

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS, PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE LA MADERA DE *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.)**

Mez, SAN IGNACIO 2024

TESIS

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

PRESENTADO POR EL BACHILLER

MAICOL CORONADO CARRASCO

ASESOR

M. Sc. Ing. VITOLY BECERRA MONTALVO

JAÉN – PERÚ

2025



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Maicol Coronado Carrasco
DNI: 71119520
Escuela Profesional/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
2. Asesor:
M. Sc. Ing. Vitoly Becerra Montalvo
Facultad/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:

**"CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS, PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA
MADERA DE *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez, SAN IGNACIO 2024"**
6. Fecha de evaluación: 29/12/2025
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 18 %
9. Código Documento: oid: 3117:543463446
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 29/12/2025

Firma y/o Sello
Emisor Constancia

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



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
Bolívar N° 1342 - Plaza de Armas
JAÉN - PERÚ



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **veintitrés** días del mes de **diciembre** 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°542-2025-FCA-UNC, de fecha 15 de setiembre del 2025, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS, PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez, SAN IGNACIO 2024"**, ejecutado por el Bachiller en Ciencias Forestales, **Don MAICOL CORONADO CARRASCO**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

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

Jaén, 23 de diciembre del 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

Este trabajo va dedicado a mis padres y hermanos, quienes me están apoyando en mi formación profesional y a lo largo de la realización de mi proyecto de tesis.

A mis amigos que siempre estuvieron conmigo brindándome sus buenas vibras, deseos y sus consejos para seguir en este camino.

Maicol

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios infinitamente por haberme dado la sabiduría y la fortaleza para llegar a esta estancia de mi vida.

A mis padres, el agradecimiento más sincero por involucrarme valores y brindarme el apoyo emocional en todo momento y a no rendirme por nada.

A mi asesor, el ingeniero Vitoly Becerra Montalvo, por brindarme su tiempo y conocimiento en el planeamiento y desarrollo de mi proyecto.

Maicol

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. Antecedentes de la Investigación	12
2.2. Bases Teóricas	16
2.2.1. Anatomía de la Madera	16
2.2.2. Propiedades Físicas	21
2.2.3. Propiedades Mecánicas	23
2.2.4. <i>Nectandra reticulata</i> (Ruíz & Pav.) Mez	25
2.3. Definición de Términos Básicos.....	27
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	29
3.1. Localización de la Investigación	29
3.2. Tipo y Diseño de la Investigación	30
3.2.1. Matriz de Operacionalización de Variables.....	30
3.2.2. Unidad de Análisis – Población y Muestra	31
3.2.3. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	33
3.2.4. Validación y Prueba de Confiabilidad de los Instrumentos.....	33
3.2.5. Técnica del Procesamiento y Análisis de Datos	34
3.2.6. Aspectos Éticos Considerados.....	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. Resultados.....	35
4.2. Discusión	60
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1. Conclusiones.....	64
5.2. Recomendaciones	65
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
CAPÍTULO VII. ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	30
Tabla 2. Número y dimensión de las probetas para ensayos.....	32
Tabla 3. Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-01	35
Tabla 4. Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-02.....	36
Tabla 5. Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-03.....	37
Tabla 6. Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-04.....	38
Tabla 7. Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-05.....	39
Tabla 8. Resumen de propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera <i>Nectandra reticulata</i>	40
Tabla 9. Características microscópicas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-01	42
Tabla 10. Características microscópicas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-02	44
Tabla 11. Características microscópicas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-03	46
Tabla 12. Características microscópicas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-04	48
Tabla 13. Características microscópicas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-05	50
Tabla 14. Resumen de propiedades microscópicas de la madera <i>Nectandra reticulata</i>	52
Tabla 15. Propiedades físicas de la madera <i>Nectandra reticulata</i>	54
Tabla 16. Expresiones de la flexión estática de la madera <i>Nectandra reticulata</i>	56
Tabla 17. Expresiones de la compresión paralela de la madera <i>Nectandra reticulata</i>	57
Tabla 18. Dureza de la madera <i>Nectandra reticulata</i>	58
Tabla 19. Propiedades mecánicas de la madera <i>Nectandra reticulada</i>	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planos anatómicos de corte de la madera	17
Figura 2. Mapa de ubicación de área de estudio	29
Figura 3. Características macroscópicas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-01	36
Figura 4. Características macroscópicas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-02	37
Figura 5. Características macroscópicas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-03	38
Figura 6. Características macroscópicas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-04	39
Figura 7. Características macroscópicas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-05	40
Figura 8. Características microscópicas de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-01	43
Figura 9. Características microscópica de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-02	45
Figura 10. Características microscópica de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-03	47
Figura 11. Características microscópica de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-04	49
Figura 12. Características microscópica s de la madera <i>Nectandra reticulata</i> , A-05	51
Figura 13. Densidad básica de la madera <i>Nectandra reticulata</i>	54
Figura 14. Contracción volumétrica de <i>Nectandra reticulata</i>	55
Figura 15. Contenido de humedad de la madera <i>Nectandra reticulada</i>	55
Figura 16. Valores de las expresiones de la flexión estática de la madera <i>Nectandra reticulata</i>	56
Figura 17. Valores de las expresiones de la compresión paralela de la madera <i>Nectandra</i> <i>reticulata</i>	57
Figura 18. Dureza de la madera <i>Nectandra reticulata</i>	58

RESUMEN

En la presente investigación se planteó determinar las características anatómicas, propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Nectandra reticulata*. La investigación fue descriptiva, la metodología se basó en las Normas Técnicas Peruanas y normas IBAMA y IAWA. Se elaboraron probetas estándar en dimensiones y número establecido en cada NTP correspondiente según el ensayo a realizar. Como resultados se obtuvo poros solitarios y agrupados, parénquima apotraqueal, radios finos y discontinuos; color marrón claro y amarillo cremoso de la madera, brillo medio, veteado líneas paralelas y arcos superpuestos, grano inclinado, textura media y lustre bajo. Anillos poco diferenciados, porosidad difusa, poros solitarios, agrupados radiales y arracimados, ovalados y circulares, diámetro promedio de 353,96 μm y frecuencia de 2,5 poros/ mm^2 ; inclusiones de gomas y tílides; platina de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, areoladas; fibras con septas, grosor delgadas a gruesas, parénquima apotraqueal difuso abundante, paratraqueal escaso; ancho de radios 1 a 3 células, altura 1 028,39 μm , número de 2,4 radios/mm. Densidad básica de 0,32 g/cm^3 , humedad de 143,30 %, contracción volumétrica de 10,12 % CT/CR de 1,56. MOR de Flexión estática 475,82 kg/cm^2 , MOE de 191800 kg/cm^2 y ELP 401,56 kg/cm^2 ; MOR de compresión paralela 263,12 kg/cm^2 , MOE de 40029 kg/cm^2 y ELP 223,65 kg/cm^2 ; MOR de cizallamiento 121,91 kg/cm^2 ; ELP de compresión perpendicular 99,19 kg/cm^2 ; dureza transversal 847,60 kg/cm^2 , para la dureza radial 504,70 kg/cm^2 y para la dureza tangencial 411,60 kg/cm^2 . Se concluye que la madera de *Nectandra reticulata* es de buena calidad para uso industrial.

Palabras clave: madera, anatomía, resistencia, densidad, contracción.

ABSTRACT

The present study aimed to determine the anatomical characteristics and physical and mechanical properties of *Nectandra reticulata* wood. The study was descriptive, and the methodology was based on Peruvian Technical Standards (NTP) and IBAMA and IAWA standards. Standard test specimens were prepared in dimensions and numbers established in each corresponding NTP according to the test to be performed. The results showed solitary and grouped pores, apotracheal parenchyma, fine and discontinuous rays; light brown and creamy yellow color of the wood, medium luster, parallel grain and overlapping arcs, inclined grain, medium texture, and low gloss. The rings were poorly differentiated, with diffuse porosity, solitary pores, radial and clustered pores, oval and circular, with an average diameter of 353,96 μm and a frequency of 2,5 pores/ mm^2 ; gum and tylosis inclusions; simple perforation plates, alternate intervacular pits, areolate; fibers with septa, thin to thick thickness, abundant diffuse apotracheal parenchyma, scarce paratracheal parenchyma; ray width 1 to 3 cells, height 1028,39 μm , number of 2,4 rays/ mm . Basic density of 0,32 g/cm^3 , moisture content of 143,30 %, volumetric shrinkage of 10,12 %, CT/CR of 1,56. Static flexural strength 475,82 kg/cm^2 , MOE of 191800 kg/cm^2 , and ELP 401,56 kg/cm^2 ; Parallel compression MOR 263,12 kg/cm^2 , MOE 40029 kg/cm^2 , and ELP 223,65 kg/cm^2 ; shear MOR 121,91 kg/cm^2 ; perpendicular compression ELP 99,19 kg/cm^2 ; transverse hardness 847,60 kg/cm^2 , radial hardness 504,70 kg/cm^2 , and tangential hardness 411,60 kg/cm^2 . It is concluded that *Nectandra reticulata* wood is of good quality for industrial use.

Keywords: wood, anatomy, strength, density, shrinkage.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los bosques desempeñan un papel crucial en la economía de un país al proporcionar una amplia gama de bienes y servicios, que van desde la madera y productos medicinales hasta la regulación del ciclo del agua y la belleza escénica. La madera, en particular, ha sido un material fundamental en la construcción y en otras aplicaciones a lo largo de la historia, y su demanda actual sigue en aumento, especialmente en las regiones tropicales y subtropicales, donde se encuentran especies de alto valor comercial y ecológico. Sin embargo, para utilizar la madera de manera efectiva, es imprescindible comprender sus características anatómicas, físicas y mecánicas. El estudio detallado de estas propiedades no solo tiene implicaciones en la tecnología y la industria, sino que también es esencial para garantizar un uso sostenible de los recursos forestales. Lamentablemente, en muchas regiones tropicales, la falta de información documentada sobre miles de especies de madera dificulta su aprovechamiento adecuado. A menudo, solo se dispone de informes sobre la morfología y la ubicación de estas especies, mientras que aspectos cruciales como características estructurales y propiedades tecnológicas quedan sin explorar. Esta falta de conocimiento conduce a un uso improvisado de la madera, lo que resulta en un rendimiento deficiente y una vida útil reducida para muchas aplicaciones. Por lo tanto, es necesario abordar esta problemática mediante la recopilación de datos y la investigación exhaustiva para garantizar un manejo adecuado y sostenible de los recursos forestales (Guanotuña, 2021, Pp. 1-2).

El conocimiento de la anatomía, propiedades físicas y mecánicas de la madera, es un aspecto crucial puesto que ayuda a comprender cómo se comportará frente a usos establecidos, lo que permitirá maximizar su valor y utilizarla de manera sostenible en la industria (Aldana, 2021, p. 14). Es importante señalar que las investigaciones tecnológicas de la madera de especies poco conocidas permiten utilizarla de manera adecuada y sostenible según sus especificaciones tecnológicas, a su vez el uso de estas especies incrementa la base de recursos forestales aprovechables para un país y disminuye la alta presión sobre las especies comerciales más conocidas (Portal, 2020, p. 288). Así mismo, Torres (2020, p. 9) indica que, en la industria de la madera, contar con datos actualizados sobre las propiedades tecnológicas de diferentes tipos de madera es crucial para su uso óptimo. Sin embargo, la falta de información sobre algunas especies conduce a un uso ineficiente o incluso al desuso de ciertas maderas valiosas, generando una presión excesiva sobre otras. Por lo tanto, es

fundamental impulsar la recopilación y difusión de datos precisos y actualizados sobre las propiedades de la madera de las especies maderables de un país.

En Perú a pesar de tener una notable riqueza florística, existe un vacío significativo en el conocimiento científico de las especies arbóreas del país, teniendo apenas un 7,6 % de especies que han sido objeto de estudios tecnológicos básicos, además tan solo el 3,2 % de las especies arbóreas del país se aprovechan comercialmente por su madera. Esta situación destaca la urgencia de investigar y desarrollar el área tecnológica de la madera para contribuir con el aprovechamiento sostenible de las especies arbóreas en el Perú (Portal, 2020, p. 288). Según la FAO (2016, como se citó en Becerra et al., 2023, p. 2) a nivel nacional el sector forestal utiliza un número reducido de especies maderables comerciales que se usan en las construcciones y ebanistería, lo que implica un uso intensivo de dichas especies.

La provincia de San Ignacio alberga una amplia diversidad de especies leñosas con potencial aprovechable, sin embargo, estas especies no están siendo explotadas de manera óptima. Entre estas especies se destacan aquellas que poseen madera de alta calidad y son adecuadas para la plantación, lo que las posiciona como candidatas idóneas para sustituir a ciertas especies valiosas sobreexplotadas con baja disponibilidad poblacional. Dentro de este contexto, la especie forestal *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez, conocida como "roble", ha emergido como un recurso de interés en la industria debido a sus notables propiedades físicas y mecánicas. A pesar de su potencial, la investigación sobre la anatomía, propiedades físicas y mecánicas de la madera de esta especie se encuentra actualmente limitada. Por ende, se plantea la presente investigación en la cual se pretende determinar la anatomía, propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez en San Ignacio. Este estudio no solo proporciona información relevante para los fabricantes de muebles, sino que también contribuye al establecimiento de directrices técnicas y recomendaciones para el uso efectivo de la madera de *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez en diversas aplicaciones industriales. Además, los hallazgos obtenidos sirven como punto de partida para investigaciones futuras orientadas a optimizar los procesos de transformación y aprovechamiento de esta valiosa especie de madera tropical. La pregunta de investigación planteada fue: ¿Cómo son las características anatómicas, propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez, San Ignacio 2024?

Por lo tanto, se planteó como objetivo general determinar las características anatómicas, propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez, San Ignacio 2024.

Así mismo los objetivos específicos son: describir la anatomía macroscópica, microscópica y propiedades organolépticas de *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez.; determinar las propiedades físicas de densidad básica, contenido de humedad y contracción de la madera de *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez.; determinar las propiedades mecánicas de resistencia a la flexión estática, compresión paralela y perpendicular a la fibra, cizallamiento y dureza de la madera de *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la Investigación

Villota (2023) realizó una investigación en Ecuador en donde tuvo como objetivo determinar las propiedades físicas, anatómicas y trabajabilidad de la madera de *Juglans Neotropica* Diels. Se aplicó un diseño no experimental, para los ensayos correspondientes se tomó como guía las normas INEN Y ASTM. Los resultados indicaron que la madera de la especie estudiada presentó albura pardo amarillento y duramen café oscuro en estado verde; sin embargo, en estado seca al aire presentó albura color pardo oscuro y duramen café oscuro con una apariencia de color negro, olor medianamente aromático, sabor ligeramente dulce, brillo alto, textura media, veteado arcos superpuestos y grano generalmente recto a veces ondulado, anillos visibles a simple vista con una porosidad difusa, de forma oval, tamaño mediano, cantidad excesiva, disposición radial o flamiforme, el parénquima es axial paratraqueal unilateral visible con una lupa 10X. En cuanto a las propiedades físicas se obtuvo CH de 78,92 %, densidad básica de 0,42 g/cm³ y una contracción longitudinal de 0,57 %, radial de 6,79 % (alta), tangencial de 7,93 % (alta), volumétrico total 14,16 % (Muy alta), y una relación Tangencial/Radial de 0,80 % (baja).

Grefa (2021) en su tesis describió la anatomía de cinco especies forestales de Ecuador, una de ellas fue *Nectandra membranaceae*, para las características organolépticas se usó probetas según Normas COPANT. Los resultados indicaron que madera de la especie estudiada presentó albura y duramen de color amarillo pálido, olor agradable, sabor no distintivo, brillo medio a alto, grano recto, textura media y veteado con arcos superpuestos. En el plano transversal se observó poros de tamaño mediano radiales en su mayoría solitarios, seguidamente de poros de dos y escasos de tres, con disposición radial no uniforme y en hileras diagonales, radios visibles a simple vista gruesos y finos con fibras de paredes medianas, y parénquima paratraqueal unilateral vasicéntrico. Plano tangencial se distinguió una estructura estratificada con radios biseriados y multiseriados procumbentes al radio, radios multiseriados con células envolventes con fibras septadas y en los vasos se logra observar la presencia de punteaduras circulares ornadas con disposición opuesta. Plano radial se logró observar la presencia de radios heterocelulares, células parenquimáticas con fibras septadas, en la podemos observar claramente una parte del vaso con punteaduras múltiples. Además, se determinó la densidad la cual fue 0,56 g/cm³.

Alvarado (2021) en su investigación describió las la anatomía y propiedades físicas de cinco especies forestales en Chimborazo, Ecuador, una de estas especies fue *Nectandra obtusata*, luego de aplicar la metodología correspondiente, logró obtener como resultados que la especie estudiada se caracteriza anatómicamente por presentar en su sección transversal poros de tamaño pequeño, anillos de crecimiento medianamente visibles, parénquima apotraqueal difuso, tílido en algunos poros y sílice, poros solitarios y escasos múltiples de 2, 3 y 4, porosidad semicircular, presencia de esclerotíldes; en su sección tangencial se observó radios uniseriados de 5 a 10 células cuadradas y escasas células marginales y células envolventes, presencia de fibras septadas y no septadas, miembro del vaso con punteaduras intervasculares opuestas y en su sección radial se identificó radios uniseriados heterocelulares con células procumbentes y marginales, fibras alargadas no septadas. Se observa un miembro vascular con punteaduras intervasculares. Respecto a sus propiedades físicas se obtuvo una densidad en estado seco de $0,32 \text{ g/cm}^3$ y en estado verde de $0,81 \text{ g/cm}^3$.

Ipiates (2021) en su tesis realizada en Ecuador determinó la anatomía y las propiedades físicas de la especie *Ocotea insulares*, para cumplir con este objetivo se utilizó 7 árboles de los cuales se obtuvo las probetas que fueron sometidas a los ensayos correspondientes. Como resultados se logró describir anatómicamente la madera de *Ocotea insulares*, la cual en condición seca al aire presentó albura color café amarillento y el duramen color amarillo, olor desagradable, sabor amargo, brillo medio, textura media, grano recto y vetado en líneas con destellos dorados, macroscópicamente se pudo observar anillos de crecimiento visibles a simple vista, poros visibles simples y escasos múltiples, porosidad difusa y parénquima vasicéntrico visible con una lupa de 10x, microscópicamente en la sección transversal se observó poros solitarios y escasos múltiples de dos y tres células redondeadas y ovales, porosidad oblicua, el tamaño de los poros son pequeños, parénquima vasicéntrico y presencia de tilosis; en los cortes tangenciales apreció radios biseriados con la presencia de escasos multiseriados de tipo II y III de kribes y en los cortes radiales se observó radios heterogéneos con células erectas o cuadradas y presencia de fibras. Así mismo, se logró obtener como propiedades físicas un contenido de humedad de 66,01 %, densidad básica de $0,64 \text{ g/cm}^3$, la contracción volumétrica total de 9,14 % y la relación tangencial/radial de 1,70 %. Se concluyó que la madera de la especie estudiada se clasifica como madera de densidad media tipo “B” y puede ser empleada en construcciones, pisos, revestimientos de madera, ebanistería y mueblería.

León (2020) describió la Anatomía de 130 especies nativas y exóticas de Venezuela dentro de las cuales se tiene a *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez, se realizaron observaciones macroscópicas y microscópicas siguiendo las pautas establecidas por la International Association of Wood Anatomists (IAWA). Como hallazgos se tuvo las características macroscópicas de la madera: color marrón amarillento (10YR 5/4), sin transición entre albura y duramen, olor y sabor indistintos, lustre alto, textura fina y grano inclinado a entrecruzado. Características microscópicas: anillos de crecimiento no definidos a definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4 (5), algunos arracimados, 8-14 poros por mm², diámetro (105) 144- 160 (195) µm. Platinas de perforación simples combinadas con algunas escalariformes de 4-8 barras. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, grandes, diámetro 10-11,25 (15) µm. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tíldes presente. Fibras septadas, paredes medianas a gruesas, ocasionalmente delgadas, longitud (1110) 1345-1611 (1970) µm, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, aliforme de ala corta, ocasionalmente confluyente; en series de (2) 4-8 células. Radios heterocelulares con una ruta de células marginales, 4-7 radios por mm, (1) 2-3 (4) células de ancho, predominantemente 3 células, altura (280) 464-539 (820) µm. Células oleíferas en parénquima radial, axial y dispersas entre las fibras.

En un estudio realizado por Tello (2023), se examinaron las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Ocotea jelskii* con el fin de evaluar su idoneidad para uso estructural, siguiendo las directrices de la normativa E.010. El enfoque metodológico empleado fue de naturaleza cuantitativa, utilizando un diseño no experimental. La madera analizada fue recolectada en el distrito de Tabaconas, provincia de San Ignacio, región Cajamarca. Se utilizaron un total de 88 muestras, las cuales fueron sometidas a pruebas de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas correspondientes. Los resultados indicaron que la madera de *Ocotea jelskii* presenta una densidad de 0,48 g/cm³ y un contenido de humedad del 11,97 %, clasificándola como de densidad media alta en términos de propiedades físicas. En cuanto a las propiedades mecánicas, se registraron valores de 1,61 MPa en compresión perpendicular, 7,93 MPa en compresión paralela, 10,68 MPa en flexión estática y 1,73 MPa en cizallamiento. Tras comparar estos resultados con los criterios establecidos en la Norma E.010, se llegó a la conclusión de que la madera estudiada pertenece al grupo C, lo que indica que puede ser utilizada con fines estructurales.

Gave (2023) en su investigación tuvo como describió las características anatómicas, físicas y químicas de *Aspidosperma parvifolium* A.DC. y *Miconia poeppigii* Triana provenientes del distrito de Palcazú, Oxapampa. Para llevar a cabo el estudio se empleó las normas COPANT, NTP 251.008, NTP 251.009 y ASTM 1105, 1106, 1107, 1110. En cuanto a la anatomía y propiedades físicas los resultados señalaron que *Aspidosperma parvifolium* presentó veteado en arco superpuestos, grano entrecruzado, porosidad difusa, poros solitarios, parénquima paratraqueal confluyente, longitud de elementos vasculares de 635,82 μm , longitud de fibras 1906,72 μm , contenido de humedad 83,89 %, densidad básica 0,73 g/cm^3 , contracción longitudinal, radial, tangencial y volumétrica (0,46 %, 5,89 %, 9,01 % y 15,76 %, respectivamente), relación T/R 1,3 %; la especie *Miconia poeppigii*, presentó color marrón muy pálido, anillos de crecimiento no distintivos, veteado satinado, grano ondulado, porosidad difusa, parénquima apotraqueal difuso en agregados, porcentaje de humedad 25,19 %, densidad básica 0,58 g/cm^3 , Contracción longitudinal, radial, tangencial y volumétrica (0,90 %, 3,86 %, 5,15 %, 10,06 %, respectivamente) y Relación T/R 1,46 %.

Cuno et al. (2023) realizó la descripción anatómica y las propiedades físicas y mecánicas de la especie *Tachigali peruviana* (Dwyer) Zarucchi & Herend, originaria de Chanchamayo, Perú. Según los resultados obtenidos, anatómicamente, la especie presentó una porosidad difusa y una textura de grano medio; a nivel microscópico, se observó la presencia de parénquima vasicéntrico, radios homocelulares uniseriados y homogéneos. La especie tiene una densidad media de 0,60 g/cm^3 . En términos mecánicos, se realizaron pruebas de flexión estática, compresión paralela y perpendicular, cizallamiento, dureza y tenacidad, y se encontró que sus propiedades varían de medias a altas, de acuerdo con la clasificación de Aróstegui (1982). Estas características hacen de *Tachigali peruviana* una especie valiosa para su uso en estructuras, carpintería de obras, mangos de herramientas, cajonería y parihuelas.

PROMPERÚ (2019) ha publicado su catálogo de maderas del Perú en el cual se describen 25 especies peruanas poco conocidas internacionalmente entre las cuales se encuentra *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez, en donde se indica que la madera de esta especie seca al aire libre presenta la albura de color pardo grisáceo claro y el duramen, pardo amarillento. La transición de albura a duramen es gradual. Como propiedades físicas presenta las siguientes: densidad básica 0,45 g/cm^3 , contracción tangencial 6,6 %, contracción radial 2,9 % y relación T/R 2,2. En cuanto a las propiedades mecánicas se tiene: módulo de elasticidad en flexión 105 000 kg/cm^2 , módulo de rotura en flexión 584 kg/cm^2 compresión

paralela (RM) 241 kg/cm², compresión perpendicular (ELP) 48 kg/cm², corte paralelo a las fibras 56 kg/cm² y dureza en los lados 282 kg/cm².

Ccayanchira y Reyes (2019) caracterizaron atómica, físico-mecánica y químicamente a dos especies forestales en Huancayo, una de ellas fue la especie *Terminalia oblonga* (Ruiz & Pav), como parte de la metodología se emplearon tres árboles los cuales fueron procesados para la obtención de las muestras, estas fueron sometidas a los ensayos correspondientes se realizaron tomando en cuenta las Normas Técnicas Peruanas pertinentes. Los resultados señalaron que 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.

Monge y Suasnabar (2019) en su tesis presentada a la Universidad Nacional del Centro del Perú, determinó las propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de tres especies forestales en Oxapampa-Pasco. Una es estas especies fue *Ocotea cinérea* y como parte de la metodología se emplearon tres árboles, los ensayos fueron ejecutados según las Normas Técnicas Peruanas pertinentes. Los hallazgos demostraron que la *Ocotea cinérea* se caracteriza anatómicamente por tener poros solitarios, parénquima paratraqueal aliforme confluyente y radios biseriados heterogéneos. Respecto a las características físicas se tuvo un contenido de humedad 50 % y densidad básica 0,51 g/cm³, mientras que las propiedades mecánicas fueron: Flexión estática MOR 741 kg/cm² y MOE 295,2 x 103 kg/cm², compresión paralela 389 kg/cm² y 15,8 x 103 kg/cm² de MOR y MOE respectivamente, dureza 346 kg y 355 kg lados y extremos respectivamente, y clivaje 41,79 kg/cm² y 56,32 kg/cm² tangencial y radial respectivamente.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Anatomía de la Madera

Desde tiempos antiguos, la madera ha sido una de las materias primas más utilizadas por la humanidad. Para entender completamente los numerosos factores y propiedades que influyen en la madera, es crucial tener un conocimiento básico de lo que es este material. Desde una perspectiva anatómica, el término "madera" se conceptualiza como el conjunto de tejidos del xilema presente en las raíces, tronco y ramas de las plantas leñosas, excluyendo la

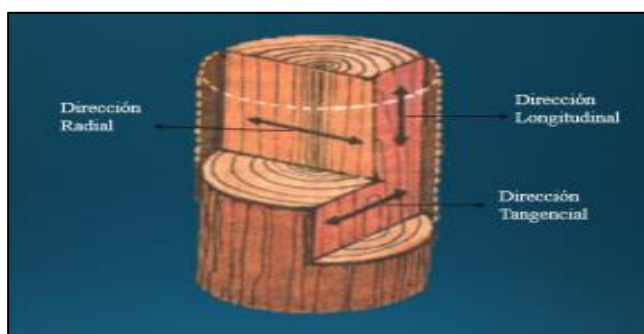
corteza (Maderea, 2018, p. 1). La madera, es un material de origen biológico vegetal, constituye parte esencial del tronco de los árboles. Su función principal abarca el transporte de agua y nutrientes desde el suelo hacia las hojas, además de proporcionar soporte estructural a las ramas que conforman la copa arbórea y actuar como almacén de sustancias de reserva, las cuales son producto de la transformación llevada a cabo en las hojas. Estas funciones intrínsecas definen la naturaleza de la madera, destacando por su porosidad y su notable resistencia en relación a su peso. La madera está constituida por 50 % celulosa, 30 % lignina, 20 % productos orgánicos (taninos, aceites, resinas, entre otros) (Aguilar y Guzowski, 2011, pp. 7, 12).

