

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



TESIS

ANATOMÍA Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE

Magnolia jaenensis Marcelo-Peña, JAÉN 2023

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

DANTE LOZADA CHAMAYA

ASESOR

Ing. M. Sc. VITOLY BECERRA MONTALVO

JAÉN – PERÚ


2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Dante Lozada Chamaya
DNI: 46681053
Escuela Profesional/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
2. Asesor:
Ing. M. Sc. 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:
ANATOMÍA Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña,
JAÉN 2023
6. Fecha de evaluación: 20/05/2026
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (ORIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 24 %
9. Código Documento: oid: 3117:593348905
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 20/05/2026

Firma y/o Sello
Emisor Constancia



Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo
DNI: 27727452



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Fundada por Ley N° 14015 del 13 de febrero de 1,962
"Norte de la Universidad Peruana"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL FILIAL JAÉN

Calle Simón Bolívar N° 1368 - 1370 Plaza de Armas
Calle Mariscal Ureta N°1355 - 1357
JAÉN - PERÚ



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **veintisiete** días del mes de **agosto** 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° 317-2025-FCA-UNC, de fecha 16 de junio 2025, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: "**ANATOMÍA Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE *Magnolia jaenensis* Marcelo - Peña, JAÉN 2023**", ejecutado por el Bachiller en Ciencias Forestales, **Don DANTE LOZADA CHAMAYA**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

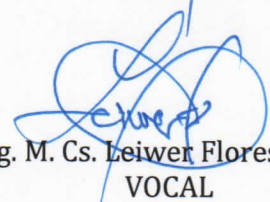
A las **quince** horas y **cero** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido 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 **quince (15)**; por tanto, el Bachiller queda expedito para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

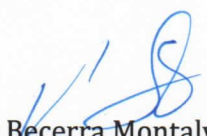
A las **dieciséis** horas y **diez** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 27 de agosto de 2025.


Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado
PRESIDENTE


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


Ing. M. Cs. Leiver Flores Flores
VOCAL


Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo
ASESOR

DEDICATORIA

A DIOS:

Se la dedico a quien me allanó, a quien nunca se separó de mí y me ayudo a levantarme después de cada tropiezo.

A MIS PADRES:

Este profundo agradecimiento a mis queridos padres, por haberme inculcado el valor del trabajo, respeto y la educación durante toda mi vida. Este logro es el reflejo de su amor y dedicación, y siempre les estaré agradecido por creer en mí en cada paso de este camino.

Dante

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme aportar algo a la sociedad

A mi asesor, Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo, por brindarme sus conocimientos y experiencias en el investigado. Ha sido un privilegio recibir su apoyo

A mis padres, por su apoyo constante, las palabras no bastan para expresar toda mi gratitud por su apoyo, comprensión y consejos.

Dante

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. Antecedentes de la Investigación	12
2.2. Bases Teóricas	17
2.2.1. Anatomía de la Madera	17
2.2.2. Propiedades Físicas de la Madera	21
CAPÍTULO III. MATERIALES Y METODOS.....	24
3.1. Localización de la Investigación	24
3.2. Materiales	26
3.2.1. Materiales y equipos de campo	26
3.2.2. Materiales y equipos de laboratorio.....	26
3.2.3. Materiales y equipos de gabinete	26
3.3. Metodología	26
3.3.1. Tipo y diseño de la investigación	26
3.3.2. Unidad de análisis – población y muestra.....	26
3.3.3. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.3.4. Técnica del procesamiento y análisis de datos	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. Anatomía macroscópica y propiedades organolépticas de <i>Magnolia jaenensis</i> Marcelo-Peña	29
4.2. Anatomía microscópica de la madera de <i>Magnolia jaenensis</i> Marcelo-Peña.....	36
4.3. Propiedades físicas de la madera de <i>Magnolia jaenensis</i> Marcelo-Peña.....	49
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1. Conclusiones.....	53
5.2. Recomendaciones.....	54
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

CAPÍTULO VII. ANEXOS 60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. Propiedades macroscópicas y organolépticas de madera de Magnolia jaenensis, M-A01	29
Tabla 3. Propiedades macroscópicas y organolépticas de madera de Magnolia jaenensis - A02	30
Tabla 4. Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera Magnolia jaenensis - A03	31
Tabla 5. Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera Magnolia jaenensis, M -A04.....	32
Tabla 6. Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera Magnolia jaenensis, M-A05	33
Tabla 7. Resumen de propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera Magnolia jaenensis	34
Tabla 8. Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis- A01	36
Tabla 9. Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis, M- A02	38
Tabla 10. Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis, M- A03	40
Tabla 11. Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis, M- A04	42
Tabla 12. Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis, M- A05	44
Tabla 13. Resumen de propiedades microscópicas de la madera Magnolia jaenensis.....	46
Tabla 14. Valores cuantitativos de la micro anatomía de la madera de Magnolia jaenensis	47
Tabla 15. Propiedades físicas de la madera Magnolia jaenensis.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planos anatómicos de corte de la madera.....	17
Figura 2. Ubicación de la investigación	25
Figura 3. Características macroscópicas de la madera <i>Magnolia jaenensis</i> ,M- A01	30
Figura 4. Características macroscópicas de la madera <i>Magnolia jaenensis</i> , M- A02.....	31
Figura 5. Características macroscópicas de la madera <i>Magnolia jaenensis</i> ,M- A03	32
Figura 6. Características macroscópicas de la madera <i>Magnolia jaenensis</i> , M- A04.....	33
Figura 7. Características macroscópicas de la madera <i>Magnolia jaenensis</i> , M- A05	34
Figura 8. Características microscópicas de la madera <i>Magnolia jaenensis</i> , M- A01.....	37
Figura 9. Características microscópicas de la madera <i>Magnolia jaenensis</i> , M- A02.....	39
Figura 10. Características microscópicas de la madera <i>Magnolia jaenensis</i> , M- A03.....	41
Figura 11. Características microscópicas de la madera <i>Magnolia jaenensis</i> , M- A04.....	43
Figura 12. Características microscópicas de la madera <i>Magnolia jaenensis</i> , M- A05.....	45
Figura 13. Densidad básica de la <i>Magnolia jaenensis</i>	50
Figura 14. Contracción volumétrica de la <i>Magnolia jaenensis</i>	50
Figura 15. Humedad de la madera <i>Magnolia jaenensis</i>	51

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la ciudad de Jaén, en la Universidad Nacional de Cajamarca Filial Jaén, y tuvo como objetivo determinar las propiedades anatómicas y físicas de la madera de *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña. Para esto se siguió lo establecido en la NTP 251.008, en el muestreo; se siguió las Normas Técnicas Peruanas para la determinación de las propiedades físicas, y lo establecido por IAWA para la anatomía. Como resultado se obtuvo que la anatomía macroscópica se caracteriza por poros vasicéntricos y limítrofes, radios finos delgados y discontinuos, tiene un color de duramen marrón verdoso y albura amarillo cremoso, olor alcanforado y sabor amargo, brillo medio, con arcos superpuestos de veteado, grano inclinado, textura y lustre medio. En el aspecto microscópico tiene parénquima apotraqueal y paratraqueal, poros ovalados, radiales cortos y arracimados con diámetros promedio de 208,20 μm y una frecuencia de 4,66 poros/ mm^2 , inclusiones de gomas, vasos con platinas de perforación escalariformes, fibras septadas, fibras libriformes con paredes delgadas a gruesas, punteaduras areoladas, parénquima en bandas marginales y seriado en 4 series, ancho de radios de 1 a 3 células, células procumbentes y células erectas marginales, células oleíferas. En cuanto a las propiedades físicas, se encontró una densidad básica de 0,52 g/cm^3 ; la humedad fue de 70,30 %, la contracción volumétrica fue de 8,46 % y su relación contracción radial y tangencial fue de 1,21. En conclusión la especie tiene una madera con propiedades físicas deseables para la industria forestal.

Palabras clave: Madera, parénquima, fibras, vasos, organolépticas, propiedades físicas.

ABSTRACT

This research was carried out in the city of Jaén, at the Universidad Nacional de Cajamarca Filial Jaén, and its objective was to determine the anatomical and physical properties of *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña wood. For this purpose, the provisions of NTP 251.008 were followed for sampling; the Peruvian Technical Norms were followed for the determination of physical properties, and those established by IAWA for anatomy. As a result it was obtained that the macroscopic anatomy is characterized by vasicentric and boundary pores, thin and discontinuous fine rays, has a greenish brown heartwood color and creamy yellow sapwood, camphor odor and bitter taste, medium brightness, with overlapping arcs of veining, inclined grain, texture and medium luster. Microscopically it has apotracheal and paratracheal parenchyma, oval pores, short radial and arcuate with average diameters of 208,20 μm and a frequency of 4,66 pores/ mm^2 , inclusions of gums, vessels with scalariform perforation plates, septate fibers, libriform fibers with thin to thick walls, areolate pits, parenchyma in marginal bands and serial in 4 series, ray width from 1 to 3 cells, procumbent cells and marginal erect cells, oleiferous cells. In terms of physical properties, a basic density of 0,52 g/cm^3 was found; the humidity was 70,30 %, the volumetric shrinkage was 8,46 % and its radial and tangential shrinkage ratio was 1,21. In conclusion, the species has a wood with desirable physical properties for the forestry industry.

Keywords: Wood, parenchyma, fibers, vessels, organoleptic, physical properties.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la problemática por la escasez de recursos maderables se hace más evidente con el paso del tiempo, causando que los bosques sean arrasados por la necesidad de la población (Campos, 2021). Por su parte, Ruiz (2019) indica que el aumento acelerado de la población en países sub desarrollados y la necesidad de aumentar el reducido número de especies forestales comercializadas actualmente, incentivan el interés por desarrollar investigaciones tecnológicas de maderas poco conocidas con la finalidad de introducir nuevas especies forestales al mercado. Así mismo, Garzón (2022) menciona que en la mayoría de países desarrollados es un requisito indispensable la clasificación de las maderas según sus propiedades tecnológicas para utilizarlas óptimamente. Además, estas propiedades son fundamentales para su aprovechamiento y aplicación en usos y procesos específicos obteniendo un máximo beneficio económico y técnico.

El Perú es un país megadiverso gracias a sus características topográficas, climas, regiones y pisos altitudinales, presentando una gran variedad de recursos forestales; sin embargo, existe una deforestación indiscriminada de los bosques producto de la agricultura, ganadería y el aprovechamiento selectivo de especies valiosas utilizadas en la industria forestal, esto puede ocasionar una extinción de dichas especies, así mismo aún se le da poca importancia económica a especies nativas debido a la escasez de estudios investigativos sobre las características anatómicas, propiedades físicas y mecánicas de sus maderas, es por este desconocimiento que no son tan aprovechadas y por lo tanto no se usan de acuerdo a su potencialidad (Quispe y Matos, 2019). Por su parte, los autores Ccayanchira y Reyes (2019) indican que en el país el uso de madera se ve limitado especialmente por la escasez de estudios tecnológicos referentes a este recurso forestal, por lo que el aprovechamiento de los bosques para extraer madera es selectivo, causando una sobre explotación de especies más conocidas y valiosas.

En la ciudad de Jaén, específicamente en algunas de sus zonas rurales se encuentra la especie *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña, la cual ha sido identificada hace poco tiempo por lo que se desconoce su anatomía y propiedades físicas y mecánicas, los pobladores locales la usan empíricamente en la carpintería evidenciando la subutilización de este recurso y limitado uso en la industria forestal, dejando de lado su verdadero potencial.

En base a esta problemática se plantea la presente investigación en la cual se determinará la anatomía y propiedades físicas de la madera *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña, contribuyendo con nuevos conocimientos sobre esta especie que servirán como base tecnológica y científica para la utilización de la madera permitiendo incrementar sus usos en la industria forestal y valor económico. Esta investigación se desarrolló tomando en cuenta las Normas Técnicas Peruanas correspondientes, los resultados permitirán introducir esta nueva especie al mercado forestal que actualmente se encuentra en proceso de agotamiento y al mismo tiempo contribuir con el desarrollo económico de la población.

Esta investigación parte de la pregunta ¿Cómo es la anatomía y propiedades físicas de la madera de *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña, Jaén 2023? Por lo tanto, se consideró como objetivo general Determinar la anatomía y propiedades físicas de la madera de *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña, Jaén 2023. Mientras que los objetivos específicos fueron: Describir la anatomía macroscópica y propiedades organolépticas de *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña; describir la anatomía microscópica de la madera de *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña; determinar las propiedades físicas de densidad básica, contenido de humedad y contracción de la madera de *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña.

CAPÍTULO II.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la Investigación

Vivian et al. (2023) realizaron una investigación en Brasil en la cual evaluaron las propiedades anatómicas, físicas y químicas de la madera de *Cryptomeria japónica*, usaron muestras obtenidas de árboles de 13 años, los resultados indicaron que anatómicamente la especie tuvo traqueidas con 2,18 mm de longitud de; anchura de 25,06 μm ; diámetro del lumen de 15,89 μm y espesor de pared de 4,59 μm ; respecto las propiedades físicas se tuvo la densidad de la especie fue 0,314 g/cm^3 , así mismo tuvo 0,31 %, 2,09 %, 5,48 % y 7,57 % de contracción longitudinal, radial, tangencial y volumétrica; en cuanto a las características químicas presentó 31,36 % de lignina, 2,14 % de extractivos y 0,32 % de cenizas.

Cuapio et al. (2022) en su investigación realizada en México describieron las características microscópicas de la madera de *Magnolia rzedowskiana* Vázquez, Domínguez y La Pedraza; para ello usaron un método no destructivo para la obtención de las muestras y las características se identificaron mediante microscopía óptica, como principales resultados se obtuvo como características anatómicas: Zonas de crecimiento, porosidad difusa, poros radiales solitarios y múltiples en disposición intermedia entre radial y tangencial; placa de perforación escalariforme y fibras libriformes; parénquima axial paratraqueal y apotraqueal difuso y escaso; radios biseriados combinados con radios triseriados, uniseriados y heterocelulares compuestos de células procumbentes con una fila arriba y abajo de células cuadradas marginales con cuerpos oleosos. Se concluyó que la especie tiene potencia uso para el papel.

Garzón (2022) en su investigación realizada en Ecuador determinó las características anatómicas, propiedades físicas y de trabajabilidad de *Chrysophyllum* spp., para la realización del estudio se tuvo en cuenta las normas COPANT, INEN Y ASTM. Se logró como resultados obtener las siguientes características anatómicas: color marrón amarillento, transición entre albura y duramen diferenciada, sabor astringente, olor agradable en condición verde y desagradable en condición anhidra, anillos de crecimiento diferenciados, brillo alto, grano ondulado, textura media, veteado satinado, poros solitarios y múltiples radiales cortos, porosidad oblicua – radial, parénquima apotraqueal en bandas y

radios heterogéneos con células erectas y procumbentes; en cuanto a las características físicas se obtuvo 43,10 % de contenido de humedad, 0,82 g/cm³ de densidad básica y 9,42 % de contracción volumétrica total, concluyendo que la madera de *Chrysophyllum* spp., se encuentra dentro del tipo A para se usa en estructuras.

Carlosama (2021) realizó una investigación en Ecuador en la cual determinó las propiedades tecnológicas de la madera de *Magnolia chiguila*, *Ocotea pacífica* y *Psidium occidentale*, para ello empleó las Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización. Los resultados indicaron que la especie *Magnolia chiguila* un contenido de humedad de 48,25 %, densidad básica 0,46 g/cm³, contracción longitudinal total 0,69 %, contracción radial total 1,61 %, contracción tangencial total 1,75 % y contracción volumétrica total 2,36 %; la especie *Ocotea pacífica* tuvo 42,78 % de contenido de humedad, densidad básica 0,40 g/cm³, contracción longitudinal total 1,05 %, contracción radial total 1,80 %, contracción tangencial total 2,15 % y contracción volumétrica total 2,77 %; y la especie *Psidium occidentale* tuvo un contenido de humedad de 42,08 %, densidad básica 0,71 g/cm³, contracción longitudinal total 1,05 %, contracción radial total 1,75 %, contracción tangencial total 2,12 % y contracción volumétrica total de 2,72 %.

Lameira y Souza (2021) en su estudio realizado en Brasil analizaron las propiedades anatómicas y físicas de la madera de *Tectona grandis*, para lo cual se utilizó muestras adaptadas según las normas correspondientes, dichas muestras fueron sometidas a los respectivos ensayos. Los resultados demostraron que macroscópicamente la madera de *Tectona grandis* se caracteriza por la porosidad en anillos semiporosos y microscópicamente por vasos predominantemente solitarios, parénquima axial paratraqueal escaso, radios multiseriados y fibras libriformes septadas; respecto a sus propiedades físicas obtuvo un contenido de humedad de 45,32 %, densidad básica de 0,5 g/cm³, 4,70 %, 2,45 %, y 8,03 % de contracción tangencial, contracción radial y contracción volumétrica respectivamente.

Campos (2021), en su trabajo de investigación realizado en Huancayo, determinó las características anatómicas y propiedades físico-mecánicas del quinal, para ello aplicaron un diseño no experimental en la cual consideraron 3 árboles como muestra, los procedimientos se llevaron a cabo según las Normas NTP 251.009, NTP 251.010, NTP 251.011, NTP 251.012 y COPANT 30:1-19-1974. Los resultados demostraron que anatómicamente la especie presenta porosidad difusa, poros solitarios, parénquima

paratraqueal, radios no estratificados; en cuanto a sus propiedades físicas se obtuvo 94,03 % de contenido de humedad, 0,45 g/cm³ de densidad básica y contracciones 0,78 %, 4,39 %, 5,1 % y 9,93 %, longitudinal, radial, tangencial y volumétrica respectivamente; en cuanto a sus propiedades mecánicas tuvo una flexión estática, ELP 238,40 kg/cm², MOE 51 665,25 kg/cm², MOR 427,41 kg/cm²; compresión paralela, ELP 126,82 kg/cm², RM 135,44 kg/cm², MOE 89,44 kg/cm² y compresión perpendicular, ELP 35,07 kg/cm². El autor concluyó que la madera de quinal puede reemplazar especies comerciales, y de esta forma darle un uso tecnológico adecuado.

Ruiz (2021) en su investigación realizada en Tarapoto estudió a la especie *Guazuma ulmifolia* Lam, luego de llevar a cabo un adecuado procedimiento, obtuvo como resultados que la especie anatómicamente a nivel macroscópico se caracteriza por su albura y duramen diferenciado, médula excéntrica, poros redondos, difusos, agrupados, vasicéntricos radios estratificados con inclusiones, microscópicamente presenta parénquima paratraqueal vasicéntrico; poros circulares y ovalados, distribuidos radialmente, difusos, cortos; radios anchos, influenciados por fibras estratificadas, heterogéneas, múltiples; físicamente es una especie que pertenece al grupo de maderas de densidad media, semipesadas, semiduras y estables. Se concluyó que la madera de *Guazuma ulmifolia* Lam puede ser utilizada en estructuras, carpintería, encofrados, entre otros.

Condor y Pardo (2021) realizaron un estudio en el cual determinaron las características anatómicas, propiedades físico-mecánicas y químicas de *Pinus radiata* D.Don y *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. procedentes de Granja Porcón-Cajamarca. Metodológicamente se trató de una investigación aplicada, con diseño no experimental, en la cual se usó tres árboles de muestra, usó la Norma COPANT1974, Lista Estándar IAWA-2004. ASTM y las Normas Técnicas Peruanas. Los resultados indicaron que el *Pino radiata* anatómicamente presentó abundantes canales resiníferos, contorno de traqueidas hexagonales y heptagonales, radios mayormente uniseriados y ocasionalmente biseriados; físicamente tuvo 131,85 % de contenido de humedad y 0,46 g/cm³ de densidad básica; mecánicamente obtuvo 544,79 kg/cm² de flexión estática (MOR), 235,84 kg/cm² de compresión paralela (MOR), 56,33 kg/cm² de compresión perpendicular y 100,03 kg/cm² de cizallamiento radial; y químicamente presentó celulosa 40,50 %, lignina 23,33 % y extractivos 2,69 %; por su parte el *Pino patula* anatómicamente presentó canales

resiníferos, contorno de traqueidas pentagonales y hexagonales y radios mayormente uniseriados; físicamente obtuvo un contenido de humedad de 136,80 %, densidad básica 0,45 g/cm³ y contracción volumétrica 14,75 %; mecánicamente obtuvo flexión estática 474,99 kg/cm² (MOR), compresión paralela 185,76 kg/cm² (MOR), compresión perpendicular 49,94 kg/cm², cizallamiento radial 105,81 kg/cm²; y químicamente estuvo conformado por celulosa 40,33 %, lignina 27,17 % y extractivos 3,27 %. Los autores concluyeron que la especie estudiada puede ser utilizada en carpintería, encofrados, obras de interiores, artesanía y herramientas.

