

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL



**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL**

**CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA Y
MICROSCÓPICA DE CUATRO ESPECIES
MADERABLES PROVENIENTES DE LOS
ASERRADEROS DE JAÉN Y BAGUA**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y
AMBIENTAL**

Autor (a): Bach. Mac Brider Mendoza Villalobos

Asesor (a): Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga
Mg. Vitoly Becerra Montalvo

**Línea de Investigación: Conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos
naturales**

JAÉN – PERÚ

2025

Mac Brider Mendoza Villalobos

CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA DE CUATRO ESPECIES MADERABLES PROVENIENTES DE LOS AS...

 Quick Submit Quick Submit Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3297540099

120 Páginas

Fecha de entrega

17 jul 2025, 12:46 p.m. GMT-5

21.976 Palabras

Fecha de descarga

17 jul 2025, 12:50 p.m. GMT-5

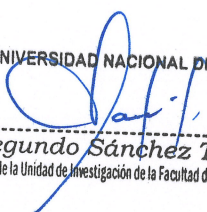
121.849 Caracteres

Nombre de archivo

INFORME_FINAL_TESIS_MAC_MENDOZA.pdf

Tamaño de archivo

2.6 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Segundo Sánchez Tello
Responsable (e) de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

3% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 2%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
223 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**
860 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Segundo Sánchez Tello
Responsable (e) de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

ACTA DE SUSTENTACIÓN

El día 24 de julio del año 2025, siendo las 12:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado en las instalaciones de la escuela profesional de ingeniería forestal y ambiental

Presidente : Mg. Gino Fernando Mondragón Aguirre

Secretario : Dr. Wagner Colmenares Mayanga

Vocal : Dra. Irma Rumela Aguirre Zaquinaula, para evaluar la Sustentación del informe final:

() Trabajo de Investigación

(X) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

"Caracterización macroscópica y microscópica de cuatro especies maderables provenientes de los aserraderos de Jaén y Bagua", presentado por el bachiller: Mac Brider Mendoza Villalobos de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar

() Desaprobar

(X) Unanimidad

() Mayoría

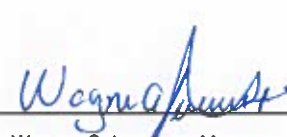
Con la siguiente mención:

a) Excelente	18, 19, 20	()
b) Muy bueno	16, 17	(16)
c) Bueno	14, 15	()
d) Regular	13	()
e) Desaprobado	12 ó menos	()

Siendo las 13:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Mg. Gino Fernando Mondragón Aguirre

Presidente


Dr. Wagner Colmenares Mayanga

Secretario


Dra. Irma Rumela Aguirre Zaquinaula

Vocal

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS

Yo, **Mac Brider Mendoza Villalobos**, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén, identificado con DNI 75747187.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

"CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA DE CUATRO ESPECIES MADERABLES PROVENIENTES DE LOS ASERRADEROS DE JAÉN Y BAGUA".

Asesorado por la **Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga** y el **Mg. Vitoly Becerra Montalvo**.

El mismo que presento bajo la modalidad de requisito para optar; el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.

4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.

6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Jaén, 11 de agosto de 2025


Mac Brider Mendoza Villalobos



ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE	II
ÍNDICE DE TABLAS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE ANEXOS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
I. INTRODUCCIÓN	11
II. MATERIALES Y MÉTODOS	15
2.1. Materiales	15
2.1.1. Obtención de la materia prima	15
2.1.2. Lugar de ejecución	15
2.1.3. Materiales, equipos y herramientas	15
2.2. Métodos	16
2.2.1. Población, muestra y muestreo	16
2.2.2. Análisis macroscópico	17
2.2.3. Análisis microscópico	20
III. RESULTADOS	24
3.1. Análisis macroscópico de las cuatro especies investigadas	24
a. Estudio macroscópico de <i>Swietenia macrophylla</i> King - (Caoba)	24
b. Estudio macroscópico de <i>Cedrela odorata</i> L - (Cedro)	30
c. Estudio macroscópico de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez – (Moena)	35
d. Estudio macroscópico de <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke – (Tornillo) 40	
3.2. Análisis microscópico de las cuatro especies investigadas	45
a. Estudio microscópico de <i>Swietenia macrophylla</i> King - (Caoba)	45
b. Estudio microscópico de <i>Cedrela odorata</i> L - (Cedro)	53
c. Estudio microscópico de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez - (Moena)	61

d. Estudio microscópico de <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke - (Tornillo)	69
3.3. Tablas de comparaciones anatómicas de las cuatro especies investigadas.....	77
3.4. Comparaciones a nivel macroscópico de las cuatro especies investigadas	83
3.5. Comparaciones a nivel microscópico de las cuatro especies investigadas.....	85
IV. DISCUSIONES.....	88
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
5.1. Conclusiones	95
5.2. Recomendaciones	97
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
AGRADECIMIENTO.....	103
DEDICATORIA	103
ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción anatómica de la muestra M01 de <i>S. macrophylla</i>	24
Tabla 2. Descripción anatómica de la muestra M02 de <i>S. macrophylla</i>	26
Tabla 3. Descripción anatómica de la muestra M03 de <i>S. macrophylla</i>	27
Tabla 4. Descripción anatómica de la muestra M04 de <i>S. macrophylla</i>	28
Tabla 5. Descripción anatómica de la muestra M05 de <i>S. macrophylla</i>	29
Tabla 6. Descripción anatómica de la muestra M01 de <i>C. odorata</i>	30
Tabla 7. Descripción anatómica de la muestra M02 de <i>C. odorata</i>	31
Tabla 8. Descripción anatómica de la muestra M03 de <i>C. odorata</i>	32
Tabla 9. Descripción anatómica de la muestra M04 de <i>C. odorata</i>	33
Tabla 10. Descripción anatómica de la muestra M05 de <i>C. odorata</i>	34
Tabla 11. Descripción anatómica de la muestra M01 de <i>O. aciphylla</i>	35
Tabla 12. Descripción anatómica de la muestra M02 de <i>O. aciphylla</i>	36
Tabla 13. Descripción anatómica de la muestra M03 de <i>O. aciphylla</i>	37
Tabla 14. Descripción anatómica de la muestra M04 de <i>O. aciphylla</i>	38
Tabla 15. Descripción anatómica de la muestra M05 de <i>O. aciphylla</i>	39
Tabla 16. Descripción anatómica de la muestra M01 de <i>C. cateniformis</i>	40
Tabla 17. Descripción anatómica de la muestra M02 de <i>C. cateniformis</i>	41
Tabla 18. Descripción anatómica de la muestra M03 de <i>C. cateniformis</i>	42
Tabla 19. Descripción anatómica de la muestra M04 de <i>C. cateniformis</i>	43
Tabla 20. Descripción anatómica de la muestra M05 de <i>C. cateniformis</i>	44
Tabla 21. Características descriptivas de la muestra M01 de <i>S. macrophylla</i>	46
Tabla 22. Mediciones microscópicas de la muestra M01 de <i>S. macrophylla</i>	48
Tabla 23. Características descriptivas de la muestra M02 de <i>S. macrophylla</i>	50
Tabla 24. Mediciones microscópicas de la muestra M02 de <i>S. macrophylla</i>	52
Tabla 25. Características descriptivas de la muestra M01 de <i>C. odorata</i>	54
Tabla 26. Mediciones microscópicas de la muestra M01 de <i>C. odorata</i>	56
Tabla 27. Características descriptivas de la muestra M02 de <i>C. odorata</i>	58
Tabla 28. Mediciones microscópicas de la muestra M02 de <i>C. odorata</i>	60
Tabla 29. Características descriptivas de la muestra M01 de <i>O. aciphylla</i>	62
Tabla 30. Mediciones microscópicas de la muestra M01 de <i>O. aciphylla</i>	64
Tabla 31. Características descriptivas de la muestra M02 de <i>O. aciphylla</i>	66

Tabla 32. Mediciones microscópicas de la muestra M02 de <i>O. aciphylla</i>	68
Tabla 33. Características descriptivas de la muestra M01 de <i>C. cateniformis</i>	70
Tabla 34. Mediciones microscópicas de la muestra M01 de <i>C. cateniformis</i>	72
Tabla 35. Características descriptivas de la muestra M02 de <i>C. cateniformis</i>	74
Tabla 36. Mediciones microscópicas de la muestra M02 de <i>C. cateniformis</i>	76
Tabla 37. Comparación de las características macroscópicas y microscópicas de la madera <i>S. macrophylla</i>	77
Tabla 38. Comparación de las características macroscópicas y microscópicas de la madera <i>C. odorata</i>	78
Tabla 39. Comparación de las características macroscópicas y microscópicas de la madera <i>O. aciphylla</i>	79
Tabla 40. Comparación de las características macroscópicas y microscópicas de la madera <i>C. cateniformis</i>	81
Tabla 41. Comparativa en función a las características macroscópicas.	83
Tabla 42. Comparativa en función a las características microscópicas.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Corte de muestras y codificación.....	18
Figura 2. Visualización de características	19
Figura 3. Muestras de cubos codificados	20
Figura 4. Cocción de cubos	21
Figura 5. Remojo de las muestras de cubos	21
Figura 6. Corte y ubicación láminas según el tipo de corte	22
Figura 7. Tinción y remojo de láminas	23
Figura 8. Montaje de laminas	23
Figura 9. Montajes histológicos de la muestra M01 de <i>S. macrophylla</i>	45
Figura 10. Montajes histológicos de la muestra M02 de <i>S. macrophylla</i>	49
Figura 11. Montajes histológicos de la muestra M01 de <i>C. odorata</i>	53
Figura 12. Montajes histológicos de la muestra M02 de <i>C. odorata</i>	57
Figura 13. Montajes histológicos de la muestra M01 de <i>O. aciphylla</i>	61
Figura 14. Montajes histológicos de la muestra M02 de <i>O. aciphylla</i>	65
Figura 15. Montajes histológicos de la muestra M01 de <i>C. cateniformis</i>	69
Figura 16. Montajes histológicos de la muestra M02 de <i>C. cateniformis</i>	73
Figura 17. Duramen por especie	106
Figura 18. Albura por especie	106
Figura 19. Brillo por especie	106
Figura 20. Grano por especie	107
Figura 21. Tipos de corte de caoba	107
Figura 22. Tipos de corte de cedro	107
Figura 23. Tipos de corte de moena	108
Figura 24. Tipos de corte de tornillo	108
Figura 25. Corte tangencial a 40X por especie	109
Figura 26. Corte radial a 40X por especie.....	109
Figura 27. Corte transversal a 40X por especie	109
Figura 28. Diámetro de poros (μm) – Caoba.....	110
Figura 29. Frecuencia de los poros (mlor) – Caoba	110
Figura 30. Altura de los radios (μm) – Caoba.....	111
Figura 31. Número de radios por milímetro lineal (mm) – Caoba.....	111

Figura 32. Diámetro de poros (μm) – Cedro	112
Figura 33. Frecuencia de los poros (mm^2)- Cedro	112
Figura 34. Altura de los radios (μm) – Cedro	113
Figura 35. Número de radios por milímetro lineal (mm) - Cedro.....	113
Figura 36. Diámetro de poros (μm) – Moena.....	114
Figura 37. Frecuencia de los poros (mm^2)- Moena	114
Figura 38. Altura de los radios (μm) – Moena	115
Figura 39. Número de radios por milímetro lineal (mm) – Moena.....	115
Figura 40. Diámetro de poros (μm) – Tornillo.....	116
Figura 41. Frecuencia de los poros (mm^2) – Tornillo	116
Figura 42. Altura de los radios (μm) – Tornillo	117
Figura 43. Número de radios por milímetro lineal (mm) – Tornillo.....	117
Figura 44. Lijado de muestras de cubo	118
Figura 45. Muestras de probetas y cubos codificados.....	118
Figura 46. Corte de láminas a 0.25 mm y 0.3 mm	119
Figura 47. Ubicación y tinción de láminas.....	119
Figura 48. Montaje y visualización de características microscópicas.....	120

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexos 1. Centros de transformación y/o depósitos Bagua.....	104
Anexos 2. Centros de transformación y/o depósitos Jaén.....	105
Anexos 3. Características macroscópicas de las cuatros especies investigadas.....	106
Anexos 4. Características microscópicas de las cuatros especies investigadas	109
Anexos 5. Mediciones de las cuatro especies investigadas.....	110
Anexos 6. Galería fotográfica	118

RESUMEN

La caracterización anatómica de la madera es valiosa ya que permite identificar la estructura macroscópica y microscópica, siendo de utilidad para silvicultores y tecnólogos de la madera. En esta investigación se utilizaron muestras de cuatro especies maderables provenientes de aserraderos de Jaén y Bagua. Por cada especie, se prepararon cinco probetas con medidas estándar. Para *Swietenia macrophylla*, los resultados revelaron la presencia de poros solitarios con diámetro de 320.33 μm , color marrón rojizo, brillo alto y arcos superpuestos, radios de 359.36 μm ; parénquima en bandas apotraqueal y paratraqueal escaso. *Cedrela odorata*, presentó un color rojizo, olor alcanforado, sabor amargo y arcos superpuestos; los poros tienen 228.07 μm , radios de 520.01 μm parénquima apotraqueal difuso abundante, inclusiones tipo gomas. *Ocotea aciphylla* tiene color amarillo oscuro, olor alcanforado, jaspeado; poros solitarios de 252.45 μm y radios de 406.40 μm , parénquima paratraqueal escaso, inclusiones de gomas. *Cedrelinga cateniformis*, tiene color marrón, grano entrecruzado y textura gruesa; poros solitarios de 320.22 μm , radios de 502.13 μm , parénquima paratraqueal escaso, presencia de tílides. Se concluye que las especies estudiadas presentan propiedades anatómicas relativamente estables durante el periodo de almacenamiento en aserraderos, sin evidenciarse alteraciones significativas en su estructura anatómica.

Palabras claves: anatomía, madera, organolépticas, especies forestales.

ABSTRACT

The anatomical characterization of wood is valuable because it allows identifying the macroscopic and microscopic structure, being useful for foresters and wood technologists. In this research samples of four timber species from sawmills in Jaen and Bagua were used. For each species, five specimens were prepared with standard measurements. For *Swietenia macrophylla*, the results revealed the presence of solitary pores with a diameter of 320.33 μm , reddish brown color, high gloss and overlapping arcs, radii of 359.36 μm ; parenchyma in apotracheal and paratracheal bands scarce. *Cedrela odorata*, presented a reddish color, camphoraceous odor, bitter taste and overlapping arcs; pores have 228.07 μm , radii of 520.01 μm abundant diffuse apotracheal parenchyma, gum-like inclusions. *Ocotea aciphylla* has dark yellow color, camphoraceous odor, marbled; solitary pores of 252.45 μm and rays of 406.40 μm , sparse paratracheal parenchyma, gum-like inclusions. *Cedrelinga cateniformis*, has brown color, grain crisscrossed and coarse texture; solitary pores of 320.22 μm , radii of 502.13 μm , sparse paratracheal parenchyma, presence of tyloses. It is concluded that the species studied present relatively stable anatomical properties during the period of storage in sawmills, without showing significant alterations in their anatomical structure.

Key words: anatomy, wood, organoleptic, forest species.

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales del norte de Perú albergan una gran diversidad de especies maderables, muchas de las cuales poseen un alto valor ecológico y económico (Pearce, 2001). Entre estas, *Swietenia macrophylla* King, *Cedrela odorata* L., *Ocotea aciphylla* (Nees & Mart.) Mez, y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke sobresalen en el mercado nacional e internacional por ser especies maderables de alta excelencia (Dieterle & Karsenty, 2020).

La madera juega un papel importante en la industria maderera y al mismo tiempo es la materia prima básica de todos los productos maderables. Sin embargo, el crecimiento económico a nivel mundial ha provocado un incremento constante en la demanda de la madera, tanto en el ámbito laboral como en la vida cotidiana, en tal sentido, sin excepción las especies maderables son las más explotadas y amenazadas por las actividades antropogénicas (Zhu et al., 2021).

Cervantes (2011) sostiene que los principales problemas que pueden llevar a cualquier especie maderable a situarse en peligro de extinción son: ganadería extensiva, agricultura migratoria, quema, tala ilegal, falta de protección, cambio climático y la urbanización demográfica. Desde otro contexto, el tráfico ilegal de la madera a nivel local e internacional es otro problema que viene amenazando severamente a la biodiversidad preexistente (González, 2019). Martínez (2007) estipula que los bosques de Cajamarca y Amazonas son ricos en biodiversidad y albergan una variedad considerable de especies maderables con gran potencial tanto económico como ecológico. Sin embargo, para aprovechar de manera sostenible y eficiente estos recursos y maximizar su valor económico, es fundamental comprender detalladamente sus características anatómicas para no ser sustituidas por otras especies al momento de su comercialización.

Las especies, *S. macrophylla* King, *C. odorata* L., *Ocotea aciphylla* (Nees & Mart.) Mez, y *C. cateniformis* (Ducke) Ducke juegan un papel muy importante económicamente a nivel local, nacional e internacional. Sin embargo, algunas de estas especies se encuentran catalogadas como vulnerable (VU) y otras como preocupación menor (LC) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN; 1998, 2004).

La caracterización macroscópica y microscópica para cualquier especie maderable siempre permitirá una identificación precisa para las diversas familias existentes y una evaluación de sus propiedades y usos industriales (FAO, 2010). A pesar de la importancia que poseen estos estudios, aún no existe información detallada y sistemática sobre las características macroscópicas y microscópicas de muchas especies maderables de Jaén y Bagua. Esta carencia de datos dificulta la correcta identificación de las especies y limita el desarrollo de estrategias de manejo y conservación (González & Pérez, 2015).

Por otro lado, la madera es un recurso muy apreciado porque permite satisfacer algunas necesidades de la población. Sin embargo, la comercialización de las maderas en los mercados de la región tropical se ve afectada por la informalidad entre el personal que se encarga de los inventarios en el bosque, hasta el empresario que compra las maderas en los aserraderos (Moglia et al., 2007). Ante este contexto, la falta de control y trazabilidad sobre el aprovechamiento y la comercialización de madera ilegal dificulta la implementación de políticas efectivas para la conservación de los bosques. En tal sentido, el control maderable tiene que ser imperativo para asegurar la conservación de la biodiversidad y promover el desarrollo sostenible a nivel local e internacional (Morán et al., 2019).

Otra alternativa de control es el análisis macroscópico visual. Esta disyuntiva se caracteriza por ser el primer paso en cualquier identificación y permite evaluar rápidamente de qué posibles especies puede proceder la madera. Esta alternativa, tiene como propósito prevenir problemas en la adquisición y correcta trabajabilidad de las especies maderables (Moglia et al., 2007). Usualmente la comercialización de las maderas con nombres comunes (que cambian de una localidad a otra) genera confusiones, dado que al momento de su comercialización se vende una especie por otra, de esta forma se subvalora, un recurso importante de los bosques de Perú o fomenta la desaparición de especies de árboles que están catalogados como vulnerables o en peligro de extinción, afectando la diversidad de nuestros bosques (IUCN, 1998).

Jozsa y Middleton (1994) sostienen que, para comprender las características macroscópicas y microscópicas de cualquier especie maderable es crucial para garantizar su calidad y optimizar su aprovechamiento en la industria maderera. En tal sentido, la caracterización anatómica de las especies maderables no solo contribuye a una mejor utilización industrial, sino que también constituye el punto de partida para investigaciones clave en el ámbito de la ecología, ya que permite entender el funcionamiento de los organismos vegetales, sus interacciones y su relación con el medio ambiente (Pulido et al., 2007).

Camarero y Gutiérrez (2017) afirman que los árboles que crecen en áreas más cálidas, con mayor exposición a la luz solar y abundante agua, suelen producir madera más densa. En contraste, los árboles que se desarrollan en climas fríos, con menos luz solar y agua, tienden a generar madera de menor densidad. Las condiciones climáticas juegan un papel crucial en la formación de la densidad de la madera (Boakye et al., 2023). El cambio climático influye de manera significativa en la producción de madera dentro de los ecosistemas (Price et al., 2013).

Moglia et al., (2007) demuestran que las características de la madera pueden variar significativamente entre diferentes especies, dentro de una misma especie, entre árboles e incluso en distintas partes de un solo ejemplar. Las características de la madera dependen de diversos factores como las condiciones climáticas, el tipo y grado de asociación, la calidad del suelo y sitio, la edad, entre otros, así como de sus interacciones. Es importante tener en cuenta estas fuentes de variación para obtener información precisa y determinar con mayor exactitud los posibles usos adecuados de cada tipo de madera (Lluncor, 2011).

Ruíz (2016) evidenció las características anatómicas de *S. macrophylla* King. En cuanto al análisis macroscópico y microscópico empleó probetas de 1 cm x 7cm x 5 cm y una rodaja de 5 cm de espesor respectivamente, debidamente orientadas en los tres tipos de cortes (tangencial, radial y transversal). Los resultados macroscópicos demuestran que *S. macrophylla* King presenta un color castaño pálido en la labura y un color rojizo en el duramen, no posee olor, sabor amargo, brillo medio, veteado pronunciado, textura de media-gruesa, hilo de entrecruzado-ondulado, poros y rayos visibles. En cuanto a las características microscópicas presenta poros solitarios y

múltiples, parénquima radial y axial multiseriado, poco biseriado y rara vez uniseriado de tipo heterogéneo, bandas concéntricas, fibras libriformes.

Fernandes et al., (2018) estudiaron la anatomía de *C. odorata* L. y *C. cateniformis* usando probetas estándar. En *C. odorata*, encontraron parénquima axial vasicéntrico y paratraqueal marginal, poros solitarios y hermanados, y un color marrón a rojo. Sus capas de crecimiento son distintas, marcadas por parénquima terminal y porosidad anular, con rayos poco visibles y líneas vasculares largas y fáciles de observar, además de canales intercelulares longitudinales frecuentes. Por otro lado, *C. cateniformis* mostró parénquima axial difuso, vasicéntrico, aliforme y confluyente, con porosidad difusa, vasos solitarios y múltiples, y tilos. Su color varía de marrón rojizo a gris rosado, con capas de crecimiento poco definidas y células septadas sin contenido. Sus rayos son visibles a simple vista y las líneas vasculares son rectas y obstruidas

Reyes (2022) evidenció las características anatómicas del género *Ocotea*: *O. whitei* Woodson, *O. sp.* Aubl y *O. aciphylla* (Nees & Mart.) Mez. Para el análisis macroscópico y microscópico utilizó probetas de 5 cm x 5 cm x 5 cm y cubos de 1.5 cm x 1.5 cm x 1.5 cm debidamente orientadas en los tres tipos de cortes para cada especie. Los resultados macroscópicos para el género *Ocotea*, la madera de estos árboles posee radios finos y poco visibles; Poros: difusos, visibles a simple vista y pequeños; Radios: solitarios y múltiples de 2 a 3. En cuanto a las características microscópicas se estipula que poseen vasos medianos, fibras libriformes, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico de 2 o 3 células por serie; radios delgados multiseriados y heterogéneos de 2 a 4 células de ancho y en las células parenquimáticas se visualizan tylos.

Esta investigación tuvo como objetivo general evidenciar las características macroscópicas y microscópicas de cuatro especies maderables provenientes de los aserraderos de Jaén y Bagua. Para lograrlo se plantearon dos objetivos específicos: a) describir las características macroscópicas y microscópicas de las especies maderables, incluyendo aspectos como color, textura, anillos de crecimiento y tamaños de poros; b) comparar las características anatómicas macroscópicas y microscópicas de las cuatro especies maderables estudiadas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

2.1.1. Obtención de la materia prima

La adquisición de la materia prima fue posible gracias a la colaboración del especialista en identificación de especies maderables del Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) filial Jaén y las coordinaciones con los propietarios de los aserraderos.

La muestra se obtuvo mediante la venta de madera que ofrecen los aserraderos de Jaén y Bagua. Por especie, se necesitó un listón de madera de 7 cm x 12 cm x 1.20 m.

2.1.2. Lugar de ejecución

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) filial Jaén, ubicado en la provincia de Jaén.

2.1.3. Materiales, equipos y herramientas

❖ Materiales de laboratorio

- Vaso de precipitación de 500 ml.
- Placas Petri de vidrio de 90 mm x 15 mm
- Porta objetos de 18 mm x 18 mm
- Cubreobjetos de 22mm x 22 mm
- Cuchillas descartables para micrótopo LEICA 819
- Pincel pelo de Martha N° 5
- Pinzas de ceja de metal de 9.5 cm
- Safranina al 1 por ciento
- Lijas N° 60, 80, 100 y 400
- Cutter (cuchilla)
- Agua destilada

❖ Equipos de laboratorio

- Micrótopo de marca KEDEE, modelo KD2268
- Microscopio trilocular con cámara digital de marca Euromex, modelo iScope
- Estereoscopio AmScope, modelo de brazo articulado binocular con cámara
- Cocina eléctrica
- Laptop Hp Core i5

❖ Herramientas

- Cierre de disco
- Lijadora mecánica

❖ Material de gabinete

- Memorias USB
- Cuaderno de apuntes
- Lapiceros
- Celular

❖ Softwares

- AmScope, versión 3.7
- Microsoft Excel 2019

2.2. Métodos

2.2.1. Población, muestra y muestreo

2.2.1.1. Población

La población estuvo conformada por once aserraderos de los cuales cuatro (04) estuvieron ubicados en la provincia de Jaén- Cajamarca y los siete (07) restantes en la provincia de Bagua-Amazonas, ciudades donde se comercializan las cuatro especies investigadas.

2.2.1.2. Muestra

La muestra se obtuvo de dos aserraderos, uno de Bagua y otro de Jaén. Para cada especie, se cortaron cinco probetas con dimensiones de 15 cm x 10 cm x 5 cm, considerando los tres tipos de corte (radial, tangencial y transversal). Además, se tomaron dos muestras en forma de cubo de 2 cm x 2 cm x 2 cm por especie.

2.2.1.3. Muestreo

El método de muestreo empleado fue no probabilístico por conveniencia, eligiendo dos aserraderos (uno ubicado en Bagua y otro en Jaén) que ofrecían las especies de interés. En cada uno de los aserraderos, las muestras de madera fueron elegidas según su disponibilidad.

2.2.2. Análisis macroscópico

Para el análisis macroscópico se utilizó la metodología descrita en el Manual para la identificación anatómica de la madera de especies forestales de la Amazonía Peruana (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], 2022).

- **Obtención de las muestras:** Para iniciar el estudio macroscópico de las probetas, se llevó a cabo la recolección de muestras de madera provenientes de dos aserraderos: Alex Geiner Saucedo Gonzáles, ubicada en la provincia de Bagua, y Aserradero y Carpintería El Peregrino, situada en la provincia de Jaén.
- **Preparación de muestras:** una vez recolectadas las muestras de las cuatro especies maderables: caoba, cedro, moena y tornillo. Con ayuda de una cierra de disco se cortaron cinco probetas por especie maderable, cuyas dimensiones fueron de 15 cm x 10 cm x 5 cm debidamente orientadas en los tres tipos de cortes (tangencial, radial y transversal). Las muestras fueron cortadas y codificadas por especie y por sub-muestras (M01, M02, M03, M04, M05) y procesadas en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) filial Jaén (Figura 1A y Figura 1B).

Figura 1

Corte de muestras y codificación



- **Lijado:** con una lijadora mecánica se lijó cada una de las probetas, para ello se empleó lijas de número 60, 80, 100 y 400.
- **Caracterización física:** Posteriormente, se comenzó a visualizar las características macroscópicas a simple vista, tales como: color, textura, olor y sabor. Para visualizar el tipo de grano, veteado, lustre y brillo se realizó un corte perpendicular a los anillos de crecimiento de la probeta.
- **Caracterización anatómica:** Se utilizó un estereoscopio de la marca AmScope, modelo de brazo articulado binocular con cámara y con una Laptop HP Core i5 se logró visualizar los tipos de radios, poros, parénquima e inclusiones. Las visualizaciones se hicieron de manera perpendicular a los anillos de crecimiento a una resolución de 10X y 20X para cada una de las probetas (Figura 2).

Figura 2

Visualización de características



2.2.3. Análisis microscópico

- **Preparación:** con las mismas probetas que se utilizó para visualizar y hacer el estudio de las características macroscópicas, se cortó dos cubos de cada probeta, cuyas dimensiones fueron de 2 cm x 2 cm x 2 cm. Las muestras (cubos) fueron cortadas con una cierra de disco y posteriormente codificadas (Figura 3).