La anatomía de la madera se encarga de estudiar la estructura interna y externa del xilema, con el propósito de identificar especímenes, determinar el uso óptimo y su verdadero potencial tecnológico para la industria forestal (Giménez et al., 2005, como se citó en Córdor y Pardo, 2021, p. 11). Las características anatómicas de la madera están influenciadas por factores como las condiciones edafoclimáticas donde se desarrolle la especie forestal, lo que causa que exista diferencias hasta en individuos de la misma especie (Ccayanchira y Reyes, 2019, pp- 10-11).

Desde el punto de vista anatómico la madera está constituida por células que se encuentran dispuestas en distintas direcciones, es por ello que sus propiedades y características varía de acuerdo a la sección observada. Por ende, en los estudios anatómicos de las especies arbóreas se tiene en cuentas tres planos de corte: corte transversal (X) se realiza perpendicularmente al eje del árbol, mientras que el corte radial (R) se efectúa paralelamente a los radios o perpendicular a los anillos de crecimiento. Por otro lado, el corte **tangencial** (T) se lleva a cabo de manera tangencial a los anillos de crecimiento o perpendicular a los radios (Grefa, 2021, p. 9).

Figura 1

Planos anatómicos de corte de la madera



Nota. Oficina Nacional Forestal (ONF, s.f.)

Estructura anatómica macroscópica de la madera

Corteza. Es la capa que protege al xilema, se diferencia en corteza externa y corteza interna. La primera está constituida por tejido muerto llamado súber, generalmente presenta apariencia agrietada, aunque esto depende de la especie. Por el contrario, la corteza interna está constituida por tejido vivo llamado floema, el cual es responsable de transportar la sabia elaborada (Aguilar y Guzowski, 2011, p. 11).

Albura. Es un componente esencial de la madera, se caracteriza por ser un complejo de células parenquimatosas que resulta de la combinación tanto de células vivas como de células muertas, presenta altos niveles de humedad lo que hace que tenga una baja densidad y alta permeabilidad. Su función principal es proporcionar soporte y estructura a la planta, esta zona es vulnerable a la acción de organismos biológicos como los hongos e insectos (García, 2019, pp. 1-2).

Duramen. Es la parte que está situada en la zona central del tronco, está constituida por las capas internas de árbol y desempeña un papel fundamental como elemento estructural y de soporte primordial del árbol. Generalmente presenta una tonalidad más oscura que el duramen, sin embargo, eso depende de la especie ya que en algunas la distinción entre duramen y albura no está claramente definido (Gonzales, 2008, p. 15, como se citó en Zhumi, 2022, p. 16).

Anillos de crecimiento. En la sección transversal de la madera, se observan anillos concéntricos conocidos como anillos de crecimiento, estos la cantidad de madera producida por el cambium vascular cuando las condiciones son favorables para el crecimiento del árbol en cual se debe a la presencia de meristemas, que son tejidos capaces de generar nuevas células a través de procesos de adición y multiplicación, formando tejidos primarios con una estructura gruesa y larga. Las dimensiones de los anillos de crecimiento están influenciadas por las condiciones ambientales (Cóndor y Pardo, 2021, p. 3).

Características organolépticas de la madera

Se definen como aquellas características que son percibidas por los órganos sensoriales. Entre esas se encuentra siguientes: color, olor, sabor, grano, textura, brillo y veteado (Zhumi, 2022, p. 11).

Color. Es el aspecto inicial más evidente al observar la madera, el cual puede variar tanto entre diferentes especies como dentro de una misma especie, esto se debe principalmente a la presencia de extractivos en el interior de las células leñosas. Uno de los factores que influyen en la variación del color de la madera es la impregnación de sustancias orgánicas e inorgánicas en los espacios internos de las células, así como las variaciones en el grosor de las paredes celulares entre diferentes tipos de células (Monge y Berrospi, 2019, p. 25).

Olor. Las maderas suelen poseer un aroma particular, en su mayoría derivado de las sustancias de inflamación presentes en el duramen. Estas sustancias están impregnadas en la madera y, en algunas ocasiones, emiten olores distintivos que son fácilmente reconocibles. Estas características son especialmente útiles para la identificación de la especie, siempre y cuando se considere exclusivamente la porción del duramen. (Gonzales, 2008, p. 16, como se citó en Zhumi, 2022, p. 11).

Sabor. El sabor presente en la madera surge debido a la presencia de sustancias de infiltración alojadas en las células de la misma, y está estrechamente relacionado con su aroma; así mismo, es más pronunciado en la madera recién cortada y resulta más distintivo en el duramen en comparación con la albura (Cauja, 2019, p. 8). Sin embargo, es importante manejar con precaución la evaluación del sabor de la madera, ya que algunos árboles pueden contener sustancias tóxicas que representan un riesgo para la salud de quien realiza dichas pruebas (Gonzales, 2008, p. 17).

Grano. El grano en la madera se refiere al tamaño de los elementos que componen este material, los cuales están alineados en dirección longitudinal con respecto al eje vertical del tronco. Esta característica se puede observar en los planos longitudinal, radial y tangencial, y es resultado de la disposición de los elementos xilemáticos longitudinales en relación con el eje longitudinal de la muestra (Luna y Aguilera, 2018, p. 17).

Textura. La textura de la madera se define por la disposición, tamaño y relación entre los elementos leñosos, como los poros, el parénquima y las fibras. Esta característica está influenciada por el tamaño y la distribución de estos elementos dentro de los anillos de crecimiento, así como por las dimensiones de las células en relación con el grosor de las paredes celulares. Además, factores como el diámetro tangencial de los vasos, la altura, la

presencia de parénquima y el ancho de los radios también tienen un impacto significativo en la textura de la madera (Luna y Aguilera, 2018, p. 17).

Brillo. Es una propiedad de la madera que se genera a partir de la reflexión de la luz, siendo el plano longitudinal radial especialmente luminoso debido al efecto generado por las bandas horizontales de los radios (Monge y Berrospi, 2019, p. 25).

Veteado. El veteado se caracteriza por las formas que aparecen en la superficie longitudinal, las cuales son resultado de la disposición, tamaño y cantidad de los elementos del xilema. Las figuras observables se crean debido a las variaciones en la intensidad de los colores y la dirección del corte radial y tangencial (Cauja, 2019, p. 26).

Características microscópicas de la madera

Parénquima. Es un tipo de tejido presente en la madera que generalmente tiene un color más claro que las fibras del leño, se distribuye tanto longitudinal como transversalmente en la madera y cumple funciones importantes como el almacenamiento y la conducción de sustancias alimenticias (Morales, 2019, p. 5). Se puede clasificar según su forma y disposición en diferentes tipos:

a) Parénquima Apotraqueal: Este tipo de parénquima no se encuentra en contacto con los poros o vasos. Puede presentarse en formas como terminal, difuso y en bandas apotraqueales (INEN, 2013, p. 11).

b) Parénquima paratraqueal: Según INEN (2013, p. 11) este tipo de parénquima está en contacto con los poros y puede presentarse en varias formas, como:

- Parénquima paratraqueal Vasicéntrico: Las células parenquimatosas rodean completamente los poros, con una forma más o menos circular u ovalada. Pueden rodear los poros en una o más filas de células.
- Parénquima paratraqueal aliforme: Las células parenquimatosas rodean completamente los poros y se extienden lateralmente en forma de alas.
- Parénquima paratraqueal aliforme confluyente: Se produce la fusión de parénquima aliforme, formando líneas diagonales irregulares o bandas.

c) Parénquima marginal: Este tipo de parénquima se encuentra en forma de líneas anchas y angostas en el límite de los anillos de crecimiento (Turpo, 2019, pp. 5-6).

Fibras. Son células delgadas y alargadas presentes en el tejido leñoso que tienen la función de proporcionar soporte al cuerpo de la madera. Se caracterizan por tener extremidades afiladas que se asemejan a las traqueidas del leño tardío de coníferas, pero se diferencian por ser más cortas, puntiagudas y con menos puntuaciones pequeñas. En algunas especies, las cavidades de las fibras están divididas en compartimentos más pequeños por finas barras horizontales, conocidas como fibras septadas. (Giménez et al., 2005; p. 88, como se citó en Sánchez, 2021, p. 21).

Poros-Vasos. Los poros son estructuras longitudinales presentes en la madera, típicamente encontradas en especies de árboles de hojas anchas (Latifoliadas, angiospermas), visibles en cortes longitudinales tales como el tangencial, radial y oblicuo. En el caso de estas especies, estos poros son generalmente vasos prosenquimatosos que transportan agua y sales minerales. A nivel microscópico, estos poros se concentran en la sección transversal de la madera y se manifiestan como orificios (Bone, 2019, p. 1). Los poros se clasifican por su forma en 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, porosidad circular y porosidad semicircular (Ccayanchira y Reyes, 2019, p. 14).

Radios. Los radios están presentes tanto en especies de hoja ancha como en coníferas, y tienen la función de almacenar y transportar nutrientes. Se originan a partir de cambios en los tejidos vasculares tanto del xilema como del floema y pueden variar en tamaño, número y forma de las células presentes. Se clasifican en homogéneos, cuando las células tienen una forma horizontal o procumbente uniforme, y heterogéneos, cuando están compuestos por células de diferentes formas y combinaciones (Ccayanchira y Reyes, 2019, p. 16).

Punteaduras. Son diminutos puntos o agujeros localizados en el interior de los vasos de la madera, y pueden presentar una amplia diversidad en su forma y distribución. Dentro de estas, las perforaciones entre vasos son especialmente relevantes y flexibles para la caracterización de la madera (Chavesta, 2006, citado por Lara y Salvador, 2019, p. 16).

2.2.2. Propiedades físicas

Contenido de humedad. La madera es un material que tiene la capacidad de absorber y liberar humedad del entorno, lo que se conoce como su capacidad higroscópica. El contenido de humedad es la cantidad de peso de agua que contiene la madera, expresada

como porcentaje de la cantidad de peso anhidro (sin agua). En árboles vivos, puede variar desde un 30 % hasta más de un 400 %, dependiendo de factores como la especie, las condiciones de crecimiento, el clima y la densidad básica de la madera (Rosales, 2019). Para calcular el contenido de la madera, la NTP 251. 010 (2014, p. 10) brinda la siguiente fórmula:

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

Donde:

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

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

Densidad básica. La densidad básica es una medida que indica la cantidad de material leñoso presente en un determinado volumen de madera. Esta medida está influenciada por varios factores, como la proporción de madera temprana y tardía, el tamaño y la cantidad de traqueidas longitudinales o fibras, y el grosor de las paredes de las fibras. En el caso de las coníferas, tanto la proporción como el grosor de la madera tardía tienen un impacto significativo en la densidad básica. Se considera como una de las propiedades físicas más importantes de la madera debido a su estrecha relación con otras características, además, es un parámetro crucial para evaluar la calidad de la madera y se destaca como un indicador primordial al considerar la madera para una variedad de propósitos (Cuno, 2024, p. 8). Para la densidad básica de la madera, la NTP 251.011-2014 (actualizada en 2019) brinda la siguiente 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).

Contracción. La contracción de la madera se da debido a cambios en su contenido de humedad causados por la pérdida o absorción de agua en la pared celular. Los cambios dimensionales se manifiestan de forma diferente en las direcciones axial, radial y tangencial puesto que la madera es un material anisotrópico. La relación T/R, que se calcula como la contracción tangencial dividida por la contracción radial, a medida que este índice aumenta,

crece la probabilidad de que se produzcan deformaciones en la madera debido a los cambios en la humedad durante el proceso de secado (Muñoz y Moreno, 2013, como se citó en Cuno, 2024, p. 9).

2.2.3. *Propiedades mecánicas*

Compresión paralela. Se define como la capacidad que presenta la madera para soportar cargas aplicadas en dirección paralelas a sus fibras, las cuales provocan su aplastamiento reduciendo su longitud y aumentando su sección transversal (Osis y Muñoz, 2022, p. 16). La norma NTP 251.014 (2014, p. 4) brinda las siguientes fórmulas para determinar esta propiedad:

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

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

Donde:

MOR : módulo de rotura a la compresión axial, en Kg/cm².

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

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

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

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

Compresión perpendicular. Se define como la capacidad que presenta la madera para soportar cargas aplicadas en dirección perpendicular a sus fibras (Osis y Muñoz, 2022, p. 17). La Norma NTP 251.016 (2015, p. 5) brinda la siguiente fórmula para determinar esta propiedad:

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

Donde:

ELP : esfuerzo al límite proporcional en Kg/cm²

P' : carga al límite proporcional

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

Flexión estática. Se define como la capacidad que tiene la madera para resistir su deformación ante la aplicación de una carga que tiende a curvarla (Osis y Muñoz, 2022, p.18). La Norma NTP 251.017 (2019, pp. 6-8) brinda las siguientes fórmulas para su determinación:

- Cálculo del esfuerzo de la fibra al límite proporcional (ELP):

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

Donde:

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

P' : carga al límite proporcional en kg.

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

a : ancho de la probeta en cm.

e : espesor de la probeta en cm.

- Cálculo del módulo de ruptura (MOR):

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

Donde:

MOR : módulo de ruptura en kg/cm².

P : carga máxima en kg.

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

a : ancho de la probeta en cm.

e : espesor de la probeta en cm.

- Cálculo del módulo de elasticidad (MOE):

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

Donde :

MOE : módulo de elasticidad en kg/cm².

P' : carga al límite proporcional en kg.

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

a : ancho de la probeta en cm.

e : espesor de la probeta en cm.

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

Cizallamiento. Se define como la capacidad que presenta la madera para soportar fuerzas que tienden a que una parte del material se deslice sobre la parte adyacente a ella (Navarro y Sánchez, 2021). La norma NTP 251.013-2015 brinda la siguiente fórmula para su determinación:

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

Donde:

P : peso máximo soportado por la muestra en kg.

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

2.2.4. *Nectandra reticulata* (Ruíz & Pav.) Mez

Taxonomía. Según la página del Jardín Botánico de Misuri, Tropicos.org (2025) la especie presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Clase : Equisetopsida C. Agardh
Subclase : Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden : Magnolianaes Takht.
Orden : Laurales Juss. ex Bercht. y J. Presl
Familia : Lauraceae Juss.
Género : *Nectandra* Rol. ex Rottb.

Nombre científico: *Nectandra reticulata* (Ruíz & Pav.) Mez

Nombres comunes. En Perú se le conoce con los nombres roble amarillo, roble blanco, roble negro, moena, pacash, ishpingo, tinchi, palta moena, cunchi moena (Vásquez et al., 2018, p. 198).

Descripción dendrológica. Árbol que llega a medir 18-30 (40) m de alto y entre 30-100 cm de diámetro. Presenta fuste cilíndrico, recto hasta la base o con pequeñas raíces tablares de 15-30 cm de alto, la corte externa es de color marrón-oscuro, lenticelada, las lenticelas desde circulares hasta elípticas, la corteza interna es de color blanco-amarillento, con inclusiones aciculares longitudinales, pequeñas, de color anaranjado; oxida rápidamente al contacto con el aire, aromática (olor a canela). Hojas simples, dispuesta en espiral; pecíolos de 7-26 mm de largo, a menudo aplanados, ligeramente estriados, casi planos o canaliculados densamente tomentosos; láminas alternas (raramente), algunas de ellas subopuestas, por lo

general oblanceoladas a elípticas u oblongas; el ápice acuminado; la base atenuada a cordada; en el margen de la parte basal de la lámina se forman los lóbulos reflexos y visibles, algunas veces revolutos o recurvados, rara vez planos; la vena media y las venas secundarias superiores, ligeramente impresos. Ramita Terminal de 2-8 mm de diámetro, es irregularmente angular; las juveniles están cubiertas con indumentos densos, mezclados con tricomas cortos y largos de hasta 1,5 mm de largo, ligeramente erguidos, persistentes; la yema terminal es ligeramente ovoide a elongado, densamente ferrugíneo-tomentoso. Inflorescencia con panícula axilar, de 6-15 cm de largo, multifloras. Flores pequeñas, hermafroditas, actinomorfas; tépalos 6, elípticos a obovados, velutino-pubescente; estambres de 1-2 mm de largo, sésiles o subsésiles; pistilo de 2-3 mm de largo; ovario ovoide, de 2 mm de largo; estilo alargado de 1 mm de largo; estigma discoide. Fruto baya elipsoide, cúpula o en forma de copa y pedúnculo grueso. Drupa de 1,52 cm de largo con la superficie glabra, lustrosa y negra cuando madura, 1-semilla (OSINFOR, 2015, p. 48).

Distribución. Se reporta la presencia de la especie en los países de Perú, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guayana Francesa, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Surinam (UICN, 2022). En Perú se encuentra distribuida en los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Cusco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, Puno y San Martín (Vásquez et al., 2018, p. 198).

Hábitat. Se encuentra en entornos con altos niveles de precipitación y regularidad, habitando tanto en bosques secundarios avanzados como en bosques primarios. Suelen desarrollarse en áreas con suelos arcillosos a limosos, que son fértiles, bien drenados y con una variabilidad en su contenido de piedras. Esta especie es común en la región amazónica, predominando hasta altitudes de aproximadamente 1800 metros sobre el nivel del mar. (Reynel et al., 2003, como se citó en OSINFOR, 2015, p. 48). Según un estudio realizado por Herrera (2019, pp. 60-62) en el departamento de Cajamarca la especie *Nectandra reticulata* (Ruíz & Pav.) Mez se encuentra en tres zonas de vida las cuales son: bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh – MBT), bosque muy húmedo Montano Tropical (bmh-MT) y bosque seco Tropical (transicional a bosque húmedo Subtropical) (bsT/bhST).

Usos. La madera puede ser utilizada en la producción de tableros, chapas, cajas de embalaje, construcción temporal (Mainieri y Peres, 1989, como se citó en León, 2020, p. 181). También se usa en carpintería y ebanistería. (OSINFOR, 2015, p. 48).

Estados de conservación. Se encuentra catalogada como una especie de Preocupación Menor (LC) según la lista de Especies Amenazadas de la UICN en la última evaluación realizada en enero del 2019 (UICN, 2022).

2.3. Definición de Términos Básicos

Madera. Se define como las partes de un árbol que pueden ser aprovechadas económicamente, generalmente son los troncos, aunque en ocasiones pueden ser ramas y raíces. Este producto puede ser empleado para muchos fines en la industria forestal (Aguilar y Guzowski, 2011, p. 7).

Higroscópico. Material que tiene la capacidad de absorber y eliminar humedad de acuerdo con el ambiente en que se encuentra (Aguilar y Guzowski, 2011, p. 13).

Anisotropía. Es la propiedad de la madera que permite que sus características varíen según la dirección en la que son observadas; transversal, radial, tangencial (Jové, 2017, p. 1).

Albura. Es la madera más joven, a través de la cual circula la savia al resto del tronco, presenta un color claro y es más blanda (Jové, 2017, p. 2).

Duramen. Es la madera más interna del árbol, está constituida por células fisiológicamente inactivas, presenta un color más oscuro que la albura y es más dura y resistente (Jové, 2017, p. 2).

Xilema. Tejido formado por el cámbium, presenta vasos o traqueidas, parénquima xilemático y fibras leñosas (Turpo, 2019, p. 6).

Parénquima. Es el tejido constituido por células cuya forma es típicamente la de un ladrillo o isodiamétrica, que presenta puntuaciones simples. En el leño puede ser originadas por las iniciales fusiformes del cambium, con posteriores divisiones transversales de las células hijas (parénquimaaxil), o por las iniciales de los radios (parénquima de los radios (INEN, 2013, p. 10).

Características físicas de la madera. Hacen referencia a su capacidad de responder a factores externos, sin considerar las fuerzas que se aplican internamente sobre ella (Jara, 2021, p. 11).

Contracción de la madera. Es una característica física que describe cómo cambian sus dimensiones en respuesta a las fluctuaciones de humedad dentro del Punto de Saturación de las Fibras (PSF), lo que resulta en una reducción de su volumen. Esta propiedad se calcula y se expresa en forma de porcentaje (Fasanando, 2023, p. 16).

Características mecánicas de la madera. Para determinar estas propiedades se requiere realizar pruebas específicas que evalúen cómo el material responde a diferentes niveles de tensión y compresión (Cruz, 2022, p. 13).

Probeta. Se trata de una pieza con dimensiones y forma precisas, elaborada a partir de las viguetas previamente seleccionadas (Chuquimango, 2020, p. 27).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización de la Investigación

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional de Cajamarca, en su filial de Jaén. No obstante, los árboles que fueron empleados para las muestras se recolectaron del sector El Guayaquil del centro poblado El Triunfo localizado en el distrito de Huarango, provincia de San Ignacio, región Cajamarca.

Figura 2

Mapa de ubicación de área de estudio



Accesibilidad: para llegar al área de muestreo, se parte de la ciudad de Jaén, hasta la localidad de Cruce de Shumba ubicado a 25,5 km, a través de una carretera asfaltada en buenas condiciones, de allí se prosigue hasta el Puente Guayape, ubicado a 21,5 km, a través de una

carretera afirmada en buen estado de conservación; de allí se continúa con dirección al centro poblado El Triunfo del distrito de Huarango, a través de una carretera afirmada en regular estado de conservación, por 20,40 km; luego se prosigue por una trocha carrozable en mal estado de conservación hasta el lugar de muestreo ubicado a 2.35 km.

3.2. Tipo y Diseño de la Investigación

Según su propósito la investigación es de tipo aplicada ya que la información obtenida puede emplearse para enfrentar la problemática planteada. “La investigación aplicada se centra en la aplicación práctica del conocimiento científico para resolver problemas concretos o mejorar situaciones existentes” (Vizcaíno et al., 2023, p. 9737).

Por su nivel es descriptiva ya que se caracterizó y describió la anatomía y propiedades físicas y mecánicas de la madera, según las Normas Técnicas Nacionales vigentes. “La investigación descriptiva se dedica a describir un fenómeno o situación de manera detallada, se utiliza para crear una representación precisa de eventos, personas o lugares” (Arias y Covinos, 2021, p. 70).

Así mismo, es de enfoque cuantitativo ya que las mediciones y observaciones que se realizaron fueron expresados con datos numéricos para su procesamiento y análisis respectivos y obtener conclusiones significativas

Su diseño es no experimental ya que no se manipuló ninguna variable, solo se describirá la anatomía y se determinará las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

3.2.1. Matriz de Operacionalización de Variables

La operacionalización de las variables, dimensiones e indicadores se muestran en la tabla 1 a continuación.

Tabla 1*Matriz de operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala
Características Anatómicas de la madera	Estructura macroscópica y microscópica de la madera conformada por diferentes tipos de células con una función, estructura y organización (Ascue, 202, 34).	Macro anatomía	Estructura	Nominal
		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 (Nugshi, 2021, p. 12).	Densidad básica	g/cm ³	De razón
		Contenido de humedad	%	
		Contracción	%	
Propiedades mecánicas	Son cualidades de la madera que reflejan cómo responde este material a diferentes cargas (Ccahuana, 2019, p. 37).	Resistencia flexión estática	kg/cm ²	De razón
		Resistencia compresión paralela	kg/cm ²	
		Resistencia compresión perpendicular	kg/cm ²	
		Resistencia cizallamiento	kg/cm ²	
		Dureza	kg/cm ²	

3.2.2. Unidad de análisis – población y muestra

Población. “Se refiere al conjunto total de individuos, eventos o elementos que poseen características comunes y que son objeto de estudio” (Arias y Covinos, 2021, p. 113). En el presente trabajo la población estuvo conformada por todos los árboles de *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez, que se encuentran en el distrito de Huarango, la misma que tiene carácter de infinita por la dificultad de su determinación exacta; sin embargo, por razones de optimización del muestreo, se delimitó como población objetivo, los árboles de la especie mencionada, ubicados en el sector El Guayaquil del centro poblado El Triunfo del distrito de Huarango. Los árboles que se seleccionaron como población fueron adultos, con un diámetro

a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 30 cm. esto con la finalidad de obtener madera o xilema totalmente desarrollado.

Muestra. “Es un subgrupo considerado como una parte representativa de la población” (Arias y Covinos, 2021, p. 118). En el presente trabajo la muestra estuvo conformada por 5 árboles que cumplieron con el requisito de ser árboles maduros con DAP mayor a 30 cm. La selección de dicha muestra se hizo mediante un muestreo no probabilístico ya que para ello se aplicó las disposiciones establecidas en la norma técnica NTP 251.008:1980 (revisada en 2012) titulada "MADERAS. Selección y colección de muestras"; esta norma establece que para un nivel de investigación inicial de carácter exploratorio se debe considerar cinco árboles.

Unidad de Análisis. Fueron las probetas correctamente orientadas según los planos anatómicos que se emplearon para llevar a cabo el estudio detallado de la anatomía, propiedades físicas y mecánicas de la madera. Para el análisis de la macro anatomía, se emplearon rodajas de la parte basal del árbol. En cuanto al estudio de las propiedades organolépticas, se usaron probetas 10 cm de largo, 5 cm de ancho y 3 cm de espesor. Para el análisis de la micro anatomía, se tomaron probetas de 1 cm de arista. Por último, para los ensayos relacionados con las propiedades físicas y mecánicas, las dimensiones de las probetas variaron de acuerdo con las especificaciones de cada norma técnica correspondiente a los distintos ensayos, como se detalla en el ítem. 3.2.3.

Tabla 2

Número y dimensión de las probetas para ensayos

Propiedad de la madera	Nº probetas/ árbol	Dimensiones (cm)
Densidad	10	3 x 3 x 10
Contenido de humedad	10	3 x 3 x 10
Contracción	10	3 x 3 x 10
Flexión estática	2	5 x 5 x 40
Compresión paralela al grano	2	5 x 5 x 20
Compresión perpendicular al grano	2	5 x 5 x 15
Cizallamiento o corte	2	5 x 5 x 6,5
Dureza	2	5 x 5 x 15

Nota. La tabla se elaboró teniendo en cuenta las NTP.

3.2.3. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fuentes. La información empleada en el presente trabajo de investigación fue obtenida de fuentes primarias; esto debido a que el tesista obtuvo la información directamente de las evaluaciones tanto de campo como de laboratorio en los distintos instrumentos de recolección de datos.

Técnicas. “Son procedimientos específicos utilizados dentro de un método para recopilar, analizar o interpretar datos de manera más detallada” (Vizcaíno et al., 2023, p. 9744) La técnica empleada para llevar a cabo esta investigación fueron la observación directa ya que se contó con presencia activa del investigador en todas las fases del estudio.

