

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE
DIOS**
FACULTAD DE INGENIERÍA
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**



TESIS

**“Caracterización anatómica y potencial dendrocronológico de cinco
especies forestales en el corredor turístico bajo Tambopata, Madre de
Dios”**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**

AUTOR:

Bach. Moena Mallqui, Julio Cesar

ASESOR:

DR. Chambi Legoas, Roger

Puerto Maldonado, noviembre del 2025

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE
DIOS**
FACULTAD DE INGENIERÍA
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**



TESIS

**“Caracterización anatómica y potencial dendrocronológico de cinco
especies forestales en el corredor turístico bajo Tambopata, Madre de
Dios”**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**

AUTOR:

Bach. Moena Mallqui, Julio Cesar

ASESOR:

DR. Chambi Legoas, Roger

Puerto Maldonado, noviembre del 2025

DEDICATORIA

A Dios, por las bendiciones derramadas en mi vida, por la salud, la sabiduría y la inspiración que me han permitido avanzar con firmeza en mis proyectos y alcanzar este importante logro.

A mi querida madre, Benancia Mallqui Rozas, fuente de amor, inspiración y apoyo incondicional. Gracias por tu sacrificio, paciencia y fe inquebrantable en mí, que me motivaron a no rendirme y a seguir adelante. Esta tesis es también un reconocimiento a tu entrega y a tu confianza en mis sueños.

A mi querido padre, Waldir Ccalla Soncco, ejemplo de esfuerzo, dedicación y perseverancia. Gracias por tu apoyo constante, por tu confianza y por enseñarme que con trabajo y determinación los sueños pueden hacerse realidad. Este logro es también fruto de tu inspiración y sacrificio.

A mis queridas hermanas, María Cristina, Camila Alessandra y Ana Valeria Ccalla Mallqui, por ser mi primer equipo, mis confidentes y mis animadoras incansables. Su apoyo, alegría y fe en mí han sido el motor que me impulsó en cada etapa de este camino. Este título les pertenece tanto a ustedes como a mí.

A nuestras mascotas, Tobbi Fernando y Minni, miembros inseparables de la familia, por la alegría y compañía que siempre brindan al hogar.

Y, finalmente, a mi propio esfuerzo y dedicación, que me han permitido superar los obstáculos y llegar hasta aquí. Ha sido un camino desafiante, pero la satisfacción de haberlo culminado es indescriptible.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Benancia y Waldir, por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles, por sus valiosas enseñanzas y por brindarme siempre la oportunidad de superación a lo largo de mi formación profesional.

Al Dr. Roger Chambi Leguas, mi asesor de tesis, expreso mi más sincera gratitud por su paciencia, su rigor académico y su orientación invaluable. Sus consejos, visión crítica y constante dedicación fueron esenciales para dar forma y solidez a esta investigación.

A mi alma mater, la Universidad Amazónica de Madre de Dios, por proporcionarme el espacio académico y los recursos necesarios para llevar adelante este trabajo.

Extiendo mi reconocimiento a mis amigos y equipo técnico que colaboró en el proceso de campo. De manera especial, agradezco al Dr. Hugo Dueñas, Miguel Ranilla, Roberth Farfán, Jhon Canales, Franksua Huaylla y Evelyn Torres, quienes, con su confianza, aliento y apoyo, hicieron posible el desarrollo de esta investigación. Este trabajo es también reflejo de su valiosa contribución a mi crecimiento personal y profesional.

Asimismo, manifiesto mi gratitud a la Sra. Pierina Zlatar Vinelli, por permitirnos llevar a cabo este estudio en el fundo denominado *Bosque Sagrado*, escenario fundamental de esta investigación. Su majestuosidad y complejidad fueron una fuente constante de inspiración y confío en que los resultados de este trabajo contribuyan a su conservación y manejo sostenible en beneficio de las futuras generaciones.

Finalmente, a todas las personas y compañeros que, de una u otra manera, acompañaron mi proceso de formación y crecimiento personal y profesional, expreso mi más sincero agradecimiento.

Caracterización anatómica y potencial dendrocronológico de cinco especies forestales en el corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

2

repositorio.unamad.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 1%

Excluir bibliografía

Activo

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de tesis “Caracterización Anatómica y Potencial Dendrocronológico de Cinco Especies Forestales en el Corredor Turístico Bajo Tambopata, Madre De Dios” surgió de la necesidad de comprender mejor la dinámica de los bosques de importancia para la conservación de la biodiversidad.

El Corredor Turístico Bajo Tambopata, ubicado en la región de Madre de Dios, Perú, es conocido por su importancia como destino turístico, sin embargo, la escasez de información detallada sobre la ecología de estos bosques ha limitado los esfuerzos de conservación y manejo sostenible.

Esta investigación tiene como propósito contribuir al conocimiento sobre la anatomía y potencial para estudios dendrocronológicos de cinco especies forestales abundantes en el Corredor Turístico Bajo Tambopata, que serán útiles para facilitar la identificación de maderas, evaluar su calidad para diversos usos, y la aplicación en estudios de dendrocronología como herramienta para la conocer la dinámica y ecología de estos bosques.

INTRODUCCION

La dendrocronología y la caracterización anatómica de la madera son herramientas básicas en el campo de la ciencia forestal y la ecología, para comprender las características estratégicamente vitales del desarrollo de los árboles y su historia natural, incluyendo cómo responden a los cambios ambientales. (Marvin A. y Terah L. 2022). Al estudiar los anillos de crecimiento de los árboles, es posible reconstruir las condiciones climáticas pasadas, identificar patrones de desarrollo y analizar la dinámica forestal. A su vez, la caracterización de la anatomía de la madera revela mucha información tanto macroscópica como microscópica sobre la estructura interna del tejido leñoso, lo que ayuda en la identificación de especies, en la comprensión de la adaptación ecológica y en la evaluación de la versatilidad de las especies para diferentes propósitos (Schweingruber 1988).

En el marco del Corredor Turístico Bajo Tambopata en la región de Madre de Dios en Perú, estos métodos son de particular relevancia debido a la rica y diversa variedad de especies arbóreas y su importancia para la conservación y el turismo sostenible.

Por lo tanto, esta investigación llevo a cabo la caracterización macroscópica de cinco especies forestales más abundantes y mejor distribuidas dentro del área dendrocronológica ubicada en el Corredor Turístico Bajo Tambopata, así como se evaluó su potencial dendrocronológico. los resultados obtenidos no solo contribuyen al conocimiento científico sobre la ecología de los bosques tropicales, sino que también proporcionen información práctica para la gestión y conservación de los recursos naturales en el Corredor Turístico Bajo Tambopata.

RESUMEN

La investigación titulada “*Caracterización anatómica y potencial dendrocronológico de cinco especies forestales en el corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios*” tuvo como objetivo describir las características dendrológicas y anatómicas de *Enterolobium schomburgkii*, *Erythrina poeppigiana*, *Crudia glaberrima*, *Copaifera reticulata* y *Sterculia apeibophylla*, así como evaluar su potencial dendrocronológico. El estudio se llevó a cabo en el predio “Bosque Sagrado”, en el corredor turístico bajo Tambopata, mediante colecta botánica y extracción no destructiva de muestras con una broca metálica acoplada a un taladro motorizado. Las muestras fueron procesadas siguiendo los lineamientos de la IAWA (1989). Los resultados mostraron que tres especies presentaron anillos bien definidos: *E. schomburgkii* y *C. glaberrima*, con descriptores anatómicos basados en el cambio en el grosor de la pared de las fibras y *C. reticulata*, cuya delimitación está marcada por parénquima marginal. Asimismo, *S. apeibophylla* presentó anillos moderadamente definidos, mientras que *E. poeppigiana* mostró anillos indistintos, lo que limita su aplicación en estudios dendrocronológicos. Se concluye que las especies con anillos claramente delimitados poseen un alto potencial para investigaciones de reconstrucción climática, ecología histórica y manejo forestal sostenible en la Amazonía.

Palabras clave: Dendrocronología, anillos de crecimiento, anatomía de la madera, método no destructivo

ABSTRACT

The research entitled “*Anatomical characterization and dendrochronological potential of five forest species in the Lower Tambopata tourist corridor, Madre de Dios*” aimed to describe the dendrological and anatomical features of *Enterolobium schomburgkii*, *Erythrina poeppigiana*, *Crudia glaberrima*, *Copaifera reticulata*, and *Sterculia apeibophylla*, as well as to assess their dendrochronological potential. The study was conducted at the “Bosque Sagrado” site, located in the Lower Tambopata tourist corridor, using botanical collection and non-destructive sampling with a metallic auger attached to a motorized drill. Samples were processed according to IAWA (1989) guidelines. Results showed that three species exhibited well-defined growth rings: *E. schomburgkii* and *C. glaberrima*, with anatomical descriptors based on changes in fiber wall thickness, and *C. reticulata*, whose ring boundaries were defined by marginal parenchyma. In contrast, *S. apeibophylla* displayed moderately defined rings, while *E. poeppigiana* showed indistinct ones, limiting its dendrochronological applicability. It is concluded that species with clearly delimited rings hold high potential for climate reconstruction, historical ecology, and sustainable forest management in the Amazon.

Keywords: Dendrochronology, growth rings, wood anatomy, non-destructive method.

INDICE

DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTOS.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
INTRODUCCIÓN.....	
CAPITULO I PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Variables.....	4
1.4.1 Variables independientes	4
1.5 Operacionalización de variables	5
1.6 Justificación	7
1.7 Consideraciones Éticas	9
CAPITULO II MARCO TEORICO	11
2.1 Antecedentes de Estudio.....	11
2.2 Bases teóricas	13
2.2.1 Bosque de terraza baja (Btb).....	13
2.2.2 Dendrocronología: ciencia que estudia los anillos de crecimiento de los árboles.	14
2.2.3 Dendrocronología	14
2.2.4 Principios de la dendrocronología	15
2.2.5 Anatomía de la madera: Descripción de la estructura interna de la madera. 16	
2.2.6 Anillos de crecimiento.....	17

2.2.7	Formación de los anillos de crecimiento.....	18
2.2.8	Anatomía de la madera	18
2.2.9	Formas de delimitación de los anillos de crecimiento.....	19
CAPITULO III METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN		21
3.1	Tipo de estudio	21
3.2	Diseño de estudio	21
3.3	Población y muestra	21
3.3.1	Población.....	21
3.4	Muestra.....	22
3.5	Métodos y técnicas	22
3.5.1	Lugar de estudio.....	22
3.5.2	Colección de muestras botánicas.....	24
3.5.3	Colección de muestras de leño	25
3.5.4	Procesamiento de muestras de leño	27
3.5.5	Caracterización anatómica macroscópica	29
3.5.6	Caracterización anatómica de los anillos de crecimiento	29
3.5.7	Evaluación del potencial dendrocronológico	29
3.5.8	Tratamiento de los datos	31
CAPITULO IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACION		32
4.1	Descripción dendrológicas de cinco especies	32
4.2	Descripción anatómica de las cinco especies	44
4.3	Caracterización anatómica de los anillos de crecimiento de las especies estudiadas.....	57
4.4	Evaluación del potencial dendrocronológico de cinco especies	64
CONCLUSIONES.....		70
SUGERENCIAS.....		71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		72
ANEXO.....		77

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	6
Tabla 2. Criterios para la evaluación de las características anatómicas presentes en los anillos de crecimiento.....	30
Tabla 3. Especies forestales seleccionadas para el presente estudio.....	32
Tabla 4. Resumen de las características anatómicas de las cinco especies forestales estudiadas provenientes de corredor turístico bajo Tambopata, Madre de dios.	54
Tabla 5. Evaluación del potencial dendrocronológico de cinco especies forestales provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de dios.	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imágenes macroscópicas de los anillos de crecimiento.....	20
Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio, bosque de terraza baja del corredor Turístico bajo Tambopata.	23
Figura 3. Diagrama climático del departamento de Madre de Dios. Fuente: (SENAMHI 2021).	24
Figura 4. Extracción de muestras botánicas y muestras de leño mediante el método no destructivo.....	26
Figura 5. Procesamiento de muestras de leño para la caracterización y análisis de los anillos de crecimiento.	28
Figura 6. Imágenes dendrológicas de <i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth., donde se observan: A) Fuste, B) Hojas, C) Frutos, D) Corteza externa, E) Corteza interna y F) Base del fuste.	34
Figura 7. Imágenes dendrológicas de <i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook, donde se observan: A) Fuste, B) Hojas, C) flores, D) Corteza externa, E) Corteza interna y F) Base del fuste.	36
Figura 8. Imágenes dendrológicas de <i>Crudia glaberrima</i> (Steud.) J.F., donde se observan: A) Fuste, B y C) Hojas, D) Corteza externa, E) Corteza interna y F) Base del fuste.	38

Figura 9. Imágenes dendrológicas de <i>Copaifera reticulata</i> Ducke, donde se observan: A) Fuste, B y C) Hojas, D) Corteza externa, E) Corteza interna y F) Base del fuste.	40
Figura 10. Imágenes dendrológicas de <i>Sterculia apeibophylla</i> Ducke, donde se observan: A) Fuste, B y C) Hojas y fruto, D) Corteza externa, E) Corteza interna y F) Base del fuste.	42
Figura 11. Imágenes macroscópicas de la especie <i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.: A) Anillos de crecimiento diferenciados. B) Corte transversal. C) Corte Tangencial. D) Corte radial.	45
Figura 12. Imágenes macroscópicas de la especie <i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook: A) Anillos de crecimiento diferenciados. B) Corte transversal. C) Corte Tangencial. D) Corte radial.	47
Figura 13. Imágenes macroscópicas de la especie <i>Crudia glaberrima</i> (Steud.) J.F. Macbr.: A) Anillos de crecimiento. B) Corte transversal. C) Corte Tangencial. D) Corte radial.	49
Figura 14. Imágenes macroscópicas de la especie <i>Copaifera reticulata</i> Ducke: A) Anillos de crecimiento. B) Corte transversal. C) Corte Tangencial. D) Corte radial.	51
Figura 15. Imágenes macroscópicas de la especie <i>Sterculia apeibophylla</i> Ducke.: A) Anillos de crecimiento. B) Corte transversal. C) Corte Tangencial. D) Corte radial.	53
Figura 16. Fotografías macroscópicas del corte transversal de <i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth., donde se observan claramente los anillos de crecimiento. (A) Vista general del corte transversal de la muestra. (B) Anillos de crecimiento bien definidos, delimitados por un cambio en el espesor de la pared de las fibras. (C) y (D) Límite de los anillos de crecimiento, señalado por flechas negras. La flecha negra superior indica la dirección del crecimiento, desde la médula hacia la corteza.	58
Figura 17. Fotografías macroscópicas del corte transversal de <i>Crudia glaberrima</i> (Steud.) J.F. Macbr., donde se observan claramente los anillos de crecimiento. (A) Vista general del corte transversal de la muestra. (B) Anillo de crecimiento	

bien definido, delimitados por un cambio en el espesor de la pared de las fibras. (C) y (D) Límite de los anillos de crecimiento, señalado por flechas negras. La flecha negra superior indica la dirección del crecimiento, desde la médula hacia la corteza. 60

Figura 18. Fotografías macroscópicas del corte transversal de *Copaifera reticulata* Ducke., donde se observan claramente los anillos de crecimiento. (A) Vista general del corte transversal de la muestra. (B) Anillo de crecimiento bien definido, delimitados por parénquima en bandas tipo marginal. (C) y (D) Límite de los anillos de crecimiento, señalado por flechas negras. La flecha negra superior indica la dirección del crecimiento, desde la médula hacia la corteza. 61

Figura 19. Fotografías macroscópicas del corte transversal de *Sterculia apeibophylla* Ducke, en las que se observa la presencia de anillos de crecimiento con una delimitación moderadamente definida. (A) Vista general del corte transversal de la muestra. (B) Anillo de crecimiento delimitados por parénquima en bandas de tipo marginal estrecho. (C) y (D) Detalle de los límites de los anillos de crecimiento poco distinguibles, indicados con flechas negras. La flecha negra superior señala la dirección del crecimiento, desde la médula hacia la corteza. 62

Figura 20. Imágenes macroscópicas de la sección transversal que muestran los límites de los anillos de crecimiento en las cinco especies analizadas..... 66

CAPITULO I PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema

En Perú, la dendrocronología se centra en pocas especies, debido a la falta de estudios del potencial dendrocronológico de especies para conocer la facilidad de distinción de los anillos de crecimiento. Como resultado, los estudios enfocados en desarrollar un método confiable para contar los anillos en la mayoría de especies son poco (Beltrán Gutiérrez y Valencia Ramos 2013a)

Por tanto, es importante examinar especies representativas de los bosques para que mediante la información revelada en sus anillos de crecimiento se pueda conocer la ecología de esos bosques y promover la conservación y manejo forestal sostenible.

La importancia del estudio de los anillos de crecimiento en árboles tropicales radica en su capacidad para proporcionar información que abarca desde el inicio de la vida del árbol. A diferencia de las parcelas permanentes de muestreo, que solo ofrecen datos de períodos relativamente cortos de seguimiento, generalmente de 20 a 30 años, el análisis de los anillos de crecimiento nos permite obtener una perspectiva más amplia y detallada del desarrollo del árbol a lo largo del tiempo (Pereira, Gabriel Assis et al. 2018).

El problema que aborda esta investigación es la ausencia de información sobre las características anatómicas y el potencial dendrocronológico de las especies forestales del corredor turístico bajo Tambopata. A pesar de que se reconocen los méritos de estos estudios en relación con la gestión sostenible de los bosques y la conservación de los ecosistemas, la deficiencia de datos obstaculiza la capacidad de comprender los patrones de crecimiento históricos y las respuestas de las especies a las condiciones ambientales cambiantes. Estudios previos han

demostrado que algunas especies tropicales pueden formar anillos de crecimiento claramente delimitados, lo que justifica la necesidad de evaluar el potencial dendrocronológico de especies específicas en esta región (Worbes 2002); (Marcelo-Peña et al. 2020a)

La región de Madre de Dios, específicamente el Corredor Turístico Bajo Tambopata, alberga una diversidad significativa de especies forestales que son cruciales tanto para la conservación ecológica como para el desarrollo económico sostenible de la zona. Sin embargo, a pesar de la importancia hay una notable falta de estudios detallados sobre la caracterización anatómica y el potencial dendrocronológico de las especies forestales nativas.

Esta brecha no solo limita la comprensión ecológica de las especies, sino que también dificulta la posibilidad de utilizar la dendrocronología como herramienta de monitoreo para cambios climáticos y ambientales. Además, limita el desarrollo de estrategias de conservación y manejo forestal basadas en el conocimiento de la historia de crecimiento de las especies y su respuesta a las condiciones ambientales (Schöngart, J et al. 2006)

En este contexto, la investigación plantea la necesidad de caracterizar anatómicamente cinco especies forestales del corredor turístico bajo Tambopata y evaluar su potencial dendrocronológico. Esto permitirá no solo avanzar en el conocimiento científico sobre estas especies, sino también generar herramientas para el monitoreo de los efectos del cambio climático y la elaboración de planes de manejo forestal basados en la evidencia.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

En este contexto, la investigación pretende responder la siguiente pregunta
¿Cuáles son las características anatómicas y el potencial dendrocronológico de cinco especies forestales en el corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuáles son las características dendrológicas de cinco especies forestales provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios?

¿Cuáles son las características anatómicas a nivel macroscópico de cinco especies forestales provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios?

¿Cuáles son las características de la estructura anatómica de los anillos de crecimiento de cinco especies provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios?

¿Cuál es el potencial dendrocronológico de cinco especies forestales provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar las características anatómicas y el potencial dendrocronológico de cinco especies forestales provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios.

1.3.2 Objetivos específicos

OE1: Describir las características dendrológicas de cinco especies forestales provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios.

OE2: Describir las características anatómicas a nivel macroscópico de cinco especies forestales provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios.

OE3: Caracterizar la estructura anatómica de los anillos de crecimiento de cinco especies forestales provenientes el corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios.

OE4: Evaluar el potencial dendrocronológico de cinco especies forestales provenientes el corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios.

1.4 Variables

1.4.1 Variables independientes

Características dendrológicas: Se refiere a los rasgos de identificación de fácil observación directamente en el árbol, incluso al nivel del suelo, y que están presentes durante todo el año. Estos incluyen características como el porte, la ramificación, el fuste y la corteza. En muchos casos, estos elementos presentan atributos distintivos, como texturas, secreciones, y diversos colores u olores, que permiten realizar identificaciones preliminares basadas en estas características. Además, se complementan con descripciones detalladas de hojas, flores y frutos para una identificación más precisa. (Reynel, et al. 2003)

Características anatómicas: En contraste con las coníferas, el grupo de árboles de hoja ancha exhibe una amplia diversidad y abundancia de elementos anatómicos, lo que complica su descripción, pero, al mismo tiempo, facilita la

identificación de muchas especies. Entre los elementos anatómicos estructurales a nivel macroscópico, se destacan los poros o vasos, conocidos como elementos o líneas vasculares en secciones longitudinales, el parénquima, los radios o parénquima radial y las fibras (Vásquez Correa y Ramírez Arango 2011)

Anillos de crecimiento: los anillos de crecimiento representan el crecimiento anual del árbol, formándose uno cada año, lo que determina su edad. El análisis de estos anillos nos permite identificar si el crecimiento fue rápido, evidenciado por anillos espaciados, o lento, con anillos cercanos; también indica años desfavorables con anillos delgados, o más beneficiosos con anillos gruesos (Gimenes et al. 2005a).

Potencial dendrocronológico: Capacidad de las especies para formar anillos de crecimiento que puedan ser utilizados en estudios de reconstrucción climática o ambiental.