Figura 3

Muestras de cubos codificados



- **Lijado:** con la ayuda de una lijadora mecánica se procedió a lijar los cubos y para ello se empleó una lija número 100. Una vez terminado el lijado, los cubos fueron codificados y procesados en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de Ingeniería Forestal- UNC filial Jaén.
- **Ablandamiento:** Posteriormente a realizar el lijado, los cubos fueron codificados y puestos en un vaso de precipitación de 500 ml y se añadió agua. Acto seguido, los cubos fueron puestos a cocción a una temperatura de 98° C durante el periodo una hora a fuego normal (Figura 4).

Figura 4

Cocción de cubos



- **Remojo:** Luego, los cubos de madera, organizados por especie, fueron sumergidos en vasos de precipitación de 600 ml durante tres días consecutivos. Durante este período, el agua fue reemplazada una vez al día (Figura 5).

Figura 5

Remojo de las muestras de cubos



- **Corte de láminas:** con ayuda del micrótopo KEDEE, modelo KD2268, se realizaron tres tipos de cortes (radial, tangencial y transversal). Para el corte transversal las láminas fueron cortadas a un espesor de 0.3 mm y para los cortes radial y tangencial las láminas fueron cortadas a un espesor de 0.25 mm (Figura 6).

Figura 6

Corte y ubicación láminas según el tipo de corte



- **Ubicación:** las láminas preparadas fueron puestas en placas Petri que contenían agua destilada debidamente codificadas según el tipo de corte.
- **Coloración:** una vez completadas todas las láminas necesarias, se agregó 1 ml de safranina al 1% a cada una de las placas Petri hasta obtener un coloreado uniforme por aproximadamente 30 minutos. Luego, se procedió a enjuagar las láminas varias veces hasta obtener claridad en el agua (figura 7).

Figura 7

Tinción y remojo de láminas



- **Montaje:** finalmente, con ayuda de una pinza, las láminas fueron extraídas de las placas Petri y colocadas en el portaobjetos. Luego, se aplicó el montaje en el microscopio para realizar la toma de fotos a 40X y 100X y a su vez se realizaron las observaciones correspondientes. En cuanto a la toma de fotos, se utilizó el programa AmScope versión 3.7 (Figura 8).

Figura 8

Montaje de laminas



III. RESULTADOS

3.1. Análisis macroscópico de las cuatro especies investigadas

a. Estudio macroscópico de *Swietenia macrophylla* King - (Caoba)

La muestra M01 de *S. macrophylla* presenta un duramen marrón rojizo y albura rojo rosáceo. Posee un sabor amargo y sus características anatómicas incluyen poros solitarios y agrupados de a dos, parénquima en bandas del tipo marginal y radios finos y discontinuos (Tabla 1).

Tabla 1

Descripción anatómica de la muestra M01 de S. macrophylla

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: Duramen: Cualitativo: marrón rojizo. Cuantitativo: escala RGB, R= 215; G= 85; B= 27; X= #D7551B Albura: Cualitativo: rojo rosáceo. Cuantitativo: escala RGB, R= 230; G= 163; B= 108; X= #E6A36C - Olor: alcanforado tenue - Sabor: amargo - Brillo: alto - Veteado: líneas paralelas en la sección radial y arcos superpuestos irregulares difusos en la sección tangencial. - Grano: ligeramente inclinado - Textura: fina - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de dos; limítrofes rodeados de parénquima - Parénquima: en bandas del tipo marginal, visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: finos y discontinuos.

PLANOS DE ESTUDIO

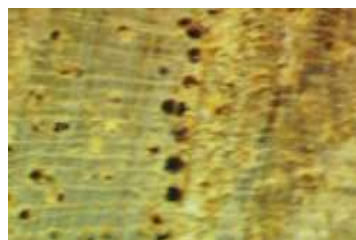
❖ Tangencial (TG)



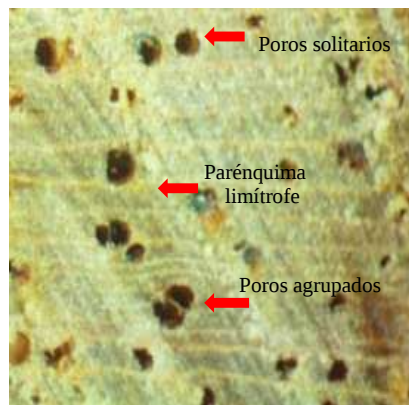
❖ Radial (RD)



❖ Transversal (TR)10X



Poros y parénquima 20X



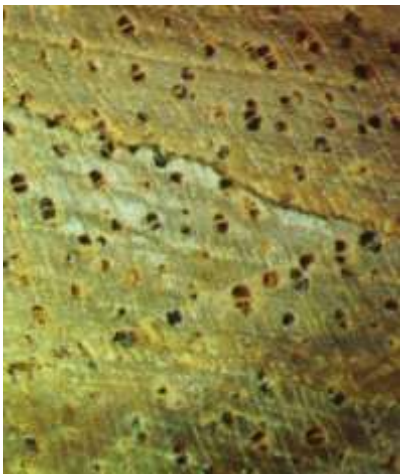
La muestra M02 de *S. macrophylla* tiene un duramen marrón rojizo y albura rojo rosáceo. Presenta un sabor amargo y anatómicamente posee poros solitarios y agrupados de a dos, parénquima marginal en bandas y radios finos y discontinuos (Tabla 2).

Tabla 2

Descripción anatómica de la muestra M02 de S. macrophylla

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: Duramen: Cualitativo: marrón rojizo. Cuantitativo: escala RGB, R= 230; G= 107; B= 58; X=#E66B3A Albura: Cualitativo: rojo rosáceo Cuantitativo: escala RGB, R= 230; G= 168; B= 122; X= #E6A87A - Olor: alcanforado tenue - Sabor: amargo - Brillo: alto - Veteado: líneas paralelas en la sección radial y arcos superpuestos irregulares difusos en la sección tangencial. - Grano: ligeramente inclinado - Textura: fina - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos; limítrofes rodeados de parénquima - Parénquima: en bandas del tipo marginal, visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: finos y discontinuos.

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

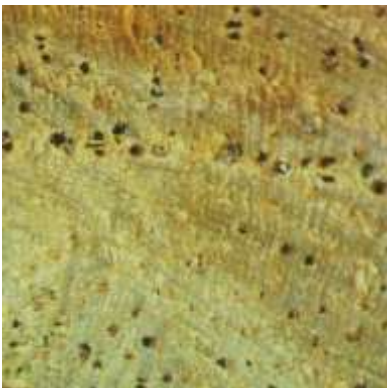
La muestra M03 de *S. macrophylla* tiene duramen marrón rojizo, albura rojo rosáceo y sabor amargo. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos, con parénquima marginal en bandas y radios finos y discontinuos (Tabla 3).

Tabla 3

Descripción anatómica de la muestra M03 de S. macrophylla

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: Duramen: Cualitativo: marrón rojizo. Cuantitativo: escala RGB, R= 201; G= 75; B= 25 X= #C94B19 Albura: Cualitativo: rojo rosáceo Cuantitativo: escala RGB, R= 232; G= 168; B= 116; X= #E8A874 - Olor: alcanforado tenue - Sabor: amargo - Brillo: alto - Veteado: líneas paralelas en la sección radial y arcos superpuestos irregulares difusos en la sección tangencial. - Grano: ligeramente inclinado - Textura: fina - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos; limítrofes rodeados de parénquima - Parénquima: en bandas del tipo marginal, visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: finos y discontinuos.

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

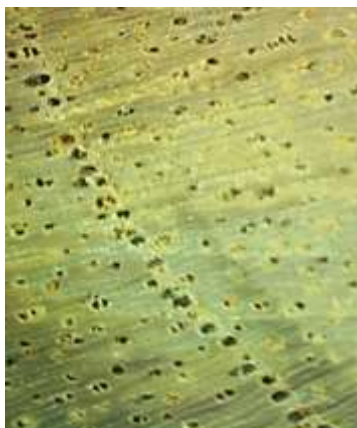
La muestra M04 de *S. macrophylla* tiene duramen marrón rojizo, albura rojo rosáceo y sabor amargo. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos, con parénquima marginal en bandas y radios finos y discontinuos (Tabla 4).

Tabla 4

Descripción anatómica de la muestra M04 de S. macrophylla

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: Duramen: Cualitativo: marrón rojizo. Cuantitativo: escala RGB, R= 185; G= 69; B= 23; X= #B94517 Albura: Cualitativo: rojo rosáceo Cuantitativo: escala RGB, R= 223; G= 143; B= 99; X= #DF8F63 - Olor: alcanforado tenue - Sabor: amargo - Brillo: alto - Veteado: líneas paralelas en la sección radial y arcos superpuestos irregulares difusos en la sección tangencial. - Grano: ligeramente inclinado - Textura: fina - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos; limítrofes rodeados de parénquima - Parénquima: en bandas del tipo marginal, visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: finos y discontinuos.

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

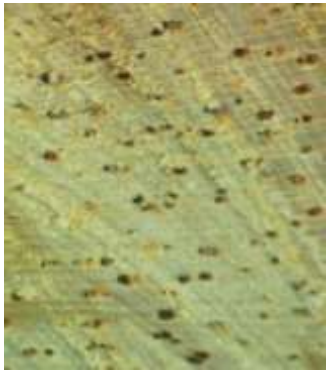
La muestra M05 de *S. macrophylla* tiene duramen marrón rojizo, albura rojo rosáceo y sabor amargo. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos, con parénquima marginal en bandas y radios finos y discontinuos (Tabla 5).

Tabla 5

Descripción anatómica de la muestra M05 de S. macrophylla

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: Duramen: Cualitativo: marrón rojizo. Cuantitativo: escala RGB, R= 230; G=90; B= 46; X= #E65A2E Albura: Cualitativo: rojo rosáceo Cuantitativo: escala RGB, R= 224; G= 172; B= 114; X= #E0AC72 - Olor: alcanforado tenue - Sabor: amargo - Brillo: alto - Veteado: líneas paralelas en la sección radial y arcos superpuestos irregulares difusos en la sección tangencial. - Grano: ligeramente inclinado - Textura: fina - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de 2; limítrofes rodeados de parénquima - Parénquima: en bandas del tipo marginal, visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: finos y discontinuos.

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

b. Estudio macroscópico de *Cedrela odorata* L - (Cedro)

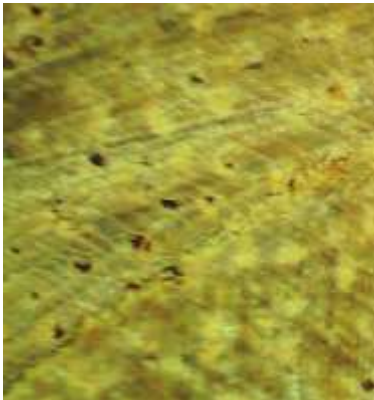
La muestra M01 de *C. odorata* tiene duramen rojizo, albura marrón claro, textura fina y sabor amargo. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos, con parénquima marginal y radios delgados, finos y discontinuos (Tabla 6).

Tabla 6

Descripción anatómica de la muestra M01 de C. odorata

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: Duramen: Cualitativo: rojizo. Cuantitativo: escala RGB, R= 201; G= 75; B= 25; X= #C94B19 Albura: Cualitativo: marrón claro Cuantitativo: escala RGB, R= 231; G= 187; B= 129; X= #E7BB81 - Olor: alcanforado - Sabor: amargo - Brillo: medio - Veteado: radial líneas paralelas, tangencial arcos superpuestos. - Grano: ligeramente inclinado - Textura: fina - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de dos; limítrofes con presencia de parénquima. - Parénquima: marginal, visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: discontinuos, finos y delgados.

PLANOS DE ESTUDIO

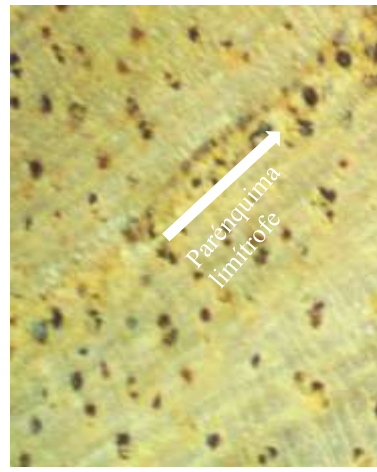
❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

La muestra M02 de *C. odorata* tiene duramen rojizo, albura marrón claro, textura fina y sabor amargo. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos, con parénquima marginal y radios delgados, finos y discontinuos (Tabla 7).

Tabla 7

Descripción anatómica de la muestra M02 de C. odorata

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas	
- Color: Duramen: Cualitativo: rojizo. Cuantitativo: escala RGB, R= 196; G= 47; B= 22; X= #C42F16 Albura: Cualitativo: marrón claro Cuantitativo: escala RGB, R= 228; G= 179; B= 114; X= #E4B372 - Olor: alcanforado - Sabor: amargo - Brillo: medio - Veteado: radial líneas paralelas, tangencial arcos superpuestos. - Grano: ligeramente inclinado - Textura: fina - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos; limítrofes con presencia de parénquima. - Parénquima: marginal, visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: discontinuos, finos y delgados.	
PLANOS DE ESTUDIO		
❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		



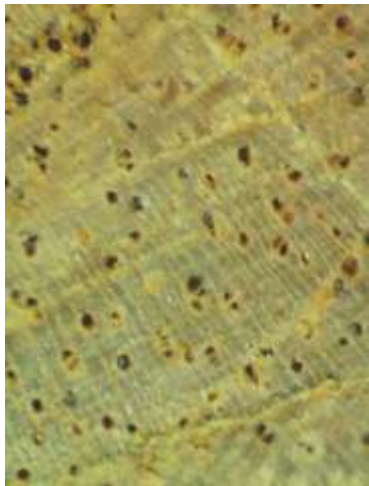
La muestra M03 de *C. odorata* tiene duramen rojizo, albura marrón claro, textura fina y sabor amargo. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos, con parénquima marginal y radios delgados, finos y discontinuos (Tabla 8).

Tabla 8

Descripción anatómica de la muestra M03 de C. odorata

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: - Duramen: Cualitativo: rojizo. Cuantitativo: escala RGB, R= 188; G= 37; B= 12; X= #BC250C. - Albura: Cualitativo: marrón claro Cuantitativo: escala RGB, R= 234; G= 196; B= 146; X= #EAC492 - Olor: alcanforado - Sabor: amargo - Brillo: medio - Veteado: radial líneas paralelas, tangencial arcos superpuestos. - Grano: ligeramente inclinado - Textura: fina - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos; limítrofes con presencia de parénquima. - Parénquima: marginal, visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: discontinuos, finos y delgados.

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

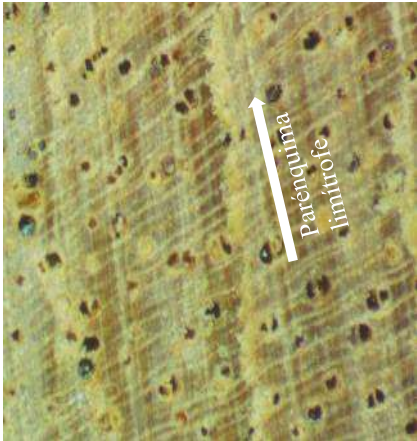
La muestra M04 de *C. odorata* tiene duramen rojizo, albura marrón claro, textura fina y sabor amargo. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos, con parénquima marginal y radios delgados, finos y discontinuos (Tabla 9).

Tabla 9

Descripción anatómica de la muestra M04 de C. odorata

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: Duramen: Cualitativo: rojizo. Cuantitativo: escala RGB, R=212; G= 67; B=22; X= #D44316 - Albura: Cualitativo: marrón claro Cuantitativo: escala RGB, R= 236; G=200; B=152; X= #ECC898 - Olor: alcanforado - Sabor: amargo - Brillo: medio - Veteado: radial líneas paralelas, tangencial arcos superpuestos. - Grano: ligeramente inclinado - Textura: fina - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos; limítrofes con presencia de parénquima. - Parénquima: marginal, visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: discontinuos, finos y delgados.

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

La muestra M05 de *C. odorata* tiene duramen rojizo, albura marrón claro, textura fina y sabor amargo. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos, con parénquima marginal y radios delgados, finos y discontinuos (Tabla 10).

Tabla 10

Descripción anatómica de la muestra M05 de C. odorata

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: - Duramen: Cualitativo: rojizo. Cuantitativo: escala RGB, R=193; G= 66; B= 15; X= #C1420F - Albura: Cualitativo: marrón claro Cuantitativo: escala RGB, R= 241; G= 205; B= 151; X= #F1CD97 - Olor: alcanforado - Sabor: amargo - Brillo: medio - Veteado: radial líneas paralelas, tangencial arcos superpuestos. - Grano: ligeramente inclinado - Textura: fina - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de 2; limítrofes con presencia de parénquima. - Parénquima: marginal, visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: discontinuos, finos y delgados.

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

c. **Estudio macroscópico de *Ocotea aciphylla* (Nees & Mart.) Mez – (Moena)**

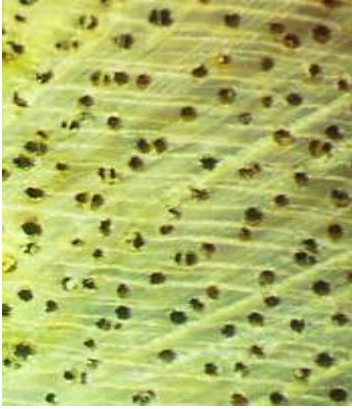
La muestra M01 de *O. aciphylla* posee duramen amarillo oscuro, albura blanco cremoso, textura media, sabor picante. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos y tres, radios discontinuos finos (Tabla 11).

Tabla 11

Descripción anatómica de la muestra M01 de O. aciphylla

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: - Duramen: Cualitativo: amarillo oscuro. Cuantitativo: escala RGB, R= 228; G= 202; B= 10; X= #E4CA0A - Albura: Cualitativo: blanco cremoso. Cuantitativo: escala RGB, R= 248; G= 246; B= 208; X= #F8F6D0 - Olor: alcanforado fuerte - Sabor: picante - Brillo: bajo - Veteado: jaspeado - Grano: entrecruzado - Textura: media - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos y tres. - Parénquima: visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: discontinuos finos con bastante presencia de parénquima

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

La muestra M02 de *O. aciphylla* posee duramen amarillo oscuro, albura blanco cremoso, textura media, brillo bajo, sabor picante. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos y tres, radios discontinuos finos (Tabla 12).

Tabla 12

Descripción anatómica de la muestra M02 de O. aciphylla

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: - Duramen: Cualitativo: amarillo oscuro. Cuantitativo: escala RGB, R= 229; G= 203; B= 9; X= #E5CB09 - Albura: Cualitativo: blanco cremoso. Cuantitativo: escala RGB, R= 237; G= 224; B= 169; X= #EDE0A9 - Olor: alcanforado fuerte - Sabor: picante - Brillo: bajo - Veteado: jaspeado - Grano: entrecruzado - Textura: media - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos y tres. - Parénquima: visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: discontinuos finos con bastante presencia de parénquima

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

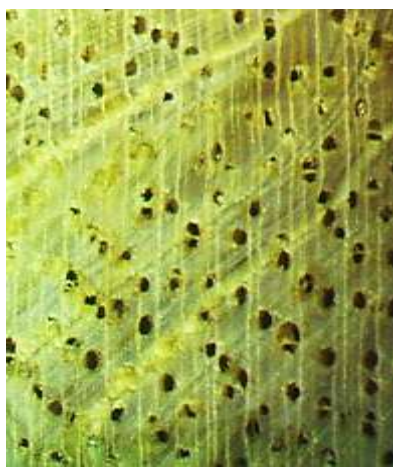
La muestra M03 de *O. aciphylla* posee duramen amarillo oscuro, albura blanco cremoso, textura media, brillo bajo, sabor picante. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos y tres, radios discontinuos finos (Tabla 13).

Tabla 13

Descripción anatómica de la muestra M03 de O. aciphylla

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: - Duramen: Cualitativo: amarillo oscuro. Cuantitativo: escala RGB, R= 234; G= 228; B= 0; X= #EAE400 - Albura: Cualitativo: blanco cremoso. Cuantitativo: escala RGB, R= 230; G= 214; B= 116; X= #E6D674 - Olor: alcanforado fuerte - Sabor: picante - Brillo: bajo - Veteado: jaspeado - Grano: entrecruzado - Textura: media - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos y tres. - Parénquima: visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: discontinuos finos con bastante presencia de parénquima

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

La muestra M04 de *O. aciphylla* posee duramen amarillo oscuro, albura blanco cremoso, textura media, brillo bajo, sabor picante. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos y tres, radios discontinuos finos (Tabla 14).

Tabla 14

Descripción anatómica de la muestra M04 de O. aciphylla

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: - Duramen: Cualitativo: amarillo oscuro. Cuantitativo: escala RGB, R= 235; G= 223; B=65 X= #EBDF41 - Albura: Cualitativo: blanco cremoso. Cuantitativo: escala RGB, R= 233; G= 230; B= 109 X= #E9E66D - Olor: alcanforado fuerte - Sabor: picante - Brillo: bajo - Veteado: jaspeado - Grano: entrecruzado - Textura: media - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos y tres. - Parénquima: visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: discontinuos finos con bastante presencia de parénquima

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

La muestra M05 de *O. aciphylla* posee duramen amarillo oscuro, albura blanco cremoso, textura media, brillo bajo, sabor picante. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos y tres, radios discontinuos finos (Tabla 15).

Tabla 15

Descripción anatómica de la muestra M05 de O. aciphylla

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: - Duramen: Cualitativo: amarillo oscuro. Cuantitativo: escala RGB, R= 237; G= 226; B=89; X= #EDE259 - Albura: Cualitativo: blanco cremoso Cuantitativo: escala RGB, R= 242; G= 240; B= 172 X= #F2F0AC - Olor: alcanforado fuerte - Sabor: picante - Brillo: bajo - Veteado: jaspeado - Grano: entrecruzado - Textura: media - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos y tres. - Parénquima: visible bajo el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: discontinuos finos con bastante presencia de parénquima

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

d. Estudio macroscópico de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke – (Tornillo)

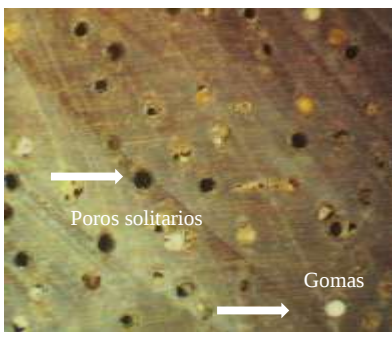
La muestra M01 de *C. cateniformis* posee duramen marrón, albura beige, textura gruesa, brillo medio y grano entrecruzado. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos, parénquima vasicéntrico, radios finos y discontinuos (Tabla 16).

Tabla 16

Descripción anatómica de la muestra M01 de C. cateniformis

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: - Duramen: Cualitativo: marrón. Cuantitativo: escala RGB, R=211; G= 145; B= 119; X= #D39177 - Albura: Cualitativo: beige Cuantitativo: escala RGB, R= 244; G= 216; B= 178; X= #F4D8B2 - Olor: no distintivo - Sabor: no distintivo - Brillo: medio - Veteado: radial líneas discontinuas e inclinadas en el tangencial - Grano: entrecruzado - Textura: gruesa - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos. - Parénquima: vasicéntrico visible con el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: finos y discontinuos - Inclusiones: presencia de gomas de color blanco, visibles en los poros del eje longitudinal. Además, se visualizó tilosis a 20X.

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

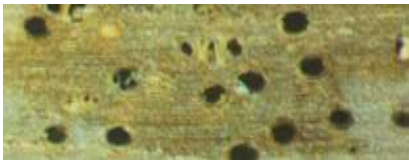
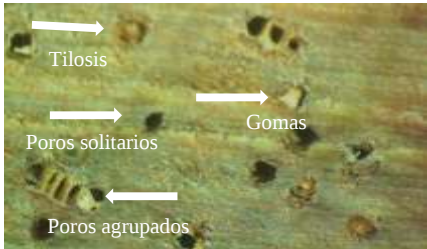
La muestra M02 de *C. cateniformis* posee duramen marrón, albura beige, textura gruesa y grano entrecruzado. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos, parénquima vasicéntrico, radios finos y discontinuos (Tabla 17).

Tabla 17

Descripción anatómica de la muestra M02 de C. cateniformis

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: - Duramen: Cualitativo: marrón. Cuantitativo: escala RGB, R=208; G= 138; B= 110; X= #D08A6E - Albura: Cualitativo: beige Cuantitativo: escala RGB, R= 240; G=201; B=148; X= #F0C994 - Olor: no distintivo - Sabor: no distintivo - Brillo: medio - Veteado: radial líneas discontinuas e inclinadas en el tangencial - Grano: entrecruzado - Textura: gruesa - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos. - Parénquima: vasicéntrico visible con el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: finos y discontinuos - Inclusiones: presencia de gomas de color blanco, visibles en los poros del eje longitudinal. Además, se visualizó tilosis a 20X.

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		 Poros, gomas y tilosis a 20X 

La muestra M03 de *C. cateniformis* posee duramen marrón, albura beige, textura gruesa y grano entrecruzado. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos, parénquima vasicéntrico, radios finos y discontinuos (Tabla 18).

Tabla 18

Descripción anatómica de la muestra M03 de C. cateniformis

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: - Duramen: Cualitativo: marrón. Cuantitativo: escala RGB, R=202; G=122; B= 90; X= #CA7A5A - Albura: Cualitativo: beige Cuantitativo: escala RGB, R= 242; G=191; B=134; X= #E9E66D - Olor: no distintivo - Sabor: no distintivo - Brillo: medio - Veteado: radial líneas discontinuas e inclinadas en el tangencial - Grano: entrecruzado - Textura: gruesa - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos. - Parénquima: vasicéntrico visible con el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: finos y discontinuos - Inclusiones: presencia de gomas de color blanco, visibles en los poros del eje longitudinal. Además, se visualizó tilosis a 20X.

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

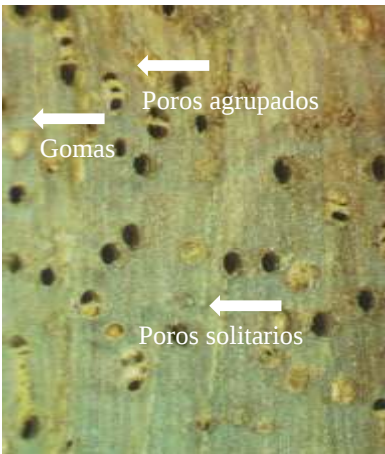
La muestra M04 de *C. cateniformis* posee duramen marrón, albura beige, textura gruesa y grano entrecruzado. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos, parénquima vasicéntrico, radios finos y discontinuos (Tabla 19).

Tabla 19

Descripción anatómica de la muestra M04 de C. cateniformis

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: - Duramen: Cualitativo: marrón. Cuantitativo: escala RGB, R=199; G= 115; B= 81; X= #C77351 - Albura: Cualitativo: beige Cuantitativo: escala RGB, R= 245; G= 207; B= 165; X= #F5CFA5 - Olor: no distintivo - Sabor: no distintivo - Brillo: medio - Veteado: radial líneas discontinuas e inclinadas en el tangencial - Grano: entrecruzado - Textura: gruesa - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos. - Parénquima: vasicéntrico visible con el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: finos y discontinuos - Inclusiones: presencia de gomas de color blanco, visibles en los poros del eje longitudinal. Además, se visualizó tilosis a 20X.

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

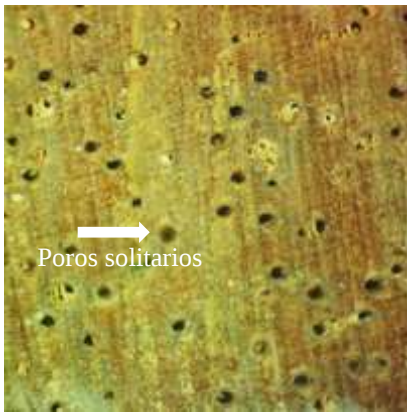
La muestra M05 de *C. cateniformis* posee duramen marrón, albura beige, textura gruesa y grano entrecruzado. Anatómicamente, presenta poros solitarios y agrupados de a dos, parénquima vasicéntrico, radios finos y discontinuos (Tabla 20).

