



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN
CIENCIAS MENCIÓN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS

**POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE ESPECIES
FORESTALES DE BOSQUE INUNDABLE EN LA
AMAZONIA ORIENTAL DEL PERÚ**

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
CIENCIAS MENCIÓN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL

AUTOR:

Br. MIGUEL ANGEL RANILLA HUAMANTUCO

ASESOR:

Dr. LEIF ARMANDO PORTAL CAHUANA

ORCID: N°0000-0002-2717-4348

FINANCIADO POR:

PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO

“YACHAYNINCHIS WIÑARINANPAQ”-UNSAAC.

CUSCO-PERU

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Potencial
Dendrocronológico de Especies Forestales de
Bosque Inundable en la Amazonia oriental del Perú

presentado por: Miguel Angel Panilla Huamanluc con DNI Nro.: 45894152... presentado
por: — con DNI Nro.: — para optar el
título profesional/grado académico de Maestro en Ciencias
Mención Ecología y Gestión Ambiental

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la**
UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10%.

**Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o
título profesional, tesis**

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 23 de Diciembre de 2024.

[Firma]
Firma
Post firma Greta Nayot Pava Prado
Nro. de DNI 23834197
ORCID del Asesor 0000-0002-3114-3923

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259:418581824

Miguel Ranilla

TESIS_FINAL_ORDENADA_MIGUEL_RANILLA.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::27259:418581824

Fecha de entrega
23 dic 2024, 9:00 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
23 dic 2024, 9:15 p.m. GMT-5

Nombre de archivo
TESIS_FINAL_ORDENADA_MIGUEL_RANILLA.pdf

Tamaño de archivo
14.9 MB

193 Páginas

36,994 Palabras

173,878 Caracteres

10% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 11 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

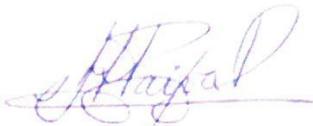
Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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

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



Dra. GRETA MARGOT PAIVA PRADO
DIR. UNIDAD DE POSTGRADO DE LA
FACULTAD CIENCIAS BIOLÓGICAS



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA DE POSGRADO**

INFORME DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES A TESIS

Dra. NELLY AYDE CAVERO TORRE, Directora (e) General de la Escuela de Posgrado, nos dirigimos a usted en condición de integrantes del jurado evaluador de la tesis intitulada **POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE ESPECIES FORESTALES DE BOSQUE INUNDABLE EN LA AMAZONIA ORIENTAL DEL PERÚ**, de la Br. BR. MIGUEL ANGEL RANILLA HUAMANTUCO. Hacemos de su conocimiento que el (la) sustentante ha cumplido con el levantamiento de las observaciones realizadas por el Jurado el día **DIECISEIS DE SETIEMBRE DE 2024**.

Es todo cuanto informamos a usted fin de que se prosiga con los trámites para el otorgamiento del grado académico de MAESTRO EN CIENCIAS MENCIÓN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL.

Cusco, 11 de diciembre del 2024

Dra. MARTHA NATIVIDAD MOSTAJO ZAVALET
Primer Replicante

Dr. WILFREDO CHAVEZ HUAMAN
Segundo Replicante

DRA. MARÍA ENCARNACION HOLGADO ROJAS
MARMANILLO
Primer Dictaminante

DRA. VERÓNICA ISELA VERA
Segundo Dictaminante

DEDICATORIA

A mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y confianza en cada paso de este largo camino. Ustedes han sido mi mayor fuente de inspiración y motivación para seguir adelante.

A mis profesores y mentores, por su invaluable guía y por compartir su conocimiento y pasión por la ciencia. Sin su dedicación, este trabajo no habría sido posible.

A los pueblos de la Amazonía, guardianes de los bosques, por su sabiduría y respeto por la naturaleza. Este trabajo es un pequeño aporte para la conservación de su herencia milenaria.

Y, finalmente, a la Amazonía misma, fuente inagotable de vida y misterio, por enseñarnos cada día sobre la grandeza de la naturaleza y la urgente necesidad de preservarla para las futuras generaciones.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al programa fortalecimiento Yachayninchis Wiñarinanpaq de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, por brindarme la oportunidad de ser uno de sus becarios, haciendo posible la realización de esta tesis.

En primer lugar, mi más profundo agradecimiento al Dr. Leif Armando Portal Cahuana, mi asesor, cuyo conocimiento, paciencia y guía fueron cruciales a lo largo de este proceso. Sus consejos y sugerencias no solo enriquecieron mi investigación, sino también mi desarrollo personal y profesional.

A mi hijo, Miguel Sebastián Ranilla Izquierdo, quien fue una fuente constante de motivación y un motor para seguir adelante con este proyecto.

A mis padres, Justiniano y Lourdes, y a mis hermanos, por su amor, comprensión y apoyo incondicional. Su aliento en los momentos más difíciles fue esencial para alcanzar este logro.

Extiendo también mi agradecimiento a mis amigos y al equipo técnico que colaboraron en el proceso de campo. En especial, gracias a Robert Farfán, Jhon Canales, Javier Navio, Kerly Macedo y Robert Tabet, cuyo apoyo fue fundamental para llevar adelante este trabajo.

Finalmente, mi gratitud va hacia la Amazonía, escenario de esta investigación. Su majestuosidad y complejidad me han inspirado profundamente, y espero que los resultados de este trabajo contribuyan a su conservación y manejo sostenible para el bienestar de las generaciones futuras.

Índice general

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Situación Problemática	14
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Justificación de la investigación	16
1.4. Objetivo de la investigación	19
II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	20
2.1. Bases teóricas	20
2.2. Marco conceptual (palabra clave)	24
2.3. Antecedentes empíricos de la investigación (estado del arte)	25
III. HIPOTESIS Y VARIABLES.....	28
3.1. Hipótesis general	28
3.2. Identificación de variables e indicadores.....	28
3.3. Operacionalización de las variables.....	29
IV. METODOLOGIA.....	31
4.1. Ámbito de estudio: localización política y geográfica	31
4.2. Tipo y nivel de investigación	34
4.3. Unidad de análisis.....	34
4.4. Población de estudio	34
4.5. Tamaño de Muestra.....	34
4.6. Técnica de selección de muestra.....	35
4.7. Técnica de recolección de información	35
4.8. Técnica de análisis e interpretación de la información	40
4.9. Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de las hipótesis planteadas	42
V. RESULTADOS	43
VI. DISCUSIONES	142

Lista de cuadros

Tabla 1 Operacionalización de las variables de estudio.....	29
Tabla 2 Especies consideradas en el presente estudio.....	43
Tabla 3 Caracterización de los anillos de crecimientos de veinte árboles de la región de Madre de Dios.....	125
Tabla 4 Evaluación de la Sincronización en el Ancho de los Anillos por Árbol de Terminalia oblonga	132

Lista de figuras

Figura 1 Mapa de ubicación del área de estudio	32
Figura 2 Climograma de la provincia de Tambopata, Madre de Dios - Perú (1990 -2019)	33
Figura 3 Esquema metodológico	37
Figura 4 Muestra mediante método no destructivo	38
Figura 5 Escaneo de secciones transversales.....	39
Figura 6 Imágenes dendrológicas de Brosimum lactescens	46
Figura 7 Imágenes macroscópicas de la especie Brosimum lactescens	47
Figura 8 Imágenes dendrológicas de Calycophyllum spruceanum Benth.....	50
Figura 9 Imágenes macroscópicas de la especie Calycophyllum spruceanum Bent	51
Figura 10 Imágenes dendrológicas de Clarisia racemosa R.et P	54
Figura 11 Imágenes macroscópicas de la especie Clarisia racemosa R.et P... ..	55
Figura 12 Imágenes dendrológicas de Diospyros sp	58
Figura 13 Imágenes macroscópicas de la especie Diospyros sp	59
Figura 14 Imágenes dendrológicas de Ficus insípida Willd	62
Figura 15 Imágenes macroscópicas de la especie Ficus insípida Willd.....	63
Figura 16 Imágenes dendrológicas de Guatteria sp	66

Figura 17 Imágenes macroscópicas de la especie Guatteria sp	67
Figura 18 Imágenes dendrológicas de Inga sp	70
Figura 19 Imágenes macroscópicas de la especie Inga sp	71
Figura 20 Imágenes dendrológicas de Luehea grandiflora C. Martius cf.....	74
Figura 21 Imágenes macroscópicas de la especie Luehea grandiflora C. Martiuscf.	75
Figura 22 Imágenes dendrológicas de NN.....	78
Figura 23 Imágenes macroscópicas de la especie NN.....	79
Figura 24 Imágenes dendrológicas de Pouteria baenhiana Monachino	82
Figura 25 Imágenes macroscópicas de la especie Pouteria baenhiana Monachino.	83
Figura 26 Imágenes dendrológicas de Pouteria sp	86
Figura 27 Imágenes macroscópicas de la especie Pouteria sp. (1)	87
Figura 28 Imágenes dendrológicas de Pouteria sp. (2)	90
Figura 29 Imágenes macroscópicas de la especie Pouteria sp. (2)	90
Figura 30 Imágenes dendrológicas de Pseudolmedia laevis (R. et P.) J.F	94
Figura 31 Imágenes macroscópicas de la especie Pseudolmedia laevis (Ruiz &Pav.) J.F. Macbr	95
Figura 32 Imágenes dendrológicas de Pterocarpus rorhii Vahl.....	98
Figura 33 Imágenes macroscópicas de la especie Pterocarpus rorhii Vahl.	99
Figura 34 Imágenes dendrológicas de Senegalia sp	102
Figura 35 Imágenes macroscópicas de la especie Senegalia sp	103
Figura 36 Imágenes dendrológicas de Spondias mombin L.....	106
Figura 37 Imágenes macroscópicas de la especie Spondias mombin L.	107
Figura 38 Imágenes dendrológicas de Terminalia oblonga (R.et P) Steud	110
Figura 39 Imágenes macroscópicas de la especie Terminalia oblonga (R.et P) Steud	111
Figura 40 Imágenes dendrológicas de Virola elongata (Benth.) Warb	114
Figura 41 Imágenes macroscópicas de la especie Virola elongata (Benth.) Warb.....	115

Figura 42 <i>Imágenes dendrológicas de Zanthoxylum acuminatum (Sw.)</i>	118
Figura 43 <i>Imágenes macroscópicas de la especie Zanthoxylum acuminatum</i>	119
Figura 44 <i>Imágenes dendrológicas de Zygia sp</i>	122
Figura 45 <i>Imágenes macroscópicas de la especie Zygia sp</i>	123
Figura 46 <i>Límite de los anillos de crecimiento en la sección transversal macroscópica</i>	127
Figura 47 <i>Análisis de componentes principales (1)</i>	129
Figura 48 <i>Análisis de componentes principales (2)</i>	130
Figura 49 <i>Cronología maestra (1929-2022)</i>	133
Figura 50 <i>Sensibilidad climatológica de la cronología de Terminalia oblonga</i>	135
Figura 51 <i>Patrones de correlación espacial entre la cronología maestra de Terminalia oblonga y las temperaturas de la superficie del mar</i>	136
Figura 52 <i>Análisis de correlación de ventanas móviles entre la cronología de Terminalia oblonga y el fenómeno El Niño</i>	139

RESUMEN

Los bosques tropicales inundados ofrecen una visión única del cambio climático, investigando los anillos de crecimiento en árboles. Esta investigación evaluó el potencial dendrocronológico de veinte especies forestales nativas en la Amazonía oriental del Perú, describiendo detalladamente su dendrología y anatomía macroscópica. Se analizó la estructura anatómica de los anillos de crecimiento para determinar su viabilidad en investigaciones dendrocronológicas. Además, se desarrolló una cronología y se examinó la relación entre el crecimiento y las condiciones climáticas locales, así como la temperatura de la superficie del mar, resaltando la influencia del fenómeno El Niño en *Terminalia oblonga*. Se utilizaron muestras de madera destructivas y no destructivas durante la época de seca junio del 2023, junto con muestras botánicas para identificación precisa. Los resultados indican que trece especies son prometedoras para estudios dendrocronológicos, incluyendo *T. oblonga* por primera vez en la región. Estos hallazgos son cruciales para guiar futuras investigaciones dendrocronológicas en la Amazonía peruana.

Palabras clave: Anillos de crecimiento, Bosque inundado, cambio climático, manejo forestal, Madre de Dios

Abstract

Flooded tropical forests offer a unique perspective on climate change by investigating tree growth rings. This study evaluated the dendrochronological potential of twenty native forest species in the eastern Amazon of Peru, providing detailed descriptions of their dendrology and macroscopic anatomy. The anatomical structure of the growth rings was analyzed to assess their viability for dendrochronological studies. Additionally, a chronology was developed, and the relationship between growth and local climatic conditions, as well as sea surface temperature, was examined, highlighting the influence of the El Niño phenomenon on *Terminalia oblonga*. Destructive and non-destructive wood samples were collected during the dry season of June 2023, along with botanical samples for precise identification. The results indicate that thirteen species are promising for dendrochronological studies, including *T. oblonga* for the first time in the region. These findings are crucial for guiding future dendrochronological research in the Peruvian Amazon.

Keywords: Growth rings, flooded forest, climate change, forest management, Madre de Dios

INTRODUCCIÓN

La dendrocronología es una herramienta fundamental para la investigación de fenómenos naturales, el manejo sostenible de los recursos forestales y el estudio de la relación entre los ecosistemas y el clima. Su capacidad para proporcionar datos precisos a lo largo de varios siglos la convierte en un pilar clave en disciplinas como la climatología, ecología, arqueología y conservación. Además, permite detectar la historia de perturbaciones antrópicas, como incendios y otras actividades humanas, registradas en los anillos de crecimiento de los árboles. La presencia de anillos anuales en más de 20 países tropicales, como evidenciado por Worbes (2002), destaca un crecimiento sincronizado ligado a eventos climáticos extremos, como sequías breves e inundaciones prolongadas. Esta técnica ha permitido comprender la influencia de fenómenos como El Niño en el crecimiento arbóreo y la longevidad de los árboles de hoja ancha en las tierras bajas tropicales.

Por otro lado, Rozendaal y Zuidema (2011) subrayan la relevancia de entender el crecimiento y la ecología de los árboles tropicales para conservar y gestionar estos ecosistemas. A pesar de los desafíos dados los cambios menos marcados en las estaciones, técnicas como la medición dendrométrica, las heridas cambiales o la datación por carbono, han permitido comprender la relación entre el clima y el crecimiento arbóreo en estas regiones. Por su parte Brienen et al. (2016) revelan que la formación de anillos en los trópicos está vinculada principalmente a variaciones estacionales en precipitaciones o inundaciones, no tanto a la temperatura. A pesar de la moderada sensibilidad de los árboles tropicales al clima, el análisis de los anillos de crecimiento proporciona información crucial sobre el impacto del cambio climático en

estos ecosistemas.

Schöngart et al. (2017) y Marcelo-Peña et al. (2020) refuerzan la importancia de los anillos en la comprensión de la ecología y la dinámica de los bosques, así como su aplicación en la proyección de la extracción de madera y la gestión sostenible de estos recursos. En el contexto específico de Perú, Portal-Cahuana, et al. (2023) resaltan cómo el desarrollo de cronologías de anillos en árboles tropicales permite reconstruir la historia ambiental del Neotrópico. Identifican brechas en el muestreo y destacan la alta diversidad arbórea peruana como un laboratorio natural para comprender mejor el crecimiento y funcionamiento de las especies tropicales en interacción con el clima. Esta investigación específica proporciona una visión detallada de la dendrocronología en el contexto peruano, contribuyendo a la dirección de futuros estudios dendrocronológicos en esta región.

El estudio de especies potenciales para la dendrocronología tropical es crucial para comprender el crecimiento arbóreo en condiciones climáticas diversas. Los trabajos de Bauer et al., 2020; Beltrán y Valencia, 2013; Brienen et al., 2006; Groenendijk et al., 2014; Marcelo-Peña et al., 2020; Schöngart et al., 2017, y otros investigadores han explorado esta importante área. Históricamente, se pensaba que el estudio de los anillos de crecimiento solo era factible en biomas con una estacionalidad bien definida, como los bosques templados. Sin embargo, estudios en Perú han revelado la presencia de anillos anuales en diversas especies a lo largo de gradientes altitudinales. Estos hallazgos desmitifican la limitación estacional en los trópicos para estudios dendrocronológicos (Marcelo-Peña et al., 2020).

La asociación entre la relación filogenética y la distintividad de los anillos de crecimiento, como lo discuten Marcelo-Peña et al. (2020), sugiere una diversidad de respuestas entre especies caducifolias y perennes a las condiciones ambientales. Bauer et al. (2020) complementan este panorama al observar la relación entre patrones fenológicos foliares y anillos de crecimiento en bosques subtropicales, identificando especies con límites anatómicos claros en sus anillos.

Beltrán y Valencia (2013) profundizan en los desafíos y hallazgos de la caracterización anatómica de anillos de crecimiento en especies potenciales para estudios dendrocronológicos en la Selva Central del Perú. Estos estudios resaltan problemas como la dificultad para visualizar anillos, irregularidades y la presencia de parénquima en bandas, subrayando la importancia de entender la variabilidad en las dimensiones celulares para inferir la formación anual de los anillos.

Groenendijk et al. (2014) y otros investigadores han evaluado el potencial de aplicar análisis de anillos de crecimiento en especies arbóreas tropicales en condiciones húmedas. A pesar de la falta de variación estacional en ciertos bosques tropicales, se identificaron límites distintos en anillos de árboles, demostrando el potencial para obtener datos de crecimiento precisos. En conjunto, estos estudios resaltan la relevancia de investigar y comprender las especies potenciales para la dendrocronología tropical. Esto no solo enriquece el conocimiento sobre la formación de anillos de crecimiento en diversas condiciones tropicales, sino que también ofrece información crucial para la gestión sostenible de los bosques y la comprensión de cómo responden los árboles al cambio climático en estos ecosistemas.

Los bosques de tierra firme presentan mayor diversidad de especies en comparación de los bosques inundados (Myster, 2015). Estos bosques enfrentan una inundación anual que eleva el agua más de 10 metros, sumergiendo plántulas y árboles por hasta siete meses. Esto altera nutrientes, oxígeno y toxinas, creando condiciones óptimas para el crecimiento vegetal, exigiendo adaptaciones (Parolin et al., 2004). En el contexto de los cambios climáticos actuales, resulta esencial entender cómo funcionan las inundaciones, los flujos de agua y cómo estos afectan la manera en que los bosques cerca de ríos y cuerpos de agua se desarrollan y cambian (Berthelot et al., 2015). Esta investigación se enfoca en evaluar el Potencial dendrocronológico de especies forestales de bosque inundable en la Amazonia oriental del Perú.

El estudio tiene como objetivos principales describir la dendrología y la anatomía macroscópica de veinte especies forestales del bosque de terraza baja inundable ubicada en la Amazonia oriental del del Peru, caracterizar la estructura anatómica de los anillos de crecimiento de estas especies y evaluar su potencial para estudios dendrocronológicos. Adicionalmente, se busca construir la cronología de la especie con mayor potencial dendrocronológico y relacionar su crecimiento con el clima local. Asimismo, se investigará la correlación espacial entre la cronología de esta especie y las temperaturas de la superficie del mar (SST) y se analizará la influencia del fenómeno El Niño en su crecimiento.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación Problemática

El estudio de los anillos de crecimiento de los árboles tropicales es importante porque nos brinda información desde el inicio de vida del árbol mientras que por ejemplo las parcelas permanentes de muestreo solo nos brindan información de periodos muy cortos de 20 a 30 años de seguimiento (Barbosa et al., 2018; Groenendijk et al., 2014).

A pesar de los avances en la dendrocronología, los estudios en los bosques tropicales han sido limitados, con solo entre 220 y 230 especies forestales evaluadas hasta la fecha (Brienen et al., 2016; Schöngart et al., 2017). Esta falta de conocimiento es particularmente notoria en la región de la Amazonía oriental del Perú, donde la información dendrocronológica es escasa y hasta ahora, no se han incluido árboles de bosques de terraza baja inundable en las investigaciones.

Los bosques inundables presentan condiciones ambientales únicas, como la fluctuación del nivel de agua, que puede influir en el crecimiento de los árboles. Sin embargo, pocos estudios han analizado cómo estas fluctuaciones afectan los patrones de crecimiento anual en las especies forestales de estas áreas.

Determinar la cronología en estos ecosistemas es clave para entender los procesos ecológicos, la regeneración forestal y el impacto del cambio climático, pero la falta de datos precisos sobre el crecimiento anual de las especies forestales en áreas inundables limita la capacidad de hacer predicciones sobre su sostenibilidad y respuesta a condiciones cambiantes.