Ccayanchira y Reyes (2019) realizaron una investigación en Huancayo en la cual caracterizaron anatómica, físico-mecánica y químicamente a la *Cedrela odorata* L. y *Terminalia oblonga* (Ruiz & Pav), para lo cual usaron 3 árboles por especie, el acondicionamiento de las muestras y los ensayos correspondientes se realizaron tomando en cuenta las Normas Técnicas Peruanas pertinentes. Los resultados indicaron que la especie *Cedrela odorata* L. anatómicamente tuvo porosidad circular, poros solitarios, parénquima paratraqueal vasicéntrico, radios homogéneos; físicamente su contenido de humedad fue 61,05 % y la densidad básica fue 0,39 g/cm³; mecánicamente (ELP) tuvo una flexión estática de 335,20 kg/cm², la compresión paralela fue 475,35 kg/cm² y una compresión perpendicular de 32,76 kg/cm², sus propiedades químicas fueron celulosa 50,3 %, lignina 31,5 % y extractivos 3,33 %, 2,75 %, 8,17 %, en agua caliente, agua fría y alcohol respectivamente; por su parte la especie *Terminalia oblonga* (Ruiz & Pav) anatómicamente presenta porosidad difusa, poros solitarios, parénquima paratraqueal aliforme confluyente, tipo de radios homocelulares, sus propiedades físicas fueron contenido de humedad 67,12 % y densidad básica 0,69 g/cm³; sus propiedades mecánicas (ELP) fueron flexión estática 669,02 kg/cm², compresión paralela 525,01 kg/cm², compresión perpendicular 70,56 kg/cm²; y químicamente presentó celulosa 49,5 %, lignina 28,2 % y extractivos 4,37 %, 3,07 % y 10,40 % en agua caliente, agua fría y alcohol respectivamente.

Lara y Salvador (2019) en su estudio realizado en Huancayo determinaron las características anatómicas y propiedades físicas de *Kageneckia lanceolata* y *Buddleja incana*, para ello utilizaron las normas COPANT 30:1-19/1974 y NTP: 251.008, 251.009, 251.010, 251.011, 251.012, ASTM-D-2015-66/1972. Como resultados para *Kageneckia lanceolata* sus características anatómicas fueron color amarillo rojizo, anillos de

crecimiento ligeramente visibles, textura fina, vetado de arcos superpuestos, grano entrecruzado, poros solitarios difusos, vasos medianos, punteaduras intervasculares alternas y radiovasculares similares, parénquima axial apotraqueal difuso y escaso, radios heterocelulares medianos y finos uniceriados y bicieriados y fibras cortas; sus propiedades mecánicas fueron 49,61 % de contenido de humedad y 0,87 g/cm³ de densidad básica; la especie *Buddleja incana* anatómicamente presentó madera color rosado, límite de anillos de crecimiento ligeramente visibles, duramen y albura diferenciados, vetado en arcos superpuestos, grano recto, olor no específico, poros solitarios y agrupados de porosidad difusa muy pequeños, punteaduras intervasculares alternas y radiovasculares similares, parénquima axial difuso, radios heterocelulares y pocos homocelulares medianos y finos, uniceriados a triceriados y fibras libriformes cortas; respecto a sus propiedades físicas obtuvo un contenido de humedad de 69,87 % y la densidad básica fue 0,67 g/cm³.

Baselly et al. (2021) en su estudio realizado en San Ignacio caracterizó y diferenció anatómicamente a las especies *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C. N. Page y *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. Para ello, las muestras fueron obtenidas mediante métodos no destructivos, para la descripción se utilizó la norma del IAWA. Como principal resultado y conclusión se tuvo que la madera de las especies *Retrophyllum rospigliosii* y *Prumnopitys harmsiana* es muy similar, no obstante, se diferencian cualitativamente por el parénquima difuso en *Retrophyllum rospigliosii* y cuantitativamente por que la *Prumnopitys harmsiana* presenta mayores dimensiones en diámetro de lumen de traqueidas, mayor altura de radios y menor ancho de radios.

Cajo (2022) en su tesis desarrollada en Jaén, determinó la densidad básica de *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña, *Hieronyma duquei* Cuatrec y *Podocarpus oleifolius* D. Don provenientes del área de conservación municipal “Bosque Huamantanga”, para ello se usaron muestras extraídas con el barreno de Pressler, la densidad básica fue determinada aplicando el Método Empírico, el Método de Máximo contenido de humedad y el Método de saturación. Como principal resultado y conclusión se obtuvo una densidad básica de 0,49 g/cm³, 0,51 g/cm³ y 0,47 g/cm³ para las especies *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña, *Hieronyma duquei* Cuatrec y *Podocarpus oleifolius* D. Don respectivamente.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Anatomía de la Madera

Según Giménez et al. (como se citó en Condor y Pardo, 2021) la anatomía de la madera estudia la estructura externa e interna del xilema, leño o madera, con la finalidad de identificar especímenes, identificar el uso óptimo y determinar su potencial tecnológico en la industria forestal. Por su parte, Ccayanchira y Reyes (2019) menciona que las características anatómicas de la madera se ven influenciadas por las condiciones edáficas y climáticas de la zona donde se encuentra la especie forestal, encontrando diferencias entre individuos de la misma especie.

Planos Anatómicos de Corte. De acuerdo con Puertas et al. (como se citó en Feijo et al., 2018) existen tres planos de corte de la madera los cuales se detallan a continuación.

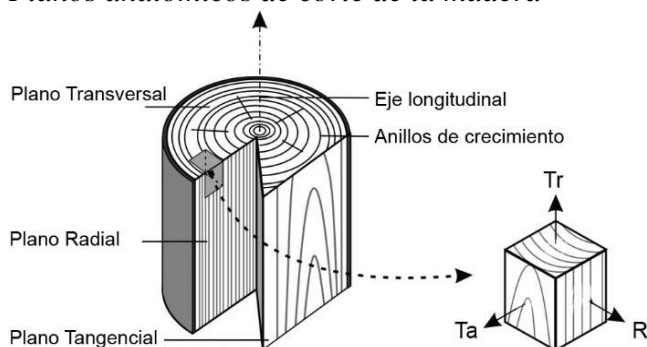
Transversal. Corte en dirección perpendicular al eje longitudinal del árbol.

Radial. Corte paralelo a los radios y perpendicular a los anillos de crecimiento.

Tangencial. Corte perpendicular a los radios y tangencial a los anillos de crecimiento.

Figura 1

Planos anatómicos de corte de la madera



Fuente. Franke y Quenneville (2011), modificado por Feijo et al. (2018).

Estructura Macroscópica del Tronco. El tronco de los árboles presenta la siguiente estructura.

Corteza. Esta conformada en su parte interna por tejidos vivos que transportan savia elaborada (floema) y exteriormente se constituye por un tejido que cubre el tronco llamado ritidoma o corteza muerta (Giménez et al., como se citó en Condor y Pardo, 2021).

Albura y Duramen. La albura es la la parte activa del xilema, la cual conduce gran cantidad de agua y sales en solución desde la hoja hasta la raíz (Cóndor y Pardo, 2021). Esta se encarga de dar soporte y estructura al árbol así como también sirve como reserva de sustancias. El duramen es la parte central del tallo, generalmente es de color oscuro ya que contiene células muertas, es más duro y resistente que la albura (Lara y Salvador, 2019).

Anillos de Crecimiento. Son bandas concéntricas que representan la cantidad de madera generada por la actividad estacional del cambium vascular. Estos se diferencian en el corte transversal de la madera y varían de acuerdo a factores climáticos, tratamientos silviculturales, entre otros (Ccayanchira y Reyes, 2019).

Características macroscópicas de la madera. Según Cóndor y Pardo (2021) Son características que se pueden percibir a través de nuestros órganos sensoriales, o con uso de instrumentos simples como una lupa 10x, en este grupo se encuentran las características organolépticas de la madera.

Color. Es producido por las sustancias que contiene el lumen celular o sustancias que están adheridas a la pared celular como taninos, gomas, pigmentos, resinas entre otros (Córdor y Pardo, 2021). El color cambia entre albura y duramen, dentro de la especie y especies (Ccayanchira y Reyes, 2019).

Olor. Es emanado al evaporarse algunas sustancias químicas como: resinas, aceites y gomas que están presentes en la madera al momento de realizar el talado de los árboles. Se puede determinar los olores aun cuando la madera está seca, humedeciéndola. El olor es “distintivo” y “no distintivo” Zárate, (como se citó en Lara y Salvador, 2019).

Sabor. Esta relacionado con la composición química de la madera como látex, resina, entre otros, se tienen sabor no distinto y distintivo (Ccayanchira y Reyes, 2019).

Textura. Esta característica está dada por principalmente por el tamaño, distribución, proporción de los elementos vasculares (poros, fibras, parénquimas) (Ccayanchira y Reyes, 2019). Se puede identificar en la sección transversal con la ayuda de una lupa o en la sección longitudinal mediante el tacto. La madera presenta tres tipos de textura los cuales son: “Textura gruesa” (elementos constituidos grandes), “Textura media” (elementos constituidos medianos) y “Textura fina” (elementos constituidos pequeños). (Lara y Salvador, 2019).

Veteado. Es el diseño que forma la veta, se visualiza en la parte tangencial de la madera, se da debido a los anillos de crecimiento y posición de las células (Ccayanchira y Reyes, 2019).

Grano. Es definido por las células xilemáticas longitudinales, esta característica tiene una gran influencia en la trabajabilidad y conducta fisicomencanica de la madera. Los tipos de grano son: recto, oblicuo, entrecruzado y ondulado (Ccayanchira y Reyes, 2019).

Brillo. Esta característica depende de las sustancias organicas presentes en la madera como gomas y aceites (Ccayanchira y Reyes, 2019).

Características microscópicas de la madera. Son características de las células que constituyen los tejidos del xilema las cuales pueden ser observadas mediante microscopia óptica (Ccayanchira y Reyes, 2019). Entre estas características se encuentran las siguientes:

Traqueidas. Son células alargadas y con puntas elongadas, estas son producidas por el cambium vascular tienen la función de conducción de agua y sales minerales, y soporte mecánico. Estas células constituyen el 90 a 95 % del xilema de las coníferas, las cuales no presentan vasos ni fibras, siendo la principal característica que diferencia a las coníferas de las latifoliadas. Se pueden encontrar dos tipos de traqueidas las cuales son traqueidas axiales y las traqueidas radiales (Cóndor y Pardo, 2021).

Parénquima. Son células cuya función es almacenar y conducir sustancias a limenticias, el parenquima longitudinal se puede presentar en menor o mayor cantidad en las maderas de especies latifoliadas y es importante para la identificación de dichas maderas. Entre los tipos de parenquimas podemos encontrar: Parénquima paratraqueal (esta en contacto directo con los poros o vasos), Parénquima apotraqueal (esta separadas de los poros por las fibras o radios de forma difusa, difuso en agregado y en banda marginal), Parénquima en bandas (ubicadas en forma de líneas tangentes, células concentradas), Parénquima radial (Se presentan en la vista radial observables como manchas, en la en la vista tangencial se ven como líneas escalonadas y finalmente en la sección transversal aparecen pequeñas líneas de ancho variable) Chavesta (como se citó en Lara y Salvador, 2019).

Fibras. Son células generalmente rectas y largas propias del xilemas de especies latifoliadas, cuya función fundamental es de sostén (Ccayanchira y Reyes, 2019). De

acuerdo con Lara y Salvador (2019) las fibras se clasifican en: Fibrotraqueidas las cuales presentan punteaduras de forma aeroleadas y las fibras libriformes que presentan punteaduras simples. Las fibras influyen indirectamente en el comportamiento mecánico de la madera. Según su longitud se tiene a las fibras cortas que miden menos de 900 μm , las fibras medianas miden desde 901 a 1600 μm , las fibras largas desde 1601 a 2000 μm y las fibras muy largas que miden más de 2000 μm ; así mismo según diámetro de fibras se tiene: muy pequeños menores a 15 μm , pequeños desde 16 a 20 μm , medianos desde 21 a 20 μm , grandes desde 26 a 30 μm y muy grande mayores a 31 μm .

Radios. Son células cuya función es de almacenamiento y conducción de nutrientes, estos están presentes tanto en especies latifoliadas como en especies coníferas. Los radios pueden ser: Homogéneos (radio uniseriado de un solo tipo de célula denominado procumbente) y heterogéneos (conformado por dos tipos de células procumbentes y erectas marginales, se puede presentar como radios uniseriados y multiseriados) (Ccayanchira y Reyes, 2019).

Vasos-Poros. Son aberturas circulares de células cilíndricas propias de especies latifoliadas, estos se presentan o son visibles en la parte transversal, su función principal es conducir agua y alimentos dentro de la estructura del árbol (Lara y Salvador, 2019). Según Ccayanchira y Reyes (2019) la forma de los poros puede ser irregular, redonda u ovalada, por su agrupación o disposición pueden ser solitarios, múltiples, en cadena, en racimo y en bandas onduladas. La porosidad se describe de tres formas: Porosidad difusa (poros de distintos tamaños y distribución irregular), porosidad circular (presenta poros grandes en madera temprana y pequeñas en madera tardía, con un cambio diferenciado entre ellos) y porosidad semicircular (cambio gradual de los poros pequeños a grandes o viceversa).

Punteaduras. Están ubicados dentro de los vasos, su función es intercambiar gases y líquidos entre células. Según su disposición o distribución se clasifican en: Alternas (distribuidas en hileras diagonales y de forma irregular), opuestas (distribuidas en hileras horizontales cortas con forma rectangular o cuadrada) y escaliformes (distribuidas linealmente en series, forma alargada dando el aspecto de una escalera) (Ccayanchira y Reyes, 2019).

2.2.2. *Propiedades Físicas de la Madera*

Son valores cuantitativos que determinan el comportamiento de la madera ante influencias del entorno, estas características son fundamentales ya que tienen influencia en el rendimiento y durabilidad de la madera (Chicaiza, 2022).

Contenido de Humedad. Es el porcentaje de agua presente en la madera. Se dice que las maderas livianas contienen mayor cantidad de agua que las maderas pesadas, del mismo modo la albura del árbol contiene más agua que el duramen. El agua en la madera se puede encontrar en tres formas: Agua libre la cual ocupa los vacíos de las células o lumen de los elementos vasculares, al evaporizarse toda el agua libre se llega al punto o zona de saturación de las fibras" (PSF), donde la madera está contenida por un 21 y 32 %, mientras se da el proceso de secado, la madera no sufre cambios dimensionales, ni variaciones en sus propiedades mecánicas. Agua higroscópica o de saturación la cual se encuentra dentro de las paredes celulares, esta agua se conserva en un nivel de equilibrio higroscópico con la humedad relativa del ambiente y solo se logra eliminar mediante la desecación en estufa a 103 ± 2 °C. Agua de constitución la cual se encuentra en la materia celular de la madera y no suele eliminarse ya podría significar una pérdida parcial de la madera (Quispe y Matos, 2019).

Para determinar el contenido de humedad de la madera se toma en cuenta la Norma Técnica Peruana NTP 251. 010 – 2014, la cual indica que se colocan las probetas en una estufa a $103 \text{ °C} \pm 2\text{°C}$ hasta alcanzar un peso constante, luego se enfrían en un desecador para ser pesadas posteriormente (INACAL, 2014). Finalmente se usa la siguiente fórmula:

$$CH\% = \frac{m_1 - m_2}{m_2} * 100$$

Donde:

m_1 = masa de la probeta antes de ser secada (g).

m_2 = masa de la probeta después de ser secada en la estufa (g).

Densidad Básica. Según INACAL (2019) la densidad básica es muy importante ya que existe una relación con la resistencia de la madera. La densidad básica es el cociente entre el peso de la probeta seca al horno y el volumen en estado saturado. Para determinar esta propiedad se sigue la metodología especificada en la NTP 251.011-2014 (revisada el 2019) y se utiliza la fórmula:

$$\text{Densidad básica (g/cm}^3\text{)} = \frac{Psh}{Vs}$$

Donde:

Psh: Peso de la probeta seca al horno (g).

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

2.2.3. Generalidades de la especie *Magnolia jaenensis* Marcelo – Peña

Taxonomía. Según Tropicos.org (2025) la especie *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Clase : Equisetopsida C. Agardh
 Subclase : Magnoliidae Novák ex Takht.
 Superorden : Magnolianaes Takht.
 Orden : Magnoliales Bromhead
 Familia : Magnoliaceae Juss.
 Género : *Magnolia*
 Especie : *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña
 Nombre común: Militar

Descripción Botánica. Árbol con una altura de 10 m a 20 m y cuyo diámetro mide de 50 cm a 70 cm, presenta una copa irregularmente globosa, la corteza externa de su tronco es gris claro y además es lenticelada en su estado juvenil y levemente fisurada en su estado adulto; su corteza interna es granular, cremosa y con olor agradable; presenta pequeñas raíces tablares de hasta 60 cm de alto; sus hojas son color verde oliva anchamente elípticas, coriáceas, el ápice obtusamente cuspidado, la base obtusa, el borde levemente ondulado y anchamente revoluto, el nervio medio canaliculado por la haz, prominente en el envés, la venación boquidódroma, la haz glabra brillante, envés densamente pubescente, con pelos largos, blanco-pálido, hasta amarillento; pecíolos abaxialmente convexo y adaxialmente aplanado, carentes de cicatriz adaxial; sus flores son solitarias, botones florales ovados, con un hipsófilo vaginal, verde-amarillento, con indumento esparcido; pedúnculo verde-amarillo, con densa pubescencia, color blanco crema; sépalos 3, naviculares, oblongoelípticos, , verde-blanquecino, cara externa con pelos adpresos, dorados, base truncada, ápice obtuso a redondo, cartáceos; pétalos 9,

cocleariformes, naviculares, con olor agradable, alternos, los 3 pétalos más externos, blanco-crema, obovados y los 6 pétalos internos, más cortos y oblanceolados, el ápice obtuso a redondo, la base truncada, carnosos, coriáceos; estambres, cremas, espiral mente insertos en 5 series, levemente falcados, con apículo filiforme, tecas 2, introrsas con dehiscencia longitudinal; gineceo estrobiliforme, elipsoide, crema; carpelos 20– 24, decurrentes, péndulo, de, con densa pubescencia en la cara externa, estigma de 1 mm de longitud, negro. Fruto verde-blanquecino, oblongoide, glabro. Semillas, escasamente una por carpelo, angular-obovoides, sarcotesta anaranjado claro, con leve olor agradable (Marcelo-Peña y Arroyo, 2013).

Distribución. La especie *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña se encuentra distribuida en Perú, en la región Cajamarca (Marcelo-Peña y Arroyo, 2013).

Ecología. Esta especie ha sido encontrada entre los 2000 y 2500 m s.n.m, en bosques montanos húmedos, en pendientes empinadas. Su hábitat está seriamente afectado por la agricultura (Marcelo-Peña y Arroyo, 2013).

Usos. La madera de esta especie es muy utilizada en la carpintería, por los pobladores locales (Marcelo-Peña y Arroyo, 2013).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización de la Investigación

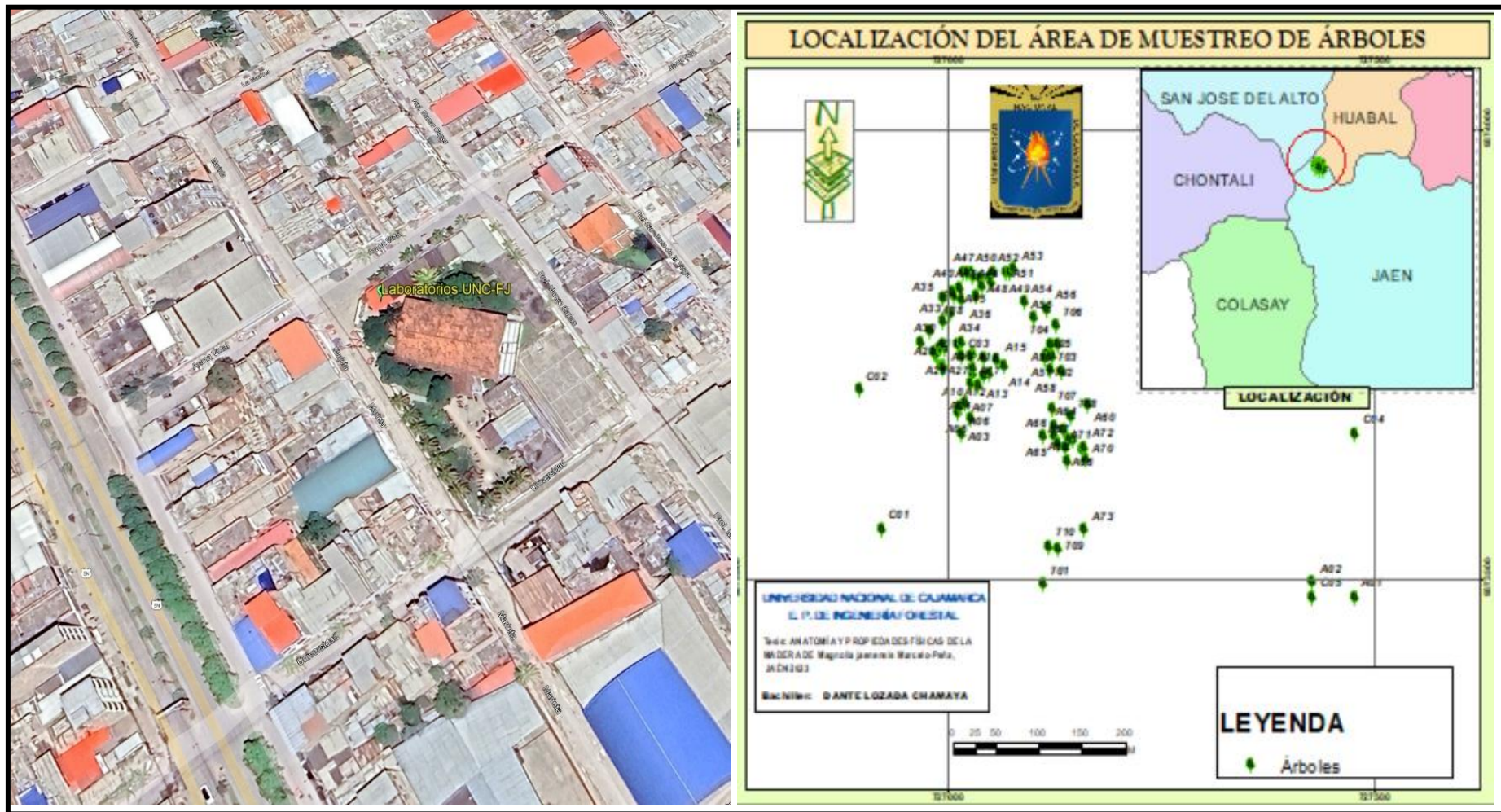
Los árboles para la muestra de la madera para los estudios, se obtuvieron del área de amortiguamiento del Área de Conservación Municipal Bosque de Huamantanga, jurisdicción del caserío San Luis del Nuevo Retiro, ubicado en el distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Los estudios anatómicos y propiedades físicas de la madera se realizaron en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional de Cajamarca, Filial Jaén.