Tabla 20

Descripción anatómica de la muestra M05 de C. cateniformis

❖ Características generales	❖ Características macroscópicas
- Color: Duramen: Cualitativo: marrón. Cuantitativo: escala RGB, R=196; G= 107; B= 72; X= #C46B48 Albura: Cualitativo: beige Cuantitativo: escala RGB, R= 243; G=198; B= 149; X= #F3C695 - Olor: no distintivo - Sabor: no distintivo - Brillo: medio - Veteado: radial líneas discontinuas e inclinadas en el tangencial - Grano: entrecruzado - Textura: gruesa - Lustre: alto	- Poros: solitarios y agrupados de a dos. - Parénquima: vasicéntrico visible con el lente del estereoscopio a 10X. - Radios: finos y discontinuos - Inclusiones: presencia de gomas de color blanco, visibles en los poros del eje longitudinal. Además, se visualizó tilosis a 20X.

PLANOS DE ESTUDIO

❖ Tangencial (TG)	❖ Radial (RD)	❖ Transversal (TR)10X
		

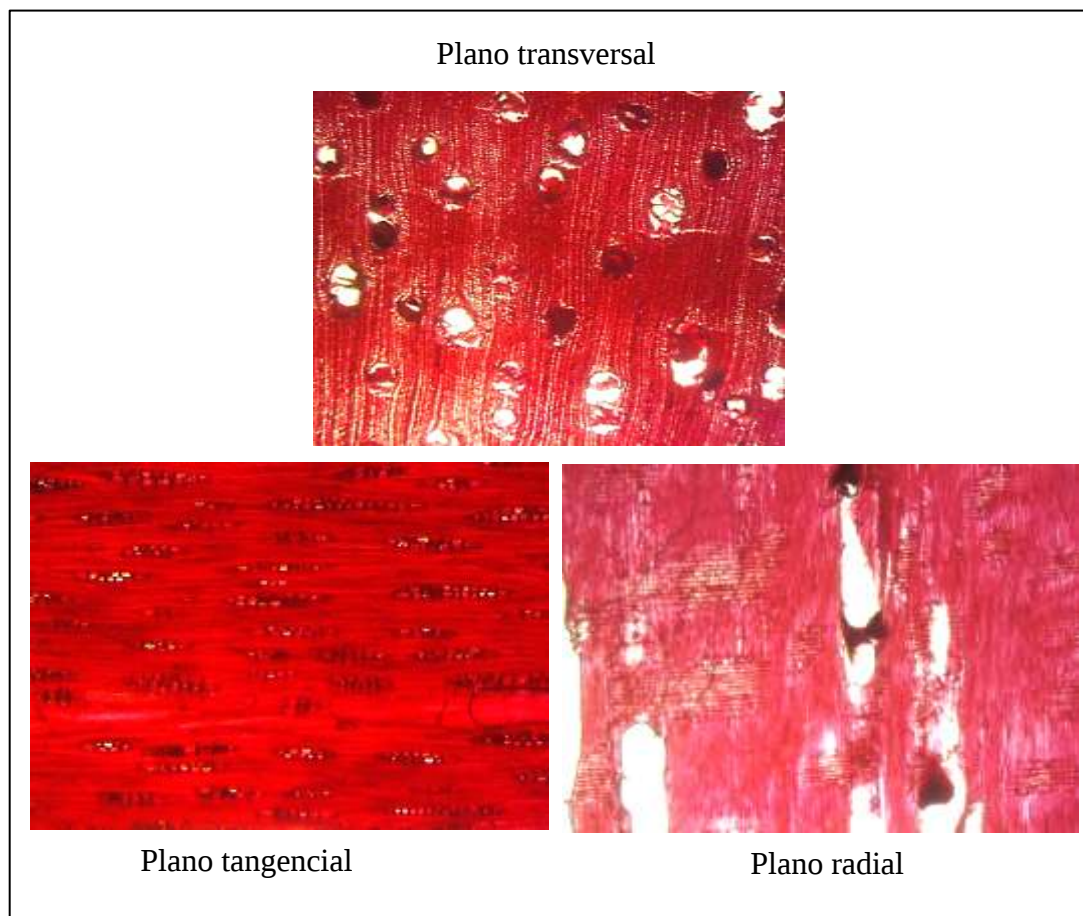
3.2. Análisis microscópico de las cuatro especies investigadas

a. Estudio microscópico de *Swietenia macrophylla* King - (Caoba)

En la muestra MO1 de *S. macrophylla*, en el plano transversal se visualiza poros de forma circular en patrón no definido, en el plano tangencial el ancho de los radios es de uno a tres células/radio y en el plano radial células procumbentes con uno a dos filas de células marginales cuadradas (Figura 9).

Figura 9

Montajes histológicos de la muestra M01 de *S. macrophylla*



La muestra M01 de *S. macrophylla* presenta un diámetro promedio de poros de 352.62 μm con una frecuencia de dos vasos/ mm^2 . Además, tiene cinco radios por milímetro lineal, con una altura promedio de 383.50 μm (Tabla 21).

Tabla 21

Características descriptivas de la muestra M01 de S. macrophylla

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Bien definidos por bandas de parénquima y poros.
	Porosidad	Semicircular y difusa
	Disposición de los poros	En patrón no definido
	Agrupación de poros	Solitarios y múltiples radiales cortos.
	Forma de poros	Circular
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	Mayor a 352.62 μm
	Frecuencia de los poros	Muy pocos de 2 vasos/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Gomas
	Platina de perforación	Simple
	Punteaduras intervasculares	Escaleriformes
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Alternas
	Punteaduras ornadas	Sí presenta
	Engrosamiento espiralados en los vasos	No presenta
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	No presenta
	Grosor de las paredes de las fibras	Fibras con paredes de fibras delgadas a gruesas.
	Tipo de Fibras	Simple con paredes gruesas y uniones ahusadas.
Parénquima	Engrosamiento espiralados en los fibras	Sí presenta
	Parénquima apotraqueal	Difuso
	Parénquima paratraqueal	Escaso
	Parénquima en bandas	Finas
	Contenidos en parénquima	Abundante
Radios	Parénquima longitudinal	En serie 4 células, fusiformes terminales
	Ancho	1 a 3 células/radio
	Altura	Medianos de 383.50 μm
	Composición celular de los radios	Células procumbentes con 1 a 2 filas de células marginales cuadradas.

	Otro tipo de variantes en las células radiales Radios por milímetro lineal Contenidos en parénquima	No presenta 5 radios/mm Presencia de gomas en algunas células.
Estructura estratificada	Fibras Radios Parénquima Todos los elementos	estratificadas No presenta No presenta —
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas Canales intercelulares Tubos taniníferos Floema incluido	No presenta No presenta No presenta No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos Sílice Ausente	No presenta No presenta —

La desviación estándar en vasos y poros es de 97.92 μm , con un coeficiente de variabilidad de 27.77 μm . En cuanto a los radios, la altura presenta una desviación estándar de 92.36 μm y un coeficiente de variabilidad de 24.08 μm (Tabla 22).

Tabla 22

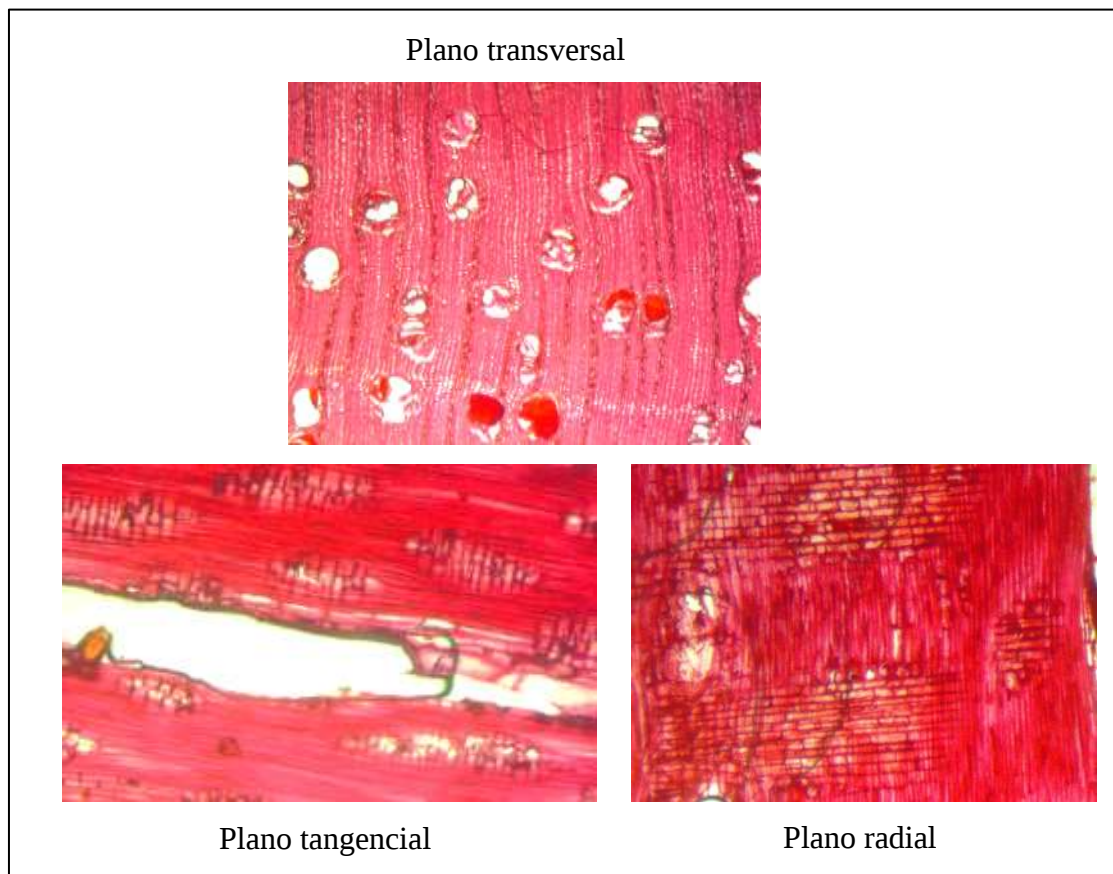
Mediciones microscópicas de la muestra M01 de S. macrophylla

MUESTRA M01				
N° Mediciones	VASOS Y POROS		RADIOS	
	Diámetro de los elementos vasculares (μm)	Frecuencia de los poros (mm^2)	Altura (μm)	Radios por milímetro lineal (mm)
1	245.68	5	333.11	6
2	295.97	3	408.18	5
3	306.12	3	325.22	4
4	291.23	3	287.62	5
5	309.90	2	344.43	6
6	249.55	2	268.76	6
7	249.58	2	340.32	5
8	309.07	3	302.35	5
9	208.00	1	257.17	8
10	226.76	3	284.43	5
11	359.03	2	368.48	6
12	415.96	4	307.97	5
13	551.98	2	340.66	5
14	386.15	1	342.10	7
15	446.98	2	253.92	5
16	468.77	2	265.36	5
17	465.25	3	404.01	3
18	476.33	3	286.95	4
19	279.69	4	345.39	5
20	234.34	1	303.40	5
21	351.66	2	382.62	5
22	321.28	3	499.70	4
23	252.28	1	421.25	5
24	136.53	3	461.27	4
25	265.22	5	357.68	4
26	377.95	2	515.27	4
27	279.77	3	454.77	5
28	340.14	3	448.17	4
29	350.95	2	460.21	4
30	288.86	3	604.69	6
31	445.97	2	349.62	6
32	340.66	2	382.77	7
33	491.44	2	378.19	4
34	374.23	3	460.21	5
35	419.65	1	604.69	4
36	442.19	3	589.68	4
37	510.40	3	439.98	7
38	521.80	1	327.54	4
39	425.20	3	425.41	4
40	392.36	1	406.38	5
PROMEDIO	352.62	2	383.50	5
DESVIACIÓN ESTANDAR	97.92	1.01	92.36	1.06
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	27.77	40.91	24.08	21.24

En la muestra MO2 de *S. macrophylla*, en el plano transversal se visualiza poros de forma circular en patrón no definido, en el plano tangencial el ancho de los radios es de uno a tres células/radio y en el plano radial células procumbentes con uno a dos filas de células marginales cuadradas (Figura 10).

Figura 10

Montajes histológicos de la muestra M02 de S. macrophylla



La muestra M02 de *S. macrophylla* presenta un diámetro promedio de poros de 288.03 μm con una frecuencia de dos vasos/ mm^2 . Además, tiene seis radios por milímetro lineal, con una altura promedio de 335.27 μm (Tabla 23).

Tabla 23

Características descriptivas de la muestra M02 de S. macrophylla

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Bien definidos por bandas de parénquima y poros.
	Porosidad	Semicircular y difusa
	Disposición de los poros	En patrón no definido
	Agrupación de poros	Solitarios y múltiples radiales cortos.
	Forma de poros	Circular
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	Mayor a 288.03 μm
	Frecuencia de los poros	Muy pocos de 2 vasos/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Gomas
	Platina de perforación	Simple
	Punteaduras intervasculares	Escaleriformes
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Alternas
	Punteaduras ornadas	Sí presenta
	Engrosamiento espiralados en los vasos	No presenta
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	No presenta
	Grosor de las paredes de las fibras	Fibras con paredes de fibras delgadas a gruesas.
	Tipo de Fibras	Simple con paredes gruesas y uniones ahusadas.
Parénquima	Engrosamiento espiralados en los fibras	Sí presenta
	Parénquima apotraqueal	Difuso
	Parénquima paratraqueal	Escaso
	Parénquima en bandas	Finas
	Contenidos en parénquima	Abundante
Radios	Parénquima longitudinal	En serie 4 células, fusiformes terminales.
	Ancho	1 a 3 células/radio
	Altura	Medianos de 335.27 μm

	Composición celular de los radios Otro tipo de variantes en las células radiales Radios por milímetro lineal Contenidos en parénquima	Células procumbentes con 1 a 2 filas de células marginales cuadradas. No presenta 6 radios/mm Presencia de gomas en algunas células.
Estructura estratificada	Fibras Radios Parénquima Todos los elementos	estratificadas No presenta No presenta —
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas Canales intercelulares Tubos taniníferos Floema incluido	No presenta No presenta No presenta No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos Sílice Ausente	No presenta No presenta Sí

La desviación estándar en vasos y poros es de 79.14 μm , con un coeficiente de variabilidad de 27.48 μm . En cuanto a los radios, la altura presenta una desviación estándar de 89.05 μm y un coeficiente de variabilidad de 26.56 μm (Tabla 24).

Tabla 24

Mediciones microscópicas de la muestra M02 de S. macrophylla

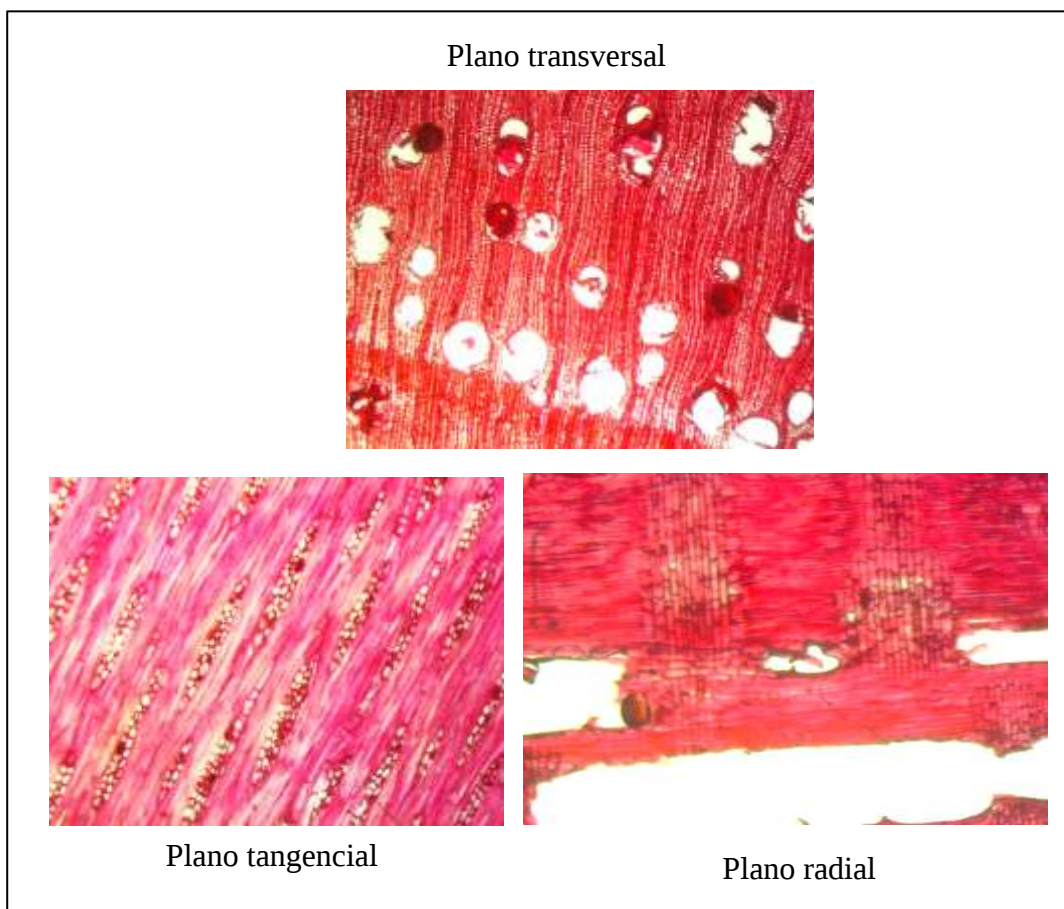
MUESTRA M02				
N° Mediciones	VASOS Y POROS		RADIOS	
	Diámetro de los elementos vasculares (μm)	Frecuencia de los poros (mm^2)	Altura (μm)	Radios por milímetro lineal (mm)
1	325.96	1	447.25	8
2	357.55	2	222.89	6
3	306.14	3	301.87	5
4	283.49	3	289.09	7
5	333.28	2	168.90	7
6	245.70	3	271.80	6
7	212.79	1	197.67	4
8	247.07	4	267.78	6
9	249.55	3	402.05	6
10	193.67	2	560.37	4
11	241.99	2	447.25	8
12	215.55	2	340.66	6
13	303.67	1	272.76	6
14	283.60	2	272.21	6
15	498.95	3	357.26	6
16	502.70	3	328.89	6
17	483.76	2	272.21	7
18	227.54	1	331.90	4
19	210.47	1	453.78	4
20	255.80	1	515.37	4
21	240.98	2	272.34	6
22	226.88	3	340.27	6
23	279.08	2	378.85	6
24	250.78	3	355.98	7
25	234.55	1	292.21	6
26	243.19	3	333.11	7
27	234.44	3	469.18	8
28	269.44	3	289.23	4
29	189.02	2	383.12	6
30	279.67	2	385.49	5
31	272.34	2	198.09	5
32	229.16	1	328.89	7
33	329.34	1	245.77	3
34	232.25	3	400.68	4
35	241.99	2	285.05	6
36	335.45	1	220.67	4
37	346.56	2	291.10	7
38	298.59	1	443.21	4
39	408.54	2	378.61	5
40	399.89	3	396.84	5
PROMEDIO	288.03	2	335.27	6
DESVIACIÓN ESTANDAR	79.14	0.84	89.05	1.29
COEFIECIENTE DE VARIABILIDAD	27.48	40.06	26.56	22.71

b. Estudio microscópico de *Cedrela odorata* L - (Cedro)

En la muestra MO1 de *C. odorata*, en el plano transversal se visualiza poros de forma circular en patrón no definido, en el plano tangencial el ancho de los radios es de dos a tres células/radio y en el plano radial células procumbentes y células marginales cuadradas de una fila (Figura 11).

Figura 11

*Montajes histológicos de la muestra M01 de *C. odorata**



La muestra M01 de *C. odorata* presenta un diámetro promedio de poros de 220.81 μm con una frecuencia de dos vasos/ mm^2 . Además, tiene cuatro radios por milímetro lineal, con una altura promedio de 511.90 μm (Tabla 25).

Tabla 25

Características descriptivas de la muestra M01 de C. odorata

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Bien definidos por bandas de parénquima y poros.
	Porosidad	Semicircular y difusa
	Disposición de los poros	En patrón no definido
	Agrupación de poros	Solitarios y múltiples radiales cortos.
	Forma de poros	Circular
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	Mayor a 220.81 μm
	Frecuencia de los poros	Muy pocos de 2 vasos/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Gomas
	Platina de perforación	Simple
	Punteaduras intervasculares	Escaleriformes
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Alternas
	Punteaduras ornadas	Sí presenta
	Engrosamiento espiralados en los vasos	Sí, escasos
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	No presenta
	Grosor de las paredes de las fibras	Paredes de fibras delgadas a gruesas.
	Tipo de Fibras	Con punteaduras areoladas
	Engrosamiento espiralados en los fibras	Sí presenta
Parénquima	Parénquima apotraqueal	Difuso
	Parénquima paratraqueal	Escaso
	Parénquima en bandas	Finas y marginales
	Contenidos en parénquima	Abundante
	Parénquima longitudinal	En serie 4 células, fusiformes terminales.
Radios	Ancho	2 a 3 células/radio
	Altura	Medianos de 511.90 μm
	Composición celular de los radios	Procumbentes y células marginales cuadradas de una fila

	Otro tipo de variantes en las células radiales Radios por milímetro lineal Contenidos en parénquima	No presenta 4 radios/mm Presencia de gomas en algunas células.
Estructura estratificada	Fibras Radios Parénquima Todos los elementos	— — — No presenta
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas Canales intercelulares Tubos taniníferos Floema incluido	Sí presenta No presenta No presenta No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos Sílice Ausente	No presenta No presenta Sí

La desviación estándar en vasos y poros es de 50.21 μm , con un coeficiente de variabilidad de 22.74 μm . En cuanto a los radios, la altura presenta una desviación estándar de 160.56 μm y un coeficiente de variabilidad de 31.36 μm (Tabla 26).

Tabla 26

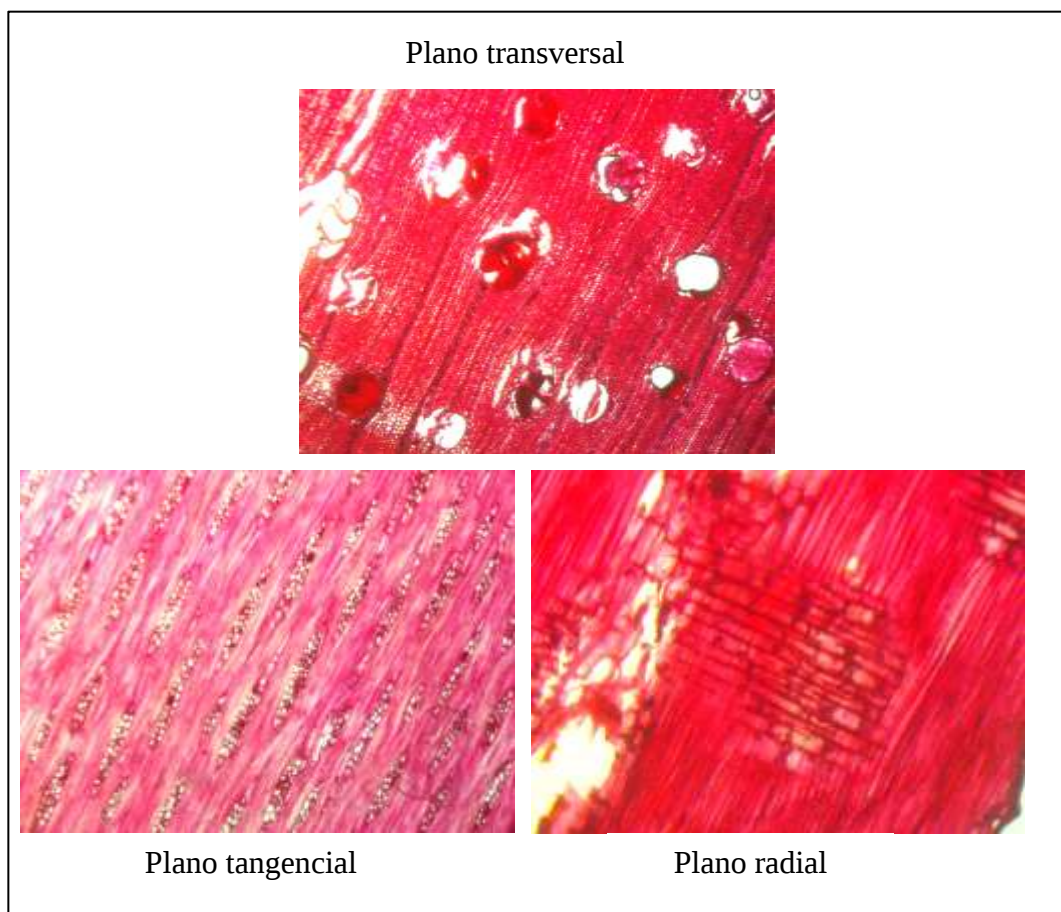
Mediciones microscópicas de la muestra M01 de C. odorata

MUESTRA M01				
N° Mediciones	VASOS Y POROS		RADIOS	
	Diámetro de los elementos vasculares (μm)	Frecuencia de los poros (mm^2)	Altura (μm)	Radios por milímetro lineal (mm)
1	283.85	2	645.54	5
2	208.08	3	680.7	4
3	189.81	1	344.06	3
4	204.1	2	458.7	5
5	201.43	2	370.27	3
6	189.81	2	458.7	5
7	110.91	1	486.29	5
8	259.32	1	656.89	5
9	234.41	2	414.31	5
10	189.2	2	428.06	5
11	243.71	2	567.98	3
12	313.69	1	394.15	4
13	222.13	3	225.34	4
14	296.69	1	463.35	4
15	194.7	3	492.98	4
16	280.18	2	496.39	5
17	302.49	2	440.56	5
18	303.06	2	363.09	2
19	209.85	3	672.85	5
20	218.13	2	780.98	5
21	211.94	1	429.84	5
22	260.21	4	653.78	3
23	172.91	2	420.66	5
24	141.77	3	444.61	4
25	194.7	3	405.57	4
26	238.37	1	338.24	5
27	122.89	1	546.62	4
28	208.03	3	315.76	5
29	248.67	3	458.63	3
30	185.19	1	678.89	3
31	221.74	1	546.65	5
32	319.38	2	431.99	5
33	244.94	2	780.98	4
34	197.43	1	395.38	4
35	229.87	2	780.9	5
36	143.61	1	890.76	3
37	176.93	2	425.32	5
38	179.52	1	431.67	3
39	238.37	2	367.89	5
40	240.35	3	890.78	4
PROMEDIO	220.81	2	511.90	4
DESVIACIÓN ESTANDAR	50.21	0.81	160.56	0.87
COEFIECIENTE DE VARIABILIDAD	22.74	41.79	31.36	20.46

En la muestra MO2 de *C. odorata*, en el plano transversal se visualiza poros de forma circular en patrón no definido, en el plano tangencial el ancho de los radios es de dos a tres células/radio y en el plano radial células procumbentes y células marginales cuadradas de una fila (Figura 12).

Figura 12

Montajes histológicos de la muestra M02 de C. odorata



La muestra M02 de *C. odorata* presenta un diámetro promedio de poros de 235.34 μm con una frecuencia de dos vasos/ mm^2 . Además, tiene cuatro radios por milímetro lineal, con una altura promedio de 528.13 μm (Tabla 27).

Tabla 27

Características descriptivas de la muestra M02 de C. odorata

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	Bien definidos por bandas de parénquima y poros.
	Porosidad	Semicircular y difusa
	Disposición de los poros	En patrón no definido
	Agrupación de poros	Solitarios y múltiples radiales cortos.
	Forma de poros	Circular
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	Mayor a 235. 34 μm
	Frecuencia de los poros	Muy pocos de 2 vasos/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Gomas
	Platina de perforación	Simple
	Punteaduras intervasculares	Escaleriformes
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Alternas
	Punteaduras ornadas	Sí presenta
	Engrosamiento espiralados en los vasos	Sí, escasos
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	No presenta
	Grosor de las paredes de las fibras	Paredes de fibras delgadas a gruesas.
	Tipo de Fibras	Con punteaduras areoladas
Parénquima	Engrosamiento espiralados en los fibras	Sí presenta
	Parénquima apotraqueal	Difuso
	Parénquima paratraqueal	Escaso
	Parénquima en bandas	Finas y marginales
	Contenidos en parénquima	Abundante
Radios	Parénquima longitudinal	En serie 4 células, fusiformes terminales.
	Ancho	2 a 3 células/radio
	Altura	Medianos de 528.13 μm

	Composición celular de los radios	Procumbentes y células marginales cuadradas de una fila
	Otro tipo de variantes en las células radiales	No presenta
	Radios por milímetro lineal	4 radios/mm
	Contenidos en parénquima	Presencia de gomas en algunas células.
Estructura estratificada	Fibras	—
	Radios	—
	Parénquima	—
	Todos los elementos	No presenta
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas	Sí presenta
	Canales intercelulares	No presenta
	Tubos taniníferos	No presenta
	Floema incluido	No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	No presenta
	Sílice	No presenta
	Ausente	Sí

La desviación estándar en vasos y poros es de 55.51 μm , con un coeficiente de variabilidad de 23.59 μm . En cuanto a los radios, la altura presenta una desviación estándar de 163.74 μm y un coeficiente de variabilidad de 31.00 μm (Tabla 28).