1.5 Operacionalización de variables

A continuación, se presenta la operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Características dendrológicas:	Descripción detallada acompañada de la toma de fotografías de las partes vegetativas del árbol, abarcando características como hojas, ramas, fuste y corteza.	Porte del árbol, fuste, ramificación, corteza externa e interna	Forma y tamaño del árbol, corteza externa e interna, hojas flores y frutos (Reynel, et al. 2003)	Observación directa Registro fotográfico Fichas de campo dendrológicas
Características anatómicas:	Descripciones anatómicas a nivel macroscópico, incluyendo la disposición y tamaño de los poros, la estructura de los radios, la presencia y organización del parénquima axial, así como cualquier tipo de inclusiones observables.	Porosidad (distribución y tamaño). parénquima axial, radios, inclusiones	Presencia o ausencia de anillos de crecimiento, distribución de poros radios, parénquima axial e inclusiones (IAWA 1989a)	Muestras de madera Observación en estetoscopio Observación con lupa de mano de 10x
Anillos de crecimiento:	Evaluar la distinción de los anillos de crecimiento mediante la identificación y descripción detallada de los descriptores anatómicos que definen sus límites.	Delimitación y composición celular de los anillos de crecimiento.	Distinción (distintos, moderadamente distintos o indistintos) (Marcelo-Peña et al. 2020a)	Muestras de madera Análisis imágenes escaneadas en una resolución de 1200 dpi
Potencial dendrocronológico:	Evaluación de las especies con anillos de crecimiento bien definidos y marcados, destacando los descriptores anatómicos característicos que los identifican	Visibilidad y delimitación de los anillos	Presencia de anillos claros y regulares. (Marcelo-Peña et al. 2020a)	Muestras de madera Análisis imágenes escaneadas en una resolución de 1200 dpi

1.6 Justificación

Los bosques amazónicos del Perú se destacan por su extraordinaria diversidad, pero también son notablemente afectados por la actividad humana. A pesar de los avances en la investigación, aún persisten algunos vacíos sobre la composición de las comunidades forestales y las relaciones entre diferentes especies (Alvarez-Montalván et al. 2021).

El Corredor Turístico Bajo Tambopata en Madre de Dios, Perú, alberga una diversidad forestal considerable que ha captado la atención tanto de la comunidad científica como del turismo, no obstante, aún persisten vacíos considerables en nuestro conocimiento del potencial dendrocronológico y la caracterización anatómica de la madera en esta zona. Al respecto, Brienén, Zuidema (2005) indica que la aplicación de la dendrocronología sirve para entender el crecimiento arbóreo y su respuesta a los cambios ambientales, junto con un estudio detallado de la estructura de la madera, tiene el potencial de ofrecer información valiosa para la conservación y la gestión sostenible de los bosques.

La anatomía de la madera es fundamental tanto para la identificación de especies como para comprender la adaptación de las mismas a diversas condiciones ecológicas (Wheeler, EA, Baas, P. y Gasson, PE 2011). Las características anatómicas, tales como la disposición de fibras, vasos y radios, no solo permiten una identificación taxonómica correcta, sino que también son claves para el análisis de la diferenciación de los anillos de crecimiento y la evaluación de su potencial en estudios dendrocronológicos (Mariño Tello, 2020). Sin embargo, existe un notable déficit de datos sobre la anatomía de la madera de la mayoría de las especies forestales de la Amazonía peruana, especialmente aquellas ubicadas en el recorrido turístico del Bajo Tambopata.

En paralelo, la **dendrocronología**, el estudio de los anillos de crecimiento en árboles, ha demostrado ser una herramienta valiosa para reconstruir el clima pasado y entender las respuestas de los ecosistemas forestales a las variaciones ambientales (Portal Cahuana 2017a). Sin embargo, su aplicación en bosques tropicales es limitada, principalmente debido a que muchos árboles tropicales no forman anillos de crecimiento claramente definidos, o lo hacen de manera irregular (Worbes 2002). Aun así, estudios recientes han demostrado que algunas especies de árboles tropicales poseen un alto potencial dendrocronológico, lo que podría abrir nuevas vías de investigación para la región amazónica (Brienen y Zuidema 2005a). Sin embargo, hasta la fecha, las especies de árboles forestales que podrían ser útiles para estudios dendrocronológicos no han sido claramente identificadas en el corredor turístico del Bajo Tambopata.

El interés por conocer especies con potencial dendrocronológico y la falta de estudios anatómicos en la zona limitan la posibilidad de diseñar estrategias de manejo forestal acordes con los cambios ambientales que enfrenta la región. En el corredor turístico bajo Tambopata, pese a la relevancia de estos enfoques, no se han realizado investigaciones detalladas sobre la estructura anatómica y el potencial dendrocronológico de las especies forestales, lo que evidencia una brecha de conocimiento clave para la conservación y el aprovechamiento sostenible de los bosques.

Analizar los anillos de crecimiento de los árboles permite reconstruir el clima de épocas pasadas, determinar el impacto de fenómenos extremos como sequías e inundaciones y analizar la respuesta de los bosques a cambios en su entorno. Basado en esto, un estudio dendrocronológico será clave para comprender la dinámica de crecimiento de los árboles a lo largo del tiempo, permitiendo extraer valiosa información sobre la influencia de factores climáticos, ecológicos y medioambientales sobre su desarrollo lo que resulta vital para la conservación y gestión sostenible de los ecosistemas forestales.

El análisis dendrocronológico constituye una herramienta clave para interpretar el crecimiento arbóreo a lo largo del tiempo, ya que permite identificar cómo diversos factores ambientales, ecológicos y climáticos han influido en su desarrollo. Es posible reconstruir el clima del pasado, sus fenómenos extremos como inundaciones o periodos de sequía y cómo los bosques responden a cambios en su entorno, mediante el estudio de los anillos de crecimiento en los árboles.

Esta información es crucial para desarrollar estrategias de conservación y para la gestión sostenible de los ecosistemas forestales.

La investigación ha cobrado importancia no solo por el conocimiento científico que provee sobre especies forestales representativas de la Amazonía Peruana, sino también por su manejo responsable en el uso de recursos forestales y en la preservación de la biodiversidad. Los resultados de la investigación podrían usarse para fortalecer políticas de conservación en Madre de Dios, promover el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales e impulsar a las comunidades locales a tomar medidas para enfrentar los impactos del cambio climático.

1.7 Consideraciones Éticas

Los principios éticos que subyacen a esta tesis se basan en diversas consideraciones clave. Primero, es particularmente importante observar el medio ambiente natural y la biodiversidad dentro del corredor turístico de Bajo Tambopata en el departamento de Madre de Dios, Perú. Esta investigación tiene como objetivo contribuir a la comprensión de los ecosistemas forestales en la región para su conservación y gestión sostenible.

De igual forma, se asegura que el desarrollo del estudio se ejecuta con el consentimiento informado y la activa involucración de las autoridades locales y de las comunidades en el área de enfoque. Se considera que es obligado

establecer que estas comunidades poseen derechos, autonomía y conocimientos tradicionales que justifican el aprovechamiento de los recursos naturales.

Así mismo, se prioriza la salvaguarda de la integridad y bienestar del equipo de investigadores y de cualquier persona que participe de forma directa o indirecta durante la realización del proyecto. Para estos efectos, asume los protocolos de seguridad y las normas éticas relacionadas a la investigación científica que protegen el medio ambiente y las relaciones sociales con la mínima influencia negativa.

Finalmente, se reafirma el compromiso con el cumplimiento estricto de los estándares éticos establecidos para la investigación, garantizando la transparencia, la responsabilidad y el respeto en todas las etapas del estudio.

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de Estudio

Tomazello, Claudio, Norbert, et al. (2024), analizaron muestras de madera de 41 especies arbóreas de sabana y bosque atlántico en São Paulo para identificar zonas de incremento. Nueve especies, incluyendo *Bombax grandiflorum*, *Chorisia speciosa* y *Hymenaea courbaril*, presentaron zonas de incremento distintivas. Estas zonas se caracterizaron principalmente por fibras de madera tardía con paredes gruesas y aplanadas radialmente, en contraste con fibras de madera temprana de paredes delgadas; en algunos casos, bandas de parénquima marginal también delimitaban los límites. No se encontraron estructuras de porosidad anular o semianular en las especies investigadas. La presencia de zonas de incremento diferenciadas fue más común en especies caducifolias y semicaducifolias.

Campos Zumaeta et al. (2008), estudio En la Reserva Experimental Catuaba (Brasil) y el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (Perú), se recolectaron muestras de 24 especies mediante sonda Pressler. Aproximadamente un tercio de las especies, incluyendo *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Hymenaea* sp. y *Terminalia* sp., mostraron alto potencial para estudios dendrocronológicos. El 35% requiere técnicas complementarias, como densitometría de rayos X, para determinar los límites de los anillos. Estos análisis son esenciales para comprender la dinámica de las poblaciones arbóreas y promover un manejo forestal sostenible en especies tropicales.

Roig et al. (2005), realizaron un estudio dendrocronológico en la península de Yucatán analizaron 52 especies arbóreas de bosques semitropicales, identificando anillos de crecimiento claros en varias de ellas. Esta evidencia sugiere un notable potencial para estudios dendrocronológicos en especies tropicales, lo que facilitaría investigaciones futuras sobre ecología y cambios ambientales históricos a partir de los anillos de los árboles. Implementar análisis de anillos en especies locales seleccionadas podría contribuir significativamente a estrategias de conservación y manejo forestal más allá de los usos agrícolas tradicionales en los bosques yucatecos.

Mariño Tello (2020), evaluó el potencial dendrocronológico y la caracterización anatómica de la madera de 30 especies de bosques de "varillales" de arena blanca en Jenaro Herrera, Perú. Donde se tomaron muestras utilizando un método no destructivo. Usando técnicas macroscópicas, 30 especies fueron caracterizadas anatómicamente, mientras que aquellas con anillos de crecimiento distintivos fueron examinadas microscópicamente. De las especies evaluadas, ocho presentaron anillos de crecimiento con potencial para el análisis dendrocronológico. El estudio contribuye al conocimiento anatómico, así como al potencial dendrocronológico de estas especies para futuras investigaciones.

Marcelo-Peña et al. (2020), realizaron un estudio sobre los anillos de crecimiento de 183 especies de árboles en los bosques del centro y norte del Perú, las muestras se recolectaron de forma no destructiva utilizando un taladro mecánico, tres árboles por especie, se observó una relación entre las especies caducifolias en bosques secos y la delimitación de anillos por parénquima marginal, además, los anillos poco distintos se encontraron en especies de bosques siempre verdes. Este estudio aporta al entendimiento de los anillos de crecimiento.

Beltrán Gutiérrez, Valencia Ramos (2013), caracterizó la anatomía de los anillos de crecimiento en 80 especies de árboles del Bosque Central, Perú, para estudios dendrocronológico, se tomaron muestras de madera de siete sitios en las

provincias de Satipo y Chanchamayo, veinticuatro especies mostraron potencial para dendrocronología, 25 tuvieron problemas de análisis y 31 no mostraron potencial, la variación significativa en diámetros de vasos y fibras sugiere formación anual de anillos en especies con potencial dendrocronológico, las especies sin potencial pueden estar influenciadas por factores ambientales y genéticos.

Macedo Enriquez (2022), evaluó la potencialidad dendrocronológica de *Beilschmiedia towarensis*, *Ocotea bofo* y *Ocotea ovalifolia* en bosques de Madre de Dios, Perú, se tomaron muestras de madera de forma no destructiva, secadas, lijadas y pulidas para mejorar la visualización de los anillos de crecimiento, digitalizadas y analizadas con programas especializados, las tres especies mostraron anillos de crecimiento diferenciados, y *Beilschmiedia towarensis* y *Ocotea bofo* exhibieron correlación positiva, sugiriendo su potencial para estudios dendrocronológicos en la región.

Portal Cahuana (2017), llevó a cabo una investigación en Madre de Dios, Perú, que analizó cinco especies pertenecientes a la familia Fabaceae con el fin de evaluar su potencial para estudios dendrocronológicos, las muestras se recolectaron de la concesión forestal de MADERACRE S.A.C. mediante muestras diametrales extraídas de rodajas de madera de la base de los árboles, dos especies, *Amburana cearensis* y *Hymenaea oblonglifolia*, mostraron un gran potencial dendrocronológico, con cronologías relacionadas con precipitación y temperatura.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Bosque de terraza baja (Btb)

Este tipo de vegetación boscosa se encuentra en la llanura aluvial de la selva baja, ocupando diferentes terrazas, desde las más recientes e inundables hasta las antiguas o medias no inundables, se forman a partir de sedimentos aluviales

depositados por los ríos durante el cuaternario, cubriendo una extensión considerable de tierras bajas, la vegetación varía desde especies pioneras hasta árboles de mayor porte, adaptándose a la inestabilidad del terreno causada por los cambios en los cursos de los ríos. Estudios de inventario han identificado una diversidad de especies arbóreas en estas áreas, desde árboles jóvenes en las zonas más expuestas a especies de mayor edad en áreas más estables en las terrazas medias (MINAM 2015). En los bosques inundables, las cinco especies más significativas fueron *Iriartea deltoidea*, *Otoba parvifolia*, *Pseudolmedia laevis*, *Brosimum alicastrum* y *Apeiba membranacea*, que en conjunto representan el 84,9% del Índice de Importancia. *I. deltoidea* destacó por su abundancia y dominancia horizontal, seguida por *Otoba parvifolia* y *Pseudolmedia laevis* que contribuyeron equilibradamente en abundancia y dominancia al índice, en cambio, *Brosimum alicastrum*, *Apeiba membranacea* y *Dipteryx micrantha* ocuparon lugares inferiores debido a su mayor dominancia horizontal. (Quispe y Quispe 2017).

Los bosques inundables exhiben una menor diversidad y número de especies en comparación con los bosques de tierra firme, ya que tienen condiciones menos estables y ambientes más desafiantes. Esto resulta en restricciones para el establecimiento de ciertas especies (Cano y Stevenson 2009), así mismo, las inundaciones anuales en los bosques tropicales provocan diversas respuestas en las especies forestales, como cambios en su morfología, fisiología y fenología. Estas inundaciones generan condiciones anaeróbicas en las raíces, lo que dificulta la absorción de agua y causa la caída de hojas (Schöngart et al. 2007).

2.2.2 Dendrocronología: ciencia que estudia los anillos de crecimiento de los árboles.

2.2.3 Dendrocronología

La palabra "dendrocronología" proviene de los términos griegos "dendros" (árbol), "cronos" (tiempo) y "logos" (estudio), refiriéndose al análisis de la edad de los árboles. Cada árbol contiene un registro de los eventos ambientales que afectan su desarrollo de alguna manera. Leonardo da Vinci fue el primero en reconocer la relación entre las precipitaciones y los anillos anuales de los árboles en el siglo XV, realizando las primeras mediciones que vinculaban el grosor de los anillos con las condiciones climáticas (Grissino-Mayer 1997)

2.2.4 Principios de la dendrocronología

La dendrocronología se fundamenta en varios principios que permiten el análisis y la interpretación de los anillos de crecimiento de los árboles. Estos principios, que datan desde 1785 con el "Principio de Uniformidad" hasta el más reciente de 1987, el "Principio de Agregación de Factores Ambientales", son esenciales tanto en dendrocronología como en otros campos científicos (Tomazello, Botosso y Lisi 2001).

Principio de Uniformidad:

Este principio sugiere que los procesos físicos y biológicos que afectan el crecimiento de los árboles han sido consistentes a lo largo del tiempo. La famosa frase "el presente es la clave del pasado" se aplica aquí, extendiéndose a "el pasado es la clave del futuro" en dendrocronología, lo que implica que comprender las condiciones pasadas ayuda a predecir futuras condiciones ambientales (Fritts 1976).

Principio de los Factores Limitantes:

entre los diversos factores que influyen en el crecimiento de los árboles, siempre hay uno que actúa como limitante, la carencia de agua es generalmente el factor más restrictivo, mientras que en climas fríos, las bajas temperaturas durante el verano suelen serlo, por lo tanto, cuando se observan anillos de crecimiento

sincronizados, esto se debe a la influencia de un factor limitante común (Fritts 1976).

Principio de Amplitud Ecológica:

Los organismos tienen la capacidad de prosperar en diversos entornos, y numerosas especies de árboles utilizadas en estudios dendrocronológicos se encuentran en los límites de sus áreas de crecimiento natural, lo que resalta la importancia de este principio (Mccarthy 1988)

Principio de Crecimiento Agregado:

Sugiere que el crecimiento de un árbol en un año determinado puede descomponerse en varias variables que incluyen la edad, el clima y eventos internos y externos del bosque. La fórmula $At+Ct+D1t+D2t+Et$ representa esta idea, donde cada variable contribuye al patrón de crecimiento anual (Mccarthy 1988)

Principio del Fechado Cruzado:

Es fundamental para determinar el año exacto de formación de cada anillo de crecimiento mediante la superposición de la anchura de los anillos y otras características estructurales, utilizando diversas técnicas como mediciones gráficas y estadísticas (Martinez 1996)

2.2.5 Anatomía de la madera: Descripción de la estructura interna de la madera.

Los árboles de los bosques tropicales, a menudo referidas como "latifoliadas", pueden ser identificadas hasta el nivel de género y, en ocasiones, hasta el nivel de especie, a través de las características anatómicas de su madera. Además, las variaciones y estructuras que determinan los límites de los anillos de crecimiento se clasifican en anillos claramente diferenciados, no diferenciados o ausentes. (Filho et al. 2004), los elementos anatómicos de la madera de

latifoliadas en contraste con las coníferas, las maderas de latifoliadas presentan una amplia diversidad y cantidad de elementos anatómicos, lo que complica su descripción, pero, al mismo tiempo, facilita la identificación de numerosas especies, a escala macroscópica, los elementos anatómicos estructurales clave incluyen:

Poros o vasos Conocidos como elementos o líneas vasculares en los planos longitudinales, los poros o vasos son estructuras tubulares que permiten el transporte de agua y nutrientes en la madera.

Parénquima El parénquima es un tejido de almacenamiento y transporte de sustancias que puede presentar diferentes patrones y distribuciones en la madera.

Radios o parénquima radial Los radios o parénquima radial son bandas de células parenquimáticas que se extienden radialmente desde la corteza hasta la médula, desempeñando funciones de almacenamiento y transporte.

Fibras Las fibras son células alargadas y de paredes gruesas que brindan soporte mecánico a la madera.

La variedad y cantidad de estos elementos anatómicos en las latifoliadas, en comparación con las coníferas, enriquece la información disponible para la identificación de especies, a pesar de la complejidad que implica su descripción detallada (Vásquez Correa y Ramírez Arango 2011) .

Podemos clasificar las maderas en dos grupos según la presencia de anillos de crecimiento. El primer grupo incluye aquellas maderas donde los anillos de crecimiento no están presentes o son difíciles de observar debido a cambios estructurales graduales, resultando en anillos indistintos o ausentes. El segundo grupo comprende maderas con anillos de crecimiento claramente visibles, que pueden observarse a simple vista o con aumentos de 5 a 10X, debido a cambios estructurales abruptos (Vásquez Correa y Ramírez Arango 2011) .

2.2.6 Anillos de crecimiento

Los anillos de crecimiento en árboles reflejan su crecimiento anual, facilitando la determinación de su edad, el análisis de estos anillos revela la velocidad de crecimiento y condiciones ambientales favorables o adversas (anillos gruesos) (Gimenes et al. 2005b).

2.2.7 Formación de los anillos de crecimiento

Los árboles detienen su crecimiento debido a factores internos o externos, formando anillos, en zonas con estacionalidad climática, este patrón anual se refleja en capas concéntricas en la madera, indicando periodos de actividad y reposo (Gutiérrez 2009).

2.2.8 Anatomía de la madera

La anatomía de la madera es la disciplina que se encarga de estudiar la estructura interna de la madera, desde su organización celular hasta sus rasgos anatómicos, así como también sus cambios estructurales macroscópicos y microscópicos. Su estudio permite conocer las propiedades mecánicas, fisiológicas y ecológicas de la madera, lo que resulta útil en aplicaciones como la dendrocronología, identificación de especies, biomecánica y en tecnología de la madera. (Grosser 2020). Asimismo, el análisis anatómico de una madera es importante para la identificación de especies forestales y sirve como punto de partida para diversos estudios que buscan entender la dinámica de los los árboles, cómo interactúan con otros organismos y su relación con la naturaleza (Polanco Tapia 2006).

A su vez, nos percibimos que el análisis anatómico de la madera se constituye como uno de los aspectos más relevantes para la identificación de especies forestales y para el inicio de trabajos que busquen entender el comportamiento de los organismos vegetales junto con los otros seres vivos y el medio ambiente en el que habitan.

2.2.9 Formas de delimitación de los anillos de crecimiento

En especies latifoliadas, la delimitación de los anillos de crecimiento suele ser más compleja que en coníferas debido a la variabilidad anatómica de su madera. (Brienen y Zuidema 2005c) Aquellas especies que presentan anillos claramente diferenciados o de fácil identificación se consideran "potenciales" para estudios dendrocronológicos, ya que es altamente probable que estos reflejen un crecimiento anual. No obstante, diversos criterios han sido identificados para determinar con precisión los límites de los anillos de crecimiento en angiospermas, los cuales se detallan a continuación.