Accesibilidad. La ubicación del laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera, está ubicado en la calle Marieta 801 en el sector Morro Solar en la ciudad de Jaén. Para llegar al área de muestreo de las probetas de madera de *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña, se parte de la ciudad de Jaén, hasta el centro poblado La Cascarilla, a través de una carretera afirmada en regular estado de conservación, con una longitud de 18,50 km, luego se continúa por una carretera afirmada hasta llegar a la localidad de La Rinconada Lajeña, esta carretera se encuentra en mal estado de conservación y tiene una longitud de 8,95 km. Desde este poblado se sigue un camino de herradura hasta la zona de amortiguamiento del Área de Conservación Municipal Bosque de Huamantanga, donde están los árboles de la especie estudiada, este camino tiene una longitud aproximada de 3,25 km.

La ubicación de los laboratorios de Anatomía y Tecnología de la Madera, así como la ubicación del área de muestreo de los árboles se muestra en la figura 2.

Figura 2

Ubicación de la investigación y área de muestreo



Nota. Elaborado en base a información de Google Earth (2025).

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales y equipos de campo

Motosierra y accesorios, cámara fotográfica, navegador GPS, wincha, marcadores, libreta de apuntes.

3.2.2. Materiales y equipos de laboratorio

Micrótomo, microscopio, estereoscopio de brazo, cámara, estufa, balanza de precisión, vernier digital, lijadora, software de medición digital, libreta de apuntes, cuchillas para micrótomo, accesorios para micrótomo, láminas porta y cubre objeto, safranina, alcohol, lijas, escoplo, lupa.

3.2.3. Materiales y equipos de gabinete

Laptop, material de escritorio, formatos de recolección de datos.

3.3. Metodología

3.3.1. Tipo y diseño de la investigación

De acuerdo al propósito, la investigación es aplicada, ya que buscó obtener información relevante que puede aplicarse para la solución de la problemática planteada.

Según el nivel y diseño, la investigación es descriptiva, ya que se describió o caracterizó la madera en su anatomía y propiedades físicas tomando en cuenta las Normas Técnicas Nacionales vigentes.

De acuerdo al método es una investigación cuantitativa, esto tomando en cuenta que las mediciones se manifiestan en datos numéricos que pueden procesarse estadísticamente.

3.3.2. Unidad de análisis – población y muestra

Población. La población lo constituyeron los árboles de *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña, ubicado en el Bosque de Huamantanga en el distrito de Jaén, provincia de Jaén. la población es infinita, porque no se puede determinar con precisión el número de individuos de la especie en estudio en todo el bosque mencionado. Los árboles para ser considerados como constituyentes de la población deben ser árboles adultos con DAP mayor al diámetro de 40 cm.

Muestra. La muestra lo constituyen los árboles seleccionados para obtener la muestra de madera a la que se realizó el estudio de anatomía y propiedades físicas. El

muestreo no es probabilístico y se base en lo establecido en la norma técnica NTP 251.008:1980 (revisada el 2012), “MADERAS. Selección y colección de muestras”; esta norma establece que para estudios iniciales de tipo exploratorio se considera el muestreo de árboles en un número de 5 árboles. Estos árboles fueron seleccionados al azar que cumplieran con el requisito de ser adultos con un DAP mayor a 40 cm. De estos árboles se obtuvieron las probetas para los estudios anatómicos y de propiedades físicas en número establecido según la norma técnica correspondiente.

Unidad de análisis. Lo constituyen las probetas que se obtuvieron de los árboles para realizar el estudio de las propiedades físicas y anatomía. Para el estudio de macro anatomía, se obtuvieron rodajas de la parte basal del árbol. Para los estudios de propiedades organolépticas se obtuvieron probetas de 10 cm de largo por 5 cm de ancho y 3 cm de espesor. Para el estudio de micro anatomía, se obtuvieron probetas de 1 cm de arista. Para los ensayos de propiedades físicas se obtuvieron probetas de 10 cm de largo, 3 cm de ancho y 3 cm de espesor. Las probetas se encontraron orientadas de acuerdo a los planos de estudios de la madera como son transversal, tangencial y radial.

3.3.3. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fuentes. La información se obtuvo de fuentes primarias, pues todos los datos fueron obtenidos en laboratorio luego del análisis de la anatomía, y propiedades físicas de la madera.

Técnicas. La técnica que se aplicó fue la observación directa con presencia del investigador. Esto se realizó durante todo el proceso de investigación, desde la obtención de las muestras hasta los estudios de laboratorio.

Instrumentos. Los instrumentos son los formatos guía para anotar los datos durante los ensayos de laboratorio. Estos formatos estuvieron determinados por las normas técnicas correspondientes.

Las principales normas son:

NTP 251.011:2014 (revisada el 2019), “MADERA. Método para determinar la densidad”.

NTP 251.010:2014, “MADERA. Métodos para determinar el contenido de humedad”.

NTP 251.012:2015, “MADERA. Método de determinación de la contracción. 3ª Edición”.

Para el caso de la anatomía se usó los recomendados por las normas internacionales Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), y la clave de identificación establecida por la International Association of Wood Anatomists (IAWA).

3.3.4. Técnica del procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos en el estudio de la anatomía de la madera, se sistematizó describiendo las estructuras anatómicas visualizadas, ordenando las imágenes y su descripción de acuerdo a la norma mencionada. En el caso de las propiedades físicas, los datos obtenidos se procesaron estadísticamente para obtener medidas de tendencia central y dispersión para validar los resultados de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Peruana correspondiente. La estadística que se aplicó fue descriptiva y los datos se tabularon y procesaron en una hoja de cálculo como es el MS Excel.

CAPÍTULO IV


RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Anatomía macroscópica y propiedades organolépticas de *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña

Las propiedades organolépticas de la madera, se describe en una tabla de manera cualitativa, donde se incluyen aparte, fotografías de color, grano y brillo; las tablas, contienen una evaluación promedio obtenido por muestra de árbol estudiada, al final se presenta una tabla resumen de las propiedades organolépticas de la especie. En cuanto a la anatomía macroscópica de la madera, se muestra la información en la misma tabla a nivel de poros, parénquima y radio, todo esto descrito a un aumento de 10X. también se adjunta una figura compuesta por los tres planos de estudio de la madera, también obtenida en promedio de cada árbol evaluado.

Tabla 1

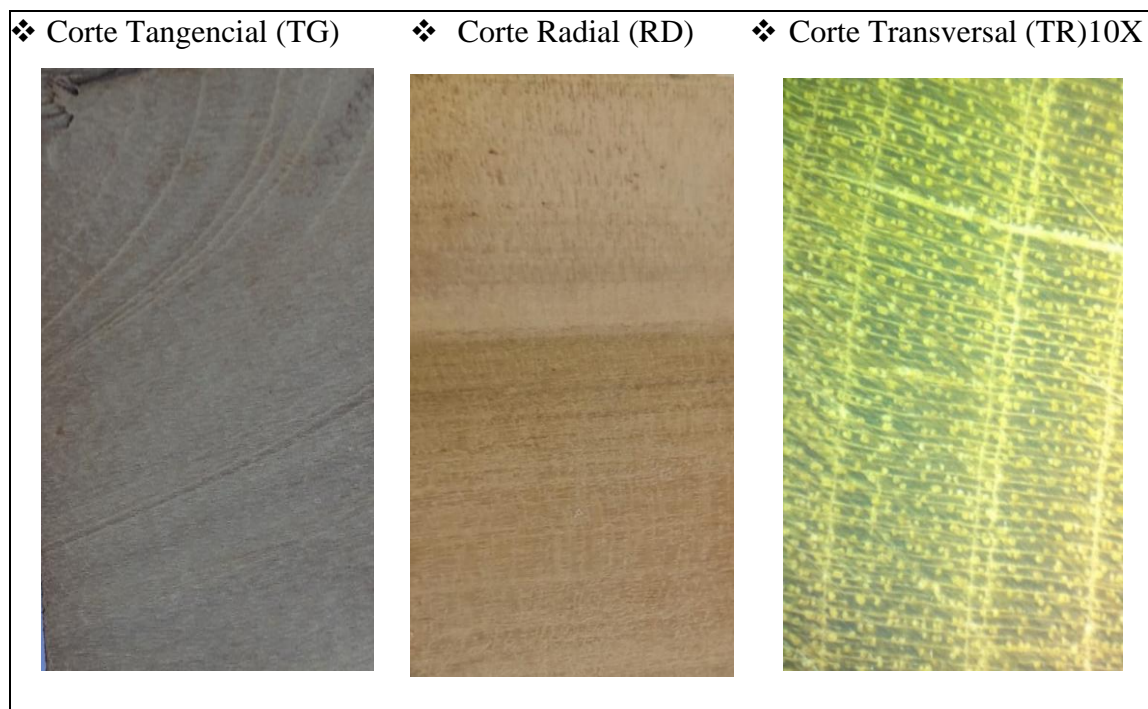
Propiedades macroscópicas y organolépticas de madera de Magnolia jaenensis, M-A01

Propiedades organolépticas	Anatomía macroscópica
<ul style="list-style-type: none"> - Color: Color del duramen: Cualitativo: Marrón Verdoso Cuantitativo: Escala RGB, R= 175; G= 147; B= 109; Hex= #AF936D Color de albura: amarillo cremoso Cuantitativo: Escala RGB, R= 242; G= 230; B= 214; Hex= #F2E6D6 - Olor: alcanforado bajo - Sabor: amargo - Brillo: medio - Veteado: radial en líneas paralelas; tangencial en arcos superpuestos. - Grano: entrecruzado - Textura: media - Lustre: medio 	<ul style="list-style-type: none"> - Poros: solitarios - Parénquima: Parénquima vasicéntrico y limítrofe. - Radios: Radios finos delgados y discontinuos <div style="text-align: center;">  </div>

Nota. El color se muestra en escala cuantitativa RGB digital.

Figura 3

Características macroscópicas de la madera *Magnolia jaenensis* M- A01



Nota. Se muestran los tres planos, tangencial, radial y transversal a (10x); y el vetado

Tabla 2

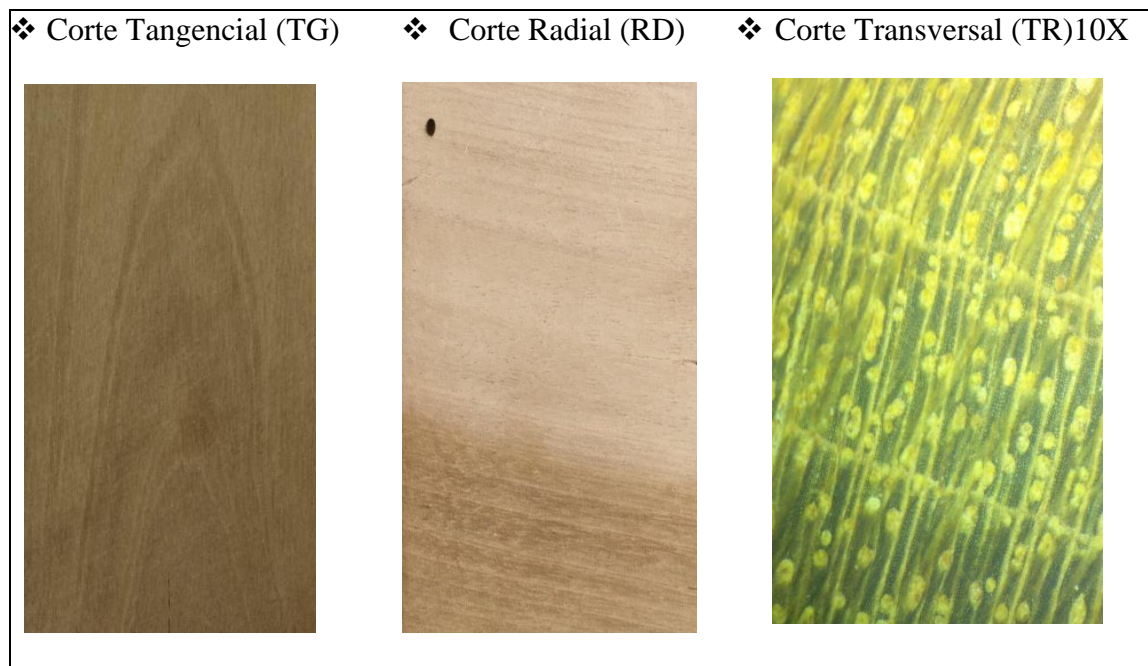
Propiedades macroscópicas y organolépticas de madera de *Magnolia jaenensis* -A02

Propiedades organolépticas	Características macroscópicas
<ul style="list-style-type: none"> - Color: Color del duramen: Cualitativo: Marrón Verdoso Cuantitativo: Escala RGB, R=175; G=153; B= 109; Hex= AF996D - Color de albura: Cuantitativo: Amarillo cremoso Cualitativo: Escala RGB, R=239; G=223; B= 199; Hex=EFD7C7 - Olor: alcanforado bajo - Sabor: amargo - Brillo: medio - Veteado: radiales líneas paralelas; tangenciales arcos superpuestos. - Grano: inclinado - Textura: media - Lustre: medio 	<ul style="list-style-type: none"> - Poros: solitarios - Parénquima: Parénquima vasicéntrico y limítrofe. - Radios: Radios finos delgados y discontinuos
	<p>The image shows three small photographs of wood cross-sections. The left one is a radial section showing a straight grain. The middle one is a tangential section showing a wavy grain. The right one is a transversal section showing a wavy grain and a radial pattern.</p>

Nota. El color se muestra en escala cuantitativa RGB digital.

Figura 4

Características macroscópicas de la madera Magnolia jaenensis, M- A02



Nota. Se muestran los tres planos tangencial, radial y transversal a (10x); y el vetado

Tabla 3

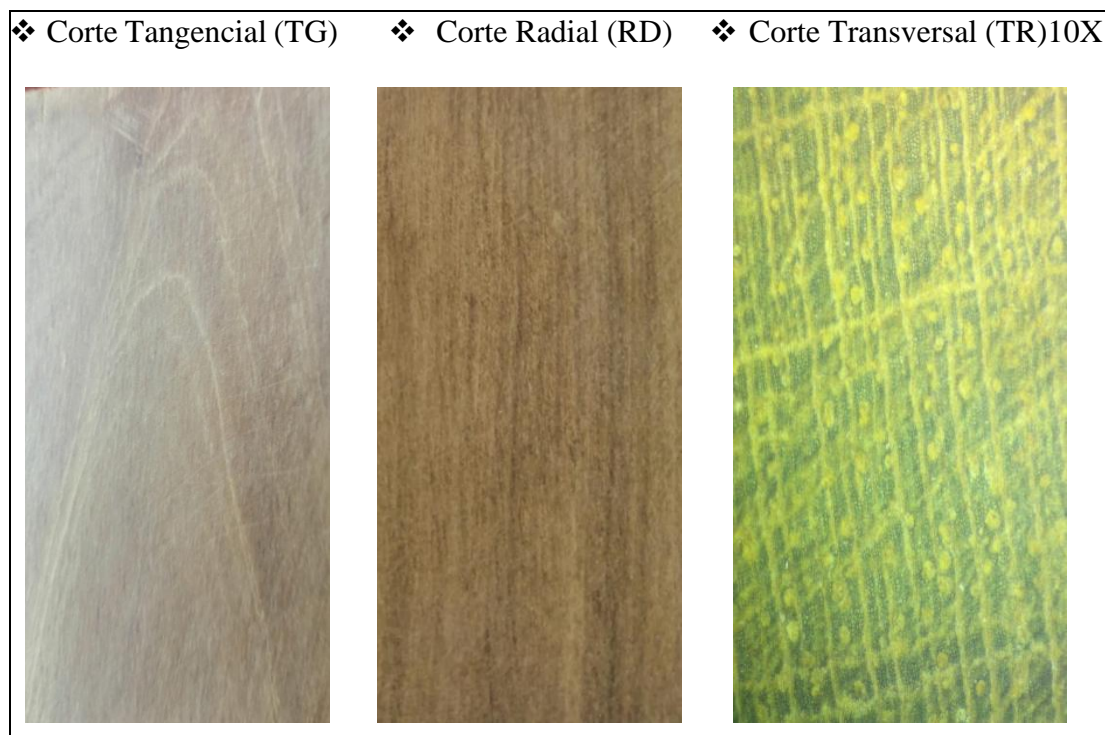
Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera Magnolia jaenensis -A03

Propiedades organolépticas	Anatomía macroscópica
<ul style="list-style-type: none"> - Color: Color del duramen: Cualitativo: Marrón verdoso Cuantitativo: Escala RGB, R= 173; G= 147; B= 99; Hex= #AD9363 - Color de albura: Cuantitativo: Amarillo cremoso Cualitativo: Escala RGB, R= 249; G= 241; B= 219; Hex = #F9F1DB - Olor: medio picante ajo - Sabor: amargo - Brillo: medio - Veteado: radiales líneas paralelas; tangenciales arcos superpuestos. - Grano: Entrecruzado - Textura: media - Lustre: medio 	<ul style="list-style-type: none"> - Poros: solitarios - Parénquima: Parénquima vasicéntrico y limítrofe. - Radios: Radios finos delgados y discontinuos
	<p>The image shows three small photographs of wood cross-sections. The first is a tangential cut showing a smooth surface. The second is a radial cut showing a similar surface with a small dark spot. The third is a transversal cut showing a dense pattern of fibers and small circular structures.</p>

Nota. El color se muestra en escala cuantitativa RGB digital.

Figura 5

Características macroscópicas de la madera Magnolia jaenensis- A03



Nota. Se muestran los tres planos tangencial, radial y transversal a (10x); y el vetado

Tabla 4

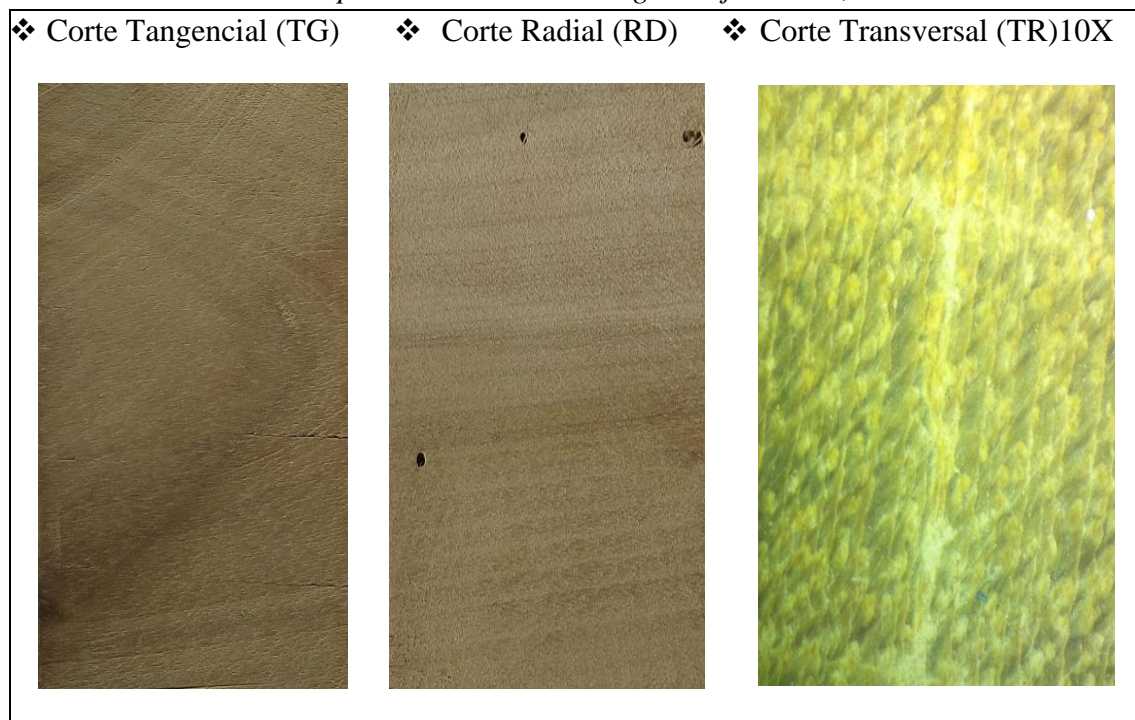
Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera Magnolia jaenensis, M -A04

Propiedades organolépticas	Anatomía macroscópica
<ul style="list-style-type: none"> - Color: Color del duramen: Cualitativo: Marrón Verdoso Cuantitativo: Escala RGB, R= 132; G= 114; B= 64; Hex = #847842 Color de albura: Cuantitativo: marrón claro Cualitativo: Escala RGB, R= 234; G= 224; B= 196; Hex= #EAE0C4 - Olor: Alcanforado medio - Sabor: amargo - Brillo: medio - Veteado: radiales líneas paralelas; tangenciales arcos superpuestos. - Grano: inclinado - Textura: media - Lustre: medio 	<ul style="list-style-type: none"> - Poros: solitarios - Parénquima: Parénquima vasicéntrico y limítrofe. - Radios: Radios delgados discontinuos

Nota. El color se muestra en escala cuantitativa RGB digital.