Tabla 28

Mediciones microscópicas de la muestra M02 de C. odorata

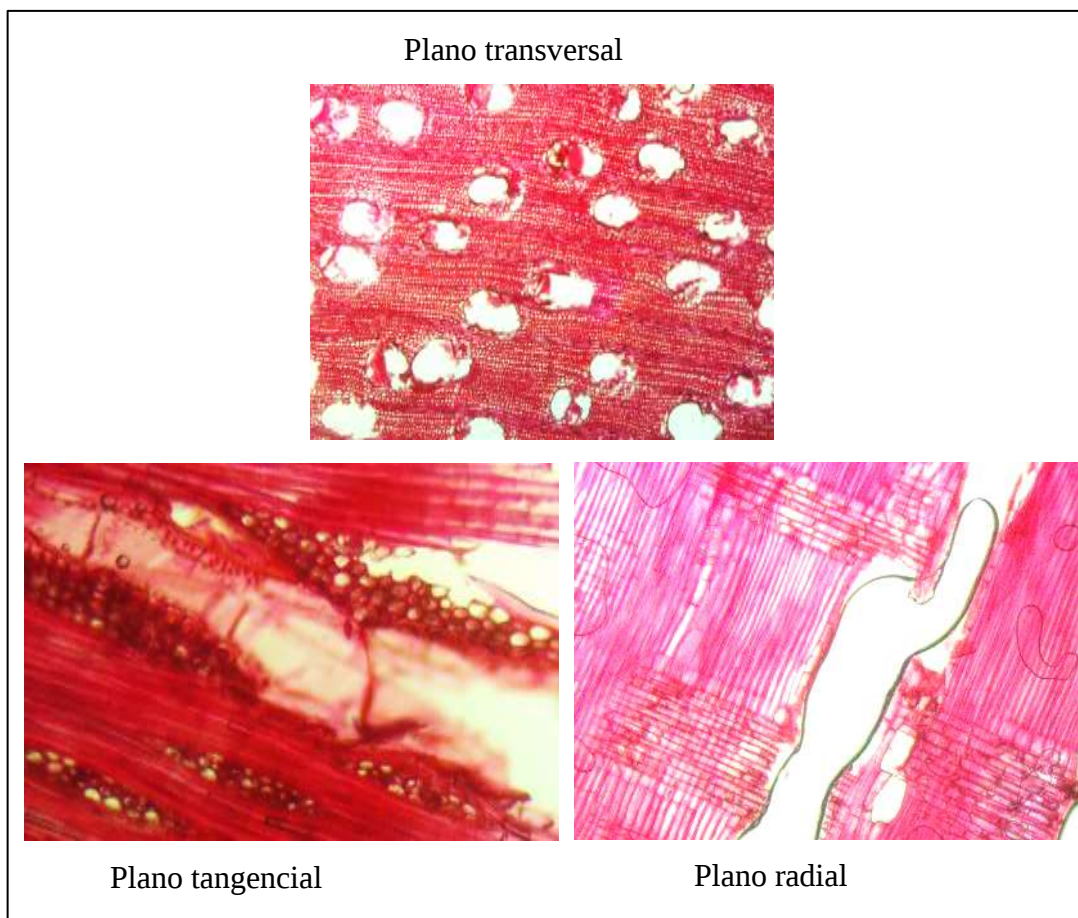
MUESTRA M02				
N° Mediciones	VASOS Y POROS		RADIOS	
	Diámetro de los elementos vasculares (μm)	Frecuencia de los poros (mm^2)	Altura (μm)	Radios por milímetro lineal (mm)
1	188.96	1	557.1	5
2	227.54	2	697.11	4
3	238.13	2	615.05	5
4	257.02	2	613.22	5
5	165.65	2	799.76	5
6	180.32	1	820.7	5
7	314.87	3	615.07	5
8	184.3	2	406.46	5
9	369.96	2	515.83	3
10	256.67	3	571.62	4
11	249.55	2	496.42	4
12	208.08	2	489.58	4
13	336.61	2	424.3	4
14	259.87	2	475.64	3
15	258.23	3	393.42	5
16	302.63	1	389.6	5
17	224.97	1	379.9	3
18	138.52	3	477.98	4
19	226.86	1	840.67	4
20	224.43	3	236.96	4
21	265.22	1	210.75	4
22	243.55	3	460.29	5
23	242.47	1	280.76	3
24	208.72	1	882.7	5
25	317.92	1	291.51	4
26	116.26	2	496.89	6
27	196	2	573.8	5
28	313.72	2	465.67	3
29	171.39	1	468.89	5
30	293.15	1	567.9	4
31	241	1	689.8	5
32	230.5	3	590.8	4
33	184.78	2	386.98	5
34	244.65	2	868.9	4
35	157.79	1	380.4	5
36	310.07	1	567.66	2
37	249.81	1	499.7	3
38	216.66	2	577.56	4
39	190.44	2	569.8	4
40	206.17	2	477.89	6
PROMEDIO	235.34	2	528.13	4
DESVIACIÓN ESTANDAR	55.51	0.72	163.74	0.88
COEFIECIENTE DE VARIABILIDAD	23.59	40.18	31.00	20.53

c. Estudio microscópico de *Ocotea aciphylla* (Nees & Mart.) Mez - (Moena)

En la muestra MO1 de *O. aciphylla*, en el plano transversal se visualiza poros de forma ovalado en patrón no definido, en el plano tangencial el ancho de los radios es de cuatro a diez células/radio y en el plano radial células procumbentes con una fila de células marginales erectas o cuadradas (Figura 13).

Figura 13

Montajes histológicos de la muestra M01 de O. aciphylla



La muestra M01 de *O. aciphylla* presenta un diámetro promedio de poros de 261.37 μm con una frecuencia de tres vasos/ mm^2 . Además, tiene cuatro radios por milímetro lineal, con una altura promedio de 419.36 μm (Tabla 29).

Tabla 29

Características descriptivas de la muestra M01 de O. aciphylla

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	No definidos
	Porosidad	Difusa
	Disposición de los poros	En patrón no definido
	Agrupación de poros	Solitarios y múltiples radiales largos.
	Forma de poros	Ovalado
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	Mayor a 261.37 μm
	Frecuencia de los poros	Muy pocos de 3 vasos/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Gomas
	Platina de perforación	Simple
	Punteaduras intervasculares	Sí presenta
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Alternas y opuestas
	Punteaduras ornadas	Sí presenta
	Engrosamiento espiralados en los vasos	No presenta
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	Sí presenta
	Grosor de las paredes de las fibras	Con paredes delgadas a gruesas
	Tipo de Fibras	Simple
Parénquima	Engrosamiento espiralados en los fibras	Sí presenta, escasas
	Parénquima apotraqueal	No presenta
	Parénquima paratraqueal	Escaso y unilateral
	Parénquima en bandas	No presenta
	Contenidos en parénquima	Bajo
Radios	Parénquima longitudinal	En serie de 4 células fusiforme
	Ancho	4 a 10 células/radio
	Altura	Medianos de 419.36 μm
	Composición celular de los radios	Células procumbentes con 1 fila de células marginales erectas o cuadradas.

	Otro tipo de variantes en las células radiales Radios por milímetro lineal Contenidos en parénquima	No presenta 4 radios/mm Presencia de gomas en algunas células
Estructura estratificada	Fibras Radios Parénquima Todos los elementos	Sí presenta No presenta No presenta —
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas Canales intercelulares Tubos taniníferos Floema incluido	No presenta No presenta No presenta No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	Sí presenta y son de forma rectangular en parénquima axial de manera abundante
	Sílice Ausente	No presente —

La desviación estándar en vasos y poros es de 58.19 μm , con un coeficiente de variabilidad de 22.26 μm . En cuanto a los radios, la altura presenta una desviación estándar de 113.16 μm y un coeficiente de variabilidad de 26.98 μm (Tabla 30).

Tabla 30

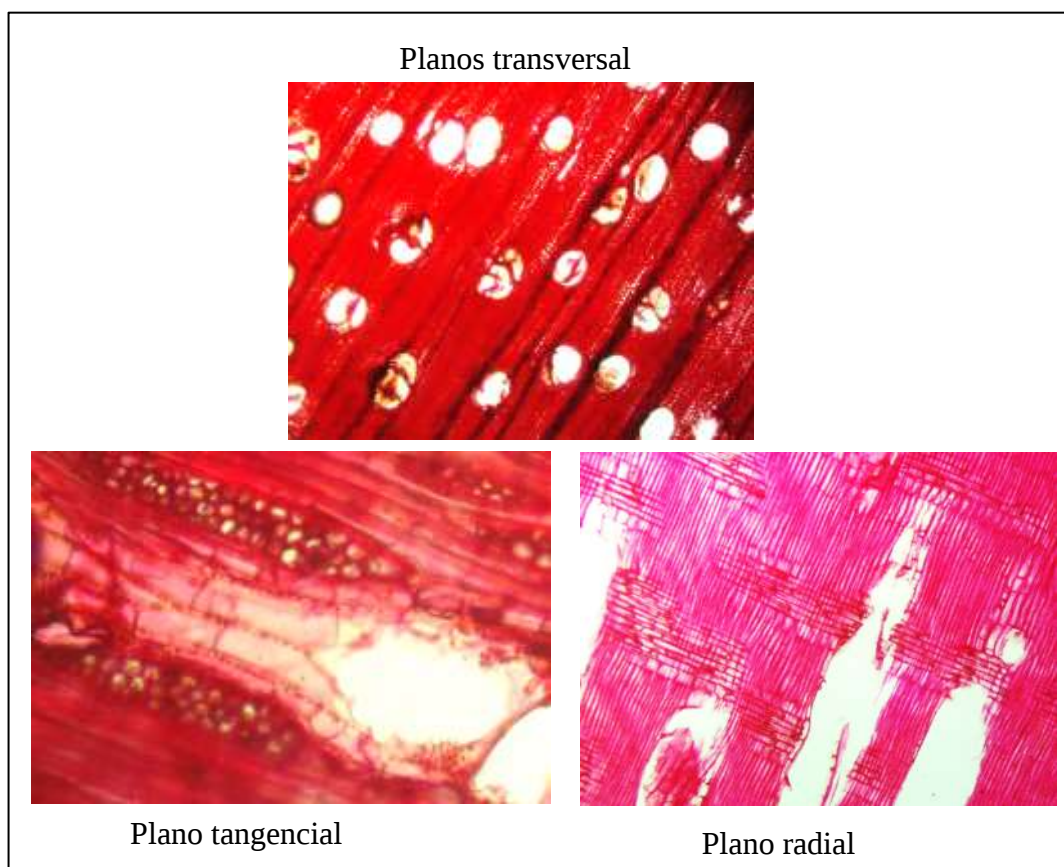
Mediciones microscópicas de la muestra M01 de O. aciphylla

MUESTRA M01				
N° Mediciones	VASOS Y POROS		RADIOS	
	Diámetro de los elementos vasculares (μm)	Frecuencia de los poros (mm^2)	Altura (μm)	Radios por milímetro lineal (mm)
1	306.1	3	382.93	5
2	201.87	2	400.61	4
3	291.83	4	418.33	4
4	189.08	2	638.45	4
5	305.87	3	565.51	3
6	211.52	4	478.33	3
7	262.4	3	404.79	5
8	288	2	386.71	3
9	167.07	3	160.55	3
10	189.17	3	573.19	4
11	342.84	3	485.63	5
12	257.19	2	439.22	3
13	361.42	4	299.62	3
14	184.06	4	439.22	3
15	190.14	3	386.71	4
16	270.45	3	547.58	4
17	267.61	2	429.73	4
18	314.41	4	573.19	4
19	185.34	4	429.73	4
20	236.76	3	356.31	5
21	268.55	4	299.98	3
22	236.14	4	266.06	2
23	310.76	3	464.24	3
24	263.71	2	424.99	3
25	241.19	2	428.09	3
26	267.48	4	331.7	4
27	255.92	3	302.82	5
28	232.05	2	583.3	3
29	274.82	3	373.56	4
30	260.29	3	310.59	3
31	229.92	3	313.53	5
32	305.96	4	320.22	5
33	218.47	4	461.43	4
34	224.04	4	352.58	5
35	299.31	3	463.11	4
36	216.34	4	543.93	5
37	452.8	3	230.59	4
38	357.84	4	449.74	4
39	301.35	4	354.14	4
40	214.89	4	703.31	3
PROMEDIO	261.37	3	419.36	4
DESVIACIÓN ESTANDAR	58.19	0.76	113.16	0.81
COEFIECIENTE DE VARIABILIDAD	22.26	23.68	26.98	21.25

En la muestra MO2 de *O. aciphylla*, en el plano transversal se visualiza poros de forma ovalado en patrón no definido, en el plano tangencial el ancho de los radios es de cuatro a diez células/radio y en el plano radial células procumbentes con una fila de células marginales erectas o cuadradas (Figura 14).

Figura 14

Montajes histológicos de la muestra M02 de O. aciphylla



La muestra M02 de *O. aciphylla* presenta un diámetro promedio de poros de a 243.52 μm con una frecuencia de tres vasos/ mm^2 . Además, tiene cuatro radios por milímetro lineal, con una altura promedio 393.44 μm (Tabla 31).

Tabla 31

Características descriptivas de la muestra M02 de O. aciphylla

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	No definidos
	Porosidad	Difusa
	Disposición de los poros	En patrón no definido
	Agrupación de poros	Solitarios y múltiples radiales largos.
	Forma de poros	Ovalado
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	Mayor a 243.52 μm
	Frecuencia de los poros	Muy pocos de 3 vasos/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Gomas
	Platina de perforación	Simple
	Punteaduras intervasculares	Sí presenta
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Alternas y opuestas
	Punteaduras ornadas	Sí presenta
	Engrosamiento espiralados en los vasos	No presenta
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No presenta
	Septas en las fibras	Sí presenta
	Grosor de las paredes de las fibras	Con paredes delgadas a gruesas
	Tipo de Fibras	Simple
Parénquima	Engrosamiento espiralados en los fibras	Sí presenta, escasas
	Parénquima apotraqueal	No presenta
	Parénquima paratraqueal	Escaso y unilateral
	Parénquima en bandas	No presenta
	Contenidos en parénquima	Bajo
Radios	Parénquima longitudinal	En serie de 4 células fusiforme
	Ancho	4 a 10 células/radio
	Altura	Medianos de 393.44 μm
	Composición celular de los radios	Células procumbentes con 1 fila de células marginales erectas o cuadradas.

	Otro tipo de variantes en las células radiales Radios por milímetro lineal Contenidos en parénquima	No presenta 4 vasos/mm Presencia de gomas en algunas células
Estructura estratificada	Fibras Radios Parénquima Todos los elementos	Sí presenta No presenta No presenta —
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas Canales intercelulares Tubos taniníferos Floema incluido	No presenta No presenta No presenta No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos Sílice Ausente	Sí presenta y son de forma rectangular en parénquima axial de manera abundante No presente —

La desviación estándar en vasos y poros es de 58.53 μm , con un coeficiente de variabilidad de 24.04 μm . En cuanto a los radios, la altura presenta una desviación estándar de 112.49 μm y un coeficiente de variabilidad de 28.59 μm (Tabla 32).

Tabla 32

Mediciones microscópicas de la muestra M02 de O. aciphylla

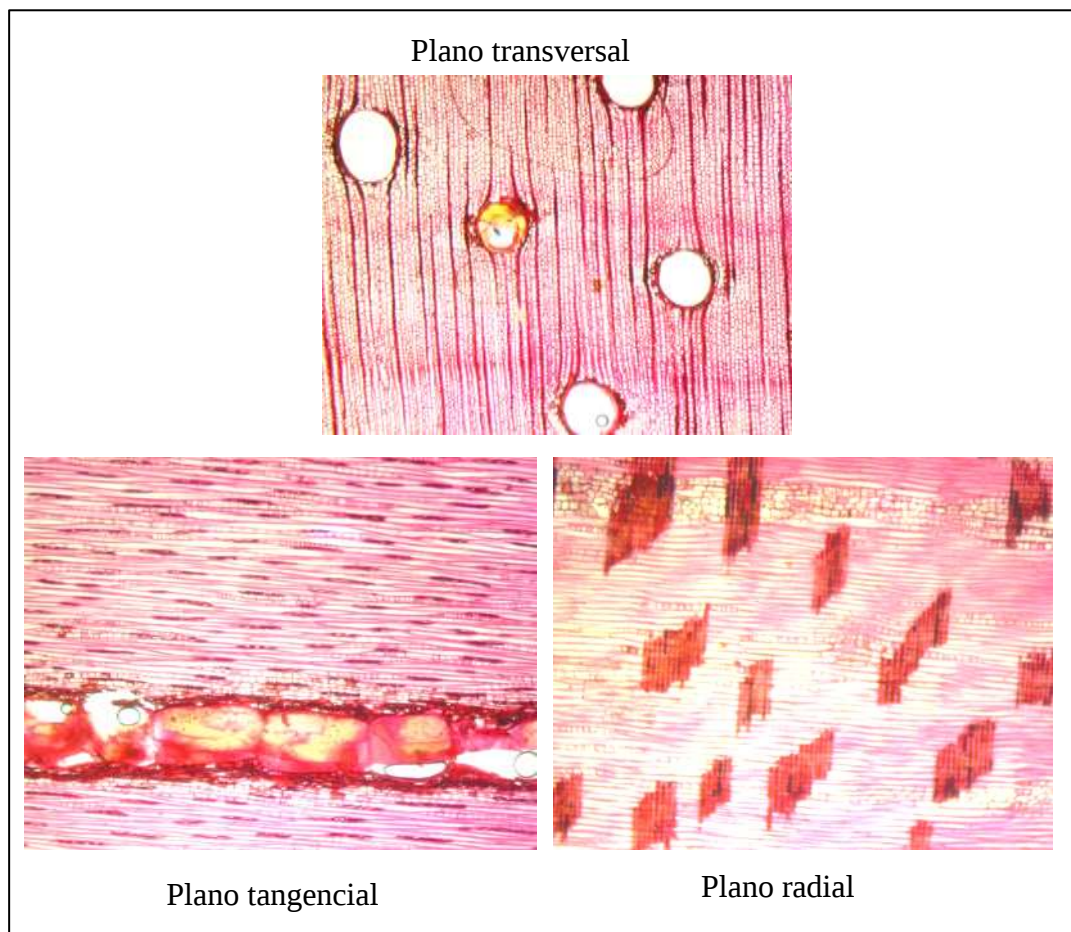
MUESTRA M02				
N° Mediciones	VASOS Y POROS		RADIOS	
	Diámetro de los elementos vasculares (μm)	Frecuencia de los poros (mm^2)	Altura (μm)	Radios por milímetro lineal (mm)
1	246.55	2	328.74	4
2	168.23	3	314.82	4
3	261.29	2	492.42	4
4	332.54	3	421.47	4
5	225.03	4	240.07	5
6	237.79	4	387.91	5
7	265.52	3	213.89	2
8	131.19	2	306.52	4
9	221.18	2	514.67	4
10	209.64	3	424.24	4
11	209.72	4	456.83	2
12	256.82	3	475.8	3
13	225.05	3	351.56	3
14	232.63	3	387.23	5
15	308.33	3	547.74	4
16	168.81	3	280.09	4
17	449.7	2	237.16	3
18	258.79	4	306.52	4
19	217.41	2	513.89	4
20	223	2	280.09	3
21	206.76	2	235.36	4
22	268.48	2	553.67	5
23	260.59	3	512.96	4
24	238.58	2	557.9	3
25	236.64	3	347.74	4
26	232.53	3	206.81	5
27	278.66	2	347.84	6
28	232.53	4	445.19	4
29	235.87	4	475.8	4
30	117.1	2	251.56	3
31	230.36	3	547.74	3
32	206.76	4	412.82	4
33	222.79	3	468.42	4
34	268.48	2	374.69	5
35	217.9	2	445.19	5
36	379.46	3	200.29	3
37	224.26	3	506.86	4
38	239.31	3	463.62	5
39	270.46	4	572.98	5
40	324.09	4	328.52	5
PROMEDIO	243.52	3	393.44	4
DESVIACIÓN ESTANDAR	58.53	0.76	112.49	0.88
COEFIECIENTE DE VARIABILIDAD	24.04	26.35	28.59	21.93

d. Estudio microscópico de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke - (Tornillo)

En la muestra MO1 de *C. cateniformis*, en el plano transversal se visualiza poros de forma circular en patrón no definido, en el plano tangencial el ancho de los radios es de una célula/radio (uniseridos) y en el plano radial posee células procumbentes (Figura 15).

Figura 15

Montajes histológicos de la muestra M01 de C. cateniformis



La muestra M01 de *C. cateniformis* presenta un diámetro promedio de poros de a 348.07 μm con una frecuencia de dos vasos/ mm^2 . Además, tiene cinco radios por milímetro lineal, con una altura promedio 523.49 μm (Tabla 33).

Tabla 33

Características descriptivas de la muestra M01 de C. cateniformis

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	No definidos
	Porosidad	Difusa
	Disposición de los poros	En patrón no definido
	Agrupación de poros	Solitarios y múltiples radiales largos
	Forma de poros	Circular
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	Mayor a 348.07 μm
	Frecuencia de los poros	Muy pocos de 2 vasos/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Tílide
	Platina de perforación	Foraminadas
	Punteaduras intervasculares	Sí presenta
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Alternas
	Punteaduras ornadas	Sí presenta
	Engrosamiento espiralados en los vasos	Sí presenta
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No se perciben
	Septas en las fibras	No presenta
	Grosor de las paredes de las fibras	Con paredes delgadas a gruesas
	Tipo de Fibras	Punteaduras areolada
Parénquima	Engrosamiento espiralados en los fibras	Sí presenta
	Parénquima apotraqueal	No presenta
	Parénquima paratraqueal	Escaso
	Parénquima en bandas	Finas
	Contenidos en parénquima	Abundante
Radios	Parénquima longitudinal	Parénquima en serie de 4 células a más
	Ancho	1 célula/radio (uniseriados)
	Altura	Medianos de 523.49 μm
	Composición celular de los radios	células procumbentes
	Otro tipo de variantes en las células radiales	No presenta

	Radios por milímetro lineal	5 vasos/mm
	Contenidos en parénquima	Abundante gomas u otros extractivos
Estructura estratificada	Fibras	Sí presenta
	Radios	No presenta
	Parénquima	Sí presenta
	Todos los elementos	—
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas	Sí presenta
	Canales intercelulares	No presenta
	Tubos taniníferos	No presenta
	Floema incluido	No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos	Presenta cristales octaédricos abundantes
	Sílice	No presenta
	Ausente	Sí

La desviación estándar en vasos y poros es de 89.03 μm , con un coeficiente de variabilidad de 25.58 μm . En cuanto a los radios, la altura presenta una desviación estándar de 125.70 μm y un coeficiente de variabilidad de 24.01 μm (Tabla 34).

Tabla 34

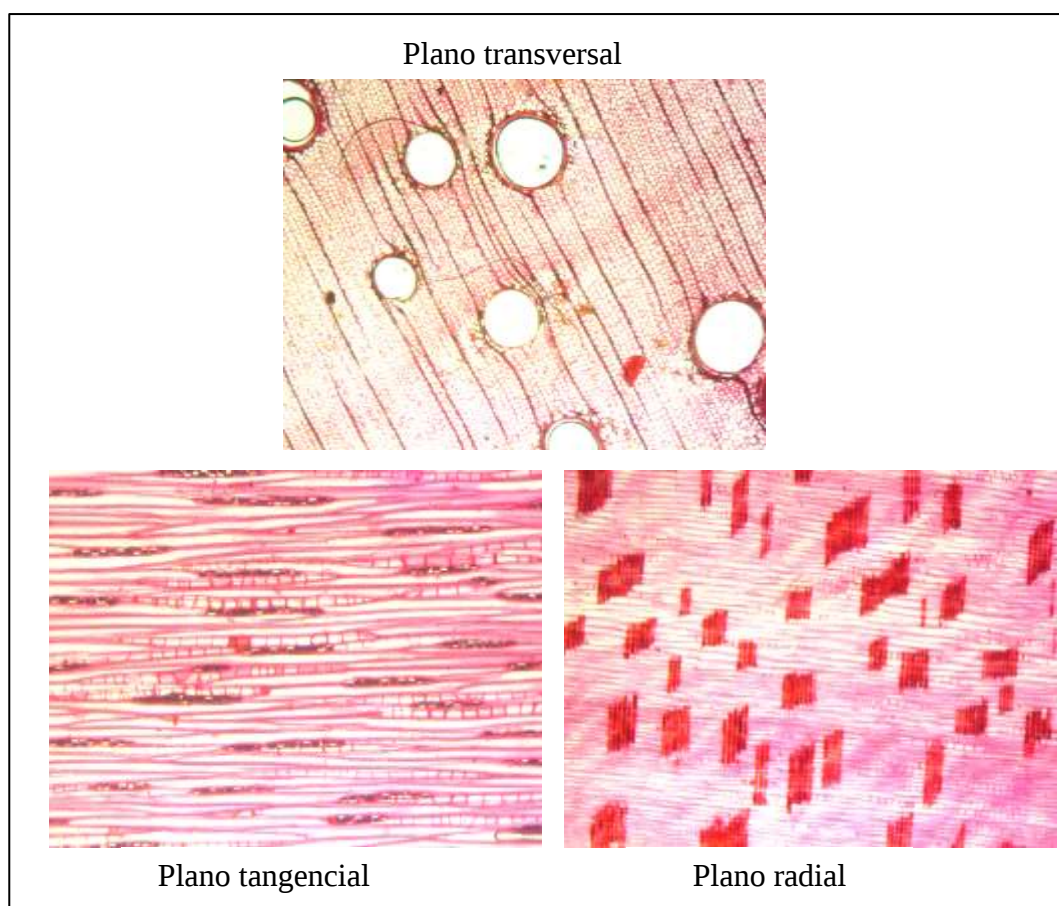
Mediciones microscópicas de la muestra M01 de C. cateniformis

MUESTRA M01				
N° Mediciones	VASOS Y POROS		RADIOS	
	Diámetro de los elementos vasculares (μm)	Frecuencia de los poros (mm^2)	Altura (μm)	Radios por milímetro lineal (mm)
1	276.28	1	511.1	5
2	376.9	2	532.08	7
3	379.82	2	618.08	6
4	420.91	3	380.11	4
5	257.95	1	499.96	5
6	359.53	2	525.14	5
7	305.49	1	433.87	5
8	366.71	2	681.42	5
9	270.54	1	487.53	4
10	2.18	2	681.42	4
11	213	2	444.69	5
12	332.12	2	672.68	5
13	415.72	2	468.66	4
14	365.65	2	299.72	5
15	278.09	1	524.38	5
16	401.63	2	462.06	3
17	415.93	2	362.86	4
18	424.25	1	884.9	4
19	352.2	3	650.06	5
20	385.95	1	469.01	7
21	401.88	3	670	6
22	316.68	2	445.97	8
23	402.49	2	496.53	6
24	400.25	1	457.68	5
25	392.83	2	624.97	6
26	430.32	1	493.53	7
27	462.62	2	455.78	5
28	483.76	2	442.55	6
29	230.28	1	835.64	6
30	331.55	2	453.78	7
31	266.44	1	285.33	8
32	358.12	2	528.74	5
33	255.4	2	620.74	3
34	413.51	2	450.13	6
35	369.24	2	402.21	5
36	385.91	1	541.43	6
37	411.86	1	457.72	6
38	200.74	2	607	5
39	395.7	1	467.96	5
40	412.5	2	612.04	6
PROMEDIO	348.07	2	523.49	5
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	89.03	0.60	125.70	1.17
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	25.58	34.70	24.01	21.81

En la muestra MO2 de *C. cateniformis*, en el plano transversal se visualiza poros de forma circular en patrón no definido, en el plano tangencial el ancho de los radios es de una célula/radio (uniseridos) y en el plano radial posee células procumbentes (Figura 16).

Figura 16

Montajes histológicos de la muestra M02 de C. cateniformis



La muestra M02 de *C. cateniformis* presenta un diámetro promedio de poros de a 292.36 μm con una frecuencia de dos vasos/ mm^2 . Además, tiene cinco radios por milímetro lineal, con una altura promedio 480.78 μm (Tabla 35).