Presencia de bandas de parénquima marginal

Algunas especies presentan bandas de células de parénquima al final de cada anillo de crecimiento, conocidas como parénquima marginal, que actúan como indicadores claros de la delimitación anual.

ejemplo: *Osteophloeum platyspermum* y *Hymenolobium nitidum* (Mariño Tello 2020b); *Chorisia speciosa* St. Hil.; *Copaifera langsdorfii* Desf. y *Hymenaea courbaril* L. (Tomazello et al. 2024); *Swietenia macrophylla* (Campos Zumaeta et al. 2008)

Cambios en el tamaño y distribución de los vasos

En especies latifoliadas, la delimitación de los anillos de crecimiento puede basarse en variaciones en el tamaño y la distribución de los vasos dentro del anillo. *Cedrela odorata* L. (Campos Zumaeta et al. 2008); *Tectona grandis* (Dominguez S. y Portal C. 2024)

Variaciones en la coloración de la madera

Algunas especies presentan diferencias en la coloración de la madera entre la madera temprana y la madera tardía, lo que facilita la identificación de los anillos de crecimiento. *Swietenia macrophylla* (López y Villalba 2011)

Espesamiento diferencial de las paredes de las fibras

En algunas especies, los anillos de crecimiento están delimitados por la presencia de fibras aplanadas con paredes gruesas en la madera tardía. *Dipteryx odorata*,

Myroxylon balsamum (Portal Cahuana 2017c), *Ocotea puberula* (Reich.) y *Ocotea porosa* (Nus & Mart.) (Tomazello et al. 2024), *Cedrelinga catenaeformis* (Campos Zumaeta et al. 2008)

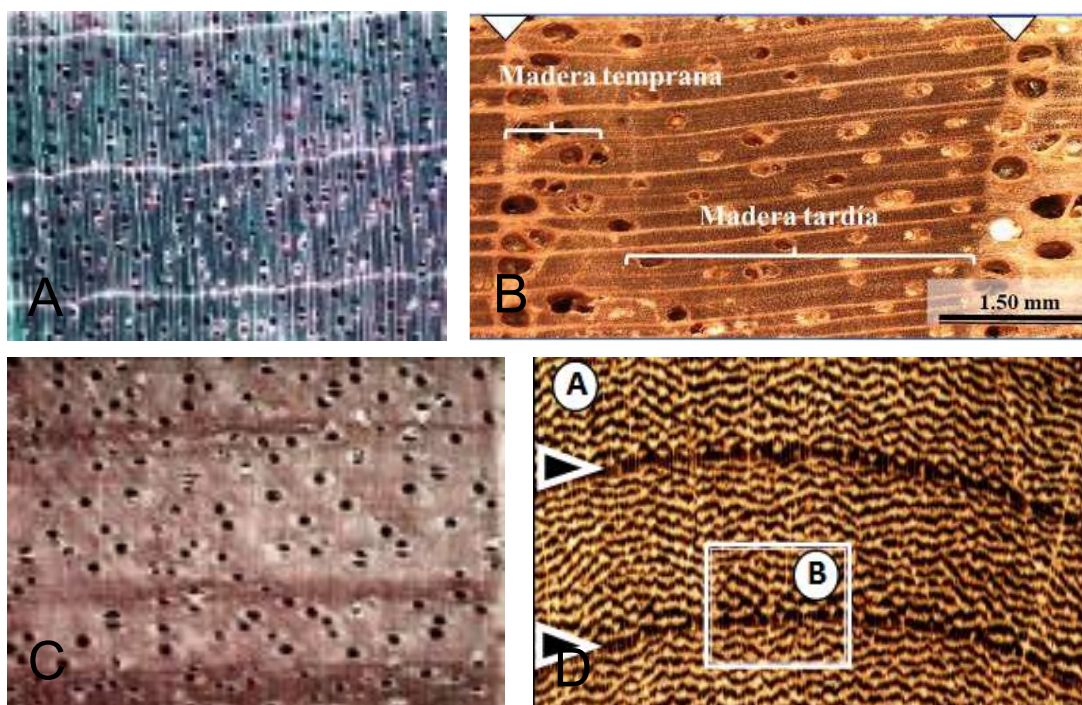


Figura 1. Imágenes macroscópicas de los anillos de crecimiento

A) *Swietenia macrophylla*: Anillo de crecimiento delimitado por un parénquima axial marginal tipo banda marginal continuo (Campos Zumaeta et al. 2008); B) *Tectona grandis*: Anillo de crecimiento por parénquima marginal y por anillos semiporosos (Dominguez S. y Portal C. 2024); C) *Cedrelinga catenaeformis*: Anillos demarcados por una zona fibrosa marcada por serie de fila de fibras con un diámetro radial corto y paredes espesas (Campos Zumaeta et al. 2008); D) *Dipteryx odorata*: Anillos de crecimiento demarcados por zonas fibrosas, también están escasamente demarcados por parénquima marginal (Portal Cahuana 2017c).

CAPITULO III METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de estudio

El presente estudio es una investigación científica de tipo descriptivo que aplica métodos y técnicas especializadas para explorar el potencial dendrocronológico y la caracterización anatómica de especies forestales. Mediante la recopilación y análisis de datos, busca comprender la estructura y crecimiento de los árboles en el Corredor Turístico Bajo Tambopata, generando conocimientos que contribuyan a la ecología forestal y la gestión sostenible de los recursos naturales en la región.

3.2 Diseño de estudio

La investigación se considera cualitativa, debido a que hace una descripción anatómica detallada de las características de los anillos de crecimiento en las especies seleccionadas. De este análisis, se determina su viabilidad para estudios dendrocronológicos que permiten reconstruir patrones de crecimiento radial y posibles cambios ambientales.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Para identificar la población objetivo, se llevó a cabo un inventario en una parcela de 1 hectárea, registrando el número total de especies y el total de individuos a partir de 60 cm DAP (diámetro a la altura del pecho). El resultado fue la identificación de 65 árboles individuales que constituyen la población del estudio.

3.4 Muestra

Se seleccionaron cinco especies siguiendo el criterio del investigador, priorizando aquellas más representativas y ampliamente distribuidas en el área de estudio para analizar su dendrología, caracterización anatómica y evaluar su potencial dendrocronológico a través del estudio de los anillos de crecimiento. Para ello, se muestrearon tres árboles por especie, con un diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a 60 centímetros.

3.5 Métodos y técnicas

3.5.1 Lugar de estudio.

La investigación se llevó a cabo en el predio agrícola denominado "Bosque Sagrado", ubicado en el kilómetro 10 del Corredor Turístico Bajo Tambopata, en la margen izquierda, a una altitud de 201 m.s.n.m., en el distrito y provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios. Según el Ministerio del Ambiente ($12^{\circ}38'57''\text{S}$, $69^{\circ}10'53''\text{W}$), el área se caracteriza por la presencia de bosques de terraza baja (Bta). (MINAM 2015).

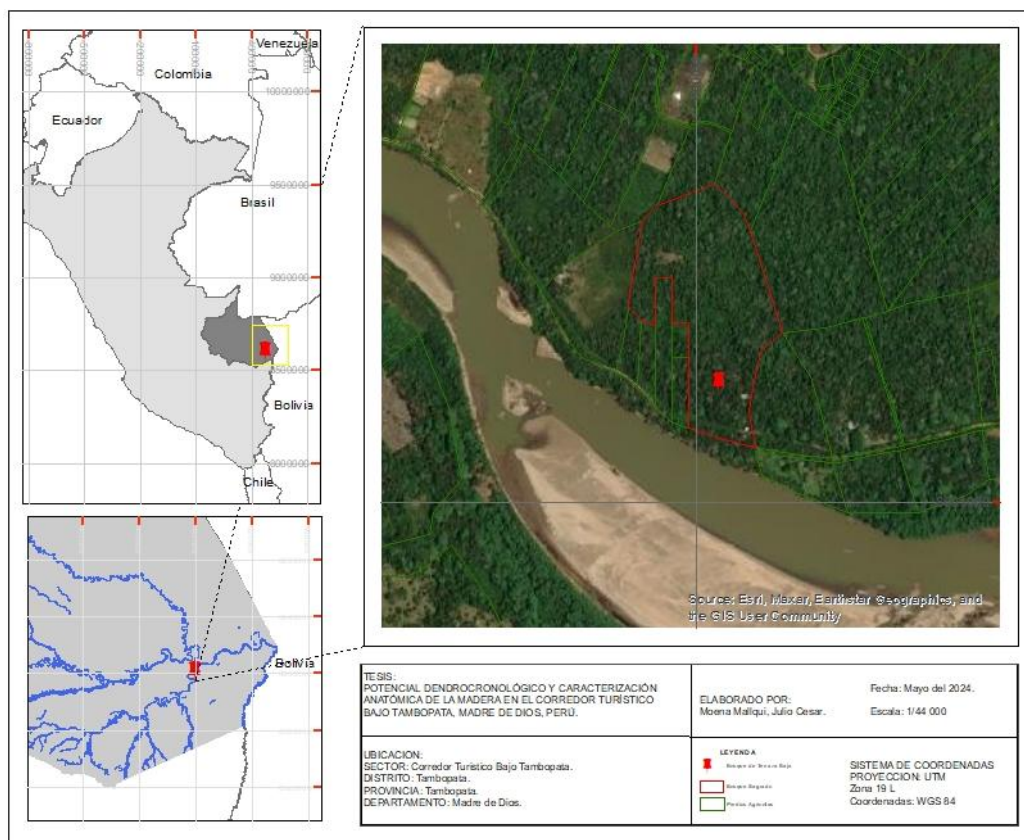


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio, bosque de terraza baja del corredor Turístico bajo Tambopata.

Madre de Dios presenta un clima lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año, con temperatura máxima 29°C a 31°C, temperaturas mínimas 19°C a 21°C y una precipitación anual de 2000 mm a 3500mm aproximadamente, caracterizado por una estación seca (mayo a octubre) y una estación húmeda (noviembre a abril) (Figura 3) (SENAMHI 2021).

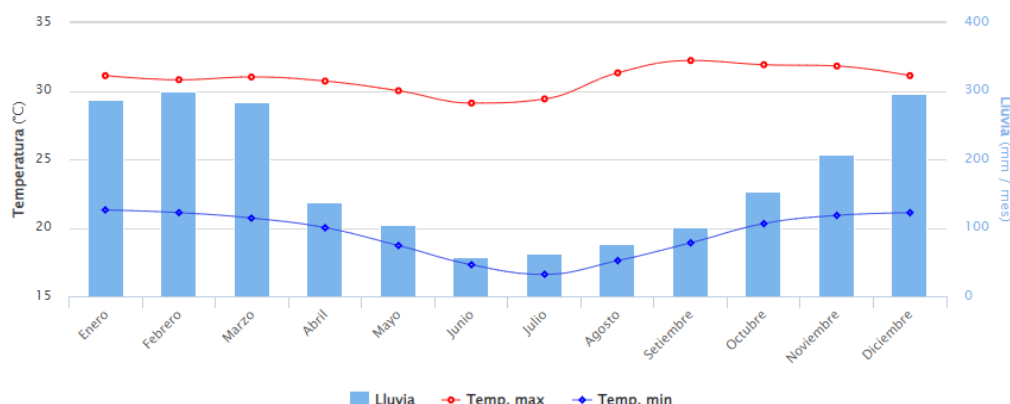


Figura 3. Diagrama climático del departamento de Madre de Dios. Fuente: (SENAMHI 2021).

3.5.2 Colección de muestras botánicas

Se recolectaron muestras botánicas de hojas, flores, inflorescencias y frutos de las cinco especies seleccionadas. Para obtener los órganos vegetativos y reproductivos, se ascendió a los árboles utilizando subidores tipo patas de loro, tijeras telescópicas y tijeras podadoras manuales (Figura 4). Asimismo, se tomaron fotografías de cada especie, registrando detalles de la base del fuste, la corteza externa e interna, el fuste y las muestras botánicas, con el propósito de realizar una posterior descripción dendrológica. Las muestras recolectadas fueron fotografiadas y herborizadas siguiendo la metodología descrita por Reynel (Reynel, et al. 2003) y posteriormente depositadas en el Herbario Alwin Gentry de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios para su correcta identificación.

Para la caracterización dendrológica, se empleó una ficha específica en la que se registraron las siguientes características:

Hábito, Ramificación, Fuste, Raíz, modificaciones, Corteza externa: color, olor, sabor, ritidomas, forma de ritidomas, distribución de ritidomas, forma de lenticelas, distribución de lenticelas, tamaño, placas, escamas, fisuras, grietas, hendiduras y otras estructuras presentes en el fuste, Corteza interna: color, olor, sabor, presencia de secreciones como látex, color, resinas color; presencia de fibras,

anillos, presencia de savia, color, sabor, etc., Hojas: clases de hojas, simples, compuestas, disposición en el tallo ramitas, Flor e inflorescencia, Fruto: clases, simples, compuestos, dehiscentes, indehiscentes, etc., Semilla, características de las semillas; así mismo se utilizó como referencia a (Reynel, Pennington y Pennington 2016) y (Flores Bendezú 2018).

3.5.3 Colección de muestras de leño

Se recolectaron muestras de manera no destructiva, extrayendo una por cada individuo seleccionado. Las muestras obtenidas tienen forma cilíndrica (*tarugo*), con un diámetro de 1,5 cm y una longitud variable, dependiendo del diámetro del árbol muestreado (mayor a 10 cm) (Figura 4). La extracción se realizó a una altura de 1,30 m (DAP) utilizando un taladro mecánico a explosión marca Stihl BT45, equipado con una broca anular de 2,5 cm de diámetro y 60 cm de longitud. Tras la extracción, los orificios en los árboles fueron tratados con fungicida marca Sanix para prevenir infecciones por organismos xilófagos y posteriormente sellados con silicona, aplicando el sellador con un aplicador especializado (Figura 4). Las muestras fueron codificadas y aseguradas pabilo y cinta en un soporte de madera diseñado según su tamaño y grosor. Posteriormente, fueron trasladadas a un taller de carpintería en la ciudad de Puerto Maldonado para su procesamiento y análisis.



Figura 4. Extracción de muestras botánicas y muestras de leño mediante el método no destructivo.

A) selección de especie a muestrear. B y C) colecta de muestras botánicas. D y E) Extracción de muestras de leño. G) Colocación de la muestra en un soporte de madera ajustado a su tamaño y forma. G y H) Orificio con la muestra y orificio después de retirar la muestra. I y J) tratamiento con Sanix y sellado con silicona. K) Muestras de leño fijadas con pabilo.

3.5.4 Procesamiento de muestras de leño

Las muestras fueron secadas al aire libre durante una semana. Una vez secas, se dividieron en tres secciones y se orientaron en cortes transversal, tangencial y radial. Luego, se montaron en soportes utilizando cola sintética para madera para su fijación (Figura 5). Posteriormente, se lijaron con una lijadora orbital, empleando lijas de diferentes granulaciones (80, 140, 240, 400, 600, 800 y 1000) con el propósito de resaltar las características anatómicas, como los anillos de crecimiento, poros, parénquima axial, radios e inclusiones, entre otros.

Una vez lijadas y pulidas, las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Anatomía de la Madera de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios para su análisis con el apoyo de microscopio y estetoscopio. Este procedimiento permitió su caracterización, la visualización de estructuras anatómicas y la delimitación de los anillos de crecimiento. Finalmente, las secciones transversales, tangenciales y radiales fueron escaneadas a una resolución de 1200 dpi utilizando un escáner HP Ink Tank 315 (Figura 5).

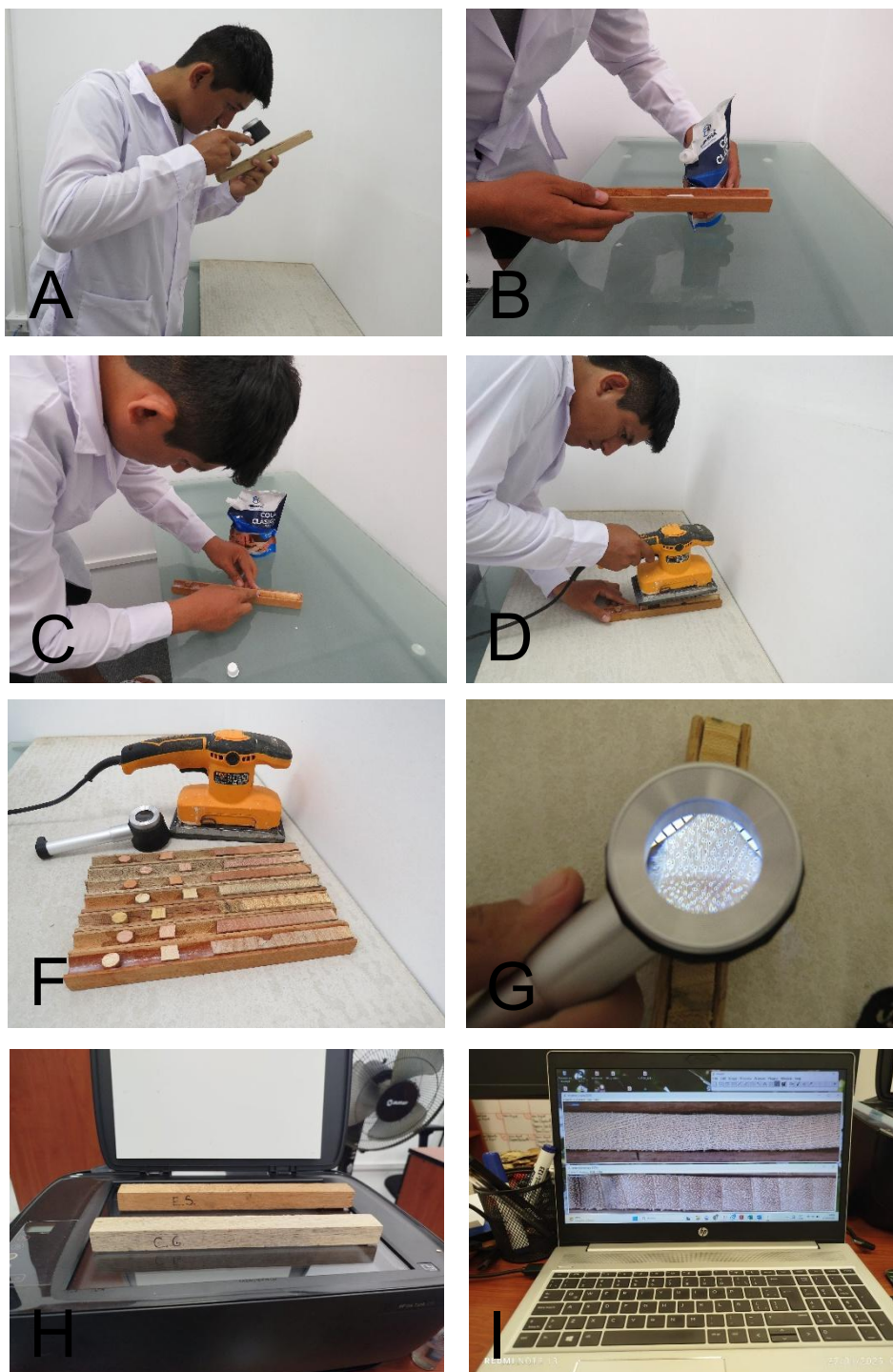


Figura 5. Procesamiento de muestras de leño para la caracterización y análisis de los anillos de crecimiento.

A) Identificación de la sección transversal, radial y tangencial. B y C) Pegado de las muestras orientadas en el soporte de madera. D) Pulido de las tres secciones

de las muestras. F) Lijadora orbital, lupa de 10 x y muestras procesadas. G) Observación de las características anatómicas con el apoyo de una lupa de 10 x. G y I) Escaneo de las muestras a una resolución de 1200 dpi.

3.5.5 Caracterización anatómica macroscópica

La descripción anatómica macroscópica se realizó siguiendo los estándares establecidos por la Asociación de Anatomistas de la Madera (IAWA 1989). Para este análisis, se utilizó una lupa de 10x. La muestra, correctamente orientada en corte transversal, fue observada para describir los anillos de crecimiento, el tipo de delimitación, la porosidad, el parénquima, los radios, las inclusiones y la presencia de madera temprana y tardía. Además, se registraron las características organolépticas, como color, olor, sabor, textura, grano y brillo.

3.5.6 Caracterización anatómica de los anillos de crecimiento

Se procedió a caracterizar la estructura de los anillos de crecimiento de cada especie utilizando un microscopio conectado a una computadora y una lupa de 10x de aumento. El objetivo es visualizar, capturar e identificar los anillos de crecimiento, tanto verdaderos como falsos, y clasificarlos de acuerdo con los estándares establecidos por la (IAWA 1989). Estos estándares proporcionan pautas para la interpretación de los anillos de crecimiento en función de los cambios estructurales observados.

3.5.7 Evaluación del potencial dendrocronológico

Para identificar las especies con potencial dendrocronológico, se utilizó la metodología propuesta por (Marcelo-Peña et al. 2020c), según el siguiente criterio:

Tabla 2. Criterios para la evaluación de las características anatómicas presentes en los anillos de crecimiento.

DLAC = Distinción del límite del anillo de crecimiento	
MuD	Muy distinto
MD	Moderadamente distinto
POD	Poco distinto
IoA	Indistinto o ausente
DLA= Descriptor del límite anatómico	
CEPF	Cambio en el espesor de la pared de la fibra
PM	Parénquima marginal
CEPF-PM	Cambio en el espesor de la pared de la fibra combinado con parénquima marginal
PSC-PM	Porosidad semicircular combinada con parénquima marginal
FM	Floema marginal

Para seleccionar las especies con mayor potencial dendrocronológico, se priorizaron aquellas clasificadas en el grupo **MuD = muy distinto**, con el objetivo de facilitar la identificación de los anillos de crecimiento en cada muestra. Se consideraron como descriptores del límite de los anillos el cambio en el grosor de la pared de la fibra, la presencia de parénquima marginal o la combinación de ambos criterios.

3.5.8 Tratamiento de los datos

Se siguió una secuencia lógica y científica para el tratamiento de los datos, que incluyó la recolección de muestras botánicas y muestras de leño. En estas últimas, se realizó una caracterización detallada de la estructura anatómica de la madera, siguiendo las directrices establecidas por la IAWA (1989).

La identificación de los límites de los anillos de crecimiento y su caracterización se llevó a cabo mediante observación directa a simple vista, complementada con el uso de una lupa de 10x de aumento. Posteriormente, los resultados fueron interpretados de manera rigurosa, considerando el contexto específico del estudio y su contribución al conocimiento existente. Asimismo, se contrastaron los hallazgos con investigaciones previas relacionadas, lo que permitió enriquecer el análisis y aportar perspectivas complementarias al abordaje dendrocronológico.

CAPITULO IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

4.1 Descripción dendrológicas de cinco especies

Se presenta una descripción detallada de las características dendrológicas de cinco especies pertenecientes a dos familias botánicas (Tabla 3): cuatro especies de la familia Fabácea y una de la familia Malvácea. Además, se incluye información sobre su distribución geográfica en el Perú, recopilada a partir de los datos disponibles en la plataforma www.tropicos.org. las características abarcan aspectos como el hábitat, fuste, la corteza externa e interna, hojas, inflorescencia, frutos y semillas. Para complementar esta información, se incluyen fotografías detalladas que ilustran el fuste, la disposición de las hojas, la estructura de la corteza (tanto externa como interna) y base del fuste.