Figura 6

Características macroscópicas de la madera *Magnolia jaenensis*, M- A04



Nota. Se muestran los planos, tangencial, radial y transversal a (10x); y el vetado

Tabla 5

Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera *Magnolia jaenensis*, M-A05

Propiedades organolépticas	Anatomía macroscópica
<ul style="list-style-type: none"> - Color: Color del duramen: Cualitativo: Marrón Verdoso Cuantitativo: Escala RGB, R=175; G=153; B= 109; Hex= AF996D - Color de albura: Cuantitativo: Amarillo cremoso Cualitativo: Escala RGB, R=239; G=223; B= 199; Hex=EFDFC7 - Olor: alcanforado bajo - Sabor: amargo - Brillo: medio - Veteado: radial en líneas paralelas; tangencial en arcos superpuestos. - Grano: inclinado - Textura: media - Lustre: medio 	<ul style="list-style-type: none"> - Poros: solitarios. - Parénquima: Parénquima vasicéntrico y limítrofe. - Radios: Radios finos delgados y discontinuos.

Nota. El color se muestra en escala cuantitativa RGB digital.

Figura 7

Características macroscópicas de la madera *Magnolia jaenensis*, M- A05



Nota. Se muestran los planos tangencial, radial y transversal a (10x); y el vetado

Tabla 6

Resumen de propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera *Magnolia jaenensis*

Propiedades organolépticas	Anatomía macroscópica
<ul style="list-style-type: none"> - Color: Color del duramen: Cualitativo: Marrón Verdoso Cuantitativo: Escala RGB, R=175; G=153; B= 109; Hex= AF996D - Color de albura: Cuantitativo: Amarillo cremoso Cualitativo: Escala RGB, R=239; G=223; B= 199; Hex=EFDFC7 - Olor: alcanforado bajo - Sabor: amargo - Brillo: medio - Veteado: radial en líneas paralelas; tangencial en arcos superpuestos. - Grano: inclinado - Textura: media - Lustre: medio 	<ul style="list-style-type: none"> - Poros: solitarios - Parénquima: Parénquima vasicéntrico y limítrofe. - Radios: Radios finos delgados y discontinuos

Nota. El color se muestra en escala cuantitativa RGB digital.

En las tablas del 2 al 6 y en las figuras del 3 al 7 y especialmente en la tabla 7 se muestran el resumen de las propiedades macroscópicas de la madera de *Magnolia jaenensis*, teniendo poros solitarios, parénquima alrededor de los poros tipo vasicéntrico y en bandas limítrofe, así como radios finos delgados y discontinuos. En cuanto a las propiedades organolépticas resalta un color del duramen marrón verdoso y de la albura amarillo cremoso, esta descripción del color es cualitativa, de acuerdo a lo percibido al momento de evaluación, para tener un dato más permanente y uniforme, se utilizó una descripción cuantitativa a través de la escala de colores RGB y un código de esta escala, el uso de la escala RGB, uniformiza el color, siendo fácil reproducirlo por cualquier medio digital que permita su uso, la escala promedio encontrada fue RGB: R=175; G= 153; B= 109; Hex= AF996D; el olor es alcanforado tenue, con sabor amargo, el brillo fue medio, el vetado fue de arcos superpuestos en el plano tangencial y de líneas paralelas en el plano radial; el grano es ligeramente inclinado, la textura fue media lo mismo que el lustre.

Las propiedades anatómicas macroscópicas de la madera de *Magnolia jaenensis*, son buenas para su uso en carpintería industrial, carpintería de interiores, ebanistería e incluso en carpintería de obra; hay que resaltar sus propiedades organolépticas como color distintivo un tanto verduzco, lo que lo hace atractivo para su acabado final con lacas o barnices transparentes para resaltar su color, y por otra parte el vetado tangencial en arcos superpuestos complementan la belleza del acabado en muebles. El grano recto o ligeramente inclinado de la especie garantiza un maquinado casi perfecto con poca producción de rugosidades o asperezas durante el procesamiento de cepillado, torneado, fresado, tallado, taladrado e inclusive lijado; la textura media como el lustre, garantizan un acabado de alta calidad utilizando productos de recubrimiento adecuado. Por otro lado el olor alcanforado y sabor amargo, debido a los compuestos extractivos presentes, le confiere una durabilidad natural de media a alta, ya que posee características de olor y sabor similares a especies de alta durabilidad como *Cedrela odorata*; su vetado tangencial de arcos superpuestos, grano inclinado y lustre medio, lo hace atractivo para la carpintería por su fácil trabajabilidad y maquinado. Ccayanchira y Reyes (2019) estudiaron la anatomía macroscópica de la madera de *Terminalia oblonga*, especie que también los mismos tipos de poros y parénquima, indicando además que los radios son finos por ser homocelulares; esto indica que la madera de ambas especies coincide en algunas propiedades macroscópicas, siendo diferente en el color del duramen.

4.2. Anatomía microscópica de la madera de *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña

A continuación, se describe la anatomía microscópica de cada muestra evaluada.

Tabla 7

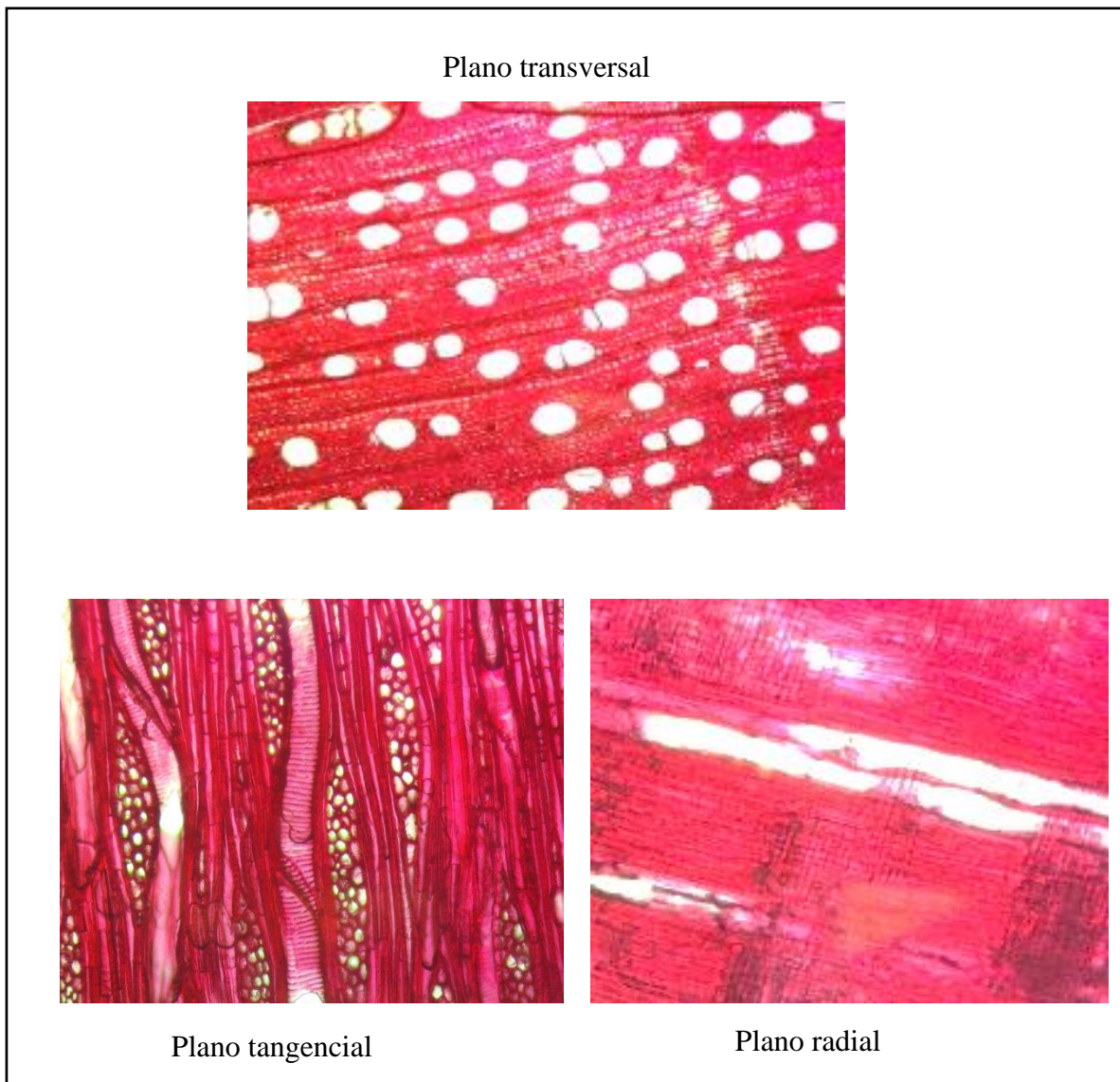
Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis- A01

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Bandas de parénquima
	Porosidad	Semicircular difusa
	Disposición de los poros	Patrón no definido
	Agrupación de poros	múltiples radiales cortos y arracimados
	Forma de poros	Ovalados
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	160,37 μm
	Frecuencia de los poros	4,10 poros/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Escasa presencia de goma
	Platina de perforación	Escariforme de más de 20 barras
	Punteaduras intervasculares	Opuestas y alternas
	Tipo de apertura de las Punteaduras intervasculares	Extendidas
	Punteaduras ornadas	No presenta
	Engrosamientos espiralados en los vasos	Espiralados
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	Si
	Grosor de las paredes de las fibras	Con paredes delgadas a gruesas
	Tipo de Fibras	Punteaduras areoladas
	Engrosamientos espiralados en las fibras	No presenta
Parénquima	Parénquima apotraqueal	No presenta
	Parénquima paratraqueal	No presenta
	Parénquima en bandas	Bandas marginales
	Contenidos en parénquima	Escaso
	Parénquima longitudinal	Seriado de 4 series
Radios	Ancho	De 1 a 3 células
	Altura	1866,07 μm
	Composición celular de los radios	Células procumbentes con una fila de células marginadas cuadradas o erectas
	Otro tipo de variantes en las células radiales	No tiene
	Radios por milímetro lineal	3,40 radios
Contenidos	Células oleíferas	
Estructura estratificada	Fibras	Estratificadas
	Radios	No estratificado
	Parénquima	No estratificado
	Todos los elementos	no
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas	No presenta
	Canales intercelulares	No presenta
	Tubos taniníferos	No presenta
	Floema incluido	No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	No presenta
	Sílice	Escaso
	Ausente	si

Nota. Descripción cuali-cuantitativa de la anatomía microscópica según base de datos de IAWA (2009).

Figura 8

Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis, M- A01



Nota. Imágenes de la estructura microscópica de la madera a 100 x en los tres planos.

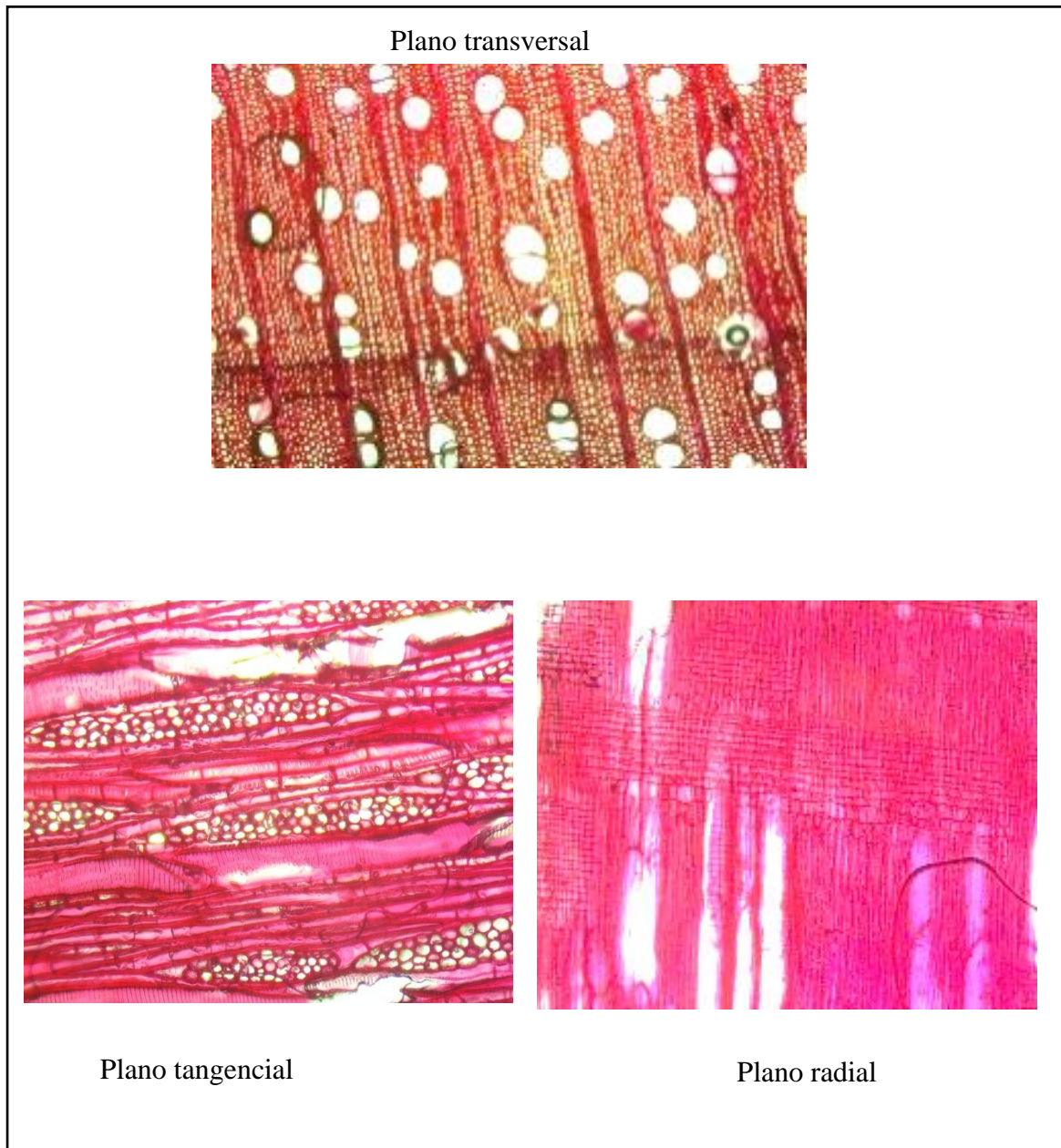
Tabla 8*Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis, M- A02*

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Bandas de parénquima
	Porosidad	Semicircular difusa
	Disposición de los poros	Patrón no definido
	Agrupación de poros	múltiples radiales cortos y arracimados
	Forma de poros	Ovalados
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	204,65 µm
	Frecuencia de los poros	6,80 poros/mm ²
	Inclusiones en los elementos vasculares	Escasa presencia de goma
	Platina de perforación	Escalariforme de más de 20 barras
	Punteaduras intervasculares	Opuestas y alternas
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Extendidas
	Punteaduras ornadas	No presenta
Engrosamientos espiralados en los vasos	Espiralados	
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	Si
	Grosor de las paredes de las fibras	Con paredes delgadas a gruesas
	Tipo de Fibras	Punteaduras areoladas
	Engrosamientos espiralados en las fibras	No presenta
Parénquima	Parénquima apotraqueal	No presenta
	Parénquima paratraqueal	No presenta
	Parénquima en bandas	Bandas marginales
	Contenidos en parénquima	Escaso
	Parénquima longitudinal	Seriado de 4 series
Radios	Ancho	De 1 a 3 células
	Altura	1184,46 µm
	Composición celular de los radios	Células procumbentes con una fila de células marginadas cuadradas o erectas
	Otro tipo de variantes en las células radiales	No presenta
	Radios por milímetro lineal	4,00 radios
	Contenidos	Células oleíferas
Estructura estratificada	Fibras	Estratificadas
	Radios	No estratificado
	Parénquima	No estratificado
	Todos los elementos	no
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas	No presenta
	Canales intercelulares	No presenta
	Tubos taniníferos	No presenta
	Floema incluido	No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	No presenta
	Sílice	Escaso
	Ausente	si

Nota. Descripción cuali-cuantitativa de la anatomía microscópica según base de datos de IAWA (2009).

Figura 9

Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis, M- A02



Nota. Imágenes de la estructura microscópica de la madera a 100 x en los tres planos.

Tabla 9

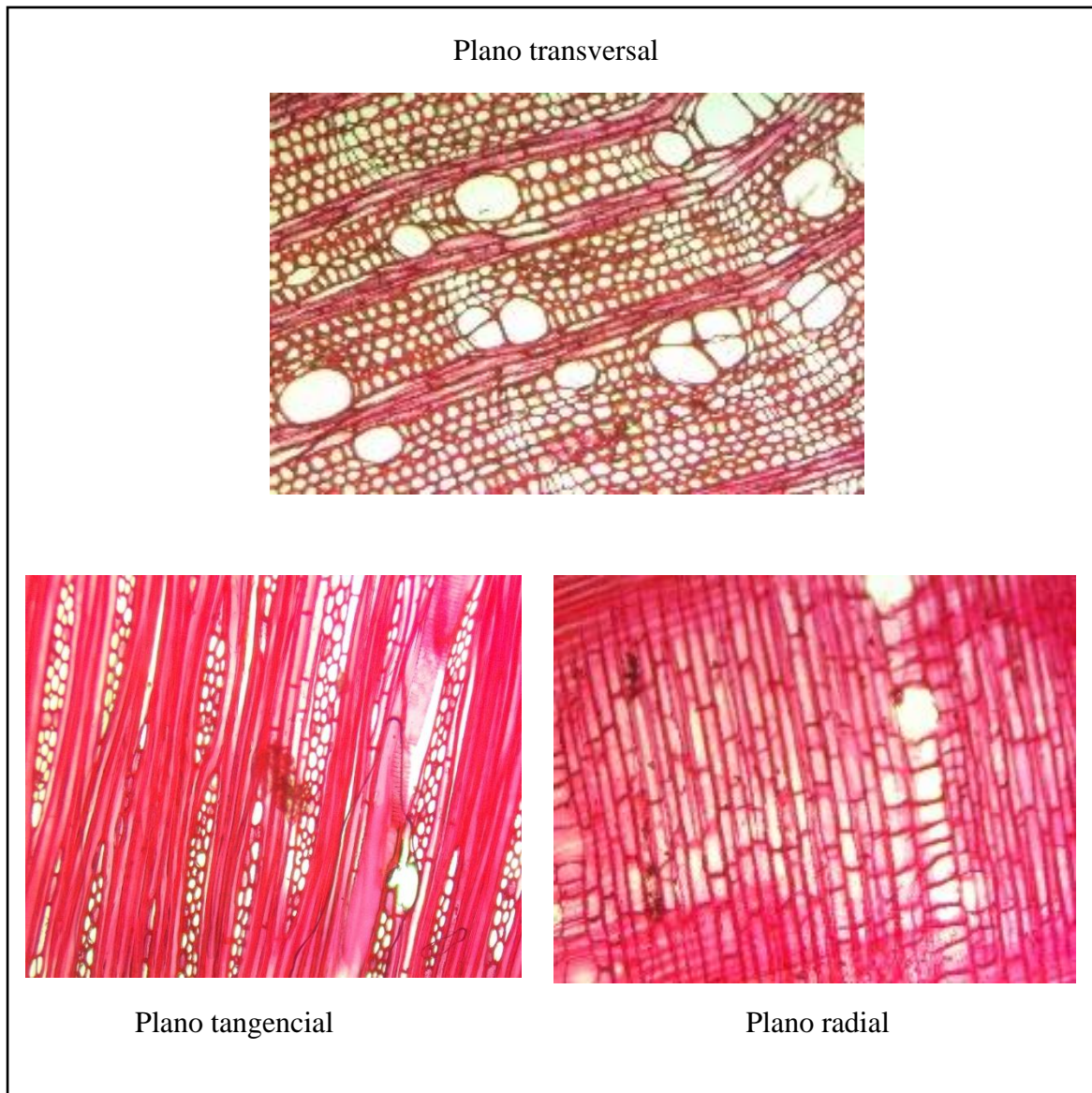
Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis, M- A03

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Bandas de parénquima
	Porosidad	Semicircular difusa
	Disposición de los poros	Patrón no definido
	Agrupación de poros	múltiples radiales cortos y arracimados
	Forma de poros	Ovalados
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	226,42 µm
	Frecuencia de los poros	4,10 poros/mm ²
	Inclusiones en los elementos vasculares	Escasa presencia de goma
	Platina de perforación	Escalariforme de más de 20 barras
	Punteaduras intervasculares	Opuestas y alternas
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Extendidas
	Punteaduras ornadas	No presenta
	Engrosamientos espiralados en los vasos	Espiralados
	Traqueidas y Fibras	Traqueidas
Septas en las fibras		Si
Grosor de las paredes de las fibras		Con paredes delgadas a gruesas
Tipo de Fibras		Punteaduras areoladas
Engrosamientos espiralados en las fibras		No presenta
Parénquima	Parénquima apotraqueal	No presenta
	Parénquima paratraqueal	No presenta
	Parénquima en bandas	Bandas marginales
	Contenidos en parénquima	Escaso
	Parénquima longitudinal	Seriado de 4 series
Radios	Ancho	De 1 a 3 células
	Altura	1676,45µm
	Composición celular de los radios	Células procumbentes con una fila de células marginadas cuadradas o erectas
	Otro tipo de variantes en las células radiales	No presenta
	Radios por milímetro lineal	4,00 radios
	Contenidos	Células oleíferas
Estructura estratificada	Fibras	Estratificadas
	Radios	No estratificado
	Parénquima	No estratificado
	Todos los elementos	no
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas	No presenta
	Canales intercelulares	No presenta
	Tubos taniníferos	No presenta
	Floema incluido	No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	No presenta
	Sílice	Escaso
	Ausente	si

Nota. Descripción cuali-cuantitativa de la anatomía microscópica según base de datos de IAWA (2009).