Tabla 35

Características descriptivas de la muestra M02 de C. cateniformis

Estructura	Características	Evaluación
Vasos y Poros	Anillos de crecimiento	No definidos
	Porosidad	Difusa
	Disposición de los poros	En patrón no definido
	Agrupación de poros	Solitarios y múltiples radiales largos
	Forma de poros	Circular
	Diámetro promedio de los elementos vasculares	Mayor a 292.36 μm
	Frecuencia de los poros	Muy pocos de 2 vasos/ mm^2
	Inclusiones en los elementos vasculares	Tílide
	Platina de perforación	Foraminadas
	Punteaduras intervasculares	Sí presenta
	Tipo de apertura de las punteaduras intervasculares	Alternas
	Punteaduras ornadas	Sí presenta
	Engrosamiento espiralados en los vasos	Sí presenta
Traqueidas y Fibras	Traqueidas	No se perciben
	Septas en las fibras	No presenta
	Grosor de las paredes de las fibras	Con paredes delgadas a gruesas
	Tipo de Fibras	Punteaduras areolada
Parénquima	Engrosamiento espiralados en los fibras	Sí presenta
	Parénquima apotraqueal	No presenta
	Parénquima paratraqueal	Escaso
	Parénquima en bandas	Finas
	Contenidos en parénquima	Abundante
Radios	Parénquima longitudinal	Parénquima en serie de 4 células a más
	Ancho	1 célula/radio (uniseriados)
	Altura	Medianos de 480.78 μm
	Composición celular de los radios	células procumbentes
	Otro tipo de variantes en las células radiales	No presenta
	Radios por milímetro lineal	5 vasos/mm

	Contenidos en parénquima	Abundante gomas u otros extractivos
Estructura estratificada	Fibras Radios Parénquima Todos los elementos	Sí presenta No presenta Sí presenta —
Elementos secretores	Células oleíferas y mucilaginosas Canales intercelulares Tubos taniníferos Floema incluido	Sí presenta No presenta No presenta No presenta
Inclusiones minerales	Cristales prismáticos Sílice Ausente	Presenta cristales octaédricos abundantes No presenta Sí

La desviación estándar en vasos y poros es de 81.28 μm , con un coeficiente de variabilidad de 27.80 μm . En cuanto a los radios, la altura presenta una desviación estándar de 125.56 μm y un coeficiente de variabilidad de 26.12 μm (Tabla 36).

Tabla 36

Mediciones microscópicas de la muestra M02 de C. cateniformis

MUESTRA M02				
N° Mediciones	VASOS Y POROS		RADIOS	
	Diámetro de los elementos vasculares (μm)	Frecuencia de los poros (mm^2)	Altura (μm)	Radio por milímetro lineal (mm)
1	354.59	2	415.74	6
2	300.19	1	525.33	4
3	389.78	2	283.3	5
4	269.3	2	585.8	4
5	285.36	1	525.33	4
6	112.15	2	420.59	4
7	294.09	2	416.15	4
8	289.31	2	683.3	3
9	346.89	1	378	5
10	157.25	1	381.94	4
11	272.14	1	413.92	6
12	246.95	2	359.98	7
13	490.27	2	405.96	5
14	358.53	2	347.42	4
15	267.06	1	704.18	6
16	162.69	1	526.96	4
17	391.48	2	606.11	5
18	300.5	3	450.02	5
19	235.67	2	228.66	5
20	280.59	1	395.07	4
21	217.7	2	413.92	7
22	391.43	2	480.29	8
23	233.98	2	516.65	6
24	185.34	1	526.61	7
25	344.27	2	548.01	5
26	290.88	3	316.36	4
27	265.85	3	557.45	4
28	216.85	2	573.73	5
29	471.21	2	573.54	6
30	271.07	2	356.22	6
31	386.7	2	556.89	5
32	377.89	1	242.61	5
33	230.09	2	571.69	4
34	233.76	1	582.06	5
35	309.8	1	816.76	6
36	289.06	2	468.63	5
37	200.09	3	457.43	3
38	378.49	1	563.13	5
39	269.36	2	631.42	6
40	325.8	2	423.87	5
PROMEDIO	292.36	2	480.78	5
DESVIACIÓN ESTANDAR	81.28	0.62	125.56	1.12
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	27.80	34.91	26.12	22.30

3.3. Tablas de comparaciones anatómicas de las cuatro especies investigadas

Existen diferencias en las dimensiones anatómicas de *S. macrophylla*: el diámetro promedio de poros es de 352.62 μm (estudio propio), 265 μm (Williams) y 315 μm (Ruiz). La altura de los radios es de 383.50 μm (estudio propio), 1190 μm (Williams) y 353 μm (Ruiz) (Tabla 37).

Tabla 37

Comparación de las características macroscópicas y microscópicas de la madera S. macrophylla.

<i>Swietenia macrophylla</i> King	
La madera presenta duramen marrón rojizo y albura rojo rosáceo, con olor alcanforado tenue y sabor amargo. Posee brillo alto, vetado de líneas paralelas radiales y arcos irregulares tangenciales, grano ligeramente inclinado y textura fina. Anatómicamente, exhibe anillos de crecimiento definidos por parénquima y poros. Poros semicirculares y difusos en patrón no definido, solitarios y múltiples radiales, con un diámetro promedio de 352.62 μm y frecuencia de 2 vasos/ mm^2 . Presencia de gomas, perforación simple y punteaduras ornadas escalariformes. Las fibras tienen paredes delgadas a gruesas y uniones ahusadas. Parénquima apotraqueal difuso, paratraqueal escaso, y forma series de 4 células fusiformes. Los radios (cinco por mm lineal) son finos y discontinuos, de 1 a 3 células de ancho y 383.50 μm de altura promedio, compuestos por células procumbentes con 1 o 2 hileras marginales cuadradas.	Williams (2019) describe un duramen marrón rojizo (5YR 5/4) y albura rosácea (5YR 8/4), lustre alto, grano recto y textura mediana. Poros difusos, solitarios y múltiples radiales de 2-3, con 4-11 poros/ mm^2 y diámetro tangencial de 265 μm . El promedio de vasos es de 580 μm , punteaduras intervasculares de 2.5-3.75 μm . Fibras de 1800 μm de longitud. Radios de 3-6 por mm, de 4-5 células de ancho y 1190 μm de altura. Ruiz (2020) describe un duramen rojizo y albura castaño pálido, brillo medio, vetado pronunciado y textura media con grano entrecruzado. Poros difusos, solitarios y múltiples de 315 μm . Los rayos medulares multiseriados de 353 μm de altura y las fibras libriformes de 976 μm de longitud.

Existe variabilidad en las dimensiones cuantitativas: diámetro promedio de los poros 220.81 μm (estudio propio), 370 μm (Williams), y promedios de vasos de 242.498 μm (Beltrán). La altura de los radios es 511.90 μm (estudio propio) 560 μm (Williams) (Tabla 38).

Tabla 38

Comparación de las características macroscópicas y microscópicas de la madera C. odorata.

<i>Cedrela odorata</i> L	
Se observó un duramen color rojizo, albura marrón claro, olor alcanforado, sabor amargo, brillo medio, veteado radiales líneas paralelas, tangenciales arcos superpuestos, grano ligeramente inclinado, textura fina, lustre alto, poros solitarios y agrupados de 2; limítrofes con presencia de parénquima, parénquima marginal, visible bajo el lente del estereoscopio a 10x. Radios discontinuos, finos y delgados. Anillos de crecimiento bien definidos por bandas de parénquima y poros. Porosidad semicircular y difusa. Poros en patrón no definido; solitarios y múltiples radiales cortos de forma circular, diámetro promedio es de 220.81 μm y la frecuencia es de 2 vasos/ mm^2 ; presencia de gomas en algunos vasos, platina de perforación simple, punteaduras intervasculares escaleriformes de	Williams (2019) albura rosácea (7.5YR 8/4), duramen marrón rojizo (5YR 7/6). Olor penetrante, sabor amargo. Lustre mediano a alto. Grano recto a inclinado, textura mediana. Anillos de crecimiento definidos por porosidad semicircular y parénquima marginal. Poros sin patrón definido, solitarios y múltiples radiales de 2-3, ocasionalmente arracimados, 3-4 poros/ mm^2 , diámetro tangencial promedio 370 μm . Longitud de elementos vasculares 580 μm . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, 8.75 μm de diámetro. Depósitos de goma presentes. Fibras septadas y no septadas, paredes delgadas a medianas, longitud de 1695 μm , punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, paratraqueal vasicéntrico, aliforme de ala corta, ocasionalmente confluyente, marginal; en series de 4-8 células. Radios: 3-5 por mm, 1-4 células de ancho (predominantemente 3-4), altura 560 μm . Cristales prismáticos (2 por célula) en células procumbentes y cuadradas de los radios, ocasionalmente en cámaras, y en el

tipo alternas y ornadas. Fibras con paredes delgadas a gruesas de tipo areoladas. Parénquima abundante en bandas finas y marginales, de tipo apotraqueal difuso, paratraqueal escaso. En vista longitudinal el parénquima forma series de 4 células, con extremos fusiformes. Los radios tienen un ancho promedio de 2 a 3 células/radio y una altura media de 511.90µm. Están compuestos principalmente por células Procumbentes y marginales cuadradas de una fila. En promedio, se observan 4 radios por milímetro lineal.	parénquima axial. Fernandes (2017) color marrón y rojo, sabor amargo. Parénquima axial vasicéntrico y marginal paratraqueal. Poros solitarios y gemelos, obstruidos por sustancia blanca difusa. Capa de crecimiento distinta, marcada por parénquima terminal, porosidad anular. Líneas vasculares largas y fácilmente observables. Canales intercelulares longitudinales frecuentes, a veces con resina. Beltrán (2013) anillos de crecimiento distintos. Porosidad circular con parénquima marginal. Promedio de vasos 242.498 µm y fibras 26.870 µm. Diámetros promedio de vasos para madera temprana y tardía: 306.567 µm y 178.428 µm, respectivamente.
--	---

Existe variabilidad en las dimensiones cuantitativas de vasos y fibras: diámetro promedio de los poros 261.37 µm (estudio propio), 203.160 µm (Beltrán), incluyendo diferenciación para madera temprana y tardía (207.088 µm y 199.231 µm respectivamente en Beltrán). Las longitudes de fibras también difieren (28.990 µm en Beltrán) (Tabla 39).

Tabla 39

Comparación de las características macroscópicas y microscópicas de la madera O. aciphylla

<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez	
Posee un duramen color amarillo oscuro, albura blanco cremoso, olor alcanforado fuerte, sabor picante, brillo bajo, veteado jaspeado, grano entrecruzado, textura media, lustre alto, poros solitarios y agrupados de 2	Reyes (2022) la madera exhibe radios poco visibles y finos (10x), poros visibles, pequeños, difusos, solitarios y múltiples de 2 a 3. Anillos de crecimiento distintos (a simple vista y 10x) por zonas fibrosas oscuras y fibras radialmente acortadas.

a 3, parénquima visible bajo el lente del estereoscopio a 10x, radios discontinuos finos con bastante presencia de parénquima. Anillos de crecimiento no definidos, porosidad difusa. Poros en patrón no definido; solitarios y múltiples radiales largos de forma ovalado, diámetro promedio es de 261.37 μm y la frecuencia es de 3 vasos/mm^2, presencia de gomas en algunos vasos, platina de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas y opuestas, punteaduras ornadas. Fibras septadas de tipo simple, con paredes delgadas a gruesas, escaso engrosamiento espiralado. Parénquima bajo, de tipo paratraqueal escaso y unilateral. En vista longitudinal el parénquima forma series de 4 células, con extremos fusiformes. Los radios tienen un ancho promedio de 4 a 10 células/radio y una altura media de 419.36 μm. Están compuestos principalmente por células procumbentes con 1 fila de células marginales erectas o cuadradas. En promedio, se observan 4 radios por milímetro lineal. Además, se visualizó cristales prismáticos de forma rectangular en parénquima axial de manera abundante.	Vasos medianos con tilosis. Fibras libriformes de paredes medianas. Parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, unilateral con 2 o 3 células por serie. Radios delgados multiseriados de 2 a 4 células de ancho, heterogéneos con células procumbentes y cuadradas marginales, con células de aceite asociadas al parénquima axial y radial. Armijos (2019) anillos de crecimiento visibles, poros difusos, solitarios y en patrones dendríticos. Parénquima axial vasicéntrico y unilateral paratraqueal. Radios con ancho de 1 a 3 series, células procumbentes y una fila de células cuadradas. Beltrán (2013) anillos de crecimiento delimitados por una banda de tejido de fibras acortadas radialmente. Promedio de vasos 203.160 μm y fibras 28.990 μm. Diámetros promedio de vasos para madera temprana y tardía: 207.088 μm y 199.231 μm, respectivamente.
--	--

Existe variabilidad en las dimensiones cuantitativas: diámetro promedio de poros de 348.07 μm (estudio propio), 273 μm (Zumaeta) y 297.20 μm (Valderrama). La altura de los radios es de 523.49 μm (estudio propio), 230-340 μm (Zumaeta) y 223.71 μm (Valderrama) (Tabla 40).

Tabla 40

Comparación de las características macroscópicas y microscópicas de la madera C. cateniformis

<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	
La madera presenta duramen marrón y albura beige, con olor y sabor no distintivo, brillo medio, vetado radial de líneas discontinuas/inclinadas tangenciales, grano entrecruzado, textura gruesa y lustre alto. Posee poros solitarios y agrupados de 2 a 5, parénquima vasicéntrico visible a 10x, y radios finos y discontinuos. Se observaron gomas blancas en los poros longitudinales y tilosis a 20x. Anatómicamente, los anillos de crecimiento no están definidos y la porosidad es difusa. Los poros, sin patrón definido, son solitarios y múltiples radiales largos de forma circular, con un diámetro promedio de 348.07 μm y frecuencia de 2 vasos/ mm^2 . Algunos vasos tienen tílides, platina de perforación foraminada, punteaduras intervasculares alternas y ornadas, y engrosamiento espiralado en vasos y	Zumaeta (2020) poros visibles, difusos, solitarios y múltiples 2 a 3. Parénquima axial poco visible, vasicéntrico, aliforme losangular y unilateral. Radios no estratificados, visibles a 10x. Vasos difusos, múltiples, oval a circular con media de 1.5 vasos/ mm^2 y diámetro de 273 μm . Fibras libriformes con paredes delgadas a espesas; lumen con media de 16.30 μm . Parénquima axial: paratraqueal vasicéntrico de 6 a 8 células; apotraqueal difuso. Radios homogéneos, formados exclusivamente por células procumbentes, biseriadas (72%), triseriados (16%) y uniseriados (12%), raramente fusionados, altura entre 230 y 340 μm . Valderrama (2021) albura pardo claro, duramen pardo rosado. Olor y sabor no distintivo, brillo medio, vetado en arcos y grano recto, textura gruesa. Anillos de crecimiento como bandas oscuras irregulares. Poros solitarios y múltiples radiales, con sustancias orgánicas en algunos. Parénquima axial escaso,

fibras. Las fibras son areoladas, con paredes delgadas a gruesas y engrosamiento espiralado. El parénquima es abundante en bandas finas, con escaso paratraqueal, formando series de 4 o más células en vista longitudinal. Los radios son uniseriados (1 célula/radio) con una altura media de 523.49 μm, compuestos principalmente por células procumbentes. Se observan 5 vasos/mm, así como células oleíferas, mucilaginosas y abundantes cristales prismáticos octaédricos.	paratraqueal vasicéntrico y levemente aliforme, visible a 10x. Poros difusos, circulares a ovalados, diámetro promedio 297.20 μm, 2-7 poros/mm^2, longitud 588.51 μm. Placas de perforación simples, horizontales o inclinadas, puntuaciones intervasculares redondas y alternas (5–9 μm). Radios uniseriados, cortos (4–11 radios/mm, altura promedio 223.71 μm), puntuaciones radiovasculares simples y escaleriformes. Fibras libriformes de 1486.78 μm de largo, 24.97 μm de diámetro, paredes delgadas (3.56 μm). Fernandes (2017) color marrón a gris. Parénquima axial difuso, vasicéntrico, aliforme y confluyente. Porosidad difusa. Vasos solitarios y múltiples con presencia de tílides. Radios visibles. Líneas vasculares rectilíneas y obstruidas.
--	---

3.4. Comparaciones a nivel macroscópico de las cuatro especies investigadas

O. aciphylla se distingue por su fuerte olor alcanforado y veteado jaspeado. El grano entrecruzado se observa en *O. aciphylla* y *C. cateniformis*, a diferencia de líneas radiales paralelas y arcos tangenciales en las otras especies. Además, *C. cateniformis* es la única que presenta gomas y tilosis. (Tabla 41).

Tabla 41

Tabla comparativa en función a las características macroscópicas

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS			
Color de <i>S. macrophylla</i>	Color de <i>C. odorata</i>	Color de <i>O. aciphylla</i>	Color de <i>C. cateniformis</i>
Duramen marrón rojizo; X= #D7551B y albura rojo rosáceo; X = #E6A36C	Duramen rojizo; X= #C94B19 y albura marrón claro; X = #E7BB81	Duramen amarillo oscuro; X= #E4CA0A y albura blanco cremoso; X = #F8F6D0	Duramen marrón; X= #D39177 y albura beige; X = #F4D8B2
Olor de <i>S. macrophylla</i>	Olor de <i>C. odorata</i>	Olor de <i>O. aciphylla</i>	Olor de <i>C. cateniformis</i>
Alcanforado tenue	Alcanforado	Alcanforado fuerte	No distintivo
Sabor de <i>S. macrophylla</i>	Sabor de <i>C. odorata</i>	Sabor de <i>O. aciphylla</i>	Sabor de <i>C. cateniformis</i>
Amargo	Amargo	Picante	No distintivo
Brillo de <i>S. macrophylla</i>	Brillo de <i>C. odorata</i>	Brillo de <i>O. aciphylla</i>	Brillo de <i>C. cateniformis</i>
Alto	Medio	Bajo	Medio
Veteado de <i>S. macrophylla</i>	Veteado de <i>C. odorata</i>	Veteado de <i>O. aciphylla</i>	Veteado de <i>C. cateniformis</i>
Con líneas radiales paralelas y arcos tangenciales irregulares.	Radial líneas paralelas, tangencial arcos superpuestos.	Jaspeado	Radial líneas discontinuas e inclinadas en el tangencial

Grano de <i>S. macrophylla</i> Ligeramente inclinado	Grano de <i>C. odorata</i> Ligeramente inclinado	Grano de <i>O. aciphylla</i> Entrecruzado	Grano de <i>C. cateniformis</i> Entrecruzado
Textura de <i>S. macrophylla</i> Fina	Textura de <i>C. odorata</i> Fina	Textura de <i>O. aciphylla</i> Media	Textura de <i>C. cateniformis</i> Gruesa
Lustre de <i>S. macrophylla</i> Alto	Lustre de <i>C. odorata</i> Alto	Lustre de <i>O. aciphylla</i> Alto	Lustre de <i>C. cateniformis</i> Alto
Poros de <i>S. macrophylla</i> Solitarios y agrupados de a dos; límitrofes rodeados de parénquima.	Poros de <i>C. odorata</i> Solitarios y agrupados de dos; límitrofes con presencia de parénquima.	Poros de <i>O. aciphylla</i> Solitarios y agrupados de dos a tres.	Poros de <i>C. cateniformis</i> Solitarios y agrupados de a dos.
Parénquima de <i>S. macrophylla</i> En bandas del tipo marginal, visible bajo el lente del estereoscopio a 10X	Parénquima de <i>C. odorata</i> Marginal, visible bajo el lente del estereoscopio a 10X	Parénquima de <i>O. aciphylla</i> Visible bajo el lente del estereoscopio a 10X	Parénquima de <i>C. cateniformis</i> Vasicéntrico visible con el lente del estereoscopio a 10X
Radios de <i>S. macrophylla</i> Finos y discontinuos	Radios de <i>C. odorata</i> Discontinuos, finos y delgados	Radios de <i>O. aciphylla</i> Discontinuos finos con bastante presencia de parénquima	Radios de <i>C. cateniformis</i> Finos y discontinuos
Inclusiones de <i>S. macrophylla</i> No presenta	Inclusiones de <i>C. odorata</i> No presenta	Inclusiones de <i>O. aciphylla</i> No presenta	Inclusiones de <i>C. cateniformis</i> Gomas y tilosis

3.5. Comparaciones a nivel microscópico de las cuatro especies investigadas

Destacan *S. macrophylla* y *C. odorata* por anillos bien definidos y fibras simples o areoladas, mientras que *C. cateniformis* resalta por sus elementos secretores (células oleíferas y mucilaginosas) e inclusiones minerales (cristales octaédricos) (Tabla 42).

Tabla 42

Tabla comparativa en función a las características microscópicas

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS			
Vasos y poros de <i>S. macrophylla</i>	Vasos y poros de <i>C. odorata</i>	Vasos y poros de <i>O. aciphylla</i>	Vasos y poros de <i>C. cateniformis</i>
Anillos definidos por bandas de parénquima y poros. Porosidad semicircular y difusa, sin patrón definido, agrupados de forma solitaria o en radiales cortos de contorno circular. Diámetro promedio de 352.62 μm y frecuencia de dos vasos/ mm^2 . Se observan gomas, platinas de perforación simples y punteaduras intervasculares escaleriformes alternas.	Anillos definidos por bandas de parénquima y poros. Porosidad semicircular y difusa, con poros sin patrón definido, solitarios o en radiales cortos de contorno circular. Diámetro de 220.81 μm y frecuencia de dos vasos/ mm^2 . Se observan gomas, platina de perforación simple y punteaduras intervasculares escaleriformes alternas.	Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa, sin patrón definido, con poros solitarios o en radiales largos de contorno ovalado. Diámetro de 261.37 μm y frecuencia de tres vasos/ mm^2 . Se observan gomas, platina de perforación simple y punteaduras alternas y opuestas.	Anillos de crecimiento no definidos. Presenta porosidad difusa, poros en patrón no definido. Estos poros se agrupan de forma solitaria y múltiples radiales largos de contorno circular. Su diámetro es de 348.07 μm y la frecuencia es de dos vasos/ mm^2 . Además, se destaca la presencia de tílido, platina de perforación foraminada, punteaduras intervasculares del tipo alternas.

Traqueidas y fibras de <i>S. macrophylla</i>	Traqueidas y fibras de <i>C. odorata</i>	Traqueidas y fibras de <i>O. aciphylla</i>	Traqueidas y fibras de <i>C. cateniformis</i>
Las fibras presentan paredes delgadas a gruesas, siendo del tipo simples con paredes gruesas y uniones ahusadas.	Las fibras presentan paredes delgadas a gruesas, siendo del tipo areoladas.	Posee fibras septadas cuyo grosor se clasifica de paredes delgadas a gruesas, siendo del tipo simple.	Las fibras presentan paredes delgadas a gruesas, siendo del tipo areoladas.
Parénquima de <i>S. macrophylla</i>	Parénquima de <i>C. odorata</i>	Parénquima de <i>O. aciphylla</i>	Parénquima de <i>C. cateniformis</i>
Posee abundante contenido de parénquima, el cual es del tipo apotraqueal difuso. El parénquima paratraqueal es escaso y se presenta en bandas finas. Además, se observa parénquima longitudinal en series de cuatro células, fusiformes terminales.	Contiene abundante contenido de parénquima, el cual es del tipo apotraqueal difuso. El parénquima paratraqueal es escaso y se presenta en bandas finas y marginales. Además, se observa parénquima longitudinal en series de cuatro células, fusiformes terminales.	Presenta bajo contenido de parénquima. El parénquima paratraqueal es escaso y unilateral, y el parénquima longitudinal se encuentra en series de cuatro células fusiformes.	Contiene abundante contenido de parénquima. El parénquima paratraqueal es de tipo escaso y se presenta en bandas finas. Además, se observa parénquima longitudinal en series de cuatro células a más.

Radios de <i>S. macrophylla</i>	Radios de <i>C. odorata</i>	Radios de <i>O. aciphylla</i>	Radios de <i>C. cateniformis</i>
El ancho es de uno a tres células por radio, con una altura promedio de 383.50 μm . Está compuesto por células procumbentes que presentan una o dos filas de células marginales cuadradas, y se observan cinco vasos por milímetro lineal.	El ancho es de dos a tres células por radio, con una altura promedio de 511.90 μm . Está compuesto por células procumbentes y células marginales cuadradas de una fila, y se observan cuatro vasos por milímetro lineal.	El ancho es de cuatro a diez células por radio, con una altura promedio de 419.36 μm . Está compuesto por células procumbentes con una fila de células marginales cuadradas, y se observan cuatro vasos por milímetro lineal.	El ancho es de una célula por radio, con una altura promedio de 523.49 μm . Está compuesto por células procumbentes y se observan cinco vasos por milímetro lineal.
Estructura estratificada de <i>S. macrophylla</i>	Estructura estratificada de <i>C. odorata</i>	Estructura estratificada de <i>O. aciphylla</i>	Estructura estratificada de <i>C. cateniformis</i>
Posee fibras de tipo estratificadas	No presenta	No presenta	Posee fibras
Elementos secretores de <i>S. macrophylla</i>	Elementos secretores de <i>C. odorata</i>	Elementos secretores de <i>O. aciphylla</i>	Elementos secretores de <i>C. cateniformis</i>
No presenta	No presenta	No presenta	Presenta células oleíferas y mucilaginosas
Inclusiones minerales de <i>S. macrophylla</i>	Inclusiones minerales de <i>C. odorata</i>	Inclusiones minerales de <i>O. aciphylla</i>	Inclusiones minerales de <i>C. cateniformis</i>
No presenta	No presenta	Presenta cristales prismáticos de forma rectangular.	Presenta cristales de forma octaédricos

IV. DISCUSIONES

La madera de *Swietenia macrophylla* King, en condición seca al aire libre, presenta un duramen de color marrón rojizo en escala RGB (X= #D7551B) y la albura rojo rosáceo en escala RGB (X= #E6A36C), olor alcanforado tenue, sabor amargo, brillo alto, veteado líneas paralelas en la sección radial y arcos superpuestos irregulares difusos en la sección tangencial, grano ligeramente inclinado, textura fina, lustre alto, poros solitarios y agrupados limítrofes rodeados de parénquima claramente visibles a 10X, radios finos y discontinuos, parénquima en bandas del tipo marginal. Todas estas características son coincidentes con las encontradas por León (2009) y Ferreira & Inga (2022), tanto en las características organolépticas como en la anatomía macroscópica; sin embargo, Palacios & Vásquez (2021), discrepa con el olor y sabor, al indicar que está ausente, coincidiendo en las demás características. De manera muy similar, Ruíz (2016), establece para esa especie un duramen marrón rojizo, albura es de color rosado cremoso, olor y sabor no distintivo, brillo medio, veteado arcos superpuestos, porosidad difusa, poros escasos solitarios, parénquima en bandas del tipo marginal observado como una banda delgada de color claro, radios estratificados, inclusiones poros obstruidos por gomas. Por su parte Williams (2009) indica muy similares características en la albura de color rosáceo (5YR 8/4); transición gradual a abrupta entre albura y duramen, lustre alto, grano recto, textura mediana, radios medianos. Las diferencias, aunque pequeñas en color, olor y otras características organolépticas, se debe al tiempo de almacenamiento de la madera analizada en la presente investigación, y al origen diferente de las muestras, Martínez & Vignote (2006).

La madera de *Cedrela odorata* L, en condición seca al aire libre, presenta un duramen de color rojizo en escala RGB (X= #C94B19) y una albura que tiende a un marrón claro en escala RGB (X= #E7BB81), transición gradual entre duramen y albura. Olor alcanforado, sabor amargo, brillo medio, grano ligeramente inclinado, textura fina, lustre alto, poros solitarios y agrupados limítrofes con presencia de parénquima marginal claramente visibles a 10X, radios discontinuos, finos y delgados, veteado radiales líneas paralelas, tangenciales arcos superpuestos, parénquima marginal; esta descripción anatómica es similar en todos los aspectos al trabajo realizado por González & Cruz (2021). León (2009) y Palacios & Vásquez (2021) coinciden en la

descripción anatómica a excepción del color de albura y duramen, debido al tiempo de estudio realizado en las muestras evaluadas; Anquise et al., (2020) y Ccayanchira & Reyes (2019), describieron la albura de color blanco amarillento, lo que se debe al estado de desarrollo del árbol, al tener albura en desarrollo inicial. Alves & Inga (2022) indican que la albura y duramen tiene un mismo color rosáceo, discrepando con los colores encontrados, esto se debe a la edad de la madera evaluada por estos investigadores, discrepan en lo referente. De igual manera SERFOR (2022) y Fernandes et al., (2018), describieron a la albura de color rosado cremoso y el duramen es marrón rojizo claro, olor no distintivo, sabor amargo, brillo medio, veteado arcos superpuestos en sección tangencial y bandas paralelas en la sección radial y oblicua, porosidad difusa, poros solitarios, parénquima difuso; vasicéntrico y marginal, radios no estratificados en el eje tangencial y finos en el eje transversal, inclusiones presenta poros con gomas de color marrón oscuro en la sección longitudinal; capas de crecimiento distinta definida por parénquima y poro marginal. Así mismo Williams (2009), estableció que la madera de esta especie, presenta olor penetrante, grano recto a inclinado, textura media, poros con goma, porosidad semicircular, parénquima marginal, radios finos a medianos.