El cambio climático está modificando los patrones de inundación y precipitación en la Amazonía. Sin un registro dendrocronológico, es difícil evaluar cómo estos cambios afectarán a largo plazo el crecimiento y la viabilidad de las especies en los bosques inundables.

Asimismo, la información dendrocronológica es fundamental para diseñar estrategias de manejo y conservación que aseguren la sostenibilidad de estos ecosistemas únicos y ricos en biodiversidad. Cerrar esta brecha de conocimiento no solo mejorará la gestión forestal en la región, sino que también apoyará la conservación de los recursos naturales en la Amazonía.

1.2. Formulación del problema

a. Problema general

Dentro de este contexto, surge la siguiente pregunta: ¿Cuál es el potencial dendrocronológico de especies forestales de bosque inundable en la Amazonia oriental del Perú?

b. Problema específico

PE 1: ¿Cuáles son las características dendrológicas y anatómicas de los anillos de crecimiento de veinte especies de bosque inundable ubicadas Amazonia oriental del Perú?

PE 2: ¿Cuáles son las especies con mayor potencial para estudios dendrocronológicos en el bosque inundable de la Amazonia oriental del Perú?

PE 3: ¿Cuál es la cronología de la especie forestal con mayor potencial dendrocronológico?

PE 4: ¿Cuál es la relación del crecimiento de la especie con mayor potencial dendrocronológico con las variables climáticas locales asociados las inundaciones?

PE 5: ¿Existe una correlación significativa entre la cronología de la especie con mayor potencial dendrocronológico y los patrones climáticos a gran escala, como las temperaturas de la superficie del mar (SST) y el fenómeno El Niño

1.3. Justificación de la investigación

Los bosques de la Amazonia peruana presentan una gran diversidad de ecosistemas, los que se caracterizan por presentar una gran variedad vegetal,

climática, geomorfológica y edáfica, las mismas que se encuentran expresadas por distintas formas de vida vegetal o formas de crecimiento que van desde las llanuras aluviales con bosques lluviosos hasta los paisajes colinosos y montañosos (Brack, 2004; Foster et al., 1994).

De acuerdo con el mapa de cobertura vegetal (MINAM, 2015) Madre de Dios presenta diversos tipos de cobertura vegetal dentro de ellos el bosque de terraza baja (Btb) se localiza en la llanura aluvial de la selva baja, ocupando tanto las terrazas bajas, recientes y sub-recientes (inundables), como las terrazas antiguas o medias (no inundables). Generalmente, este tipo de bosque se encuentra a menos de 5 metros sobre el nivel de las aguas, con una pendiente de 0-2 %, y se forma a partir de sedimentos aluviales depositados durante el Cuaternario por los ríos y quebradas que recorren la región. En estos bosques, existe una gran diversidad de especies, que van desde flora pionera que coloniza suelos recién formados, hasta especies que se vuelven dominantes en varios sectores, formando bosques paralelos a los ríos; sin embargo, estos ecosistemas se ven amenazados por actividades económicas como cambio de uso de suelo por la actividad minera, la tala indiscriminada de especies de valor ecológico y la degradación del suelo.

El aprovechamiento indiscriminado de productos forestales maderables en la región Madre de Dios, ha llegado al punto de que se extraiga madera de árboles poco comerciales, poco estudiadas anatómicamente y se desconoce las características anatómicas claves para la identificación de estas especies lo que conlleva muchas veces en identificaciones erróneas por parte de la autoridad competente encargada de fiscalizar y supervisar el aprovechamiento de productos forestales maderables, al

respecto (Dickison, 1975) menciona que por lo general los estudios de anillos de crecimiento de árboles de interés comienza con la descripción anatómica de la madera, tales descripciones anatómicas además tienen otros fines como la identificación de piezas de madera de valor histórico o comercial.

Hay escasa información dendrocronológica en la región Amazónica oriental del Perú, y hasta la fecha, ningún estudio ha incluido árboles típicos de los bosques de terraza baja inundable. Por lo que, en la presente investigación se identifican especies del bosque de terraza baja inundable y se caracterizan anatómicamente los anillos de crecimiento, proporcionando información desde el inicio de la vida del árbol. Esto proporcionara información inestimable para su uso en estudios que guarden relación con el incremento de diámetro de árboles versus los cambios ambientales. El análisis de los anillos de crecimiento en especies de bosques de terraza baja inundable permite crear modelos de crecimiento, establecer ciclos de corta y ofrecer directrices para un manejo adecuado de los bosques en la región.

1.4. Objetivo de la investigación

a. Objetivo general

Determinar el potencial dendrocronológico de especies forestales de bosque inundable en la Amazonia oriental del Perú.

b. Objetivos específicos

OE1: Describir la dendrología y la anatomía macroscópica de los anillos de crecimiento de veinte especies forestales de bosque inundable ubicado en la Amazonia oriental del Perú.

OE2: Identificar las especies con mayor potencial para estudios dendrocronológicos en bosque inundable ubicado en la Amazonia oriental del Perú.

OE3: Construir la cronología de la especie forestal con mayor potencial dendrocronológico.

OE4: Relacionar el crecimiento de la especie con mayor potencial dendrocronológico con las variables climáticas locales asociadas las inundaciones.

OE5: Evaluar la correlación entre la cronología de la especie con mayor potencial dendrocronológico y los patrones climáticos a gran escala, como las temperaturas de la superficie del mar (SST) y el fenómeno El Niño.

II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Bosque de terraza baja (Btb)

Este tipo de cobertura forestal se encuentra en la llanura aluvial de la selva baja, abarcando tanto las terrazas bajas, que son recientes o sub-recientes (inundables), como las terrazas antiguas o medias (no inundables). La diferenciación entre estas terrazas no se logró debido a la escala de mapeo y al tipo de imagen satelital empleado. Generalmente, estas áreas se localizan a menos de 5 metros sobre el nivel del agua y tienen una pendiente de entre 0 y 2 %. Se forman a partir de sedimentos aluviales transportados por ríos y quebradas, y depositados durante el Cuaternario. Ocupa una superficie de 7 091 445 ha, que representa el 5,52 % del total nacional (MINAM, 2015)

La inestabilidad de los cursos de los ríos va originando porciones de tierras bajas donde se instala una flora pionera que colonizan los suelos recientemente formados en forma secuencial y paralela, originado de esta manera una colonización primaria en las playas o islas expuestas a base de comunidades de hierbas, sobresaliendo las especies: *Ludwigia* spp. ("chirapa sachá") y algunas ciperáceas y poáceas. Posteriormente, se instalan especies de mayor tamaño como **Gynerium sagittatum** ("caña brava"), **Tessaria integrifolia** ("pájaro bobo"), **Adenaria floribunda** ("puca varilla"), **Cecropia membranacea** ("cetico"), y **Pseudobombax munguba** ("punga colorada"). De estas, las dos últimas llegan a ser dominantes en numerosos sectores, formando bosques a lo largo de los ríos. Con el tiempo, este bosque de baja diversidad comienza a incorporar especies arbóreas más estables,

como *Ficus insipida* ("oje") y *Calycophyllum spruceanum* ("capirona del bajo"). En los suelos más estables ubicado en las terrazas medias (< 10 m respecto al nivel de las aguas), se encuentran especies de mayor edad, tales como, *Triplaris sp.* ("tangarana"), *Calycophyllum sp.* ("capirona"), *Erythrina sp.* ("amasisa"), *Ficus anthelmintica* ("oje"), *Inga sp.* ("shimbillo"), *Euterpe precatoria* ("huasaf"), *Trema micrantha* ("atadijo"), *Erythrina ulei*, *Piper achromatolepis*, *Senegalia riparia*, *Calathea sp.*, *Cissus erosa* ("ampato huasca"), *Erythrina amazonica*, *Ficus insipida* ("oje"), *Senna bacillaris* ("mataro"), *Senna ruiziana* ("mataro chico"), *Attalea insignis* ("conta"), *Garcinia macrophylla* ("charichuelo"), *Calyptranthes densiflora* ("yayo), etc. (Kalliola et al., 1993).

2.1.2. Dendrocronología en especies tropicales

La dendrocronología indica una relación entre los árboles y el tiempo, proviene del griego "Dendron" que significa "árbol", "Cronos" que significa "tiempo" y "Logo" que significa "conocimiento". Y denomina una disciplina científica dotada de un conjunto de principios técnicas y métodos que permiten datar los anillos de crecimiento anual, extraer información que contienen de los diferentes factores que han influido en el crecimiento del árbol (Gutiérrez, 2009).

La presencia de anillos de crecimiento en los árboles tropicales era discutible y causaba polémica en los investigadores, debido a que estos

bosques no presentan una marcada estacionalidad como la registrada en bosques templados (Worbes, 1999), sin embargo, se ha mostrado desde un poco más de 100 años la existencia de anillos anuales en los bosques tropicales (Worbes, 2002),

existen experiencias positivas en dendrocronología aplicada a arboles de zonas tropicales y subtropicales, donde se ha corroborado el crecimiento, anualidad de los anillos de crecimiento y la utilidad de las especies (Tomazello et al., 2009).

La formación de anillos de crecimiento distinto y anuales en los bosques tropicales depende de la fisiología de las especies, la anatomía, fenología, pero también de factores exógenos como la estacionalidad de las lluvias e inundaciones en los bosques (Brienen et al., 2016). Estudios recientes muestran que se tienen un poco más de cien investigaciones sobre dendrocronología donde se tienen aproximadamente doscientas y veinte especies arbóreas en cuarenta y seis familias botánicas en todo el Neotrópico (Schöngart et al., 2017).

En la actualidad, los estudios dendrocronológicos se inician con la determinación de especies potenciales con anillos de crecimiento distintivos, para ello, se requieren de muestras de madera extraídas por métodos destructivos o no destructivo. El primer método implica el corte del árbol para la extracción de discos o rodajas, con el uso maquinas convencionales como la motosierra. El segundo, consiste en la extracción de muestras utilizando sondas metálicas manuales o acopladas a equipos motorizados, manteniendo la integridad del árbol (Tomazello et al., 2004).

2.1.3. Caracterización anatómica de los anillos de crecimiento en bosques tropicales

Los anillos de crecimiento se presentan de forma distinta que se caracteriza por presentar un crecimiento con un cambio estructural abrupto en los límites entre ellos,

por lo general incluyendo un cambio en el espesor de la pared de fibra y/o fibra radial y de forma indistinta o ausente que se caracteriza por presentar anillos de crecimiento menos marcados por cambios estructurales menos graduales en sus límites mal definidos o no visibles (IAWA, 1989).

Los árboles de los bosques tropicales es posible identificar hasta género y en ocasiones hasta especies de acuerdo a las características anatómicas de la madera, también la variaciones y composición de los anillos de crecimiento, las mismas que son clasificados en diferenciados, no diferenciados y ausentes (Tomazello et al., 2004).

En su mayoría las especies maderables de tierras bajas presentan un alto potencial para el análisis de anillos de crecimiento, debido a que presentan buena visibilidad y es común denominarles “potenciales “para estudios dendrocronológicos (Brienen y Zuidema, 2003). Además, las inundaciones en los bosques tropicales son procesos anuales de varios meses, donde las especies forestales que crecen en ese tipo de bosque tienen diferentes respuestas morfológicas, fisiológicas y fenológicas, dichas inundaciones causan situaciones anaeróbicas en el sistema radicular dificultando la adsorción de agua, conduce a caídas de hojas en estas épocas y trae como resultado la latencia del cambium y la formación de anillos distintos y de formación anual durante los periodos de inundación (Schöngart et al., 2007).

En el Perú se han realizado algunos esfuerzos para ampliar la anatomía de la madera y la identificación de anillos de crecimiento de especies forestales del país, entre estos estudios se puede citar a (Beltrán, Valencia 2013; Marcelo-Peña et al. 2020), que pudieron ayudar a identificar árboles potenciales para el estudio de los

anillos de crecimiento, en diferentes ecosistemas del país. En otras partes de América del Sur se ha relacionado el estudio de los anillos de crecimiento con la fenología y la actividad cambial de los árboles tropicales, lo que ayuda a un mejor entendimiento de las especies de los bosques tropicales y el entendimiento de las relaciones con su entorno (Bauer, Schmitt, Oliveira 2020; Lisi et al. 2008; Marcati, Milanez, Machado 2008; Marcati, Angyalossy, Evert 2006).

2.2. Marco conceptual (palabra clave)

Análisis de anillos de árboles (o dendrocronología): puede contribuir de manera importante al estudio de las respuestas de los bosques tropicales al cambio climático. Sin embargo, en los trópicos se ha quedado atrás con respecto a los estudios en árboles templados y boreales, donde los anillos de los árboles proporcionaron información detallada sobre el crecimiento y el funcionamiento de los árboles, y las respuestas de los árboles al clima pasado (Schöngart et al., 2017).

Crecimiento de los árboles: es un proceso biológico como otros organismos, que va aumentando conforme al tiempo, dicho crecimiento se genera en función a la expansión, diferenciación y formación de nuevas células generando estructuras más complejas (tejidos, órganos) (Gutiérrez, 2009).

Datación: conociendo el último año de vida de los árboles en función a la colecta de este es posible realizar una secuencia de los anillos de crecimiento y con ellos datarlo en función al tiempo (Gutiérrez, 2009).

Edades de los árboles: pueden medirse directamente solo por medio de datación por radiocarbono o análisis de anillos de árboles (Schöngart et al., 2017).

Límites de los anillos de los árboles tropicales: se forman cuando las células de cambium en los troncos de los árboles están inactivas. En regiones de latitudes medias y altas, el desencadenante principal detrás de la latencia cambial y la formación de anillos de árboles anatómicamente distintos es la variación estacional en la duración del día y la temperatura (Schöngart et al., 2017).

Sensibilidad del crecimiento al clima: el cambium vascular es sensible al clima local y global, y esto queda impreso en la madera a través de los anillos de crecimiento, específicamente en el ancho de ellos, registrando, por ejemplo: heladas, eventos de secas, de inundaciones, etc (Gutiérrez, 2009).

2.3. Antecedentes de la investigación (estado del arte)

Portal-Cahuana et al. (2023), realizaron el estudio del estado del arte de la dendrocronología en el Perú y no encontraron ninguna especie forestal de la familia Combretaceae en esta investigación, lo que muestra que muchas especies forestales de diferentes familias botánicas faltan estudiar a nivel dendrocronológico.

Portal et al. (2020), construyeron la cronología de los anillos de crecimiento de *Jacaranda copaia* y analizaron los eventos más severos de El Niño. Se recolectaron 10 árboles en Madre de Dios, Perú, obteniendo cuatro muestras por árbol con una sonda Pressler. La cronología mostró un incremento anual promedio y anillos de crecimiento distintos, la intercorrelación entre árboles fue de 0,36 y la relación con El

Niño fue de 0,18, destacando 1998, los resultados revelan el potencial dendrocronológico de *J. copaia*.

Tello (2020), evaluó el potencial dendrocronológico y la cicatrización anatómica de especies de importancia económica de los varillales de Jenaro Herrera en el departamento de Ucayali, en el que la evaluación se realizó mediante la caracterización anatómica de los anillos de crecimiento y caracterización de madera a nivel macroscópico de 30 especies y concluye que 8 especies presentan anillos de crecimiento con potencial para estudios dendrocronológicos.

Marcelo-Peña et al. (2020), realizaron un estudio macroscópico y microscópico de la madera, caracterizando los anillos de crecimiento de 183 especies de árboles en los bosques del centro y norte del Perú, las muestras se recolectaron mediante técnicas no destructivas, utilizando un taladro mecánico Stihl BT45 y seleccionando tres árboles por especie. Los resultados muestran que existe una relación entre las especies caducifolias de los bosques secos y la delimitación de los anillos de crecimiento por parénquima marginal, en contraste los anillos de crecimientos indistintos se relacionan a especies de bosques siempre verde de los bosques húmedos premontanos y amazónicos, siendo una de las contribuciones más importantes en los últimos años sobre los anillos de crecimiento de árboles tropicales del Perú.

Diversos estudios en los últimos años vienen demostrando relaciones de las cronologías construidas de especies forestales del Perú y su relación con la Temperatura de la Superficie del Mar SST, manifestando relaciones positivas y negativas en los océanos Pacífico y Atlántico (Crispín et al. 2022; Layme et al. 2018;

Portal-Cahuana, Huamán-Guevara, Colina-Nano 2023; Requena, Morales, Villalba 2020), lo que se necesita explorar más estas relaciones y entender mejor como el clima global influye en el crecimiento de las especies del Perú.

Portal (2017), investigó cinco especies de la familia Fabaceae del departamento de Madre de Dios en el suroriente del Perú, determinando el potencial dendrocronológico. Las muestras se colectaron mediante muestras diametrales extraídas de rodajas de madera de la base del árbol de la concesión forestal de MADERACRE S.A.C. Los resultados muestran que dos especies (*Amburana cearensis* y *Hymenaea oblongilifolia*) presentaron gran potencial dendrocronológico y se logró construir la cronología de esas especies y relacionarlo con la precipitación y temperatura.

Beltrán y Valencia (2013), estudiaron ochenta especies de la selva central del Perú en las provincias de Satipo y Chanchamayo, obtuvieron rodajas de madera para dicho estudio. Sus resultados revelaron que 24 especies presentaron potencial para estudios dendrocronológicos, las especies de manera general presentaron diferentes problemas al evaluar los anillos de crecimiento.

Beltran (2011), caracterizó la anatomía de anillos de crecimiento de especies forestales tropicales maderables con valor comercial para dendrocronología en la Selva Central, las muestras se extrajeron de 40 especies de árboles aprobados en planes de manejo de concesiones durante el periodo de 2008- 2009, se obtuvo tres rodajas por árbol, los resultados concluyeron que 11 especies presentaron un buen potencial para estudios en dendrocronología.

III. HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

a. Hipótesis general

Existe potencial dendrocronológico en especies forestales de bosque inundable en la Amazonia oriental del Perú a través de la caracterización anatómica de los anillos de crecimiento y análisis dendrocronológico.

3.2. Identificación de variables e indicadores

3.2.1. Variable independiente:

Las características anatómicas de los anillos de crecimiento: Capas concéntricas de células leñosas periódicamente formadas que registran el desarrollo de un árbol en una estación de crecimiento.

Eventos climáticos: los anillos de crecimiento de los árboles proporcionan un panorama histórico mucho más completo sobre las variaciones climáticas.

3.2.2. Variable dependiente

Cronología maestra: El conocimiento de la edad de un rodal es de primordial interés para deducir el poder productivo de una masa, de modo que si conocemos la existencia de madera en un rodal es indispensable saber los años en que ha sido producida esa existencia, lo que nos permite calcular al mismo tiempo el crecimiento medio anual.

Relación crecimiento-clima: La influencia del clima local (precipitación y temperatura) influyen en el crecimiento de la especie.

Relación crecimiento – SST y fenómeno El Niño.: Muestra si existe relación entre el crecimiento de la especie y las variables ambientales globales, influenciando positiva y/o negativamente.

