10	336.32	42881	285.87
8	M4 - 3//	8755	7442	23.52	4.90	4.80	15	0.10	372.24	47460	316.40
9	M5 - 1//	7954	6761	22.32	4.80	4.65	15	0.10	356.36	45436	302.91
10	M5 - 3//	6832	5807	20.24	4.60	4.40	15	0.10	337.55	43038	286.92
Promedio									350.36	41726	297.80
D.S.									51	5936	43
C.V. (%)									14	14	14

Contenido de humedad de probetas post ensayo

PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
376.28	330.25	13.94
373.63	334.63	11.65
363.24	325.52	11.59
348.66	305.65	14.07
314.88	279.72	12.57
PROMEDIO		12.76

Anexo 5.3. Datos de la comprensión perpendicular de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm

Nº	Probeta	Carga (Q) (kg)	Superficie contacto (A) (cm ²)	ELP
1	M1 - 1 ⊥	7318	24,01	305
2	M1 - 2 ⊥	7700	24,01	321
3	M2 - 1 ⊥	7145	24,99	286
4	M2 - 2 ⊥	6847	23,28	294
5	M3 - 1 ⊥	4500	24,99	180
6	M3 - 2 ⊥	5378	23,52	229
7	M4 - 1 ⊥	4860	24,75	196
8	M4 - 2 ⊥	4179	24,50	171
9	M5 - 1 ⊥	6300	23,52	268
10	M5 - 2 ⊥	6086	23,52	259
Promedio				250,79
D.S.				53,91
C.V. (%)				21,50

Contenido de humedad de probetas post ensayo

Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Contenido de humedad (%)
346.06	311.17	11.21
343.04	312.57	9.75
313.91	283.77	10.62
325.01	293.23	10.84
354.79	320.78	10.60
Promedio		10.60

Anexo 5.4. Datos de la dureza de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm

Muestras	Radial	Tangencial	Transversal
M1 - 1D	841	669	1408
M1 - 2D	802	760	1427
M2 - 1 D	760	755	1520
M2 - 3D	1024	976	1332
M3 - 1D	520	874	1039
M3 - 2D	508	777	470
M4 - 1 D	986	860	1482
M4 - 3D	1135	994	947
M5 - 1D	1155	514	1879
M5 - 3D	865	712	1159
Promedio (kg/cm²)	860	789	1266
Desviación estándar (kg/cm2)	226	144	385
Coefficiente de variabilidad (%)	26	18	30

Contenido de humedad de probetas post ensayo

Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Contenido de humedad (%)
287.23	252.09	13.94
279.14	249.62	11.83
242.04	216.94	11.57
278.93	248.42	12.28
229.43	201.97	13.60
Promedio		12.64

Anexo 5.5. Datos de cizallamiento de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm.

Radial

Nº	Probeta	Carga (Q)	Ancho (falla)	Alto (falla)	MOR (kg/cm2)
1	M1 - 1C	3979	4,90	4,70	172,77
2	M1 - 2C	3887	4,60	4,90	172,45
3	M2 - 1C	3131	4,90	4,90	130,40
4	M2 - 2C	3462	5,00	5,00	138,48
5	M3 - 1C	3220	5,90	5,90	92,50
6	M3 - 2C	3955	5,00	6,10	129,67
7	M4 - 2C	3204	5,00	4,90	130,78
8	M4 - 3C	3830	4,80	4,60	173,46
9	M5 - 2C	3996	5,00	4,85	164,78
10	M5 - 3C	4029	5,00	4,50	179,07
Promedio					148,44
D.S.					28,32
C.V. (%)					19,08

Tangencial

Nº	Probeta	Carga (Q)	Ancho (falla)	Alto (falla)	MOR
1	M1 - 1C	3382	4,90	4,70	147
2	M1 - 2C	3304	4,60	4,90	147
3	M2 - 1C	2661	4,90	4,90	111
4	M2 - 2C	2943	5,00	5,00	118
5	M3 - 1C	2737	5,90	5,90	79
6	M3 - 2C	3362	5,00	6,10	110
7	M4 - 2C	2723	5,00	4,90	111
8	M4 - 3C	3256	4,80	4,60	147
9	M5 - 2C	3397	5,00	4,90	140
10	M5 - 3C	3425	5,00	4,50	152
Promedio					126
D.S.					24,07
C.V. (%)					19,08