Por otra parte, la madera de *Ocotea aciphylla* (Nees & Mart.) Mez, en condición seca al aire libre, presenta un duramen de color amarillo oscuro en escala RGB (X= #E4CA0A) y la albura blanco cremoso poco diferenciada del duramen en escala RGB (X= #E9E66D), olor alcanforado fuerte, sabor picante, brillo bajo, veteado jaspeado, grano entrecruzado, textura media, lustre alto, poros solitarios y agrupados de 2 a 3, parénquima difuso bajo lente de 10X, radios discontinuos y finos con bastante presencia de parénquima; Quispe (2014), describe similar anatomía de la madera a excepción del grano que lo describe recto. Valencia (2011), describe un color similar para albura y duramen amarillo pálido, así como olor desagradable, estas diferencias se deben al origen de la madera diferente, selva central del Perú, mientras que la muestra analizada proviene del norte del Perú, y la edad del árbol analizado. Similares resultados obtuvieron Ferreira & Inga (2022), establecieron que la madera de esta especie albura y duramen de color amarillo, olor y sabor indistinto, textura media, brillo medio, veteado jaspeado y grano entrecruzado; parénquima axial visible a bajo lente de

10x, paratraqueal escaso, radios finos, poco visibles, poros visibles a simple vista, difusos, sin disposición definida, solitarios y múltiples (2-6), presencia de tilosis; anillos de crecimiento distintos, individualizados por zonas fibrosas. Sección tangencial con radios visibles bajo lente de 10x, bajos y finos, no estratificados. Líneas vasculares rectilíneas. Sección radial: radios contrastados. Por su parte Reyes (2022), describió a la madera con radios finos, poros solitarios y múltiples de 2 a 3. Los radios en el plano tangencial son poco visibles, finos y no estratificados, obstruidos con sustancia de color rojo y en el plano radial; radios contrastados.

Por último, en el caso de la madera de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, en condición seca al aire libre, presenta un duramen de color marrón en escala RGB (X= #D39177) y la albura beige en escala RGB (X= #F4D8B2), olor y sabor no distintivo, brillo medio, veteado radial líneas discontinuas e inclinadas en el tangencial, grano entrecruzado (Ferreyra & Inga, 2022), textura gruesa, lustre alto (Valencia, 2011), poros solitarios y agrupados de 2 a 5, parénquima vasicéntrico claramente visible bajo el lente 10X, radios finos y discontinuos, inclusiones presencia de gomas color blanco, visibles en los poros del eje longitudinal, además, se visualizó tilosis a 20X. Palacios & Vázquez (2021), describe un color rosáceo y rojizo, este color se muestra en la madera recién aserrada, el mismo que va tornado más oscuro en el almacenamiento por tiempos prolongados. De similar forma describió Valderrama-Freyre (1998), la madera de esta especie en condición seca al aire, posee duramen pardo rosado y una albura de color pardo claro, olor y sabor no diferenciado, brillo medio, veteado en arcos superpuestos, grano recto, textura gruesa, poros semicirculares; solitarios y múltiples, radios en la sección tangencial no estratificada y en la radial levemente contrastada. Del mismo modo, SERFOR (2022) en condición seca al aire, posee un duramen marrón rojizo y una albura de color rosado, olor y sabor no distintivo, brillo medio, veteado ausente, porosidad difusa, poros solitarios y redondos, parénquima vasicéntrico y aliforme, radios en la sección transversal poco diferenciados, y en la sección tangencial son estratificados, inclusiones presenta gomas de color rojizo oscuro en los poros.

La madera de la especie *Swietenia macrophylla* presenta poros con diámetro promedio de 320.33 μm y una frecuencia de 2 vasos/ mm^2 ; con radios de tamaño bajo de 359.36 μm y 6 radios/mm, con parénquima apotraqueal difusa, paratraqueal escaso (León, 2009; Palacios & Vázquez, 2021), en bandas finas, contenido abundante y seriado en 4 células, fibras Simples con paredes gruesas y uniones ahusadas, con presencia de gomas. Por su parte Ruíz (2016), Ferreira & Inga (2022), en su estudio de características anatómicas de *Swietenia macrophylla*, describieron que la madera tiene poros solitarios y múltiples, parénquima radial y axial multiseriado, poco biseriado y rara vez uniseriado de tipo heterogéneo, bandas concéntricas, fibras libriformes; descripción esta que coincide con lo encontrado en el presente estudio.

En el caso de la madera de *Cedrela odorata*, se encontró que presenta diámetro promedio de poros de 228.07 μm y una frecuencia de 2 vasos/ mm^2 (León, 2009); con radios de tamaño bajo de 520.01 μm y 4 radios/mm, parénquima apotraqueal difuso, paratraqueal escaso (Cayanchira & Reyes, 2019), en bandas finas y marginales (González & Cruz, 2021), con contenido abundantes, seriado en 4 células, inclusiones con contenido de gomas. Anquise et al., (2020), indica que los poros son de tamaño promedio de 133.20 μm , diferencia generada por condiciones climáticas menos húmedas. Por su parte investigadores como Fernandes et al., (2018), encontraron similarmente que la madera de *Cedrela odorata*, presenta parénquima axial: vasicéntrico y paratraqueal marginal; anillos distintivos, marcada por parénquima terminal, porosidad anular; rayos poco visibles, líneas vasculares largas y fáciles de observar. Además, posee canales intercelulares longitudinales frecuentes.

En el estudio de la microanatomía de la madera de *Ocotea aciphylla* se encontró que presenta diámetro promedio de poros de 252.45 μm (Palacios & Vázquez, 2021) y una frecuencia de 3 vasos/ mm^2 ; con radios tamaño bajo de 406.40 μm y 4 radios/mm, parénquima paratraqueal (Valencia, 2011), escaso y difuso, contenidos bajos, seriado en 4 células, fibras simples y escasas, con inclusiones de gomas. De la misma manera, Reyes (2022), encontró para la madera de esta especie poseen vasos medianos, fibras libriformes, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico de 2 o 3 células por serie; radios delgados

multiseriados y heterogéneos de 2 a 4 células de ancho y en las células parenquimáticas se visualizan tylos.

El estudio microanatómico de la madera de *Cedrelinga cateniformis* presenta diámetro promedio de poros de 320.22 μm y una frecuencia de 2 vasos/ mm^2 (Valencia, 2011); con radios tamaño bajo de 502.13 μm y 5 radios/mm, parénquima paratraqueal escaso, en bandas finas, contenido abundante y seriado en 4 células a más, fibras con punteaduras areoladas, con inclusiones de tílides. De manera muy similar Fernandes et al., (2018), encontraron para la madera de esta especie parénquima axial: difuso, vasicéntrico, aliforme y confluyente; Porosidad: difusa, vasos solitarios y múltiples y presencia de tylos.

La madera de *Swietenia macrophylla* que el olor, fue alcanforado, grano inclinado, textura fina; mientras que en otras investigaciones se determinó que el olor fue no distintivo, grano recto, textura mediana, (Williams, 2019 y Ruiz, 2020). En cuanto al análisis microscópico de la madera, radios con tamaño de 383.50 μm , fibras con paredes delgadas a gruesas; mientras que en otras investigaciones se encontraron radios con tamaño de 1190 μm , fibras septadas y no septadas, (Williams, 2019 y Ruiz, 2020), como puede verse, las diferencias son mínimas, sobre todo en la organolepsia de la madera, ya que esta va cambiando con respecto al tiempo de almacenamiento.

Cedrela odorata, presentó una madera con duramen color rojizo y la albura marrón claro; mientras que en otras investigaciones se encontró un color de albura rosáceo y duramen amarillo a marrón rojizo, las demás descripciones anatómicas son similares (Williams, 2019, Fernandes, 2017 y Beltrán, 2013). Desde el punto de vista de la microanatomía, poros en patrón no definido con un diámetro promedio de 220.81 μm , fibras con paredes delgadas a gruesas, con punteaduras de tipo areoladas, parénquima paratraqueal escaso; mientras otros investigadores encontraron poros con diámetro promedio de 370 μm , fibras septadas y no septadas con paredes de delgadas a medianas, parénquima paratraqueal vasicéntrico, (Williams, 2019, Fernandes, 2017 y Beltrán, 2013).

Para el caso de la madera de *Ocotea aciphylla*, investigadores como Reyes (2022), Armijos (2019), Beltrán (2013), establecen las mismas características

macroscópicas y organolépticas de la madera, por lo que no existe diferencias debido al almacenamiento de la madera aserrada. Desde el punto de vista de la anatomía microscópica, *Ocotea aciphylla* presenta fibras septadas de tipo simples con paredes de delgadas a gruesas, ancho de los radios 4 a 10 series, mientras otros investigadores encontraron zonas fibras acortadas radialmente, ancho de los radios de 1 a 3 series, (Reyes, 2022, Armijos, 2019 y Beltrán 2013), estas diferencias no se deben aceptar como producto del almacenamiento, y se debe sobre todo al tipo de muestra analizado, como procedencia de la madera, edad del árbol, lugar de extracción de la probeta.

En cuanto a la madera de *Cedrelinga cateniformis* en la presente investigación se encontró color de duramen marrón y albura beige, veteado de líneas inclinado, grano entrecruzado; mientras, otros investigadores encontraron un color de albura pardo claro y duramen pardo rosado, veteado en arcos y grano recto, (Valderrama, 2021 y Fernandes, 2017). Esta diferencia se debe al almacenamiento y pérdida de sustancias colorantes o cambio de oxidación de las mismas. En la microanatomía, se encontró platina de perforación foraminada, radios de tamaño bajo de 523.49 μm , con punteaduras de tipo areoladas, parénquima paratraqueal escaso y en bandas finas, con serie de 4 células y contenido de gomas de color blanco; mientras otros investigadores encontraron placas de perforación simple, radios de tamaño bajo de 340 μm , parénquima paratraqueal vasicéntrico, con seriado de 6 a 8 células, (Zumaeta, 2020 y Valderrama, 2021).

El almacenamiento de la madera aserrada influye significativamente en sus propiedades organolépticas, es decir, aquellas que percibimos con nuestros sentidos: color, olor, brillo, textura y veteado. Estas modificaciones son el resultado de procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren con el tiempo. A continuación, se mencionan las alteraciones más importantes: alteraciones en el color; el color de la madera aserrada es una de las propiedades más visiblemente afectadas por el tiempo de almacenamiento; así tenemos como más importante el oscurecimiento que generalmente, se da con el tiempo debido a la oxidación de sus componentes (lignina y extractivos) la exposición a la luz solar y al aire acelera este proceso (Peña, 2016 y Rowell, 2013).

Modificaciones en el olor, el olor característico de la madera fresca puede cambiar considerablemente, especialmente se da la pérdida de aromas volátiles: inicialmente, la madera posee sustancias volátiles (extractivos, resinas) que le confieren su olor particular, con el tiempo, estos compuestos se volatilizan, disminuyendo la intensidad del aroma original (Peña, 2016, Hon & Shiraishi, 2001). Cambios en el brillo y la textura, estas propiedades también se ven alteradas con el almacenamiento; la madera puede perder su brillo natural debido a la oxidación y al asentamiento de polvo y suciedad (Peña, 2016 y Tsoumis, 1991).

Impacto en el veteado, el veteado es el patrón visual formado por los anillos de crecimiento y la dirección de las fibras, el impacto se da en el menor contraste: las decoloraciones y el oscurecimiento general de la madera pueden reducir el contraste entre las diferentes zonas del veteado, haciéndolo menos definido o atractivo. Los factores que influyen en la variación de las propiedades organolépticas o macroscópicas de la madera, son: humedad, temperatura, falta de ventilación, especie de madera, y la duración del almacenamiento (Peña, 2016 y Forest Products Laboratory, 1999).

Los resultados son válidos porque se obtuvieron con una metodología rigurosa y alineada con investigaciones previas en anatomía de la madera. La estadística descriptiva confirma la validez de los datos cuantitativos. La información obtenida es fiable para la investigación y complementa el conocimiento en anatomía de las especies evaluadas.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La anatomía macroscópica de *Swietenia macrophylla*, se caracteriza por poros solitarios y agrupados de 2, limítrofes, parénquima en bandas, radios finos y discontinuos, color marrón rojizo en el duramen y rojo rosáceo en la albura, olor alcanforado, sabor amargo, brillo alto, veteado en arcos superpuestos, grano ligeramente inclinado, textura fina y lustre medio. En caso de *Cedrela odorata* presenta poros solitarios y agrupados, parénquima marginal, radios finos y discontinuos, de color rojizo en el duramen y marrón claro en la albura, olor alcanforado, sabor amargo, brillo medio, veteado en arcos superpuestos, grano inclinado, textura fina y lustre alto. Para *Ocotea aciphylla* presenta poros solitarios y agrupados, radios finos y discontinuos, color amarillo oscuro en el duramen y blanco cremoso en la albura, olor alcanforado, sabor picante, brillo bajo, veteado jaspeado, grano entrecruzado, textura media y lustre alto. Para *Cedrelinga cateniformis* presenta poros solitarios y agrupados, parénquima vasicéntrico, radios finos y discontinuos, presencia de gomas, color marrón en el duramen y beige en la albura, brillo medio, veteado inclinado, grano entrecruzado, textura gruesa y lustre alto.
- La microanatomía de la especie *Swietenia macrophylla* presenta poros con diámetro promedio de 320.33 μm y una frecuencia de 2 vasos/ mm^2 ; con radios de tamaño bajo de 359.36 μm y 6 radios/mm, con parénquima apotraqueal difusa, paratraqueal escaso, en bandas finas, contenido abundante y seriado en 4 células, fibras Simples con paredes gruesas y uniones ahusadas, con presencia de gomas. Para *Cedrela odorata* presenta diámetro promedio de poros de 228.07 μm y una frecuencia de 2 vasos/ mm^2 ; con radios de tamaño bajo de 520.01 μm y 4 radios/mm, parénquima apotraqueal difuso, paratraqueal escaso, en bandas finas y marginales, con contenido abundantes, seriado en 4 células, inclusiones con contenido de gomas. Para *Ocotea aciphylla* presenta diámetro promedio de poros de 252.45 μm y una frecuencia de 3 vasos/ mm^2 ; con radios tamaño bajo de 406.40 μm y 4 radios/mm, parénquima paratraqueal escaso y difuso, contenidos bajos, seriado en 4 células, fibras simples y escasas, con inclusiones de gomas. Para *Cedrelinga cateniformis* presenta diámetro promedio de poros de 320.22 μm y una frecuencia de 2 vasos/ mm^2 ; con radios tamaño bajo de 502.13 μm y 5 radios/mm, parénquima

paratraqueal escaso, en bandas finas, contenido abundante y seriado en 4 células a más, fibras con punteaduras areoladas, con inclusiones de tílides.

- En la comparación de anatomía macroscópicas se encontró para *Swietenia macrophylla* que el olor, fue alcanforado, grano inclinado, textura fina; mientras que en otras investigaciones se determinó que el olor fue no distintivo, grano recto, textura mediana. Para *Cedrela odorata* el duramen fue color rojizo y la albura marrón claro; mientras que en otras investigaciones se encontró un color de albura rosáceo y duramen amarillo a marrón rojizo. Para *Cedrelinga cateniformis* el color de duramen marrón y albura beige, veteado de líneas inclinado, grano entrecruzado; mientras, otros autores encontraron un color de albura pardo claro y duramen pardo rosado, veteado en arcos y grano recto.
- En la comparación de anatomía microscópicas se encontró para *Swietenia macrophylla* radios con tamaño de 383.50 μm , fibras con paredes delgadas a gruesas; mientras que en otras investigaciones se encontraron radios con tamaño de 1190 μm , fibras septadas y no septadas. Para *Cedrela odorata* poros en patrón no definido con un diámetro promedio de 220.81 μm , fibras con paredes delgadas a gruesas, con punteaduras de tipo areoladas, parénquima paratraqueal escaso; mientras otros investigadores encontraron poros con diámetro promedio de 370 μm , fibras septadas y no septadas con paredes de delgadas a medianas, parénquima paratraqueal vasicéntrico. Para *Ocotea aciphylla* fibras septadas de tipo simples con paredes de delgadas a gruesas, ancho de los radios 4 a 10 series, mientras otros investigadores encontraron zonas fibras acortadas radialmente, ancho de los radios de 1 a 3 series. Para *Cedrelinga cateniformis* platina de perforación foraminada, radios de tamaño bajo de 523.49 μm , con punteaduras de tipo areoladas, parénquima paratraqueal escaso y en bandas finas, con serie de 4 células y contenido de gomas de color blanco; mientras otros investigadores encontraron placas de perforación simple, radios de tamaño bajo de 340 μm , parénquima paratraqueal vasicéntrico, con seriado de 6 a 8 células.

5.2. Recomendaciones

- A los centros de investigación forestal como universidades e institutos de investigación, a realizar estudios complementarios de anatomía microscópica usando instrumentos más sofisticados para obtener una mejor descripción cuali-cuantitativa de la anatomía de las especies *S. macrophylla*, *C. odorata*, *O. aciphylla* y *C. cateniformis*, debido a su gran importancia en la industria forestal.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, promover investigaciones complementarias de tecnología e industrialización de estas especies para contribuir con conocimiento aplicado al sector forestal y lograr un mayor valor agregado de estas especies.
- A investigadores de ciencias forestales y botánicas a realizar estudios anatómicos de estas y otras especies de interés para la industria y la conservación. Asimismo, con especies maderables cuya comercialización no esté restringida por el SERFOR.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves Ferreira, C., & Inga Guillén, G. (2022). *Guía de anatomía y identificación de 50 especies maderables comerciales en Selva Central, Perú*. Huancayo: PROCENCIA. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/362184442_Guia_de_anatomia_e_identificacion_de_50_especies_maderables_de_Selva_Central_Peru
- Anquise Ticahuanca, R. C., Ccahuana Jihauallanca, E. Á., & Portal Cahuana, L. A. (2020). Características anatómicas y propiedades físicas de la madera de *Cedrela odorata* L.; de 22 años, San Gabán - Perú. *Anquise RC*, 8(18), 12. doi:<https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/564/1054>
- Boakye, E. A., Mvolo, C. S., & Stewart, J. (2023). Systematic review: Climate and non-climate factors influencing wood density in the boreal zone. *BioResources*, 18(4), 8757. DOI: 10.15376/biores.18.4.Boakye
- Camarero, J. J., and Gutiérrez, E. (2017). "Wood density of silver fir reflects drought and cold stress across climatic and biogeographic gradients", *Dendrochronologia* 45, 101- 112. DOI: 10.1016/j.dendro.2017.07.005
- Ccayanchira Venegas , F. M., & Reyes Martinez, M. C. (2019). *Anatomía, propiedades físico-mecánicas, químicas y potencial dendrocronológico de Cedrela Odorata L. y Terminalia oblonga (Ruiz&Pav.) Centro Anapiari, Pichanaki - Junin*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5586/T010_61506860_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cervantes, D., (2011). Propagación vegetativa de quinilla (*Manilkara bidentata*, A. DC.) mediante el enraizamiento de estaquillas utilizando cámara de subirrigación en el distrito de Morales provincia de San Martín [tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2842853>

- Dieterle, G., & Karsenty, A. (2020). "Seguridad de la madera": la importancia de los incentivos y la valorización económica en la conservación y expansión de los bosques. *Revista Forestal Internacional*, 22 (1), 81-92. <https://doi.org/10.1505/146554820829523916>
- FAO. (2010). "Manejo sostenible de los bosques tropicales".
- Fernandes, N. C. L., Valle, M. L. A., & Calderon, C. M. A. (2018). Características físicas e anatómicas de *Cedrela odorata* L. e *Cedrelinga cateniformis* Ducke. *Floresta e Ambiente*, 25(1), e00100814. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.100814>
- Forest Products Laboratory. (1999). *Wood Handbook—Wood as an Engineering Material*. USDA Forest Service.
- González Luna, H. M. (2019). Identificación de madera por máquina de visión: Xilotrón.
- Gonzalez Luna, H. M., & Cruz Castillo, J. B. (Diciembre de 2021). Anatomía y propiedades físicas de dos especies forestales comerciales Cedro (*Cedrela odorata* L.) y Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) en Nicaragua. *La Calera*, 2(37), 6. Obtenido de <https://camjol.info/index.php/CALERA/article/view/12532/15789>
- González, J., & Pérez, R. (2015). "Anatomía de la madera y sus aplicaciones industriales".
- Hall, P., & Bawa, K. (1993). Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. *Economic Botany*, 47(3), 234-247. <https://doi.org/10.1007/BF02862289>
- Hon, D. N. S., & Shiraishi, N. (Eds.). (2001). *Wood and Cellulose Chemistry* (2nd ed.). Marcel Dekker.
- IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). (1998, 2004). *IUCN Red List of Threatened Species*. <https://www.iucnredlist.org>
- Jozsa, L. A., & Middleton, G. R. (1994). A discussion of wood quality attributes and their practical implications.

- León H., W. J. (12 de 14 de 2009). Anatomía de la madera y clave de identificación para especies forestales vedadas en Venezuela. *Revista forestal Venezolana*, 53(1), 12. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Williams-Leon/publication/260002380_Anatomia_de_la_madera_y_clave_de_identificacion_para_especies_forestales_vedadas_en_Venezuela_Wood_anatomy_and_key_for_the_identification_of_forbidden_Venezuelan_forest_species/links
- Lluncor Mendoza, D. (2011). Informe técnico. Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales. https://www.itto.int/files/user/pdf/PROJECT_REPORTS/PD512_08_Estructura_anatomica_de_10_especies_de_bosques_secundarios.pdf
- Martínez, P. (2007). "Guía para la identificación de maderas tropicales".
- Moglia, J. G., Giménez, A. M., & Bravo, S. (2007). Macroscopía de madera: orientada a los estudiantes de carpintería (Tomo II). Santiago del Estero, Argentina: Universidad Nacional de Santiago del Estero.
- Morán, H. R., Zambrano, E., Villacrés, D., Murillo, M. V. L., & Torres, B. (2019). Trazabilidad de la madera y destino final: lecciones aprendidas de un proceso de gobernanza forestal en la Amazonía Ecuatoriana. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 8(2), 114-125.
- Palacios, W. A., & Vázquez, É. (2021). Guía para la identificación dendrológica y anatómica de 29 especies maderables. Ecuador : Proamazonía. Obtenido de https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2021/05/GUIA-DENDROLOGIA-Y-ANATOMIA-DE-LA-MADERA-V4-WEB-1_compressed.pdf
- Pearce, D. W. (2001). The economic value of forest ecosystems. *Ecosystem health*, 7(4), 284-296. <https://doi.org/10.1046/j.1526-0992.2001.01037.x>
- Peña, S. (2016). Madera Aserrada II: Defectos y Alteraciones. ResearchGate.

- Price, DT, Alfaro, RI, Brown, KJ, Flannigan, MD, Fleming, RA, Hogg, EH, Girardin, MP, Lakusta, T., Johnston, M., McKenney, D. W, et al., (2013). “Anticipando las consecuencias del cambio climático para los ecosistemas forestales boreales de Canadá”, *Environmental Reviews* 21(4), 322-365. DOI: 10.1139/er-2013-0042
- Pulido, D. C. G., & Tapia, C. P. (2007). Descripción anatómica de la madera de cuarenta especies del Bosque Alto-Andino en Guasca, Cundinamarca. *Colombia forestal*, 10(20), 180-206.
- Quispe Paucara, L. E. (2014). Caracterización dendrológica de 20 especies forestales del bosque montano húmedo en la Región del Madidi. Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de https://madidiproject.weebly.com/uploads/1/8/6/0/18603232/quispe_2014.pdf
- Reyes Aliaga, D. C. (2022). Influencia de la variabilidad climática en las características anatómicas del género *Ocotea* Abubl. y *Aniba* Aubl. En Satipo, Junín, 2021
- Reyes Aliaga, D. C. (2022). Influencia de la variabilidad climática en las características anatómicas del género *Ocotea* Abubl. y *Aniba* Aubl. En Satipo, Junín, 2021.
- Rowell, R. M. (2013). *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*. CRC Press.
- Ruíz Hernández, M. (2006). Características anatómicas y propiedades fisico-mecanica de las maderas de *Swietenia macrophylla* King. Y *Cordia dodecandra* A.DC. provenientes de plantaciones de Campeche, México. Universidad Autonoma CHampeche. Obtenido de file:///C:/Users/usuario/Downloads/mccf_rhm-06.pdf
- Ruíz Hernández, M. (2016). Características anatómicas y propiedades físico-mecánicas de la madera de *Swietenia macrophylla* King y *Cordia dodacandra* A. DC. provenientes de plantaciones en el Estado de Campeche, México (Tesis doctoral, Universidad Autónoma Chapingo).
- SERFOR e ITP/CITEmadera Lima. 2022. Manual para la identificación anatómica de la madera de especies forestales de la Amazonía Peruana. Lima. 94 pp.
- Tsoumis, G. (1991). *Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization*. Van Nostrand Reinhold.

- Valderrama-Freyre, H. (1998). Anatomía comparativa del xilema del tronco y de la rama de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Fabaceae). *Folia Amazonica*, 9(1-2), 5-28.
- Valencia ramos , G. M. (2011). Caracterización anatómica de anillos de crecimiento de 40 especies forestales tropicales potencial para estudios dendrocronológicos - Selva Central. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2606/Valencia%20%20Ramos.pdf?sequence=1>
- Williams, J. (2009) Anatomía de la madera y clave de identificación para especies forestales vedadas en Venezuela.
- Zhu, M., Wang, J., Wang, A., Ren, H., & Emam, M. (2021). Multi-fusion approach for wood microscopic images identification based on deep transfer learning. *Applied Sciences*, 11(16), 7639. <https://doi.org/10.3390/app11167639>

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a mis asesores, Mg. Candy Lisbeth y Mg. Vitoly, por su invaluable guía, paciencia y conocimientos compartidos. Su orientación y apoyo fueron fundamentales para el desarrollo de este proyecto, brindándome las herramientas necesarias para alcanzar mis objetivos. Gracias por formar parte de esta aventura investigativa.

DEDICATORIA

A Dios, fuente inagotable de sabiduría y fortaleza, por guiarme en cada paso de este camino y brindarme la oportunidad de crecer tanto personal como académicamente.

A mis padres, Juana Deycy y Concepción, por su amor incondicional, por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la perseverancia y la humildad. Gracias por cada sacrificio, por su apoyo constante y por ser mi refugio en los momentos difíciles. Este logro es tanto mío como suyo. A mis cinco hermanos, por su compañía, sus palabras de aliento y por ser mi inspiración para seguir adelante. Su apoyo ha sido fundamental en este viaje y me motiva a dar siempre lo mejor de mí.

Con profundo cariño y gratitud, les dedico este trabajo, que es fruto de su amor y respaldo inquebrantable.

ANEXOS

Anexos 1. Centros de transformación y/o depósitos Bagua

ADMINISTRADO	Martha Aurora Chinchay Timoteo	
ESTABLECIMIENTO	Martha Aurora Chinchay Timoteo	
UBICACIÓN	Departamento (s)	Amazonas
	Provincia (s)	Bagua
	Distrito (s)	Bagua
	Dirección:	Jr. Atahualpa cuadra 7 S/N

ADMINISTRADO	Holmer Pérez Cruzado	
ESTABLECIMIENTO	Holmer Pérez Cruzado	
UBICACIÓN	Departamento (s)	Amazonas
	Provincia (s)	Bagua
	Distrito (s)	Bagua
	Dirección:	Carretera Bagua - El Milagro/Sector San Luis S/N.

ADMINISTRADO	Benigno Bazán Castillo	
ESTABLECIMIENTO	Maderera Bazán	
UBICACIÓN	Departamento (s)	Amazonas
	Provincia (s)	Bagua
	Distrito (s)	Bagua
	Dirección:	Jr. Las Juntas S/N – cuadra 10 – Bagua.