3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables de estudio

Objetivo	Variables	Indicador	Instrumento	Unidad	Fuente
Describir la dendrología y la anatomía macroscópica de los anillos de crecimiento de veinte especies forestales de bosque inundable ubicado en la Amazonia oriental del Perú.	Características anatómicas de los anillos de crecimiento	Descripción anatómica de los anillos de crecimiento, visibilidad, presencia de falsos anillos o anillos ausente	Imágenes escaneadas y lupa de 10x.	Características cualitativas.	(COPANT, 1974; AWA, 1989)
Identificar las especies con mayor potencial para estudios dendrocronológicos en bosque inundable ubicado en la Amazonia oriental del Perú.	Características anatómicas de los anillos de crecimiento	Correlación	Lupa de 10x y microscopio portátil.	Características cualitativas.	(Marcelo-Peña et al., 2020)
Construir la cronología de la especie forestal con mayor potencial dendrocronológico.	Cronología maestra	Extensión temporal de la cronología	Software Coorecorder	Número de anillos.	(Cybis, 2020)
Relacionar el crecimiento de la especie con mayor potencial dendrocronológico con las variables climáticas locales asociadas las inundaciones.	Relación crecimiento - Clima	Coeficientes de correlación con variables climáticas locales	Software RStudio. Registros de precipitación y temperatura.	mm y °C	(RStudio Team, 2015) SENAMHI

<p>Evaluar la correlación entre la cronología de la especie con mayor potencial dendrocronológico y los patrones climáticos a gran escala, como las temperaturas de la superficie del mar (SST) y el fenómeno El Niño.</p>	<p>Relación crecimiento – SST y fenómeno El Niño.</p>	<p>Correlación espacial con SST</p> <p>Indices de correlación con fenómenos como El Niño.</p>	<p>KNMI, Software RStudio y Eventos El Niño.</p>	<p>KNMI, (RStudio Team, 2015) y NOAA</p>
--	---	---	--	--

IV. METODOLOGIA

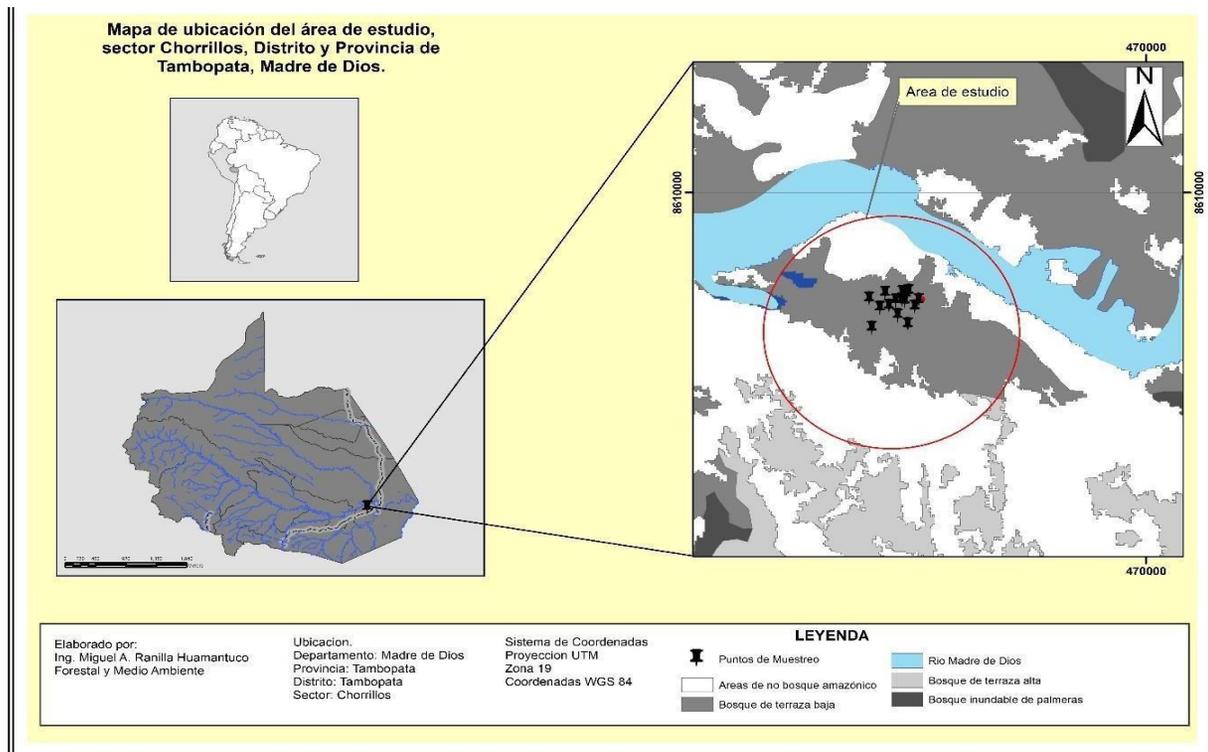
4.1. **Ámbito de estudio: localización política y geográfica**

El estudio se realizó en la Amazonía suroriental del Perú en el departamento de Madre de Dios en el Perú trifrontera con Brasil y Bolivia, departamento caracterizado por su alto valor de biodiversidad (Foster et al.,1994). Para determinar el potencial dendrocronológico de veinte especies forestales, el área de estudio se encuentra específicamente en el sector chorrillos del distrito y provincia de Tambopata(Figura 1). Está ubicado en el margen derecho del río Madre de Dios a 120 metros de altitud en las coordenadas $-12^{\circ}35'26.69''S$ $-69^{\circ}18'25.52''O$, los puntos de muestreo se encuentran localizados en Bosque de terraza baja – Btb. a 600 metros del río Madre de Dios. El área pertenece a la Asociación de Productores Amazónicos y de Conservación Nueva Amazonia APAYCNA-MDD.

Los Bosque de terraza baja – Btb o inundables se caracterizan por presentar una inundación anual que varía entre 3 a 8 meses de duración (Poma, 2007), en cuanto a las especies arbóreas estos son menos diversos en relación a los bosques de tierra firme (Campbell et al., 1986).

Figura 1

Mapa de ubicación del área de estudio



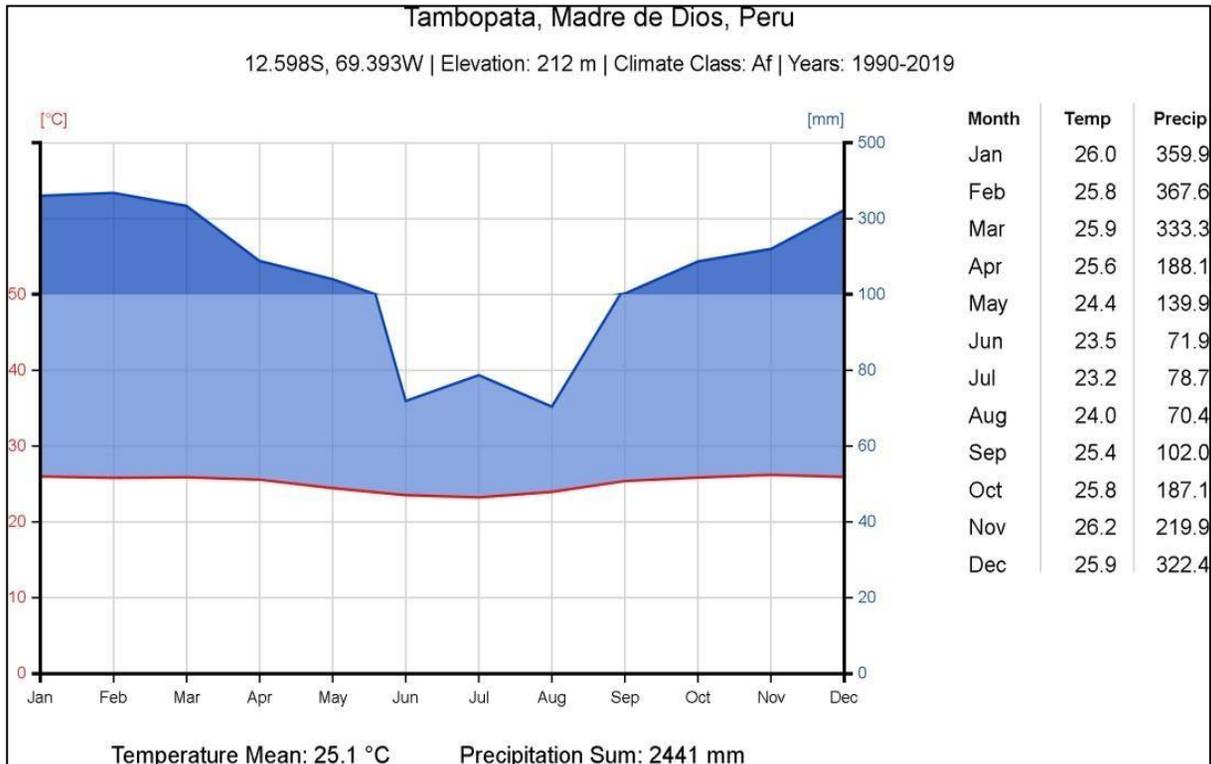
Nota: Mapa de ubicación del área de estudio en el Bosque de Terraza Baja, sector de Chorrillos, Distrito y Provincia de Tambopata, Departamento de Madre de Dios.

Para construir la cronología de una de las especies que presentó mayor potencial dendrocronológico se seleccionó otra área de estudio con las mismas condiciones ecológicas y con la misma clasificación de Bosque de terraza baja – Btb. Esto porque se tuvo la necesidad de tener por lo menos más de diez árboles de la misma especie forestal para el estudio. El área de estudio perteneciente al predio privado del Sr. Igidio Chávez Cachique ubicado en el sector rompeolas, del puerto pastora a 20 minutos en bote río abajo, en las coordenadas $-12^{\circ}56'62.03''S$ - $69^{\circ}21'50.73''O$.

El clima se caracteriza por dos estaciones marcadas la estación lluviosa de noviembre a mayo y la estación seca de junio a agosto, en promedio la temperatura es de 25°C y la precipitación de 2441 mm (Araujo et al. 2011) (Figura 2).

Figura 2

Climograma de la provincia de Tambopata, Madre de Dios - Perú (1990 - 2019)



Nota. Las regiones de azul más oscuro muestran los meses con mayor precipitación, la línea roja muestra la fluctuación de la temperatura durante el año. Climograma construido de 1990-2019 mediante: ClimateCharts.net.

El clima de Tambopata se caracteriza por altas precipitaciones durante los meses de diciembre a marzo, con un promedio de temperatura cálida (26°C) y una oscilación térmica anual en Tambopata es de 3°C, lo cual es una oscilación baja, típica de climas tropicales. Este patrón es típico de un clima tropical amazónico húmedo, donde las

lluvias abundantes son clave para el mantenimiento de los ecosistemas. Sin embargo, estas lluvias también presentan desafíos para actividades económicas y de infraestructura, especialmente en la temporada húmeda.

4.2. Tipo y nivel de investigación

El estudio es de tipo descriptivo y correlacional, es descriptivo porque detalla las características macroscópicas de los anillos de crecimiento y correlacional porque examina la relación entre el ancho de los anillos de crecimiento dentro de cada árbol, entre diferentes árboles, y con las condiciones climáticas locales y globales.

4.3. Unidad de análisis

4.3.1. Población de estudio

Para definir la población del estudio, se llevó a cabo un inventario forestal en una parcela de 1 hectárea, registrando las especies con un diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a 60 cm. Como resultado, se identificaron 85 individuos de árboles, los cuales constituyen la población de este estudio.

4.3.2. Tamaño de Muestra

Para evaluar el potencial dendrocronológico a través de la caracterización de los anillos de crecimiento, se seleccionaron, según el criterio del investigador, las especies más representativas, eligiendo un total de 20 especies con un individuo por cada una. Para el análisis detallado de la especie con mayor potencial dendrocronológico, se utilizaron 16 individuos: 14 mediante un método no destructivo y 2 empleando un método destructivo.

4.4. Técnica de selección de muestra

4.4.1. Técnica de recolección de información

Se llevó a cabo la recolección de muestras botánicas de las ramas terminales de las veinte especies estudiadas (Tabla 2). Estas muestras fueron fotografiadas y herborizadas siguiendo la metodología descrita por Reynel et al. (2003). Posteriormente, las muestras fueron enviadas al Herbario MOL de la Universidad Nacional Agraria La Molina para su identificación correspondiente.

Las muestras de madera se recolectaron inicialmente de un individuo por especie estudiada, a una altura de 1.30 metros del tronco del árbol. Posteriormente, para establecer la cronología, se eligió la especie con el mayor potencial dendrocronológico, así como la mejor distribución y abundancia. Las muestras se obtuvieron mediante un método no destructivo (Figura 4), para este proceso se utilizó un taladro a explosión Stihl BT45, con una broca metálica hueca de un diámetro 2.5 cm y una longitud 60 cm, en el que se extrajo muestras tipo tarugos de 2.5 cm de diámetro y una longitud variable de acuerdo al diámetro de cada individuo (Figura 3), desde la corteza hasta la médula, el orificio de cada fuste fue protegido con sellador y fungicida (ver Figura 4) para evitar las infecciones de organismos xilófagos (Aragão et al., 2019; Marcelo-Peña et al., 2020), las muestras de leño fueron codificadas, acondicionadas y transportadas a una carpintería de la ciudad de puerto Maldonado.

Después de secar las muestras, estas fueron divididas en tres secciones y montadas sobre soportes de madera usando cola sintética. Luego, se procedió a lijarlas y pulirlas con una lijadora orbital utilizando lijas que iban desde 80 a 1000 granos/mm², con el fin de visualizar mejor la estructura anatómica y los límites de los

anillos de crecimiento de las especies (Andrade et al., 2019). Una vez lijadas las muestras fueron enviadas a la Xiloteca Gocta de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas – UNTRM en la ciudad de Chachapoyas donde con la finalidad de ser analizadas en el microscopio estereoscópico para su caracterización, visualización y delimitación de los límites de los anillos de crecimiento de las muestras. Finalmente, las secciones transversales de madera fueron escaneadas a una resolución de 1200 dpi en un escáner EPSON modelo V1200 (Figura 5).

Figura 3

Esquema metodológico

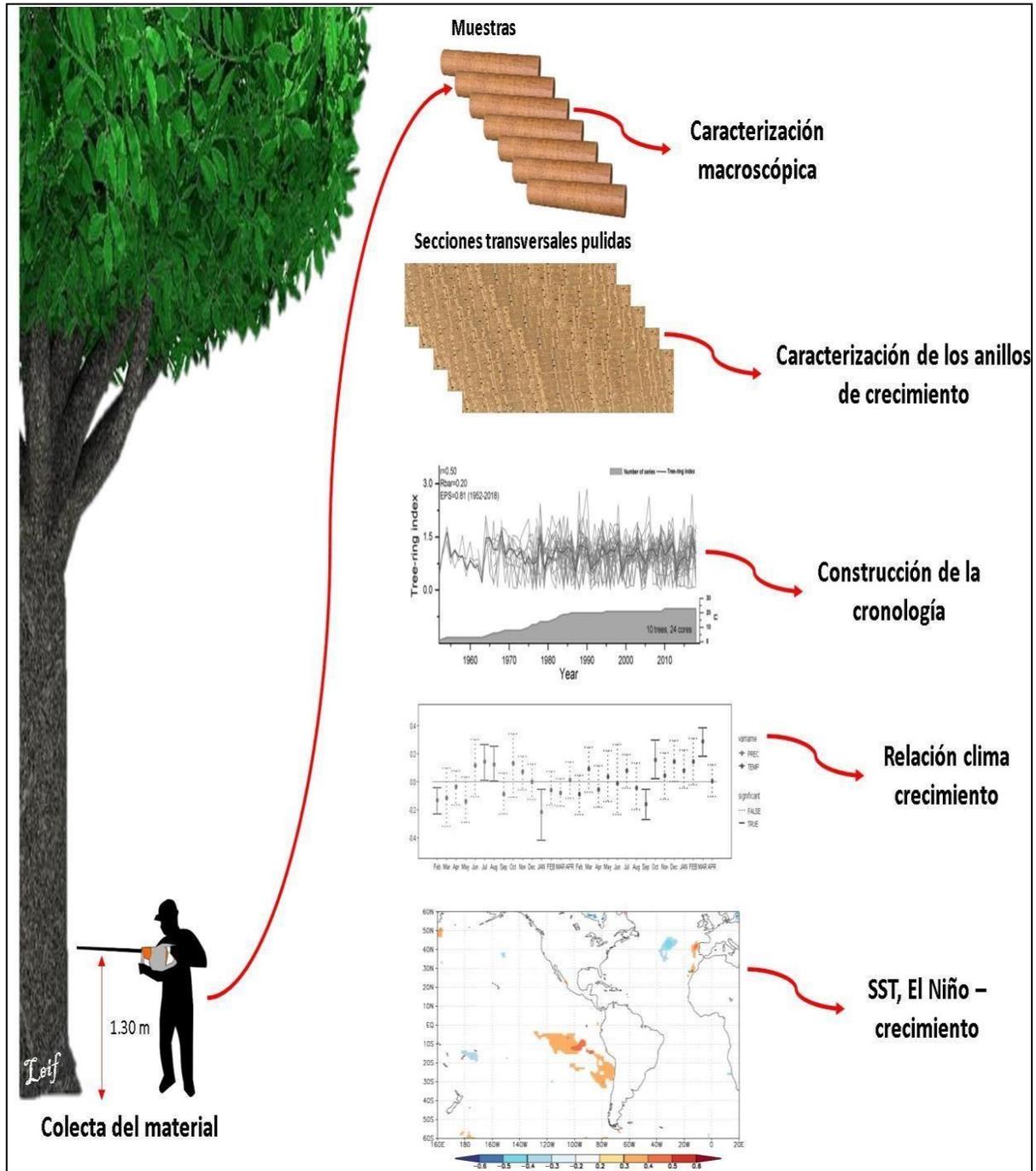


Figura 4

Muestra mediante método no destructivo



Nota: A) selección de la especie a muestrear. (B y C) colección de muestra botánica. (D, E y F) extracción de muestras de leño. (G) retiro de la muestra del orificio. (H y I) aplicación de cicatrizante SANIX y sellado con silicona.

Figura 5

Escaneo de secciones transversales



Nota: (A y B) aplicación de cola tekno a los soportes para la fijación de la muestra. (C) orientación de las muestras en sus tres tipos de corte. (D, E y F) lijado con lijadora orbital y limpieza de poros con aire comprimido. (G) verificación de la orientación del corte con lupa de 10x. (H y I) escaneo de muestras de madera a una resolución de 1200 dpi.

4.5. Técnica de análisis e interpretación de la información

La caracterización de la estructura anatómica de la madera de las muestras se realizó según las estipulaciones de la (COPANT, 1974; IAWA, 1989). La caracterización de la anatomía de los anillos de crecimiento estuvo en función a la distinción de límites de los anillos de crecimiento observados a simple vista o con lupa de 10x, se clasificó cualitativamente en función a la siguiente clasificación: HD = muy distinto; MD = moderadamente distinto; PD = pobremente diferenciado; loA = indistinto o ausente; descriptor de límite anatómico como: FWT = cambio en el grosor de la pared de la fibra; FWT-MP = cambio en el grosor de la pared de la fibra combinado con parénquima marginal; MP = parénquima marginal; SRP-MP = porosidad semicircular combinada con parénquima marginal; Mph = floema marginal, clasificación propuesta por Marcelo-Peña et al. (2020) en su investigación titulada: Caracterización de los anillos de crecimiento en árboles del Perú: Una revisión anatómica de la madera para potenciales aplicaciones en campos relacionados con la dendroecología.

Para las especies que tienen mayor potencial dendrocronológico se utilizó las especies que estaban en el grupo de HD = muy distinto, esto con la finalidad de facilitar la identificación de los anillos de crecimiento en cada muestra, y que tengan como descriptor del límite de los anillos de crecimiento por cambio en el grosor de la pared de la fibra, parénquima marginal o la combinación del cambio en el grosor de la pared de la fibra combinado con parénquima marginal. Posteriormente, de las especies con mayor potencial se seleccionó la especie que tuvo mayor densidad poblacional en el

área de estudio para poder coleccionar 16 árboles de la especie seleccionada por el método no destructivo y destructivo.

Para medir el ancho de los anillos de crecimiento, se utilizó el programa Cybis CooRecorder versión 7.8 (Larsson, 2014a). Las correlaciones y selecciones previas de muestras para datación se realizaron con el programa Cybis CDendro versión 7.8 (Larsson, 2014b). La sincronización de las series radiales de las mediciones del ancho de los anillos de crecimiento se procesó previamente utilizando el programa estadístico COFECHA (Versión 6.00p) (Holmes, 1983), La metodología de COFECHA incluyó verificar la datación y calidad de las series de anillos utilizando un suavizado cúbico con un corte del 50%, en segmentos de 50 años y desplazamientos de 25 años. Se analizó el ancho de los anillos y se realizó una correlación de Pearson con un nivel de significancia del 99% (0.3281). Se aplicó un modelo autorregresivo y se transformaron las series a logaritmos. Los anillos ausentes se omitieron y se identificaron problemas como baja correlación, cambios divergentes año a año y valores atípicos. Los valores de correlación entre series de la especie, tendencia y construcción de la cronología de la especie con mayor potencial dendrocronológico se calcularon utilizando el programa estadístico ARSTAN (AutoRegressive STANdardization) (Holmes, 1983) La metodología de ARSTAN para *Terminalia oblonga* incluyó preparar los datos en formato de ancho de anillo de Tucson, aplicar detrendización inicial con regresión lineal y calcular índices de anillo. Se utilizó un modelado autorregresivo de orden 4 para corregir dependencias a corto plazo, creando una cronología con media robusta bipesada. Se analizaron las correlaciones promedio (\bar{r}) y la estadística de eficacia (EPS) para evaluar la consistencia de las

cronologías residual y estandarizada, y se aplicaron modelos autorregresivos, evaluando la eficacia mediante ganancia y pérdida de eficiencia robusta para extraer la señal climática.

Para el análisis de la relación clima-crecimiento, se obtuvieron datos de precipitación y temperatura del SENAMHI y del CRU TS v.4 (Harris et al., 2013). El análisis de la temperatura de la superficie del mar (SST) se realizó utilizando el KNMI-Climate Explorer (Trouet y Van Oldenborgh, 2013). Para estudiar la relación con el fenómeno El Niño, se utilizaron datos históricos de la North American Monitoring Agency-NOAA. Para todos estos análisis climáticos se utilizó el índice del ancho de los anillos de crecimiento de la especie *T. oblonga* generada por el software ARSTAN.