Instrumentos. “Son herramientas específicas utilizadas para recopilar datos” (Vizcaíno et al., 2023, p. 9745). Se usaron formatos de recolección de datos tomando en cuenta las Normas técnicas correspondientes. Para el caso de la Anatomía se emplearon las especificaciones brindadas por el Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Además, se utilizó la clave de identificación establecida por la International Association of Wood Anatomists (IAWA). Así mismo, para determinar las propiedades físicas y mecánicas se tomó en cuenta las siguientes normas técnicas:

- NTP 251.010. (2014). Madera. Método para determinar el contenido de humedad.
- NTP 251.011. (2019). Madera. Método para determinar la densidad.
- NTP 251.012. (2015). Madera. Método de determinación de la contracción.
- NTP 251.013. (2015). Madera. Método para determinar el cizallamiento paralelo al grano.
- NTP 251.014. (2014). Madera. Método para determinar compresión axial o paralela al grano.
- NTP 251.015. (2014). Madera. Método de determinación de la dureza.
- NTP 251.016. (2015). Madera. Método para determinar la compresión perpendicular al grano.
- NTP 251.017. (2019). Madera. Método para determinar la flexión estática.

3.2.4. Validación y prueba de confiabilidad de los instrumentos

Los instrumentos utilizados en esta investigación están validados conforme a las normas técnicas correspondientes, lo que elimina la necesidad de una validación adicional por

parte de expertos externos. Respecto a la confiabilidad de los instrumentos, no se requiere realizar pruebas específicas, dado que se cuenta con la capacitación adecuada del personal técnico encargado de las mediciones. Además, los instrumentos utilizados son nuevos y están respaldados por la garantía de fábrica, lo que brinda una mayor confianza en la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos.

3.2.5. *Técnica del procesamiento y análisis de datos*

Los datos recopilados durante el estudio de la anatomía de la madera se organizaron de manera sistemática, detallando las estructuras anatómicas observadas. Las imágenes y sus descripciones fueron dispuestas en conformidad con las directrices establecidas por la normativa pertinente. En cuanto a las propiedades físicas y mecánicas, los datos recopilados fueron sometidos a un análisis estadístico exhaustivo para obtener medidas de tendencia central y dispersión. Este proceso permitió validar los resultados de acuerdo con los criterios establecidos en la Norma Técnica Peruana correspondiente. Se aplicó un enfoque estadístico descriptivo, y los datos se organizaron y procesaron utilizando una hoja de cálculo, como Microsoft Excel, para garantizar una interpretación precisa y fiable de los resultados.

3.2.6. *Aspectos éticos considerados*

Se acataron los principios éticos de la investigación, en línea con las recomendaciones de la Universidad Nacional de Cajamarca a través de su Código de Ética para la investigación científica. Esto implica un absoluto respeto a la propiedad intelectual, privada, medioambiental, de la salud, así como a los derechos humanos, las tradiciones y las estructuras políticas a nivel local, regional y nacional. Se aseguró la originalidad de los resultados obtenidos mediante la metodología previamente establecida. Además, el informe generado fue sometido a un análisis de originalidad utilizando el software Turnitin para evitar cualquier forma de plagio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados


4.1.2. Anatomía macroscópica, microscópica y propiedades organolépticas de *Nectandra reticulata*

a) Anatomía macroscópica y propiedades organolépticas de *Nectandra reticulata*

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 3

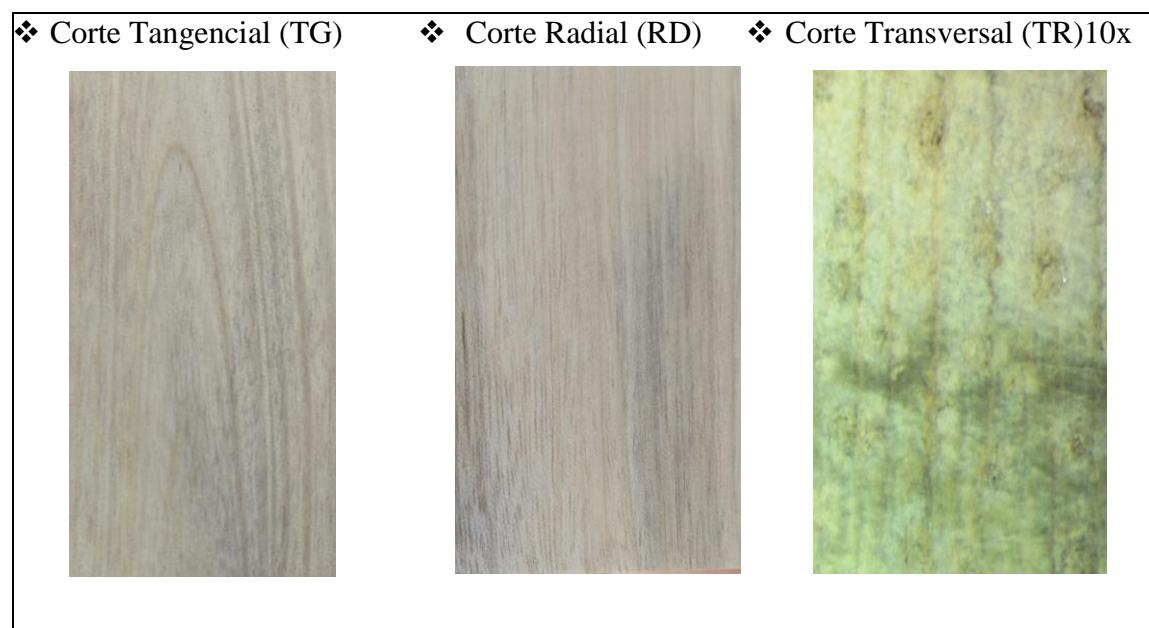
Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera Nectandra reticulata, A-01

❖ Propiedades organolépticas	❖ Anatomías macroscópicas
<ul style="list-style-type: none">- Color: Color del duramen: Cualitativo: no definido Cuantitativo: Escala RGB, R= 204; G= 193; B= 172; Hex= #CCC1AC Color de albura: amarillo cremoso Cuantitativo: Escala RGB, R=244; G= 239; B= 224; Hex= #F4EFE0- Olor: alcanforado bajo- Sabor: no distintivo- Brillo: bajo- Veteado: radiales líneas paralelas, tangenciales arcos superpuestos poco diferenciados.- Grano: entrecruzado- Textura: gruesa- Lustre: bajo	<ul style="list-style-type: none">- Poros: solitarios y agrupados en pares, con presencia de parénquima.- Parénquima: Apotraqueal.- Radios: finos y discontinuos 

Nota. La propiedad organoléptica de color se muestra en la escala cualitativa RGB digital.

Figura 3




Características macroscópicas de la madera Nectandra reticulata, A-01



Nota. Las figuras muestran los tres cortes, tangencial, radial y transversal (10x); así como el veteado.

Tabla 4

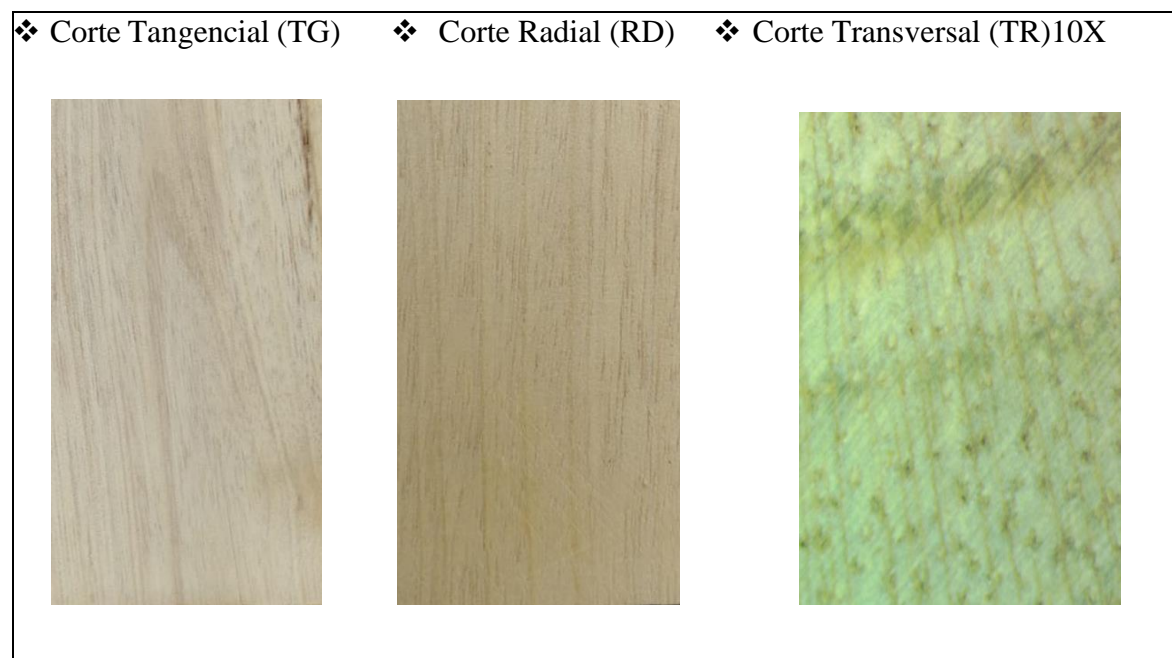
Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera Nectandra reticulata, A-02

❖ Propiedades organolépticas	❖ Características macroscópicas
<ul style="list-style-type: none"> - Color: Color del duramen: Cualitativo: Marrón claro no definido Cuantitativo: Escala RGB, R= 204; G= 193; B= 172; Hex= #CCC1AC Color de albura: Cuantitativo: Amarillo cremoso Cualitativo: Escala RGB, R=232; G= 224; B= 190; Hex= #E8E0BE - Olor: alcanforado bajo - Sabor: no distintivo - Brillo: medio - Veteado: radiales líneas paralelas, tangenciales arcos superpuestos poco diferenciados. - Grano: entrecruzado - Textura: gruesa - Lustre: bajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Poros: solitarios y agrupados en pares, con presencia de parénquima. - Parénquima: Apotraqueal. - Radios: fino y discontinuos <div>    </div>

Nota. La propiedad organoléptica de color se muestra en la escala cualitativa RGB digital.

Figura 4

Características macroscópicas de la madera Nectandra reticulata, A-02



Nota. Las figuras muestran los tres cortes, tangencial, radial y transversal (10x); así como el veteado.

Tabla 5

Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera Nectandra reticulata, A-03

❖ Propiedades organolépticas	❖ Anatomía macroscópica
<ul style="list-style-type: none"> - Color: Color del duramen: Cualitativo: Marrón claro no definido Cuantitativo: Escala RGB, R= 204; G= 193; B= 172; Hex= # CCC1AC Color de albura: Cuantitativo: Amarillo cremoso - Cualitativo: Escala RGB, R=214; G= 204; B= 174; Hex= #D6CCAE - Olor: alcanforado bajo - Sabor: no distintivo - Brillo: medio - Veteado: radiales líneas paralelas, tangenciales arcos superpuestos poco diferenciados - Grano: Entrecruzado - Textura: gruesa - Lustre: bajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Poros: solitarios y agrupados en pares, con presencia de parénquima. - Parénquima: Apotraqueal. - Radios: finos delgados y discontinuos <p>The three small images show wood cross-sections at 10X magnification. The left image (TG) shows a light brown surface with vertical grain lines. The middle image (RD) shows a similar light brown surface with vertical grain lines. The right image (TR) shows a greenish-yellow surface with a more complex, textured pattern.</p>

Nota. La propiedad organoléptica de color se muestra en la escala cualitativa RGB digital.

Figura 5

Características macroscópicas de la madera Nectandra reticulata, A-03



Nota. Las figuras muestran los tres cortes, tangencial, radial y transversal (10x); así como el veteado.

Tabla 6

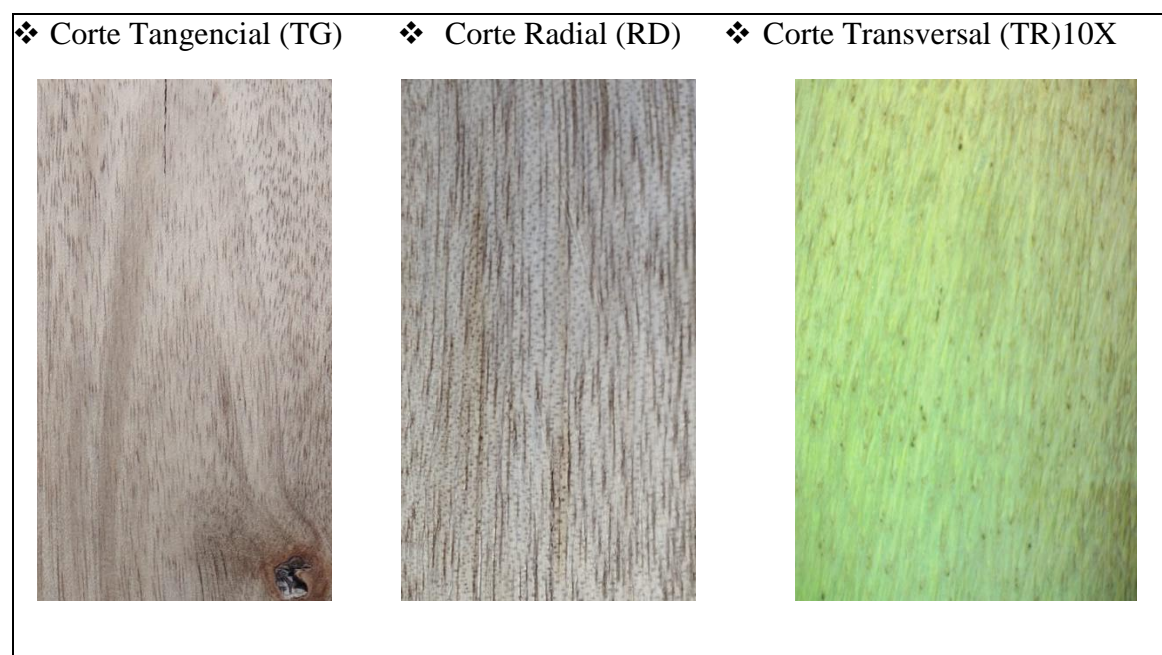
Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera Nectandra reticulata, A-04

❖ Propiedades organolépticas	❖ Anatomía macroscópica
<ul style="list-style-type: none"> - Color: Color del duramen: Cualitativo: Marrón claro no definido Cuantitativo: Escala RGB, R= 184; G= 169; B= 150; Hex= # B8A996 Color de albura: Cuantitativo: amarillo cremoso Cualitativo: Escala RGB, R=234; G= 229; B= 214; Hex= # EAE5D6 - Olor: Alcanforado bajo - Sabor: no distintivo - Brillo: medio - Veteado: radiales líneas paralelas; tangenciales arcos superpuestos poco diferenciados. - Grano: entrecruzado - Textura: gruesa - Lustre: bajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Poros: solitarios y agrupados, con presencia de parénquima. - Parénquima: Apotraqueal. - Radios: finos y discontinuos

Nota. La propiedad organoléptica de color se muestra en la escala cualitativa RGB digital.

Figura 6




Características macroscópicas de la madera Nectandra reticulata, A-04



Nota. Las figuras muestran los tres cortes, tangencial, radial y transversal (10x); así como el veteado.

Tabla 7

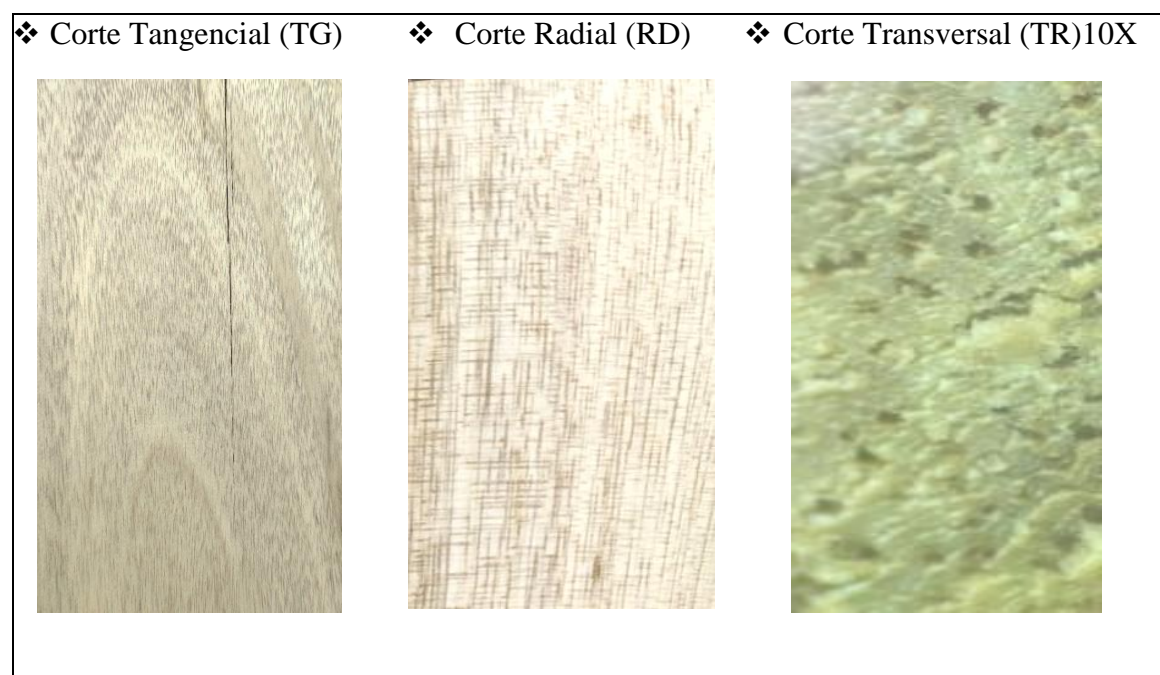
Propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera Nectandra reticulata, A-05

❖ Propiedades organolépticas	❖ Anatomía macroscópica
<ul style="list-style-type: none"> - Color: Color del duramen: Cualitativo: Marrón claro no definido Cuantitativo: Escala RGB, R= 150; G= 142; B= 122; Hex= # 968E7A Color de albura: Cuantitativo: Amarillo cremoso Cualitativo: Escala RGB, R=242; G= 234; B= 214; Hex= # F2EAD6 - Olor: alcanforado bajo - Sabor: no distintivo - Brillo: medio - Veteado: radiales líneas paralelas; tangenciales arcos superpuestos poco diferenciados. - Grano: inclinado - Textura: gruesa - Lustre: bajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Poros: solitarios y agrupados en pares, con presencia de parénquima. - Parénquima: Apotraqueal. - Radios: finos y discontinuos <div>    </div>

Nota. La propiedad organoléptica de color se muestra en la escala cualitativa RGB digital.

Figura 7


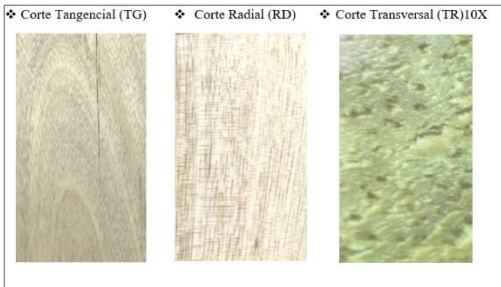
Características macroscópicas de la madera Nectandra reticulata, A-05



Nota. Las figuras muestran los tres cortes, tangencial, radial y transversal (10x); así como el veteado.

Tabla 8

Resumen de propiedades macroscópicas y organolépticas de la madera Nectandra reticulata

❖ Propiedades organolépticas	❖ Anatomía macroscópica
<ul style="list-style-type: none"> - Color: Color del duramen: Cualitativo: Marrón claro no definido Cuantitativo: Escala RGB, R= 204; G= 193; B= 172; Hex= #CCC1AC Color de albura: Cualitativo: Amarillo cremoso Cuantitativo: Escala RGB, R=234; G= 229; B= 214; Hex= # EAE5D6 - Olor: alcanforado bajo - Sabor: no distintivo - Brillo: medio - Veteado: radiales líneas paralelas; tangenciales arcos superpuestos poco diferenciados. - Grano: inclinado - Textura: gruesa - Lustre: bajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Poros: solitarios y agrupados en pares, con presencia de parénquima. - Parénquima: Apotraqueal. - Radios: finos y discontinuos <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div>

Nota. La propiedad organoléptica de color se muestra en la escala cualitativa RGB digital.

En las tablas del 3 al 7 y en las figuras del 3 al 7 y especialmente en la tabla 8, se muestran el resumen de las propiedades macroscópicas de la madera de *Nectandra reticulata*, teniendo poros solitarios y agrupados en pares con presencia de parénquima, como el parénquima apotraqueal, con radios finos y discontinuos. En cuanto a las propiedades organolépticas resalta un color del duramen marrón claro no definido y de la albura amarillo cremoso, el olor es alcanforado bajo, con sabor no distintivo, brillo medio, un veteado radial con líneas paralelas y tangencial con arcos superpuestos poco diferenciados, con grano inclinado, textura gruesa y lustre bajo.

b) Anatomía microscópica de la madera de *Nectandra reticulata*

Tabla 9

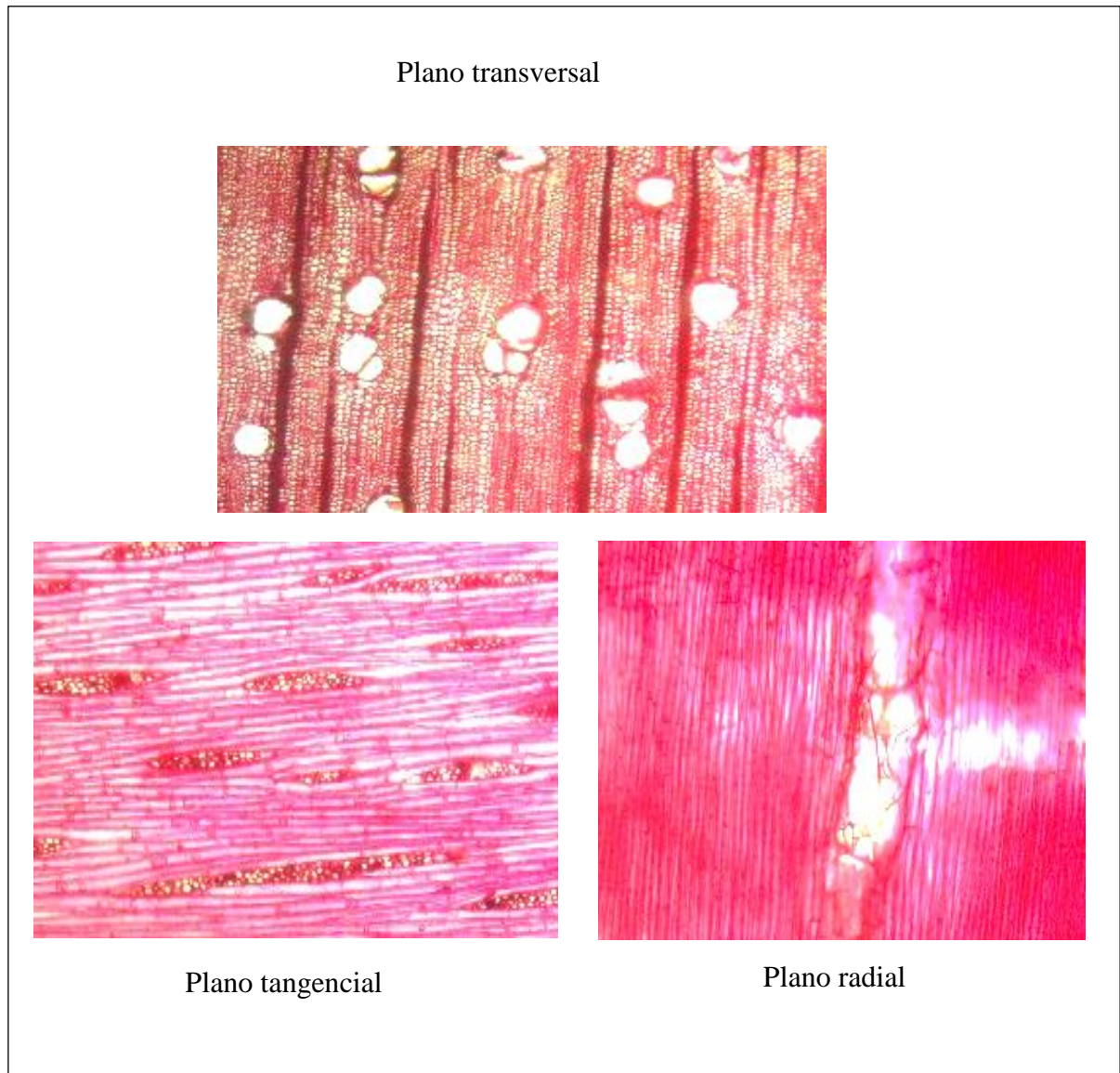
Características microscópicas de la madera Nectandra reticulata, A-01

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Banda de parénquima y fibras con paredes engrosadas
	Porosidad	Difusa
	Disposición de los poros	Radiales
	Agrupación de poros	Solitarios, agrupados radiales y arracimados
	Forma de poros	Ovalados y circulares
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	289,759 µm
	Frecuencia de los poros	2,1 poros/mm ²
	Inclusiones en los elementos vasculares	Tilosos y gomas
	Platina de perforación	Simple
	Punteaduras intervasculares	Alternas
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Apertura areoladas
	Punteaduras ornadas	Si
	Engrosamientos espiralados en los vasos	Si presentan
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	Si presenta
	Grosor de las paredes de las fibras	Delgadas y gruesas (límite del anillo)
	Tipo de Fibras	Con punteaduras simples
	Engrosamientos espiralados en las fibras	No presenta
Parénquima	Parénquima apotraqueal	Apotraqueal difuso
	Parénquima paratraqueal	Escaso
	Parénquima en bandas	En bandas anchas
	Contenidos en parénquima	Abundante
	Parénquima longitudinal en series fusiformes	No presenta
Radios	Ancho	De 1 a 3 células
	Altura	Altos, 1190,854 µm
	Composición celular de los radios	Tipo III: con células procumbentes y una fila de células erectas y escaso tipos IV con dos filas de células erectas.
	Otro tipo de variantes en las células radiales	Células radiales envolventes
	Radios por milímetro lineal	2,2 radios
	Contenidos	Células oleíferas
Estructura estratificada	Fibras	No presenta
	Radios	No presenta
	Parénquima	No presenta
	Todos los elementos	Ningún elemento es estratificado
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas	No presenta
	Canales intercelulares	No presenta
	Tubos taniníferos	No presenta
	Floema incluido	No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	Pequeños
	Sílice	No presenta
	Ausente	No presenta