ADMINISTRADO	Cindy Rosalin Guevara Ramírez	
ESTABLECIMIENTO	Empresa de Servicios Generales T&G E.I.R. L	
UBICACIÓN	Departamento (s)	Amazonas
	Provincia (s)	Bagua
	Distrito (s)	Bagua
	Dirección:	Jr. San Pedro N°819

ADMINISTRADO	Inmer Abdías Leonardo Hernández	
ESTABLECIMIENTO	Maderera Leonardo	
UBICACIÓN	Departamento (s)	Amazonas
	Provincia (s)	Bagua
	Distrito (s)	Bagua
	Dirección:	Jr. 29 de Agosto S/N

ADMINISTRADO	Alex Geiner Saucedo Gonzales	
ESTABLECIMIENTO	Alex Geiner Saucedo Gonzales	
UBICACIÓN	Departamento (s)	Amazonas
	Provincia (s)	Utcubamba
	Distrito (s)	Bagua Grande
	Dirección:	Jr. Gregoria Katari N°935

ADMINISTRADO	Wilson Coronel Diaz	
ESTABLECIMIENTO	Empresa de Servicios Generales T&G E.I.R. L	
UBICACIÓN	Departamento (s)	Amazonas
	Provincia (s)	Utcubamba
	Distrito (s)	Bagua Grande
	Dirección:	Av. Lonya Grande N° 1150

Anexos 2. Centros de transformación y/o depósitos Jaén

ADMINISTRADO	Oscar Segura Ydrogo	
ESTABLECIMIENTO	Aserradero y Carpintería El Peregrino	
UBICACIÓN	Departamento (s)	Cajamarca
	Provincia (s)	Jaén
	Distrito (s)	Jaén
	Dirección:	Calle Luis Castillo Caballero cuadra 6

ADMINISTRADO	Aserradero y Deposito Casa Blanca S.R.L.	
ESTABLECIMIENTO	Aserradero y Deposito Casa Blanca S.R.L.	
UBICACIÓN	Departamento (s)	Cajamarca
	Provincia (s)	Jaén
	Distrito (s)	Jaén
	Dirección:	Sub Lote 4 - Sector Las Balsas

ADMINISTRADO	Maderera Jaén S.R.L.	
ESTABLECIMIENTO	Maderera Jaén S.R.L.	
UBICACIÓN	Departamento (s)	Cajamarca
	Provincia (s)	Jaén
	Distrito (s)	Jaén
	Dirección:	AV. A. N° 501

ADMINISTRADO	Maderas y Construcciones Amazonas E.I.R.L.	
ESTABLECIMIENTO	Maderas y Construcciones Amazonas E.I.R.L.	
UBICACIÓN	Departamento (s)	Cajamarca
	Provincia (s)	Jaén
	Distrito (s)	Jaén
	Dirección:	Esquina de la Calle El Bosque y La Avenida "A"

Anexos 3. Características macroscópicas de las cuatros especies investigadas

Figura 17

Duramen por especie

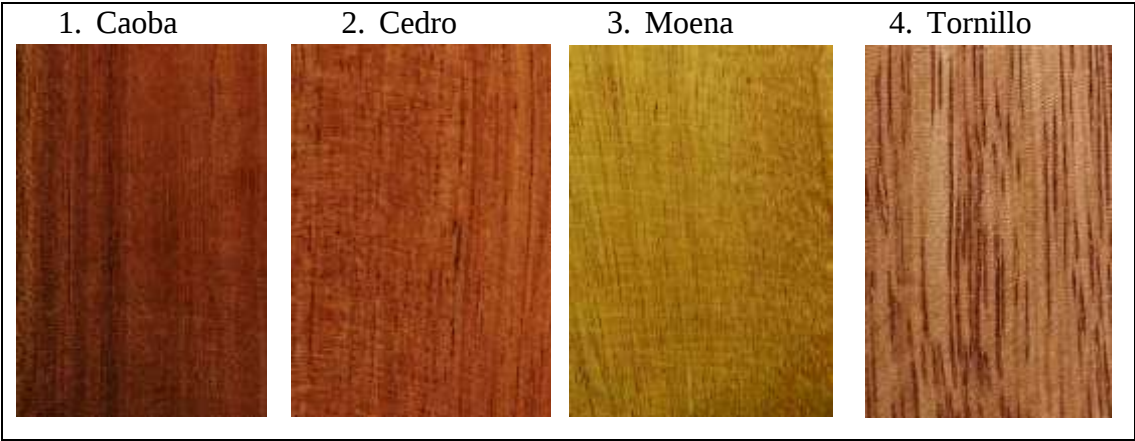


Figura 18

Albura por especie



Figura 19

Brillo por especie

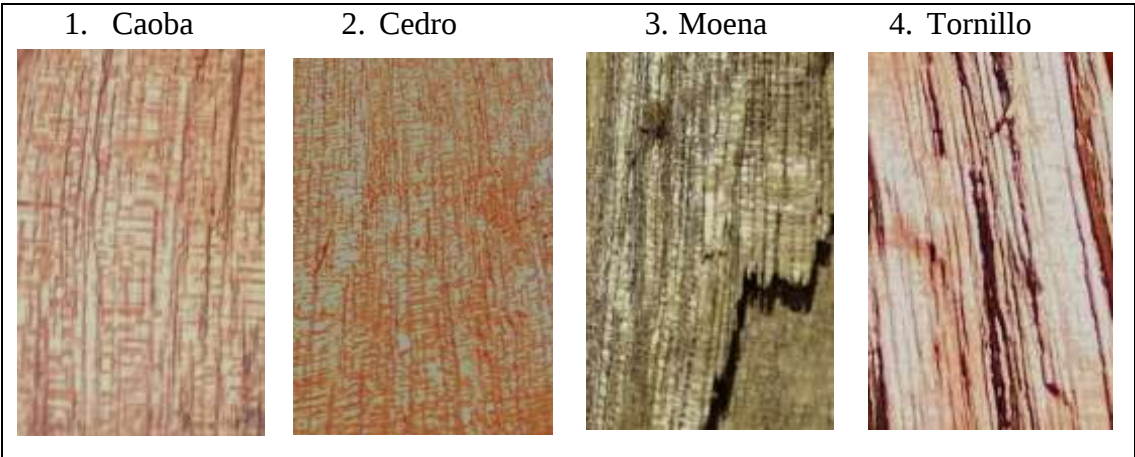


Figura 20

Grano por especie

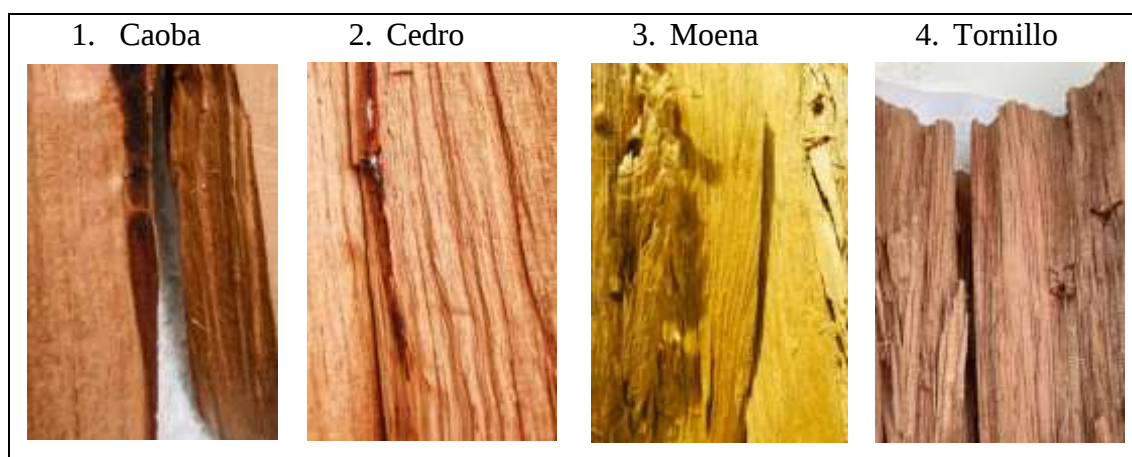


Figura 21

Tipos de corte de caoba

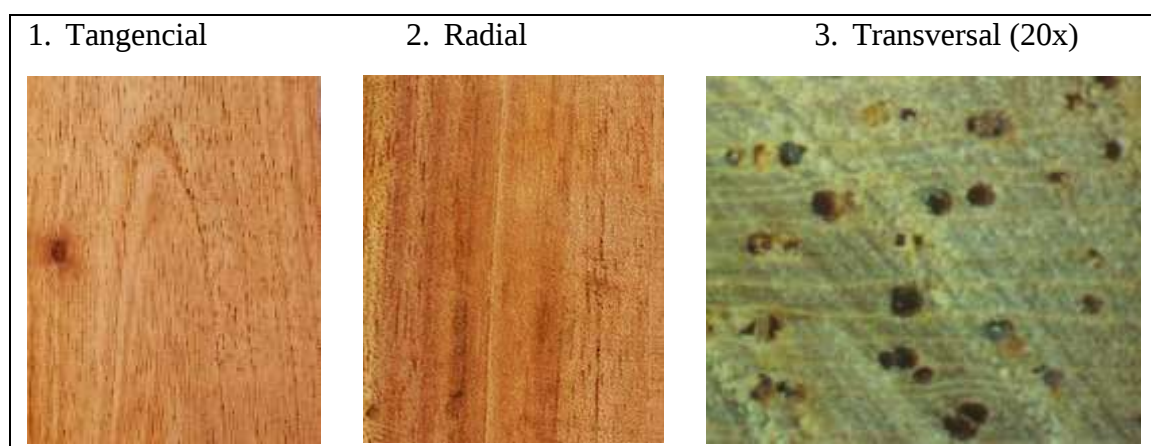


Figura 22

Tipos de corte de cedro

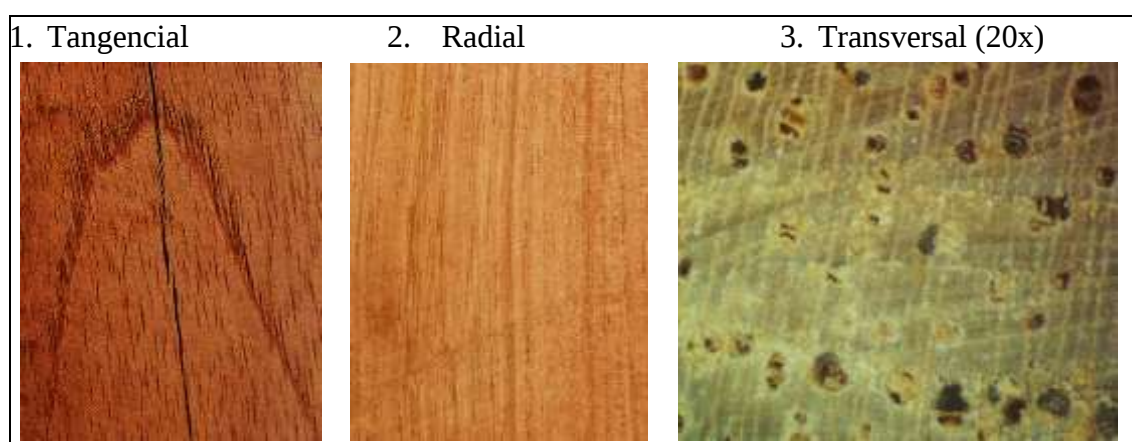


Figura 23

Tipos de corte de moena

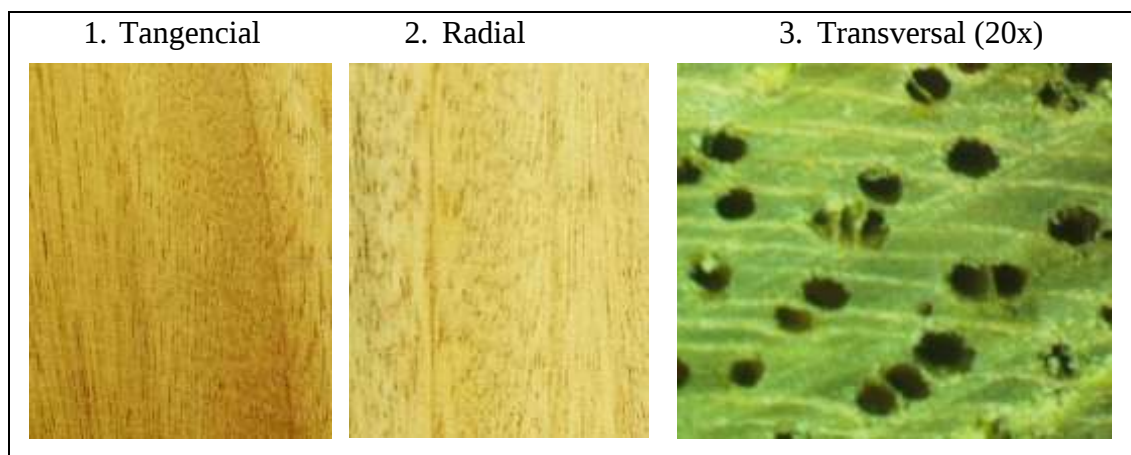
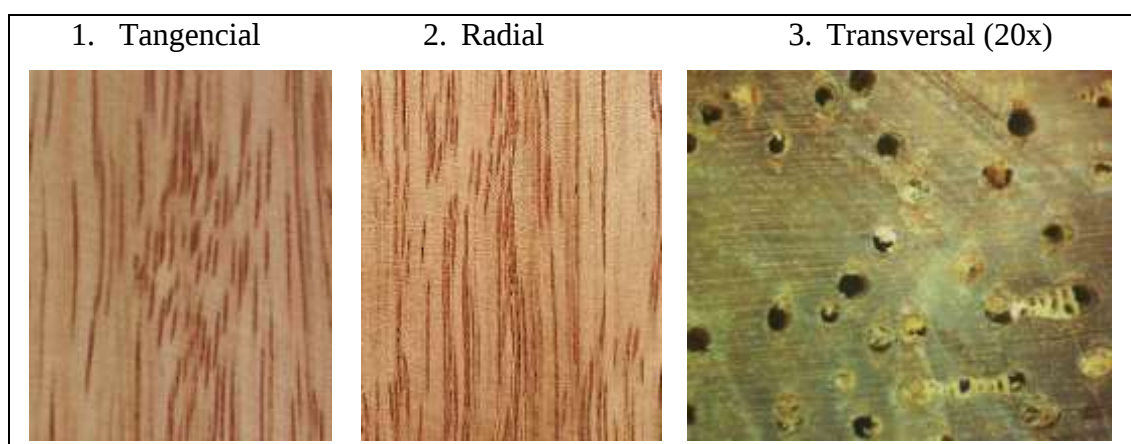


Figura 24

Tipos de corte de tornillo



Anexos 4. Características microscópicas de las cuatros especies investigadas

Figura 25

Corte tangencial a 40X por especie

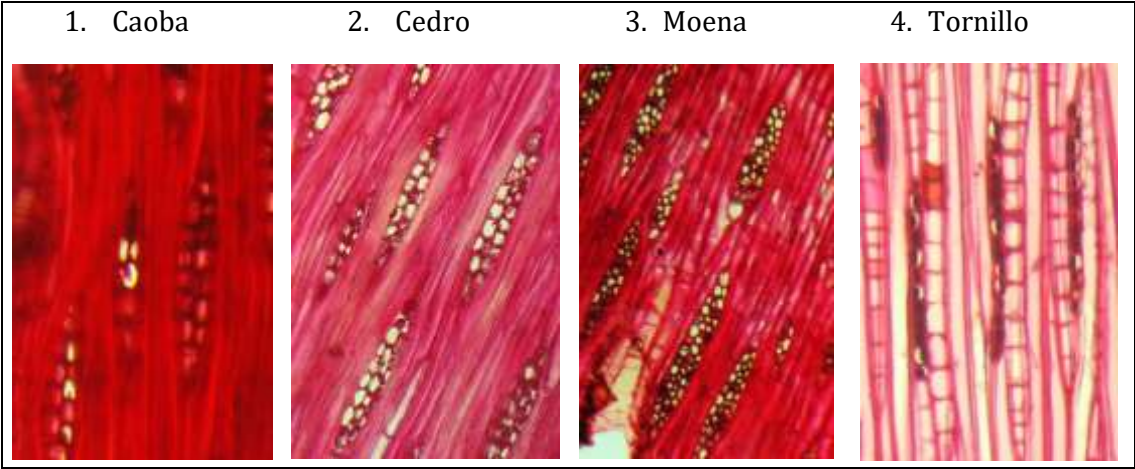


Figura 26

Corte radial a 40X por especie

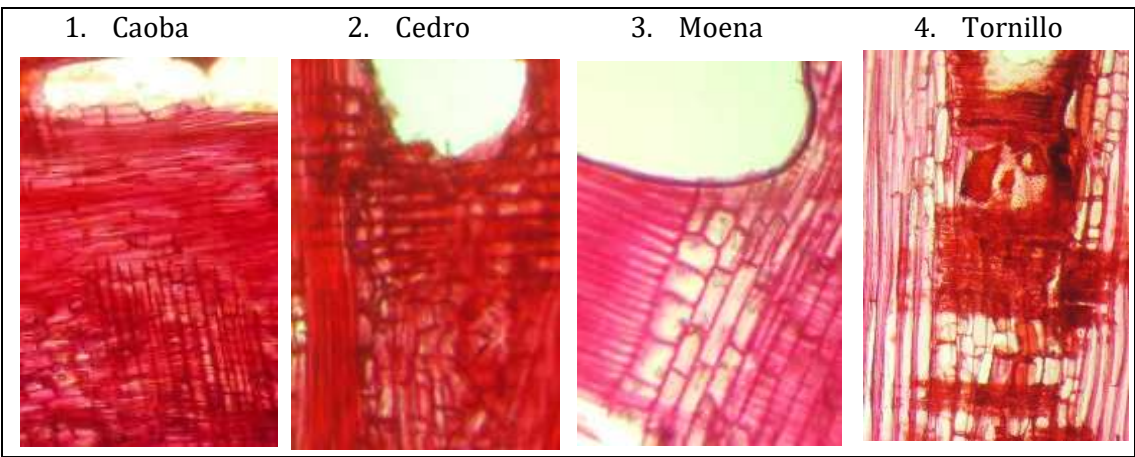
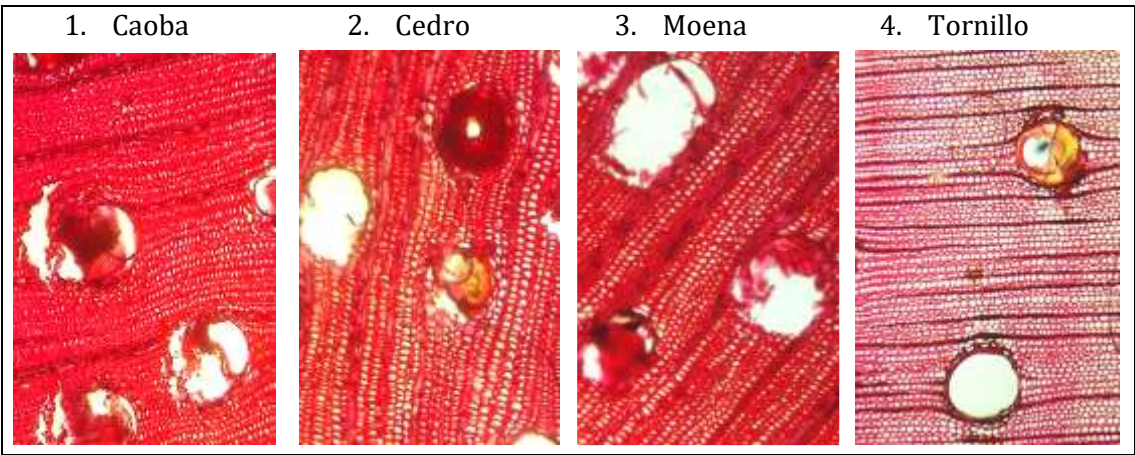


Figura 27

Corte transversal a 40X por especie



Anexos 5. Mediciones de las cuatro especies investigadas

Figura 28

Diámetro de poros (μm) – Caoba

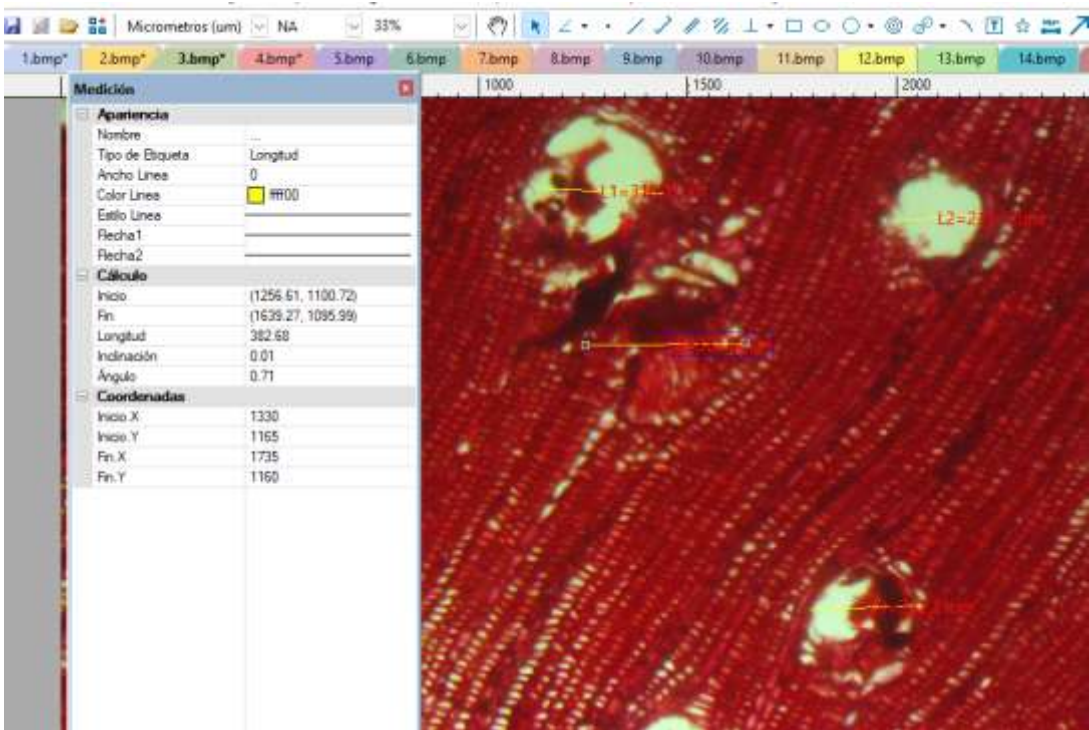


Figura 29

Frecuencia de los poros (mm^2) – Caoba

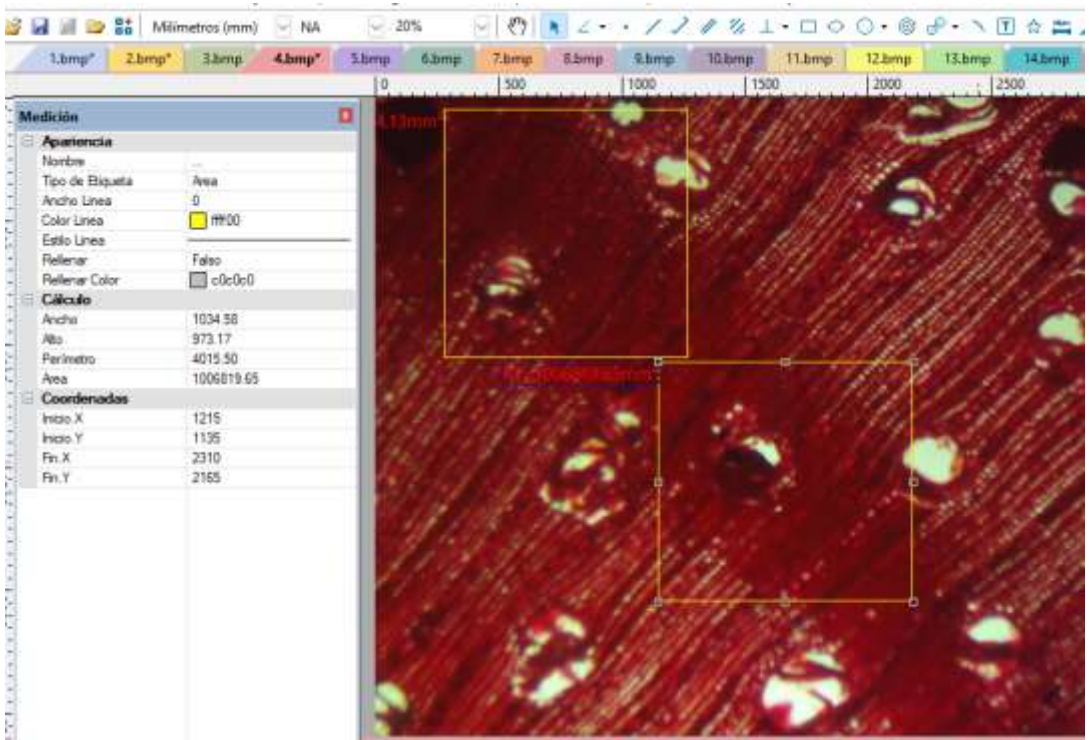


Figura 30

Altura de los radios (μm) – Caoba

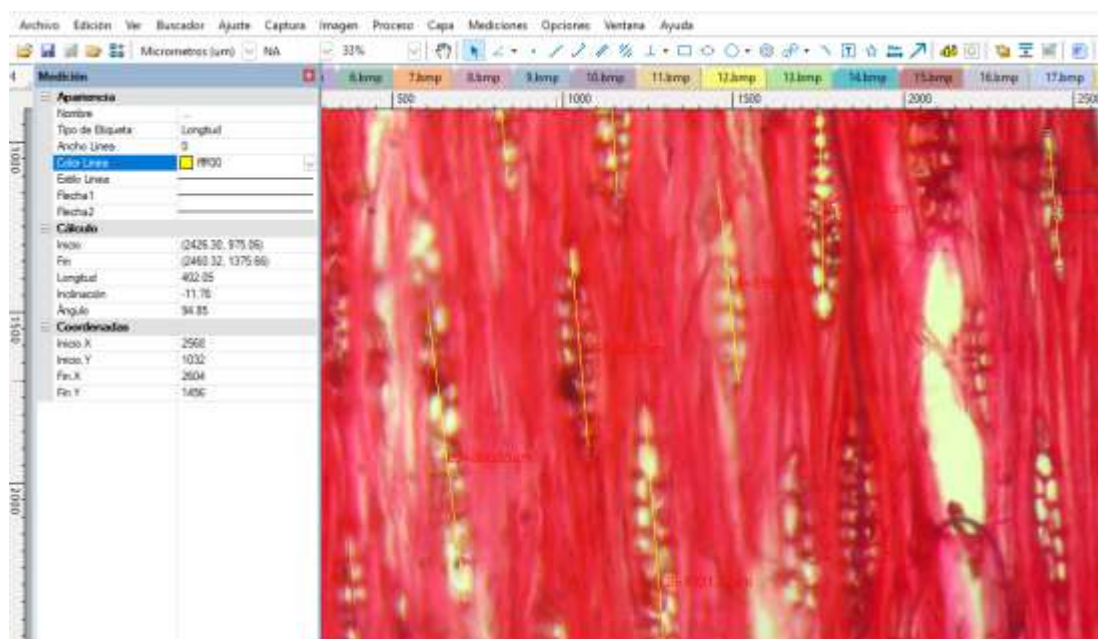
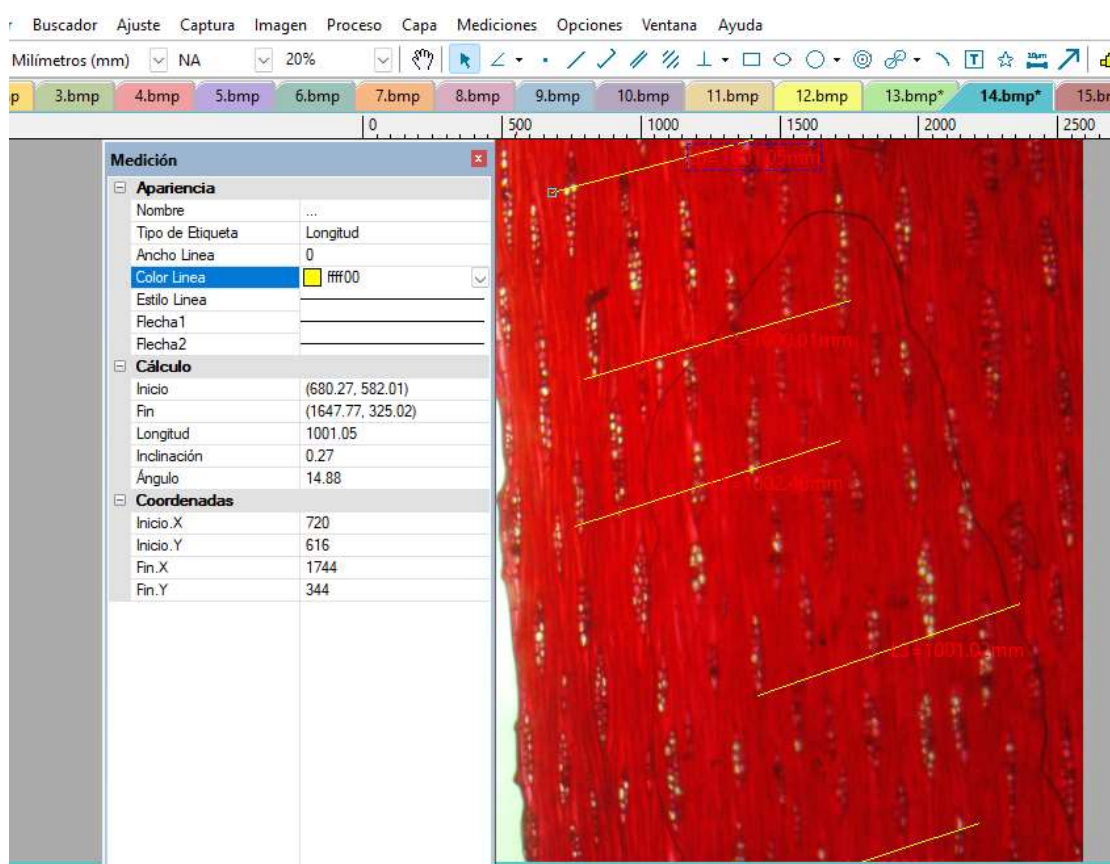