4.6. Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de las hipótesis planteadas

Se realizó una secuencia lógica y científica donde se colectó las muestras, se acondicionarán, se procesaron, se obtuvo los resultados, se interpretó y finalmente se realizó las conclusiones en función a los hallazgos encontrados.

V. RESULTADOS

5.1. DESCRIPCIÓN DENDROLOGICA Y ANATOMÍA DE 20 ESPECIES.

Se presenta la distribución de las especies tomando como referencia a Reynel et al (2013) y Reynel et al (2016), así mismo la descripción dendrológica y anatómica, a nivel macroscópico, de la madera de 20 especies forestales pertenecientes a 10 familias botánicas (Tabla 2), de un bosque inundable ubicado en el sector Chorrillos del distrito y provincia de Tambopata, en la región de Madre de Dios, Perú. Además, se complementan estas descripciones con fotografías ilustrativas.

Tabla 2 Especies consideradas en el presente estudio

N°	Familia	Nombre científico	Nombre popular
1	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Ubos
2	Annonaceae	<i>Guateria</i> sp.	Carahuasca
3	Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (R. et P) Steud.	Yacushapana
4	Ebenaceae	<i>Diospyros</i> sp.	Moena Negra
5	Fabaceae	NN	Huayruro negro
6	Fabaceae	<i>Zygia</i> sp.	Tigre caspi
7	Fabaceae	<i>Pterocarpus rorhii</i> Vahl.	Palisangre
8	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	Shimbillo
9	Fabaceae	<i>Senegalia</i> sp.	Pashaco
10	Malvaceae	<i>Luehea grandiflora</i> C. Martius cf.	Payaso
11	Moracea	<i>Pseudolmedia laevis</i> (R. et P.) J.F.	Chimicua
12	Moracea	<i>Brosimun lactescens</i> (Moore) C.C.Berg. (Moore)	Manchinga
13	Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i> R. et P	Mashonaste
14	Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Oje
15	Myristicaceae	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Cumala
16	Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.	Capirona
17	Rutaceae	<i>Zanthoxylum acuminatum</i> (Sw.) Sw.	Limoncillo
18	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp. (1)	Quinilla
19	Sapotaceae	<i>Pouteria baenhiana</i> Monachino.	Caimito
20	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp. (2)	Caimito

5.1.1. **Nombre científico:** *Brosimum lactescens* (S. Moore) C. C. Berg

Familia: Moraceae

Nombre vulgar: Manchinga

Distribución:

La especie se encuentra desde Centroamérica hasta la región Amazónica en Sudamérica, abarcando países como Colombia, Venezuela, las Guayanas, Brasil, Ecuador, Perú y Bolivia, principalmente a altitudes inferiores a 700 m.s.n.m. Prefiere hábitats con alta y constante precipitación y se desarrolla mejor en zonas sombreadas.

Caracterización dendrológica:

El árbol descrito tiene un diámetro de 60-200 cm y una altura de 20 a 40 m, con un tronco cilíndrico y base recta o con raíces tablares de 1-1,5 m de altura (Figura 6). La corteza externa es de color marrón claro y presenta lenticelas, mientras que la corteza interna es homogénea, de un tono amarillo blanquecino, y produce abundante látex blanco que fluye rápidamente. Las hojas son simples, alternas, con forma oblonga a ovalada, con un ápice agudo y acuminado, presenta una base que varía de obtusa a aguda. Las ramas terminales son circulares, de color marrón claro cuando están secas, lenticeladas, y muestran cicatrices de estípulas en forma de lanza. Esta especie presenta inflorescencias femeninas en cabezuelas globosas o subglobosas, y masculinas en cabezuelas globosas con numerosas flores diminutas. Los frutos son infrutescencias globosas, carnosas, que varían de amarillo a rojizo, y contienen de 2 a 4 pequeñas drupas con restos del estigma.

Caracterización general y organolépticas:

Albura y duramen no diferenciado, de color amarillo castaño; textura media; olor y sabor imperceptible.

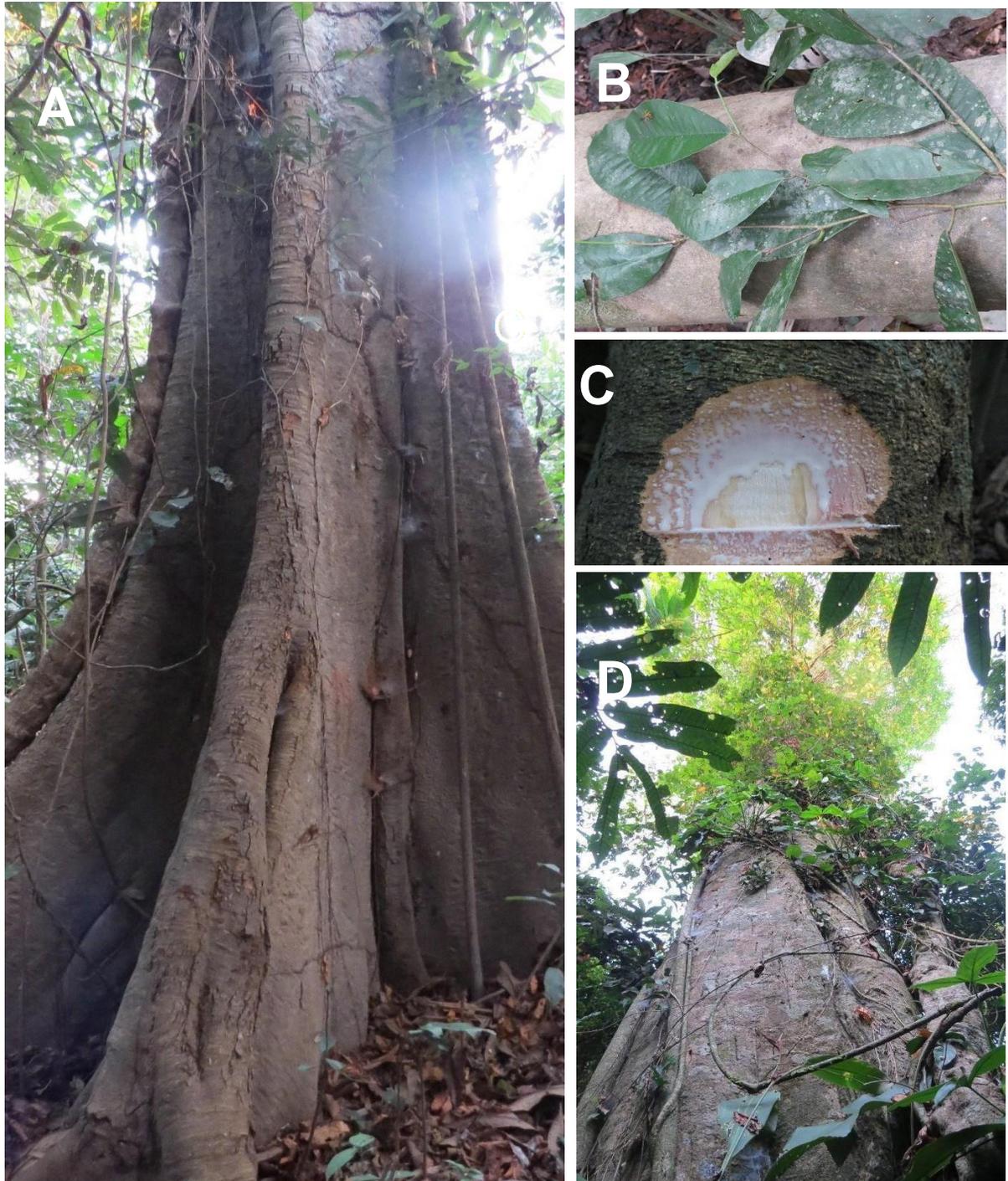
Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: poco visibles a simple vista, delimitado en trechos de parénquima marginal y alternado por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (moderadamente distinto). **Vasos:** visible a simple vista, difuso, escasamente solitarios y mayormente múltiples radiales, medianos y abundantes (Figura 7).

Parénquima Axial: visible a simple vista, del tipo paratraqueal aliforme y confluyente y del tipo en bandas marginal escaso. **Radios:** visible a simple vista, medianos y numerosos, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 6

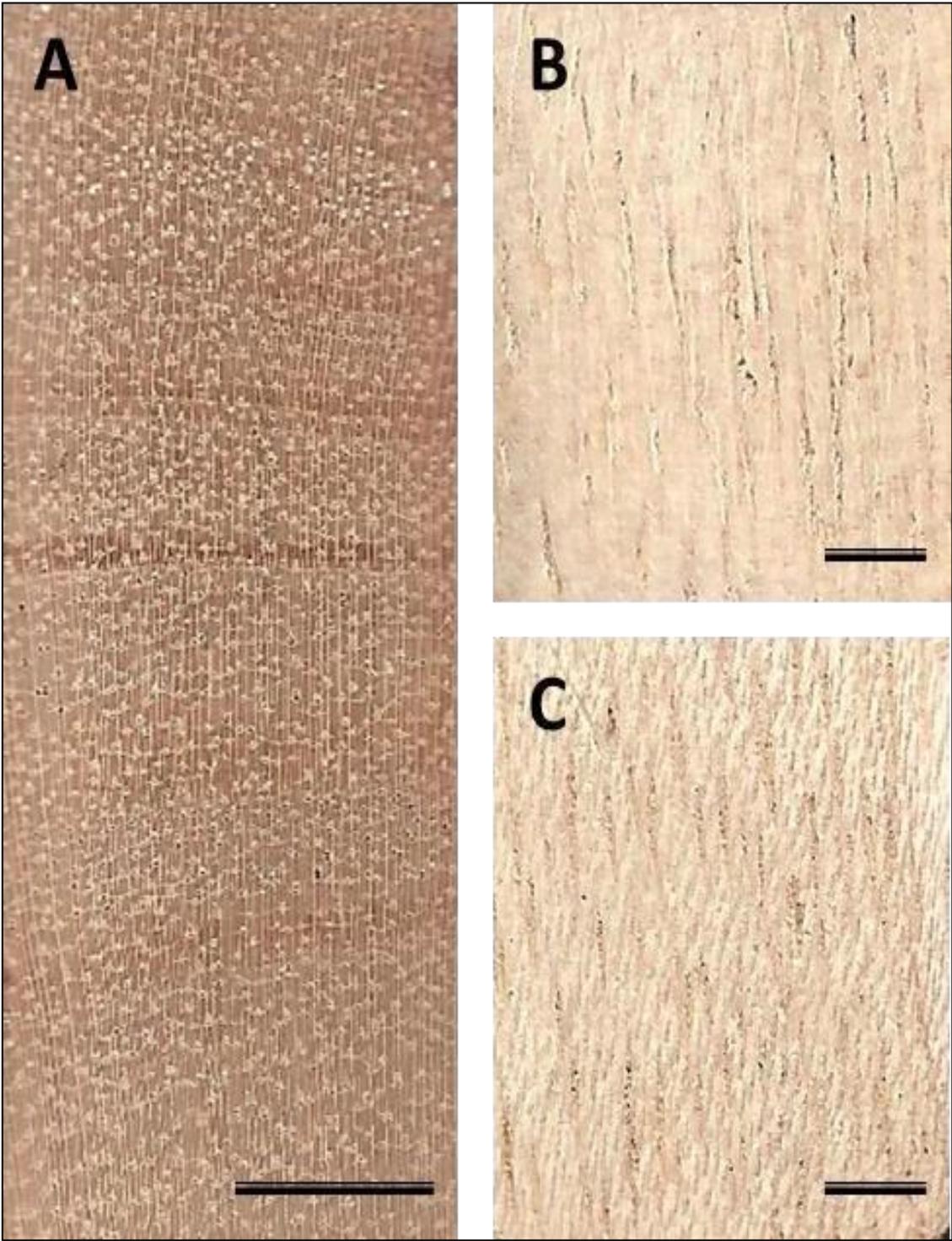
Imágenes dendrológicas de *Brosimum lactescens* (Manchinga).



Nota: (A) Base del Fuste, (B) Rama terminal, (C) corteza interna con exudación de látex blanco. (D) Fuste.

Figura 7

*Imágenes macroscópicas de la especie **Brosimum lactescens** (Manchinga).*



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.2. **Nombre científico:** *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. F. ex K. Schum.

Familia : Rubiaceae

Nombre vulgar : Capirona

Distribución:

La especie se extiende por toda la Amazonía, alcanzando hasta el sur de Brasil y Bolivia, a altitudes inferiores a 1200 m.s.n.m. Es frecuente en áreas de bosques secundarios, pero también se encuentra en bosques primarios.

Caracterización dendrológica

Árbol con un diámetro de 50-120 cm y una altura total de 20 a 35 m, presenta un fuste muy recto, cilíndrico la base con aletas (Figura 8). La corteza es lisa, de color verde, muy distintiva, uniforme, suave y brillante, lo que le da un aspecto de poste pulido. Está cubierta por un ritidoma papiráceo rojizo que se desprende en grandes placas irregulares, mostrando la superficie verdosa de la corteza. La corteza interna es homogénea, muy delgada y de color crema verdoso. Las hojas son simples, opuestas en disposición decusada, y tienen formas elípticas u oblongas, con pecíolos acanalados. Las láminas son enteras, con un ápice agudo y gruesamente acuminado, y una base obtusa. Las ramas terminales tienen una sección circular o están aplanadas en sus extremos. Las inflorescencias son cimas terminales que presentan numerosas flores hermafroditas. Los frutos son cápsulas pequeñas, elipsoides

alargadas, con una superficie pubescente; se abren en dos valvas al madurar, y las semillas son diminutas, aladas y alargadas.

Caracterización general y organolépticas:

Albura y duramen poco diferenciado, de color crema amarillento; textura fina; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

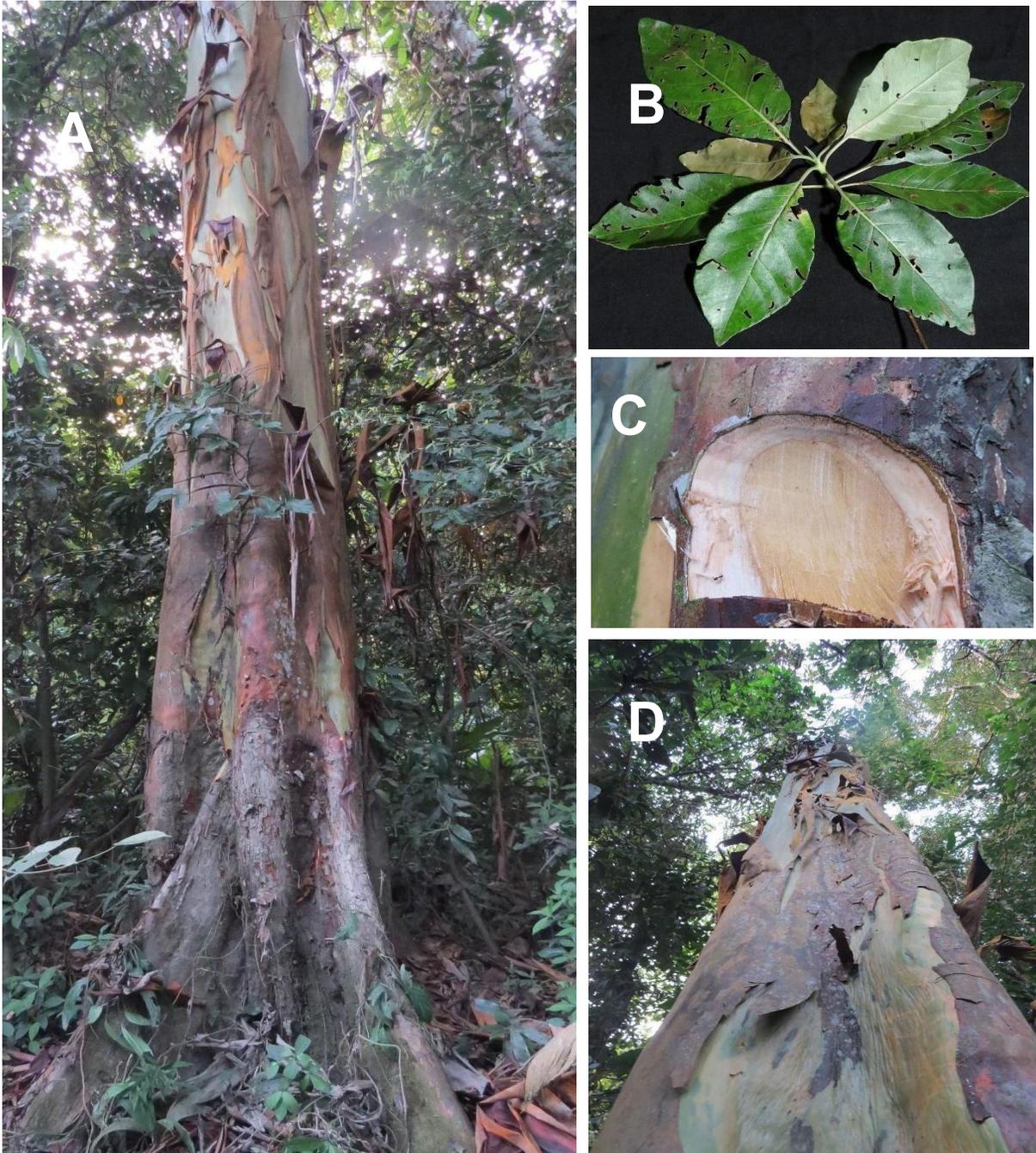
Anillos de crecimientos: visibles a simple, delimitado por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (moderadamente distinto). **Vasos:** no visible aun con lupa de 10x, difuso, solitarios y múltiples radiales, muy pequeños y muy abundantes (Figura 9).

Parénquima Axial: no visible aun con lupa de 10x, ausente o extremadamente raro.

Radios: visible con lupa de 10x, finos y muy numerosos, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 8

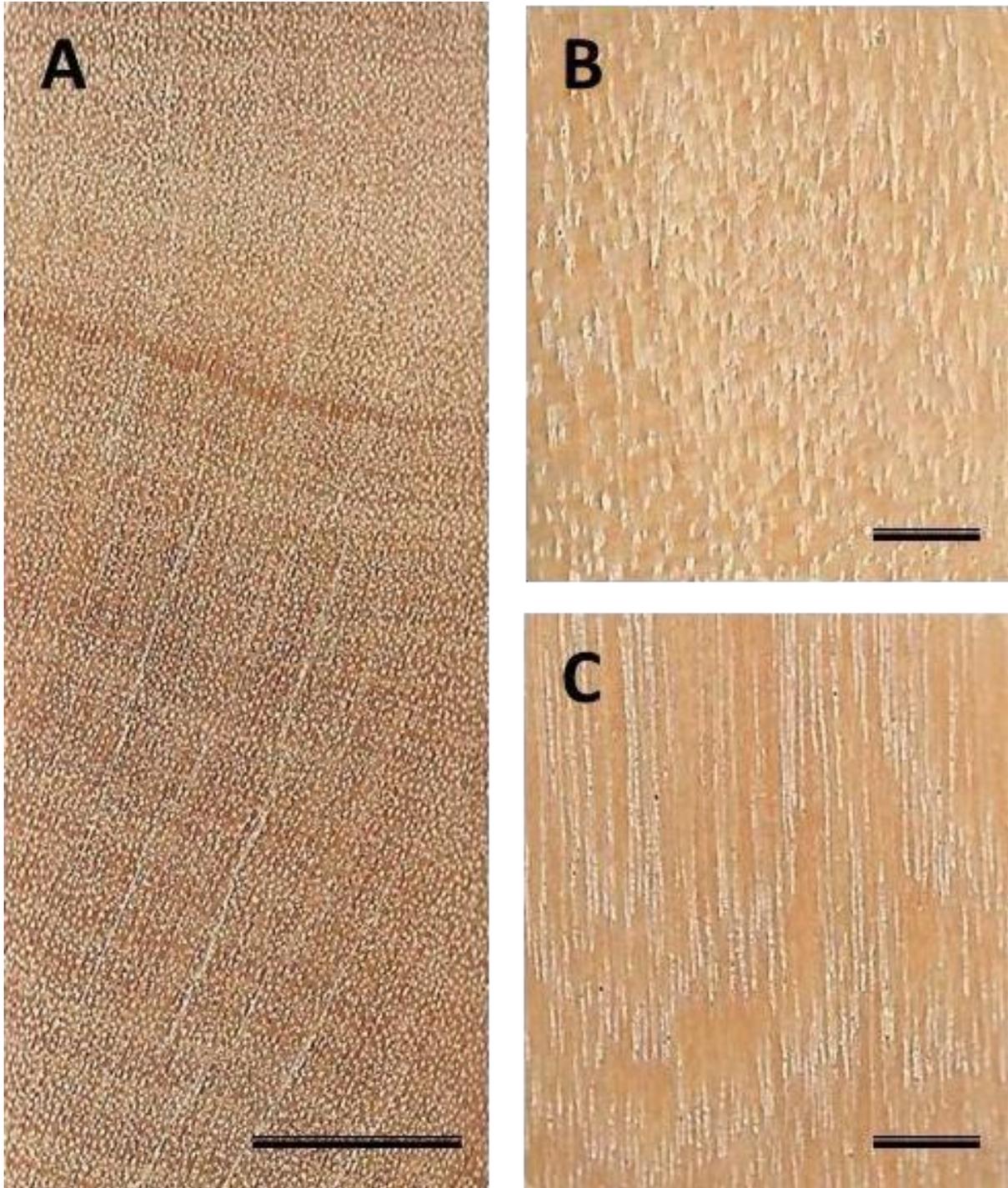
Imágenes dendrológicas de Calycophyllum spruceanum Benth.