Tabla 3. Especies forestales seleccionadas para el presente estudio.

N°	Familia	Género	Especie	Nombre común
1	Fabaceae	<i>Enterolobium</i>	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	Pashaco de oreja negra, pashaco oreja de negro.
2	Fabaceae	<i>Erythrina</i>	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	Amasisa.
3	Fabaceae	<i>Crudia</i>	<i>Crudia glaberrima</i> (Steud.) J.F. Macbr.	Pisho, bushilla.
4	Fabaceae	<i>Copaifera</i>	<i>Copaifera reticulata</i> Ducke	Copaiba blanca
5	Malvaceae	<i>Sterculia</i>	<i>Sterculia apeibophylla</i> Ducke	Huira, huarmi caspi o sapote rojo.

Nombre científico: *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. (Figura 11)

Familia: FABACEAE

Nombre común: Pashaco de oreja negra, pashaco oreja de negro.

Distribución: Se han registrado colectas botánicas en Madre de Dios (Tambopata), Pasco (Oxapampa), y su presencia ha sido confirmada en las regiones de Loreto y Ucayali.

Habitad: La especie prospera en bosques de tierras bajas no inundables, generalmente por debajo de los 500 m s.n.m.

Descripción dendrológica:

Fuste: Puede alcanzar una altura de hasta 40 metros. Presenta un fuste cilíndrico, recto y bien desarrollado, que se extiende desde la base hasta la copa. Su tronco suele ser de gran diámetro y puede alcanzar dimensiones significativas en bosques maduros.

Corteza: La superficie del tronco presenta un color castaño y una textura áspera, con tendencia a volverse más rugosa y fisurada con el tiempo. Al realizar un corte en la corteza, se observa una capa interna de tonalidad blanquecino-amarillenta, con una secreción gomosa, escasa, cristalina y ligeramente pegajosa.

hoja: Las hojas son compuestas, bipinnadas y alternas, con estípulas pequeñas y caducas. Tienen 10 a 20 pares de pinnas, cada una con 40 a 60 pares de folíolos verde oscuro, menores de un centímetro. Presentan una glándula prominente en el pecíolo y glandulitas en el raquis, ambos con finos pelos castaños que les dan una textura pubescente.

Inflorescencia: La especie presenta una inflorescencia en forma de pequeñas cabezuelas globosas, las cuales se agrupan en manojos ubicados en las axilas de las hojas. Estas estructuras florales contribuyen a su estrategia reproductiva, facilitando la polinización a través de agentes como el viento o insectos.

frutos: La especie produce un fruto en forma de legumbre curvada, con una apariencia similar a una oreja. Su tamaño varía entre 5 y 7 cm de ancho, y presenta un color castaño en la madurez.

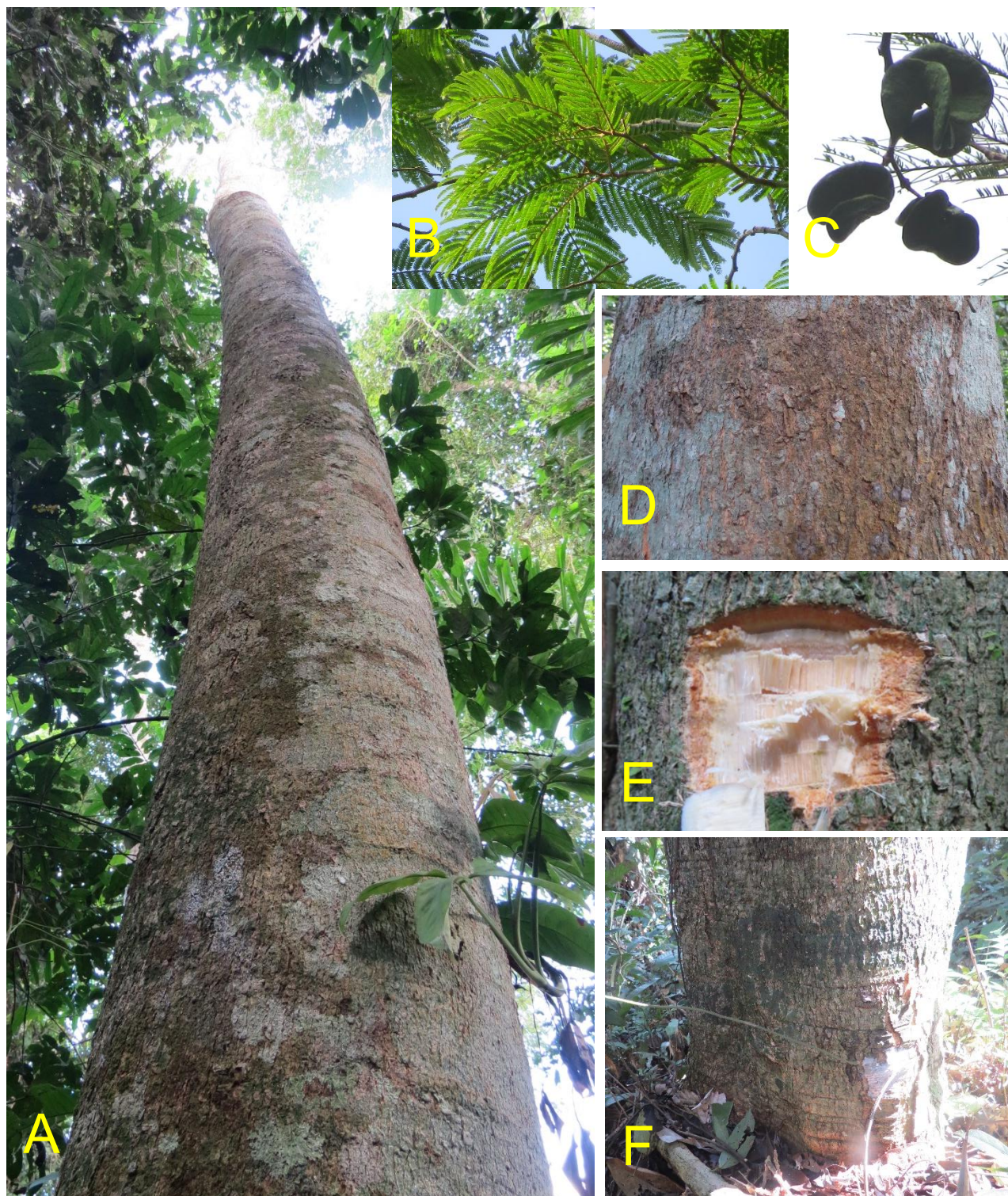


Figura 6. Imágenes dendrológicas de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth., donde se observan: A) Fuste, B) Hojas, C) Frutos, D) Corteza externa, E) Corteza interna y F) Base del fuste.

Nombre científico: *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook. (Figura 7)

Familia: FABACEAE

Nombre común: Amasisa.

Distribución: En el Perú, esta especie se distribuye en las regiones de **Madre de Dios, Cusco, Huánuco, Pasco y San Martín**. Específicamente, se encuentra en ecosistemas característicos de estas zonas, donde las condiciones climáticas y ecológicas favorecen su desarrollo.

Habitad: Se encuentra en bosques húmedos tropicales de la Amazonía, principalmente en zonas riparias y suelos bien drenados, a altitudes de hasta 1,500 m.s.n.m.

Descripción dendrológica:

Fuste: Árbol mediano a grande, alcanzando entre 15 y 30 metros de altura, con un diámetro a la altura del pecho (DAP) de hasta 100 cm. Presenta un fuste recto o ligeramente tortuoso, con ramas gruesas y una copa amplia y densa.

Corteza: Externa de color grisáceo o marrón claro, con lenticelas conspicuas y textura rugosa presencia de espinas dispersas, especialmente en individuos jóvenes, corteza interna homogénea color blanquecino.

hoja: Compuestas, trifoliadas y alternas. Los folíolos son grandes, ovado-rómbicos o elípticos, con margen entero, ápice acuminado y base redondeada. De color verde intenso, con una textura ligeramente pubescente en el envés.

Inflorescencia: En racimos terminales, con flores de color rojo anaranjado brillante, de forma tubular y dispuestas en racimos erectos.

frutos: Fruto tipo legumbre lineal, de 10 a 20 cm de largo, de color marrón oscuro en la madurez. Contiene de 3 a 6 semillas de color negro o marrón rojizo, con una cubierta dura y brillante.

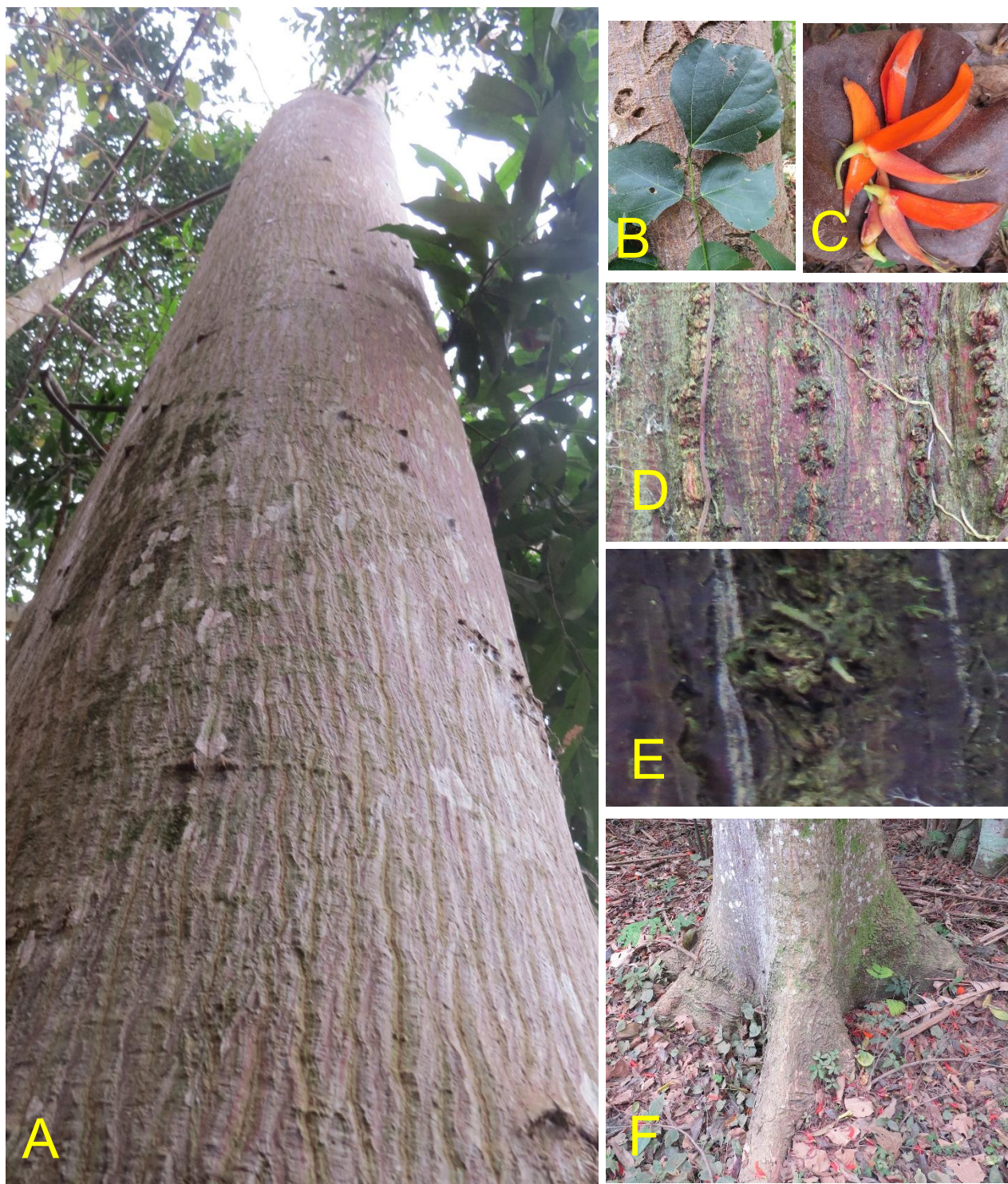


Figura 7. Imágenes dendrológicas de *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook, donde se observan: A) Fuste, B) Hojas, C) flores, D) Corteza externa, E) Corteza interna y F) Base del fuste.

Nombre científico: *Crudia glaberrima* (Steud.) J.F. Macbr. **(Figura 8)**

Familia: FABACEA

Nombre común: Pisho, bushilla

Distribución: En Perú se encuentra distribuido en las regiones de Loreto, Madre de Dios, Ucayali.

Habitad: La especie Prefiere bosques inundables y terrenos bajos cercanos a cuerpos de agua.

Descripción dendrológica:

Fuste: Es un árbol de porte mediano a grande, con una altura que varía entre 10 y 25 metros, y un diámetro a la altura del pecho (DAP) que puede alcanzar hasta 60 cm. Su fuste es recto y cilíndrico, presentando pequeñas aletas en la base.

Corteza: Externa de color gris parduzco ligeramente rugosa, corteza interna de color rojiza clara.

hoja: Hojas compuestas imparipinnadas de 6 a 12 cm de largo, con 5 a 9 folíolos de textura cartácea. Los folíolos son oblanceolados u oblanceolado-falcados, con ápice acuminado o cortante-atenuado y base ligeramente desigual, redondeada, obtusa o cuneada. La superficie es glabra o presenta una escasa y diminuta pubescencia serícea en el envés

Inflorescencia: Inflorescencias en racimos axilares o terminales. con flores pequeñas de color blanco a crema

frutos: Fruto tipo El fruto es una legumbre leñosa, dehiscente al alcanzar la madurez. Tiene una forma aplanada y alargada, y en su interior alberga semillas grandes, de color marrón oscuro, con una superficie brillante de forma ovalada

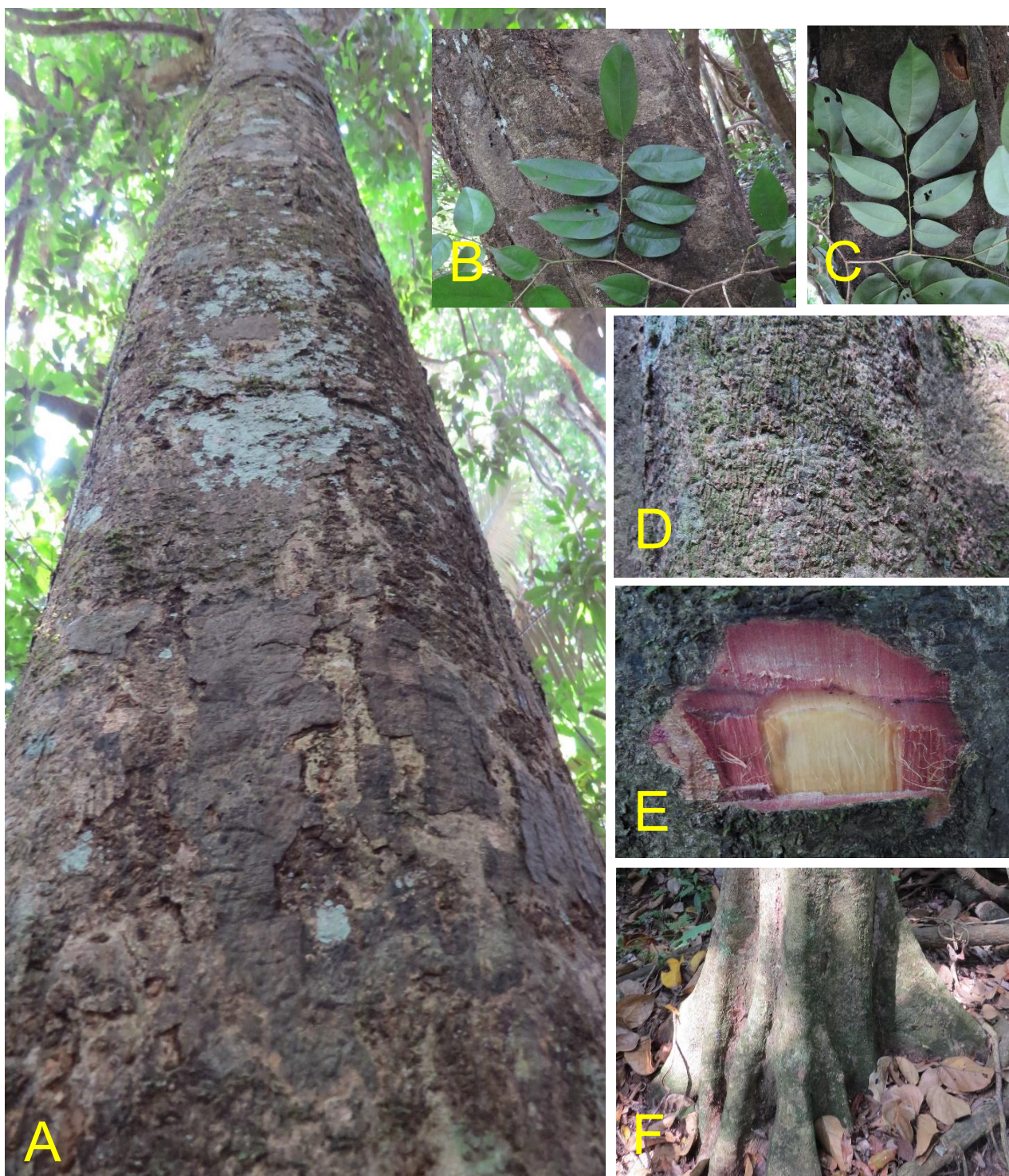


Figura 8. Imágenes dendrológicas de *Crudia glaberrima* (Steud.) J.F., donde se observan: A) Fuste, B y C) Hojas, D) Corteza externa, E) Corteza interna y F) Base del fuste.

Nombre científico: *Copaifera reticulata* Ducke (**Figura 9**)

Familia: FABACEAE

Nombre común: Copaiba

Distribución: En Perú, se encuentra en los departamentos de Ucayali (Atalaya), Madre de Dios y Loreto (carretera Iquitos-Nauta).

Habitad: La especie se desarrolla en zonas con precipitaciones elevadas y constantes, en bosques húmedos, incluidas selvas altas con suelos de marga arenosa.

Descripción dendrológica:

Fuste: Tiene un fuste cilíndrico y recto que se extiende hasta la base, alcanzando diámetros de hasta 120 cm y una altura máxima de 30 a 45 m. En su interior, alberga un líquido oleoso y aromático.

Corteza: La corteza externa, de tonalidad marrón claro a grisácea, textura lisa a ligeramente fisurada, corteza interna de una tonalidad más clara y puede exudar una resina oleosa conocida como bálsamo de copaiba.

hoja: Presenta hojas compuestas, imparipinnadas o paripinnadas, de disposición alterna y organizadas en espiral. Sus folíolos son oblongos a elípticos, con margen entero y ápice acuminado. La nervadura es prominente en el envés, mientras que el pecíolo es delgado y de longitud moderada.

Inflorescencia: En racimosas o paniculadas, las flores son pequeñas, de color blanco o crema, con cinco pétalos y un cáliz campanulado.

frutos: Legumbres leñosas, dehiscentes, que contienen semillas de color marrón oscuro, recubiertas por una capa dura.

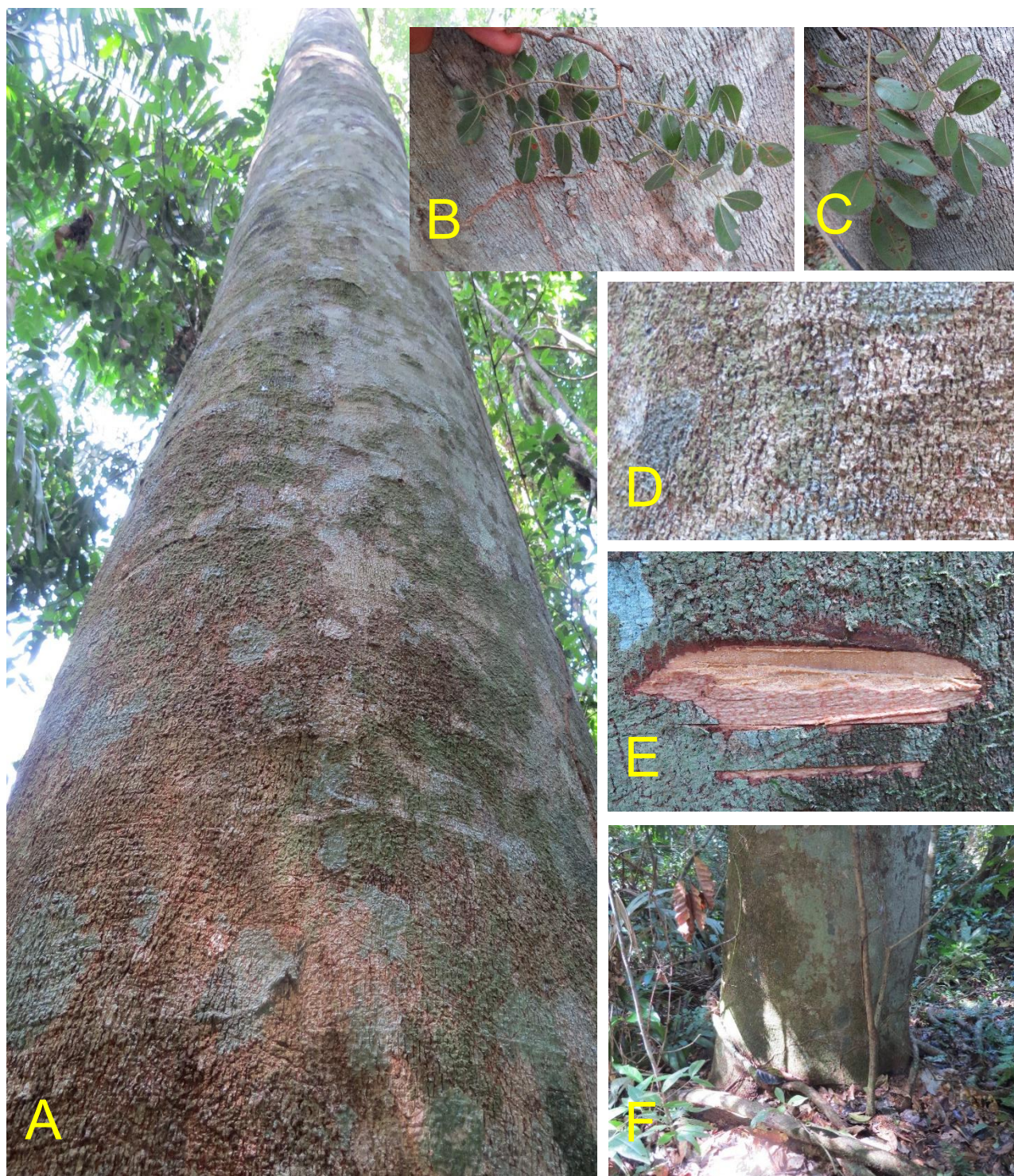


Figura 9. Imágenes dendrológicas de *Copaifera reticulata* Ducke, donde se observan: A) Fuste, B y C) Hojas, D) Corteza externa, E) Corteza interna y F) Base del fuste.