Figura 31

Número de radios por milímetro lineal (mm) – Caoba



Diámetro de poros (μm) – Cedro

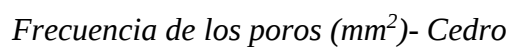


Figura 34

Altura de los radios (μm) – Cedro

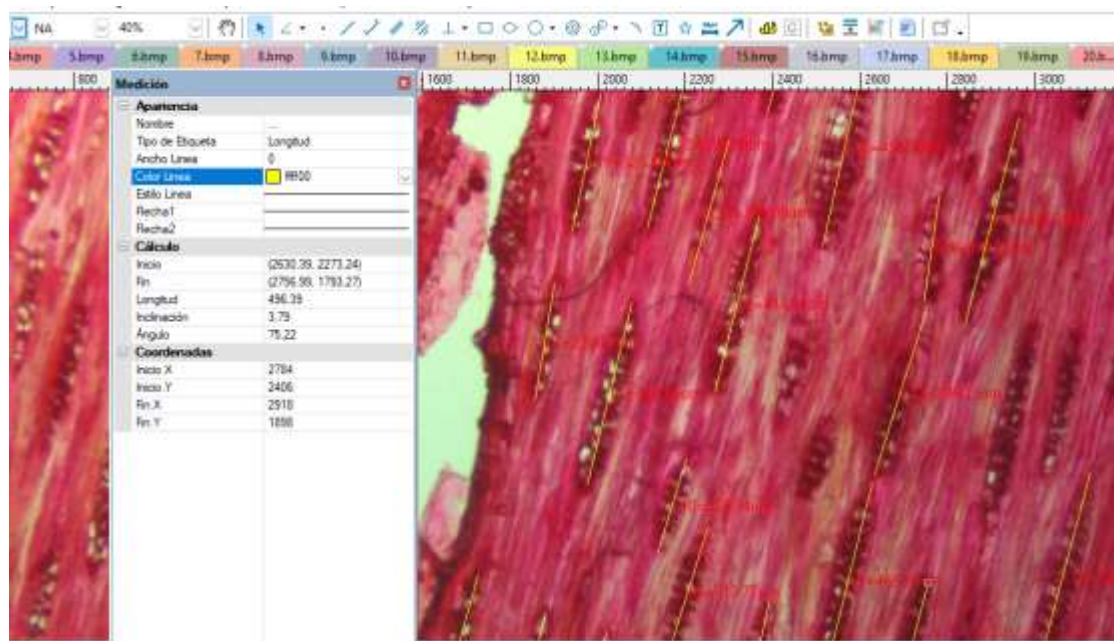


Figura 35

Número de radios por milímetro lineal (mm) - Cedro

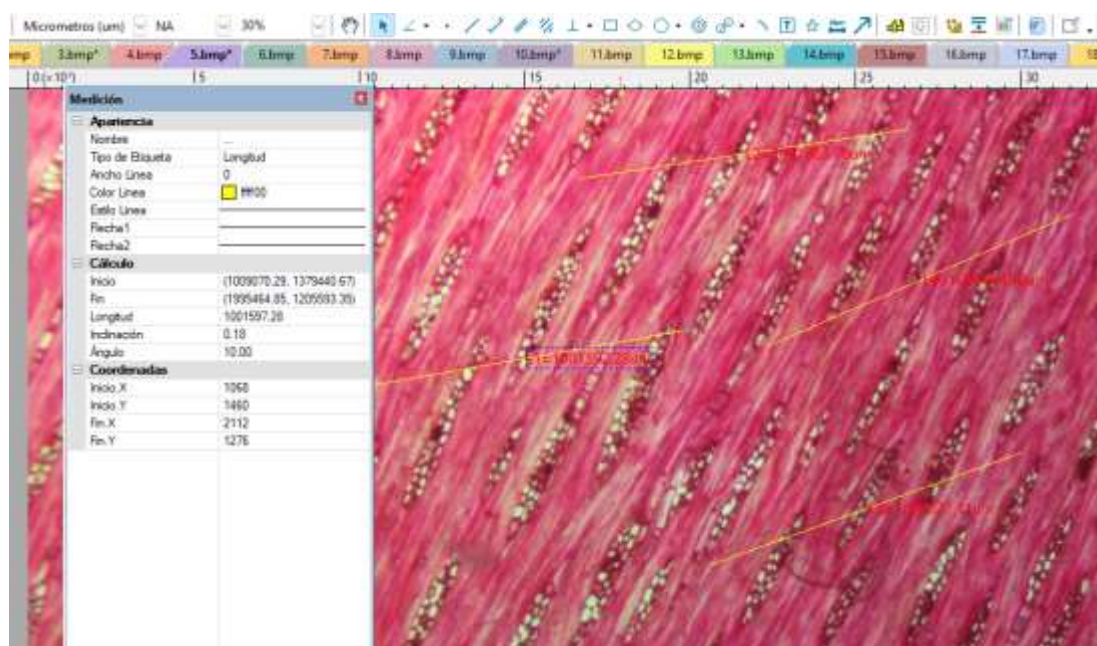


Figura 36

Diámetro de poros (μm) – Moena

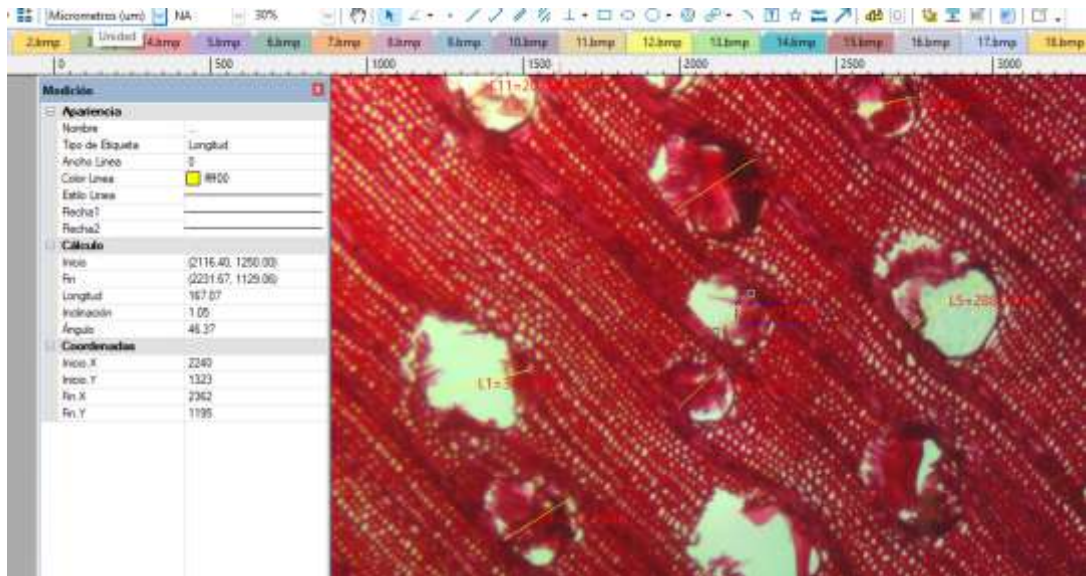


Figura 37

Frecuencia de los poros (mm^2)- Moena

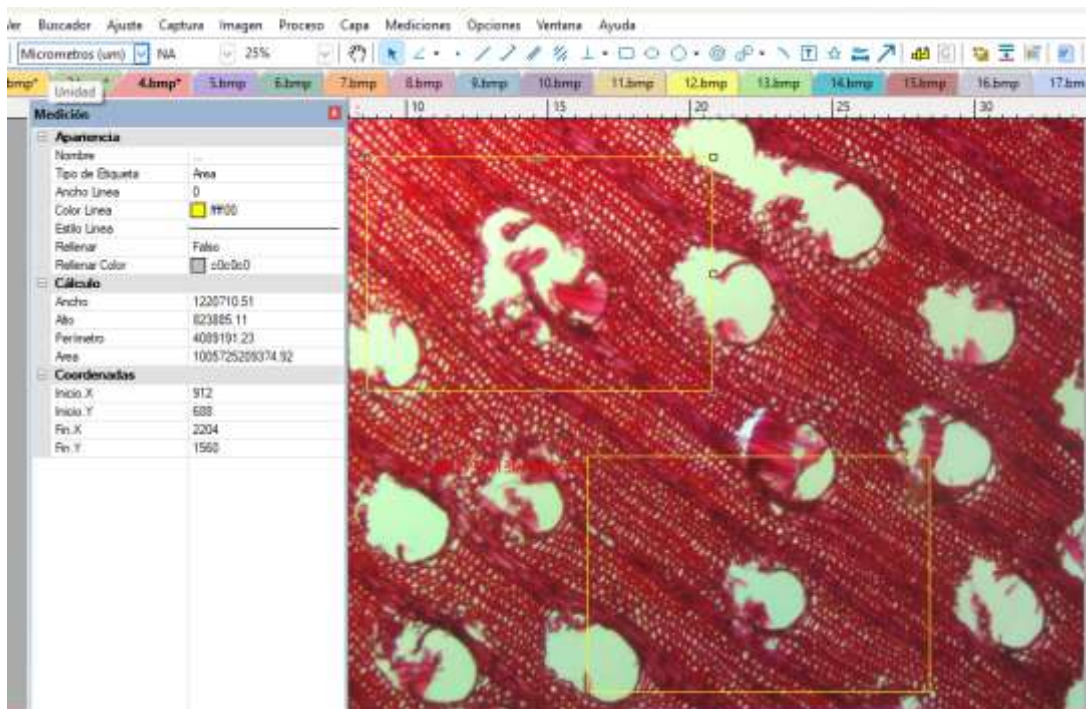


Figura 38

Altura de los radios (μm) – Moena

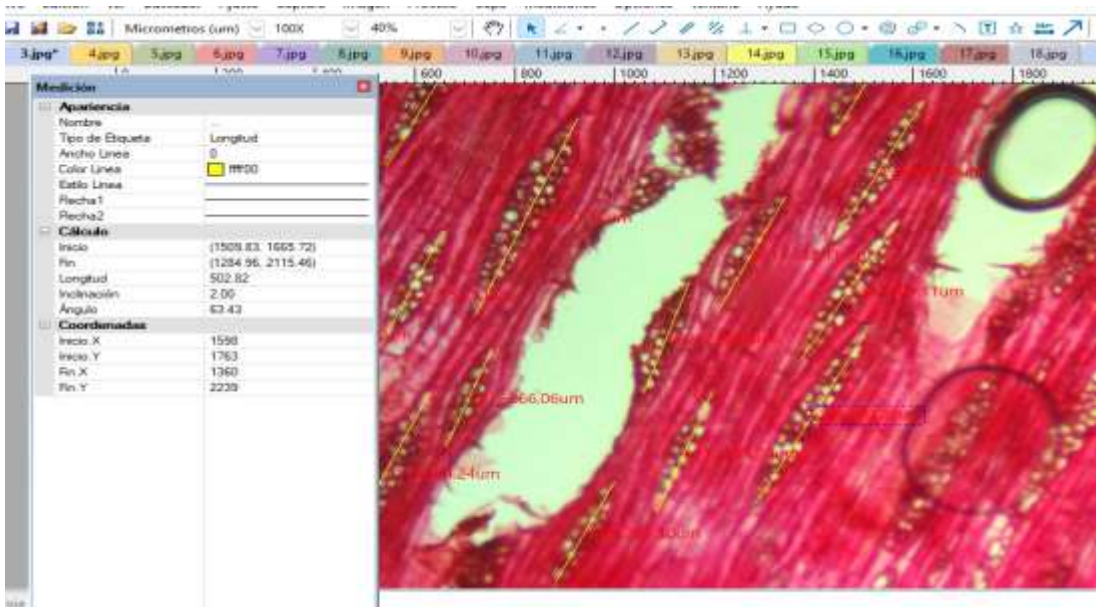


Figura 39

Número de radios por milímetro lineal (mm) – Moena

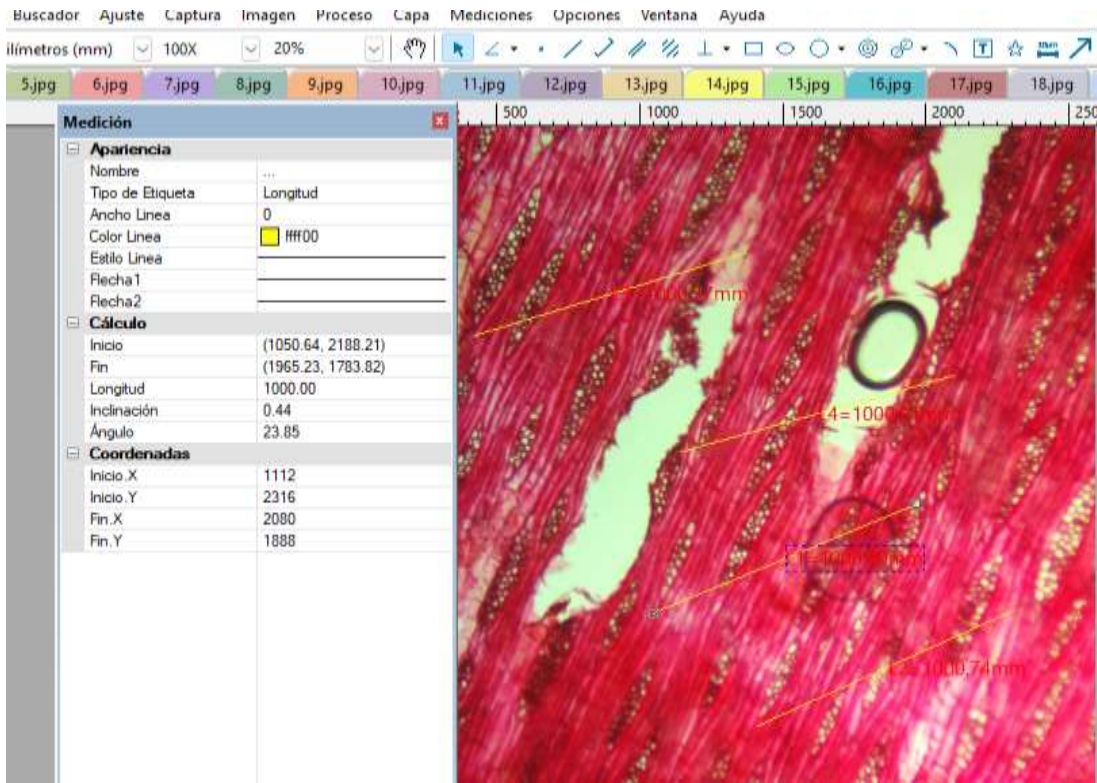


Figura 40
Diámetro de poros (μm) – Tornillo

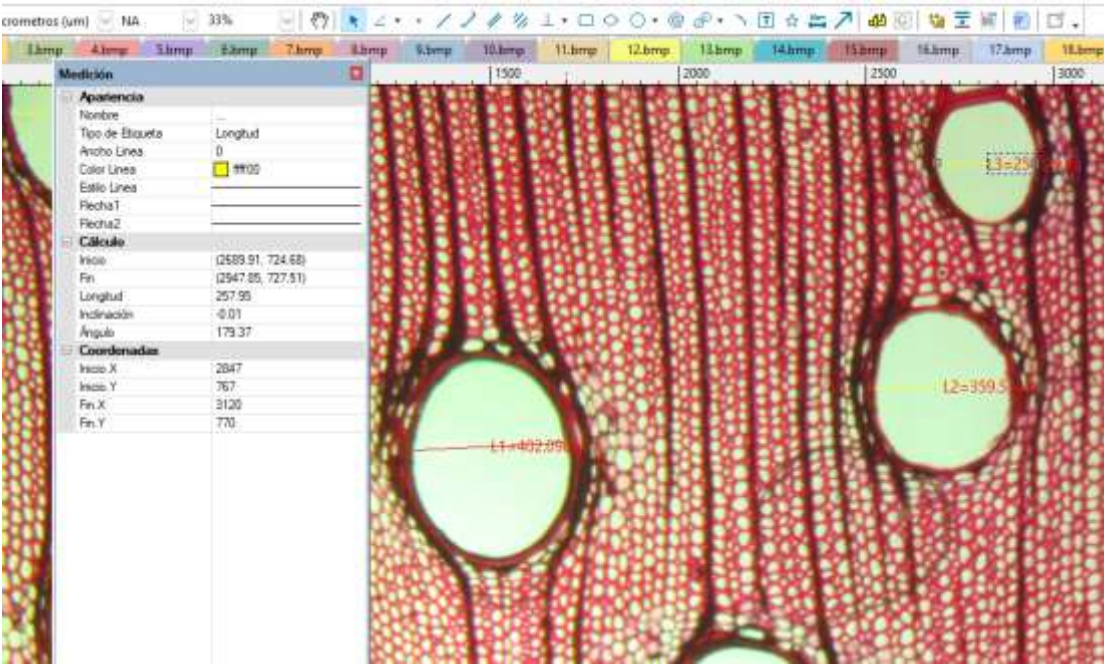


Figura 41
Frecuencia de los poros (mm^2) – Tornillo

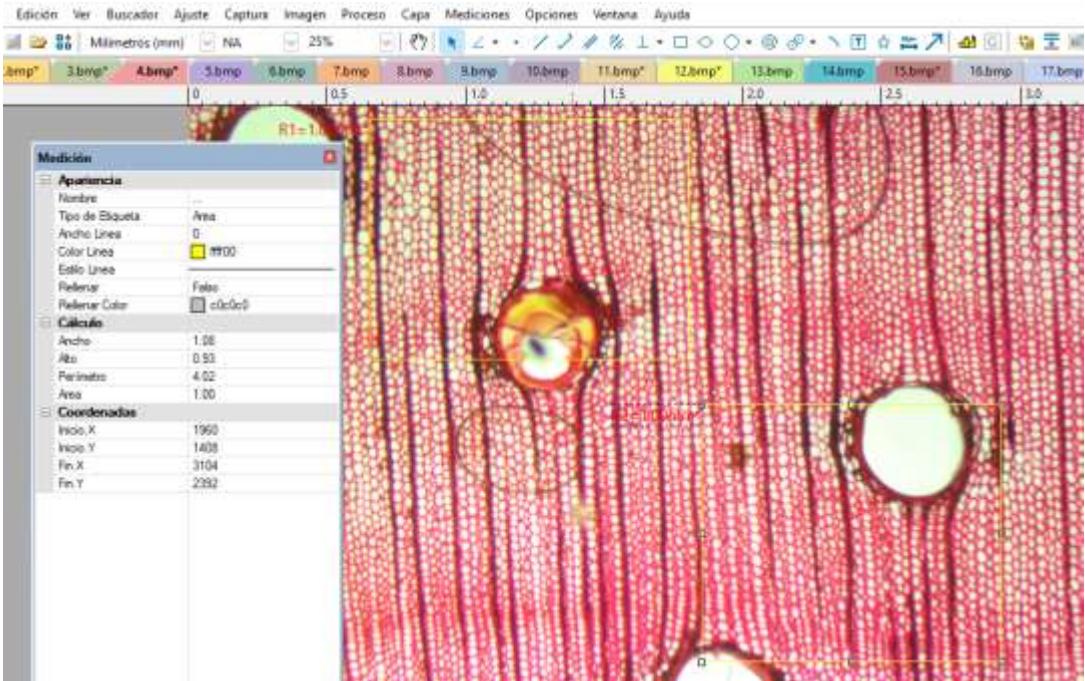


Figura 42

Altura de los radios (μm) – Tornillo

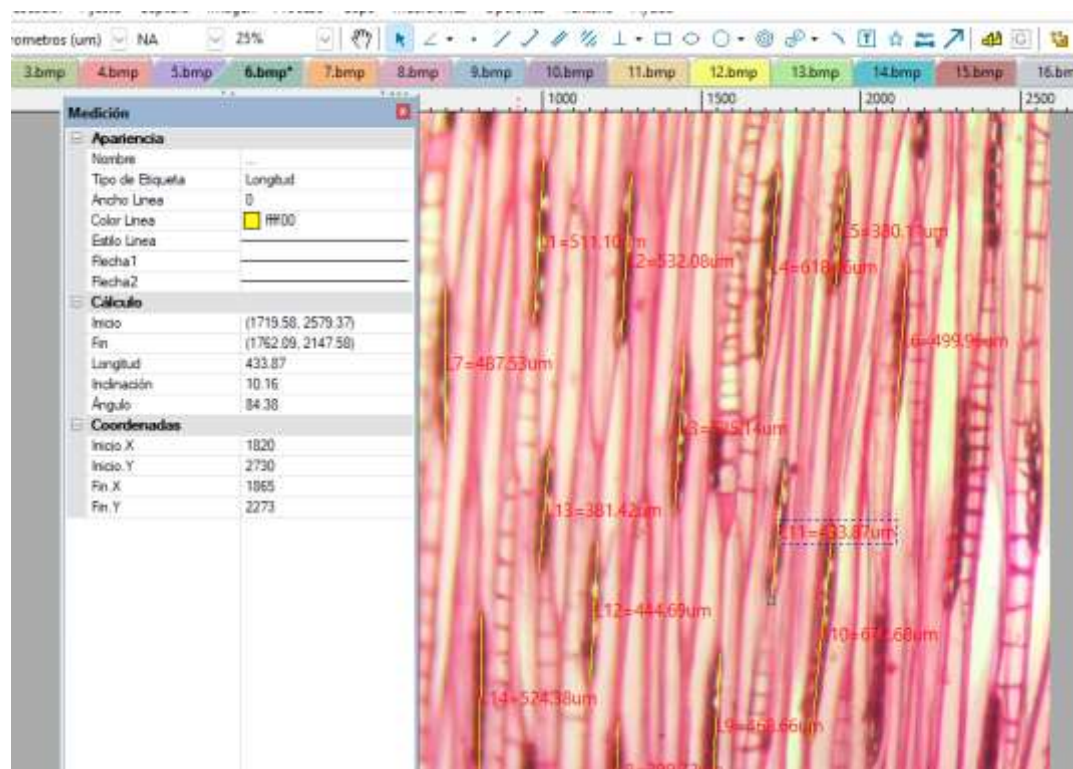
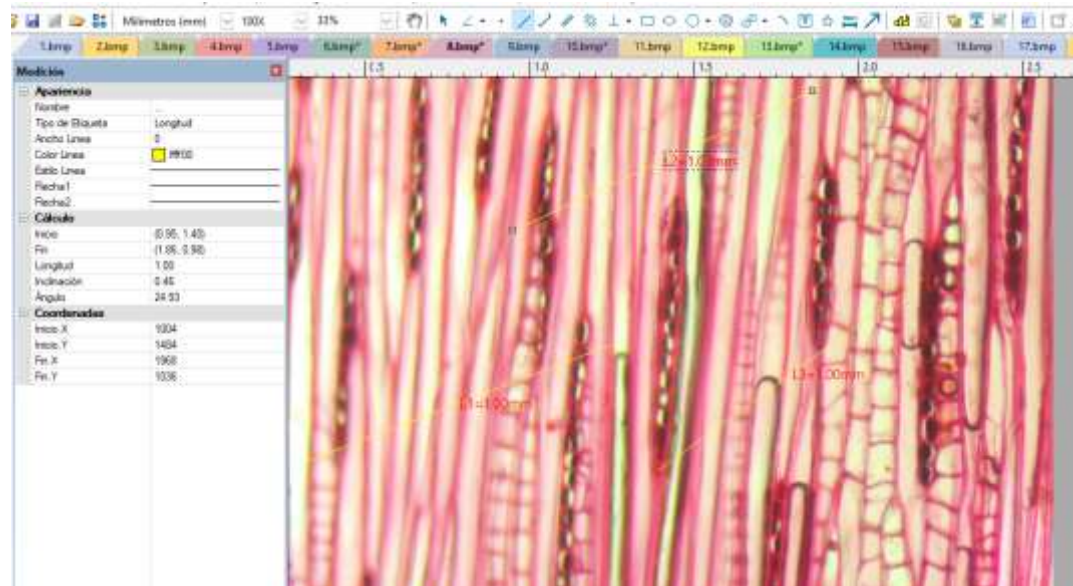


Figura 43

Número de radios por milímetro lineal (mm) – Tornillo



Anexos 6. Galería fotográfica

Figura 44

Lijado de muestras de cubo



Figura 45

Muestras de probetas y cubos codificados



Figura 46

Corte de láminas a 0.25 mm y 0.3 mm



Figura 47

Ubicación y tinción de láminas

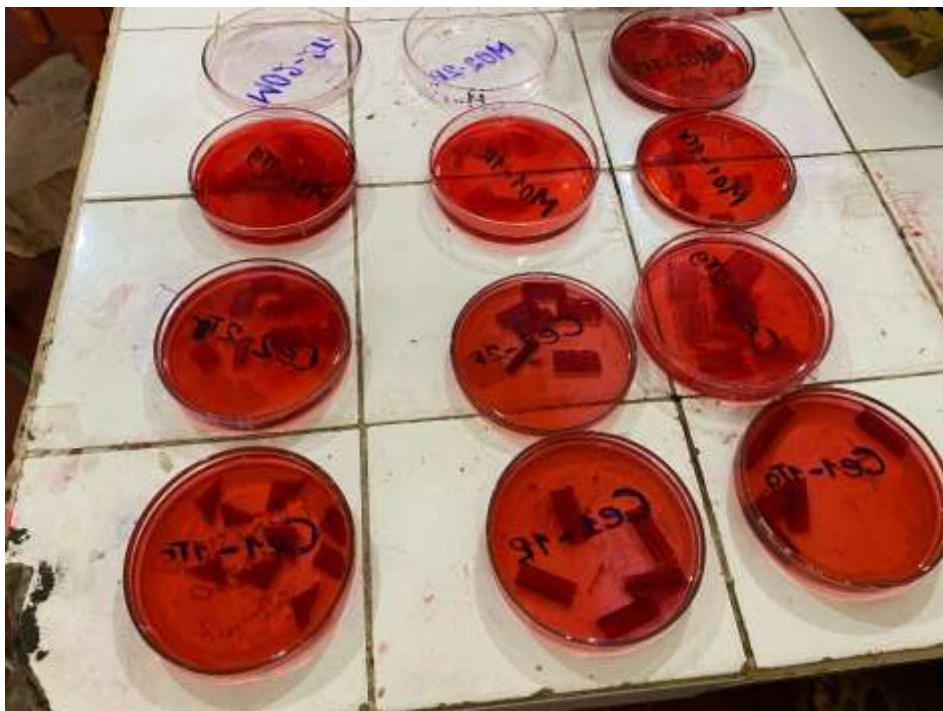


Figura 48

Montaje y visualización de características microscópicas