Promedio

Nº	Probeta	Carga (Q)	Ancho (falla)	Alto (falla)	MOR
1	M1 - 1C				159,82
2	M1 - 2C				159,52
3	M2 - 1C				120,62
4	M2 - 2C				128,09
5	M3 - 1C				85,56
6	M3 - 2C				119,95
7	M4 - 2C				120,97
8	M4 - 3C				160,45
9	M5 - 2C				152,42
10	M5 - 3C				165,64
Promedio					137,30
D.S.					26,19
C.V. (%)					19,08

Contenido de humedad de probetas post ensayo

Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Contenido de humedad (%)
95.12	86.24	10.30
90.05	80.78	11.48
95.32	85.12	11.98
95.36	85.12	12.03
93.88	84.28	11.39
Promedio		11.44

Anexo 6. Ficha de identificación botánica de la especie de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm

LEIWER FLORES FLORES
ESPECIALISTA EN DENDROLOGÍA
C.I.P. N° 56894
Cel. 918217105
Email: lflores@unc.edu.pe

LEIWER FLORES FLORES, CON REGISTRO C.I.P. N° 56894 - ESPECIALISTA EN DENDROLOGÍA.

CERTIFICA:

La identificación de la muestra botánica de un árbol con fines de investigación de tesis titulado: **“PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y USOS PROBABLES DE LA MADERA DE *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm., SAN IGNACIO, PERÚ 2024”**, proveniente del sector El Triunfo, distrito de Huarango, provincia San Ignacio, solicitada por la Bach. **LEYDI PATRICIA VERA LUCERO**, exalumna de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Cajamarca. La muestra es conocida en la zona de estudio como **“latero”**, la cual fue estudiada, identificada y ordenada para grupos taxonómicos de Gimnospermae y Angiospermae, de acuerdo al Sistema de Clasificación APG IV - 2016, se presenta a continuación:

Categorías -Clados	Sistema APG IV - 2016
Reino	Plantae
División	Angiospermae L.
Clase	Equisetosida C. Agardh
Subclase	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	Magnoliales Takht.
Orden	Laurales Juss. ex Bercht. y J. Presl
Familia	Lauraceae Juss.
Género	<i>Licaria</i> Aubl.
Especie	<i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm.

Jaén, 06 de junio del 2025.



Ing. M. Cs. Leiver Flores Flores
Especialista en Dendrología
C.I.P. N° 56894

Anexo 7. Ficha técnica y silvicultural de *Licaria triandra*

Licaria triandra (Sw.) Kosterm.

Familia : LAURACEAE

Nombres comunes : Latero

Sinónimos botánicos: *Acrodictidium jamaicense* (Spreng.) Nees, *Acrodictidium limbosum* (Ruiz & Pav.) Mez, *Acrodictidium limbatum* (Nees) J. F.; *Laurus limbosum* R&P; *Laurus triandra* Swartz; *Licaria limbosa* (R&P) Kostermans.; *Nectandra limbata* Nees. (Tropicos.Org, revisado 2025).

Descripción botánica. Árbol: el fuste es recto, alcanza hasta los 15m de altura y unos 28cm de diámetro, de raíces redondas, ramificación simpodial, de copa amplia y globosa. **Corteza externa:** presenta lenticelas, distribuidas en forma irregular; la corteza muerta se desprende en placas irregulares de consistencia leñosa. **Corteza interna:** es de textura esponjosa de color amarillo, segrega una savia amarillenta a ponerse en contacto con el medio ambiente después de hacerse un corte, la corteza interna mide de 7-10 mm de espesor apropiadamente. **Hojas:** las hojas son simples, alternas, elípticas, borde entero, ápice atenuado y acuminado, atenuada en la base; de consistencia papirácea; pinnatinervia oblicua, las hojas adultas miden 10 a 20 mm de largo y un ancho de 25-35 mm, de olor persistente y agradable. Las hojas son verde oscuras, el haz es brillante y el envés es más pálido. **Flores:** las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimo simple, cáliz vistoso de color rojo, corola ausente, de 6 sépalos de color verde; de 3 estambres; un pistilo, presenta ovario súpero. **Fruto:** el fruto es una drupa elíptica de entre 12 -18 mm de largo y un ancho de 8 -12mm, los pedúnculos miden de 1-2cm de largo. En los frutos maduros se observa el epicarpio de color negro de una consistencia muy frágil, el mesocarpio es suave de color verde claro.