Nombre científico: *Sterculia apeibophylla* Ducke. **(Figura 10)**

Familia: Malvacea

Nombre común: Huirá, huarmi caspi o sapote rojo.

Distribución: En Perú se ha registrado en las regiones de Madre de Dios, Loreto y Alto Amazonas. Además, su presencia ha sido reportada en la selva baja peruana, particularmente en Yurimaguas, situada en la margen izquierda del río Huallaga.

Habitad: La especie se desarrolla en bosques húmedos tropicales, alcanzando altitudes de hasta 800 m.s.n.m., principalmente en suelos rojos de colinas.

Descripción dendrológica:

Fuste: Árbol de tamaño mediano a grande, alcanzando entre 15 y 25 metros de altura, con un diámetro a la altura del pecho (DAP) de hasta 80 cm. El fuste es recto, cilíndrico y relativamente limpio en su parte inferior.

Corteza: Externa de color marrón grisáceo a rojizo, con una textura lisa a ligeramente fisurada con presencia de lenticelas, corteza interna presenta una tonalidad más clara, con exudaciones mucilaginosas características de la familia Malvaceae.

hoja: simples y alternas y de forma oblonga a ovada, con ápice acuminado y base redondeada. Presentan una nerviación prominente en el envés y una textura coriácea. El pecíolo es largo y delgado.

Inflorescencia: Dispuestas en paniculadas o racimosas. Son pequeñas y de color amarillento o crema, con cinco pétalos, cáliz campanulado y presencia de estructuras nectíferas que atraen polinizadores.

frutos: Fruto tipo folículo leñoso, grande y dehiscente, con una textura rugosa. Al madurar, se abre liberando semillas de color oscuro.

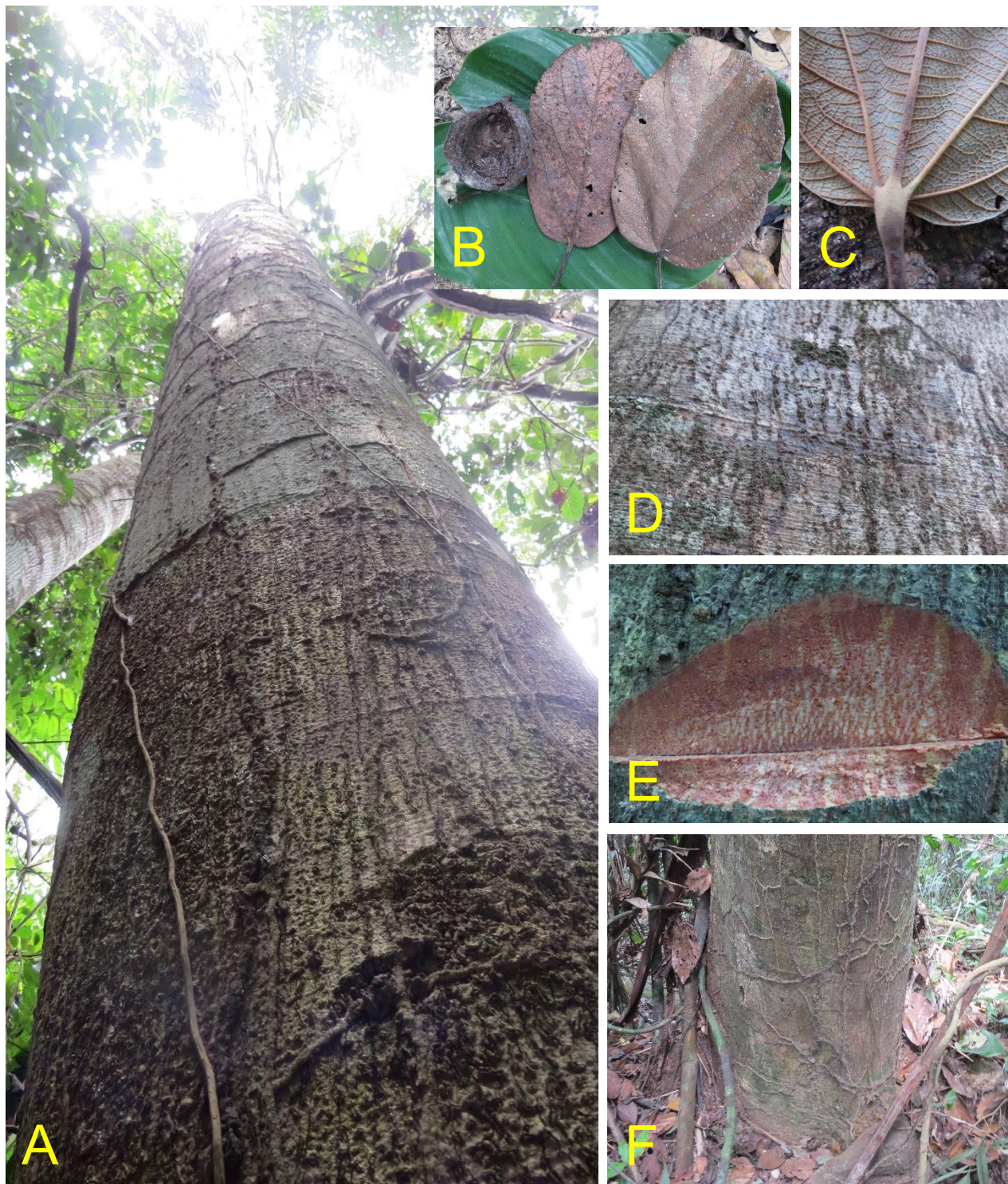


Figura 10. Imágenes dendrológicas de *Sterculia apeibophylla* Ducke, donde se observan: A) Fuste, B y C) Hojas y fruto, D) Corteza externa, E) Corteza interna y F) Base del fuste.

En la última década, los estudios que han integrado el análisis botánico con la caracterización anatómica de la madera siguen siendo limitados, a pesar de su importancia en la identificación y diferenciación de especies forestales. Algunas investigaciones que han explorado esta relación incluyen los trabajos de Marcelo-Peña, Santini y Tomazello Filho (2019); MAAE-MAG-PNUD (2021); Portal Cahuana (2017a), los cuales han proporcionado información valiosa sobre la correlación entre rasgos morfológicos y anatómicos.

Este tipo de estudios es fundamental para mejorar la precisión en la identificación taxonómica, tanto en el árbol en pie como en su madera procesada, lo que facilita su reconocimiento en campo y en entornos de análisis especializados. Para complementar, su aplicación es crucial en el desarrollo de políticas respecto a la trazabilidad, certificación y gestión sostenible de los recursos forestales ya que mejora el control dentro de la cadena de custodia de la madera y minimiza el comercio ilegal de especies maderables. Igualmente, importante es señalar la relevancia de la caracterización dendrológica de las especies forestales, especialmente de *Crudia glaberrima* (Steud.) J.F. ya que se ha identificado una notable escasez de información científica.

Esta contribución no solo añade a la comprensión de los bosques tropicales, sino que también es particularmente importante en el contexto del corredor turístico Bajo Tambopata, Madre de Dios, que es una región fundamental para la conservación y gestión sostenible de la biodiversidad.

4.2 Descripción anatómica de las cinco especies

En esta sección se describen las características de cada especie que incluyen los atributos generales y organolépticos como el color, olor, sabor, textura y veteado. En particular, se realiza un análisis detallado de la anatomía del espécimen considerando la porosidad, la disposición y el tamaño de los poros, el parénquima, la estructura de los radios y la presencia o ausencia de inclusiones. Además del texto descriptivo, se proporcionan ilustraciones de las maderas que muestran características macroscópicas, incluyendo los anillos de crecimiento que se marcaron con una escala de 5 mm para facilitar la medición, y las secciones transversales, tangenciales y radiales se fotografiaron con escalas de 2 mm, facilitando la visualización de la estructura interna de la madera.

Nombre científico: *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. **(Figura 11)**

Familia: Fabaceae

Nombre común: Pashaco de oreja negra, pashaco oreja de negro

Descripción de características generales y organolépticas:

En condiciones seca al aire la albura presenta un color amarillo claro y el duramen un color amarillo oscuro, olor no perceptible, sabor no distintivo, textura gruesa, brillo medio, veteado en arcos superpuestos.

Descripción macroscópica:

Porosidad: Difusa.

Poros: Visibles a simple vista, solitarios y múltiples radiales.

Parénquima axial: Visible a simple vista, paratraqueal Predominante vasicéntrico y escaso aliforme en forma de rombo.

Radios: Visibles sólo bajo lentes de 10x, delgados espaciados irregularmente, no estratificados en la sección tangencial.

Inclusiones: Inclusiones gomosas en los vasos.

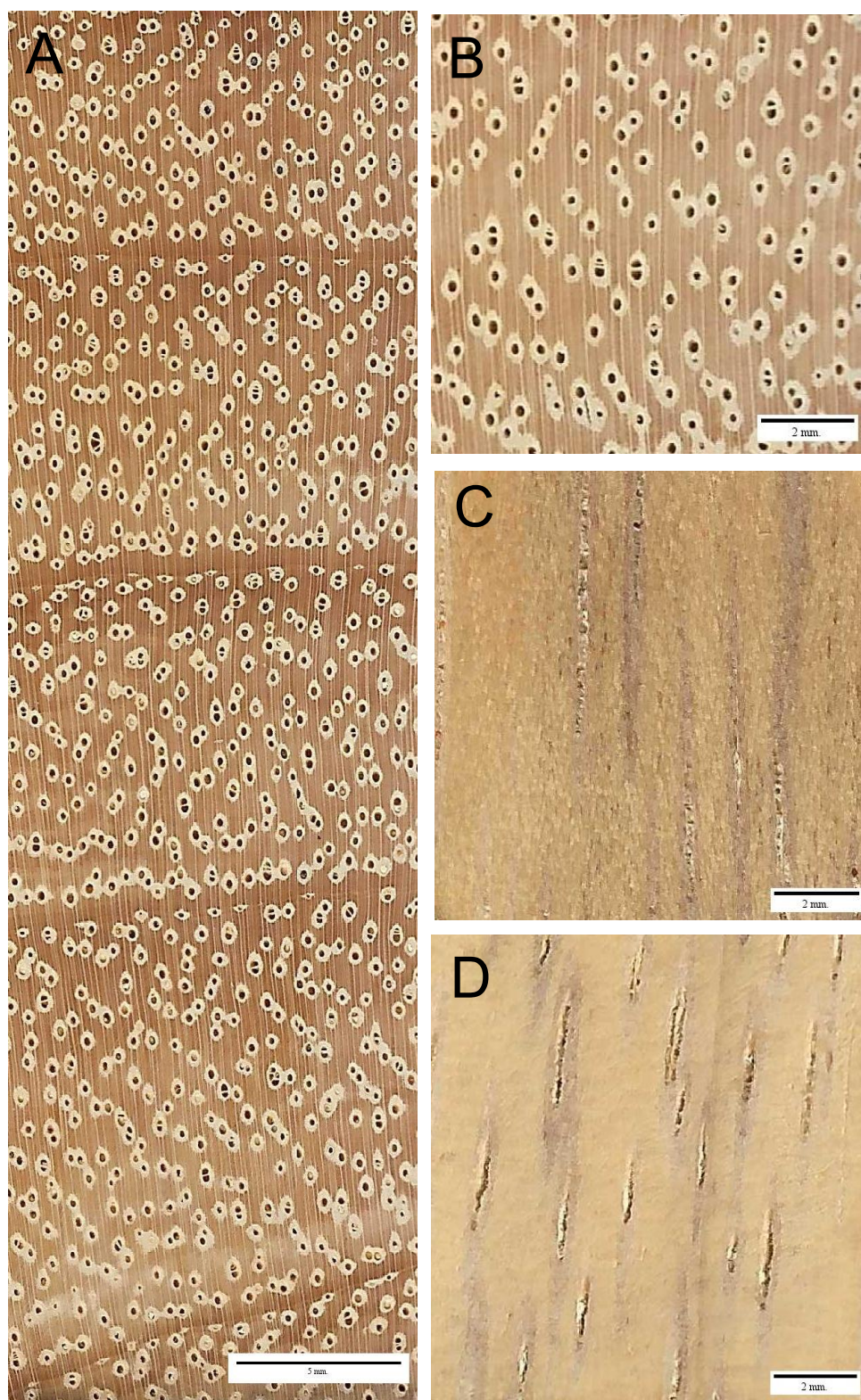


Figura 11. Imágenes macroscópicas de la especie *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth.: A) Anillos de crecimiento diferenciados. B) Corte transversal. C) Corte Tangencial. D) Corte radial.

Nombre científico: *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook. **(Figura 12)**

Familia: Fabaceae

Nombre común: Amasisa

Descripción de características generales y organolépticas:

En condiciones seca al aire presenta un color blanco amarillento, no existe diferencia entre albura y duramen, olor no perceptible, sabor no distintivo, textura gruesa, brillo medio, vetado en arcos superpuestos y jaspeado. anillos de crecimiento no diferenciado

Descripción macroscópica:

Porosidad: Difusa.

Poros: Visibles a simple vista, solitarios de forma ovalada y escasos múltiples radiales.

Parénquima axial: Visible a simple vista, de tipo bandas anchas.

Radios: Visibles a simple vista no estratificados en la sección tangencial.

Inclusiones: No presenta

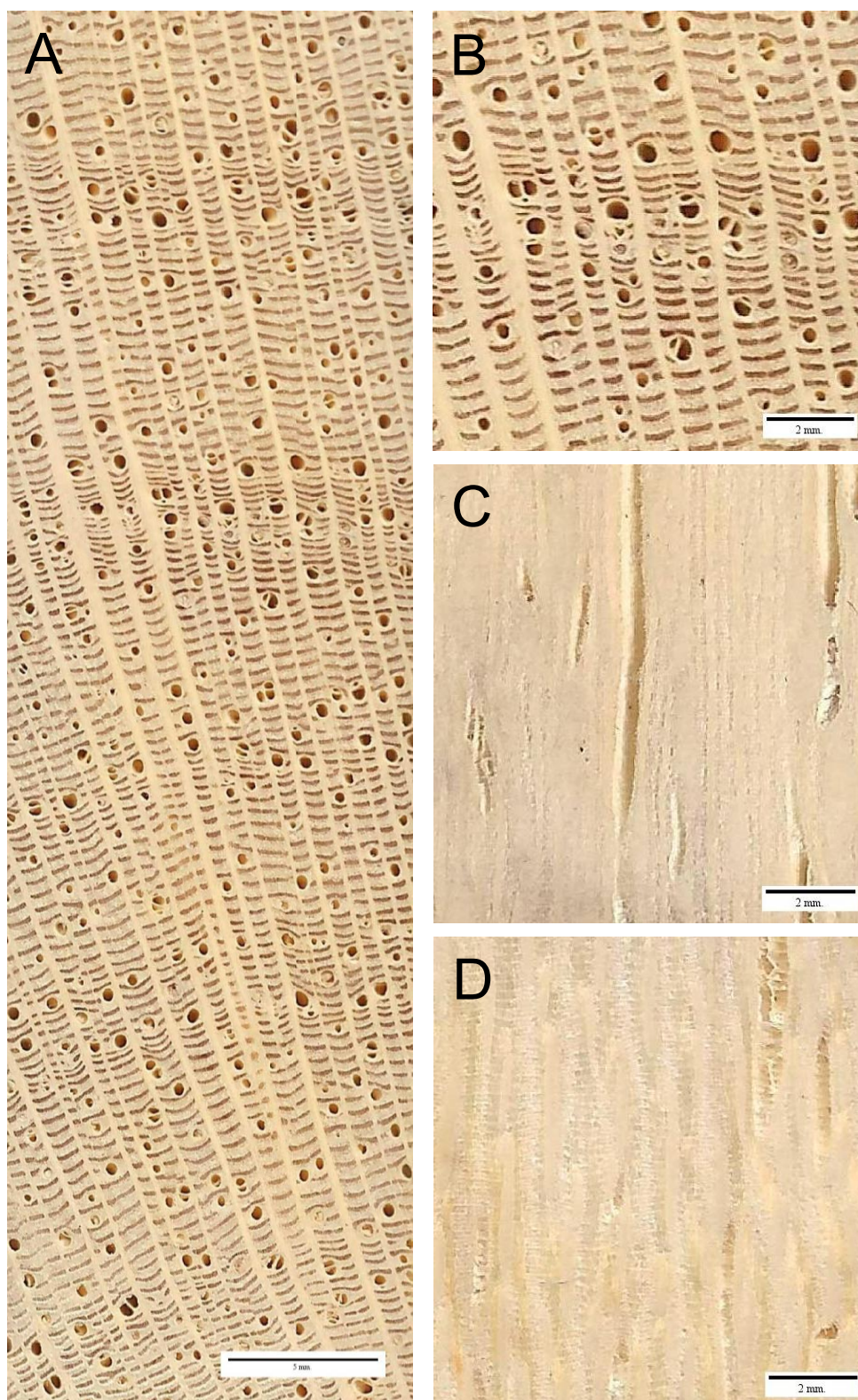


Figura 12. Imágenes macroscópicas de la especie *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook: A) Anillos de crecimiento diferenciados. B) Corte transversal. C) Corte Tangencial. D) Corte radial.

Nombre científico: *Crudia glaberrima* (Steud.) J.F. Macbr. **(Figura 13)**

Familia: Fabaceae

Nombre común: Pisho, Bushilla

Descripción de características generales y organolépticas:

En condiciones seca al aire la albura presenta color marrón claro y una transición a marrón oscuro hacia el duramen, olor no perceptible, sabor no distintivo, textura media a gruesa, brillo medio, veteado en arcos superpuestos.

Descripción macroscópica:

Porosidad: Difusa.

Poros: Visibles a simple vista, solitarios de forma redonda y escasos múltiples radiales.

Parénquima axial: Visible a simple vista, de tipo bandas anchas.

Radios: Visibles con lupa de 10 x, estratificados en la sección tangencial.

Inclusiones: Gomas.

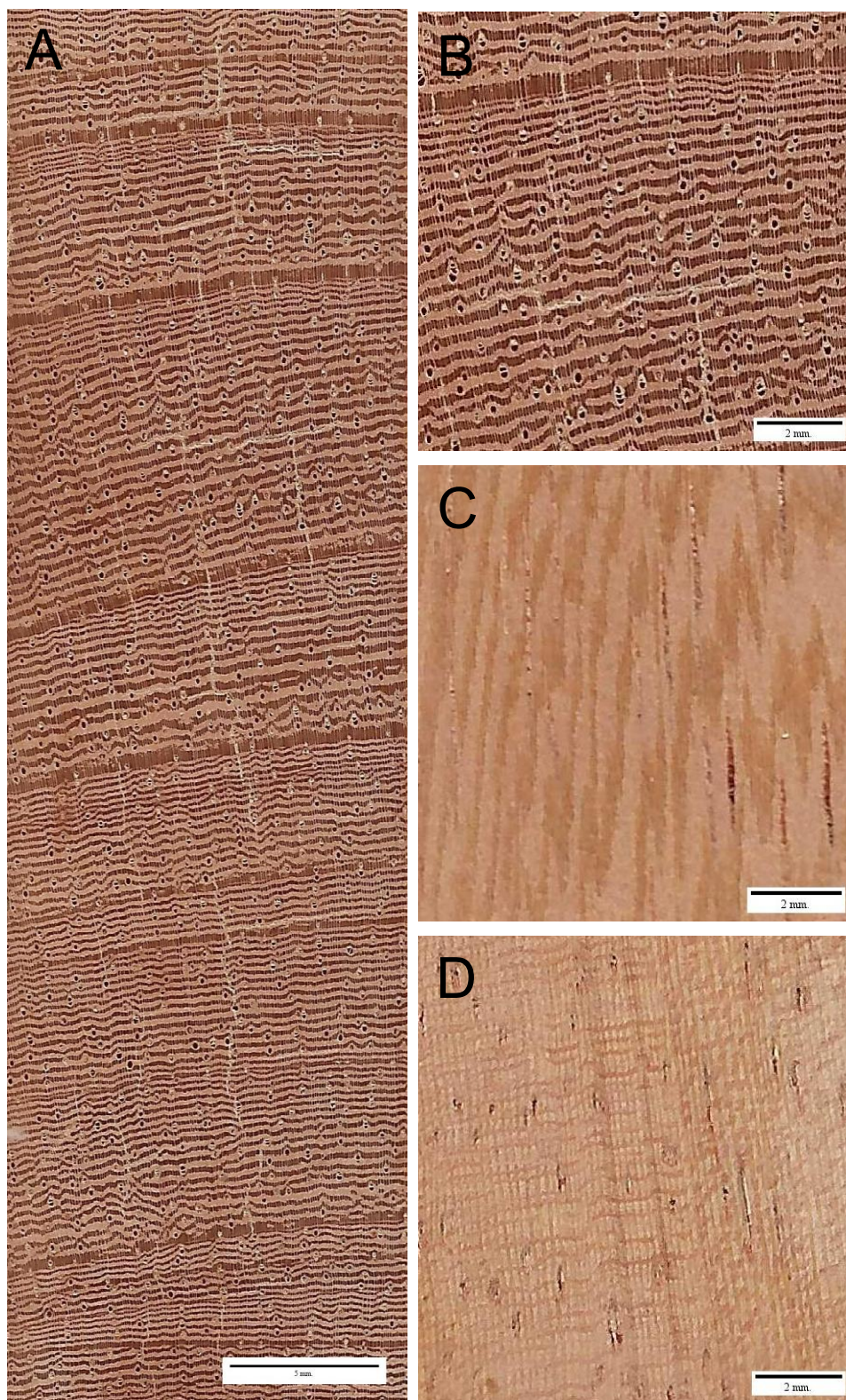


Figura 13. Imágenes macroscópicas de la especie *Crudia glaberrima* (Steud.) J.F. Macbr.: A) Anillos de crecimiento. B) Corte transversal. C) Corte Tangencial. D) Corte radial.