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

Figura 8

Características microscópicas de la madera Nectandra reticulata, A-01



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

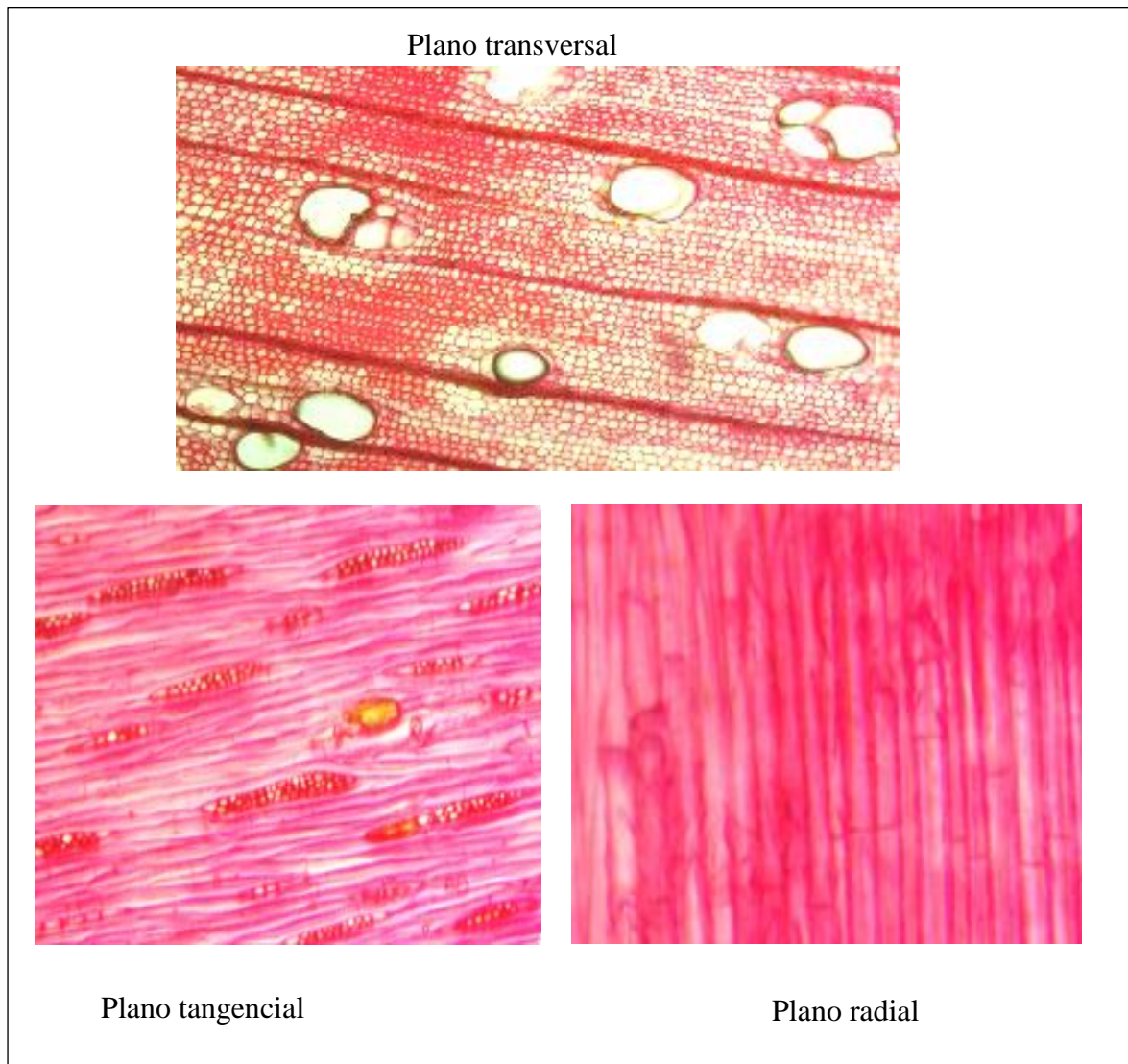
Tabla 10*Características microscópicas de la madera Nectandra reticulata, A-02*

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Banda de parénquima y fibras con paredes engrosadas
	Porosidad	Difusa
	Disposición de los poros	Radiales
	Agrupación de poros	Solitarios, agrupados radiales y arracimados
	Forma de poros	Ovalados y circulares
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	343.34 μm
	Frecuencia de los poros	2,2 poros/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Tilosis y gomas
	Platina de perforación	Simple
	Punteaduras intervasculares	Alternas
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Apertura areoladas
	Punteaduras ornadas	Si
	Engrosamientos espiralados en los vasos	Si presentan
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	Si presenta
	Grosor de las paredes de las fibras	Delgadas y gruesas (límite del anillo)
	Tipo de Fibras	Con punteaduras simples
	Engrosamientos espiralados en las fibras	No presenta
Parénquima	Parénquima apotraqueal	Apotraqueal difuso
	Parénquima paratraqueal	Escaso
	Parénquima en bandas	En bandas anchas
	Contenidos en parénquima	Abundante
	Parénquima longitudinal en series fusiformes	No presenta
Radios	Ancho	De 1 a 3 células
	Altura	Altos 875,73 μm
	Composición celular de los radios	Tipo III: con células procumbentes y una fila de células erectas y escaso tipos IV con dos filas de células erectas.
	Otro tipo de variantes en las células radiales	Células radiales envolventes
	Radios por milímetro lineal	2,2 radios
	Contenidos	Células oleíferas
Estructura estratificada	Fibras	No presenta
	Radios	No presenta
	Parénquima	No presenta
	Todos los elementos	Ningún elemento es estratificado
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas	No presenta
	Canales intercelulares	No presenta
	Tubos taniníferos	No presenta
	Floema incluido	No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	Pequeños
	Sílice	No presenta
	Ausente	No presenta

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

Figura 9

Características microscópica de la madera Nectandra reticulata, A-02



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

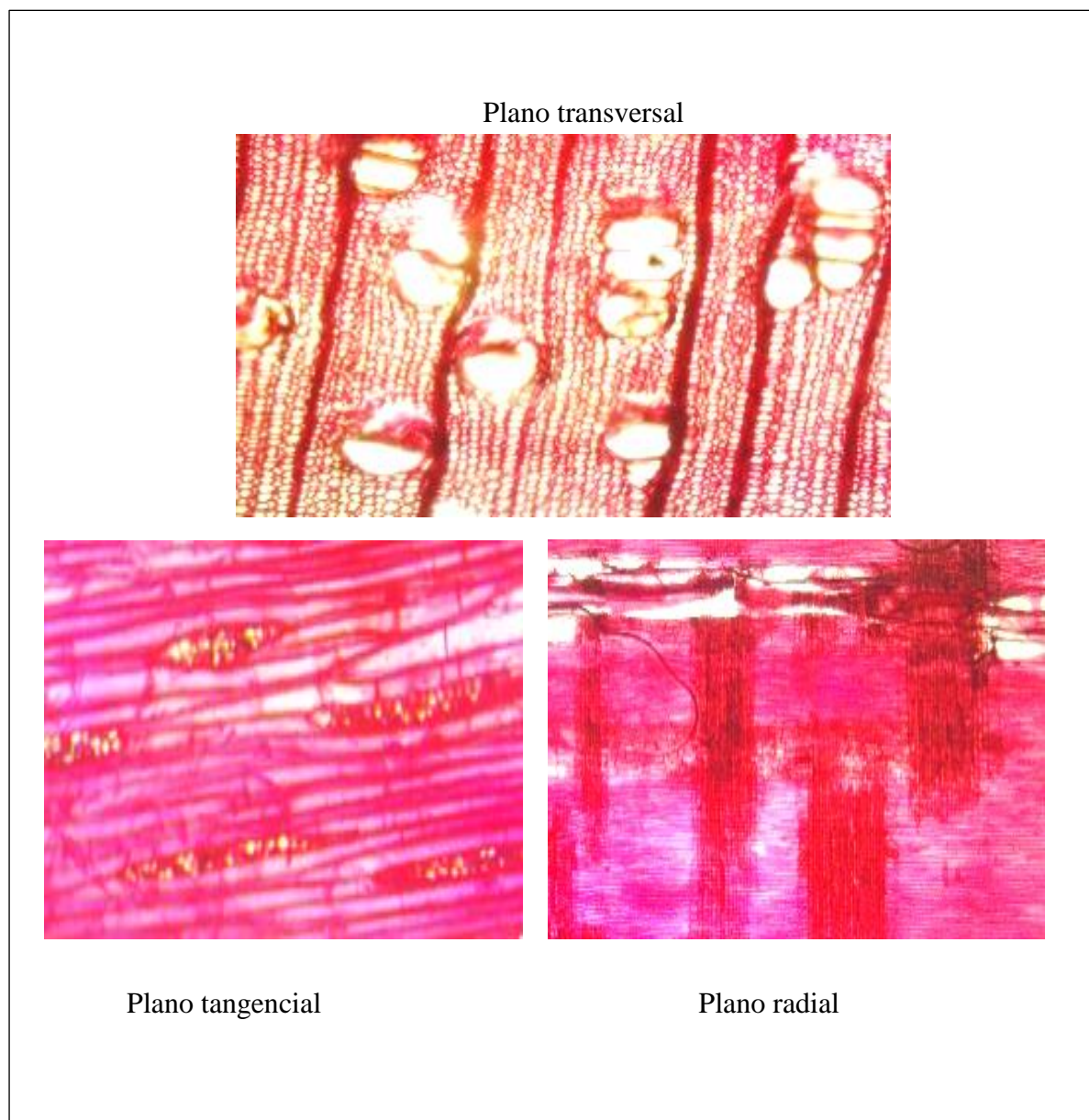
Tabla 11*Características microscópicas de la madera Nectandra reticulata, A-03*

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Banda de parénquima y fibras con paredes engrosadas
	Porosidad	Difusa
	Disposición de los poros	Radiales
	Agrupación de poros	Solitarios, agrupados radiales y arracimados
	Forma de poros	Ovalados y circulares
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	377,513 μm
	Frecuencia de los poros	2,1 poros/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Tilosis y gomas
	Platina de perforación	Simple
	Punteaduras intervasculares	Alternas
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Apertura areoladas
	Punteaduras ornadas	Si
	Engrosamientos espiralados en los vasos	Si presentan
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	Si presenta
	Grosor de las paredes de las fibras	Delgadas y gruesas (límite del anillo)
	Tipo de Fibras	Con punteaduras simples
	Engrosamientos espiralados en las fibras	No presenta
Parénquima	Parénquima apotraqueal	Apotraqueal difuso
	Parénquima paratraqueal	Escaso
	Parénquima en bandas	En bandas anchas
	Contenidos en parénquima	Abundante
	Parénquima longitudinal en series fusiformes	No presenta
Radios	Ancho	De 1 a 3 células
	Altura	Altos 1202,821 μm
	Composición celular de los radios	Tipo III: con células procumbentes y una fila de células erectas.
	Otro tipo de variantes en las células radiales	Células radiales envolventes
	Radios por milímetro lineal	2,8 radios
	Contenidos	Células oleíferas
Estructura estratificada	Fibras	No presenta
	Radios	No presenta
	Parénquima	No presenta
	Todos los elementos	Ningún elemento es estratificado
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas	No presenta
	Canales intercelulares	No presenta
	Tubos taniníferos	No presenta
	Floema incluido	No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	Pequeños
	Sílice	No presenta
	Ausente	No presenta

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

Figura 10

Características microscópica de la madera Nectandra reticulata, A-03



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

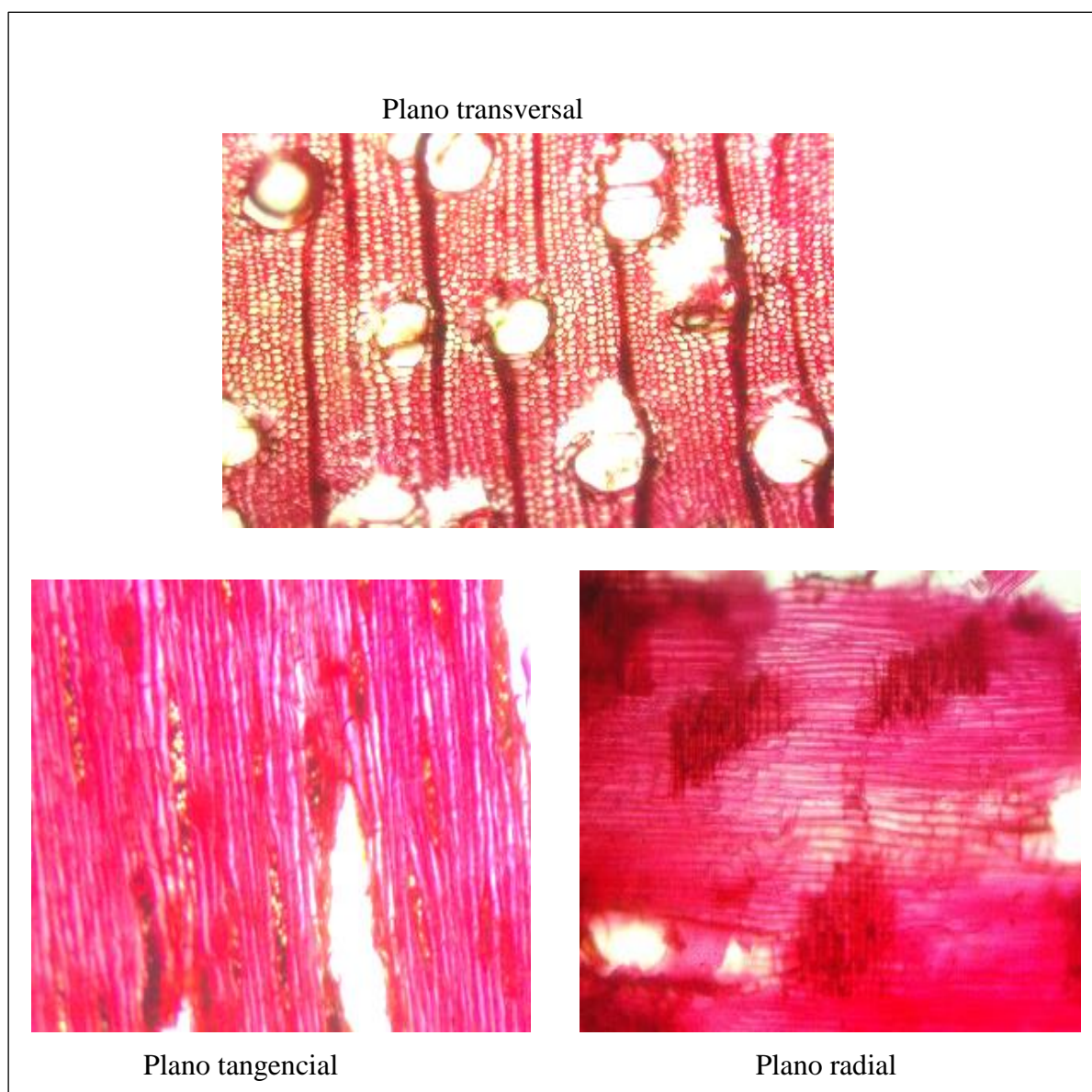
Tabla 12*Características microscópicas de la madera Nectandra reticulata, A-04*

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Banda de parénquima y fibras con paredes engrosadas
	Porosidad	Difusa
	Disposición de los poros	Radiales
	Agrupación de poros	Solitarios, agrupados radiales y arracimados
	Forma de poros	Ovalados y circulares
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	376,282 μm
	Frecuencia de los poros	2,9 poros/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Tilosis y gomas
	Platina de perforación	Simple
	Punteaduras intervasculares	Alternas
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Apertura areoladas
	Punteaduras ornadas	Si
	Engrosamientos espiralados en los vasos	Si presentan
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	Si presenta
	Grosor de las paredes de las fibras	Delgadas y gruesas (límite del anillo)
	Tipo de Fibras	Con punteaduras simples
	Engrosamientos espiralados en las fibras	No presenta
Parénquima	Parénquima apotraqueal	Apotraqueal difuso
	Parénquima paratraqueal	Escaso
	Parénquima en bandas	En bandas anchas
	Contenidos en parénquima	Abundante
	Parénquima longitudinal en series fusiformes	No presenta
Radios	Ancho	De 1 a 3 células
	Altura	Altos 744,800 μm
	Composición celular de los radios	Tipo III: con células procumbentes y una fila de células erectas.
	Otro tipo de variantes en las células radiales	Células radiales envolventes
	Radios por milímetro lineal	2,7 radios
	Contenidos	Células oleíferas
Estructura estratificada	Fibras	No presenta
	Radios	No presenta
	Parénquima	No presenta
	Todos los elementos	Ningún elemento es estratificado
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas	No presenta
	Canales intercelulares	No presenta
	Tubos taniníferos	No presenta
	Floema incluido	No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	Pequeños
	Sílice	No presenta
	Ausente	No presenta

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

Figura 11

Características microscópica de la madera Nectandra reticulata, A-04



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

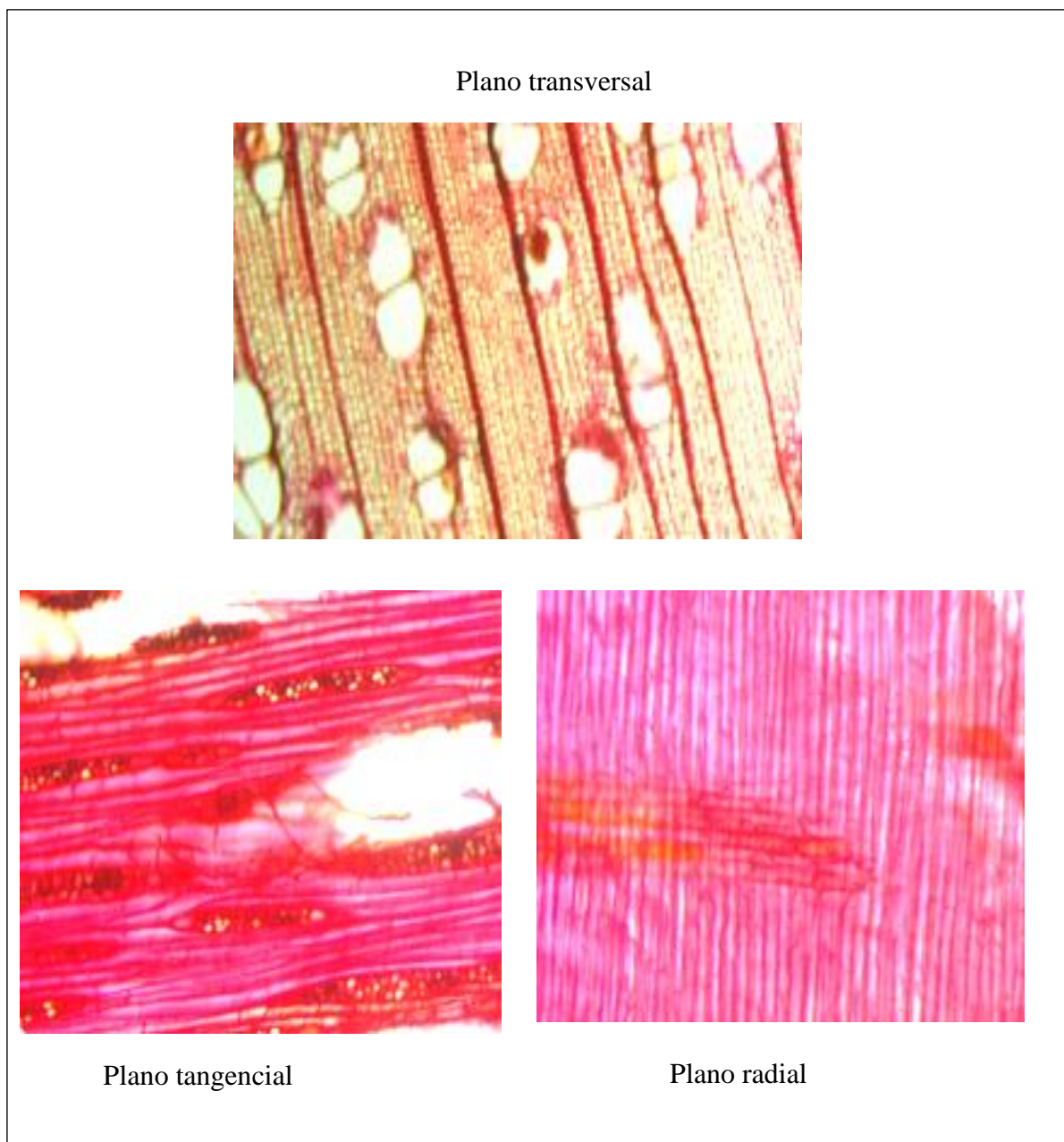
Tabla 13*Características microscópicas de la madera Nectandra reticulata, A-05*

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Banda de parénquima y fibras con paredes engrosadas
	Porosidad	Difusa
	Disposición de los poros	Radiales
	Agrupación de poros	Solitarios, agrupados radiales y arracimados
	Forma de poros	Ovalados y circulares
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	382,896 μm
	Frecuencia de los poros	3,5 poros/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Tilosis y gomas
	Platina de perforación	Simple
	Punteaduras intervasculares	Alternas
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Apertura areoladas
	Punteaduras ornadas	Si
	Engrosamientos espiralados en los vasos	Si presentan
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	Si presenta
	Grosor de las paredes de las fibras	Delgadas y gruesas (límite del anillo)
	Tipo de Fibras	Con punteaduras simples
	Engrosamientos espiralados en las fibras	No presenta
Parénquima	Parénquima apotraqueal	Apotraqueal difuso
	Parénquima paratraqueal	Escaso
	Parénquima en bandas	En bandas anchas
	Contenidos en parénquima	Abundante
	Parénquima longitudinal en series fusiformes	No presenta
Radios	Ancho	De 1 a 3 células
	Altura	Altos 1127,784 μm
	Composición celular de los radios	Tipo III: con células procumbentes y una fila de células erectas y escaso tipos IV con dos filas de células erectas.
	Otro tipo de variantes en las células radiales	Células radiales envolventes
	Radios por milímetro lineal	2,1 radios
	Contenidos	Células oleíferas
Estructura estratificada	Fibras	No presenta
	Radios	No presenta
	Parénquima	No presenta
	Todos los elementos	Ningún elemento es estratificado
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas	No presenta
	Canales intercelulares	No presenta
	Tubos taniníferos	No presenta
	Floema incluido	No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	Pequeños
	Sílice	No presenta
	Ausente	No presenta

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

Figura 12

Características microscópicas de la madera Nectandra reticulata, A-05



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

Tabla 14*Resumen de propiedades microscópicas de la madera Nectandra reticulata*

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Banda de parénquima y fibras con paredes engrosadas
	Porosidad	Difusa
	Disposición de los poros	Radiales
	Agrupación de poros	Solitarios, agrupados radiales y arracimados
	Forma de poros	Ovalados y circulares
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	353,96 μm
	Frecuencia de los poros	2,5 poros/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Tilosis y gomas
	Platina de perforación	Simple
	Punteaduras intervasculares	Alternas
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Apertura areoladas
	Punteaduras ornadas	Si
	Engrosamientos espiralados en los vasos	Si presentan
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	Si presenta
	Grosor de las paredes de las fibras	Delgadas y gruesas (límite del anillo)
	Tipo de Fibras	Con punteaduras simples
	Engrosamientos espiralados en las fibras	No presenta
Parénquima	Parénquima apotraqueal	Apotraqueal difuso
	Parénquima paratraqueal	Escaso
	Parénquima en bandas	En bandas anchas
	Contenidos en parénquima	Abundante
	Parénquima longitudinal en series fusiformes	No presenta
Radios	Ancho	De 1 a 3 células
	Altura	Altos 1028,39 μm
	Composición celular de los radios	Tipo III: con células procumbentes y una fila de células erectas y escaso tipos IV con dos filas de células erectas.
	Otro tipo de variantes en las células radiales	Células radiales envolventes
	Radios por milímetro lineal	2,4 radios
	Contenidos	Células oleíferas
Estructura estratificada	Fibras	No presenta
	Radios	No presenta
	Parénquima	No presenta
	Todos los elementos	Ningún elemento es estratificado
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas	No presenta
	Canales intercelulares	No presenta
	Tubos taniníferos	No presenta
	Floema incluido	No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	Pequeños
	Sílice	No presenta
	Ausente	No presenta

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

En la tabla 14, se visualiza el resumen de la estructura microscópica de la madera de *Nectandra reticulata*; esta tabla resume lo que se visualiza en las tablas 9 a 13 y las figuras 8 a 12. Se encontró anillos en bandas de parénquima y fibras con paredes engrosadas, una porosidad difusa, con disposición de los poros radiales, poros solitarios, agrupados radiales y arracimados, forma de poros ovalados y circulares, el diámetro promedio de los elementos vasculares es de 353,96 μm , frecuencia de los poros 2,5/ mm^2 , en cuanto a la inclusiones en los elementos vasculares hay presencia de gomas y tilosis; los vasos presentan una platina de perforación simple, con punteaduras intervasculares alternas, tipo de apertura de las punteaduras areoladas; así mismo, se visualiza presencia de septas de fibras, el grosor de la pared de las fibras va de delgadas a gruesas (límite del anillo); de igual manera, las fibras presentan punteaduras simples; de igual forma, en cuanto al parénquima se encontró parénquima apotraqueal difuso, paratraqueal escaso, en bandas anchas, el contenido de parénquima abundante; así mismo, el ancho de los radios es de 1 a 3 células, la altura de los radios es de alto 1 028,39 μm en promedio, en cuanto a la composición celular de los radios es de tipo III: con células procumbentes y una fila de células erectas y escaso tipos IV con dos filas de células erectas, presentan parénquima con células envolventes; el número de radios por milímetro lineal es de 2,4; así mismo, se visualizan cristales prismáticos pequeños.

4.1.3. Propiedades físicas de la madera de *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez.

Tabla 15

Propiedades físicas de la madera Nectandra reticulata

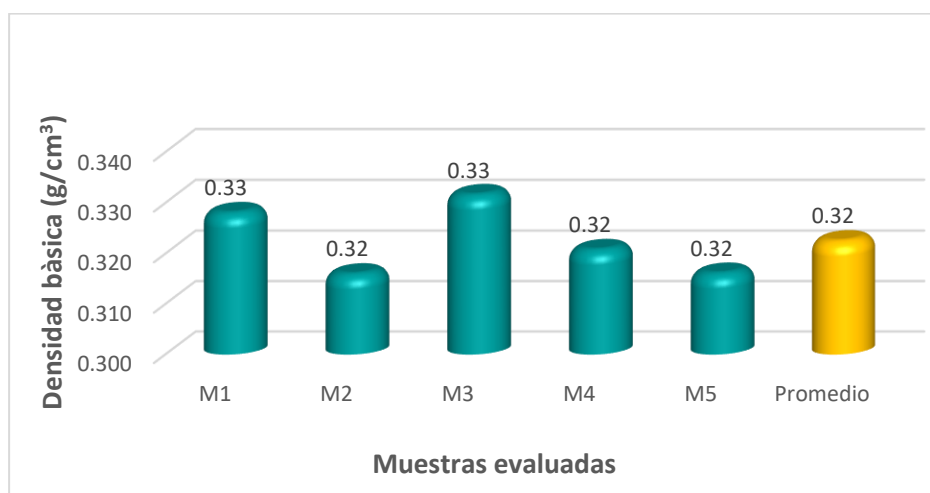
Nº	Propiedad física	Ítem	Valor	Norma de referencia
1	Densidad básica	X (g.cm ⁻³)	0,32	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	8,26	
2	Densidad anhidra	X (g.cm ⁻³)	0,36	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	8,61	
3	Densidad Verde	X (g.cm ⁻³)	0,78	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	5,70	
4	Contracción tangencial	X (%)	5,74	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	31,15	
5	Contracción Radial	X (%)	4,09	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	29,68	
6	Contracción Volumétrica	X (%)	10,12	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	24,89	
7	Relación CT/CR	Relación	1,56	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	41,68	
8	Humedad	X (%)	143,30	NTP 251.010:2014
		C.V. (%)	14,72	

Nota. X= valor promedio, C.V = coeficiente de variabilidad, NTP = norma técnica peruana

En la tabla 15, se muestra las propiedades físicas de la madera de *Nectandra reticulata*, entre los cuales se percibe la densidad básica con un valor promedio de 0,32 g/cm³; la contracción volumétrica con el 10,12 %; el valor promedio del contenido máximo de humedad con el 143,30 % y la relación de contracción tangencial y contracción radial con el 1,56.