Figura 10

Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis, M- A03



Nota. Imágenes de la estructura microscópica de la madera a 100 x en los tres planos.

Tabla 10

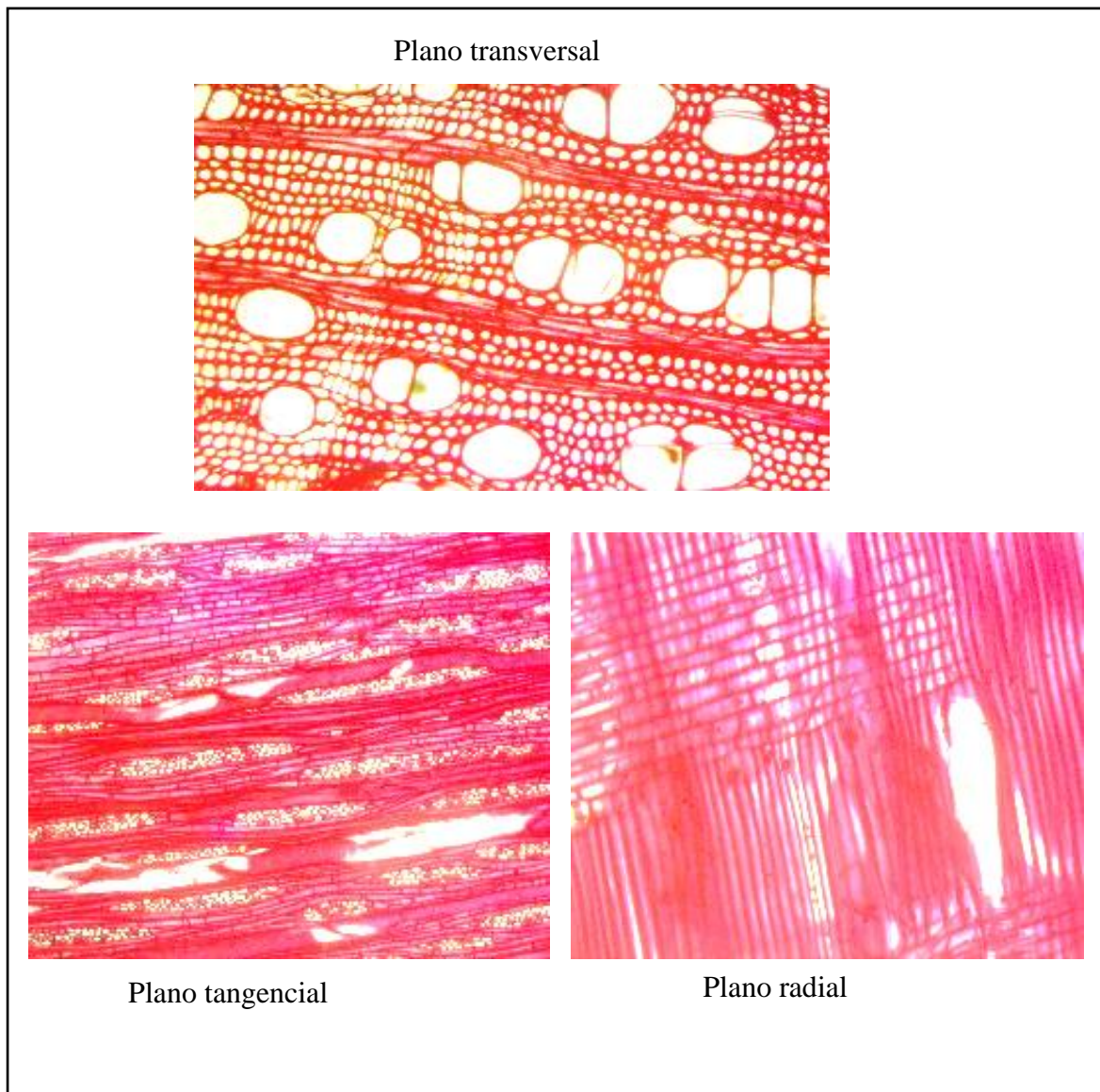
Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis, M- A04

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Bandas de parénquima
	Porosidad	Semicircular difusa
	Disposición de los poros	Patrón no definido
	Agrupación de poros	múltiples radiales cortos y arracimados
	Forma de poros	Ovalados
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	262,12µm
	Frecuencia de los poros	4,40 poros/mm ²
	Inclusiones en los elementos vasculares	Escasa presencia de goma
	Platina de perforación	Escalariforme de más de 20 barras
	Punteaduras intervasculares	Opuestas y alternas
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Extendidas
	Punteaduras ornadas	No presenta
	Engrosamientos espiralados en los vasos	Espiralados
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	Si
	Grosor de las paredes de las fibras	Con paredes delgadas a gruesas
	Tipo de Fibras	Punteaduras areoladas
	Engrosamientos espiralados en las fibras	No presenta
Parénquima	Parénquima apotraqueal	No presenta
	Parénquima paratraqueal	No presenta
	Parénquima en bandas	Bandas marginales
	Contenidos en parénquima	Escaso
	Parénquima longitudinal	Seriado de 4 series
Radios	Ancho	De 1 a 3 células
	Altura	2004,92 µm
	Composición celular de los radios	Células procumbentes con una fila de células marginadas cuadradas o erectas
	Otro tipo de variantes en las células radiales	No presenta
	Radios por milímetro lineal	3,50 radios
	Contenidos	Células oleíferas
Estructura estratificada	Fibras	Estratificadas
	Radios	No estratificado
	Parénquima	No estratificado
	Todos los elementos	No
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas	No presenta
	Canales intercelulares	No presenta
	Tubos taniníferos	No presenta
	Floema incluido	No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	No presenta
	Sílice	Escaso
	Ausente	Si

Nota. Descripción cuali-cuantitativa de la anatomía microscópica según base de datos de IAWA (2009).

Figura 11

Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis, M- A04



Nota. Imágenes de la estructura microscópica de la madera a 100 x en los tres planos.

Tabla 11

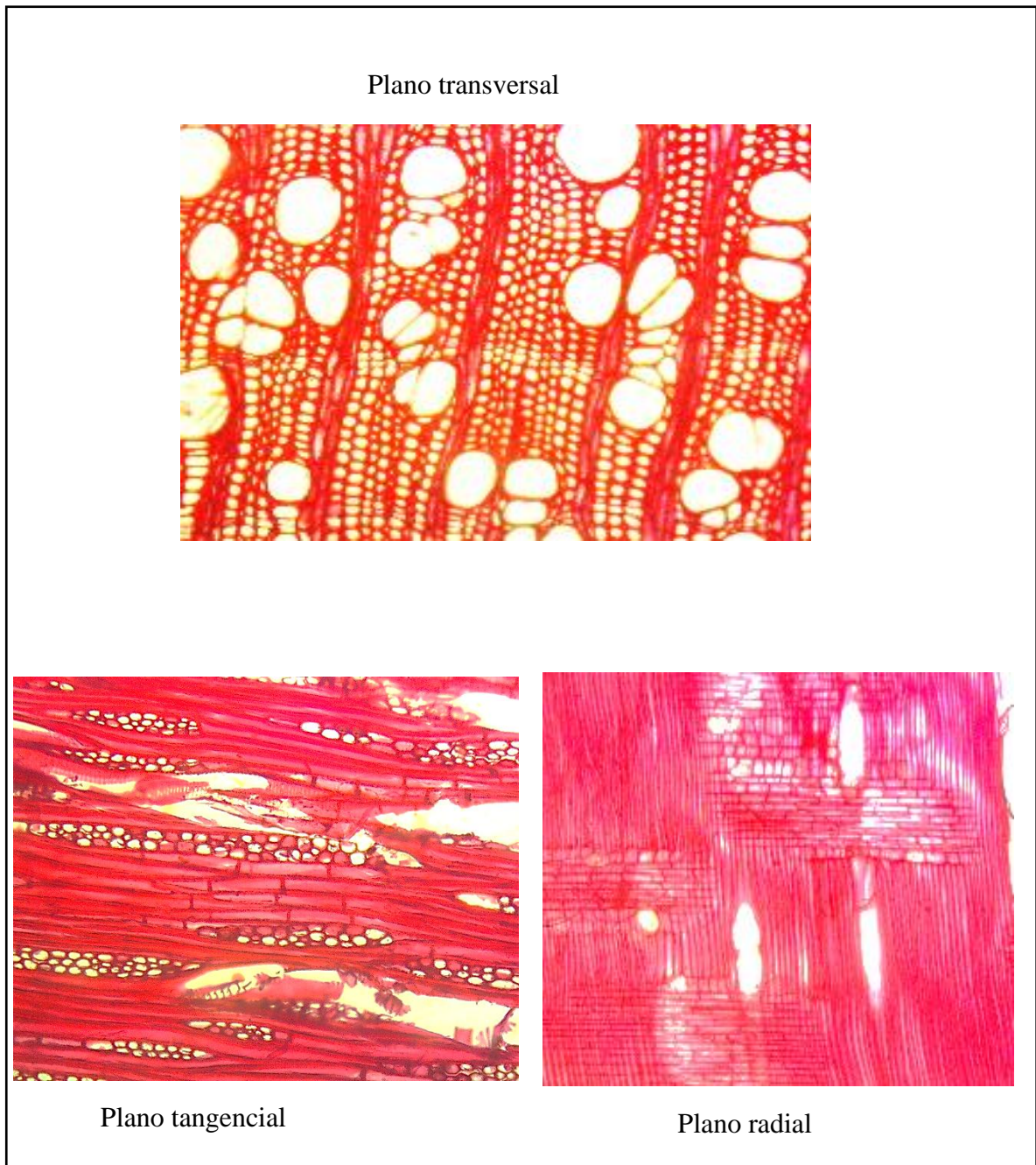
Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis, M- A05

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Bandas de parénquima
	Porosidad	Semicircular difusa
	Disposición de los poros	Patrón no definido
	Agrupación de poros	múltiples radiales cortos y arracimados
	Forma de poros	Ovalados
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	287,45 µm
	Frecuencia de los poros	3,90 poros/mm ²
	Inclusiones en los elementos vasculares	Escasa presencia de goma
	Platina de perforación	Escalariforme de más de 20 barras
	Punteaduras intervasculares	Opuestas y alternas
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Extendidas
	Punteaduras ornadas	No presenta
	Engrosamientos espiralados en los vasos	Espiralados
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	Si
	Grosor de las paredes de las fibras	Con paredes delgadas a gruesas
	Tipo de Fibras	Punteaduras areoladas
	Engrosamientos espiralados en las fibras	No presenta
Parénquima	Parénquima apotraqueal	No presenta
	Parénquima paratraqueal	No presenta
	Parénquima en bandas	Bandas marginales
	Contenidos en parénquima	Escaso
	Parénquima longitudinal	Seriado de 4 series
Radios	Ancho	De 1 a 3 células
	Altura	1639,35 µm
	Composición celular de los radios	Células procumbentes con una fila de células marginadas cuadradas o erectas
	Otro tipo de variantes en las células radiales	No presenta
	Radios por milímetro lineal	3,80 radios
	Contenidos	Células oleíferas
Estructura estratificada	Fibras	Estratificadas
	Radios	No estratificado
	Parénquima	No estratificado
	Todos los elementos	No
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas	No presenta
	Canales intercelulares	No presenta
	Tubos taniníferos	No presenta
	Floema incluido	No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	No presenta
	Sílice	Escaso
	Ausente	Si

Nota. Descripción cuali-cuantitativa de la anatomía microscópica según base de datos de IAWA (2009).

Figura 12

Características microscópicas de la madera Magnolia jaenensis, M- A05



Nota. Imágenes de la estructura microscópica de la madera a 100 x en los tres planos.

Tabla 12

Resumen de propiedades microscópicas de la madera Magnolia jaenensis

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Bandas de parénquima
	Porosidad	Semicircular difusa
	Disposición de los poros	Patrón no definido
	Agrupación de poros	múltiples radiales cortos y arracimados
	Forma de poros	Ovalados
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	225.02 μm
	Frecuencia de los poros	4,66 poros/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Escasa presencia de goma
	Platina de perforación	Escalariforme de más de 20 barras
	Punteaduras intervasculares	Opuestas y alternas
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Extendidas
	Punteaduras ornadas	No presenta
	Engrosamientos espiralados en los vasos	Espiralados
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	Si
	Grosor de las paredes de las fibras	Con paredes delgadas a gruesas
	Tipo de Fibras	Punteaduras areoladas
	Engrosamientos espiralados en las fibras	No presenta
Parénquima	Parénquima apotraqueal	No presenta
	Parénquima paratraqueal	No presenta
	Parénquima en bandas	Bandas marginales
	Contenidos en parénquima	Escaso
	Parénquima longitudinal	Seriado de 4 series
Radios	Ancho	De 1 a 3 células
	Altura	1674,25 μm
	Composición celular de los radios	Células procumbentes con una fila de células marginadas cuadradas o erectas
	Otro tipo de variantes en las células radiales	No presenta
	Radios por milímetro lineal	3,74 radios
	Contenidos	Células oleíferas
Estructura estratificada	Fibras	Estratificadas
	Radios	No estratificado
	Parénquima	No estratificado
	Todos los elementos	No
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas	No presenta
	Canales intercelulares	No presenta
	Tubos taniníferos	No presenta
	Floema incluido	No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	No presenta
	Sílice	Escaso
	Ausente	Si

Nota. Descripción cuali-cuantitativa de la anatomía microscópica según base de datos de IAWA (2009).

Tabla 13*Valores cuantitativos de la micro anatomía de la madera de Magnolia jaenensis*

Muestra	Diámetro de poros (µm)	Nº poros/mm²	Largo radio (µm)	Nº radios/mmL
M A-01	160,37	4,10	1866,07	3,40
M A-02	188,72	6,80	1184,46	4,00
M A-03	226,42	4,10	1676,45	4,00
M A-04	262,13	4,40	2004,93	3,50
M A-05	287,46	3,90	1639,35	3,80
Promedio	225,02	4,66	1674,25	3,74
D.S.	51,90	1,21	311,15	0,28
C.V. (%)	23,06	25,96	18,58	7,47

En la tabla 13, se visualiza el resumen de la estructura microscópica de la madera de *Magnolia jaenensis*, encontrándose anillos de crecimiento diferenciados por bandas de parénquima, una porosidad semicircular difusa, con disposición de los poros en patrón no definido, agrupación de poros múltiples radiales cortos y arracimados, forma de poros ovalados, el diámetro promedio de los elementos vasculares es de 225,02 µm, frecuencia de los poros 4,66/mm², en cuanto a la inclusiones en los elementos vasculares hay escasa presencia de gomas; los vasos presentan una platina de perforación escalariforme de más de 20 barras, con engrosamientos espiralados en su interior; así mismo, se visualiza presencia de septas de fibras, el grosor de la pared de las fibras va de delgadas a gruesas; de igual manera, las fibras presentan punteaduras areoladas; en cuanto al parénquima no se encontró parénquima apotraqueal ni paratraqueal solamente parénquimas en bandas marginales, el contenido de parénquima es escaso a medio; el parénquima longitudinal es seriado de 4 series; así mismo, el ancho de los radios es de 1 a 3 células, la altura promedio de los radios es de 1 674,25 µm en promedio, en cuanto a la composición celular de los radios, presenta células procumbentes con una fila de células marginales cuadradas o erectas; el número de radios por milímetro lineal es de 3,74; así mismo, se visualizan células oleíferas, también fibras estratificadas y sílice escaso.

En la tabla 14, puede verse que los datos cuantitativos de la anatomía microscópica de la madera de *Magnolia jaenensis*, tiene una variabilidad media a baja, esto se puede corroborar en el coeficiente de variabilidad, ya que los valores de dicho indicador van desde 25,96 % como valor más alto y se da en el caso del número de poros por milímetro cuadrado

hasta 7,47 %, como valor más bajo, y se da en el caso del número de radios por milímetro lineal.

La descripción anatómica de la madera, tomó como guía lo establecido en las normas IAWA- Asociación internacional de Anatomistas de Madera- Listado de caracteres anatómicos para la identificación de maderas duras. Normas IRAM- (Instituto Argentino de racionalización de materiales) N° 9502 Vocabulario de maderas. Normas COPANT- (Comisión Panamericana de normas técnicas) N° 30(1-19); en base a estas normas, se elaboró una tabla de descripción anatómica de la madera, la misma que se adaptó de Inside Wood (2004).

La madera de *Magnolia jaenensis* destacan su porosidad difusa, patrones no definidos, solitarios y múltiples radiales cortos y arracimados, poros ovalados, con presencia de gomas, platina de perforación escalariforme; fibras septadas, fibras libriformes de pared delgada a gruesa con punteaduras areoladas; parénquima longitudinal seriado; radios de una a tres células, altos, células procumbentes y erectas, inclusiones oleíferas. Una descripción anatómica similar, encontraron Cuapio et al. (2022), quienes estudiaron la anatomía de *Magnolia rzedowskiana*, especie del mismo género, en este caso los poros fueron solitarios o agrupados radiales y tangenciales, placa de perforación escalariformes y fibras libriformes, parénquima axial paratraqueal y apotraqueal difuso, radios de una, dos y tres células, células procumbentes y cuadradas marginales, inclusiones oleíferas; como puede verse el género *Magnolia*, presenta una anatomía muy similar en ambas especies, coincidente casi en toda su anatomía cualitativa. La presencia de una perforación de platina esacalariforme de los vasos, indica que la especie es una angiosperma poco evolucionada, ya que las especies más evolucionadas tienen una perforación simple, este tipo de adaptaciones mejora la circulación de agua en especies restringidas ambientalmente y poco cosmopolitas, el ordenamiento evolutivo de las especies por sus características traqueales (vasos), permite interpretar la adaptación de las especies a condiciones especiales, (IAWA 2009); esta descripción anatómica se alinea a lo descrito por Marcelo-Peña y Arroyo (2013), quienes establecen que la especie tiene una distribución muy limitada en la región Cajamarca y a una altitud entre 2000 y 2500 m s.n.m., por lo que la especie ha logrado una adaptación limitada a los parámetros edafoclimáticos de este ecosistema o nicho ecológico, no habiéndose distribuido a otros ecosistemas forestales cercanos.

4.3. Propiedades físicas de la madera de *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña.

Tabla 14

Propiedades físicas de la madera Magnolia jaenensis

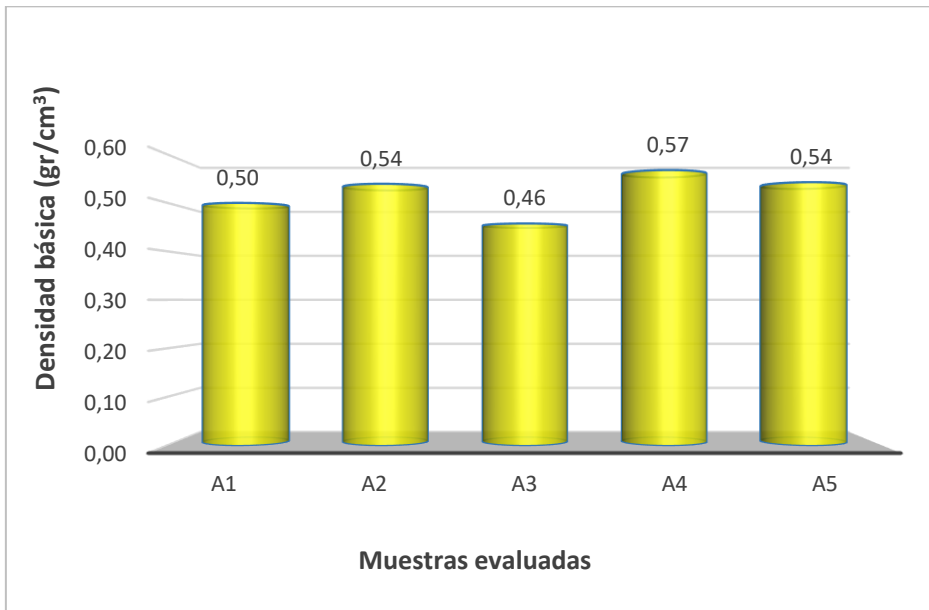
Nº	Propiedad física	Ítem	Valor	Norma de referencia
1	Densidad básica	X (g.cm ⁻³)	0,52	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	15,17	
2	Densidad anhidra	X (g.cm ⁻³)	0,57	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	15,66	
3	Densidad Verde	X (g.cm ⁻³)	0,88	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	14,29	
4	Contracción tangencial	X (%)	4,38	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	29,09	
5	Contracción Radial	X (%)	3,94	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	36,27	
6	Contracción Volumétrica	X (%)	8,46	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	22,83	
7	Relación CT/CR	Relación	1,21	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	35,72	
8	Humedad máxima	X (%)	70,30	NTP 251.010:2014
		C.V. (%)	21,23	

Nota. En la tabla se observan los promedios de las propiedades físicas de la madera expresados en g.cm³= gramos centímetros cúbicos.