Nota: (A) Base del Fuste, (B) Rama terminal, (C) corteza interna, (D) Fuste con desprendimiento de ritidomas papiráceo.

Figura 9

Imágenes macroscópicas de la especie Calycophyllum spruceanum Benth.



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.3. **Nombre científico:** *Clarisia racemosa* R.et P.

Familia : Moraceae

Nombre vulgar : Mashonaste

Distribución:

La especie se distribuye desde Centroamérica hasta la región amazónica, abarcando el sur de Brasil y Bolivia, principalmente a altitudes inferiores a 1200 m.s.n.m. Se encuentra en zonas con alta y constante precipitación, siendo una especie esciófita que vive en bosques primarios con suelos arcillosos a limosos.

Caracterización dendrológica:

Árbol de 40-120 cm de diámetro y 20 a 30 m de altura, con tronco cilíndrico y raíces superficiales largas. La corteza externa es anaranjada con lenticelas alargadas y protuberantes (Figura 10)., especialmente visibles en la base del tronco. La corteza interna es amarilla blanquecina y secreta un látex blanco y abundante al cortar. Las ramas terminales son circulares, marrón rojizo o claro cuando secas y lisas. Hojas simples, alternas, oblongas, con ápice acuminado y base obtusa. Flores muy pequeñas y unisexuales; la especie es dioica con inflorescencias ramifloras en racimos. Frutos en drupas ovoides a globosas, rojas a amarillentas, con una semilla elipsoide.

Caracterización general y organoléptica:

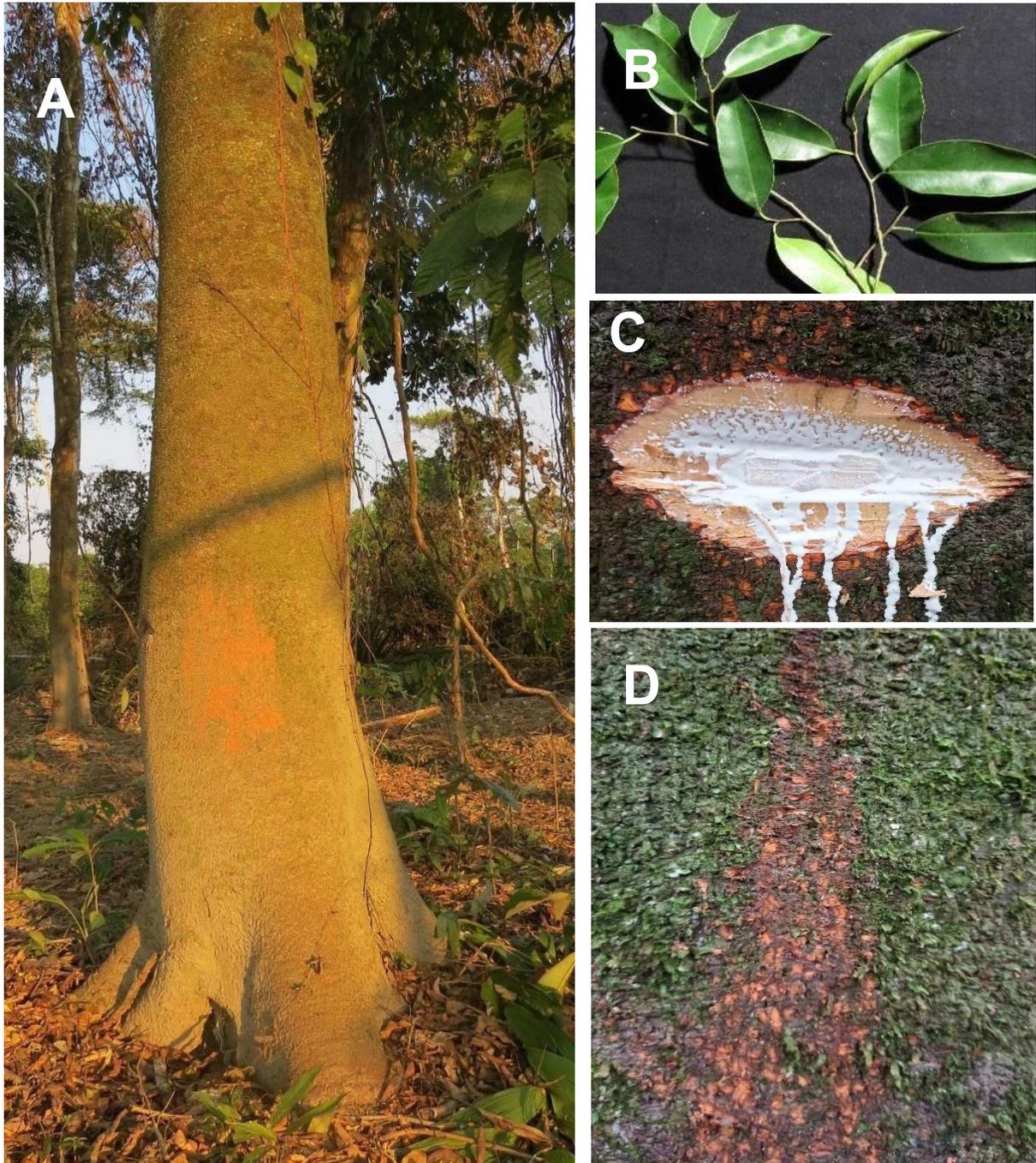
Albura y duramen abruptamente diferenciado, albura de color crema amarillento y duramen de color amarillo; textura media; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: visibles a simple vista, delimitado por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (poco distinto). **Vasos:** visible a simple vista, difuso, mayormente solitarios y escasamente múltiples radiales, pequeños y poco abundantes, obstruidos por sílice (Figura 11). **Parénquima Axial:** visible a simple vista, del tipo paratraqueal confluyente. **Radios:** visible a simple vista, finos y numerosos, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 10

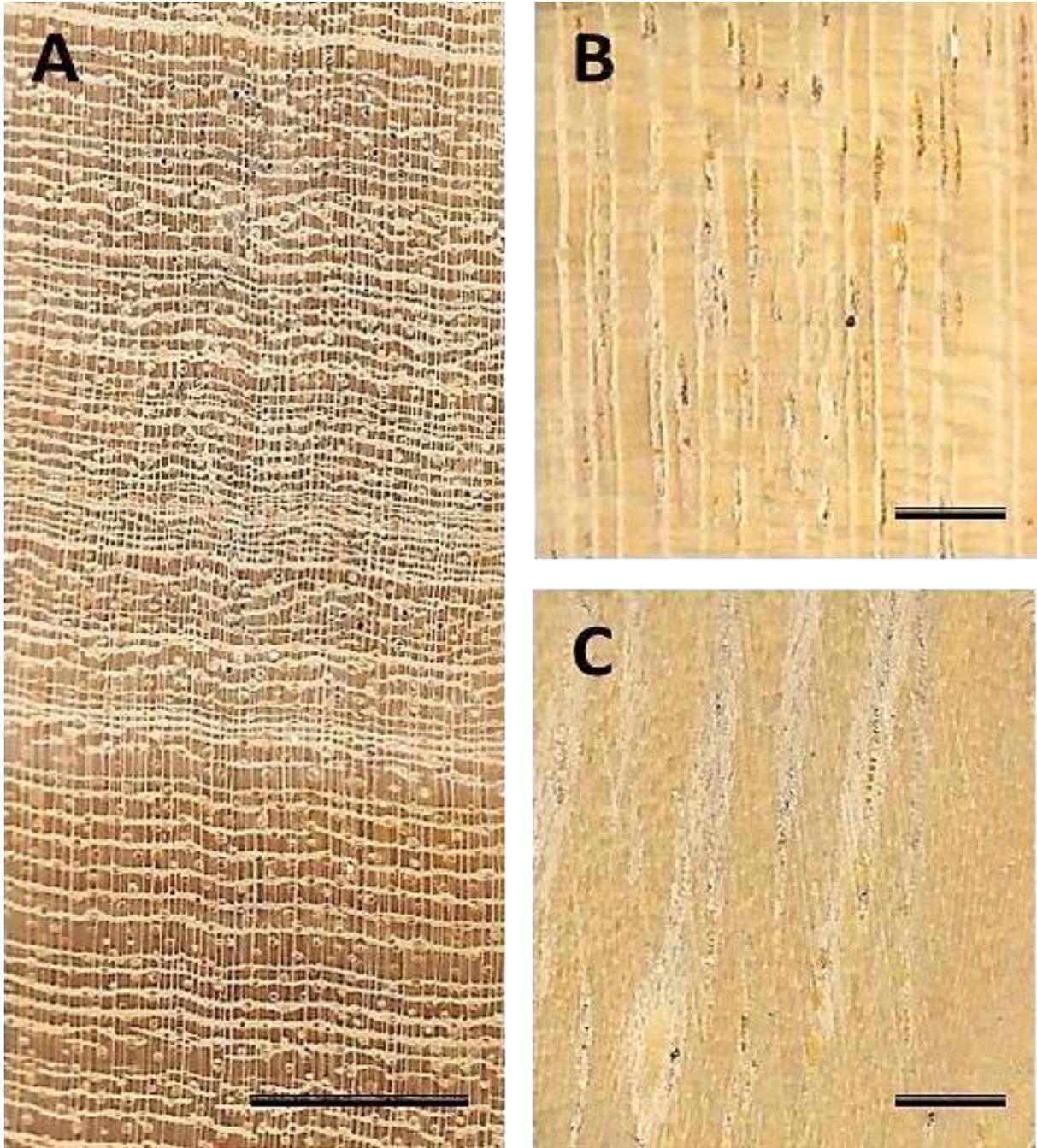
Imágenes dendrológicas de *Clarisia racemosa* R.et P



Nota: (A) Base del Fuste, (B) Rama terminal, (C) corteza interna con exudación de látex blanco. (D) corteza externa lenticelada.

Figura 11

Imágenes macroscópicas de la especie *Clarisia racemosa* R.et P



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.4. Nombre científico: *Diospyros* sp.

Familia : Ebenaceae

Nombre vulgar : Moena negra

Distribución:

Se desarrolla en los estratos bajos y medios del bosque. En Perú, se encuentra en los departamentos de Loreto, Yurimaguas, Ucayali, Huánuco y Madre de Dios.

Caracterización dendrológica:

Es un árbol que varía entre 15 a 50 cm de diámetro y puede alcanzar hasta 25 m de altura, con un tronco cilíndrico y una base con aletas gruesas que se levantan unos 50 cm sobre el suelo. La corteza externa es de color pardo claro a negruzco (ver Figura 12). La corteza interna tiene dos capas: una capa externa con granulillos duros similares a arena, de color crema oscuro que se torna amarillo oscuro al contacto con el aire, y una capa interna laminar de color crema. Las hojas son simples, alternas, y dispuestas en un solo plano, con un brillo en ambas caras, con flores masculinas agrupadas en manojos y flores femeninas solitarias. Los frutos son carnosos, succulentos y globosos, conteniendo 5 semillas.

Caracterización general y organolépticas:

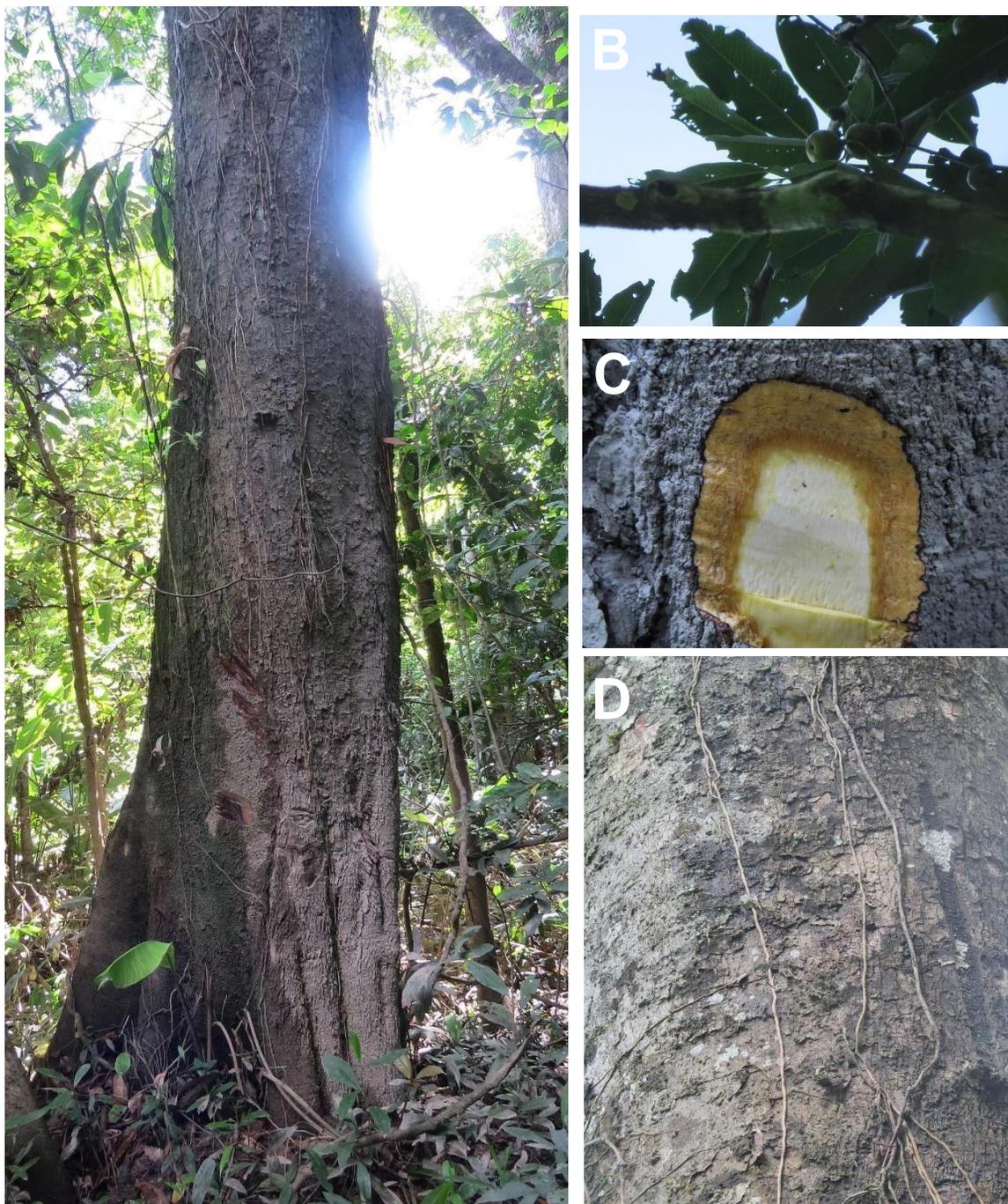
Albura y duramen no diferenciado, de color amarillo oscuro; textura media; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: visibles a simple, delimitadas por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (moderadamente distinto). Vasos: visible a simple vista, difuso, mayormente solitarios y escasamente múltiples radiales, medianos y abundantes (Figura 13). **Parénquima Axial:** visible con lupa de 10x, del tipo apotraqueal difuso y difuso en agregado y paratraqueal vasicéntrico. **Radios:** visible a simple vista, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 12

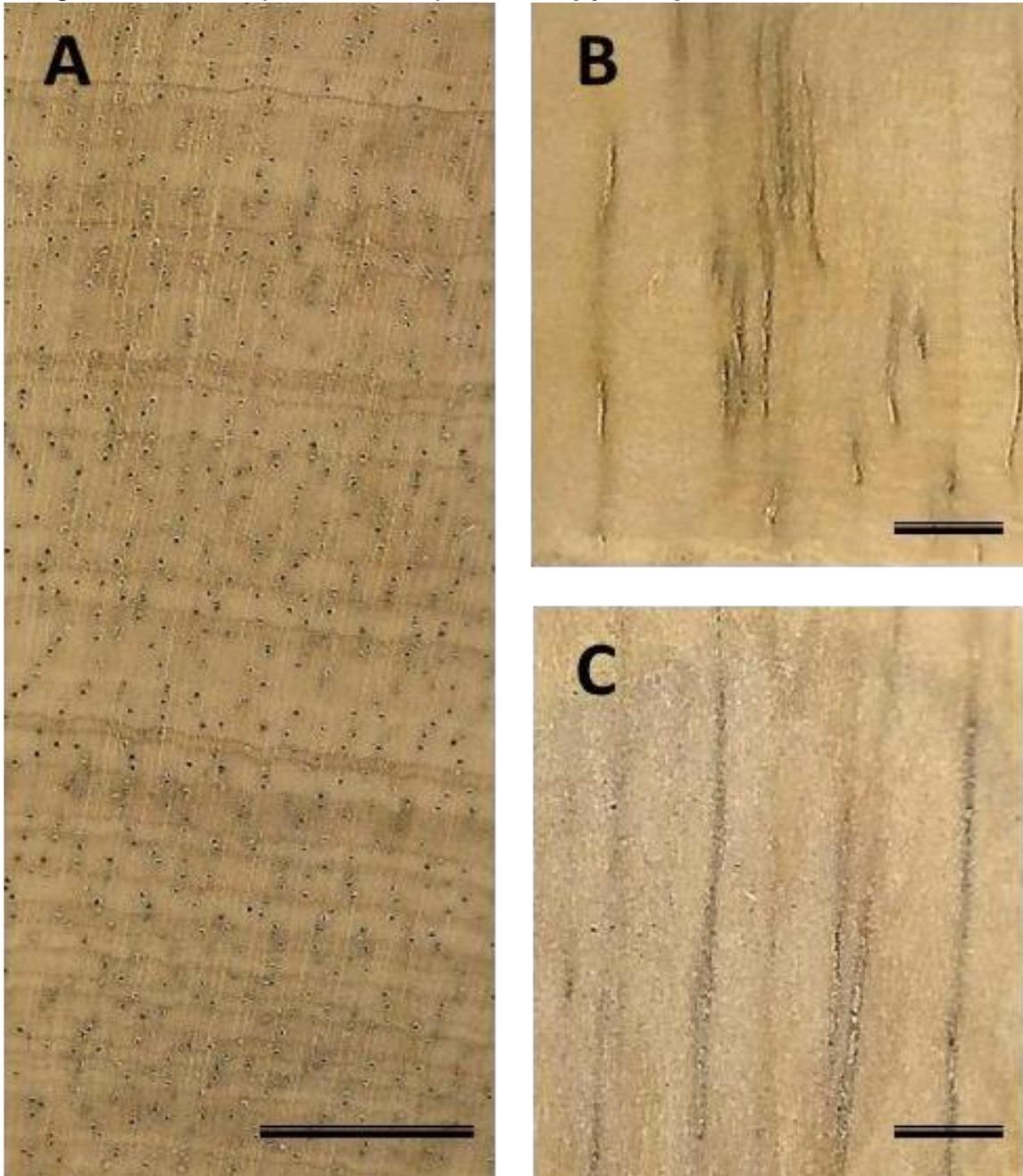
Imágenes dendrológicas de Diospyros sp.



Nota: A) Base del Fuste, B) hojas y fruto (C) corteza interna. (D) Fuste.

Figura 13

Imágenes macroscópicas de la especie Diospyros sp.



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.5. **Nombre científico:** *Ficus insípida* Willd.

Familia : Moraceae

Nombre vulgar : Ojé

Distribución:

La especie se distribuye desde Centroamérica hasta la región Amazónica, alcanzando el sur de Brasil y Bolivia, usualmente a altitudes inferiores a 1500 m.s.n.m. Se encuentra en áreas con alta y constante precipitación, aunque también puede encontrarse en regiones con estaciones secas bien definidas.