Figura 13

Densidad básica de la madera Nectandra reticulata

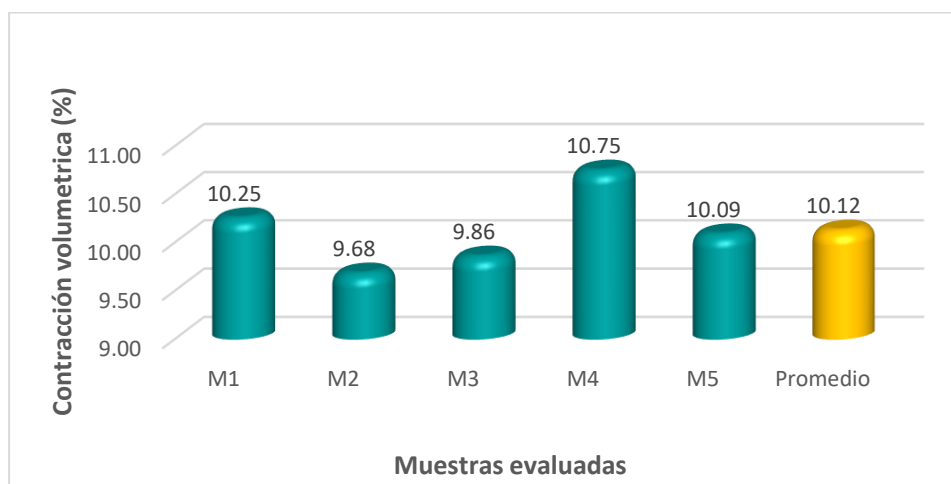


Nota. Densidad básica de la madera según árbol evaluado.

En la figura 13, se puede observar la densidad básica de los 5 árboles de la madera *Nectandra reticulata*, donde el árbol M3 obtuvo valores del 0,33 g/cm³ siendo este el más alto, mientras que los árboles M5 y M2 obtuvieron valores del 0,32 g/cm³ siendo estos los más bajos; así mismo los árboles obtuvieron un valor promedio para la densidad básica del 0,32 g/cm³.

Figura 14

Contracción volumétrica de Nectandra reticulata

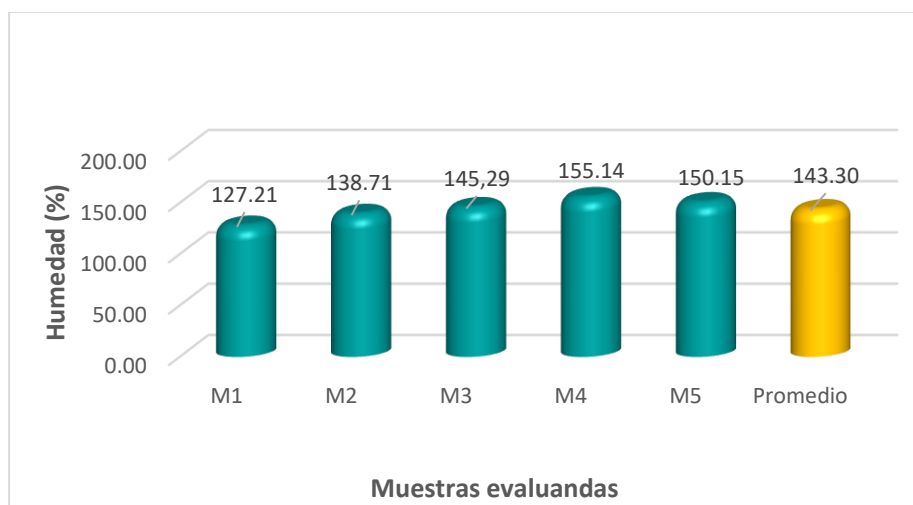


Nota. Valores promedios de la contracción volumétrica según árbol evaluado

En la figura 14, se visualiza la contracción volumétrica de los árboles de *Nectandra reticulata*, donde el árbol M4 obtuvo el valor de 10,75 % siendo este el más alto, mientras que el árbol M2 fue del 9,68 %, así mismo los árboles obtuvieron valores promedios del 10,12 %.

Figura 15

Contenido máximo de humedad de la madera Nectandra reticulada



Nota. Contenido máximo de humedad según árbol evaluado.

En la figura 15, se visualiza el contenido de humedad de la madera, donde en contenido de humedad mínimo fue de 127,21 % a un contenido de humedad máximo de 155,14 %; así mismo obtuvo un promedio de contenido de humedad de 143,30 %; por otra parte, presenta un coeficiente de variación de 14,72 % que se encuentra entre los rangos normales.

4.1.4. Propiedades mecánicas de la madera de *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez.

- Resistencia a la flexión estática

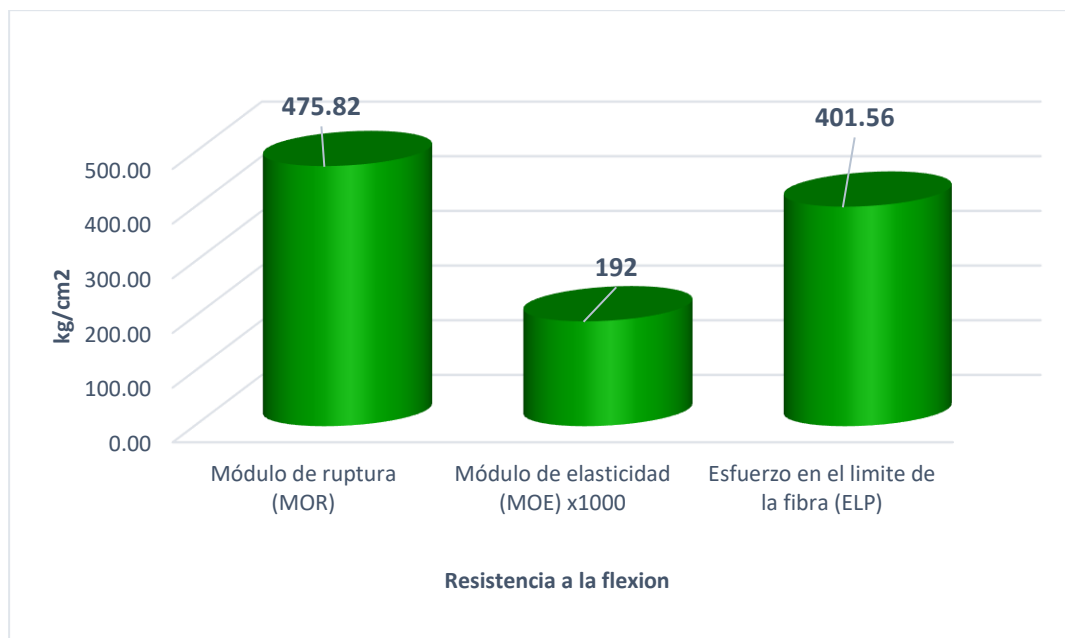
Tabla 16

*Expresiones de la flexión estática de la madera *Nectandra reticulata**

Propiedad mecánica	Valor (kg/cm ²)
Módulo de ruptura (MOR)	476,82
Módulo de elasticidad (MOE)	191800
Esfuerzo en el límite de la fibra (ELP)	402,56

Figura 16

*Valores de las expresiones de la flexión estática de la madera *Nectandra reticulata**



En la tabla 16 y figura 16, se visualizan las expresiones de la resistencia a la flexión de la madera *Nectandra reticulata*, donde el módulo de ruptura MOR fue 476,82 kg/cm², del

mismo modo el módulo de elasticidad MOE fue de 191800 kg/cm² y el esfuerzo límite de la fibra ELP fue de 401,56 kg/cm² con un coeficiente de variación del 17, 69 %.

- **Resistencia a la compresión paralela**

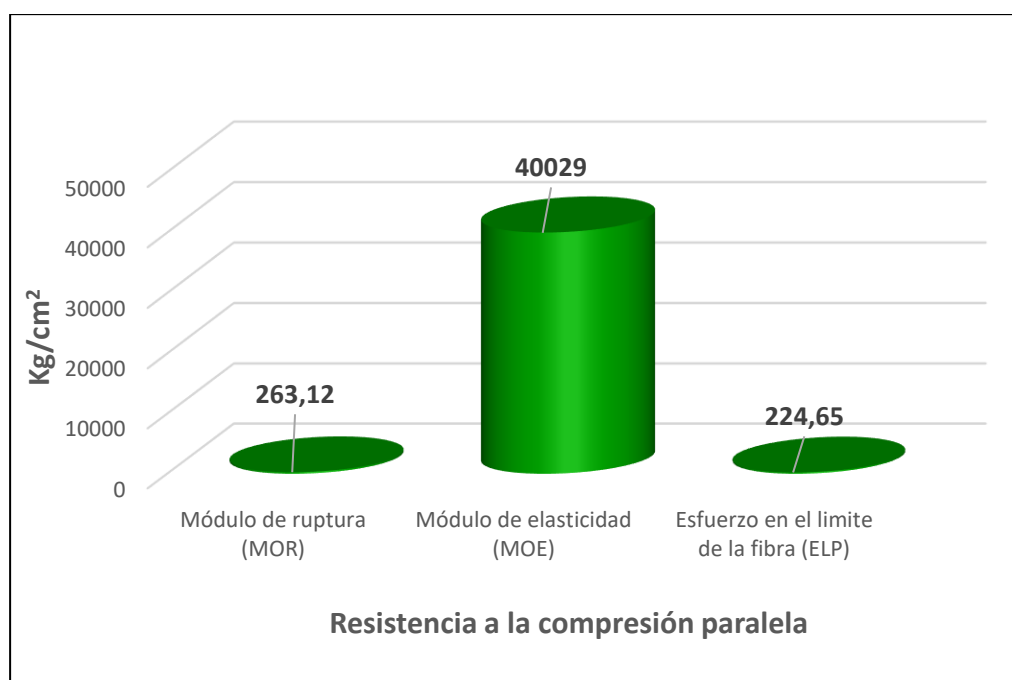
Tabla 17

Expresiones de la compresión paralela de la madera Nectandra reticulata

Propiedad mecánica	Valor (kg/cm ²)
Módulo de rotura (MOR)	263,12
Módulo de elasticidad (MOE)	40029
Esfuerzo en el límite proporcional de la fibra (ELP)	224,65

Figura 17

Valores de las expresiones de la compresión paralela de la madera Nectandra reticulata



En la tabla 17 y figura 17, se presentan las expresiones de la compresión perpendicular de la madera *Nectandra reticulata*, donde se observó los valores del módulo de ruptura MOR fue 263,12 kg/cm², del mismo modo el módulo de elasticidad MOE fue de 40 029 kg/cm² y el esfuerzo límite de la fibra ELP fue de 224,65 kg/cm² con un coeficiente de variación del 18,80 %.

- **Dureza**

Tabla 18

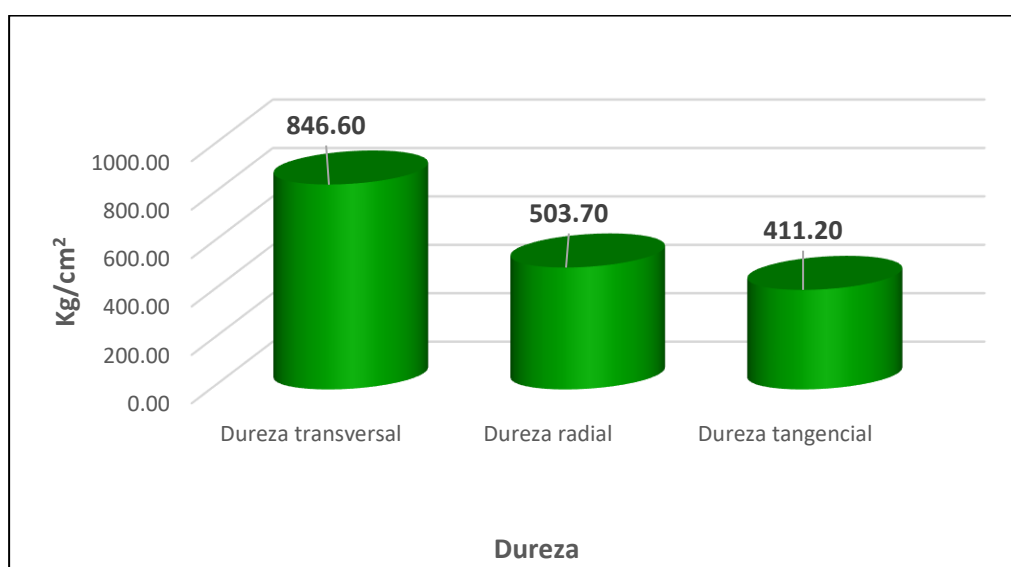
Dureza de la madera Nectandra reticulata

Propiedad mecánica	Valor (kg/cm ²)
Dureza transversal	847,60
Dureza radial	503,70
Dureza tangencial	411,20

Nota. kg/cm²= kilogramo centímetro cuadrado

Figura 18

Dureza de la madera Nectandra reticulata



En la tabla 18 y figura 18, se visualiza la dureza de la madera *Nectandra reticulata* en diferentes cortes, en el corte radial presenta 503,70 kg/cm², en el corte tangencial presenta 411,20 kg/cm²; así mismo en el corte transversal fue de 846,60 kg/cm².

Tabla 19*Propiedades mecánicas de la madera Nectandra reticulada*

Nº	Propiedades mecánicas	Ítem	Valor	Norma de referencia
1	Resistencia a la flexión estática (MOR)	X (kg/cm ²) C.V. (%)	475,82 17,69	NTP 251.017:2014
2	Resistencia a la flexión estática (MOE)	X (kg/cm ²) C.V. (%)	191800 54,99	NTP 251.017:2015
3	Resistencia a la flexión estática (ELP)	X (kg/cm ²) C.V. (%)	401,56 17,37	NTP 251.017:2016
4	Resistencia a la compresión paralela al grano (MOR)	X (kg/cm ²) C.V. (%)	263,12 18,80	NTP 251.014:2014
5	Resistencia a la compresión paralela al grano (MOE)	X (kg/cm ²) C.V. (%)	40029 66,00	NTP 251.014:2015
6	Resistencia a la compresión paralela al grano (ELP)	X (kg/cm ²) C.V. (%)	223,65 18,80	NTP 251.014:2016
7	Resistencia a la compresión perpendicular al grano (ELP)	X (kg/cm ²) C.V. (%)	99,19 16,92	NTP 251.016: 2015 (3º Edición)
8	Resistencia al cizallamiento (MOR)	X (kg/cm ²) C.V. (%)	121,91 8,38	NTP 251.013: 2015
9	Dureza transversal	X (kg/cm ²) C.V. (%)	846,60 30,42	NTP 251.015:2014
10	Dureza radial	X (kg/cm ²) C.V. (%)	503,70 27,20	NTP 251.015:2015
11	Dureza tangencial	X (kg/cm ²) C.V. (%)	411,20 10,49	NTP 251.015:2016

Nota. kg/cm²= kilogramo centímetro cuadrado CV= coeficiente de variación

En la tabla 19, se visualizan las propiedades mecánicas de la madera *Nectandra reticulata*, donde la resistencia a la flexión MOR fue de 475,82 kg/cm² con un coeficiente de variación de 17,69 %, la resistencia a la compresión paralela MOR fue de 263,12 kg/cm² con un coeficiente de variación de 18,80 %, la compresión perpendicular al grano que presento la madera MOR fue de 99,19 kg/cm² con un variación del coeficiente de 16,92 %; así mismo, la resistencia al cizallamiento tuvo un MOR de 121,91 kg/cm² con una variación del coeficiente del 8,38 %.

4.2. Discusión

Los resultados obtenidos en la investigación, se obtuvieron aplicando la metodología planteada; sin embargo, para su validación es necesario comparar con los resultados de otros investigadores. A continuación, se analizan y discuten los resultados de acuerdo a los objetivos específicos planteados.

Se caracterizó la anatomía macroscópica de la madera de *Nectandra reticulata*, obteniéndose que presenta poros solitarios y también agrupados, parénquima paratraqueal, radios finos discontinuos; por su parte Grefa (2021), encontró poros solitarios y agregados de dos o tres, radios finos, pero también presenta radios gruesos, parénquima paratraqueal generalmente vasicéntrico, estos resultados son muy parecidos a los obtenidos en la presente investigación, a pesar de tratarse de *Nectandra membranaceae*, lo que quiere decir que las características anatómicas macroscópicas son comunes para el género. En cuanto a las propiedades organolépticas, se obtuvo color de duramen marrón claro y albura amarillo cremoso, con olor alcanforado tenue, brillo medio, su veteado lineal radial y arcos superpuestos tangencial diferenciados, el grano inclinado, con textura media y bajo lustre; similares resultados obtuvo León (2020), con un duramen con color marrón amarillento, grano inclinado a entrecruzado, brillo medio a alto, sin sabor distintivo, pero este investigador encontró que tenía textura fina y lustre alto; las diferencias que se encontraron con este investigador, se debe a la edad de la muestra, porque el utilizó madera de árboles maduros de alto diámetro, mientras que en la presente se utilizaron muestras de árboles presentes en parcelas que han sido manejadas en sistemas agroforestales; por su parte PROMPERÚ (2019), coincide en sus resultados con los colores de la albura y duramen, distinguiendo una transición gradual entre estas, lo mismo que para otras propiedades organolépticas como olor tenue y grano inclinado y ligeramente entrecruzado.

En cuanto a las características anatómicas microscópicas, se encontró que la madera de *Nectandra reticulata*, presenta anillos de crecimiento en bandas de parénquima y fibras con paredes engrosadas, porosidad difusa, con poros solitarios, agrupados radiales y arracimados, forma ovalados y circulares, diámetro promedio de $353,96\ \mu\text{m}$ y frecuencia de $2,5\ \text{poros}/\text{mm}^2$; presenta inclusiones de gomas y tálides; los vasos presentan platina de perforación simple, con punteaduras intervasculares alternas, areoladas; las fibras presentan septas, el grosor de la pared va de delgadas a gruesas (límite del anillo); el parénquima apotraqueal es difuso pero abundante, paratraqueal escaso; el ancho de los radios es de 1 a 3

células, la altura es de 1 028,39 μm en promedio, presenta células de tipo III: con células procumbentes y una fila de células erectas y escaso tipos IV con dos filas de células erectas; así mismo, con un número de 2,4 radios/mm; así mismo, se cristales prismáticos pequeños. León (2020), en su investigación de la misma especie, encontró algunas coincidencias como por ejemplo fibras con menor diámetro radial debido al engrosamiento en el límite del anillo, porosidad difusa, poros solitarios y múltiples radiales, arracimados, platina de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, punteaduras radiovasculares areoladas a simples, presencia de tílides, fibras septadas, paredes medianas a gruesas (en especial en el límite del anillo), parénquima paratraqueal escaso, siendo vasicéntrico delgado, radios heterocelulares con células procumbentes y erectas; estos resultados son muy similares a las encontradas en la presente investigación. Por su parte Alvarado (2021), quien investigó la anatomía de *Nectandra obtusata*, encontró también características anatómicas similares como por ejemplo anillos de crecimiento visible, parénquima apotraqueal difuso, tílides en los poros, poros solitarios y múltiples, poros semicirculares, radios con células procumbentes y células marginales procumbentes, parénquima envolvente, fibras septadas; esta semejanza, entre las dos especies del mismo género, indica la poca variación de la anatomía dentro del género.

Con respecto al segundo objetivo específico planteado en la investigación se determinó las propiedades físicas de la madera de *Nectandra reticulata*, encontrándose valores para la densidad básica promedio de 0,32 g/cm^3 ; el máximo contenido de humedad fue de 143,30 %, la contracción volumétrica fue de 10,12 % y la relación contracción tangencial - radial fue de 1,56; de acuerdo a los resultados, se trata de una madera de densidad baja, con un alto contenido de porosidad, ya que puede albergar en su interior gran cantidad de agua, la relación CT/CR, lo ubica dentro de las maderas con muy buena estabilidad dimensional (JUNAC, 1984). En su publicación técnica promocional, PROMPERÚ (2019), indica que la especie tiene una densidad básica de 0,45 g/cm^3 , una contracción volumétrica de 9,55 % y una relación CT/CR de 2,2; estos valores solo son similares en el caso de la contracción volumétrica; sin embargo en la densidad básica son ligeramente superiores, ubicándolo dentro de las maderas de densidad media, y en cuanto al coeficiente de anisotropía, este autor, ubica a la madera dentro del grupo de maderas inestables dimensionalmente y que manifiestan defectos durante el secado en cámara o inclusive en el método natural. Por su parte Alvarado (2021), encontró propiedades físicas muy similares a las encontradas en la presente investigación con una densidad básica de 0,32 g/cm^3 , similares variaciones dimensionales y contenido de humedad, a pesar que evaluó otra especie del

género *Nectandra* (*Nectandra obtusata*). Sin embargo, Grefa (2021), en la especie *Nectandra membranacea*, encontró una densidad básica de $0,56 \text{ g/cm}^3$, valor este superior al encontrado para la especie evaluado en el presente estudio.

Con respecto a las propiedades mecánicas, se obtuvieron los siguientes valores, para flexión estática un MOR de $475,82 \text{ kg/cm}^2$, un MOE de 191800 kg/cm^2 y un ELP $401,56 \text{ kg/cm}^2$; para la compresión paralela un MOR $263,12 \text{ kg/cm}^2$, un MOE de 40029 kg/cm^2 y un ELP $223,65 \text{ kg/cm}^2$; para la resistencia al cizallamiento MOR de $121,91 \text{ kg/cm}^2$; para la compresión perpendicular un ELP de $99,19 \text{ kg/cm}^2$; para la dureza transversal $847,60 \text{ kg/cm}^2$, para la dureza radial $504,70 \text{ kg/cm}^2$ y para la dureza tangencial $411,60 \text{ kg/cm}^2$. Los valores de resistencia de la madera indican que es una madera de baja resistencia mecánica, por lo que sus usos recomendables serían para todos los tipos de carpintería, esto se ve potenciado por sus buenas características organolépticas que tiene, teniendo restricciones para su uso en estructuras (JUNAC, 1984). Resultados similares indica PROMPERÚ (2019), en su informe técnico sobre maderas peruanas, donde le confiere como resistencia a la flexión un MOR de 548 kg/cm^2 , y un MOE de 105000 kg/cm^2 , la pequeña diferencia se debe al origen de la muestra de madera, en este caso es de bosque primario, mientras que en la presente investigación proviene de parcelas intervenidas con sistemas agroforestales. Los resultados obtenidos en otras especies de Lauraceas, conocidas como moenas, nos dan valores que pueden compararse con los obtenidos en la presente investigación, en especial el género *Ocotea*, muy relacionado al género *Nectandra* en cuanto a la tecnología de su madera; así tenemos que Monge y Suasnabar (2019), quien evaluó *Ocotea cinerea*, encontró valores de flexión estática MOR 741 kg/cm^2 y MOE $295,2 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$, compresión paralela 389 kg/cm^2 y $15,8 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ de MOR y MOE respectivamente, dureza 346 kg y 355 kg lados y extremos respectivamente; por su parte Tello (2023), quien evaluó a *Ocotea jelskii*, encontró valores de MOR flexión estática de $750,99 \text{ kg/cm}^2$, MOR de compresión paralela al grano de $467,80 \text{ kg/cm}^2$, MOR cizallamiento de $116,97 \text{ kg/cm}^2$, ELP de compresión perpendicular a la fibra de $104,89 \text{ kg/cm}^2$, estos valores son tomados de los valores transformados vertidos en su trabajo de investigación; como puede verse en ambas especies del género *Ocotea*, los valores de las propiedades mecánicas son ligeramente superiores a las encontradas en *Nectandra reticulata*, esto justifica que muchas veces las maderas provenientes de ambos géneros sean confundidos tecnológicamente en la industria forestal.

La madera de *Nectandra reticulata*, conocida como “Roble amarillo, roble blanco, roble negro, moena, pacash, ishpingo, tinchi, palta moena, cunchi moena” (Vásquez et al., 2018, p. 198), forma parte de un grupo de maderas conocidas como “moenas” en el mercado de madera nacional, conjuntamente con otros géneros de la familia Lauraceae, las mismas que tienen demanda importante en este mercado; en la presente investigación se logró validar que la madera analizada cumple con las propiedades físicas, mecánicas y características anatómicas de las moenas, especialmente con otras especies del mismo género y del género *Ocotea*, esta información es muy importante porque permite a los propietarios de este recurso forestal, poder comercializar en el mercado nacional la madera de esta especie bajo el nombre técnico de moena, incrementando la importancia económica de la especie.

Luego de validar con las precedentes discusiones los resultados, obtenidos siguiendo una rigurosa metodología al amparo de las Normas Técnicas Peruanas, y el debido procesamiento estadístico descriptivo, estos son planteados para formar parte del conocimiento tecnológico de las maderas peruanas y llenar vacíos de información que generaron la realidad problemática identificada en la formulación de la presente investigación.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se determinó la anatomía macroscópica de la madera de *Nectandra reticulata*, encontrándose poros solitarios y agrupados, parénquima apotraqueal, así como radios finos y discontinuos; así mismo, para las propiedades organolépticas resalta un color del duramen marrón claro y de la albura amarillo cremoso, el olor es alcanforado bajo, con sabor no distintivos, brillo medio, veteado radial líneas paralelas y tangenciales de arcos superpuestos poco diferenciados, con grano inclinado, textura media y lustre bajo.

Se describió la anatomía microscópica de la madera de *Nectandra reticulata*, encontrándose anillos de crecimiento en bandas de parénquima y fibras con paredes engrosadas, porosidad difusa, con poros solitarios, agrupados radiales y arracimados, forma ovalados y circulares, diámetro promedio de $353,96\ \mu\text{m}$ y frecuencia de $2,5\ \text{poros}/\text{mm}^2$; presenta inclusiones de gomas y tálides; los vasos presentan platina de perforación simple, con punteaduras intervasculares alternas, areoladas; las fibras presentan septas, el grosor de la pared va de delgadas a gruesas (límite del anillo); el parénquima apotraqueal es difuso pero abundante, paratraqueal escaso; el ancho de los radios es de 1 a 3 células, la altura es de $1028,39\ \mu\text{m}$ en promedio, presenta células de tipo III: con células procumbentes y una fila de células erectas y escasos tipos IV con dos filas de células erectas; así mismo, con un número de $2,4\ \text{radios}/\text{mm}$; así mismo, de cristales prismáticos pequeños.

Se determinó las propiedades físicas de la madera *Nectandra reticulata* encontrándose una densidad básica promedio de $0,32\ \text{g}/\text{cm}^3$; el máximo contenido de humedad fue de 143,30 %, la contracción volumétrica fue de 10,12 % y su relación contracción radial y tangencial fue de 1,56.