Nombre científico: *Copaifera reticulata* Ducke. **(Figura 12)**

Familia: Fabaceae

Nombre común: Copaiba blanca

Descripción de características generales y organolépticas:

En condiciones seca al aire presenta un color marrón claro, no existe diferencia entre albura y duramen, olor no perceptible, sabor no distintivo, textura media, brillo medio, veteado en arcos superpuestos y jaspeado.

Descripción macroscópica:

Porosidad: Difusa.

Poros: Visibles a simple vista, solitarios de forma redonda y escasos múltiples radiales.

Parénquima axial: Visible a simple vista, en bandas tipo marginal y paratraqueal vasicentrico.

Radios: Visibles a simple, no estratificados en el corte tangencial.

Inclusiones: Presencia de aceites en cales axiales asociados al parénquima marginal.

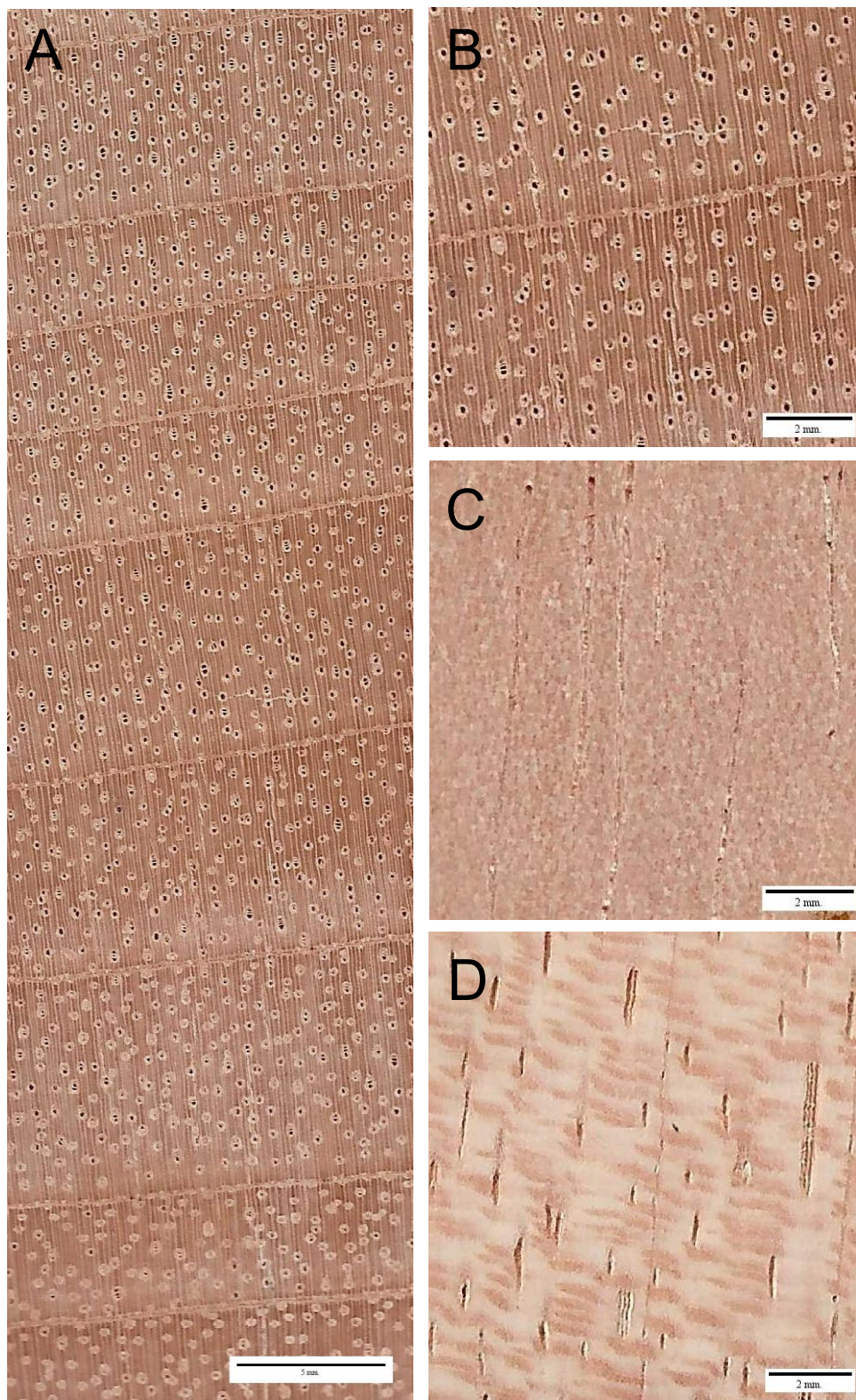


Figura 14. Imágenes macroscópicas de la especie *Copaifera reticulata* Ducke: A) Anillos de crecimiento. B) Corte transversal. C) Corte Tangencial. D) Corte radial.

Nombre científico: *Sterculia apeibophylla* Ducke. **(Figura 11)**

Familia: Malvacea

Nombre común: Huirá, huarmi caspi o sapote rojo

Descripción de características generales y organolépticas:

En condiciones seca al aire la albura presenta amarillo y el duramen color rojizo a marrón oscuro, olor no perceptible, sabor no distintivo, textura gruesa, brillo medio, veteado jaspeado.

Descripción macroscópica:

Porosidad: Difusa.

Poros: Visibles a simple vista, solitarios de forma redonda y múltiples radiales, algunos arracimados.

Parénquima axial: Visible a simple vista, apotraqueal difuso de tipo difuso en agregados, paratraqueal de tipo vasicentrico y en bandas tipo marginal.

Radios: Visibles a simple vista, gruesos, no estratificados en la sección tangencial.

Inclusiones: Presencia de inclusiones gomosas en los vasos.

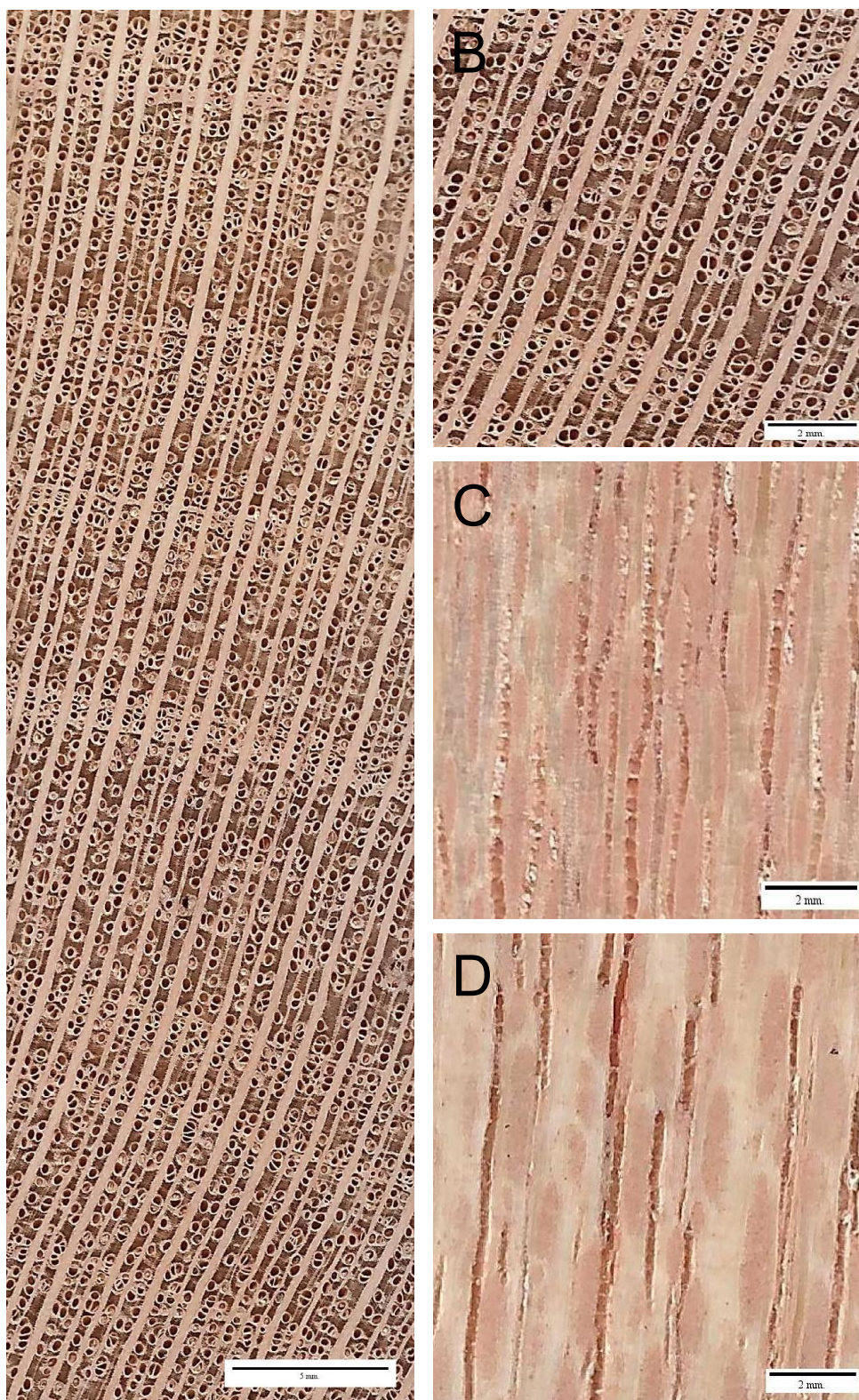


Figura 15. Imágenes macroscópicas de la especie *Sterculia apeibophylla* Ducke.: A) Anillos de crecimiento. B) Corte transversal. C) Corte Tangencial. D) Corte radial.

Tabla 4. Resumen de las características anatómicas de las cinco especies forestales estudiadas provenientes de corredor turístico bajo Tambopata, Madre de dios.

Nombre científico	Características Generales					Anillos de crecimiento	Características Macroscópicas																							Radios visibles																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
							Tipo de parénquima											Poros													Inclusiones																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
																		Agrupación	Disposición				Tamaño			Porosidad	En bandas					Paratraqueal				Apotraqueal																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	Arracimados	Múltiples radiales	Radial	Sin patrón definido	Tangencial		Dendrica	Oblicua	Radial	Pequeño	Mediano	Grande	Difuso	Semicircular	Circular	Marginal	Bandas anchas		Bandas finas	Reticulado	Aliforme lineal	Confluente	Aliforme	Vasicentrico	Escaso		Difuso en agregados	Difuso																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.)	1	2	2	2		3	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

Nota. **Color:** 1. Amarillo, 2. Rojo, 3. Marrón. **Sabor y Olor:** 1. Perceptible, 2. No perceptible. **Brillo:** 1. Alto, 2. Moderado, 3. Bajo. **Textura:** 1.

Fina, 2. Media, 3. Gruesa. **Anillos de crecimiento:** 1. Distintos, 2. Indistinto

Con respecto a las características anatómicas de las cinco especies estudiadas, se observó que todas presentan porosidad difusa, distribuida de manera uniforme en la sección transversal del xilema. Este patrón anatómico es consistente con lo reportado por Beltrán Gutiérrez y Valencia Ramos (2013a), quienes registraron que aproximadamente el 95 % de las especies estudiadas en su investigación presentaron porosidad difusa, mientras que el porcentaje restante mostró porosidad semicircular. Estos resultados también coinciden con los estudios realizados por Marcelo-Peña et al. (2020c); MAAE-MAG-PNUD (2021); Mariño Tello (2020c), quienes documentaron que la porosidad difusa es predominante en la mayoría de las especies arbóreas de bosques tropicales.

Este patrón de porosidad puede estar estrechamente relacionado con las condiciones ambientales características de la zona de estudio, como los regímenes de precipitación, temperatura y humedad, factores que suelen influir en la estructura anatómica de la madera. En regiones tropicales como el corredor turístico bajo Tambopata, la disponibilidad constante de agua y la estabilidad climática favorecen el desarrollo de poros difusos, que permiten una conducción eficiente y uniforme de agua y nutrientes a lo largo del año.

Se observó que las cuatro especies de la familia Fabaceae presentan predominantemente poros solitarios, con una menor proporción de múltiples radiales escasos. Este patrón anatómico parece ser característico de esta familia, según lo reportado en estudios previos, como el de Mariño Tello (2020b).

Por otro lado, *Sterculia apeibophylla* Ducke, perteneciente a la familia Malvaceae, mostró una particularidad distintiva al presentar algunos poros arracimados. Este hallazgo es consistente con lo descrito por INIA & OIMT (1996), quienes reportaron características similares en *S. apeibophylla*.

Las cinco especies estudiadas presentaron parénquimas visibles a simple vista, con variaciones específicas entre ellas. *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth y *Copaifera reticulata* Ducke. mostraron un parénquima predominantemente

paratraqueal vasicéntrico. En el caso de *Copaifera*, además, se observó parénquima en bandas de tipo marginal, lo que concuerda con los estudios realizados por Beltrán Gutiérrez y Valencia Ramos (2013a), quienes reportaron características similares para especies del mismo género.

Por otro lado, *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook y *Crudia glaberrima* (Steud.) J.F. Macbr. presentaron un patrón anatómico caracterizado por la presencia de parénquima en bandas anchas. Este hallazgo es consistente con los resultados reportados por Leon H. (2014). Asimismo, Chavesta C. (2018) describió características similares en *Erythrina smithiana*, una especie del mismo género, confirmando la tendencia anatómica en este grupo. En el caso de *Crudia glaberrima*, hay notablemente escasez de estudios previos concerniente a la anatomía de su madera. Esto subraya la relevancia de este estudio ya que contribuye en la comprensión de una especie poco estudiada, ofreciendo información que es pertinente para su manejo sostenible, así como para estudios prospectivos en ecología funcional y dendrocronología.

Este estudio es especialmente importante porque proporciona información de referencia sobre *Crudia glaberrima*, una especie con un potencial desconocido en dendrocronología y ecología funcional. Para respaldar estos hallazgos, la información fue verificada con Inside Wood (2004). La identificación de patrones anatómicos distintos contribuye no solo a la comprensión de las características de la madera, sino que también es relevante para la gestión forestal sostenible y para evaluar la respuesta de la especie a diferentes factores ambientales.

Finalmente, *Sterculia apeibophylla* Ducke mostró un parénquima apotraqueal difuso en agregados, típico de la familia Malvaceae, acompañado de parénquima paratraqueal vasicéntrico y en bandas de tipo marginal. Este patrón anatómico fue descrito previamente por INIA & OIMT (1996), cuyos resultados son consistentes con los observados en este estudio.

Los diferentes tipos de parénquima observados ilustran respuestas anatómicas adaptativas específicas a las condiciones del bosque tropical bajo Tambopata. Tanto *Enterolobium* como *Copaifera* tienen parénquima paratraqueal vasicéntrico, lo que mejora la conducción de agua y nutrientes, mientras que *Erythrina poeppigiana* y *Crudia glaberrima* tienen parénquima de bandas anchas que es más beneficioso para el almacenamiento de reservas. *Sterculia apeibophylla*, por otro lado, combina parénquima apotraqueal difuso en agregados con parénquima paratraqueal vasicéntrico para ilustrar una estrategia mixta de transporte y almacenamiento común en la familia Malvaceae, lo que ejemplifica la diversidad funcional de estas especies en relación con su entorno.

Estos hallazgos contribuyen no solo a la comprensión anatómica de estas especies, sino que también mejoran su identificación y manejo de manera sostenible. Además, la falta de estudios previos sobre *Crudia glaberrima* hace que sea un caso que debe ser observado para futuras investigaciones sobre su anatomía leñosa, particularmente debido a su potencial importancia dendrocronológica y su ayuda en la comprensión de las dinámicas ecológicas de los bosques tropicales.

4.3 Caracterización anatómica de los anillos de crecimiento de las especies estudiadas.

La descripción anatómica de la sección transversal de los anillos de crecimiento de las cinco especies seleccionadas se realizó considerando su identificación a nivel macroscópico, así como la caracterización de los límites detallados. Para este propósito se analizó su distinción por criterio visuales y estructurales en relación. Asimismo, se realizó una descripción de los descriptores anatómicos que definen el límite del anillo de crecimiento, incluyendo la disminución en la densidad de elementos celulares, cambio en el tamaño, distribución de poros y la presencia de parénquima o fibras diferenciadas que ayudan a definir el límite.

Nombre científico: *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. (Figura 16)

Familia: FABACEAE

Nombre común: Pashaco de oreja negra, pashaco oreja de negro.

Se caracteriza por la presencia de características anatómicas, como los anillos de crecimiento claramente visibles en la sección transversal, es identificable a simple vista. Los anillos separados tienen un límite distintivo, que se define por el cambio en el espesor de la pared de las fibras o la formación de un anillo de fibras más densas que marca el final del período de crecimiento.

Las características anatómicas de los anillos de crecimiento de *E. schomburgkii* son distintivas, por lo que desempeñan un papel fundamental en la identificación precisa de los anillos de crecimiento genuinos. Este aspecto es crucial para estudios dendrocronológicos y ecológicos, ya que la variación en las dimensiones de las fibras y los vasos entre la madera temprana y tardía sugiere una producción periódica de células, posiblemente en ciclos anuales.

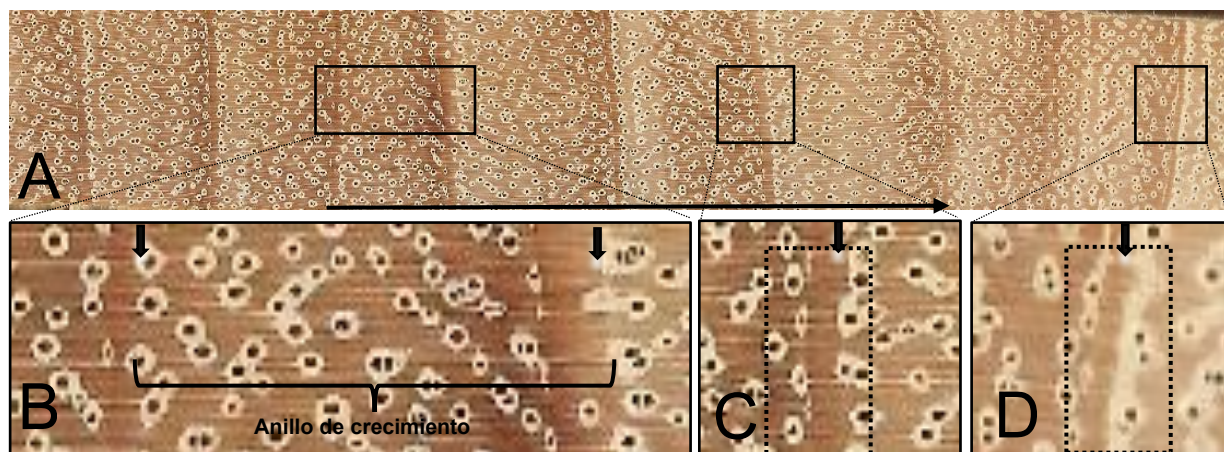


Figura 16. Fotografías macroscópicas del corte transversal de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth., donde se observan claramente los anillos de crecimiento. (A) Vista general del corte transversal de la muestra. (B) Anillos de crecimiento bien definidos, delimitados por un cambio en el espesor de la pared de las fibras. (C) y (D) Límite de los anillos de crecimiento, señalado por flechas negras. La flecha negra superior indica la dirección del crecimiento, desde la médula hacia la corteza.

Nombre científico: *Crudia glaberrima* (Steud.) J.F. Macbr. **(Figura 17)**

Familia: Fabaceae

Nombre común: Pisho, Bushilla

se caracteriza por presentar anillos de crecimiento anatómicamente característico que se evidencia en el corte transversal de la de la madera. El anillo de crecimiento es fácilmente notable ya que muestra un cambio distinto dentro de una porción del tejido a menudo indicado por cambios en el espesor de la pared de la fibra o por la creación de un anillo de fibras más densamente que señala el final de una fase de crecimiento. Esta construcción facilita la determinación de los límites de los anillos de crecimiento, lo cual es importante para estudios de edad y crecimiento de los árboles.

Crudia glaberrima (Steud.) J.F. no solo presenta anillos de crecimiento distintivos, sino que también desempeña un papel clave en la identificación precisa de los anillos verdaderos. La marcada diferencia entre la madera temprana y tardía, evidenciada por variaciones en el tamaño y la disposición de las fibras, sugiere un patrón de producción celular periódico, lo que indica un crecimiento potencialmente anual. Este rasgo es fundamental para los estudios dendrocronológicos, ya que permite reconstrucciones detalladas de la dinámica de crecimiento del árbol y facilita la evaluación de los factores ambientales que influyen en su desarrollo.