Caracterización dendrológica:

El árbol presenta un diámetro que varía entre 40 y 200 cm y puede alcanzar alturas de 18 a 40 m. Su tronco es cilíndrico y cuenta con raíces tablares que pueden llegar a medir hasta 1,5 m de altura (ver Figura 14). La corteza, de color ceniza a marrón claro, tiene lenticelas dispuestas en hileras horizontales densas, especialmente en la base del tronco. Al ser cortada, la corteza interna, de color blanquecino, libera abundante látex blanco. Las ramas terminales son regulares y presentan estípulas destacadas en forma de punta de lanza. Las hojas son simples y alternas, con ápices agudos y bases variadas, y son glabras y brillantes. Las flores, muy pequeñas y unisexuales, se agrupan en inflorescencias dentro de siconos axilares, con las flores femeninas ubicadas en la parte inferior y las masculinas en la superior. Los frutos, que son diminutos, se encuentran en el interior del sicono.

Caracterización general y organolépticas:

Albura y duramen no diferenciado, de color blanco amarillento; textura media; olor y sabor imperceptible.

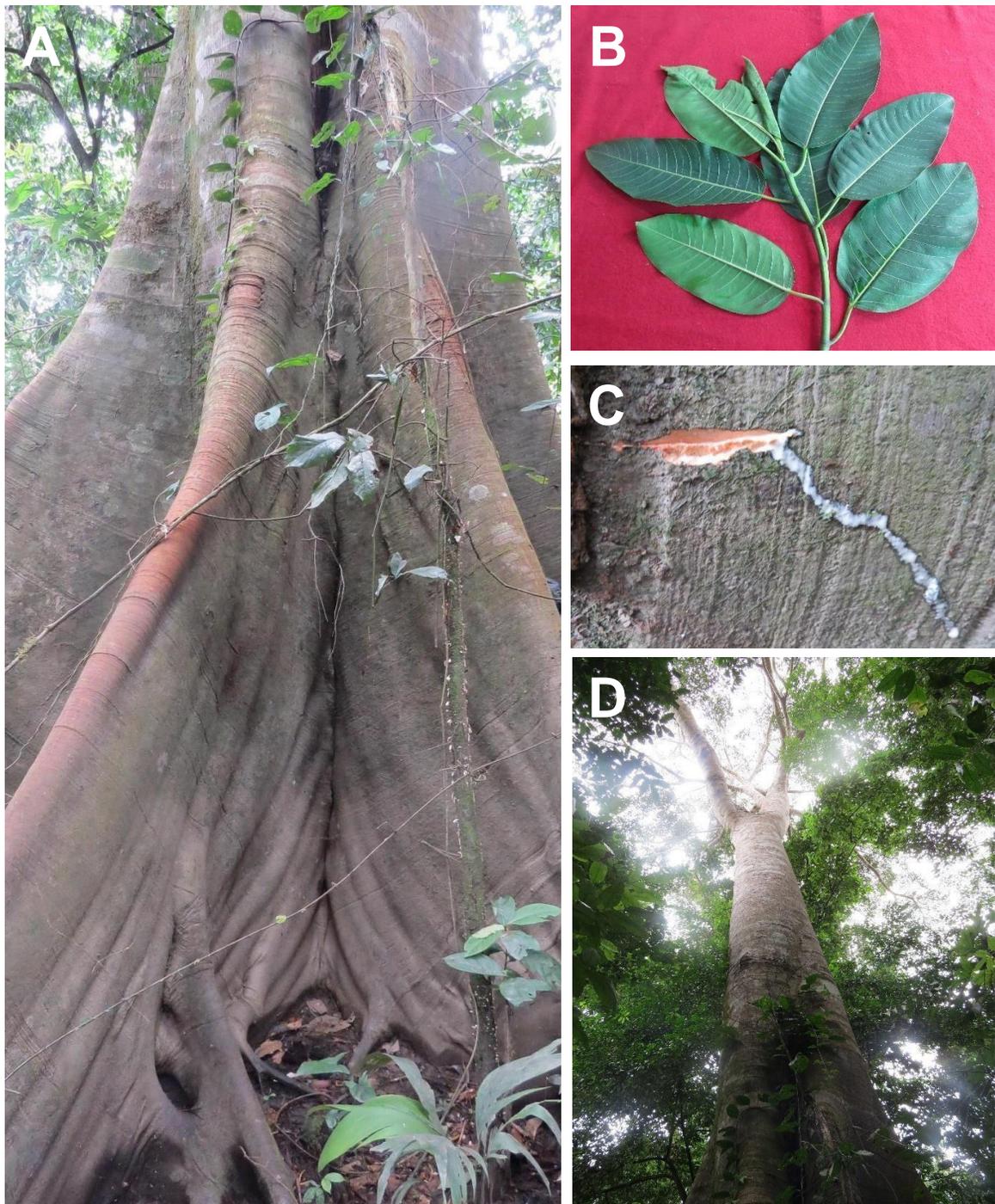
Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: visibles a simple, delimitadas por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (poco distinto). Vasos: visible a simple vista, difuso, mayormente solitarios y escasamente múltiples radiales, medianos y poco abundantes (Figura 15).

Parénquima Axial: visible a simple vista, del tipo en bandas anchas. Radios: visible a simple vista, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 14

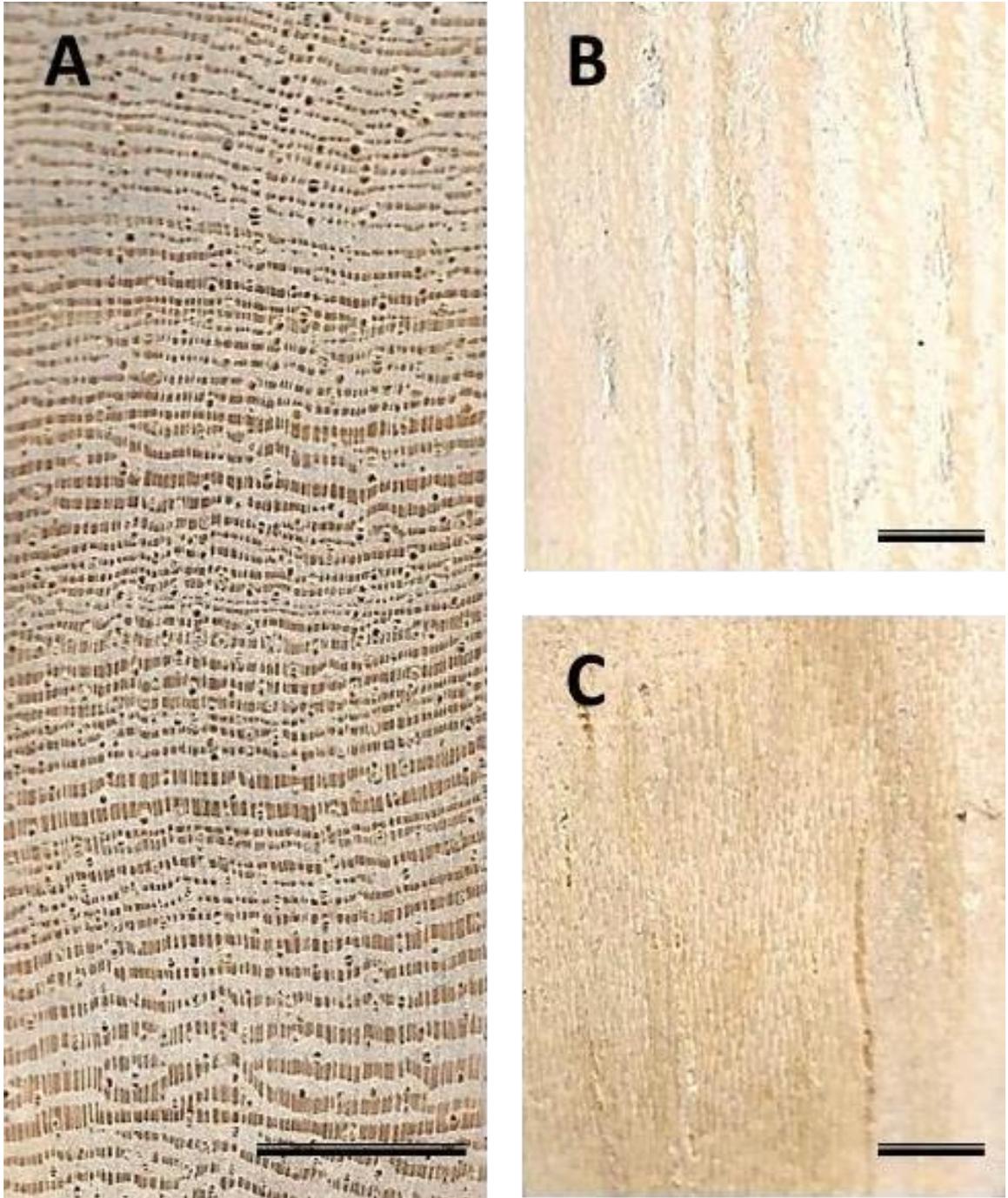
Imágenes dendrológicas de Ficus insípida Willd



Nota: (A) Base del Fuste, (B) Rama terminal, (C) corteza interna con exudación de latex blanco, (D) Fuste.

Figura 15

Imágenes macroscópicas de la especie *Ficus insipida* Willd.



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.6. Nombre científico: *Guatteria* sp.

Familia : Annonaceae

Nombre vulgar : Carahuasca

Distribución:

La especie prefiere los bosques lluviosos de tierras bajas en la región amazónica, a altitudes de hasta 700 m.s.n.m. Está adaptada a la sombra y es común en bosques primarios.

Caracterización dendrológica:

El árbol tiene un diámetro que varía entre 30 a 80 cm y puede alcanzar una altura de 18 a 25 m. Su tronco es cilíndrico, con ramificación a partir del segundo tercio y una base recta (ver Figura 16). La corteza externa es de color marrón oscuro y presenta grietas, mientras que la interna es fibrosa, de color amarillento y fragante, con estrías radiales visibles en el corte transversal. Las ramas terminales son circulares y de color marrón oscuro cuando están secas, con una corteza fibrosa que se desprende en tiras largas. Las hojas son simples, alternas y dísticas, con láminas elípticas, ápice agudo y acuminado, y densamente pubescentes y ferrugíneas en el reverso. Las inflorescencias pueden ser solitarias o agruparse en 2-3 en las axilas de las hojas. Los frutos son apocárpicos, compuestos por numerosas unidades oblongoides unidas en el extremo de un eje común, con cada unidad situada al final de un eje largo y delgado.

Caracterización general y organolépticas:

Albura y duramen no diferenciado, de color amarillo claro; textura media; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: poco visibles a simple, delimitadas por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (poco distinto). Vasos: visible a simple vista, difuso, escasamente solitarios y mayormente múltiples radiales, medianos y abundantes (Figura 17). Parénquima Axial: visible a simple vista, del tipo en bandas escaleriforme. Radios: visible a simple vista, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 16

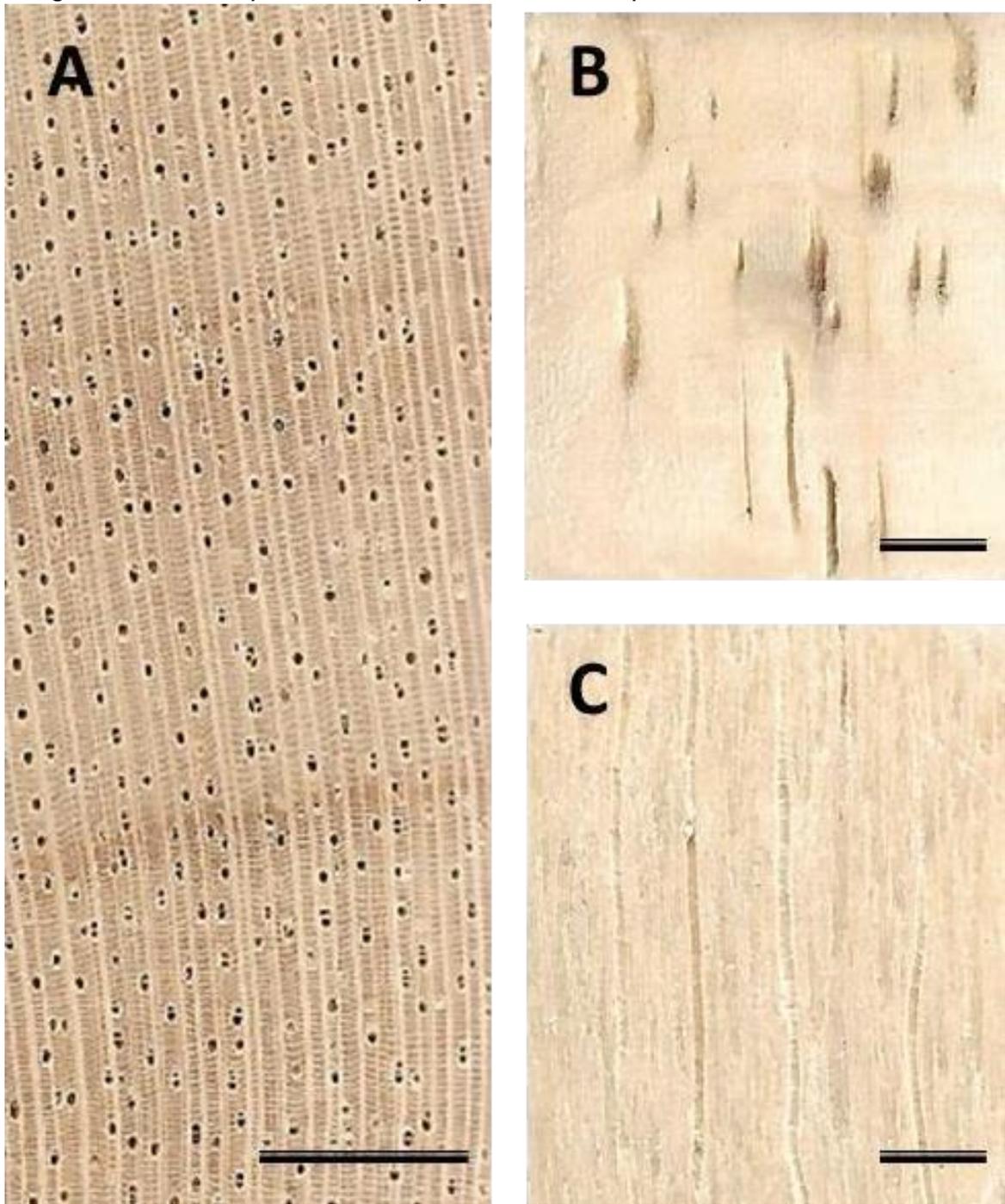
Imágenes dendrológicas de Guatteria sp.



Nota: (A) Base del Fuste, (B) Rama terminal, (C) corteza interna. (D) Fuste.

Figura 17

Imágenes macroscópicas de la especie Guatteria sp.



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.7. Nombre científico: *Inga sp.*

Familia : Fabaceae

Nombre vulgar : Shimbillo

Distribución:

La especie se distribuye de forma natural en el oeste de Sudamérica, desde Ecuador hasta Bolivia, generalmente a altitudes inferiores a 1200 m s. n. m. Además, se cultiva en regiones que abarcan desde Centroamérica hasta Sudamérica. Prefiere zonas con alta precipitación, aunque puede soportar períodos de sequía.

Caracterización dendrológica:

El árbol presenta un diámetro de 15 a 50 cm y una altura de 6 a 18 m. Su fuste puede tener una forma cilíndrica o irregular, con raíces tablares de hasta 0.5 m de altura (Figura 18). La corteza externa puede ser lisa o con lenticelas, de color marrón claro, con lenticelas circulares o alargadas, especialmente visibles en la base del tronco. La corteza interna es uniforme y rosado blanquecino, con un leve aroma a legumbre. Las ramas terminales son angulosas, de color marrón claro en estado seco, con lenticelas y sin vello. Las hojas son compuestas paripinnadas, dispuestas alternas en espiral y raquis alado. Las inflorescencias se agrupan en espigas axilares cerca del extremo de las ramas no desarrolladas. Los frutos son legumbres cilíndricas, de color verde y de gran longitud.

Caracterización general y organolépticas:

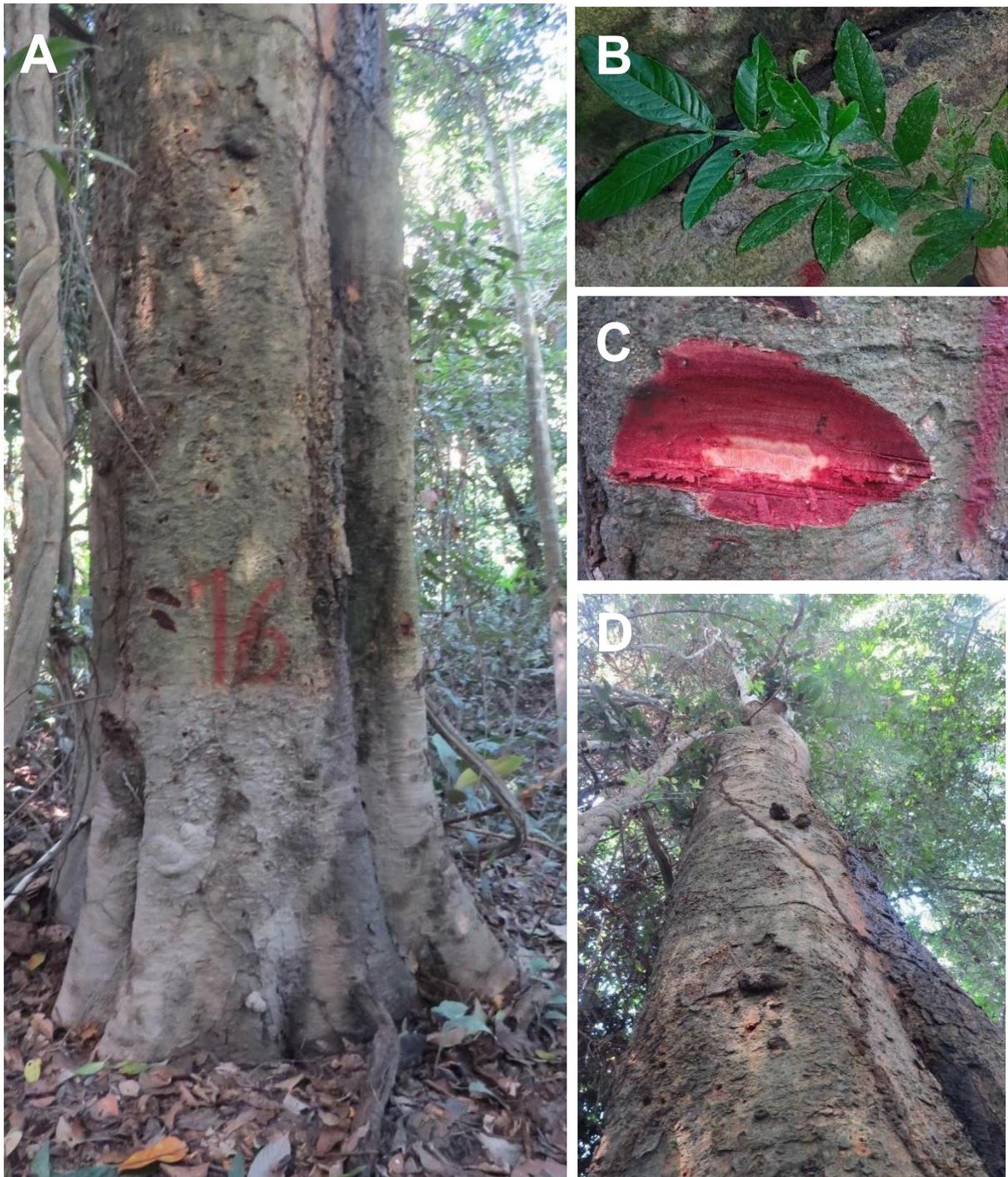
Albura y duramen gradualmente diferenciado, albura de color rosado claro y duramen de color rojo oscuro; textura media; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: poco visibles a simple, delimitadas por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (poco distintivo). Vasos: visible a simple vista, difuso, mayormente solitarios y escasamente múltiples radiales, medianos y poco abundantes (Figura 19). Parénquima Axial: visible a simple vista, del tipo paratraqueal aliforme y confluyente. Radios: visible con lupa de 10x, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 18