Se determinó las propiedades mecánicas de la madera de *Nectandra reticulata*, obteniéndose para flexión estática un MOR de $475,82\ \text{kg}/\text{cm}^2$, un MOE de $191800\ \text{kg}/\text{cm}^2$ y un ELP $401,56\ \text{kg}/\text{cm}^2$; para la compresión paralela un MOR $263,12\ \text{kg}/\text{cm}^2$, un MOE de $40029\ \text{kg}/\text{cm}^2$ y un ELP $223.65\ \text{kg}/\text{cm}^2$; para la resistencia al cizallamiento MOR de $121,91\ \text{kg}/\text{cm}^2$; para la compresión perpendicular un ELP de $99,19\ \text{kg}/\text{cm}^2$; para la dureza transversal $847,60\ \text{kg}/\text{cm}^2$, para la dureza radial $504,70\ \text{kg}/\text{cm}^2$ y para la dureza tangencial $411,60\ \text{kg}/\text{cm}^2$.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda a las instituciones y organizaciones dedicadas al manejo y reforestación, tomar en cuenta la especie de *Nectandra reticulata* por tener buenas propiedades físicas mecánicas y anatómicas, lo cual garantizará el valor de la plantación al momento de la cosecha.

Se recomienda a la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, promover la investigación en otros temas de las ciencias forestales en esta especie y otras especies que se encuentren amenazadas para implementar medidas de conservación, manejo sostenible y promover su reforestación.

A los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca y a otros investigadores interesados, continuar con investigaciones de la especie en industrias de su madera, secado y preservado, así como su silvicultura y manejo forestal, así como su comercialización.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Pozzer, J. y Guzowski, E. (2011). *Guía didáctica: Materiales y materias primas, MADERA*. Ministerio de Educación-Argentina, Instituto Nacional de Educación Tecnológica. <https://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/madera.pdf>
- Aldana Amaya, C. D., Silva Rosas, A. F. y Soler Umbarila, L. F. (2021). Determinación de usos potenciales de la madera de tachuelo (*zanthoxylum rhoifolium* lam.) a partir de la evaluación de las propiedades físico-mecánicas y características anatómicas. *IDEA Construcción y Madera*, 3, 12–23. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/idea/article/view/3946/4247>
- Alvarado Ugsiña, J. M. (2021). *Determinación de las propiedades físicas y químicas de la madera de cinco especies forestales procedentes de la parroquia Multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15891/1/33T00292.pdf>
- Arias Gonzáles, J. L. y Covinos Gallardo, M. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación* (1ra ed.). Enfoques Consulting EIRL. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Becerra Montalvo, V., Alberca Cruz, E. Y. Díaz Pérez, J., y Diaz Bautista, K. M. (2023). *Evaluación de las propiedades de trabajabilidad de la madera de Colubrina glandulosa Rich. ex Brongn, Jaén, 2023*. Universidad Nacional de Cajamarca. https://www.researchgate.net/profile/Vitoly-Becerra/publication/373923984_Evaluacion_de_la_trabajabilidad_de_la_madera_de_Columbrina_glandulosa/links/650375fb9fdf0c69dfc8dd2a/Evaluacion-de-la-trabajabilidad-de-la-madera-de-Columbrina-glandulosa.pdf
- Bone, B. (2019). *La madera*. SlideShare. <https://es.slideshare.net/cofibone/la-madera-143115713>.
- Cauja Robles, A. L. (2019). *Caracterización anatómica de tres especies forestales comerciales mediante tinciones, procedente del bosque análogo Don Ramón, ubicado en el cantón Cumandá, Provincia de Chimborazo* [Tesis de Pregrado, Escuela

Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/12406>

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* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5587/T010_61506860_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chuquimango Guerrero, A. (2020). *Evaluación de la madera eucalipto con fines estructurales, Chalamarca (sector tierra negra), Chota, 2018* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma De Chota]. Repositorio Institucional UNACH. <http://185.209.223.160/bitstream/handle/20.500.14142/173/ARTURO%20CHUQUIMANGO%20GUERRERO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo – PROMPERÚ. (2019). *Catálogo de maderas del Perú*. Exportemos.pe. <https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/CATALOGO%20DE%20MADERAS%20-%20espa%C3%B1ol.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

Cruz Salinas, C. E. (2022). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas de madera estructural ecuatoriana y su aplicación en el diseño de vivienda social* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36301>

Cuno Común, M. E. (2024). *Anatomía y propiedades físicas de la madera de Pinus maximinoi de diecinueve años en Oxapampa, Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad

- Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/6409/cuno-comun-maria-elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cuno Común, M., Rosales Aliaga, V., Montenegro Muro, R., & Chavesta Custodio, M. (2021). Caracterización preliminar de la anatomía, y propiedades físico- mecánicas de la madera de *Tachigali peruviana*. *Revista Forestal Del Perú*, 37(2), 123-132.
<https://doi.org/10.21704/rfp.v37i2.1953>
- García, A. (2019). "albura y duramen". Departamento de comunicación de la ciencia.
<https://www.sabermas.umich.mx/archivo/la-ciencia-en-pocas-palabras/232-numero-26/415-albura-y-duramen.html#:~:text=Aunque%20el%20significado%20estricto%20de,partes%20que%20conf>
- Gave Carhuavilca, P. F. (2023). *Anatomía, propiedades físicas y composición química de dos especies forestales – Selva Central, 2023* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP.
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/10638/T010_47730197_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gonzales Maguiña, E. (2008). *Guía de Contenidos “Identificación Organoléptica y Macroscópica de Maderas”*. CITEMadera.
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571598/02._Identificacion.pdf
- Grefa Yumbo, S. S. (2021). *Descripción e identificación de las características organolépticas y anatómicas de la madera de cinco especies forestales comerciales, procedentes del cantón Loreto, provincia de Orellana* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15827/1/33T00268.pdf>
- Guanotuña Guanotuña, E. A. (2021). *Caracterización de las propiedades físicas y químicas de la madera de cinco especies forestales procedentes de la parroquia Multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15880/5/33T00289.pdf>

- Herrera Vásquez, Y. L. (2019). *Identificación y fitogeografía de la familia Lauraceae en el departamento de Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2717/IDENTIFICACI%C3%93N%20Y%20FITOGEOGRAF%C3%8DA%20DE%20LA%20FAMILIA%20LAURACEAE%20EN%20EL%20DEPARTAMENTO%20DE%20CAJAMARCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INEN. (2013). *Anatomía de la madera. Terminología*. Instituto Ecuatoriano de Normalización
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1157-1.pdf>
- Ipiates Espinoza, C. M. (2021). *Determinación de las características organolépticas, propiedades físicas y de trabajabilidad de Ocotea insularis (Meins.) Mez, en la parroquia La Carolina – Imbabura* [Trabajo de Pregrado, Universidad Técnica Del Norte]. Repositorio Institucional UTN.
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11425/2/03%20FOR%20329%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Jara Minalla, J. M. (2021). *Comparación de las propiedades físico-mecánicas de Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb. (balsa) de tres y cuatro años de edad creciendo en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional UTEQ.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/bc114ed3-a1e6-4292-b3dc-4a2d2ae694ab/content>
- Jové, F. (2017). *Tema 6: Los materiales naturales. La madera*. Universidad de Valladolid.
https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/27312/C3T06_Materiales%20Naturales%20C%20Madera%20y%20Derivados_Jov%C3%A9%202017%29.pdf?sequence=1
- JNAC. (1984). *Manual de diseño para maderas del grupo Andino* (Junta del Acierdo de Cartagena ed.). Lima, Perú.
- Lara Quispe, M. y Salvador Matos, C. (2019). *Anatomía, propiedades físicas y poder calorífico de Kageneckia lanceolata Ruiz & Pav y Buddleja incana Ruiz & Pav. Distrito de Colca - Junín* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP.

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

- León H., W. J. (2020). Anatomía de maderas de 130 especies de Venezuela. *PITTIERIA-Revista del Departamento de Botánica y Ciencias Básicas de la Universidad de Los Andes*, Publicación Especial N° 2, 380 p.
https://www.researchgate.net/profile/Williams-Leon/publication/344192095_Anatomia_de_maderas_de_130_especies_de_Venezuela/links/5f5a3f194585154dbbc5ca1c/Anatomia-de-maderas-de-130-especies-de-Venezuela.pdf
- Luna, C. y Aguilera, A. (2018). *Tema 18. Estructura secundaria de tallo. Importancia económica de la madera en relación con su composición citológica*. Morfología de plantas vasculares, Universidad Nacional del Nordeste.
<http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema18/tema18-8economic.htm>
- Maderea. (2018). *Módulo I: aproximación inicial al material madera, descripción de la madera*. https://www.maderea.es/imagenes/2018/04/1_Descripcio%CC%81n-de-la-madera-1.pdf
- Monge Davila, W. K. y Suasnabar Berrospi, C. (2019). *Características anatómicas y propiedades físico-mecánicas de tres especies forestales, iscozacín, Oxapampa – Pasco* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y del Ambiente, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP.
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5192/T010_N%C2%B072551964_T.pdf?sequence=1
- NTP 251.010. (2014). *Madera. Método para determinar el contenido de humedad*. Lima, Perú: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelaria - INDECOP.
- NTP 251.011. (2019). *Madera. Método para determinar la densidad*. Lima, Perú: Dirección de Normalización. INACAL.
- NTP 251.012. (2015). *Madera. Método de determinación de la contracción*. Lima, Perú: Dirección de Normalización. INACAL.

- NTP 251.013. (2015). *Madera. Método para determinar el cizallamiento paralelo al grano*. Lima, Perú: Dirección de Normalización. INACAL.
- NTP 251.014. (2014). *Madera. Método para determinar compresión axial o paralela al grano*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 251.015. (2014). *Madera. Método de determinación de la dureza*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 251.016. (2015). *Madera. Método para determinar la compresión perpendicular al grano*. Lima, Perú: Dirección de Normalización. INACAL.
- NTP 251.017. (2019). *Madera. Método para determinar la flexión estática*. Lima, Perú: Dirección de Normalización. INACAL.
- Oficina Nacional Forestal (ONF). (s.f.). *Mejora y conservación de las reservas de carbono mediante actividades forestales y el consumo de madera mediante el aumento de las capacidades gerenciales en el sector industrial forestal*. <https://onfcr.org/wp-content/uploads/media/uploads/documents/ingenieria-madera.pdf>
- Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre (OSINFOR). (2015). *Fichas de identificación de especies forestales maderables de la selva central*. Producto del III curso taller: “Identificación de Especies Forestales Maderables”. Jardín Botánico de Missouri – JBM. <https://www.osinfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/Ficha-de-Identificaci%C3%B3n-de-especies-forestales-maderables-de-la-selva-central-2015.pdf>
- Osis Lipa, D. B. y Muñoz Fernández, A. (2022). *Determinación de las Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera Eucalipto (Eucalyptus globulus), Pino (Pinus radiata) y Ciprés (Cupressus lusitánica), para su uso como Material Estructural y su Aplicación al Diseño de un Tijeral Par y Nudillo, Abancay -Apurímac* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Repositorio Institucional UNAMBA. https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1147/T_776.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Portal Cahuana, L. A., Carpio Arana, J. M., y Díaz Vela, G. S. (2020). Propiedades tecnológicas de la madera de *Ormosia paraensis* Ducke proveniente de la Amazonía suroriental del Perú. *Engenharia Industrial Madeireira: Tecnologia, Pesquisa e Tendências*, 19, 286 – 304.
<https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/201101950.pdf>
- Rosales, E. (2019). Ecuaciones de niveles de humedad relacionada a la densidad básica de la madera de especies forestales tropicales en Madre de Dios, Perú. *Revista forestal mesoamericana Kurú*, 16(39), 33-42.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-25042020000100033
- Sánchez Peña, K. P. (2021). *Descripción anatómica y organoléptica de la madera de cinco especies forestal, procedente de la hacienda Bohemia, parroquia Alluriquín, provincia de Santo Domingo* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15924/1/33T00306.pdf>
- Tello Olano, R. (2023). *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del “Ishpinguillo” y su posible uso estructural según la norma E.010 “madera”* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110085>
- Torres Ceballos, D. L. (2020). *Estimación y clasificación de las propiedades mecánicas de 149 especies mexicanas de importancia industrial con métodos no destructivos* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Chapingo]. Repositorio Chapingo.
<https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/076c9fde-7ba3-4bac-858e-3a7569bb9912/content>
- Trópicos.org. (2024). *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. <https://www.tropicos.org/name/17800085>
- Turpo Morales, J. (2019). *Glosario de anatomía de la madera*. Monografías.
<https://www.monografias.com/trabajos87/glosario-anatomia-madera/glosario-anatomia-madera>

- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2022). *Lista roja de especies amenazadas. Nectandra reticulata*.
<https://www.iucnredlist.org/species/118267729/119363122>
- Vásquez, R., Rojas, R., Monteagudo, A., Valenzuela, L., y Huamantupa, I. (2018). Catálogo de los árboles del Perú. *Revista Q'EUÑA*, 9 (1).
- Villota Guerrón, E. L. (2023). Análisis de las propiedades físicas, anatómicas y trabajabilidad de la madera de Juglans Neotropica Diels. Carchi, Ecuador [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional UTN.
<https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14389/2/03%20FOR%20361%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Vizcaíno Zúñiga, P. I., Maldonado Palacios, I. A., y Cedeño Cedeño, R. J. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723 – 9762.
<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7658/11619>
- Zhumi Quishpi, W., A. (2022). *Descripción anatómica de la madera de tres especies forestales procedentes del cantón Chunchi provincia de Chimborazo* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18220/1/33T00422.pdf>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia de la investigación

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>General:</p> <p>¿Cómo son las características anatómicas, propiedades físicas y mecánicas de la madera de <i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez, San Ignacio 2024?</p>	<p>General:</p> <p>Determinar las características anatómicas, propiedades físicas y mecánicas de la madera de <i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez, San Ignacio 2024.</p> <p>Específicos:</p> <p>Describir la anatomía macroscópica, microscópica y propiedades organolépticas de <i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez.</p> <p>Determinar las propiedades físicas de densidad básica, contenido de humedad y contracción de la madera de <i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez.</p> <p>Determinar las propiedades mecánicas de resistencia a la flexión estática, compresión paralela y perpendicular a la fibra, cizallamiento y dureza de la madera de <i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez.</p>	<p>General:</p> <p>Es posible determinar las características anatómicas, propiedades físicas y mecánicas de madera de <i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez. utilizando la metodología adecuada según las normas técnicas peruanas NTP.</p>	<p>Características anatómicas de la madera</p> <p>Propiedades físicas de la madera</p> <p>Propiedades mecánicas de la madera</p>	<p>Tipo de Investigación: Descriptiva, aplicada, no experimental.</p> <p>Fuentes de información: Primaria</p> <p>Técnica e instrumentos: Observación directa y los instrumentos son formatos de recolección de información.</p>

Anexo 2. Inventario forestal de *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez

N°	Código	Especie	Nombre común	Este	Norte	CAP (cm)	DAP	AC (m)	AT	AB (m²)	VOL (m³)	CF		
												B	R	M
1	A1	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	757720	9410331	42,00	0,13	2	6	0,0140	0,022	x		
2	A2	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	757627	9410405	58,00	0,18	5	10	0,0268	0,103	x		
3	A3	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758075	9410464	119,00	0,38	8	12	0,1127	0,694	x		
4	A4	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758047	9410450	63,50	0,20	5	10	0,0321	0,111	x		
5	A5	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758052	9410448	60,50	0,19	5	10	0,0291	0,112		x	
6	A6	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758056	9410429	68,00	0,22	6	9	0,0368	0,156	x		
7	A7	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758074	9410430	46,50	0,15	4	9	0,0172	0,053	x		
8	A8	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758056	9410412	79,00	0,25	6	12	0,0497	0,210	x		
9	A9	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758030	9410409	89,00	0,28	7	12	0,0630	0,340	x		
10	A10	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758029	9410404	97,00	0,31	10	13	0,0749	0,577	x		
11	A11	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758027	9410395	89,00	0,28	10	12	0,0630	0,485	x		
12	A12	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758039	9410387	55,00	0,18	5	8	0,0241	0,083			
13	A13	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758028	9410384	95,00	0,30	3	9	0,0718	0,166			x
14	A14	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758057	9410329	44,00	0,14	3	10	0,0154	0,036		x	
15	A15	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758026	9410339	80,00	0,25	6	10	0,0509	0,235	x		
16	A16	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758011	9410336	38,00	0,12	3	7	0,0115	0,027		x	
17	A17	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758025	9410336	44,50	0,14	4	8	0,0158	0,042	x		
18	A18	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758034	9410327	104,00	0,33	7	11	0,0861	0,431		x	
19	A19	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758035	9410324	57,50	0,18	5	8	0,0263	0,101		x	
20	A20	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758024	9410300	44,00	0,14	4	7	0,0154	0,042		x	
21	A21	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758054	9410302	122,00	0,39	4	12	0,1184	0,365	x		
22	A22	<i>Nectandra reticulata</i>	Roble	758083	9410365	38,00	0,12	4	8	0,0115	0,031	x		
Total										0,9665	4,4216			

Anexo 3. Datos cuantitativos de la microanatomía de *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.)
Mez

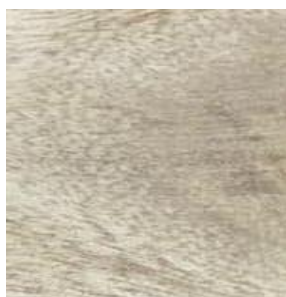
Muestra A-01				
N°	Diámetro de poros (um)	N° poros/mm²	Largo radio (um)	n° radios/mmL
1	227,31	3	1030,05	2
2	227,89	2	1668,26	2
3	488,53	1	1852,38	2
4	512,28	1	1963,70	2
5	198,17	2	1291,94	3
6	229,99	2	1189,72	3
7	212,25	3	577,07	2
8	185,16	3	569,18	2
9	168,10	2	825,03	2
10	447,91	2	941,21	2
Promedio	289,759	2,10	1190,854	2,20
Muestra A-02				
1	237,15	6	1118,36	3
2	200,28	1	1007,94	2
3	409,15	3	720,43	2
4	204,09	4	455,26	2
5	470,36	1	987,72	2
6	410,59	1	801,08	2
7	546,53	1	466,12	2
8	197,33	1	818,13	2
9	258,26	2	1270,68	2
10	316,21	2	1111,58	3
Promedio	343,34	2,20	875,73	2,20
Muestra A-03				
1	280,21	3	1344,50	3
2	286,67	2	1497,07	3
3	250,35	2	948,38	3
4	603,08	1	1234,56	2
5	708,34	1	623,30	3
6	547,56	1	1927,12	3
7	314,38	2	1130,13	3
8	22,92	3	1309,29	3
9	520,13	2	623,17	2
10	241,49	4	1390,69	3
Promedio	377,513	2,10	1202,821	2,80
Muestra A-04				
1	397,57	1	531,04	3
2	471,11	1	553,08	2
3	424,29	1	348,10	3
4	569,95	1	614,31	2

5	548,11	3	944,63	3
6	269,90	3	981,55	3
7	262,22	6	1042,33	3
8	288,27	2	606,46	3
9	265,88	6	714,79	2
10	265,52	5	1111,71	3
Promedio	376,282	2,90	744,8	2,70
Muestra A-05				
1	540,30	5	1252,16	2
2	467,67	3	1703,39	3
3	455,54	2	1611,64	2
4	665,47	2	1684,19	2
5	491,48	2	1622,07	2
6	242,61	3	586,89	2
7	207,20	4	578,85	2
8	217,23	4	986,47	2
9	285,32	4	668,85	2
10	256,14	6	583,33	2
Promedio	382,896	3,50	1127,784	2,10

Promedio			
Diámetro de poros (<i>um</i>)	Nº poros/mm²	Largo radio (<i>um</i>)	nº radios/mmL
353,96	2,56	1028,3978	2,40

Anexos 4. Información de evaluaciones de anatomía macroscópica de las muestras de *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez

Código de especie: A 01



Color del duramen:

Cualitativo: marrón claro no definido

Cuantitativo: Escala RGB, R= 204; G= 193; B= 172; Hex= #CCC1AC



Color de albura:

Cualitativo: Amarillo cremoso

Cuantitativo: Escala RGB, R=244; G= 239; B= 224; Hex= #F4EFE0

Olor: Alcanforado bajo

Sabor: no definido

Brillo

Brillo natural: bajo



Lustre: bajo

Veteado: radiales líneas paralelas, tangenciales arcos superpuestos poco diferenciados.

Poros: solitarios y agrupados en pares, con presencia de parénquima.

Radios: finos y discontinuos

Parénquima: apotraqueal.

Textura: gruesa

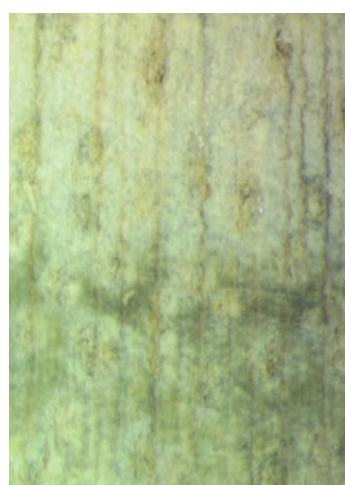
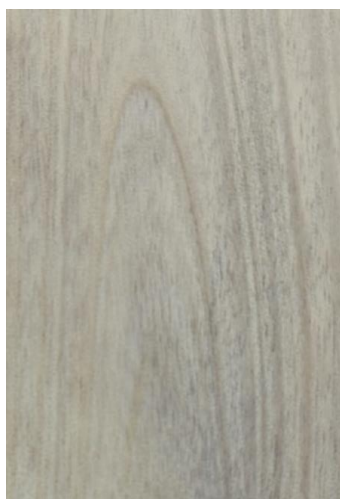
Grano: Entrecruzado



CORTE RADIAL

CORTE TANGENCIAL

CORTE TRANSVERSAL



Código de especie: A 02



Color del duramen:

Cualitativo: Marrón claro no definido

Cuantitativo: Escala RGB, R= 204; G= 193; B= 172; Hex= #CCC1AC



Color de albura:

Cuantitativo:

Amarillo cremoso

Cualitativo: Escala RGB, R=232; G= 224; B= 190; Hex= #E8E0BE

Olor: Alcanforado bajo

Sabor: no distintivo

Brillo

Brillo natural: Medio



Lustre: bajo

Veteado: radiales líneas paralelas, tangenciales arcos superpuestos poco diferenciados.

Poros: solitarios y agrupados en pares, con presencia de parénquima.

Radios: fino y discontinuos

Parénquima: apotraqueal.

Texturas: gruesa

Grano: entrecruzado



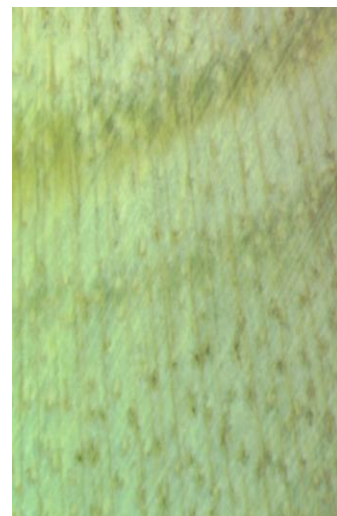
CORTE TANGENCIAL



CORTE RADIAL



CORTE TRANSVERSAL



Código de especie: A 03



Color del duramen:

Cualitativo: Marrón claro no definido

Cuantitativo: Escala RGB, R= 204; G= 193; B= 172; Hex= #CCC1AC

Olor: alcanforado bajo

Sabor: no distintivo

Brillo

Brillo natural: Medio



Lustre: bajo

Veteado: radiales líneas paralelas, tangenciales arcos superpuestos poco diferenciados



Color de albura:

Amarillo cremoso

Cualitativo:

Cuantitativo: Escala RGB, R=214; G= 204; B= 174; Hex= #D6CCAE

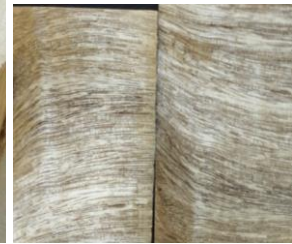
Poros: solitarios y agrupados en pares, con presencia de parénquima.

Radios: finos delgados y discontinuos

Parénquima: apotraqueal.

Texturas: gruesa

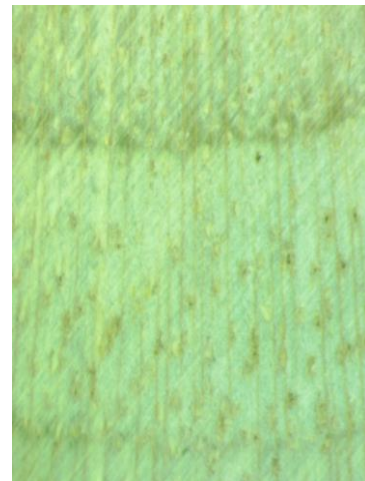
Grano: Entrecruzado



CORTE RADIAL

CORTE TANGENCIAL

CORTE TRANSVERSAL



Características generales 04



Color del duramen:

Cualitativo: marrón claro no definido

Cuantitativo: Escala RGB, R= 184; G= 169; B= 150; Hex= # R8A996



Color de albura:

Cuantitativo: amarillo cremoso

Cualitativo: Escala RGB, R=234; G= 229; B= 214; Hex= # EAE5D6

Olor: Alcanforado medio

Sabor: no distintivo

Brillo

Brillo natural: Medio



Lustre: Medio

Veteado: radiales líneas paralelas; tangenciales arcos superpuestos poco diferenciados.

Poros: solitarios y agrupados, con presencia de parénquima.

Radios: finos y discontinuos

Parénquima: Apotraqueal.

Texturas: gruesa

Grano: entrecruzado



CORTE RADIAL



CORTE TANGENCIAL



CORTE TRANSVERSAL



Código de especie: A 05



Color del duramen:

Cualitativo: marrón
claro no definido

Cuantitativo: Escala
RGB, R= 150; G=
142; B= 122; Hex= #
968E7A



Color de albura:

Cuantitativo:
amarillo cremoso

Cualitativo: Escala
RGB, R=242; G= 234;
B= 214; Hex= #
F2EAD6

Olor: Alcanforado bajo

Sabor: no distintivo

Brillo

Brillo natural: Medio



Lustre: bajo

Veteado: radiales líneas paralelas;
tangenciales arcos superpuestos
poco diferenciados.

Poros: solitarios y agrupados en pares, con
presencia de parénquima.

Radios: finos y discontinuos

Parénquima: Apotraqueal.

Texturas: gruesa

Grano: inclinado



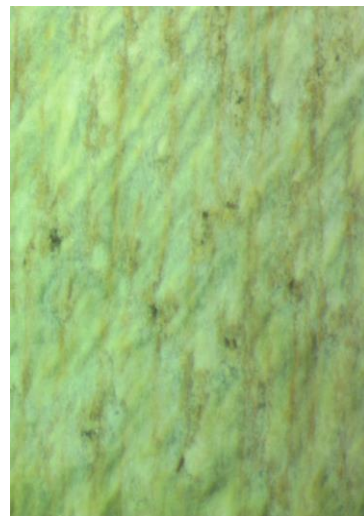
CORTE RADIAL



CORTE TANGENCIAL



CORTE TRANSVERSAL



Anexo 5. Datos de la medición de probetas para propiedades físicas de la madera de *Nectandra reticulata* en laboratorio.