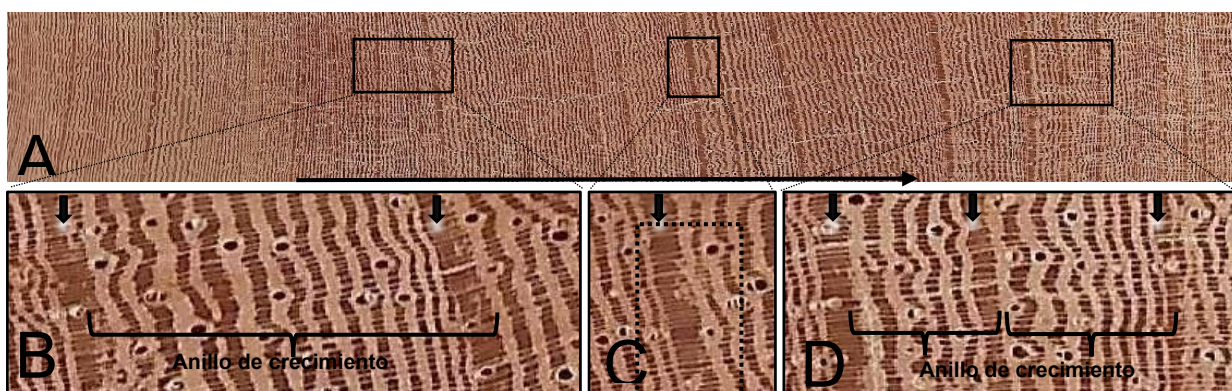


Figura 17. Fotografías macroscópicas del corte transversal de *Crudia glaberrima* (Steud.) J.F. Macbr., donde se observan claramente los anillos de crecimiento. (A) Vista general del corte transversal de la muestra. (B) Anillo de crecimiento bien definido, delimitados por un cambio en el espesor de la pared de las fibras. (C) y (D) Límite de los anillos de crecimiento, señalado por flechas negras. La flecha negra superior indica la dirección del crecimiento, desde la médula hacia la corteza.

Nombre científico: *Copaifera reticulata* Ducke. (Figura 18)

Familia: Fabaceae

Nombre común: Copaiba blanca

Definidos en sus límites y marcados de manera precisa al ser observados en secciones transversales de la madera, los anillos de crecimiento poseen una notable relevancia en el desarrollo de la anatomía. Cabe resaltar que estos anillos, debido al parénquima en bandas tipo marginal, también resultan extremadamente fáciles de distinguir, señalando el término de un periodo de crecimiento.

Esta característica anatómica resulta esencial para la identificación confiable de anillos verdaderos, constituyéndose en un criterio determinante para diferenciar los ciclos anuales de formación del xilema. Su presencia representa un rasgo diagnóstico clave en estudios dendrocronológicos ya que permite realizar reconstrucciones detalladas de la dinámica de crecimiento del árbol y por ende del ambiente en el que se desarrolló.

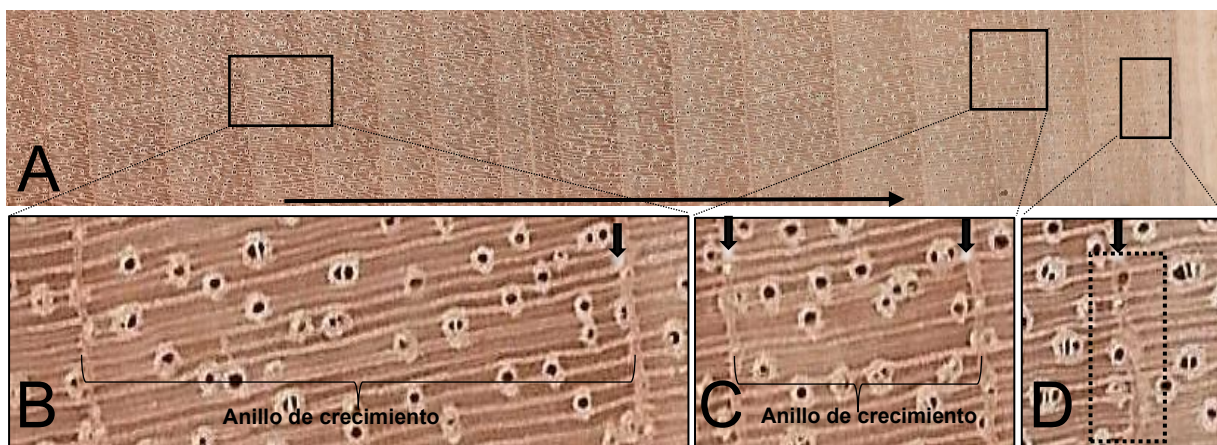


Figura 18. Fotografías macroscópicas del corte transversal de *Copaifera reticulata* Ducke., donde se observan claramente los anillos de crecimiento. (A) Vista general del corte transversal de la muestra. (B) Anillo de crecimiento bien definido, delimitados por parénquima en bandas tipo marginal. (C) y (D) Límite de los anillos de crecimiento, señalado por flechas negras. La flecha negra superior indica la dirección del crecimiento, desde la médula hacia la corteza.

Nombre científico: *Sterculia apeibophylla* Ducke. **(Figura 19)**

Familia: Malvacea

Nombre común: Huirá, huarmi caspi o sapote rojo

La caracterización anatómica de los anillos de crecimiento en *Sterculia apeibophylla* Ducke revela límites moderadamente definidos en el corte transversal de la madera, en este caso su identificación a simple vista resulta más compleja, ya que su delimitación está determinada por la presencia de parénquima en bandas de tipo marginal, las cuales suelen ser estrechas o presentarse en líneas delgadas. Estas estructuras marcan el final de un período de crecimiento, reflejando variaciones en la actividad cambial. La sutilidad de estos límites sugiere que su identificación requiere un análisis microscópico detallado para evitar confusiones con otras variaciones anatómicas.

El carácter poco contrastado de los anillos en esta especie dificulta su delimitación precisa en vista transversal. La falta de una demarcación clara entre los periodos de crecimiento sugiere que la variación en la actividad del cámbium no es lo suficientemente marcada para generar anillos anuales claramente distinguibles. Esta condición anatómica representa una **limitación para su aplicación en estudios dendrocronológicos**, ya que compromete la precisión y confiabilidad en la datación de los anillos de crecimiento.

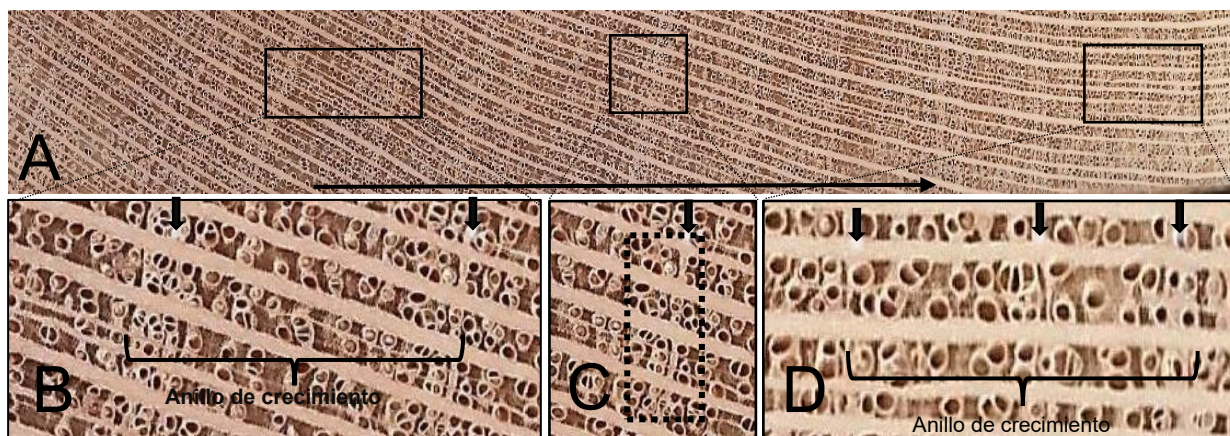


Figura 19. Fotografías macroscópicas del corte transversal de *Sterculia apeibophylla* Ducke, en las que se observa la presencia de anillos de crecimiento con una delimitación moderadamente definida. (A) Vista general del corte transversal de la muestra. (B) Anillo de crecimiento delimitados por parénquima en bandas de tipo marginal estrecho. (C) y (D) Detalle de los límites de los anillos de crecimiento poco distinguibles, indicados con flechas negras. La flecha negra superior señala la dirección del crecimiento, desde la médula hacia la corteza.

En la caracterización de los anillos de crecimiento de las cinco especies estudiadas provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, se identificaron problemas significativos en la distinción de los anillos de crecimiento de *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook. Este hallazgo coincide con estudios previos realizados en la selva central por Beltrán Gutiérrez y Valencia Ramos (2013a), quienes también reportaron dificultades similares. Dichos estudios señalaron que la identificación de anillos en esta especie se ve comprometida por factores como la escasa visibilidad de algunos anillos, patrones de crecimiento irregulares y la presencia de parénquima en bandas que interfiere con la delimitación clara de los límites anulares.

La dificultad para distinguir los anillos de crecimiento en *Erythrina poeppigiana* puede estar asociada tanto a las condiciones climáticas de los bosques tropicales húmedos como a las características intrínsecas de la especie. A ello se suman su baja densidad, rápido crecimiento y la presencia de parénquima en bandas,

factores que hacen que los anillos sean poco distintivos y representen un desafío para la dendrocronología y los estudios de ecología funcional.

Además, Marcelo-Peña et al. (2020a) mencionan que las especies caducifolias de los bosques tropicales secos suelen formar anillos de crecimiento claramente definidos, caracterizados por parénquima marginal. En cambio, los árboles perennifolios de los bosques amazónicos de tierras bajas y pre-montanos, como *Erythrina poeppigiana*, presentan anillos poco distinguibles. Esto se debe, en gran medida, a las condiciones ambientales, como la disponibilidad constante de agua y la ausencia de períodos secos prolongados, que influyen directamente en la formación de los anillos de crecimiento.

En el caso de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. y *Crudia glaberrima* (Steud.) J.F. Macbr., el descriptor anatómico observado fue el cambio en el espesor de la pared de las fibras distinto a simple vista, lo que coincide con los estudios realizados por Mariño Tello (2020c) en los varillales de Genaro Herrera. Dicho estudio señala que los límites de los anillos de crecimiento están predominantemente representados por zonas de engrosamiento de fibras. Estos resultados también son consistentes con los reportados por Tomazello et al. (2024), reforzando la importancia de esta característica anatómica como un marcador clave para la identificación de los límites de crecimiento en estas especies.

Además, Beltrán Gutiérrez y Valencia Ramos (2013a) identificaron anillos de crecimiento distintos y regulares en *E. schomburgkii*, delimitados por una banda de fibras acortadas radialmente. De manera similar, Araya M. (2012) reportó anillos marcados por el engrosamiento de las paredes celulares en *E. cyclocarpum*, otra especie del mismo género. Sin embargo, en el caso de *C. glaberrima*, no se encontró información disponible en estudios previos. Por ello, se recurrió a los datos proporcionados por Inside Wood (2004) para corroborar los hallazgos, lo que subraya la necesidad de continuar con investigaciones más detalladas sobre la anatomía de esta especie.

En el caso de las especies *C. reticulata* y *S. apeibophylla*, se observó que el descriptor anatómico predominante para los límites de los anillos de crecimiento fue el parénquima en bandas de tipo marginal. Este hallazgo es consistente con estudios previos, como los realizados por Beltrán Gutiérrez y Valencia Ramos (2013b), y Tomazello et al. (2024), quienes reportaron características similares en especies del mismo género, como *C. langsdorfii* y *C. paupera*. Asimismo, los resultados concuerdan con lo señalado por INIA y OIMT (1996) para *S. apeibophylla*.

El parénquima en banda marginal es una característica anatómica ampliamente reportada en especies tropicales. Estudios como los de Marcelo-Peña et al. (2020a) y Worbes (2002) destacan que este tipo de parénquima está asociado con respuestas al cambio estacional, especialmente en especies de bosques tropicales estacionalmente secos, donde los períodos de crecimiento y reposo están bien definidos. Esto sugiere que en *C. reticulata* y *S. apeibophylla*, esta característica podría estar relacionada con la capacidad de adaptación a condiciones ambientales específicas, como fluctuaciones en la disponibilidad de agua o cambios en la fenología de la especie.

4.4 Evaluación del potencial dendrocronológico de cinco especies

Se realizó el análisis de una muestra de madera por cada una de las cinco especies estudiadas, las cuales pertenecen a dos familias botánicas: Fabaceae (4 especies) y Malvaceae (1 especie). Este estudio se centró en la evaluación de los anillos de crecimiento, con el propósito de determinar la distinción de sus límites, la caracterización de los descriptores anatómicos asociados y su potencial para estudios dendrocronológicos. Los resultados obtenidos, presentados en la Tabla 2, evidencian diferencias en la estructura anatómica de los anillos entre las especies, lo que permite identificar aquellas con una delimitación más clara y mayor viabilidad para reconstrucciones de crecimiento y análisis dendrocronológicos.

Tabla 5. Evaluación del potencial dendrocronológico de cinco especies forestales provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de dios.

Nro.	Especie	Familia	Habitad	Anillos de Crecimiento		
				DLAC	DLA	PD
1	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	FABACEAE	Btb.	MuD	CEPF	1
2	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	FABACEAE	Btb.	IoA	PM	3
3	<i>Crudia glaberrima</i> (Steud.) J.F. Macbr.	FABACEAE	Btb.	MuD	CEPF	1
4	<i>Copaifera reticulata</i> Ducke	FABACEAE	Btb.	MuD	PM	1
5	<i>Sterculia apeibophylla</i> Ducke	MALVACEAE	Btb.	MD	PM	2

Nota: DLAC = Distinción de los límites del anillo de crecimiento, MuD = Muy distintos, MD = Moderadamente distintos, PD = Poco distintos, IoA = Indistinto o ausente, DLA = Descriptor de límites anatómicos; CEPF = Cambio en el espesor de la pared de la fibra, PM = Parénquima Marginal, PD = Potencial Dendrocronológico, 1= Alto, 2 = Moderado, 3 = No potencial.

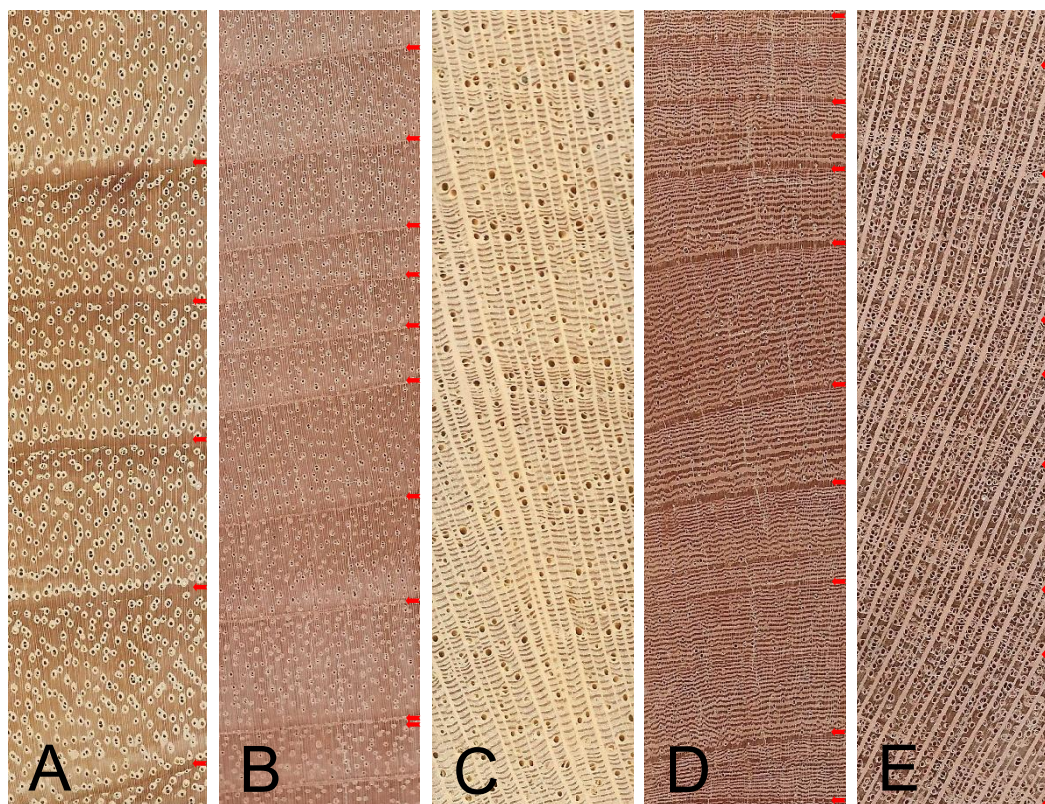


Figura 20. Imágenes macroscópicas de la sección transversal que muestran los límites de los anillos de crecimiento en las cinco especies analizadas.

A) *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth, B) *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook, C) *Crudia glaberrima* (Steud.) J.F. Macbr., D) *Copaifera reticulata* Ducke, E) *Sterculia apeibophylla* Ducke.

De acuerdo con la evaluación de los anillos de crecimiento de las cinco especies estudiadas en el corredor turístico Bajo Tambopata, Madre de Dios, se identificó que tres de ellas presentan un alto potencial para estudios dendrocronológicos debido a la presencia de anillos de crecimiento bien diferenciados. Estas especies incluyen a *E. schomburgkii* y *C. glaberrima*, con un descriptor anatómico basado en el cambio en el espesor de la pared de las fibras y a *C. reticulata*, cuya delimitación de los anillos de crecimiento está definida por parénquima marginal. Dos de estas especies, *E. schomburgkii* y *C. reticulata*, ya han sido previamente estudiadas en cuanto a su potencial dendrocronológico en otros tipos de

bosques. Campos Zumaeta et al. (2008); Beltrán Gutiérrez y Valencia Ramos (2013a); Tomazello et al. (2024) reportaron características anatómicas similares en sus investigaciones, destacando la utilidad de estas especies para reconstruir patrones de crecimiento y eventos climáticos históricos. Por su parte, *Crudia glaberrima* es una especie poco estudiada en términos de su potencial dendrocronológico, ya que no se encontró información previa al respecto. Este hecho resalta la importancia de esta investigación, especialmente considerando que esta especie se desarrolla en bosques de terraza baja, lo que añade un contexto único al análisis Schöngart, J et al. (2006).

Estudiar especies como *C. glaberrima* en bosques de terrazas bajas es particularmente importante porque estos ecosistemas tienen sus propias características hidrológicas y climáticas específicas pueden influir en el crecimiento. Schöngart, J et al. (2006) mencionan que los árboles de las llanuras aluviales inferiores o bosques tropicales de inundación tienden a ofrecer evidencia rica sobre las condiciones ambientales como la dinámica del agua y las respuestas al impacto del cambio climático. Además, se ha señalado la capacidad de identificar eventos extremos como largas sequías a partir de estudios realizados por Brien y Zuidema (2005c), quienes mostraron que los anillos de crecimiento de especies tropicales pueden reconstruir efectivamente eventos climáticos severos.

La combinación de características anatómicas bien definidas y la marcada estacionalidad climática del corredor turístico bajo Tambopata posiciona a estas especies como altamente potenciales para estudios dendrocronológicos. Ello no solo permite ampliar el conocimiento sobre su ecología, sino también contribuir a la interpretación de fenómenos ambientales históricos, como fluctuaciones climáticas y eventos extremos, información esencial para una gestión sostenible de los bosques tropicales Portal Cahuana (2017c).

La especie *S. apeibophylla* presentó una distinción moderada de los anillos de crecimiento, delimitados por parénquima marginal poco visible. Estos resultados son consistentes con los reportados por INIA & OIMT (1996), quienes señalaron que *S. apeibophylla* presenta anillos de crecimiento levemente distintivos, definidos por la presencia de parénquima marginal o tejido más denso. De manera similar, investigaciones previas realizadas por Leon H. (2014) en especies del mismo género, como *S. apetala*, describen características coincidentes con las observadas en este estudio: anillos de crecimiento poco distintivos y sin delimitación clara. Estas evidencias indican que *S. apeibophylla*, al igual que otras especies del género *Sterculia*, presenta limitaciones significativas para su utilización en estudios dendrocronológicos.

Es relevante señalar que esta problemática no es exclusiva de *S. apeibophylla*. Otras especies del género *Sterculia* también han mostrado un bajo potencial dendrocronológico debido a la falta de límites de anillos claramente definidos. Por ejemplo, Chavesta C. (2018) destacó que *S. frondosa* presenta anillos de crecimiento con delimitaciones poco claras, lo que representa un obstáculo para su aplicación en estudios de reconstrucción climática y análisis histórico del crecimiento radial.

Por otro lado, la especie *Erythrina poeppigiana* presentó anillos de crecimiento indistintos o prácticamente ausentes, una característica que coincide con lo descrito por Araya M. (2012), quien reportó dificultades similares en la delimitación de anillos en esta especie debido a la falta de marcadores anatómicos claros. Asimismo, Chavesta C. (2018) menciona que *Erythrina smithiana*, una especie del mismo género, también presenta anillos de crecimiento no diferenciados, lo que refuerza la tendencia general en este género de presentar una baja definición de los anillos.

Estas características anatómicas indican que *E. poeppigiana*, al igual que otras especies del género *Erythrina*, tiene un potencial limitado para estudios

dendrocronológicos. La baja distinción de los anillos de crecimiento dificulta la reconstrucción precisa de patrones de crecimiento anual, así como la interpretación de eventos climáticos históricos.

CONCLUSIONES

La caracterización dendrológica de cinco especies del corredor turístico Bajo Tambopata permitió su correcta identificación y evidenció su diversidad estructural, aportando conocimientos clave para la conservación y el manejo sostenible de los bosques tropicales de Madre de Dios.

El estudio de las características de la anatomía macroscópica permitió distinguir atributos específicos en la estructura de la madera, lo cual fue importante para fines de identificación y diferenciación. Se observaron cambios en cuanto al color, textura, brillo, patrones, porosidad, disposición de los anillos de crecimiento y presencia de parénquima axial.

La caracterización anatómica de los anillos de crecimiento permitió definir sus descriptores de límite, evidenciando que tres especies presentaron delimitación clara, una moderada y otra indistinta, lo que limita su identificación y uso en estudios dendrocronológicos.

Las especies que fueron particularmente notables por su alto potencial dendrocronológico son: *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth., *Crudia glaberrima* (Steud.) J.F. Macbr. y *Copaifera reticulata* Ducke debido a la clara delimitación de sus anillos de crecimiento.