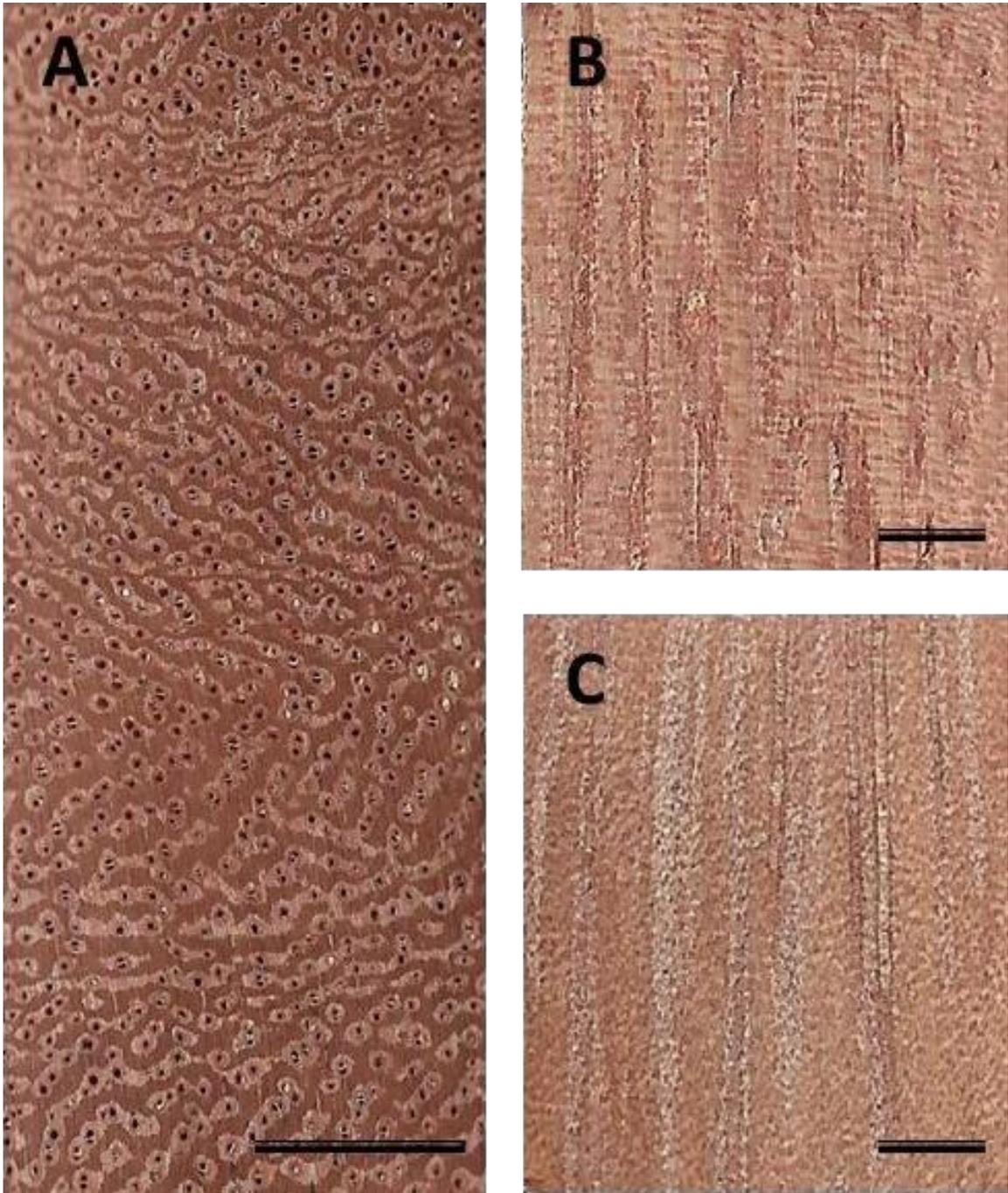
Imágenes dendrológicas de Inga sp.



Nota: (A) Base del Fuste, (B) Rama terminal, (C) corteza interna color rojo. (D) Fuste.

Figura 19

Imágenes macroscópicas de la especie Inga sp.



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.8. **Nombre científico:** *Luehea grandiflora* Mart.

Familia : Malvaceae

Nombre vulgar : Payaso

Distribución:

La especie se encuentra en la región amazónica, generalmente a altitudes inferiores a 1200 m s. n. m. Puede habitar en zonas con elevados niveles de precipitación, así como en regiones con estaciones secas bien definidas.

Caracterización dendrológica:

El árbol, con un diámetro de 30 a 60 cm y una altura de 12 a 25 m, presenta un tronco cilíndrico con raíces tablares pequeñas (Figura 20). Su corteza externa, de color marrón cenizo claro, se agrieta, mientras que la interna es gruesa y rosada, oxidándose rápidamente al exponerse al aire. Las ramas terminales son circulares y pueden ser marrones claras o ferrugíneas en estado seco, con una densa pubescencia en las partes apicales. Las hojas, simples y alternas, tienen formas ovadas a oblongas, con bordes aserrados y nervaduras visibles, Las hojas son glabras en el haz y presentan una densa pubescencia en el envés. Las flores, de tamaño mediano, se agrupan en panículas axilares o terminales. Los frutos son cápsulas elipsoides, densamente pubescentes, que contienen varias semillas aladas.

Caracterización general y organolépticas:

Albura y duramen no diferenciado, de color rojo castaño rojizo; textura media; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: poco visibles a simple, delimitadas por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (moderadamente distinto). **Vasos:** visible a simple vista, difuso, escasamente solitarios y mayormente múltiples radiales, medianos y abundantes (Figura 21). **Parénquima Axial:** visible a simple vista, del tipo paratraqueal vasicéntrico. **Radios:** visible a simple vista, medianos y numerosos, estratificados en el corte tangencial.

Figura 20

Imágenes dendrológicas de *Luehea grandiflora* C. Martius cf.

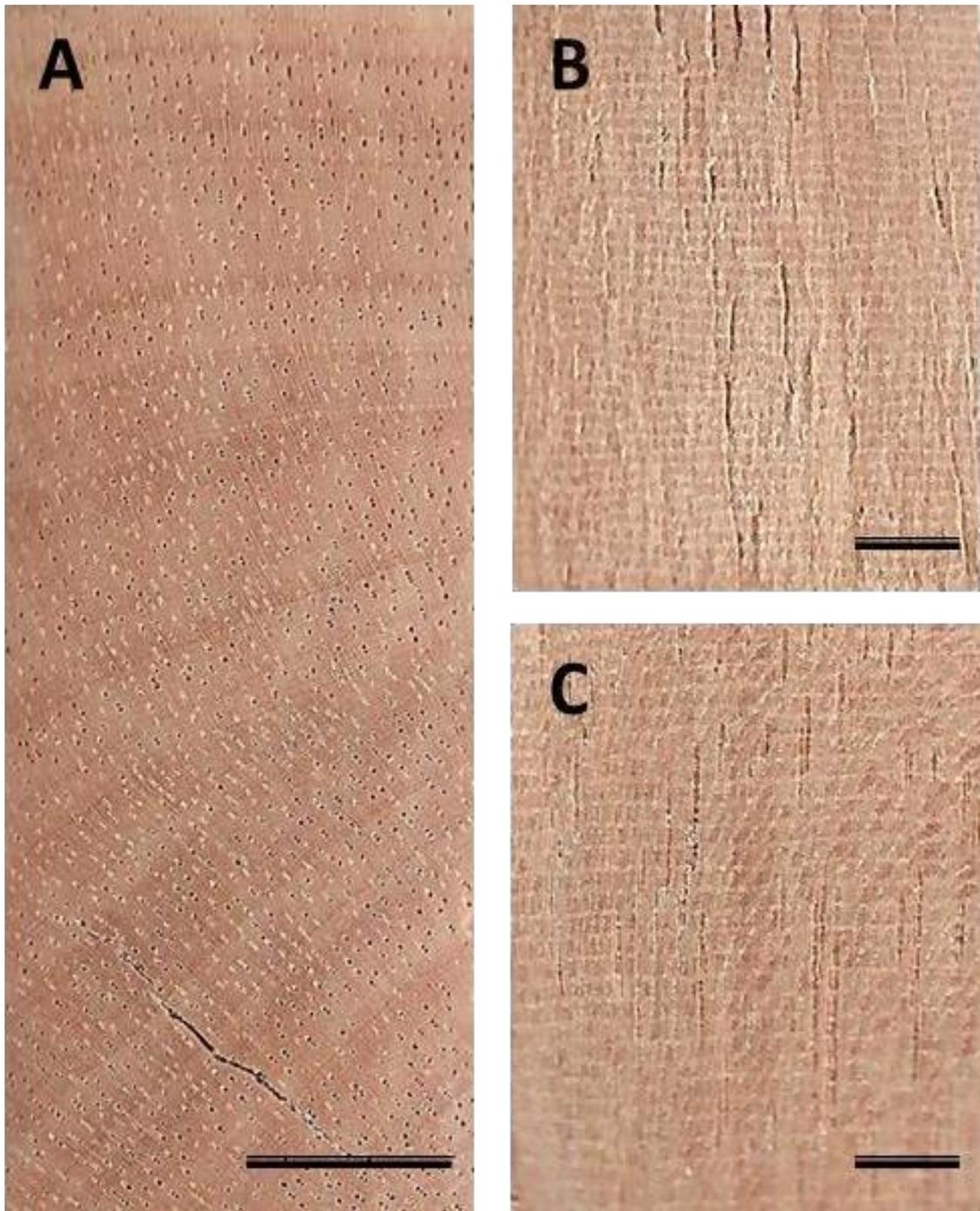


Nota: A) Base del Fuste, B) Rama terminal, (C) corteza interna con exudación. (D)

Fuste.

Figura 21

Imágenes macroscópicas de la especie Luehea grandiflora C. Martius cf.



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm).C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.9. Nombre científico: NN.

Familia : Fabaceae

Nombre vulgar : Huayruro Negro

Distribución:

En Perú se distribuye generalmente en Loreto, Madre de Dios y Ucayali

Caracterización dendrológica:

El árbol puede tener un diámetro de hasta 180 cm y una altura entre 4 y 40 m, con un tronco recto y cónico y una copa expandida. Su corteza va desde tonos pardos hasta pardo oscuro, con ritidoma que se despega en pequeñas placas y exuda resina incolora con un olor fuerte (Figura 22). La corteza interna cambia de tono a medida que se oxida. Las ramitas son casi sin pelos y de color pardo oscuro. Las hojas son imparipinnadas, con 7-9 folíolos dispuestos de forma opuesta, de textura subcoriácea y sin pelos en el haz. Las flores, de color rosado-violáceo, se encuentran en inflorescencias terminales o axilares, y el fruto es una drupa verde con aroma dulce.

Caracterización general y organolépticas:

Albura y duramen diferenciado abruptamente, albura de color amarillo y duramen de color rojo oscuro; textura gruesa; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: visibles a simple vista, delimitado por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (moderadamente distinto). Vasos: visible a simple vista, difuso, mayormente solitarios y escasamente múltiples radiales, medianos y poco abundantes (Figura 23). Parénquima Axial: visible a simple vista, del tipo paratraqueal aliforme y confluyente abundante. Radios: visible con lupa de 10x, finos y numerosos, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 22

Imágenes dendrológicas de NN. Fabaceae



Nota: (A) Base del Fuste, (B) Rama terminal, (C) corteza interna. (D) Fuste.

Figura 23

Imágenes macroscópicas de la especie NN.



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.10. **Nombre científico:** *Pouteria baehniiana* Monachino.

Familia : Sapotaceae

Nombre vulgar : Caimito

Distribución:

La especie se distribuye desde Centroamérica hasta la región amazónica y el sur de Brasil, a altitudes que van desde 0 hasta 2200 m s.n.m. Se halla principalmente en bosques primarios que reciben alta precipitación y sombra, y prefiere suelos arcillosos a limosos, ligeramente ácidos, fértiles y bien drenados, con una cantidad moderada de piedras.

Caracterización dendrología:

El árbol tiene un diámetro de aproximadamente 1 metro y alcanza una altura total de 36 metros, con aletas que pueden llegar hasta los 5 metros de altura. El tronco suele presentar surcos y la corteza exterior es oscura, desprendiéndose en pequeñas placas irregulares, y produce abundante látex blanco (Figura 24). Las hojas son simples, alternas y están dispuestas en espiral. Los frutos son bayas elipsoides de superficie lisa, cada una conteniendo una semilla lateralmente comprimida con una cubierta externa también lisa.

Caracterización general y organoléptica:

Albura y duramen diferenciado gradualmente, albura de color crema y duramen de color rojo castaño; textura fina; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: poco visibles a simple vista, delimitado por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (poco distinto). Vasos: visible con lupa de 10x, difuso, escasamente solitarios y mayormente múltiples radiales, pequeños y muy abundantes, obstruidos por tilosis (Figura 25). Parénquima Axial: visible a simple vista, del tipo paratraqueal bandas finas. Radios: visible con lupa de 10x, finos y numerosos, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 24

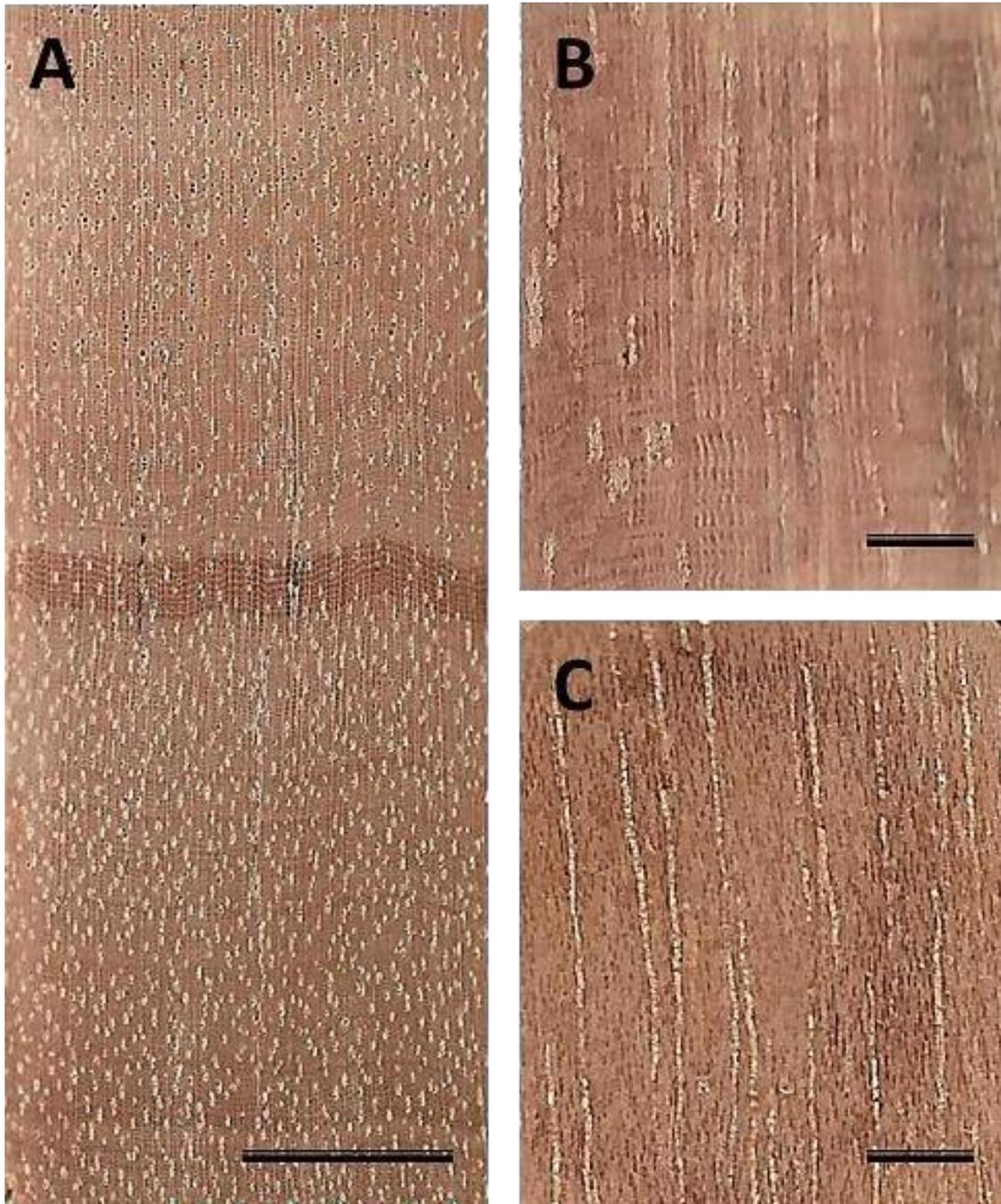
Imágenes dendrológicas de *Pouteria baenhiana* Monachino



Nota: Base del Fuste, B) Rama terminal, (C) corteza interna con exudación de latex blanco. (D) Fuste acanalado.

Figura 25

*Imágenes macroscópicas de la especie **Pouteria baehni** Monachino.*



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.11. **Nombre científico:** *Pouteria* sp. (1)

Familia : Sapotaceae

Nombre vulgar : Quinilla

Distribución:

La especie se encuentra distribuida desde Centroamérica, específicamente Costa Rica, hasta la región amazónica andina y el sur de Brasil, abarcando altitudes que van hasta los 2200 m s.n.m. En su estado natural, suele encontrarse en áreas con altos niveles de lluvia y sombra, típicamente en bosques primarios.

Caracterización dendrológica:

El árbol puede alcanzar una altura de hasta 40 metros, caracterizado por un tronco cilíndrico con aletas. Su corteza externa presenta un tono grisáceo o pardo rojizo y está profundamente fisurada, mientras que la interna produce una exudación abundante de látex blanco. Las hojas, simples y alternas, se agrupan en el extremo de las ramitas (Figura 26). Las flores se presentan en fascículos axilares, y el fruto es elipsoidal o globoso, con una superficie lisa y una base redondeada o truncada. Las semillas tienen una cubierta dura, lisa y brillante.

Caracterización general y organolépticas:

Albura y duramen abruptamente diferenciado, albura de color crema rosado y duramen de color rojo oscuro; textura fina; olor y sabor imperceptible;

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: visible a simple vista, delimitadas por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (zonas fibras) carentes de vasos (moderadamente distinto).

Vasos: visible con lupa de 10x, difusos, solitarios y múltiples radiales, muy pequeños y muy abundantes, obstruidos por tilosis (Figura 27). Parénquima Axial: distinto con lupa de 10x, del tipo paratraqueal en bandas finas numerosas espaciadas irregularmente. Radios: visible con lupa de 10x, muy finos y numerosos, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 26

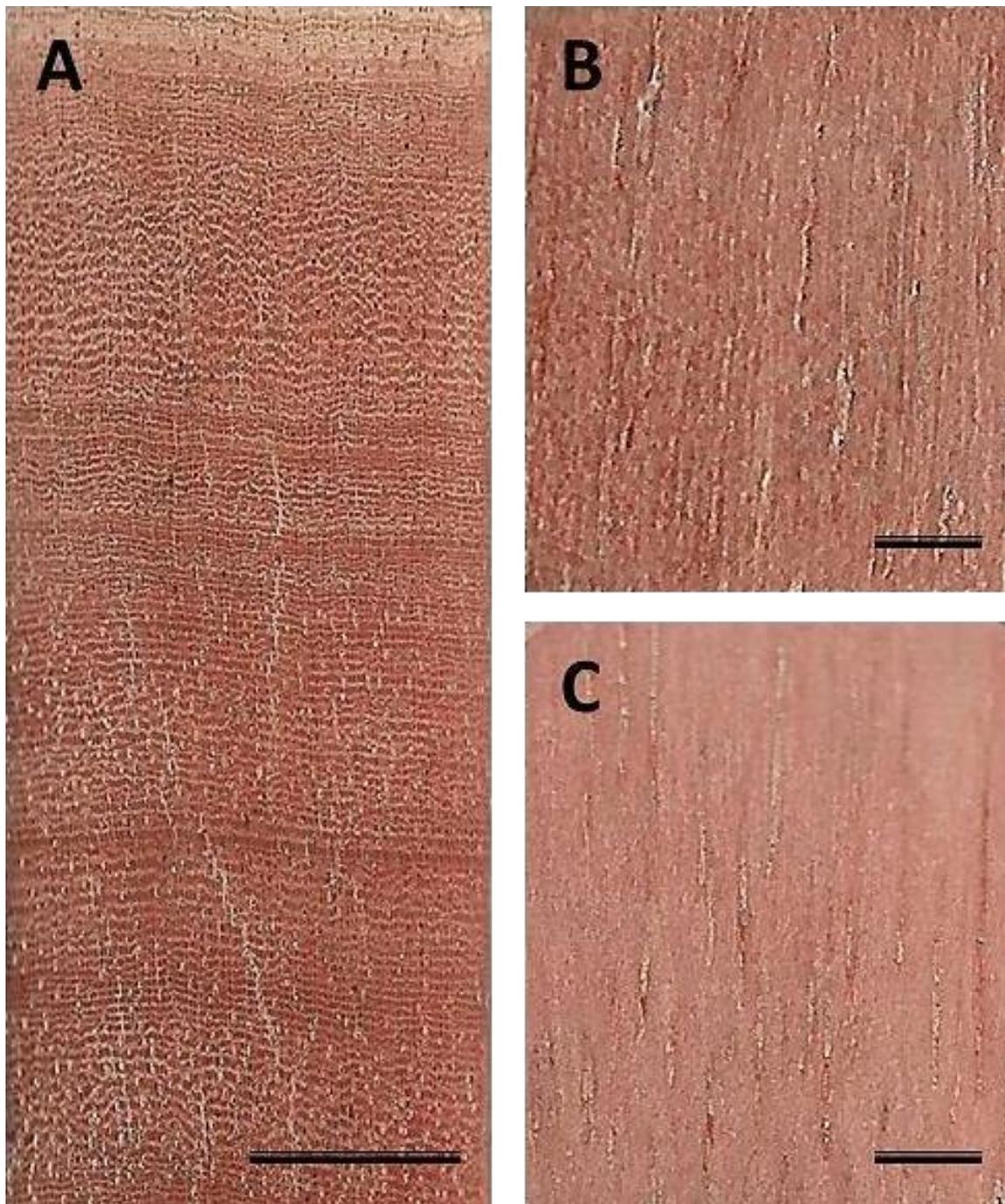
Imágenes dendrológicas de Pouteria sp.