Anexos 5.1. Datos de las probetas en húmedo de la madera de *Nectandra reticulata*

Código	R			Promedio radial	T			Promedio tangencial	L	Peso
	1	2	3		1	2	3			
M1-1	30,33	30,41	30,60	30,45	30,34	29,92	31,08	30,45	102,53	74,23
M1-2	29,46	30,00	30,16	29,87	30,42	30,22	30,46	30,37	103,12	66,92
M1-3	30,21	30,24	29,95	30,13	29,73	30,45	30,48	30,22	102,97	73,66
M1-4	30,11	29,87	30,00	29,99	30,56	30,78	30,62	30,65	102,25	68,40
M1-5	30,21	30,09	29,95	30,08	30,50	30,85	30,09	30,48	102,60	66,16
M1-6	31,36	29,51	29,60	30,16	31,15	30,75	30,47	30,79	103,21	70,31
M1-7	29,77	29,59	30,01	29,79	30,75	30,62	30,58	30,65	102,88	65,52
M1-8	30,82	30,55	30,45	30,61	29,65	29,81	29,24	29,57	103,39	70,14
M1-9	30,32	30,20	29,25	29,92	30,65	30,06	29,76	30,16	102,50	66,85
M1-10	30,12	30,49	30,27	30,29	30,31	30,08	30,46	30,28	101,85	66,95
M1-11	29,81	30,44	30,63	30,29	29,91	29,44	29,60	29,65	102,50	72,35
M1-12	29,78	29,90	29,74	29,81	29,84	30,45	30,38	30,22	102,45	70,09
M1-13	30,02	30,19	30,25	30,15	30,17	30,38	30,31	30,29	102,37	71,70
M1-14	30,06	30,83	30,40	30,43	30,80	30,74	30,01	30,52	101,63	74,62
M1-15	30,57	31,31	30,57	30,82	30,35	30,27	30,61	30,41	102,52	68,11
M1-16	30,25	30,82	29,84	30,30	30,08	31,06	29,72	30,29	102,12	70,88
M2-1	30,23	30,13	30,68	30,35	30,09	30,60	30,06	30,25	100,38	72,30
M2-2	30,84	30,39	30,60	30,61	30,42	29,53	29,19	29,71	100,80	66,12
M2-3	29,89	29,87	30,02	29,93	30,14	30,18	30,11	30,14	100,47	67,69
M2-4	29,86	29,89	30,17	29,97	31,24	29,97	30,20	30,47	100,31	69,37
M2-5	29,95	30,35	30,63	30,31	30,26	30,09	30,27	30,21	100,49	68,91
M2-6	30,28	30,27	30,06	30,20	30,66	30,15	30,10	30,30	100,46	69,18

M2-8	28,45	28,47	28,61	28,51	28,40	28,22	28,30	28,31	101,02	62,39
M2-9	29,32	28,03	28,77	28,71	27,14	27,43	28,21	27,59	101,30	55,98
M2-10	30,15	30,81	30,53	30,50	30,16	30,22	31,02	30,47	100,95	65,84
M2-11	30,02	30,12	30,21	30,12	28,28	28,27	27,88	28,14	99,31	65,37
M2-12	27,80	28,29	28,06	28,05	30,01	29,84	29,96	29,94	100,56	67,54
M2-13	28,33	28,54	28,51	28,46	30,15	29,51	30,57	30,08	101,23	67,46
M2-14	27,84	28,08	27,93	27,95	30,94	30,52	30,15	30,54	100,69	68,90
M2-15	28,21	28,65	28,39	28,42	27,57	27,47	27,53	27,52	101,06	53,10
M3-1	32,31	32,44	32,17	32,31	32,14	31,75	31,42	31,77	102,28	87,53
M3-2	31,74	31,59	31,64	31,66	29,91	30,13	30,02	30,02	100,78	89,80
M3-3	31,77	32,12	31,99	31,96	31,97	32,12	32,01	32,03	100,82	86,68
M3-4	32,40	32,00	31,85	32,08	31,90	31,76	31,42	31,69	101,37	80,77
M3-5	31,77	32,36	32,07	32,07	32,85	32,84	32,08	32,59	100,98	88,77
M3-6	32,67	32,73	32,41	32,60	32,28	33,18	31,81	32,42	100,91	84,62
M3-7	32,03	33,14	32,44	32,54	30,25	31,45	32,22	31,31	101,25	82,14
M3-8	32,16	32,92	33,00	32,69	32,94	32,64	32,25	32,61	103,28	86,79
M3-9	32,76	32,14	32,28	32,39	32,81	32,16	32,45	32,47	101,31	88,38
M3-10	31,86	32,66	32,12	32,21	31,39	32,07	32,15	31,87	101,33	88,46
M3-11	29,37	29,28	29,65	29,43	29,16	28,78	28,59	28,84	101,16	69,05
M3-12	32,22	32,68	32,57	32,49	31,23	31,88	31,96	31,69	101,54	81,72
M3-13	32,06	32,08	33,51	32,55	31,56	31,69	32,25	31,83	102,27	90,75
M3-14	29,70	30,41	30,08	30,06	30,86	30,94	30,82	30,87	101,07	89,97
M3-15	30,34	29,37	28,62	29,44	32,29	32,20	32,36	32,28	101,61	82,92
M3-16	29,26	29,78	29,52	29,52	29,93	30,48	30,06	30,16	100,79	71,94
M3-17	29,42	29,49	29,60	29,50	30,81	30,85	31,06	30,91	100,27	74,65
M3-18	29,56	29,75	29,64	29,65	29,45	29,73	29,22	29,47	99,86	71,36
M4 - 1	30,17	31,74	31,24	31,05	30,63	30,73	30,86	30,74	99,93	71,05
M4-2	30,29	30,11	30,53	30,31	30,42	30,41	30,24	30,36	99,96	79,87
M4-3	29,45	29,68	30,23	29,79	30,77	30,99	30,92	30,89	100,47	70,44

M4-4	32,00	30,96	30,52	31,16	30,08	30,32	30,40	30,27	99,54	77,04
M4-5	30,17	30,33	30,56	30,35	30,47	29,94	29,89	30,10	99,68	76,97
M4-6	30,39	30,36	31,16	30,64	30,38	30,10	30,41	30,30	99,12	74,85
M4-7	29,62	29,89	30,26	29,92	30,41	30,40	30,34	30,38	99,83	74,32
M4-8	30,29	30,85	31,40	30,85	30,29	31,05	30,90	30,75	99,97	71,84
M4-9	30,08	30,32	30,31	30,24	30,46	30,81	30,40	30,56	100,68	74,05
M4-10	30,17	31,74	31,24	31,05	30,63	30,73	30,86	30,74	99,55	71,05
M4-11	30,37	30,24	30,40	30,34	30,32	30,49	30,43	30,41	98,45	69,74
M4-12	30,91	30,79	30,48	30,73	30,42	30,25	30,83	30,50	101,84	73,58
M4-13	30,12	30,61	30,23	30,32	30,60	31,15	30,95	30,90	98,84	70,67
M4-14	30,04	30,32	30,40	30,25	29,84	29,96	30,44	30,08	100,36	73,50
M4-15	30,85	31,08	31,24	31,06	30,77	30,28	31,15	30,73	98,54	71,77
M5-1	29,75	29,48	29,50	29,58	29,65	29,57	29,66	29,63	101,55	74,38
M5-2	30,06	30,22	30,00	30,09	29,40	29,58	30,07	29,68	101,86	63,10
M5-3	29,51	30,27	30,34	30,04	29,34	29,23	30,41	29,66	100,91	76,79
M5-4	29,90	29,27	29,43	29,53	28,34	28,47	28,97	28,59	100,80	66,45
M5-5	28,91	29,41	28,97	29,10	29,31	29,53	30,48	29,77	102,52	66,78
M5-6	28,35	29,10	29,70	29,05	30,04	29,74	29,70	29,83	101,07	86,36
M5-7	29,76	29,48	29,82	29,69	28,70	28,94	29,21	28,95	100,36	65,73
M5-8	29,38	29,71	29,38	29,49	28,83	28,71	29,28	28,94	100,88	73,79
M5-9	28,86	28,78	29,08	28,91	29,73	29,26	29,30	29,43	100,80	60,32
M5-10	29,77	31,22	30,03	30,34	29,97	30,99	30,49	30,48	100,82	59,29
M5-11	29,82	29,09	28,81	29,24	29,64	29,45	26,69	28,59	101,90	64,87
M5-12	29,20	29,61	29,15	29,32	30,08	29,75	29,95	29,93	99,96	79,00
M5-13	29,31	29,56	30,00	29,62	29,18	29,17	29,06	29,14	101,11	62,73
M5-14	29,70	29,64	29,50	29,61	30,01	29,84	30,18	30,01	100,43	62,06
M5-15	29,86	29,65	29,58	29,70	29,21	29,36	29,08	29,22	101,00	77,25
M5-16	29,31	29,68	29,77	29,59	29,68	29,03	28,33	29,01	100,43	71,45

Anexos 5.2. Datos de las probetas en seco de la madera de *Nectandra reticulata*

Código	R			Promedio radial	T			Promedio tangencial	L	Peso
	1	2	3		1	2	3			
M1-1	28,99	28,99	28,84	28,94	28,47	29,35	29,05	28,47	102,29	32,11
M1-2	28,28	28,69	28,66	28,54	29,13	29,04	29,14	29,10	102,30	32,03
M1-3	29,14	28,86	28,91	28,97	28,21	28,53	28,34	28,36	102,45	31,39
M1-4	29,40	29,21	29,40	29,34	28,88	28,68	28,73	28,76	102,05	30,14
M1-5	29,60	29,51	29,37	29,49	28,72	28,51	28,46	28,56	102,12	30,71
M1-6	28,52	28,28	28,31	28,37	29,31	29,01	20,83	26,38	102,54	31,40
M1-7	28,72	28,68	28,95	28,78	29,09	28,96	28,79	28,95	102,44	28,16
M1-8	29,80	30,08	29,84	29,91	28,82	27,76	27,60	28,06	102,70	29,02
M1-9	29,30	29,05	28,80	29,05	27,95	28,03	27,91	27,96	102,20	28,64
M1-10	29,95	29,37	29,49	29,60	28,71	28,71	28,96	28,79	101,71	32,93
M1-11	29,23	29,56	29,53	29,44	28,33	28,24	28,00	28,19	102,30	28,12
M1-12	28,88	28,54	28,75	28,72	28,68	28,63	28,68	28,66	102,01	30,07
M1-13	29,17	29,42	29,47	29,35	28,74	28,85	28,75	28,78	102,02	32,17
M1-14	28,13	28,08	28,65	28,29	28,87	28,60	28,65	28,71	101,57	33,36
M1-15	29,64	29,66	29,42	29,57	29,19	28,97	28,87	29,01	101,92	28,96
M1-16	29,03	28,60	28,35	28,66	28,70	28,66	28,54	28,63	102,12	29,47
M2-1	29,45	29,57	29,80	29,61	27,02	27,17	26,67	26,95	99,73	27,42
M2-2	29,66	29,47	29,54	29,56	28,90	28,05	27,70	28,22	100,23	28,61
M2-3	27,03	29,05	29,04	28,37	29,02	28,63	28,79	28,81	100,21	28,11
M2-4	29,53	28,57	28,68	28,93	28,91	28,90	28,91	28,91	100,29	28,90
M2-5	28,65	28,90	28,99	28,85	29,11	28,93	29,08	29,04	99,92	28,78
M2-6	29,71	29,72	29,57	29,67	28,84	28,54	28,65	28,68	100,16	29,42
M2-8	27,50	27,65	27,51	27,58	26,78	26,54	26,73	26,68	100,34	26,30
M2-9	27,37	27,51	27,71	27,53	25,46	25,38	25,54	25,46	100,10	24,43

M2-10	28,96	29,12	29,06	29,05	29,00	28,78	29,64	29,14	100,22	28,25
M2-11	28,91	28,47	28,14	28,53	27,20	27,39	27,46	27,35	99,25	28,31
M2-12	27,33	27,36	27,53	27,41	28,30	28,28	28,47	28,35	100,33	26,69
M2-13	26,72	27,09	27,00	26,94	27,75	27,57	27,89	27,74	100,98	28,62
M2-14	27,01	27,35	27,15	27,17	28,70	29,01	28,61	28,77	100,06	28,63
M2-15	27,71	27,65	27,48	27,61	27,92	25,92	25,80	26,55	100,90	28,62
M3-1	31,63	31,33	30,90	31,29	30,04	29,53	29,30	29,62	101,62	34,98
M3-2	29,51	29,48	29,70	29,56	28,45	28,51	28,91	28,62	99,46	38,49
M3-3	30,95	30,89	30,95	30,93	30,36	30,50	30,59	30,48	100,63	32,32
M3-4	31,42	31,38	30,94	31,25	29,75	29,72	29,71	29,73	100,60	35,71
M3-5	30,76	30,53	30,57	30,62	31,42	30,96	31,22	31,20	100,95	34,48
M3-6	31,26	31,48	31,31	31,35	30,13	30,29	29,83	30,08	100,83	35,40
M3-7	30,92	30,92	31,27	31,04	28,41	28,46	30,15	29,01	100,74	36,96
M3-8	30,94	30,90	30,69	30,84	29,64	29,80	29,01	29,48	101,10	33,61
M3-9	30,56	30,59	30,50	30,55	30,03	30,90	30,97	30,63	101,27	34,14
M3-10	30,75	30,95	30,78	30,83	29,52	29,87	29,88	29,76	100,90	34,00
M3-11	28,37	28,31	29,26	28,65	28,10	27,47	27,30	27,62	100,03	28,16
M3-12	30,82	30,99	31,26	31,02	29,86	29,70	30,07	29,88	100,88	34,02
M3-13	31,18	31,06	31,20	31,15	29,77	30,04	29,98	29,93	100,60	37,02
M3-14	28,94	29,15	29,19	29,09	29,56	29,58	29,62	29,59	98,69	36,02
M3-15	29,43	28,36	27,54	28,44	30,60	30,59	30,73	30,64	100,86	31,32
M3-16	28,01	28,04	28,39	28,15	28,14	28,39	28,48	28,34	100,57	28,02
M3-17	28,81	28,93	28,74	28,83	29,40	29,38	29,14	29,31	99,85	30,39
M3-18	28,84	29,05	28,95	28,95	28,41	28,33	28,92	28,55	99,60	37,06
M4-1	29,20	29,06	29,34	29,20	28,61	28,47	28,58	28,55	99,55	28,97
M4-2	28,75	28,79	28,80	28,78	29,28	29,07	29,91	29,42	99,64	31,17
M4-3	28,64	28,61	28,67	28,64	28,54	28,64	28,65	28,61	99,95	26,45
M4-4	29,13	28,29	29,05	28,82	28,96	28,81	28,82	28,86	99,33	20,60
M4-5	29,39	29,45	29,31	29,38	28,25	28,08	28,50	28,28	97,31	35,27

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

Anexo 5.3. Datos obtenidos de las probetas para la determinación de las propiedades físicas de la madera de *Nectandra reticulata*

Nº	Código	Peso húmedo	Peso seco	DLH	DLS	DTH	DTS	DRH	DRS	V.H.	V.S.	DB	DA	DV	CHbs	CHbh	CL	CT	CR	CV	CT/CR
1	M1 - 1	74,23	32,11	102,53	102,29	30,45	28,47	30,45	28,94	95,05	84,28	0,34	0,38	0,78	131,17	56,74	0,23	6,49	4,95	11,33	1,31
2	M1 - 2	66,92	32,03	103,12	102,3	30,37	29,10	29,87	28,54	93,55	84,98	0,34	0,38	0,72	108,93	52,14	0,80	4,16	4,45	9,16	0,93
3	M1 - 3	73,66	31,39	102,97	102,45	30,22	28,36	30,13	28,97	93,77	84,17	0,33	0,37	0,79	134,66	57,39	0,51	6,15	3,86	10,23	1,59
4	M1 - 4	68,4	30,14	102,25	102,05	30,65	28,76	29,99	29,34	94,01	86,11	0,32	0,35	0,73	126,94	55,94	0,20	6,17	2,19	8,40	2,82
5	M1 - 5	66,16	30,71	102,6	102,12	30,48	28,56	30,08	29,49	94,08	86,03	0,33	0,36	0,70	115,43	53,58	0,47	6,29	1,96	8,56	3,21
6	M1 - 6	70,31	31,4	103,21	102,54	30,79	26,38	30,16	28,37	95,83	76,75	0,33	0,41	0,73	123,92	55,34	0,65	14,31	5,92	19,91	2,42
7	M1 - 8	70,14	29,02	103,39	102,7	29,57	28,06	30,61	29,91	93,56	86,18	0,31	0,34	0,75	141,70	58,63	0,67	5,10	2,29	7,89	2,23
8	M1 - 9	66,85	28,64	102,5	102,2	30,16	27,96	29,92	29,05	92,49	83,02	0,31	0,34	0,72	133,41	57,16	0,29	7,27	2,92	10,24	2,49
9	M1 - 12	70,09	30,07	102,45	102,01	30,22	28,66	29,81	28,72	92,29	83,99	0,33	0,36	0,76	133,09	57,10	0,43	5,16	3,63	9,00	1,42
10	M1 - 13	71,7	32,17	102,37	102,02	30,29	28,78	30,15	29,35	93,49	86,19	0,34	0,37	0,77	122,88	55,13	0,34	4,97	2,65	7,81	1,88
	Promedio	69,85	30,77	102,74	102,27	30,32	28,31	30,12	29,07	93,81	84,17	0,33	0,37	0,74	127,21	55,91	0,46	6,61	3,48	10,25	2,03
	D.s.	2,804	1,274	0,398	0,249	0,332	0,758	0,250	0,465	1,054	2,837	0,012	0,021	0,028	9,756	1,938	0,199	2,855	1,318	3,576	0,723
	C.v. (%)	4,02	4,14	0,39	0,24	1,09	2,68	0,83	1,60	1,12	3,37	3,70	5,76	3,80	7,67	3,47	43,50	43,20	37,85	34,88	35,63
11	M2 - 1	72,30	27,42	100,38	99,73	30,25	26,95	30,35	29,61	92,15	79,58	0,30	0,34	0,78	163,68	62,07	0,65	10,90	2,44	13,63	4,47
12	M2 - 2	66,12	28,61	100,80	100,23	29,71	28,22	30,61	29,56	91,68	83,59	0,31	0,34	0,72	131,11	56,73	0,57	5,04	3,44	8,82	1,46
13	M2 - 3	67,69	28,11	100,47	100,21	30,14	28,81	29,93	28,37	90,63	81,92	0,31	0,34	0,75	140,80	58,47	0,26	4,41	5,19	9,61	0,85
14	M2 - 4	69,37	28,90	100,31	100,29	30,47	28,91	29,97	28,93	91,61	83,86	0,32	0,34	0,76	140,03	58,34	0,02	5,13	3,49	8,46	1,47
15	M2 - 5	68,91	28,78	100,49	99,92	30,21	29,04	30,31	28,85	92,01	83,70	0,31	0,34	0,75	139,44	58,24	0,57	3,86	4,83	9,02	0,80
16	M2 - 6	69,18	29,42	100,46	100,16	30,30	28,68	30,20	29,67	91,95	85,21	0,32	0,35	0,75	135,15	57,47	0,30	5,37	1,78	7,33	3,02
17	M2 - 8	62,39	26,30	101,02	100,34	28,31	26,68	28,51	27,58	81,53	73,84	0,32	0,36	0,77	137,22	57,85	0,67	5,73	3,26	9,42	1,76
18	M2 - 10	65,84	28,25	100,95	100,22	30,47	29,14	30,50	29,05	93,80	84,83	0,30	0,33	0,70	133,06	57,09	0,72	4,35	4,75	9,56	0,92
19	M2 - 11	65,37	28,31	99,31	99,25	28,14	27,35	30,12	28,53	84,17	77,43	0,34	0,37	0,78	130,91	56,69	0,06	2,82	5,29	8,01	0,53
20	M2 - 13	67,46	28,62	101,23	100,98	30,08	27,74	28,46	26,94	86,65	75,45	0,33	0,38	0,78	135,71	57,57	0,25	7,78	5,35	12,93	1,45
	Promedio	67,46	28,27	100,54	100,13	29,81	28,15	29,90	28,71	89,62	80,94	0,32	0,35	0,75	138,71	58,05	0,41	5,54	3,98	9,68	1,67
	D.S.	2,722	0,872	0,532	0,447	0,862	0,910	0,773	0,893	4,057	4,113	0,012	0,014	0,026	9,454	1,549	0,260	2,288	1,276	2,035	1,206
	C.V. (%)	4,03	3,09	0,53	0,45	2,89	3,23	2,59	3,11	4,53	5,08	3,80	3,88	3,44	6,82	2,67	64,03	41,30	32,03	21,02	72,06

21	M3 - 1	87,53	34,98	102,28	101,62	31,77	29,62	32,31	31,29	104,98	94,18	0,33	0,37	0,83	150,23	60,04	0,65	6,76	3,16	10,28	2,14
23	M3 - 3	86,68	32,32	100,82	100,63	32,03	30,48	31,96	30,93	103,22	94,88	0,31	0,34	0,84	168,19	62,71	0,19	4,84	3,22	8,08	1,50
24	M3 - 4	80,77	35,71	101,37	100,60	31,69	29,73	32,08	31,25	103,08	93,44	0,35	0,38	0,78	126,18	55,79	0,76	6,21	2,61	9,35	2,38
25	M3 - 5	88,77	34,48	100,98	100,95	32,59	31,20	32,07	30,62	105,53	96,44	0,33	0,36	0,84	157,45	61,16	0,03	4,27	4,51	8,61	0,95
26	M3 - 6	84,62	35,40	100,91	100,83	32,42	30,08	32,60	31,35	106,67	95,09	0,33	0,37	0,79	139,04	58,17	0,08	7,22	3,84	10,85	1,88
27	M3 - 7	82,14	36,96	101,25	100,74	31,31	29,01	32,54	31,04	103,13	90,69	0,36	0,41	0,80	122,24	55,00	0,50	7,35	4,61	12,06	1,59
28	M3 - 9	88,38	34,14	101,31	101,27	32,47	30,63	32,39	30,55	106,57	94,77	0,32	0,36	0,83	158,88	61,37	0,04	5,67	5,69	11,07	1,00
29	M3 - 11	69,05	28,16	101,16	100,03	28,84	27,62	29,43	28,65	85,88	79,16	0,33	0,36	0,80	145,21	59,22	1,12	4,23	2,67	7,83	1,58
30	M3 - 12	81,72	34,02	101,54	100,88	31,69	29,88	32,49	31,02	104,55	93,50	0,33	0,36	0,78	140,21	58,37	0,65	5,72	4,51	10,56	1,27
	Promedio	83,30	34,02	101,29	100,84	31,65	29,81	31,99	30,74	102,62	92,46	0,33	0,37	0,81	145,29	59,09	0,45	5,81	3,87	9,86	1,59
	D.S.	6,125	2,544	0,437	0,444	1,136	1,037	0,984	0,834	6,431	5,234	0,014	0,019	0,024	15,177	2,562	0,383	1,186	1,039	1,462	0,486
	C.V. (%)	7,35	7,48	0,43	0,44	3,59	3,48	3,08	2,71	6,27	5,66	4,11	5,16	3,01	10,45	4,34	85,87	20,43	26,86	14,83	30,62
31	M4 - 1	71,05	28,97	99,93	99,55	30,74	28,55	31,05	29,20	95,38	83,00	0,30	0,35	0,74	145,25	59,23	0,38	7,11	5,96	12,98	1,19
32	M4 - 2	79,87	31,17	99,96	99,64	30,36	29,42	30,31	28,78	91,97	84,37	0,34	0,37	0,87	156,24	60,97	0,32	3,09	5,05	8,27	0,61
33	M4 - 3	70,44	26,45	100,47	99,95	30,89	28,61	29,79	28,64	92,45	81,90	0,29	0,32	0,76	166,31	62,45	0,52	7,39	3,85	11,42	1,92
34	M4 - 4	77,04	20,60	99,54	99,33	30,27	28,86	31,16	28,82	93,88	82,64	0,22	0,25	0,82	273,98	73,26	0,21	4,64	7,50	11,97	0,62
35	M4 - 5	76,97	35,27	99,68	97,31	30,10	28,28	30,35	29,38	91,07	80,85	0,39	0,44	0,85	118,23	54,18	2,38	6,06	3,20	11,22	1,90
36	M4 - 6	74,85	37,85	99,12	99,00	30,30	28,98	30,64	29,39	92,00	84,31	0,41	0,45	0,81	97,75	49,43	0,12	4,35	4,08	8,36	1,07
37	M4 - 7	74,32	28,73	99,83	98,48	30,38	28,76	29,92	28,98	90,76	82,10	0,32	0,35	0,82	158,68	61,34	1,35	5,33	3,14	9,55	1,70
38	M4 - 8	71,84	29,76	99,97	99,82	30,75	29,06	30,85	29,03	94,81	84,22	0,31	0,35	0,76	141,40	58,57	0,15	5,49	5,88	11,18	0,93
39	M4 - 9	74,05	27,44	100,68	100,44	30,56	29,09	30,24	28,92	93,02	84,49	0,29	0,32	0,80	169,86	62,94	0,24	4,80	4,37	9,17	1,10
40	M4 - 10	71,05	31,77	99,55	98,25	30,74	28,98	31,05	28,92	95,02	82,32	0,33	0,39	0,75	123,64	55,29	1,31	5,74	6,87	13,36	0,83
	Promedio	74,15	29,80	99,87	99,18	30,51	28,86	30,54	29,01	93,04	83,02	0,32	0,36	0,80	155,14	59,77	0,70	5,40	4,99	10,75	1,19
	D.s.	3,125	4,758	0,453	0,934	0,263	0,323	0,487	0,250	1,662	1,270	0,053	0,057	0,043	47,624	6,352	0,744	1,285	1,517	1,823	0,491
	C.v. (%)	4,21	15,97	0,45	0,94	0,86	1,12	1,60	0,86	1,79	1,53	16,65	15,98	5,39	30,70	10,63	106,62	23,81	30,41	16,96	41,33
41	M5 - 1	74,38	26,68	101,55	99,83	29,63	27,89	29,58	27,82	88,98	77,47	0,30	0,34	0,84	178,79	64,13	1,69	5,86	5,93	12,94	0,99
42	M5 - 2	63,10	26,98	101,86	100,96	29,68	28,02	30,09	29,20	90,99	82,58	0,30	0,33	0,69	133,88	57,24	0,88	5,61	2,98	9,24	1,88
43	M5 - 3	76,79	28,13	100,91	99,02	29,66	27,73	30,04	28,75	89,91	78,93	0,31	0,36	0,85	172,98	63,37	1,87	6,52	4,29	12,21	1,52
44	M5 - 4	66,45	25,68	100,80	100,50	28,59	27,49	29,53	28,42	85,12	78,51	0,30	0,33	0,78	158,76	61,35	0,30	3,86	3,78	7,77	1,02
45	M5 - 5	66,78	25,26	102,52	101,11	29,77	27,98	29,10	27,73	88,81	78,47	0,28	0,32	0,75	164,37	62,17	1,38	6,01	4,69	11,65	1,28

46	M5 - 6	86,36	32,34	101,07	99,83	29,83	28,63	29,05	28,06	87,57	80,20	0,37	0,40	0,99	167,04	62,55	1,23	4,02	3,40	8,42	1,18
47	M5 - 7	65,73	34,96	100,36	100,29	28,95	27,65	29,69	28,36	86,25	78,63	0,41	0,44	0,76	88,01	46,81	0,07	4,49	4,48	8,83	1,00
48	M5 - 8	73,79	28,08	100,88	100,01	28,94	27,09	29,49	28,48	86,10	77,18	0,33	0,36	0,86	162,78	61,95	0,86	6,38	3,41	10,36	1,87
49	M5 - 9	60,32	24,88	100,80	100,59	29,43	28,55	28,91	27,86	85,75	80,00	0,29	0,31	0,70	142,44	58,75	0,21	2,99	3,63	6,71	0,82
50	M5 - 10	59,29	25,51	100,82	100,14	30,48	28,16	30,34	28,86	93,24	81,37	0,27	0,31	0,64	132,42	56,97	0,67	7,63	4,88	12,73	1,56
	Promedio	69,30	27,85	101,16	100,23	29,50	27,92	29,58	28,35	88,27	79,33	0,32	0,35	0,79	150,15	59,53	0,92	5,34	4,15	10,09	1,31
	D.s.	8,43	3,31	0,64	0,61	0,54	0,46	0,48	0,49	2,61	1,70	0,04	0,04	0,10	27,00	5,11	0,62	1,44	0,88	2,21	0,38
	C.V. (%)	12,16	11,89	0,63	0,61	1,85	1,67	1,61	1,72	2,95	2,15	13,02	12,28	12,86	17,98	8,59	67,94	27,00	21,25	21,93	28,77

DLH: dimensión longitudinal humedad en mm.