En la tabla 15, se visualizan las propiedades físicas de la madera *Magnolia jaenensis*, destacándose como valores significativos a la densidad básica con un valor promedio de 0,52 g.cm⁻³, el contenido de humedad máximo promedio de 70 %, la contracción volumétrica con un valor promedio de 8,46 % y la relación contracción tangencial y contracción radial CT/CT fue de 1,21. También puede verse que los datos promedios obtenidos para las propiedades físicas tienen una variabilidad baja a media, ya que los valores del coeficiente de variabilidad se encuentran entre los valores de 15,17 % hasta 36,27 %; esto nos indica que la madera de la especie es muy variable en sus propiedades físicas a lo largo del fuste; sin embargo la madera clasificaría como una madera de densidad media y estable, ya que su coeficiente de anisotropía es bajo.

Figura 13

Densidad básica de la Magnolia jaenensis

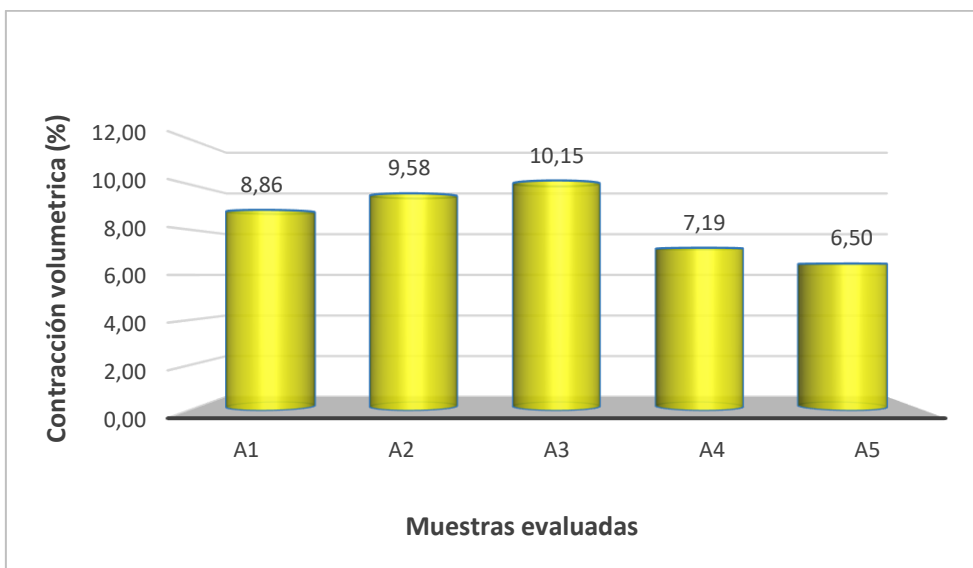


Nota. Comparación de medias de la densidad básica de 5 árboles diferentes

En la figura 3, se observa la densidad básica de las muestras de la madera donde la muestra A4 obtuvo un valor de 0,57 g/cm³ siendo esta la más alta, mientras que la muestra A3 obtuvo valores de 0,46 g/cm³ siendo esta las más baja.

Figura 14

Contracción volumétrica de la Magnolia jaenensis

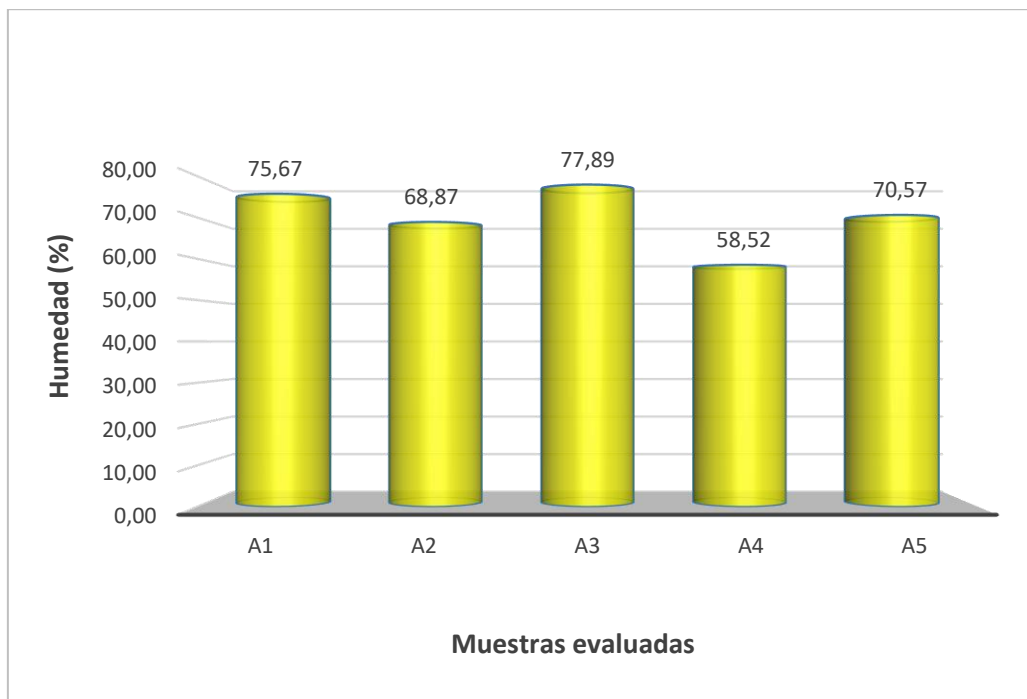


Nota. Comparación de medias de la contracción volumétrica (%) de los cinco árboles

En la figura 4, se muestran los valores de la contracción volumétrica de la madera *Magnolia jaenensis*, donde la muestra A3 obtuvo valores de 10,15 % siendo este el valor más alto, y la muestra A5 obtuvo el valor más bajo siendo de 6,50 %; mientras las muestra A1, A2 y A4 se mantuvieron en un rango promedio entre las muestras anteriores.

Figura 15

Humedad de la madera Magnolia jaenensis



Nota. Comparación del contenido de la humedad (%) de los cinco árboles

En la figura 15, se muestran los valores del contenido de humedad de la madera, donde la muestra A3 fue de 77,89 % siendo esta la humedad más alta, mientras la muestra A4 fue de 58,52 % siendo esta la más baja registrada.

En las figuras 13 a 15, puede verse gráficamente la diferencia entre los valores obtenidos por cada uno de los cinco árboles evaluados, donde es evidente que la contracción de la madera tiene la más alta dispersión de valores. Los valores de alta dispersión por encima del 10 % de coeficiente de variabilidad, que es el óptimo para las propiedades físicas de la madera determinadas en laboratorio. La variabilidad ligeramente mayor al óptimo recomendado, indica que la especie tiene diferentes formas de crecimiento y desarrollo, ya que fue obtenido de un bosque primario.

Como puede verse, la madera de *Magnolia jaenensis* es de densidad media, con alta porosidad, lo que se demuestra por su alto contenido de humedad, pero lo más resaltante es su bajo índice de anisotropía o relación de contracción radial y tangencial, que le confieren a la madera propiedades de alta estabilidad dimensional inclusive durante el secado, esto unido a un grano inclinado, hace que la madera presente pocos o nulos defectos de forma y estructura, estas particularidades son muy deseables para la carpintería, mueblería y ebanistería; así mismo, puede ser utilizado en carpintería de obra de interiores y estructuras menores. Por su parte Cajo (2022), encontró una densidad de $0,49 \text{ g.cm}^{-3}$, un valor muy similar al obtenido en la presente investigación, muy a pesar que este autor utilizó una metodología no destructiva, no amparada en la norma técnica NTP 251.011. Por su parte Carlosama (2021), determinó la densidad de la madera de *Magnolia chiguila*, una especie del mismo género, encontró una densidad básica similar de 0.46 g.cm^{-3} ; sin embargo, difiere en la contracción volumétrica total de 2,36 %, ya que ese valor está muy por debajo del obtenido en la especie estudiada en esta investigación. Como puede verse, desde el punto de vista de las propiedades físicas, las especies del mismo género, no coinciden en sus propiedades físicas necesariamente; muy diferente al caso de las características micro anatómicas.

Los resultados obtenidos son confiables ya que se siguió una metodología amparada a normas técnicas y normas internacionales, así mismo la estadística descriptiva aplicada valida los resultados; así mismo, estos fueron validados en una discusión con los resultados de otros autores. Los resultados obtenidos permitirán ampliar el conocimiento de la especie *Magnolia jaenensis*, contribuyendo a la valoración de la especie para alcanzar su manejo sostenible y conservación. Los conocimientos obtenidos se encuentran alineados a la tecnología y anatomía de la madera de latifoliadas tropicales de bosque húmedos montanos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se determinó la anatomía macroscópica de la madera de *Magnolia jaenensis*, encontrándose poros solitarios, parénquima alrededor de los poros, vasicéntricos y limítrofe, así como radios finos delgados y discontinuos; así mismo, para las propiedades organolépticas resalta un color del duramen marrón verdoso y de la albura amarillo cremoso, olor alcanforado tenue, con sabor amargo, brillo medio, veteado tangencial de arcos superpuestos y regulares, con grano inclinado, textura media y lustre medio.

Se describió la anatomía microscópica de la madera de *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña, encontrándose anillos de crecimiento diferenciados por bandas de parénquima, porosidad semicircular difusa, con disposición en patrón no definido, agrupación múltiples radiales cortos y arracimados, de forma ovalados, diámetro promedio de 208,20 μm y frecuencia de 4,66 poros/ mm^2 ; en cuanto a la inclusiones hay escasa presencia de gomas; los vasos presentan platina de perforación escalariforme de más de 20 barras, con engrosamientos espiralados en su interior; las fibras presentan septas, el grosor de la pared va de delgadas a gruesas y presentan punteaduras areoladas; el parénquima longitudinal es en bandas marginales, con escaso contenido y es seriado en 4 series; el ancho de los radios es de 1 a 3 células, la altura es de 1 674,25 μm en promedio, presenta células procumbentes con una fila de células marginales erectas; con un número de 3,74 radios/ mm ; así mismo, se visualizan células oleíferas, también fibras estratificadas y sílice escaso.

Se determinó las propiedades físicas de la madera *Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña. encontrándose una densidad básica promedio de 0,52 g/cm^{-3} ; la humedad fue de 70,30 %, la contracción volumétrica fue de 8,46 % y su relación contracción radial y tangencial fue de 1,21.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda a las instituciones y organizaciones dedicadas a la conservación y manejo sostenible de especies forestales amenazadas, tomar en cuenta los resultados obtenidos y considerar la especie *Magnolia jaenensis* como parte de programas de conservación *insitu* y *exsitu* por tener propiedades tecnológicas deseables para la industria forestal.

Se recomienda a la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, promover la investigación en propagación, silvicultura en plantaciones de esta especie y otras especies que se encuentren amenazadas para implementar medidas de conservación y manejo sostenible.

A los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca y a otros investigadores interesados, continuar con investigaciones sobre temas de química forestal, transformación mecánica y química de la madera, así como la silvicultura aplicada a la especie, con el objetivo de promover el manejo sostenible de las especies forestales maderables.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ascue Miranda, B. S. (2021). *Evaluación de la influencia de sequías en las características anatómicas de Caryocar glabrum(Aubl.) Pers, Satipo, Junín, 2021*. Universidad Continental, Facultad de Ingeniería. Huancayo: Repositorio Institucional UC. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12379/4/IV_FIN_107_TE_Ascue_Miranda_2021.pdf
- Baselly Villanueva, J. R., Goycochea Casas, G., Macedo Ledeira Carvalho, A. M., Roncal Briones, W. R., Chumbimune Vivanco, S. Y., & Chavesta Custodio, M. (2021). Caracterización y diferencias anatómicas de maderas de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page y *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. (Podocarpaceae) procedentes de la provincia de San Ignacio, Perú. *Folia Amazónica*, 30(2), 137-148. http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1862/5/Baselly-et-al_2021_Maderas_DiferenciasAnat%c3%b3micas.pdf
- Cajo López, J. A. (2022). *Determinación de densidad básica de tres especies forestales maderables del área de conservación municipal "Bosque Huamantanga" utilizando método indirecto, Jaén - Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias . Jaén, Perú: Respositorio Institucional UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5252>
- Campos Barreton, M. F. (2021). *Anatomía y propiedades físico mecánicas de Polylepis sp. En plantaciones de ladera – Colpar, Quilcas, Huancayo*. Tesis para obtener Título de Ingeniero Ambiental y Forestal, Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, Huancayo, Perú. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6920/T010_46769113_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cardonas Benavides, G. (2017). *La Madera*. Universidad de Guanajuato. <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2017/03/MADERA.pdf>
- Carlosama Iles, R. E. (2021). *Determinación de las propiedades tecnológicas de tres especies forestales en la zona de INTAG, Noroccidente del Ecuador*. Universidad Técnica del Norte , Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales.

- Ibarra, Ecuador: Repositorio Digital UTN .
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10338/2/03%20FOR%20296%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Ccayanchira Venegas, F. M., & Reyes Martínez, M. C. (2019). *Anatomía, propiedades físico-mecánicas, químicas y potencial dendrocronológico de Cedrela odorata L. y Terminalia oblonga (Ruiz & Pav.) Centro Anapiari, Pichanaki - Junín*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Huancayo, Perú: Repositorio Institucional UNCP.
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5587/T010_61506860_T.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*. Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería. Riobamba, Ecuador: Repositorio Digital UNACH.
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8879/1/1.%20Tesis%20Final.pdf>
- Cóndor Mango, J. A., & Pardo Navarro, O. Y. (2021). *Caracterización de la anatomía, propiedades físico-mecánicas y químicas de Pinus radiata D. Don y Pinus patula Schiede ex Schltdl. & Cham. – Cajamarca*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Huancayo, Perú: Repositorio institucional UNCP.
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7045/T010_73034415_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cuapio-Hernández, L., Sánchez-González, A., Pavón-Hernández, N. P., López-Herrera, M., & Borja-de la Rosa, M. A. (2022). Wood anatomy of *Magnolia rzedowskiana* Vázquez, Domínguez & Pedraza, endemic species of the Sierra Madre Oriental, Mexico. *Chapingo*, 28(1), 139-154.
- Fasanando Gonzales, K. V. (2023). *Influencia de los niveles del fuste en las propiedades físicas de la madera de marupa (Simarouba amara Aubl.) de una plantación de 11 años de edad en Pucallpa*. Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Pucallpa, Perú: Repositorio Institucional UNU.

http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6055/B3_2023_UNU_FORESTAL_2023_T_KORI-FASANANDO_V1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Feijoo Feijoo, C. E., Ramón Armijos, D. D., & Pucha Cofrep, D. A. (2018). *Guía para cortes anatómicos de la madera*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.

Garzón Flores, B. H. (2022). *Determinación de las características anatómicas, propiedades físicas y de trabajabilidad de Chrysophyllum Argenteum Jacq., parroquia Santa Rita, provincia de Esmeraldas*. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales . Ibarra, Ecuador: Repositorio Digital UTN.
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12773/2/03%20FOR%20348%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

González Luna, H. M. (2019). *Identificación de madera por Máquina de Visión: Xilotrón*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
<https://repositorio.una.edu.ni/4034/1/NF70G643id.pdf>

Gracia. (2016). *La madera: estructura, función, formación y mantenimiento*.
<https://docplayer.es/14605694-11-la-madera-estructura-funcion-formacion-y-mantenimiento.html>

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

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

Laboratorio Agroambiental. (2023). *Exposición de equipos antiguos: microtomo*. Gobierno de Aragon. [https://www.aragon.es/-/laboratorio-agroambiental-equipos-antiguos-microtomo#:~:text=Un%20microtomo%20\(del%20griego%20mikros,preparaciones%20de%20uso%20en%20microscop%C3%ADa.](https://www.aragon.es/-/laboratorio-agroambiental-equipos-antiguos-microtomo#:~:text=Un%20microtomo%20(del%20griego%20mikros,preparaciones%20de%20uso%20en%20microscop%C3%ADa.)

Lameira Diniz, C. G., & Souza Reis, D. d. (2021). *Propriedades anatômicas e físicas de Tectona grandis L.f em idade de desbaste*. Universidade Federal Rural da Amazônia. Biblioteca Digital de Trabalhos Acadêmicos da UFRA.
<http://www.bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2069/1/Propriedades%20an>

at% c3% b4micas% 20e% 20f% c3% adsicas% 20de% 20Tectona% 20grandis% 20L.f% 20em% 20idade% 20de% 20desbaste.pdf

Lara Quispe, M., & Salvador Matos, C. (2019). *Anatomía, propiedades físicas y poder calorífico de Kageneckia lanceolata Ruiz & Pav y Buddleja incana Ruiz & Pav. Distrito de Colca - Junín*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Huancayo, Perú: Repositorio Institucional UNCP.

https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5965/T010_48284137_T_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Marcelo - Peña, J. L., & Aroyo, F. (2013). *Magnolia jaenensis* y *M. manguillo*, nuevas especies de Magnoliaceae del norte de Perú. *Brittonia*, 65(1), 106 –112. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12228-012-9280-y>

Nugshi Pilco, J. M. (2021). *Caracterización de las propiedades químicas, físicas y mecánicas de la madera de Hevea brasiliensis procedente de la hacienda Santa Rita, provincia Los Ríos*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador: Repositorio Institucional ESPC. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15835/1/33T00277.pdf>

Ruiz Sepúlveda, J. (2019). *Estudio de las características dendrológicas - anatómicas y propiedades físicas de dos especies forestales Bolaina negra (Guazuma ulmifolia Lam) y Auca atadijo (Croton matourensis Aubl) en la Región San Martín*. Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Agroindustrial . Tarapoto, Perú: Repositorio Institucional UNSM. <https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3492/4/FIAI%20-%20Jorge%20Ru% c3% adz% 20Sep% c3% balveda.pdf>

Universidad de las Islas Baleares. (2023). *Microscopía óptica y electrónica*. UIB. <https://sct.uib.es/Instruments-i-equipis-dels-Serveis-Cientificotecnics/Area-de-microscopia-optica-i-electronica/>

Vivian, M. A., Soares Modes, K., Cavali Schlichting, R., Corrêa, R., Grosskop, É. J., & Júnior, M. D. (2023). Propriedades físicas, químicas e anatómicas da madeira de *Cryptomeria japonica*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 43, 1 - 10. <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/2096>

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS (IAWA). Database that contains descriptions of Woody hardwoods. [Base de datos en línea]. [consultado 15 de ago. 2009]. <http://insidewood.lib.ncsu.edu/woodanatomy-web/insidewood/search.5> > 2004-onwards.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1.

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Índice
Anatomía de la madera	Estructura macroscópica y microscópica de la madera conformada por diferentes tipos de células con una función, estructura y organización (Ascue, 2021).	Macro anatomía	Estructura	Registro de datos de laboratorio.
		Propiedades organolépticas	Color, olor, sabor, brillo, grano, veteado	
		Micro anatomía	Estructura	
Propiedades físicas de la madera	Las propiedades físicas de la madera permiten la evaluación y determinación del comportamiento de los factores ambientales en la estructura de la madera sin modificarla químicamente (Freire, 2020, citado en Nugshi, 2021).	Densidad básica	g/cm ³	Registro de datos de laboratorio.
		Contenido de humedad	%	
		Contracción	%	

Anexo 2

Matriz de consistencia de la investigación

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
	<p>General:</p> <p>Determinar la anatomía y propiedades físicas de la madera de <i>Magnolia jaenensis</i> Marcelo-Peña, Jaén 2023.</p>			<p>Tipo de investigación</p> <p>Aplicada, descriptiva</p>
<p>General:</p> <p>¿Cómo es la anatomía y propiedades físicas de la madera de <i>Magnolia jaenensis</i> Marcelo-Peña, Jaén 2023?</p>	<p>Específicos</p> <p>Describir la anatomía macroscópica y propiedades organolépticas de <i>Magnolia jaenensis</i> Marcelo-Peña</p> <p>Describir la anatomía microscópica de la madera de <i>Magnolia jaenensis</i> Marcelo-Peña</p> <p>Determinar las propiedades físicas de densidad básica, contenido de humedad y contracción de la madera de <i>Magnolia jaenensis</i> Marcelo-Peña.</p>	<p>General:</p> <p>Es posible determinar la anatomía y propiedades físicas de madera de <i>Magnolia jaenensis</i> Marcelo-Peña utilizando la metodología adecuada.</p>	<p>Anatomía</p> <p>Propiedades físicas</p>	<p>Población</p> <p>Bosque Huamantanga.</p> <p>Muestra</p> <p>Número de árboles según NTP 251.008</p> <p>Técnica</p> <p>Observación directa</p> <p>Instrumentos</p> <p>Fichas guía de recolección de datos según NTP.</p>

Anexo 3

Inventario de árboles Magnolia jaenensis Marcelo-Peña para la obtención de la muestra