Fenología: El latero presenta foliación durante todo el año; la floración empieza a fines del mes de diciembre y se prolonga hasta mediados del mes de mayo; los frutos se empiezan a observar a inicios del mes de abril hasta mediados del mes de setiembre.

Regeneración natural: La especie forma parte del grupo ecológico de heliófitas durables de crecimiento rápido, en la fase de construcción del bosque primario y en los claros del bosque.

Hábitat: Clima: el latero se desarrolla debajo de 1,400 msnm forma bosquetes compactos.

Suelo: se encuentra en áreas de ligera a gran pendiente, en suelos arcillosos y ricos en materia orgánica.

Distribución: Es nativa de las regiones tropicales de América Central y del Sur, habitando principalmente en bosques húmedos y pluviales, desde el nivel del mar hasta altitudes de 1200 metros. Se encuentra en países como Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Brasil.

Usos: En la zona de estudio se utilizó como sombra en plantaciones de café, aporta abundante materia orgánica al suelo. La madera es de color cenizo o amarillo verdoso, fuerte, localmente lo usan en carpintería ligera y construcción rural.

Ficha silvicultural

Condiciones climáticas. Tropical húmedo, con precipitaciones anuales superiores a 2000 mm.

Suelo. Prefiere suelos profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica.

Temperatura. Óptima entre 22 °C y 30 °C.

Particularidades de frutos y semillas. Los frutos son drupas esféricas de color negro cuando están maduras, conteniendo una única semilla.

Peso promedio de semillas. El peso promedio de las semillas es bajo, generalmente entre 0.5 y 1.0 gramo por semilla.

Propagación por semilla (sexual). La propagación se realiza por semillas, que deben sembrarse frescas para obtener mejores tasas de germinación.

Tratamientos pregerminativos. No se requieren tratamientos pregerminativos específicos, aunque un remojo en agua durante 12-24 horas puede mejorar la germinación.

Poder germinativo. El poder germinativo es moderado a alto, con tasas de germinación que pueden alcanzar entre 60-80% bajo condiciones adecuadas.

Manejo de la especie en vivero. Las plántulas requieren sombra parcial durante las primeras etapas de crecimiento. Se recomienda utilizar sustratos bien drenados y mantener un riego regular, evitando el exceso de humedad.

Almacenamiento de las semillas. Las semillas deben almacenarse en condiciones frescas y secas, pero su viabilidad disminuye rápidamente con el tiempo, por lo que es preferible sembrarlas poco después de la recolección.

Plantación, crecimiento y cuidados. Las plántulas se trasplantan al campo cuando alcanzan entre 20 y 30 cm de altura. Requieren riego regular durante los primeros años y se benefician de una capa de mantillo para conservar la humedad del suelo. Se debe controlar el crecimiento de malezas para evitar la competencia.



Fotos 1 y 2. Vista del tronco y la corteza interna de color crema



Foto 3. Ramita con frutos con cúpula tipo glande

REFERENCIAS

Catalogo virtual flora del Valle Aburrá (revisado 18 de agosto 2025).

<https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/139>

Trópicos.org. (revisado 20 de agosto 2025). <https://www.tropicos.org/name/17802589>

Anexo 8. Panel fotográfico de la investigación



Foto 1 y 2. Inventario y selección de árboles muestreados



Foto 3 y 4. Elaboración de probetas en laboratorio para propiedades físicas y mecánicas



Foto 5 y 6. Aclimatación y medición de probetas físicas



Foto 7 y 8. Pesado y secado de las probetas de propiedades físicas



Foto 9 y 10. Ensayo de propiedades mecánicas de laboratorio



Foto 11 y 12, peso y secado de las muestras de propiedades mecánicas