DTH: dimensión tangencial húmeda en mm.

DRH: dimensión radial humedad en mm.

DRS: dimensión radial seca en mm.

CHbs: contenido humedad base seca.

CHbh: contenido humedad base humedad.

DLS: dimensión longitudinal seca en mm

DTS: dimensión tangencial seca en mm.

V.H: volumen húmedo en cm³.

V.S: volumen seco en cm³.

CL: contracción longitudinal %.

CT: contracción tangencial %.

DB: densidad básica g/cm³.

DA: densidad anhidra g/cm³.

DV: densidad verde g/cm³.

CR: contracción radial %.

CV: contracción verde %.

CT/CR: relación de contracciones

Anexo 5.4. Consolidado de las propiedades físicas de las 5 muestras de *Nectandra reticulata*

Muestra	Estadístico	Densidad básica	Densidad anhidra	Densidad verde	Contracción tangencial	Contracción radial	Contracción volumétrica	Relación ct/cr	Max. Contenido de humedad
M1	X	0,33	0,37	0,74	6,61	3,48	10,25	2,03	127,21
	C.V.	3,70	5,76	3,80	43,20	37,85	34,88	35,63	7,67
M2	X	0,32	0,35	0,75	5,54	3,98	9,68	1,67	138,71
	C.V.	3,80	3,88	3,44	41,30	32,03	21,02	72,06	6,82
M3	X	0,33	0,37	0,81	5,81	3,87	9,86	1,59	145,29
	C.V.	4,11	5,16	3,01	20,43	26,86	29,66	30,62	10,45
M4	X	0,32	0,36	0,80	5,40	4,99	10,75	1,19	155,14
	C.V.	16,65	15,98	5,39	23,81	30,41	16,96	41,33	30,70
M5	X	0,32	0,35	0,79	5,34	4,15	10,09	1,31	150,15
	C.V.	13,02	12,28	12,86	27,00	21,25	21,93	28,77	17,98
Promedio	X	0,32	0,36	0,78	5,74	4,09	10,12	1,56	143,30
	C.V.	8,26	8,61	5,70	31,15	29,68	24,89	41,68	14,72

Anexo 6. Datos obtenidos de laboratorio de las probetas de la madera de *Nectandra reticulata* para propiedades mecánicas

Anexo 6.1. Datos de flexión de la madera de *Nectandra reticulata*

Nº	Probeta	Carga (Q) (kg)	Carga (P) (kg)	Distancia (a) (cm)	Ancho viga (cm)	Espesor viga (cm)	Deformación (d)(cm)	MOR	MOE	ELP
1	M1 - 2F	1323	1073	37,50	5,05	5,05	0,05	578,00	181290	468,74
2	M1 - 3F	1102	936	37,50	5,20	5,02	0,05	472,89	187667	401,96
3	M2 - 2F	1207	1026	37,50	5,00	4,90	0,05	565,37	153242	480,57
4	M2 - 3F	960	788	37,50	4,90	5,87	0,15	319,96	69858	262,44
5	M3 - 2F	949	907	37,50	5,10	4,95	0,05	427,01	386802	408,46
6	M3 - 3F	1118	847	37,50	4,80	4,90	0,10	545,84	164704	413,21
7	M4 - 2F	855	727	37,50	4,90	4,50	0,06	484,94	357811	412,20
8	M4 - 3F	795	766	37,50	4,80	5,00	0,05	372,47	210432	359,14
9	M5 - 1F	909	827	37,50	5,00	4,40	0,20	528,44	127989	480,56
10	M5 - 2F	987	699	37,50	4,95	4,92	0,20	463,29	78210	328,36
Promedio								475,82	191800	401,56
D.S.								84,15	105475	69,77
C.V. (%)								17,69	55	17,37

Contenido de humedad post ensayo

Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Contenido de humedad (%)
436,19	380,65	14,59
391,36	343,51	13,93
382,15	335,71	13,83
413,09	362,02	14,11
344,75	303,02	13,77
Promedio		14,05

Anexo 6.2. Datos de la comprensión paralela de la madera de *Nectandra reticulata*

Nº	Probeta	Carga (Q)	Carga (P)	Área	Ancho (a)	Espesor (e)	largo	Deformación (d)	MOR	MOE	ELP
1	M1 - 1//	6504	5528	25,48	5,20	4,90	15,00	0,15	255,26	21697	216,97
2	M1 - 3//	3457	2938	24,75	4,95	5,00	15,00	0,50	139,68	3562	118,73
3	M2 - 2//	6822	5799	24,24	5,05	4,80	15,00	0,20	281,43	17941	239,22
4	M2 - 3//	7138	6067	23,95	4,99	4,80	15,00	0,05	298,00	75991	253,30
5	M3 - 1//	7323	6225	23,04	4,75	4,85	15,00	0,05	317,88	81059	270,20
6	M3 - 2//	7070	6010	23,76	4,80	4,95	15,00	0,12	297,56	31616	252,93
7	M4 - 1//	6644	5648	23,77	4,90	4,85	15,00	0,05	279,58	71294	237,65
8	M4 - 3//	5906	5020	22,09	4,70	4,70	15,00	0,10	267,34	34086	227,24
9	M5 - 1//	5874	4993	24,75	5,00	4,95	15,00	0,10	237,34	30261	201,74
10	M5 - 3//	6048	5141	23,52	4,80	4,90	15,00	0,10	257,14	32785	218,57
PROMEDIO									263,12	40029	223,65
D.S.									49,47	26587	42,05
C.V. (%)									18,80	66	18,80

Contenido de humedad post ensayo

Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Contenido de humedad (%)
187,61	166,27	12,83
197,08	172,71	14,11
210,65	186,34	13,05
167,90	146,62	14,51
165,34	146,89	12,56
Promedio		13,41

Anexo 6.3. Datos de la comprensión perpendicular de la madera de *Nectandra reticulata*

Nº	Probeta	Carga (Q)	Superficie contacto (A)	ELP
1	M1 - 1 ⊥	2101	24,50	85,76
2	M1 - 2 ⊥	1942	24,26	80,07
3	M2 - 1 ⊥	2418	25,24	95,82
4	M2 - 2 ⊥	2985	23,28	128,25
5	M3 - 1 ⊥	2832	24,50	115,59
6	M3 - 2 ⊥	2838	24,40	116,30
7	M4 - 1 ⊥	2083	23,03	90,45
8	M4 - 2 ⊥	2129	22,79	93,44
9	M5 - 1 ⊥	2569	24,01	107,00
10	M5 - 2 ⊥	1882	23,77	79,19
Promedio				99,19
D.S.				16,78
C.V. (%)				16,92

Contenido de humedad post ensayo

Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Contenido de humedad (%)
346,06	311,17	11,21
343,04	312,57	9,75
313,91	283,77	10,62
325,01	293,23	10,84
354,79	320,78	10,60
Promedio		10,60

Anexo 6.4. Datos de la dureza de la madera de *Nectandra reticulata*

Ensayo de Dureza (kg /cm²)			
Muestras	Radial	Tangencial	Transversal
M1 - 2D	556	336	656
M1 - 3D	734	436	847
M2 - 1 D	509	360	834
M2 - 2 D	522	431	753
M3 - 1D	610	473	942
M3 - 3D	602	452	937
M4 - 1D	244	381	839
M4 - 2D	410	388	921
M5 - 1D	465	428	930
M5 - 3D	385	427	807
Promedio (kg/cm²)	503,70	411,20	846,60
Desviación estándar (kg/cm²)	137,00	43,14	92,28
Coefficiente de variabilidad (%)	27,20	10,49	10,90

Contenido de humedad post ensayo

Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Contenido de humedad (%)
151.54	132.3	14.54
134.62	116.87	15.19
150.87	132.83	13.58
133.55	119.44	11.81
147.82	129.45	14.19
Promedio		13.86

Anexo 6.5. Datos de cizallamiento de la madera de *Nectandra reticulata*

Radial

Nº	Probeta	Carga (Q)	Ancho (falla)	Alto (falla)	MOR (kg/cm ²)
1	M1 - 1C	2695	4,86	4,85	114,31
2	M1 - 3 C	2556	5,03	4,70	108,12
3	M2 - 1C	2773	4,90	5,20	108,82
4	M2 -2C	2651	4,85	5,00	109,33
5	M3 - 1C	2125	4,70	4,90	92,27
6	M3 -2C	2743	4,90	4,80	116,62
7	M4 - 1C	2660	4,90	5,00	108,56
8	M4 - 3C	2836	4,90	4,73	122,35
9	M5 - 1C	2547	4,80	4,70	112,88
10	M5 - 2C	2863	4,90	4,60	127,01
Promedio					112,03
D.S.					9,39
C.V. (%)					8,38

Tangencial

Nº	Probeta	Carga (Q)	Ancho (falla)	Alto (falla)	MOR (kg/cm ²)
1	M1 - 1C	3170	4,86	4,85	134,49
2	M1 - 3 C	3007	5,03	4,70	127,19
3	M2 - 1C	3262	4,90	5,20	128,02
4	M2 -2C	3119	4,85	5,00	128,62
5	M3 - 1C	2500	4,70	4,90	108,55
6	M3 -2C	3227	4,90	4,80	137,20
7	M4 - 1C	3129	4,90	5,00	127,71
8	M4 - 3C	3336	4,90	4,73	143,94
9	M5 - 1C	2996	4,80	4,70	132,80
10	M5 - 2C	3368	4,90	4,60	149,42
Promedio					131,80
D.S.					11,05
C.V. (%)					8,38

Promedio

Nº	Probeta	MOR (kg/cm ²)
1	M1 - 1C	124,40
2	M1 - 3 C	117,65
3	M2 - 1C	118,42
4	M2 -2C	118,97
5	M3 - 1C	100,41
6	M3 -2C	126,91
7	M4 - 1C	118,14
8	M4 - 3C	133,14
9	M5 - 1C	122,84
10	M5 - 2C	138,22
Promedio		121,91
D.S.		10,22
C.V. (%)		8,38

Contenido de humedad post ensayo

Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Contenido de humedad (%)
52.26	46.15	13.24
53.31	47.1	13.18
52.97	46.88	12.99
52.05	46.11	12.88
45.59	40.01	13.95
Promedio		13.25

Anexo 7. Identificación de la especie en estudio

LEIWER FLORES FLORES
ESPECIALISTA EN DENDROLOGÍA

C.I.P. N° 56894

Cel. 918217105

Email: lflores@unc.edu.pe

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

CERTIFICA:

La identificación de la muestra botánica de un árbol con fines de investigación de tesis titulado: **“CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS, PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez, SAN IGNACIO 2024”**, proveniente del sector El Guayaquil, centro poblado El Triunfo, distrito de Huarango, provincia San Ignacio, solicitada por el Bach. **MAICOL CORONADO CARRASCO**, exalumno de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Cajamarca. La muestra es conocida en la zona de estudio como **“roble”**, la cual fue estudiada, identificada y ordenada para grupos taxonómicos de Gimnospermae y Angiospermae, de acuerdo al Sistema de Clasificación APG IV - 2016, se presenta a continuación:

Categorías -Clados	Sistema APG IV - 2016
Reino	Plantae
División	Angiospermae L.
Clase	Equisetosida C. Agardh
Subclase	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	Magnoliales Takht.
Orden	Laurales Juss. ex Bercht. y J. Presl
Familia	Lauraceae Juss.
Género	<i>Nectandra</i> Rol. ex Rottb.
Especie	<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez.

Jaén, 24 de octubre del 2025.



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

Anexo 8. Ficha técnica de la especie

Nectandra reticulata (Ruiz & Pav.) Mez.

Familia. LAURACEAE

Nombres comunes. Roble

Sinónimos botánicos. *Laurus aestivalis* Vell., *Laurus reticulata* Ruiz & Pav., *Nectandra discolor* var. *subvenosa* Meisn., *Nectandra laurel* var. *triquetra* Meisn., *Nectandra mollis* (Kunth) Nees, *Nectandra mollis* var. *attenuata* Meisn., *Nectandra mollis* var. *intermedia* Meisn., *Nectandra mollis* var. *venosa* (Nees) Meisn., *Nectandra mollis* var. *villosa* (Nees & Mart.) Meisn., *Nectandra pittieri* Lasser, *Nectandra rigida* (Kunth) Nees, *Nectandra villosa* Nees & Mart., *Nectandra villosa* var. *venosa* Nees, *Ocotea mollis* Kunth, *Ocotea rigida* Kunth, *Persea incana* Schott, *Persea mollis* (Kunth) Spreng., *Phoebe amplifolia* Mez & Donn. Sm. (Tropicos.org).

Nombres comunes. Roble (zona de estudio). Moena negra, roble playa, roble amarillo (Flores, 2018, p. 170). Ishpinku amarillo, canelón blanco y jigua (MAE y FAO, 2014, p. 70).

Descripción botánica. Árbol de 7,0-12,0 m altura y 30,0 cm de diámetro (DAP), copa globosa. Presenta raíces redondas y fuste cilíndrico. La corteza externa presenta lenticelas en forma equidimensional, ritidoma papiráceo-cartáceo. La corteza interna de textura laminar de color claro, al contacto con el aire se oxida rápidamente tornándose de un color oscuro, secreción mucilaginoso, olor característico aromático, sabor dulcesino. Hojas simples, alternas, elípticas, hojas más grandes de 9,0 x 23,0 cm, las más pequeñas de 4,0 x 10,0 cm, borde ligeramente sinuado, ápice obtuso y base obtuso-agudo, nervaduras pinnadas curvas, no llegan al borde del limbo, tampoco se unen, nervaduras secundarias poco prominentes, peciolo decurrente de 0,6-1,0 cm de largo, nervadura ligeramente acanalado, hojitas terminales y yema foliar en forma de lanza, limbo de consistencia cartáceo, ramitas terminales anguladas, peciolo y base de la hojas ligeramente pubescentes y ásperas, nervadura primaria y secundarias prominentes en el envés. Inflorescencias panícula y cimas en racimo de 4,0 a 10,0 cm de largo, pubescente; flores hermafroditas, actinomorfas, diminutas, marrón oscuro, el pedicelo de 0,5-1,2 cm de largo y engrosado, pedúnculo angulado, ovario súpero. Fruto drupa y ovoide (Vásquez, 2015).

Fenología. Registros de floración mayormente durante la estación seca o hacia fines de ésta, entre junio y octubre, e inicio de la formación de frutos hacia el fin de año.

Regeneración natural. La especie presenta regeneración natural, la especie es del grupo ecológico de las heliófitas durables de crecimiento rápido, en la fase del bosque primario y en los claros del bosque.

Hábitat: Clima. La especie se desarrolla en bosques húmedos, muy húmedo y pluvial entre los 0-1400 m s. n. m. (Reynel & Marcelo, 2009, p. 80). Rojas (2022, p. 7) señala que, se encuentra a 1,300 m s. n. m.

Distribución. Se encuentra distribuida en Perú, Brasil, Costa Rica y México (Reynel & Marcelo, 2009, p. 80). Perú (Amazonas, Cajamarca, Cuzco, Huánuco, Junín, Lambayeque, Loreto, Madre de Dios, Pasco, Puno, San Martín), También se distribuyen en los países de: Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Guayana, Honduras, México, Panamá y Venezuela (Tropicos.org).

Usos. Madera de buena calidad, blanda, liviana, con grano recto a entrecruzado, textura media a gruesa y color amarillento, fragante. Es medianamente durable; se le aprecia en carpintería, ebanistería y construcción (Reynel & Marcelo, 2009). En el lugar de investigación, la especie es utilizada para carpintería y ebanistería, por tratarse de una “moena”, es muy requerida para esos usos, tiene una durabilidad natural buena por los extractivos que posee, por lo que no necesita preservarse. En el mercado local del área de investigación, la madera de esta especie es comercializada como una moena de mediana calidad y su precio actual, oscila entre 2,50 y 3,00 soles por pie tablar.

Ficha silvicultural

Condiciones climáticas. Tropical húmedo, precipitación anual entre 1800-2000 mm.

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

Temperatura. Se desarrollan en entre 20 °C y 30 °C.

Frutos y semillas. Frutos drupas esféricas de color negro maduras, tiene una sola semilla.

Peso promedio de semillas. Las semillas pueden pesar entre 1.0 a 1.5 gramos cada uno.

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

Tratamientos pregerminativos. No se requieren tratamientos pre germinativos específicos, se pueden remojar en agua durante fría de 12-24 horas puede mejorar la germinación.

Poder germinativo. El poder germinativo de las semillas puede alcanzar entre 60-80 % en condiciones adecuadas.

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

Almacenamiento de las semillas. Las semillas deben almacenarse en condiciones frescas y secas, pero su viabilidad disminuye rápidamente con el tiempo, es preferible sembrarlas poco después de la recolección. Pudiendo durar hasta unos 10 días como máximo.

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



Fotos 1 y 2. Ramita terminal y frutos de *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez.

REFERENCIAS

- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). (2014). Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales – Ecuador. Quito. 105 p.
<https://www.fao.org/3/i4407s/i4407s.pdf>
- Reynel, C., Pennington, T. D., Pennington, R. T. Flores, C., Daza, A (2003). Árboles útiles de la Amazonia Peruana y sus usos. Un manual de apuntes de identificación ecológica y propagación de las especies. 429 p.
- Reynel, c., Marcelo, J. (2006). Árboles de los ecosistemas forestales andinos. Manual de identificación de especies. Serie de investigación y sistematización N° 9. Programa nacional ECOBONA INTERCOOPERATION. Lima. 163 p.
http://www.aprodes.org/pdf/arboles_ecosistemas.pdf

Tropicos.org. (website). Missouri Botanical Garden. <https://tropicos.org>

Vásquez, F. (2015). Identificación de las especies de la familia Lauraceae en el bosque de Huamantanga, Jaén, Cajamarca. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ciencias Agrarias. 130 p.

FICHA TÉCNICA PRENSA PARA ROTURA DE CILINDROS DE CONCRETO Y OTROS MATERIALES



PyS
EQUIPOS

PRENSA PARA ROTURA DE CONCRETO Y OTROS MATERIALES

SKU: STYE-2000; Categoría: CONCRETO Y MADERA

- **Descripción**

La máquina de prueba de compresión hidráulica se utiliza para la prueba de compresión de hormigón y otros materiales de construcción, como madera, metales, carga manual, visualización digital del valor de la presión y la relación de carga.

Características: Carga manual, Cubierta protectora

Capacidad de carga máxima: 2000 kN

Espacio de compresión: 360 mm

Carrera del pistón: 120 mm

Tamaño de las placas de compresión superiores: 300 mm

Tamaño de las placas de compresión inferiores: 300 mm

Dimensión (marco de carga: 900 × 400 × 1250 mm

Energía: 220V, 50Hz / 60Hz , 1.3kW

Peso: 600kg

Anexo 10. Panel fotográfico de la investigación



Foto 1. Inventario forestal



Fotos 2. Apeo de los árboles muestreados



Foto 3 y 4. Extracción de trozas



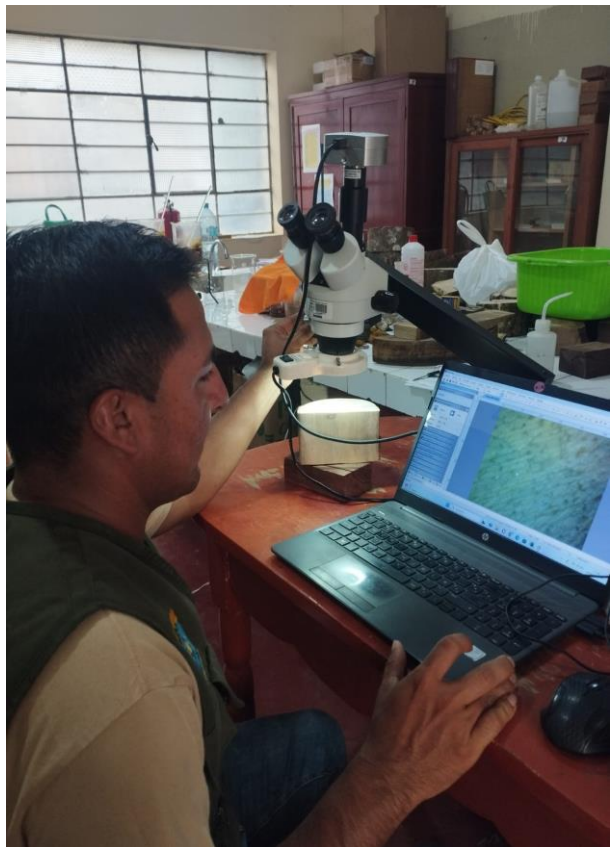
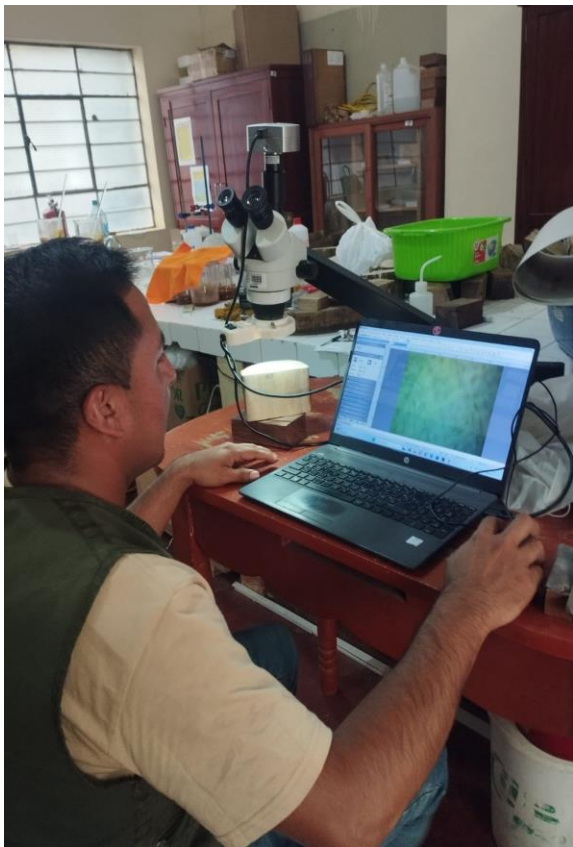
Fotos 5 y 6. Habilitado de la madera para los ensayos de macro y microanatomía



Foto 7 y 8. Habilitado de la madera para los ensayos de propiedades físicas y mecánicas



Fotos 9 y 10. Preparación de las muestras para estudio de la macroanatomía



Fotos 11 y 12. Evaluación de la porosidad en el corte transversal



Fotos 13 y 14. Obtención de muestras para cortes en microtomo



Fotos 15 y 16. Corte y tinción de muestras



Fotos 17 y 18. Medición de microanatomía



Fotos 19 y 20. Codificado y separación para las medidas para propiedades físicas



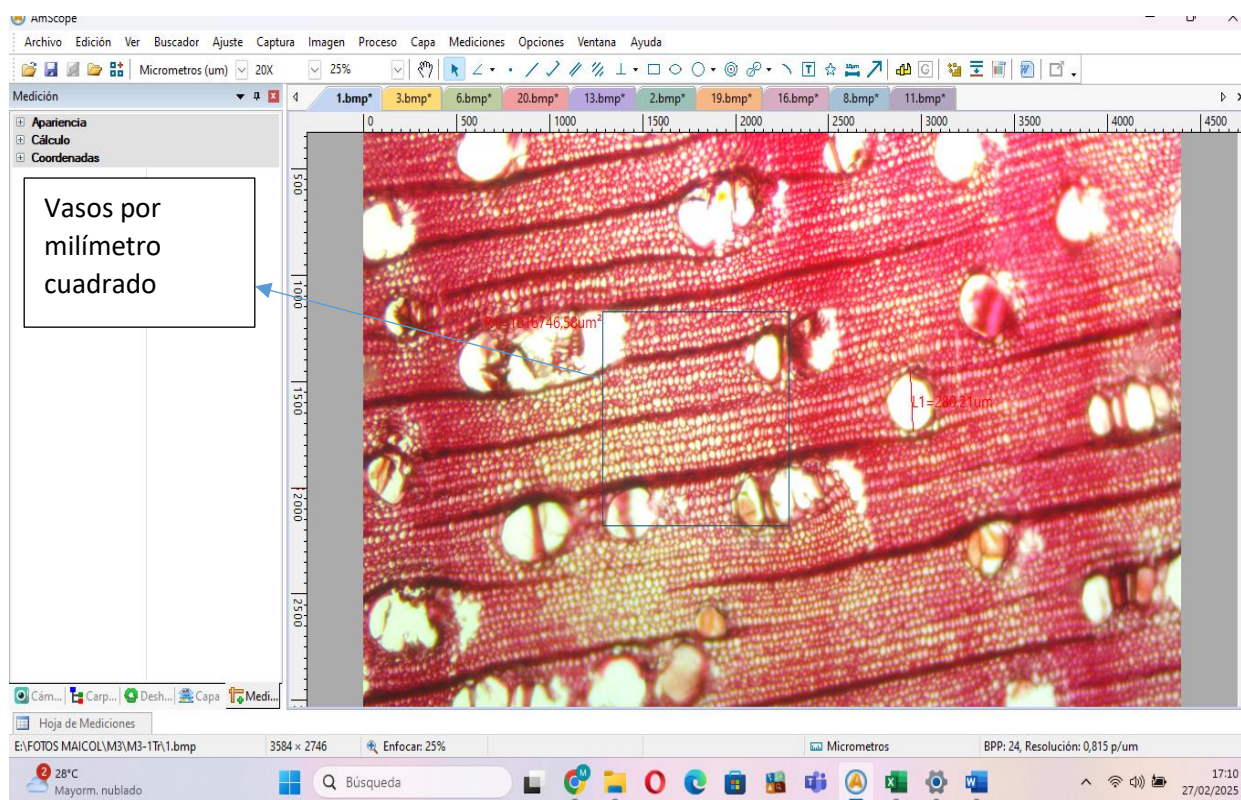
Fotos 21 y 22. Medidas, pesado y secado de la madera para propiedades físicas



Fotos 23 y 24. Ensayo de la compresión paralela y cizallamiento de las propiedades mecánicas.



Fotos 25 y 26. Ensayo de dureza y flexión estática para propiedades mecánicas



Fotos 27. Medición de estructuras de microanatomía