Punto	Código	CAP (cm)	H (m)	DAP (cm)	Este	Norte	Altura
1	M1	208	13	66,21	727475	9373477	2334
2	M2	98	11	31,19	727426	9373493	2357
3	M3	119	12	37,88	727016	9373658	2425
4	M4	90	11	28,65	727026	9373675	2425
5	M5	69	9,5	21,96	727011	9373683	2425
6	M6	99	10	31,35	727015	9373689	2423
7	M7	124	9,5	39,47	727020	9373693	2419
8	M8	139	15,5	44,24	727036	9373713	2410
9	M9	121	10,5	38,52	727027	9373715	2410
10	M10	119	12,5	37,72	727030	9373726	2408
11	M11	107	10,5	34,06	727030	9373733	2404
12	M12	141	12	44,88	727049	9373726	2402
13	M13	170	16,5	54,11	727043	9373724	2398
14	M14	82	17	26,10	727065	9373735	2391
15	M15	145	18	46,15	727058	9373740	2389
16	M16	185	22	58,89	727043	9373742	2391
17	M17	147	21	46,79	727029	9373747	2399
18	M18	63	20	19,89	727027	9373746	2399
19	M19	125	19	39,79	727011	9373758	2402
20	M20	198	23	63,03	727016	9373761	2400
21	M21	251	18,5	80,00	726997	9373753	2405
22	M22	48	17	15,28	726988	9373750	2411
23	M23	173	15	55,07	726991	9373754	2410
24	M24	94	16	29,92	726994	9373757	2413
25	M25	91	18	28,97	726986	9373748	2415
26	M26	94	19	29,92	726984	9373749	2415
27	M27	45	12,5	14,32	726992	9373734	2418
28	M28	82	11	26,10	726994	9373735	2419
29	M29	100	9,5	31,83	726995	9373733	2419
30	M30	113	19,5	35,97	726968	9373761	2425
31	M31	54	12	17,19	726979	9373774	2423
32	M32	120	20	38,20	727034	9373812	2421
33	M33	133	21	42,34	726994	9373784	2421
34	M34	173	22	55,00	727004	9373792	2417
35	M35	183	19,5	58,25	726995	9373810	2416
36	M36	180	19	57,30	727017	9373808	2402
37	M37	107	18,5	34,00	727007	9373813	2400
38	M38	255	20	81,17	727006	9373817	2399
39	M39	170	19,5	54,00	727014	9373820	2396
40	M40	58	21	18,46	727019	9373839	2387
41	M41	58	19	18,46	727029	9373834	2389
42	M42	94	18,5	29,92	727038	9373832	2392

43	M43	48	12,5	15,28	727041	9373823	2392
44	M44	105	19	33,42	727048	9373832	2391
45	M45	119	19,5	37,88	727050	9373828	2390
46	M46	59	12	18,62	727027	9373839	2387
47	M47	79	18	25,15	727023	9373839	2385
48	M48	150	19	47,59	727054	9373839	2387
49	M49	74	18,5	23,55	727069	9373839	2383
50	M50	39	12,5	12,41	727068	9373839	2383
51	M51	113	18,5	35,97	727068	9373839	2383
52	M52	88	12,5	28,01	727073	9373842	2374
53	M53	119	17	37,88	727077	9373805	2368
54	M54	51	9,5	16,23	727090	9373788	2364
55	M55	85	18,5	27,06	727100	9373798	2361
56	M56	207	12	66,00	727116	9373746	2372
57	M57	149	20	47,43	727123	9373730	2373
58	M58	141	18,5	44,88	727120	9373728	2373
59	M59	135	18	43,00	727134	9373692	2370
60	M60	120	18,5	38,20	727163	9373652	2370
61	M61	48	9,5	15,28	727146	9373651	2370
62	M62	134	17,5	42,65	727141	9373663	2377
63	M63	75	14	23,87	727136	9373668	2376
64	M64	102	18	32,47	727124	9373657	2384
65	M65	110	18,5	35,01	727112	9373656	2382
66	M66	222	19	70,66	727125	9373648	2389
67	M67	41	8,5	13,05	727129	9373643	2383
68	M68	209	15,5	66,53	727137	9373629	2379
69	M69	189	16	60,16	727139	9373630	2379
70	M70	89	16,5	28,33	727161	9373642	2372
71	M71	73	9,5	23,24	727157	9373644	2371
72	M72	84	16,5	26,74	727160	9373552	2382
73	M73	73	17	23,24	727160	9373553	2382

Anexo 4

Fichas de descripción de propiedades organolépticas y macroscópicas

Código de especie: A 01



Color del duramen:

Cualitativo: marrón verdoso

Cuantitativo: Escala RGB, R= 175; G= 147; B= 109; Hex= #AF936D

Olor: Alcanforado bajo

Sabor: Amargo

Brillo

Brillo natural: Medio



Lustre: Medio

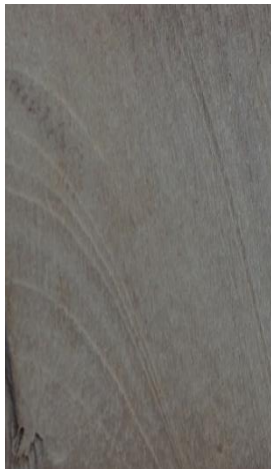
Veteado: Radiales líneas paralelas; tangenciales arcos superpuestos

Poros: Solitario

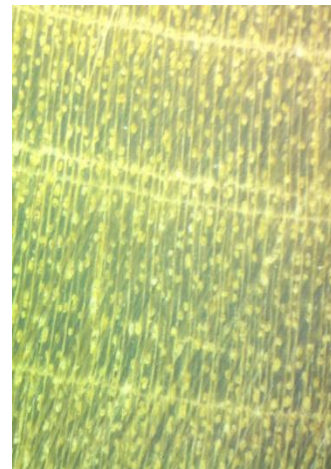
CORTE RADIAL



CORTE TANGENCIAL



CORTE TRANSVERSAL



Color de albura:

Cualitativo: Amarillo cremoso

Cuantitativo: Escala RGB, R= 242; G= 230; B= 214; Hex= #F2E6D6

Radios: Radios finos delgados, radios discontinuos

Parénquima: Parénquima alrededor de los poros, parénquima basimétrico, parénquima limítrofe.

Textura: Medio

Grano: Entrecruzado



Código de especie: A 02



Color del duramen:

Cualitativo: Marrón
Verdoso

Cuantitativo: Escala
RGB, R=175; G= 153;
B= 109; Hex=
AF996D



Color de albura:

Cuantitativo:
Amarillo cremoso

Cualitativo: Escala
RGB, R=239; G=
223; B= 199;
Hex=EFDFC7

Olor: Alcanforado bajo

Sabor: Amargo

Brillo

Brillo natural: Medio



Lustre: medio

Veteado: radiales líneas paralelas;
tangenciales arcos superpuestos

Poros: Solitarios

Radios: Radios finos delgados, radios
discontinuos

Parénquima: Parénquima alrededor de los
poros, parénquima basimétrico, parénquima
límitrofe.

Texturas: Media

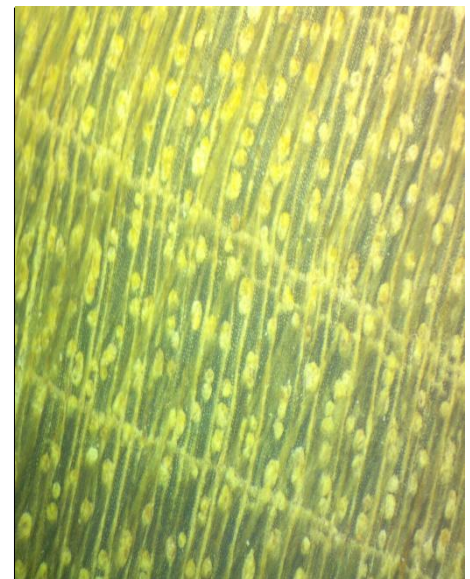
Grano: Inclinado



CORTE TANGENCIAL

CORTE RADIAL

CORTE TRANSVERSAL



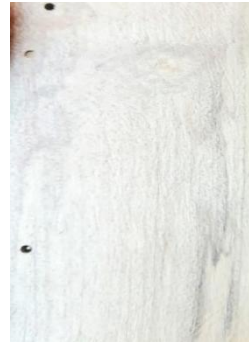
Código de especie: A 03



Color del duramen:

Cualitativo: Maroon verdoso

Cuantitativo: Escala RGB, R= 173; G= 147; B= 99; Hex= #AD9363



Color de albura:

Amarillo cremoso

Cualitativo:

Cuantitativo: Escala RGB, R= 249; G= 241; B= 219; Hex = #F9F1DB

Olor: Medio picante

Sabor: Amargo

Brillo

Brillo natural: Medio



Lustre: Medio

Veteado: radiales líneas paralelas; tangenciales arcos superpuestos

Poros: Solitario

Radios: Radios finos delgados, radios discontinuos

Parénquima: Parénquima alrededor de los poros, parénquima basimétrico, parénquima limitrofe.

Texturas: Media

Grano: Entrecruzado



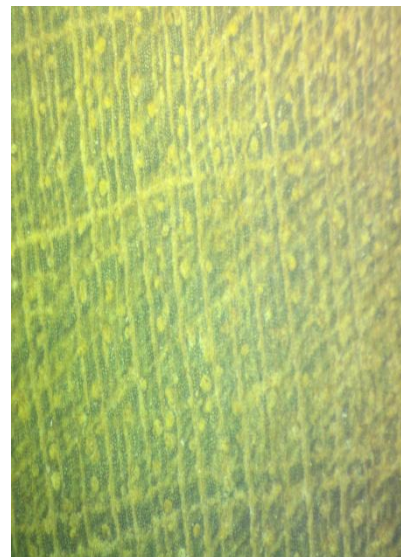
CORTE RADIAL



CORTE TANGENCIAL



CORTE TRANSVERSAL



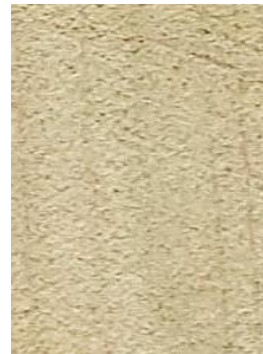
Características generales 04



Color del duramen:

Cualitativo: marrón verdoso

Cuantitativo: Escala RGB, R= 132; G= 114; B= 64; Hex = #847842



Color de albura:

Cuantitativo: marrón claro

Cualitativo: Escala RGB, R= 234; G= 224; B= 196; Hex= #EAE0C4

Olor: Alcanforado medio

Sabor: Amargo

Brillo

Brillo natural: Medio



Lustre: Medio

Veteado: radiales líneas paralelas, tangenciales arcos superpuestos

Poros: Solitarios

Radios: Radios delgados discontinuos

Parénquima: Parénquima alrededor de los poros, parénquima basimétrico, parénquima limítrofe.

Texturas: Media

Grano: Inclinado



CORTE RADIAL



CORTE TANGENCIAL



CORTE TRANSVERSAL



Código de especie: A 05



Color del duramen:

Cualitativo: marrón oscuro

Cuantitativo: Escala RGB, R=139; G= 113; B= 61; Hex= #8B713D



Color de albura:

Cuantitativo: marrón claro

Cualitativo: Escala RGB, R= 238; G= 230; B= 200; Hex= #EEE6C8

Olor: Alcanforado

Sabor: Amargo

Brillo

Brillo natural: Medio



Lustre: Medio

Veteado: radiales líneas paralelas, tangenciales arcos superpuestos

Poros: Solitarios

Radios: Radios delgados discontinuos

Parénquima: Parénquima alrededor de los poros, parénquima basimétrico, parénquima limítrofe.

Texturas: Media

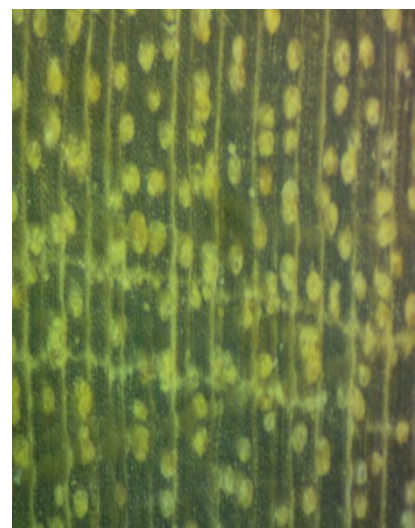
Grano: Revirado



CORTE RADIAL

CORTE TANGENCIAL

CORTE TRANSVERSAL



Anexo 5

Mediciones de estructuras microscópicas de la madera Magnolia jaenensis

Muestra A-01				
Nº	Diámetro de poros	Nº poros/mm	Largo radio	Nº radios/mm l
1	52,42	4	1729,04	3
2	50,68	6	1644,33	4
3	69,82	3	2232,51	3
4	54,16	5	2042,54	3
5	78,45	4	1347,27	4
6	49,09	4	1561,39	3
7	57,53	5	1673,72	4
8	54,30	3	2390,11	4
9	69,27	3	1563,44	3
10	68,01	4	2476,36	3
Promedio	60,373	4,1	1866,071	3,4

Muestra A-02				
Nº	Diámetro de poros	Nº poros/mm	Largo radio	Nº radios/mm l
1	153,55	14	1060,14	4
2	156,16	13	1335,78	4
3	144,89	7	1177,72	4
4	188,00	5	1207,03	4
5	194,03	9	1044,49	4
6	145,60	8	1164,34	4
7	274,63	3	915,24	4
8	297,41	2	1547,02	4
9	144,89	4	1168,68	4
10	188,00	3	1224,16	4
Promedio	204,65	6,8	1184,46	4

Muestra A-03				
Nº	Diámetro de poros	Nº poros/mm	Largo radio	Nº radios/mm l
1	230,02	2	1880,64	4
2	250,29	4	1814,20	4
3	233,39	3	1433,00	4
4	266,29	10	1442,36	4
5	180,74	2	1196,39	4
6	245,65	4	1670,85	4
7	224,00	2	1568,12	4
8	207,02	8	2064,14	4
9	215,45	2	1880,64	4
10	211,39	4	1814,20	4
Promedio	226,424	4,1	1676,454	4

Muestra A-04				
N°	Diámetro de poros	N° poros/mm	Largo radio	N° radios/mm l
1	356,06	3	1240,80	3
2	527,23	2	1342,54	3
3	248,39	3	1707,63	3
4	166,85	7	1449,43	3
5	211,05	6	2294,69	4
6	230,83	5	2263,52	3
7	216,79	4	3879,19	4
8	215,90	6	2479,14	4
9	221,15	4	1437,91	4
10	227,02	4	1954,42	4
Promedio	262,127	4,4	2004,927	3,5

Muestra A-05				
N°	Diámetro de poros	N° poros/mm	Largo radio	N° radios/mm l
1	172,02	6	1738,76	4
2	225,76	4	1544,88	4
3	286,11	2	1011,76	4
4	412,20	1	1029,31	4
5	253,95	4	1195,52	3
6	238,01	4	1311,68	4
7	435,52	4	2257,19	4
8	369,28	3	1821,73	3
9	235,58	6	2040,86	4
10	246,12	5	2441,84	4
Promedio	287,455	3,9	1639,353	3,8

Anexo 6

Datos de la medición de probetas para propiedades físicas de la madera de Magnolia jaenensis Marcelo-Peña en laboratorio.

Anexos 6.1.

Datos de las probetas en húmedo de la madera de Manilkara bidentata Magnolia jaenensis Marcelo-Peña

CDG	R		Promedio radial	T		Promedio tangencial	L1	PESO Verde
	1	2		1	2			
A1-1	31,04	31,13	31,09	31,71	31,89	31,80	63,91	48,61
A1-2	30,93	30,88	30,91	32,43	32,13	32,28	64,40	47,82
A1-3	30,39	30,79	30,59	29,54	29,74	29,64	63,40	51,82
A1-4	32,18	32,16	32,17	32,77	32,67	32,72	43,01	40,94
A1-5	29,31	29,10	29,21	31,63	31,66	31,65	62,27	48,37
A1-6	29,68	29,94	29,81	29,71	29,38	29,55	69,09	58,71
A1-7	29,76	30,31	30,04	29,00	28,45	28,73	61,67	46,72
A1-8	31,70	31,31	31,51	29,39	29,26	29,33	62,31	51,19
A1-9	30,83	30,54	30,69	30,36	30,41	30,39	63,56	50,42
A1-10	29,63	29,02	29,33	30,17	30,10	30,14	58,10	49,06
A1-11	30,02	31,83	30,93	31,13	31,20	31,17	63,76	51,64
A2-1	31,08	31,38	31,23	30,91	31,09	31,00	72,67	61,52
A2-2	30,45	30,72	30,59	29,48	29,39	29,44	68,92	69,33
A2-3	29,28	29,38	29,33	31,44	30,21	30,83	63,05	50,96
A2-4	30,68	30,00	30,34	32,85	32,16	32,51	72,77	56,60
A2-5	30,54	31,35	30,95	30,42	30,96	30,69	70,64	70,81
A2-6	31,21	30,19	30,70	31,96	31,25	31,61	78,57	64,79
A2-7	30,22	31,48	30,85	29,77	28,38	29,08	71,73	58,77
A2-8	31,31	31,48	31,40	31,17	31,89	31,53	72,70	69,45
A2-9	32,38	32,37	32,38	32,64	32,03	32,34	72,15	50,06
A2-10	30,06	30,50	30,28	30,68	31,80	31,24	67,97	55,17
A2-11	30,64	30,56	30,60	29,56	29,71	29,64	69,41	54,60
A2-12	31,17	31,41	31,29	29,14	29,07	15,61	66,83	50,38
A3-1	31,95	31,30	31,63	30,01	29,94	29,98	73,45	54,28
A3-2	31,12	30,65	30,89	30,50	29,77	30,14	67,66	54,17
A3-3	30,68	31,14	30,91	30,34	30,07	30,21	73,61	61,73
A3-4	29,91	31,16	30,54	31,02	31,03	31,03	74,63	53,97
A3-5	30,45	30,31	30,38	28,19	28,98	28,59	86,87	50,94
A3-6	30,72	32,27	31,50	30,25	30,06	30,16	74,32	61,01
A3-7	31,07	31,21	31,14	31,65	30,63	31,14	78,85	62,93
A3-8	29,58	29,55	29,57	30,56	30,24	30,40	68,49	52,32
A3-9	30,84	31,41	31,13	30,48	30,11	30,30	74,33	61,41
A3-10	31,04	31,50	31,27	31,97	31,74	31,86	76,05	53,95
A4-1	29,07	29,22	29,15	27,46	28,53	28,00	65,91	66,30

A4-2	32,88	32,94	32,91	32,82	31,83	32,33	70,72	65,67
A4-3	31,61	32,17	31,89	31,67	31,17	31,42	72,88	67,77
A4-4	32,15	32,11	32,13	32,96	32,87	32,92	71,83	68,41
A4-5	28,35	28,63	28,49	28,73	28,25	28,49	68,50	64,16
A4-6	30,82	31,15	30,99	31,43	31,04	31,24	78,63	56,32
A4-7	32,43	32,83	32,63	32,08	31,35	31,72	69,91	61,97
A4-8	30,95	31,14	31,05	31,02	31,37	31,20	69,28	54,04
A4-9	30,95	30,91	30,93	31,07	31,53	31,30	69,74	55,26
A4-10	31,35	31,44	31,40	32,08	31,30	31,69	77,44	51,53
A4-11	31,06	31,09	31,08	31,78	31,24	31,51	73,33	53,78
A5-1	31,86	31,76	31,81	30,00	31,71	30,86	43,96	47,37
A5-2	33,25	32,02	32,64	32,52	31,41	31,97	43,26	44,91
A5-3	30,50	30,69	30,60	29,30	29,65	29,48	93,32	46,34
A5-4	30,17	30,10	30,14	31,46	30,18	30,82	43,73	45,98
A5-5	29,80	30,97	30,39	30,14	30,85	30,50	43,02	40,43
A5-6	31,52	31,13	31,33	30,54	30,47	30,51	43,72	45,64
A5-7	30,64	30,33	30,49	30,57	29,24	29,91	78,72	59,79
A5-8	31,17	31,12	31,15	29,72	29,43	29,58	78,44	61,90
A5-9	32,54	32,64	32,59	30,10	31,19	30,65	78,96	62,22
A5-10	29,32	30,80	30,06	29,00	29,48	29,24	73,54	54,95
A5-11	29,36	29,64	29,50	29,35	30,22	29,79	69,24	61,03

Anexos 6.2.