SUGERENCIAS

Se sugiere realizar estudios dendrocronológicos en especies potenciales, poniendo enfoque especial en *Crudia glaberrima* (Steud.) J.F. Macbr. y las respuestas que esta especie tiene a las variaciones climáticas y otros cambios ambientales.

Continuar aprovechando la extraordinaria biodiversidad de nuestra amazonia, caracterizando anatómicamente un mayor número de especies tropicales con el fin de identificar las especies con alto potencial dendrocronológicos que podrían servir como bases para futuras investigaciones.

Extender los estudios anatómicos a nivel microscópico en diferentes partes del árbol, permitirá examinar la variabilidad de la estructura anatómica de la madera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ-MONTALVÁN, C.E., MANRIQUE-LEÓN, S., FONSECA, M.V.-D., CARDOZO-SOAREZ, J., CALLO-CCORCCA, J., BRAVO-CAMARA, P., CASTAÑEDA-TINCO, I., ALVAREZ-ORELLANA, J., ALVAREZ-MONTALVÁN, C.E., MANRIQUE-LEÓN, S., FONSECA, M.V.-D., CARDOZO-SOAREZ, J., CALLO-CCORCCA, J., BRAVO-CAMARA, P., CASTAÑEDA-TINCO, I. y ALVAREZ-ORELLANA, J., 2021. Composición florística, estructura y diversidad arbórea de un bosque amazónico en Perú. *Scientia Agropecuaria*, vol. 12, no. 1, ISSN 2077-9917. DOI 10.17268/sci.agropecu.2021.009.
- ARAYA M., M., 2012. *Manual para la Identificación de Maderas a Nivel Macroscópico de 110 Especies Maderables del Caribe Norte de Costa Rica. Trabajo Final de Graduación para Licenciatura. Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 166p.* 2012. S.l.: s.n.
- BELTRÁN GUTIÉRREZ, L.A. y VALENCIA RAMOS, G.M., 2013a. Anatomía de anillos de crecimiento de 80 especies arbóreas potenciales para estudios dendrocronológicos en la Selva Central, Perú. *Revista de Biología Tropical* [en línea], vol. 61, no. 3, [consulta: 8 mayo 2024]. ISSN 2215-2075, 0034-7744. DOI 10.15517/rbt.v61i3.11778. Disponible en: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/11778>.
- BRIENEN, R.J.W. y ZUIDEMA, P.A., 2005a. Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis. [en línea], vol. 146, DOI 10.1007/s00442-005-0160-y. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0160-y>.
- CAMPOS ZUMAETA, L., LOBÃO, M., ROSERO-ALVARADO, J., FILHO, M., LISI, C., TORRES, G. y YEPEZ, F., 2008. *POTENCIALIDAD DE ESPECIES FORESTALES PARA DENDROCRONOLOGÍA A TRAVES DE LA CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO EN LA AMAZONÍA PERUANA – BRASILEIRA*. S.l.: s.n.
- CANO, A. y STEVENSON, P.R., 2009. DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE TRES TIPOS DE BOSQUE EN LA ESTACIÓN BIOLÓGICA CAPARÚ, VAUPÉS. *Colombia forestal*, vol. 12, no. 1, ISSN 2256-201X. DOI 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2009.1.a06.
- CHAVESTA C., M., 2018. *Atlas anatomico de maderas del Peru*. S.l.: s.n. vol. III. ISBN 978-612-4387-01-2.

- DOMINGUEZ S., D.E. y PORTAL C., L.A., 2024. RESPUESTAS DE CRECIMIENTO DE LAS PLANTACIONES DE *Tectona grandis* A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS LOCALES Y GLOBALES EN LA AMAZONÍA PERUANA. *Nativa* [en línea], vol. 12, no. 4, [consulta: 6 febrero 2025]. DOI 10.31413/nat.v12i4.18495. Disponible en: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/18495>.
- FILHO, M., LISI, C., HANSEN, N. y CURY, G., 2004. Anatomical features of increment zones in different tree species in the State of São Paulo, Brazil. *Scientia Forestalis/Forest Sciences*,
- FLORES BENDEZÚ, Y., 2018. *Arboles nativos de la Región Ucayali*. S.l.: s.n.
- FRITTS, H., 1976. *Tree rings and climate*. Academic Press, New York.. 1976. S.l.: s.n.
- GIMENES, A.M., MAGNOLIA, J.G., HERNANDEZ, P. y GERES, R., 2005a. *ANATOMIA DE LA MADERA*. Segunda. UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO DE ESTEREO FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES CATEDRA DE DENDROLOGIA Y XILOLOGIA: s.n. ISBN E-BOOK ISBN 978-987-1676-08-8.
- GRISSINO-MAYER, H.D., 1997. *The dendrochronology of Pinus rigida in the central Appalachian Mountains*. *Castanea*, 62(3), 163-171. 1997. S.l.: s.n.
- GROSSER, D., 2020. *Anatomy of wood: The structural diversity of woody plants*. Springer. ,
- GUTIÉRREZ, E., 2009. *La dendrocronología: métodos y aplicaciones*. . S.l.: s.n., pp. 309-322. ISBN 978-84-393-8082-5.
- IAWA, 1989a. *IAWA LIST OF MICROSCOPIC FEATURES FOR HARDWOOD IDENTIFICATION*. ,
- INIA & OIMT, 1996. *Manual de identificación de especies forestales de la sub región Andina*. S.l.: s.n. ISBN 9972-44-002-8.
- LEON H., W.J., 2014. *Anatomía de maderas de 108 especies de Venezuela*. , ISSN 0554-2111.
- LÓPEZ, L. y VILLALBA, R., 2011. Potencial dendrocronológico de especies arbóreas nativas en bosques montanos de Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 46(1), 5-24. ,

- MAAE-MAG-PNUD, 2021. *Guía para la identificación dendrológica y anatómica de 29 especies maderables. Programa Integral Amazónico de Conservación de Bosques y Producción Sostenible*. Quito - Ecuador: s.n.
- MACEDO ENRIQUEZ, K.J., 2022. *Evaluación del Potencial Dendrocronológico de tres Especies de la Familia Lauraceae en Madre de Dios – Perú*, 2019. 2022. S.l.: s.n.
- MARCELO-PEÑA, J.L., ROIG, F.A., GOODWIN, Z.A. y TOMAZELLO-FILHO, M., 2020a. Characterizing growth rings in the trees of Perú: A wood anatomical overview for potential applications in dendroecological-related fields. *Dendrochronologia*, vol. 62, ISSN 1125-7865. DOI 10.1016/j.dendro.2020.125728.
- MARCELO-PEÑA, J.L., SANTINI, L. y TOMAZELLO FILHO, M., 2019. Wood anatomy and growth rate of seasonally dry tropical forest trees in the Marañón River Valley, northern Peru. *Dendrochronologia*, vol. 55, ISSN 1125-7865. DOI 10.1016/j.dendro.2019.04.008.
- MARIÑO TELLO, E.N.M., 2020c. Potencial dendrocronológico y caracterización anatómica de especies de importancia económica de los varillales de Jenaro Herrera – Perú. ,
- MARTINEZ, L., 1996. *A Guide to Dendrochronology for Educators*. [en línea]. 1996. S.l.: s.n. Disponible en: <http://www.ltrr.arizona.edu/people/henry/lorim/lori.htm>.
- MARVIN A., S. y TERAH L., S., 2022. *An Introduction to Tree-Ring Dating*. S.l.: s.n. ISBN 978-0-8165-4903-0.
- MCCARTHY, B., 1988. *Dendrochronology Seminar. PBIO-69 Dendrochronology Seminar 500 Server. Ohio University*. 1988. S.l.: s.n.
- MINAM, 2015. *MAPA NACIONAL DE COBERTURA VEGETAL FINAL Memotia descriptiva*. 2015. S.l.: Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.
- PEREIRA, GABRIEL ASSIS, GRANATO-SOUZA, DANIELA, SANTOS, RUBENS MANOEL, FONTES, MARCOS AURLIO LEITE y AUSTRALIAN JOURNAL OF BOTANY, 2018. Tree rings and growth trajectories of tree species from seasonally dry tropical forest. ,
- POLANCO TAPIA, C., 2006. Descripción anatómica de la madera de cuarenta especies del bosque alto-andino en Guasca, Cundinamarca. *Colombia Forestal*, vol. 10, no. 20, ISSN 0120-0739, 2256-201X. DOI 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2007.1.a11.

- PORTAL CAHUANA, L.A., 2017a. Potencial Dendrocronológico de Árvores da Família Fabaceae na Floresta Tropical Amazônica do Peru. ,
- QUISPE, S.M.B. y QUISPE, J.S.G., 2017. Estructura y composición florística arbórea en dos tipos de bosque en la Zona de Amortiguamiento, Reserva Nacional de Tambopata Tree structure and floristic composition in two forest types at Buffer Zone of the Tambopata National Reserve. ,
- REYNEL, C., PENNINGTON, R.T., PENNINGTON, T.D., FLORES, C. y DAZA, A., 2003. *Árboles Útiles de la Amazonia Peruana*. S.I.: s.n. ISBN 9972-9733-1-X.
- REYNEL, C., PENNINGTON, T.D. y PENNINGTON, R.T., 2016. *Árboles del Perú*. S.I.: s.n. ISBN 978-612-00-2232-0.
- ROIG, F.A., JIMENEZ OSORNIO, J.J., VILLANUEVA DIAZ, J., LUCKMAN, B., TIESSEN, H., MEDINA, A. y NOELLEMAYER, E.J., 2005. Anatomy of growth rings at the Yucatán Peninsula. *Dendrochronologia*, vol. 22, no. 3, ISSN 1125-7865. DOI 10.1016/j.dendro.2005.05.007.
- SCHÖNGART, J, PUMIJUMNONG, N., HEINRICH, I. y HANTEMIROV, RM, 2006. Análisis del crecimiento climático de árboles tropicales: la dendrocronología de árboles en bosques tropicales. 2006,
- SCHÖNGART, J., WITTMANN, F., WORBES, M., PIEDADE, M.T.F., KRAMBECK, H.-J. y JUNK, W.J., 2007. Management criteria for *Ficus insipida* Willd. (Moraceae) in Amazonian white-water floodplain forests defined by tree-ring analysis. *Annals of Forest Science*, vol. 64, no. 6, ISSN 1297-966X. DOI 10.1051/forest:2007044.
- SCHWEINGRUBER, F.H., 1988. Tree Rings: Basics and Applications of Dendrochronology - Schweingruber, Fritz Hans: 9780792305590 - AbeBooks. [en línea]. [consulta: 16 mayo 2024]. Disponible en: <https://www.abebooks.com/9780792305590/Tree-Rings-Basics-Applications-Dendrochronology-0792305590/plp>.
- SENAMHI, 2021. Mapa Climático del Perú. En: Accepted: 2021-12-01T00:33:07Z, *Repositorio Institucional - SENAMHI* [en línea], [consulta: 15 mayo 2024]. Disponible en: <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/1549>.
- TOMAZELLO, M., BOTOSSO, P. y LISI, C., 2001. Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambientais: dendrocronologia e dendro-climatologia. *Indicadores Ambientais: Conceitos e Aplicações*,

- TOMAZELLO, M., CLAUDIO, L., NORBERT, H. y N., C., 2024. Anatomical features of increment zones in different tree species in the State of São Paulo, Brazil. [en línea]. [consulta: 5 febrero 2025]. Disponible en: <https://www.fao.org/4/XII/0218-B4.htm>.
- VÁSQUEZ CORREA, A.M. y RAMÍREZ ARANGO, A.M., 2011. Anatomía e Identificación de Maderas. En: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN: FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORESTALES LABORATORIO DE PRODUCTOS FORESTALES,
- WHEELER, EA, BAAS, P. y GASSON, PE, 2011. Lista de características microscópicas de la IAWA para la identificación de maderas duras. *Revista de la IAWA*, 32(2), 409-486.,
- WORBES, M., 2002. One hundred years of tree-ring research in the tropics – a brief history and an outlook to future challenges. *Dendrochronologia*, vol. 20, no. 1, ISSN 1125-7865. DOI 10.1078/1125-7865-00018.

ANEXO

ANEXO 1 MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Características dendrológicas:	Descripción detallada acompañada de la toma de fotografías de las partes vegetativas del árbol, abarcando características como hojas, ramas, fuste y corteza.	Porte del árbol, fuste, ramificación, corteza externa e interna	Forma y tamaño del árbol, corteza externa e interna, hojas flores y frutos (Reynel, et al. 2003)	Observación directa Registro fotográfico Fichas de campo dendrológicas
Características anatómicas:	Descripciones anatómicas a nivel macroscópico, incluyendo la disposición y tamaño de los poros, la estructura de los radios, la presencia y organización del parénquima axial, así como cualquier tipo de inclusiones observables.	Porosidad (distribución y tamaño). parénquima axial, radios, inclusiones	Presencia o ausencia de anillos de crecimiento, distribución de poros radios, parénquima axial e inclusiones (IAWA 1989a)	Muestras de madera Observación en estetoscopio Observación con lupa de mano de 10x
Anillos de crecimiento:	Evaluar la distinción de los anillos de crecimiento mediante la identificación y descripción detallada de los descriptores anatómicos que definen sus límites.	Delimitación y composición celular de los anillos de crecimiento.	Distinción (distintos, moderadamente distintos o indistintos) (Marcelo-Peña et al. 2020a)	Muestras de madera Análisis imágenes escaneadas en una resolución de 1200 dpi
Potencial dendrocronológico:	Evaluación de las especies con anillos de crecimiento bien definidos y marcados, destacando los descriptores anatómicos característicos que los identifican	Visibilidad y delimitación de los anillos	Presencia de anillos claros y regulares. (Marcelo-Peña et al. 2020a)	Muestras de madera Análisis imágenes escaneadas en una resolución de 1200 dpi

ANEXO 2 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Caracterización anatómica y potencial dendrocronológico de cinco especies forestales en el corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios

Tesista: Bach. Moena Mallqui, Julio Cesar

PROBLEMAS	OBJETIVOS	VARIABLES/INDICADORES	MÉTODO
Problema Principal ¿Cuáles son las características anatómicas y el potencial dendrocronológico de cinco especies forestales en el corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios? Problemas secundarios ¿Cuáles son las características dendrológicas a nivel macroscópico de cinco especies forestales provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios? ¿Cuáles son las características anatómicas a nivel macroscópico de cinco especies forestales	<u>Objetivo general</u> Determinar las características anatómicas y el potencial dendrocronológico de cinco especies forestales provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios. <u>Objetivos específicos</u> OE1: Describir las características dendrológicas de cinco especies forestales provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios. OE2: Describir las características anatómicas a nivel macroscópico de cinco especies forestales provenientes	Características dendrológicas: Porte del árbol, fuste, ramificación, corteza externa e interna, Forma y tamaño del árbol, corteza externa e interna, hojas flores y frutos. Características anatómicas: Porosidad (distribución y tamaño). parénquima axial, radios, inclusiones, Presencia o ausencia de anillos de crecimiento, distribución de poros radios, parénquima axial e inclusiones Anillos de crecimiento: Delimitación y composición celular de los anillos de crecimiento.	Tipo de investigación El tipo de investigación y nivel de investigación del presente estudio es descriptivo. Población: Conjunto de especies forestales identificadas en un área de una hectárea, con diámetros mayores a 60 cm, ubicadas en el sector denominado Bosque Sagrado, perteneciente al corredor turístico Bajo Tambopata, Madre de Dios, Perú. Muestra: Cinco especies, con tres individuos representativos de cada una, priorizando aquellas que presenten mayor abundancia y mejor distribución, para conformar la muestra del presente estudio. Técnicas: El muestreo para la selección de individuos seguirá un enfoque aleatorio, lo que implica que los individuos serán

provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios? ¿Cuáles son las características de la estructura anatómica de los anillos de crecimiento de cinco especies provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios? ¿Cuál es el potencial dendrocronológico de cinco especies forestales provenientes del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios?	del corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios. OE3: Caracterizar la estructura anatómica de los anillos de crecimiento de cinco especies forestales provenientes el corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios. OE4: Evaluar el potencial dendrocronológico de cinco especies forestales provenientes el corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios.	Distinción (distintos, moderadamente distintos o indistintos) Potencial dendrocronológico: Visibilidad y delimitación de los anillos, Presencia de anillos claros y regulares.	seleccionados al azar de la población total de árboles inventariados. Colecta de muestras: Para la recolección de muestras botánicas se utilizará tijeras telescópicas y subidores, las muestras serán herborizadas y enviadas al herbario de la Universidad Amazónica de Madre de Dios para la colección de muestras de madera se utilizará un método no destructivo que implica el uso de un taladro de la marca STIHL, modelo B45, equipado con una broca anular metálica. Esta técnica permitirá extraer muestras tipo tarugo con un diámetro de 1.5 cm y una longitud superior a los 10 centímetros, las cuales contendrán tanto corteza, albura como duramen. Procesamiento de muestras: Las muestras serán montadas y lijadas con lijar de diferentes granos, posteriormente serán escaneadas a una resolución de 1200 pixeles por pulgada, dichas muestras serán caracterizadas a nivel macro.
---	--	--	--

ANEXO 3. Certificación de identificación taxonómica de las especies forestales incluidas en el presente estudio

"Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú"

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho".

**CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE
ESPECÍMENES VEGETALES**

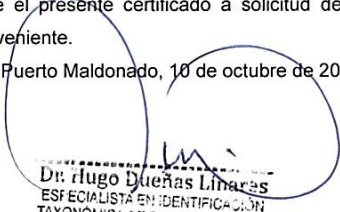
El que suscribe, Dr. HERNANDO HUGO DUEÑAS LINARES, Especialista Forestal en Identificación Taxonómica de especies de flora silvestre, mediante Resolución Directoral N° 054-2017-SERFOR/DGGSPFFS-DGSPF, con Código de Licencia LC-ES-2017-009; del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-SERFOR.

CERTIFICA, que los especímenes (05) presentados por el Sr: BACHILLER JULIO CESAR MOENA MALLQUI, de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, para su tratamiento taxonómico, identificación y/o determinación, para efectos del proyecto de tesis de investigación intitulado: "Caracterización anatómica y potencial dendrocronológico de cinco especies forestales en el corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios". Corresponden a los siguientes taxa aceptados oficialmente:

N°	Familia	Género	Especie
1	Fabaceae	Enterolobium	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.
2	Fabaceae	Erythrina	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook
3	Fabaceae	Crudia	<i>Crudia glaberrima</i> (Steud.) J.F. Macbr.
4	Fabaceae	Copaifera	<i>Copaifera reticulata</i> Ducke
5	Malvaceae	Sterculia	<i>Sterculia apeibophylla</i> Ducke

De acuerdo a la descripción de sus características vegetativas y reproductivas, las que están registrada para la Flora de Perú: Departamento de Madre de Dios; en el Catálogo de Angiospermas y Gimnospermas del Perú de Lois Brako and James L. Zarucchi (1993), en el Primer Catálogo de Árboles de la Amazonia de Madre de Dios, Perú (2020), en el APG IV (Angiosperm Phylogenetic Group, 2016) y en el Taxonomic Name Resolution Service v5.2 (2024). Se expide el presente certificado a solicitud de la interesada para los fines que considere conveniente.

Puerto Maldonado, 10 de octubre de 2024.


Dr. Hugo Dueñas Linares
ESPECIALISTA EN IDENTIFICACIÓN
TAXONÓMICA DE FLORA SILVESTRE
Código LIC-ES-2017-009

IDENTIFICACION TAXONOMICA DE ESPECIMENES VEGETALES

JUNIO, 2024

TESIS: "Caracterización anatómica y potencial dendrocronológico de cinco especies forestales en el corredor turístico bajo Tambopata, Madre de Dios"

Señor: Bach. Moena Mallqui, Julio Cesar

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	COORDENADAS		FAMILIA	HABITO	HABITAT	LOCALIDAD	Colector	Fecha Coll	ID	FECHA ID
			ESTE	NORTE								
1	Enterolobium schomburgkii (Benth.) Benth.	Pashaco de oreja negra, pashaco oreja de negro	480122	8601490	FABACEAE	Árbol	Bosque Terraza media	Km 10, Corredor turístico Tambopata	Julio Cesar Moena Mallqui	10/09/2024	HDL	10/10/2024
2	Erythrina poeppigiana (Walp.) O.F. Cook	Amasisa	480072	8601455	FABACEAE	Árbol	Bosque Terraza media	Km 10, Corredor turístico Tambopata	Julio Cesar Moena Mallqui	10/09/2024	HDL	10/10/2024
3	Crudia glaberrima (Steud.) J.F. Macbr.	Pisho, bushilla	480037	8601427	FABACEAE	Árbol	Bosque Terraza media	Km 10, Corredor turístico Tambopata	Julio Cesar Moena Mallqui	10/09/2024	HDL	10/10/2024
4	Copaifera reticulata Ducke	Copaiba blanca	480019	8601444	FABACEAE	Árbol	Bosque Terraza media	Km 10, Corredor turístico Tambopata	Julio Cesar Moena Mallqui	10/09/2024	HDL	10/10/2024
5	Sterculia apeibophylla Ducke	Huira, huarmi caspi o sapote rojo	480000	8601454	MALVACEAE	Árbol	Bosque Terraza media	Km 10, Corredor turístico Tambopata	Julio Cesar Moena Mallqui	10/09/2024	HDL	10/10/2024

Referencias:

Vouchers colección JCMM, 10/09/2024

Vouchers Herbario San Marcos (HSM). 2024

Vouchers Herbario MOL, 2024

APG IV. 2016

Voucher Herbario "Alwyn Gentry", 2024

Taxonomic Resolution Service v5.2. 2024

The Plant List, 2024

Voucher Tropicos, Missouri Botanical

Primer Catálogo de los Árboles de MDD, 2020



Dr. Hugo Dueñas Linares
ESPECIALISTA EN IDENTIFICACIÓN
TAXONÓMICA DE FLORA SILVESTRE
Código LIC-ES-2017-049

ANEXO 4. Panel fotográfico

Colección y codificación de muestras botánicas



Extracción de muestras de leño mediante el método no destructivo