Datos de las probetas en seco de la madera de Manilkara bidentata Magnolia jaenensis
Marcelo-Peña

CDG	R		Promedio Radial	T		Promedio Tangencial	L1	PESO
	1	2		1	2			
A1-1	29,77	29,86	29,82	29,18	29,49	29,34	63,72	27,84
A1-2	29,98	29,77	29,88	30,88	30,14	30,51	64,11	27,28
A1-3	28,50	28,63	28,57	28,18	28,99	28,59	63,19	29,47
A1-4	30,73	30,53	30,63	30,4	30,41	30,41	42,96	29,78
A1-5	28,42	28,93	28,68	30,38	30,33	30,36	62,15	26,22
A1-6	27,65	27,82	27,74	28,06	28,11	28,09	68,95	29,45
A1-7	29,23	28,88	29,06	28,19	28,00	28,10	60,74	26,99
A1-8	30,87	30,24	30,56	28,69	28,91	28,80	61,40	28,65
A1-9	29,67	29,02	29,35	29,55	28,53	29,04	63,11	28,06
A1-10	28,55	28,32	28,44	29,39	29,14	29,27	58,03	27,53
A1-11	29,73	30,53	30,13	30,40	30,41	30,41	57,93	29,70
A2-1	29,38	29,66	29,52	28,62	28,99	28,81	72,59	37,51
A2-2	28,14	29,29	28,72	28,68	28,03	28,36	68,51	44,84
A2-3	28,43	29,20	28,82	30,07	29,59	29,83	62,98	28,04
A2-4	29,45	28,91	29,18	30,67	30,61	30,64	72,09	34,80
A2-5	29,12	29,87	29,50	28,55	29,08	28,82	70,49	32,11
A2-6	30,16	29,54	29,85	29,85	30,37	30,11	78,51	37,66
A2-7	29,16	30,54	29,85	28,85	27,37	28,11	71,60	37,66
A2-8	28,76	29,50	29,13	29,78	29,15	29,47	72,53	44,41
A2-9	30,63	30,89	30,76	30,59	30,49	30,54	72,02	32,98
A2-10	28,82	29,24	29,03	29,61	29,19	29,40	67,77	32,14
A2-11	29,33	29,38	29,36	27,32	28,38	27,85	69,32	35,13
A2-12	29,68	29,94	29,81	28,60	28,11	28,36	66,65	29,45
A3-1	29,97	30,06	30,02	28,29	28,15	28,22	73,29	32,79
A3-2	29,08	29,83	29,46	28,13	29,81	28,97	67,26	28,00
A3-3	29,76	29,91	29,84	28,44	28,20	28,32	73,48	34,58
A3-4	28,76	30,16	29,46	28,36	28,38	28,37	74,50	29,89
A3-5	29,98	29,73	29,86	27,15	27,78	27,47	86,59	27,56
A3-6	29,04	29,13	29,09	29,34	28,88	29,11	74,22	32,09
A3-7	30,18	29,75	29,97	29,94	28,23	29,09	78,82	35,26
A3-8	27,77	28,98	28,38	28,27	27,87	28,07	68,38	28,25
A3-9	29,75	29,97	29,86	28,23	27,94	28,09	74,29	34,82
A3-10	30,34	29,40	29,87	29,89	29,80	29,85	76,00	37,00
A4-1	28,37	28,19	28,28	26,54	27,61	27,08	65,87	40,66
A4-2	31,03	31,16	31,10	31,60	30,35	30,98	70,64	41,56
A4-3	30,16	30,87	30,52	30,52	30,00	30,26	72,77	41,88
A4-4	30,92	30,64	30,78	31,92	31,95	31,94	71,78	42,97
A4-5	27,87	27,74	27,81	27,95	27,81	27,88	67,91	37,80
A4-6	29,86	30,80	30,33	30,68	30,65	30,67	78,21	31,38

A4-7	30,85	31,48	31,17	31,20	30,72	30,96	69,35	36,17
A4-8	29,18	30,89	30,04	30,66	30,14	30,40	69,04	38,18
A4-9	28,39	29,50	28,95	29,90	30,05	29,98	69,57	37,34
A4-10	30,31	30,36	30,34	30,86	30,12	30,49	77,33	38,73
A4-11	30,63	30,64	30,64	30,59	30,50	30,55	73,22	34,45
A5-1	31,04	30,31	30,68	28,98	30,47	29,73	43,84	27,72
A5-2	32,24	31,76	32,00	31,60	30,66	31,13	43,08	26,10
A5-3	29,87	29,13	29,50	28,45	28,73	28,59	93,11	27,90
A5-4	29,60	29,70	29,65	30,62	29,19	29,91	43,56	27,20
A5-5	29,13	29,55	29,34	29,88	29,38	29,63	42,82	24,44
A5-6	30,41	30,62	30,52	29,42	29,11	29,27	43,51	27,78
A5-7	29,62	29,94	29,78	29,23	28,25	28,74	78,57	33,02
A5-8	30,82	29,85	30,34	28,31	28,54	28,43	78,19	37,99
A5-9	30,58	31,35	30,97	29,78	29,82	29,80	78,69	38,13
A5-10	28,77	29,56	29,17	28,32	28,18	28,25	73,24	28,82
A5-11	28,14	28,13	28,14	28,43	29,13	28,78	69,03	34,62

Anexo 6.3.

Datos obtenidos de las probetas para la determinación de las propiedades físicas de la madera de *Manilkara bidentata Magnolia jaenensis* Marcelo-Peña

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	A1 - 1	48,61	27,84	63,91	63,72	31,80	29,34	31,09	29,82	63,18	55,73	0,44	0,50	0,77	74,60	42,73	0,30	7,75	4,09	11,78	1,90
2	A1 - 2	47,82	27,28	64,40	64,11	32,28	30,51	30,91	29,88	64,25	58,44	0,42	0,47	0,74	75,29	42,95	0,45	5,48	3,33	9,04	1,65
3	A1 - 3	51,82	29,47	63,40	63,19	29,64	28,59	30,59	28,57	57,48	51,60	0,51	0,57	0,90	75,84	43,13	0,33	3,56	6,62	10,24	0,54
4	A1 - 4	40,94	29,78	43,01	42,96	32,72	30,41	32,17	30,63	45,27	40,01	0,66	0,74	0,90	37,47	27,26	0,12	7,08	4,79	11,63	1,48
5	A1 - 5	48,37	26,22	62,27	62,15	31,65	30,36	29,21	28,68	57,55	54,10	0,46	0,48	0,84	84,48	45,79	0,19	4,08	1,81	6,00	2,25
6	A1 - 6	58,71	29,45	69,09	68,95	29,55	28,09	29,81	27,74	60,85	53,71	0,48	0,55	0,96	99,35	49,84	0,20	4,94	6,96	11,74	0,71
7	A1 - 7	46,72	26,99	61,67	60,74	28,73	28,10	30,04	29,06	53,21	49,58	0,51	0,54	0,88	73,10	42,23	1,51	2,19	3,26	6,81	0,67
8	A1 - 8	51,19	28,65	62,31	61,40	29,33	28,80	31,51	30,56	57,57	54,03	0,50	0,53	0,89	78,67	44,03	1,46	1,79	3,02	6,14	0,59
9	A1 - 9	50,42	28,06	63,56	63,11	30,39	29,04	30,69	29,35	59,26	53,78	0,47	0,52	0,85	79,69	44,35	0,71	4,43	4,37	9,25	1,01
10	A1 - 10	49,06	27,53	58,10	58,03	30,14	29,27	29,33	28,44	51,34	48,29	0,54	0,57	0,96	78,21	43,89	0,12	2,89	3,03	5,95	0,95
	PROMEDIO	49,37	28,13	61,17	60,84	30,62	29,25	30,53	29,27	57,00	51,93	0,50	0,55	0,87	75,67	42,62	0,54	4,42	4,13	8,86	1,17
	D.S.	4,470	1,186	6,939	6,872	1,386	0,915	0,948	0,950	5,729	5,093	0,065	0,077	0,072	15,409	5,824	0,528	1,962	1,629	2,468	0,603
	C.V. (%)	9,05	4,22	11,34	11,30	4,53	3,13	3,10	3,25	10,05	9,81	13,12	14,07	8,22	20,36	13,66	98,08	44,40	39,47	27,86	51,33
11	A2 - 1	61,52	37,51	72,67	72,59	31,00	28,81	31,23	29,52	70,35	61,72	0,53	0,61	0,87	64,01	39,03	0,11	7,08	5,48	12,27	1,29
13	A2 - 2	69,33	44,84	68,92	68,51	29,44	28,36	30,59	28,72	62,05	55,78	0,72	0,80	1,12	54,62	35,32	0,59	3,67	6,11	10,10	0,60
14	A2 - 3	50,96	28,04	63,05	62,98	30,83	29,83	29,33	28,82	57,00	54,13	0,49	0,52	0,89	81,74	44,98	0,11	3,23	1,76	5,03	1,84
15	A2 - 4	56,60	34,80	72,77	72,09	32,51	30,64	30,34	29,18	71,77	64,45	0,48	0,54	0,79	62,64	38,52	0,93	5,74	3,82	10,19	1,50
16	A2 - 5	70,81	32,11	70,64	70,49	30,69	28,82	30,95	29,50	67,09	59,91	0,48	0,54	1,06	120,52	54,65	0,21	6,11	4,69	10,70	1,30
17	A2 - 6	64,79	37,66	78,57	78,51	31,61	30,11	30,70	29,85	76,23	70,56	0,49	0,53	0,85	72,04	41,87	0,08	4,73	2,77	7,44	1,71
18	A2 - 7	58,77	37,66	71,73	71,60	29,08	28,11	30,85	29,85	64,34	60,08	0,59	0,63	0,91	56,05	35,92	0,18	3,32	3,24	6,62	1,02
19	A2 - 8	69,45	44,41	72,70	72,53	31,53	29,47	31,40	29,13	71,96	62,25	0,62	0,71	0,97	56,38	36,05	0,23	6,55	7,21	13,49	0,91

20	A2 - 9	50,06	32,98	72,15	72,02	32,34	30,54	32,38	30,76	75,53	67,66	0,44	0,49	0,66	51,79	34,12	0,18	5,55	4,99	10,42	1,11
	PROMEDIO	61,37	36,67	71,47	71,26	31,00	29,41	30,86	29,48	68,48	61,84	0,54	0,60	0,90	68,87	40,05	0,29	5,11	4,45	9,58	1,25
	D.S.	7,868	5,497	4,088	4,093	1,171	0,934	0,824	0,628	6,408	5,242	0,089	0,104	0,136	21,567	6,469	0,285	1,437	1,723	2,719	0,393
	C.V. (%)	12,82	14,99	5,72	5,74	3,78	3,18	2,67	2,13	9,36	8,48	16,53	17,44	15,06	31,32	16,15	97,48	28,12	38,70	28,37	31,30
21	A3 - 1	54,28	32,79	73,45	73,29	29,98	28,22	31,63	30,02	69,63	62,08	0,47	0,53	0,78	65,54	39,59	0,22	5,85	5,09	10,84	1,15
22	A3 - 2	54,17	28,00	67,66	67,26	30,14	28,97	30,89	29,46	62,97	57,39	0,44	0,49	0,86	93,46	48,31	0,59	3,87	4,63	8,86	0,83
23	A3 - 3	61,73	34,58	73,61	73,48	30,21	28,32	30,91	29,84	68,72	62,09	0,50	0,56	0,90	78,51	43,98	0,18	6,24	3,48	9,66	1,79
24	A3 - 4	53,97	29,89	74,63	74,50	31,03	28,37	30,54	29,46	70,70	62,27	0,42	0,48	0,76	80,56	44,62	0,17	8,56	3,52	11,93	2,43
25	A3 - 5	50,94	27,56	86,87	86,59	28,59	27,47	30,38	29,86	75,44	71,00	0,37	0,39	0,68	84,83	45,90	0,32	3,92	1,73	5,88	2,27
26	A3 - 6	61,01	32,09	74,32	74,22	30,16	29,11	31,50	29,09	70,58	62,84	0,45	0,51	0,86	90,12	47,40	0,13	3,47	7,65	10,97	0,45
27	A3 - 7	62,93	35,26	78,85	78,82	31,14	29,09	31,14	29,97	76,46	68,69	0,46	0,51	0,82	78,47	43,97	0,04	6,60	3,77	10,16	1,75
28	A3 - 8	52,32	28,25	68,49	68,38	30,40	28,07	29,57	28,38	61,56	54,46	0,46	0,52	0,85	85,20	46,01	0,16	7,66	4,03	11,52	1,90
29	A3 - 9	61,41	34,82	74,33	74,29	30,30	28,09	31,13	29,86	70,09	62,30	0,50	0,56	0,88	76,36	43,30	0,05	7,29	4,06	11,11	1,79
30	A3 - 10	53,95	37,00	76,05	76,00	31,86	29,85	31,27	29,87	75,75	67,75	0,49	0,55	0,71	45,81	31,42	0,07	6,31	4,48	10,56	1,41
	PROMEDIO	56,67	32,02	74,83	74,68	30,38	28,55	30,89	29,58	70,19	63,09	0,46	0,51	0,81	77,89	43,45	0,19	5,98	4,24	10,15	1,58
	D.S.	4,528	3,417	5,356	5,367	0,863	0,689	0,606	0,513	5,026	5,011	0,040	0,050	0,075	13,686	4,869	0,163	1,727	1,501	1,745	0,620
	C.V. (%)	7,99	10,67	7,16	7,19	2,84	2,41	1,96	1,73	7,16	7,94	8,83	9,83	9,22	17,57	11,21	84,49	28,89	35,37	17,20	39,28
31	A4 - 1	66,30	40,66	65,91	65,87	28,00	27,08	29,15	28,28	53,78	50,44	0,76	0,81	1,23	63,06	38,67	0,06	3,29	2,97	6,21	1,11
32	A4 - 2	65,67	41,56	70,72	70,64	32,33	30,98	32,91	31,10	75,23	68,04	0,55	0,61	0,87	58,01	36,71	0,11	4,18	5,52	9,56	0,76
33	A4 - 3	67,77	41,88	72,88	72,77	31,42	30,26	31,89	30,52	73,02	67,19	0,57	0,62	0,93	61,82	38,20	0,15	3,69	4,31	7,98	0,86
34	A4 - 4	68,41	42,97	71,83	71,78	32,92	31,94	32,13	30,78	75,96	70,56	0,57	0,61	0,90	59,20	37,19	0,07	2,98	4,20	7,12	0,71
35	A4 - 5	64,16	37,80	68,50	67,91	28,49	27,88	28,49	27,81	55,60	52,64	0,68	0,72	1,15	69,74	41,08	0,86	2,14	2,40	5,32	0,89
36	A4 - 6	56,32	31,38	78,63	78,21	31,24	30,67	30,99	30,33	76,10	72,74	0,41	0,43	0,74	79,48	44,28	0,53	1,82	2,11	4,41	0,86
37	A4 - 7	61,97	36,17	69,91	69,35	31,72	30,96	32,63	31,17	72,35	66,91	0,50	0,54	0,86	71,33	41,63	0,80	2,38	4,49	7,51	0,53
38	A4 - 8	54,04	38,18	69,28	69,04	31,20	30,40	31,05	30,04	67,09	63,04	0,57	0,61	0,81	41,54	29,35	0,35	2,55	3,25	6,05	0,78
39	A4 - 9	55,26	37,34	69,74	69,57	31,30	29,98	30,93	28,95	67,52	60,36	0,55	0,62	0,82	47,99	32,43	0,24	4,23	6,42	10,60	0,66
40	A4 - 10	51,53	38,73	77,44	77,33	31,69	30,49	31,40	30,34	77,05	71,52	0,50	0,54	0,67	33,05	24,84	0,14	3,79	3,38	7,17	1,12

	PROMEDIO	61,14	38,67	71,48	71,25	31,03	30,06	31,16	29,93	69,37	64,34	0,57	0,61	0,90	58,52	36,44	0,33	3,10	3,91	7,19	0,83
	D.S.	6,275	3,387	3,938	3,941	1,567	1,473	1,416	1,178	8,470	7,724	0,095	0,101	0,174	14,178	5,960	0,300	0,862	1,356	1,870	0,185
	C.V. (%)	10,26	8,76	5,51	5,53	5,05	4,90	4,54	3,94	12,21	12,00	16,80	16,55	19,41	24,23	16,36	90,18	27,75	34,72	25,99	22,36
41	A5 - 1	47,37	27,72	43,96	43,84	30,86	29,73	31,81	30,68	43,15	39,97	0,64	0,69	1,10	70,89	41,48	0,27	3,66	3,57	7,35	1,03
42	A5 - 2	44,91	26,10	43,26	43,08	31,97	31,13	32,64	32,00	45,13	42,91	0,58	0,61	1,00	72,07	41,88	0,42	2,61	1,95	4,90	1,34
43	A5 - 3	46,34	27,90	93,32	93,11	29,48	28,59	30,60	29,50	84,15	78,53	0,33	0,36	0,55	66,09	39,79	0,23	3,00	3,58	6,68	0,84
44	A5 - 4	45,98	27,20	43,73	43,56	30,82	29,91	30,14	29,65	40,61	38,62	0,67	0,70	1,13	69,04	40,84	0,39	2,97	1,61	4,90	1,84
45	A5 - 5	40,43	24,44	43,02	42,82	30,50	29,63	30,39	29,34	39,86	37,23	0,61	0,66	1,01	65,43	39,55	0,46	2,84	3,44	6,61	0,82
46	A5 - 6	45,64	27,78	43,72	43,51	30,51	29,27	31,33	30,52	41,78	38,86	0,66	0,71	1,09	64,29	39,13	0,48	4,06	2,59	6,99	1,57
47	A5 - 7	59,79	33,02	78,72	78,57	29,91	28,74	30,49	29,78	71,77	67,25	0,46	0,49	0,83	81,07	44,77	0,19	3,90	2,31	6,30	1,68
48	A5 - 8	61,90	37,99	78,44	78,19	29,58	28,43	31,15	30,34	72,25	67,42	0,53	0,56	0,86	62,94	38,63	0,32	3,89	2,60	6,69	1,50
49	A5 - 9	62,22	38,13	78,96	78,69	30,65	29,80	32,59	30,97	78,86	72,61	0,48	0,53	0,79	63,18	38,72	0,34	2,76	4,99	7,92	0,55
50	A5 - 10	54,95	28,82	73,54	73,24	29,24	28,25	30,06	29,17	64,64	60,34	0,45	0,48	0,85	90,67	47,55	0,41	3,39	2,98	6,64	1,14
	PROMEDIO	50,95	29,91	62,07	61,86	30,35	29,35	31,12	30,19	58,22	54,37	0,54	0,58	0,92	70,57	41,24	0,35	3,31	2,96	6,50	1,23
	D.S.	7,994	4,817	20,156	20,129	0,817	0,877	0,960	0,879	17,752	16,362	0,111	0,118	0,180	8,930	2,897	0,099	0,538	0,979	0,957	0,423
	C.V. (%)	15,69	16,11	32,47	32,54	2,69	2,99	3,08	2,91	30,49	30,09	20,58	20,38	19,52	12,65	7,03	28,10	16,27	33,08	14,72	34,33

DLH: dimensión longitudinal humedad en mm.

DLS: dimensión longitudinal seca en mm.

DB: densidad básica g/cm³.

DTH: dimensión tangencial húmeda en mm.

DTS: dimensión tangencial seca en mm.

DA: densidad anhidra g/cm³.

DRH: dimensión radial humedad en mm.

V.H: volumen húmedo en cm³.

DV: densidad verde g/cm³.

DRS: dimensión radial seca en mm.

V.S: volumen seco en cm³.

CR: contracción radial %.

CHbs: contenido humedad base seca.

CL: contracción longitudinal %.

CV: contracción verde %.

CHbh: contenido humedad base humedad.

CT: contracción tangencial %.

CT/CR: relación de contracciones

Anexo 4.4.

Consolidado de las propiedades físicas de las 5 muestras de Manilkara bidentata Magnolia jaenensis Marcelo-Peña

Muestra	Estadístico	Densidad Básica	Densidad Anhidra	Densidad Verde	Contracción Tangencial	Contracción Radial	Contracción Volumétrica	Relación Ct/Cr	Max. Contenido De Humedad
A1	X	0,50	0,55	0,87	4,42	4,13	8,86	1,17	75,67
	C.V.	13,12	14,07	8,22	44,40	39,47	27,86	51,33	20,36
A2	X	0,54	0,60	0,90	5,11	4,45	9,58	1,25	68,87
	C.V.	16,53	17,44	15,06	28,12	38,70	28,37	31,30	31,32
A3	X	0,46	0,51	0,81	5,98	4,24	10,15	1,58	77,89
	C.V.	8,83	9,83	9,22	28,89	35,37	17,20	39,28	17,57
A4	X	0,57	0,61	0,90	3,10	3,91	7,19	0,83	58,52
	C.V.	16,80	16,55	19,41	27,75	34,72	25,99	22,36	24,23
A5	X	0,54	0,58	0,92	3,31	2,96	6,50	1,23	70,57
	C.V.	20,58	20,38	19,52	16,27	33,08	14,72	34,33	12,65
Promedio	X	0,52	0,57	0,88	4,38	3,94	8,46	1,21	70,30
	C.V.	15,17	15,66	14,29	29,09	36,27	22,83	35,72	21,23

Anexo 7

Panel fotográfico de la investigación



Fotos 1 y 2. Marcado para obtención de probetas para propiedades físicas



Foto 3 y 4. Habilitado de probetas para propiedades físicas



Fotos 5 y 6. Codificación y separación para las medidas de las probetas



Foto 7 y 8. Medición de las probetas de propiedades físicas



Foto 9 y 10. Saturación y pesado de las probetas de propiedades físicas



Foto 11 y 12. Secado de las probetas de propiedades físicas



Fotos 13 y 14. Ablandamiento de la madera *Magnolia jaenensis*



Foto 15 y 16. Habilitado de la madera en el micrótopo



Foto 17 y 18. Preparación de muestras, tinción con safranina

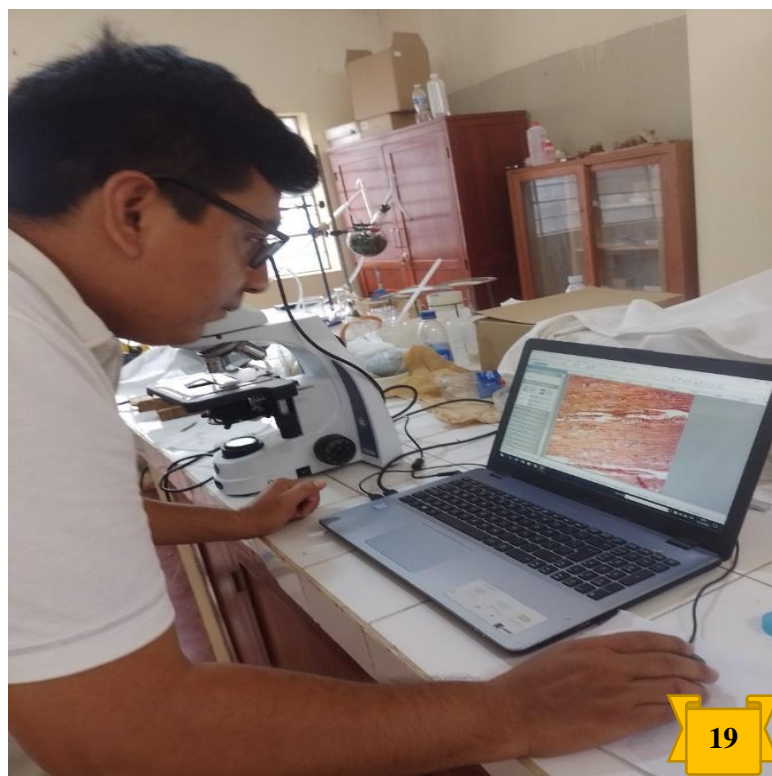


Foto 19. Vista de muestras en el microscopio