Nota: (A) Base del Fuste, (B) Rama terminal, (C) corteza interna con exudación de latex blanco. (D) Fuste.

Figura 27

Imágenes macroscópicas de la especie Pouteria sp. (1)



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.12. **Nombre científico:** *Pouteria sp.* (2)

Familia : Sapotaceae

Nombre vulgar : Caimito

Distribución:

La especie posee una extensa distribución geográfica que abarca desde Centroamérica, incluyendo Costa Rica, hasta la región amazónica andina y el sur de Brasil, se encuentra a altitudes que varían desde el nivel del mar hasta 2200 m s.n.m. Se desarrolla en áreas con alta y constante precipitación, principalmente en bosques primarios, y prefiere suelos fértiles y bien drenados.

Caracterización dendrológica:

El árbol, con un diámetro que va de 20 a 100 cm y una altura de 15 a 25 m, tiene un fuste cilíndrico con una base recta. La corteza externa presenta grietas de color marrón rojizo, fisurado en árboles grandes, mientras que la corteza interna es uniforme, de tono rosado y libera un látex blanco pegajoso cuando se corta (ver Figura 28). Las ramas terminales, de sección circular y color marrón claro cuando están secas, muestran cicatrices de la caída de las hojas. Las hojas, simples y alternas, están agrupadas en el extremo de las ramitas. Los frutos son bayas aladas, de forma ovoidal a globosa, carnosas y de color amarillo.

Caracterización general y organolépticas:

Albura y duramen gradualmente diferenciado, albura de color crema y duramen de color crema rojizo; textura media; olor y sabor imperceptible.

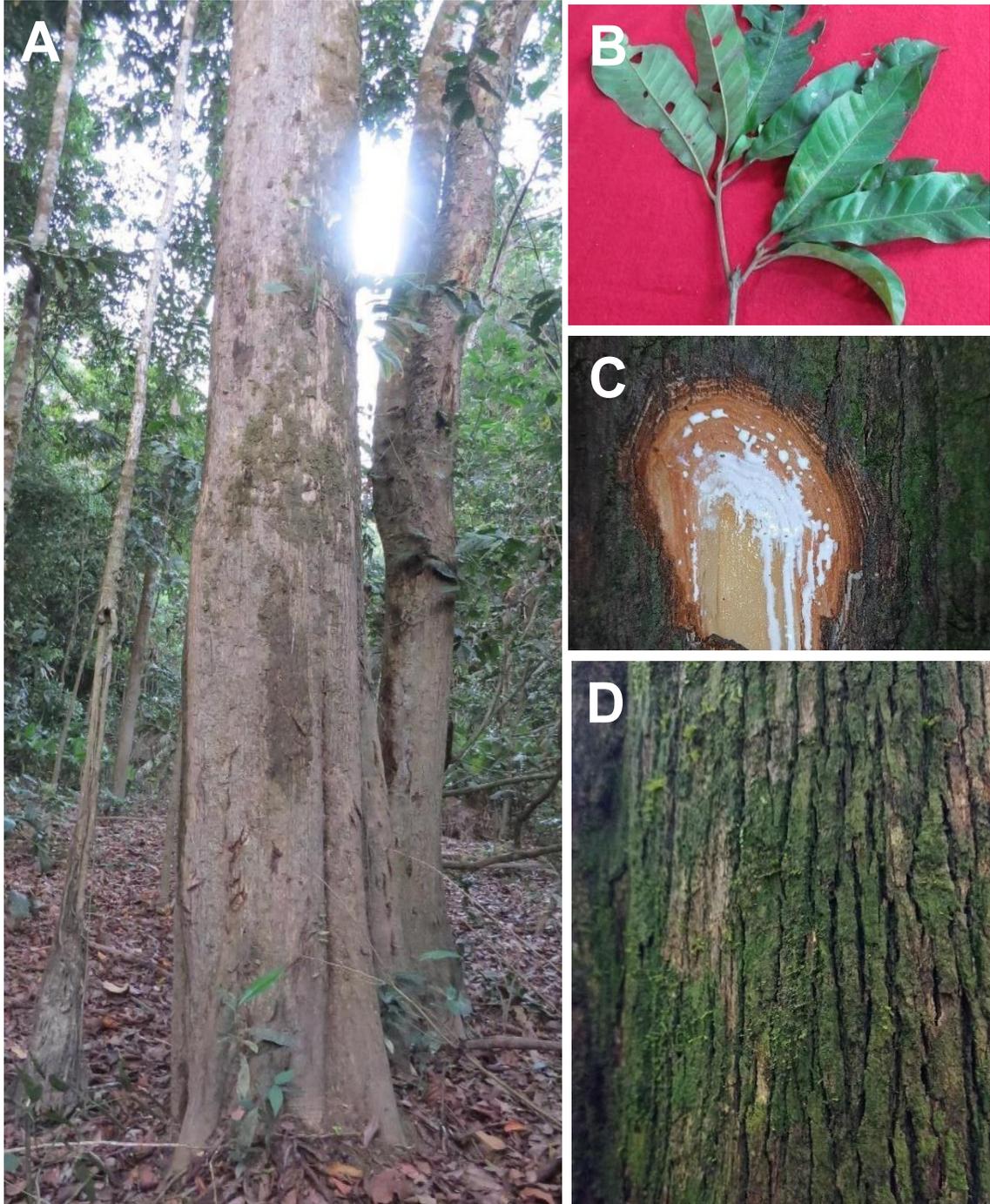
Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: visibles a simple, delimitadas por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (poco distinto). Vasos: visible con lupa de 10x, difuso, solitarios y múltiples radiales en igual proporción, medianos y abundantes (Figura 29).

Parénquima Axial: visible con lupa de 10x, del tipo en bandas reticulado. Radios: visible con lupa de 10x, no estratificados en el corte tangencial.

Nota: A) Base del Fuste, B) Rama terminal, (C) corteza interna con exudación de latex
Figura 28

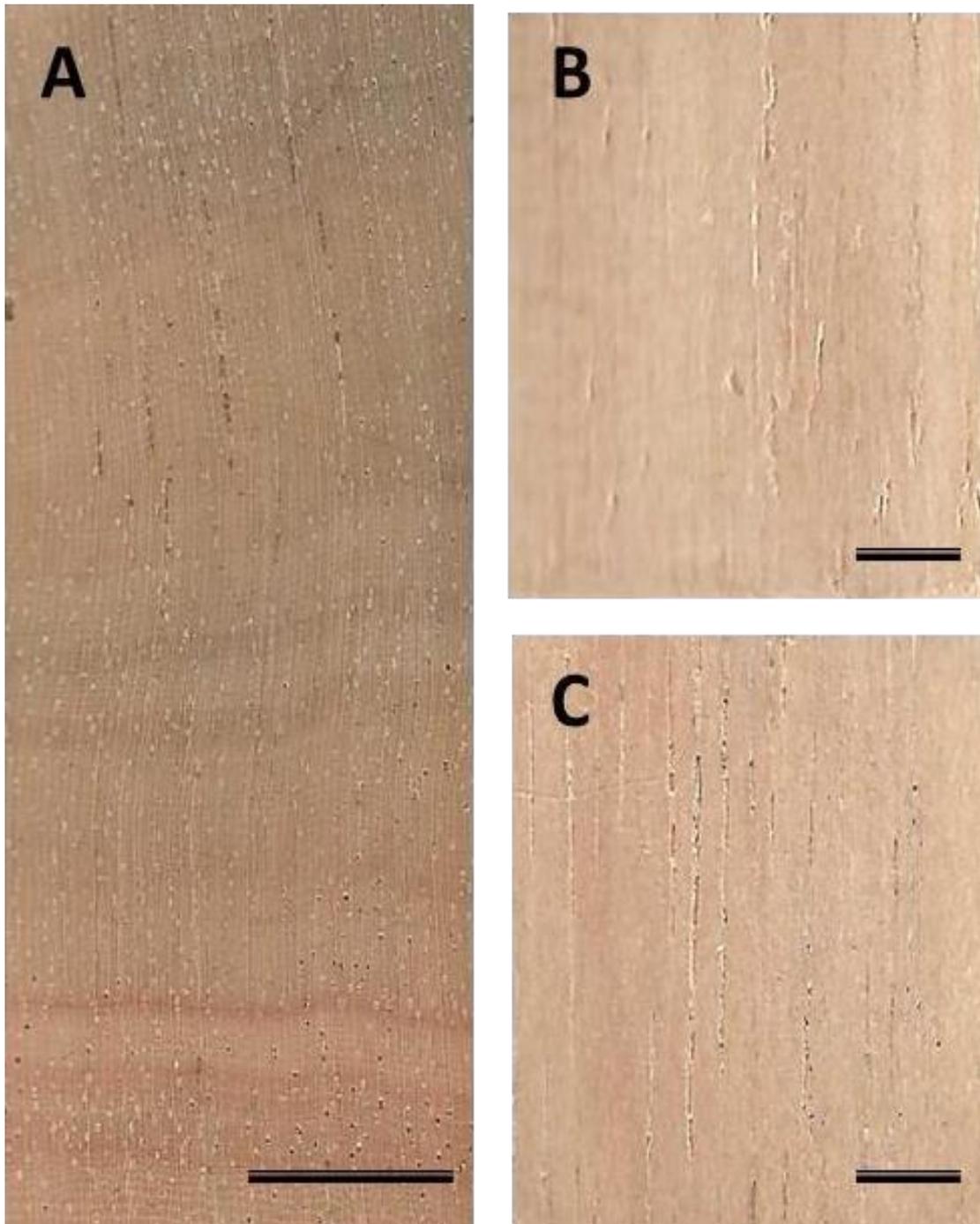
Imágenes dendrológicas de *Pouteria sp.* (2).



blanco. (D) Fuste.

Figura 29

Imágenes macroscópicas de la especie *Pouteria* sp. (2)



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.13.**Nombre científico:** *Pseudolmedia laevis* (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.

Familia : Moraceae

Nombre vulgar : Chemicua

Distribución:

La especie se distribuye en la región amazónica de Ecuador, Colombia, Venezuela, Brasil y Perú, generalmente a altitudes menores de 1800 m s.n.m. Prefiere zonas con alta y constante precipitación y se desarrolla en bosques primarios.

Caracterización dendrológica:

El árbol presenta un diámetro de 30 a 60 cm y alcanza alturas de 20 a 40 m, con un fuste cilíndrico y raíces superficiales. Su corteza externa es de color marrón claro, con lenticelas alargadas y abundantes, especialmente en la base. La corteza interna es uniforme y de color blanquecino a rosado, y libera un látex cremoso en abundancia (ver Figura 30). Las hojas son simples, alternas y tienden a estar dispuestas en forma dística, con láminas que varían de oblongas a sub ovadas y presentan pubescencia hirsuta en la base y el envés, con inflorescencias agrupadas en cabezuelas axilares. Los frutos son drupas globosas de color rojizo, con una superficie recubierta de pubescencia dispersa.

Caracterización general y organolépticas:

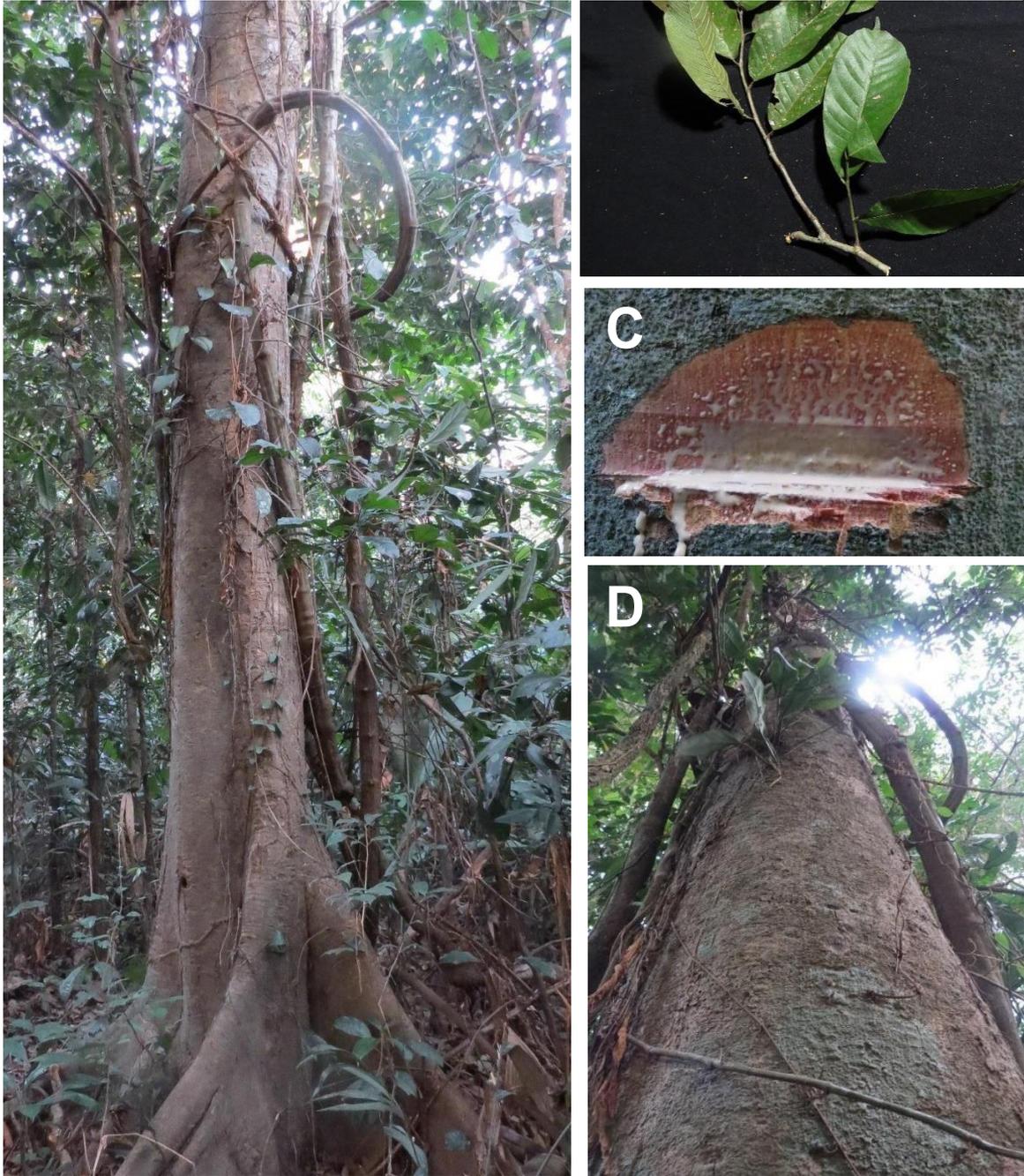
Albura y duramen no diferenciado, de color crema amarillo; textura media; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: visibles a simple, delimitado por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (poco distinto). Vasos: visible a simple vista, difuso, solitarios y múltiples radiales (Figura 31). Parénquima Axial: visible a simple vista, del tipo paratraqueal aliforme, confluyente y marginal. Radios: visible a simple vista, medianos, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 30

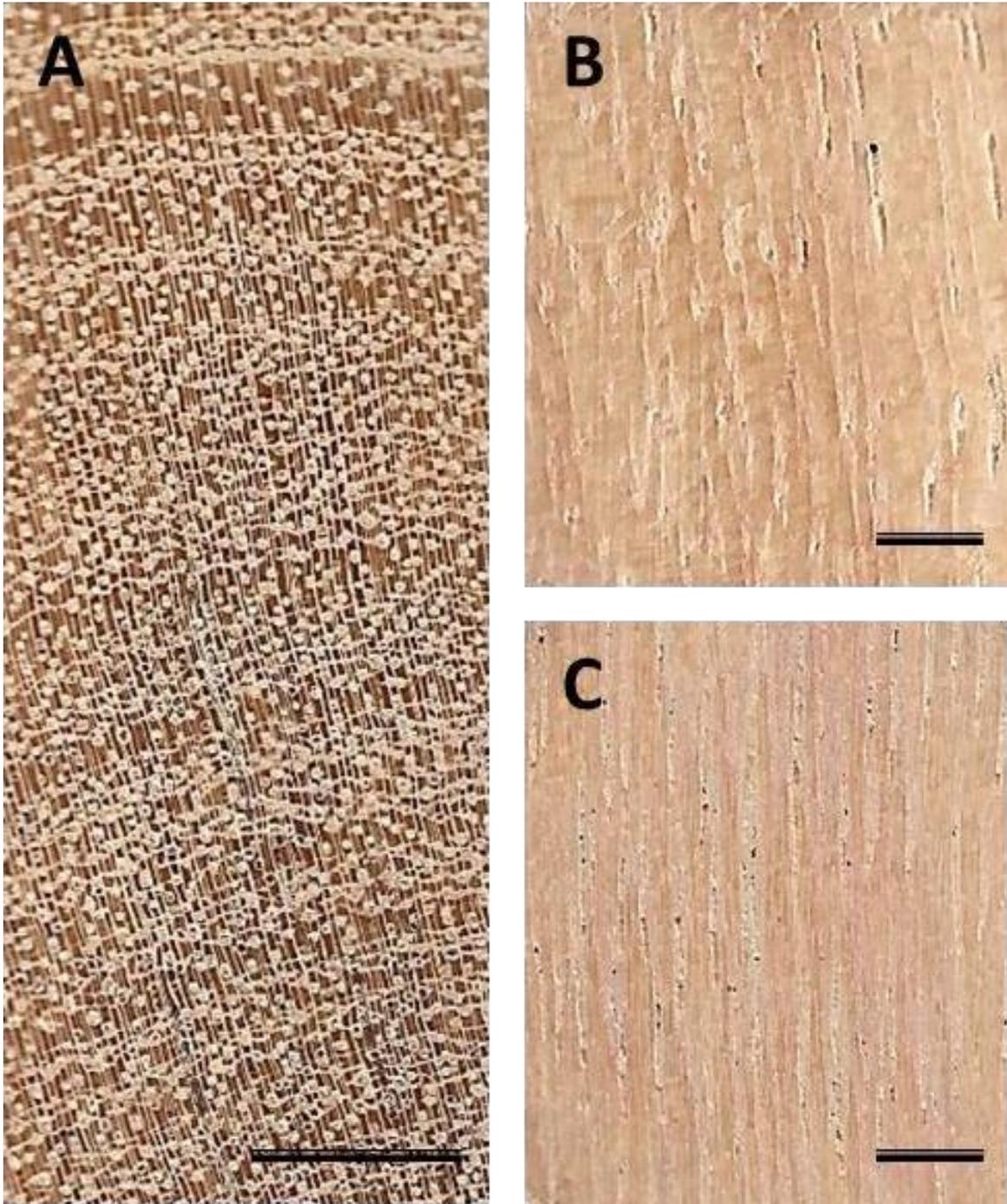
Imágenes dendrológicas de *Pseudolmedia laevis* (R. et P.) J.F



Nota: A) Base del Fuste, B) Rama terminal, C) corteza interna con exudación de latex crema. (D) Fuste.

Figura 31

Imágenes macroscópicas de la especie *Pseudolmedia laevis* (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.14. **Nombre científico:** *Pterocarpus rohrii* Vahl

Familia : Fabaceae

Nombre vulgar : Sangre de toro

Distribución:

La especie se encuentra principalmente en la Región Amazónica, a altitudes generalmente inferiores a 700 m s.n.m. Se desarrolla en bosques primarios con suelos arcillosos a limosos bien drenados.

Caracterización dendrológica:

El árbol tiene un diámetro que varía de 40 a 90 cm y una altura de 20 a 35 m, con un fuste cilíndrico y raíces tablares de hasta 0,5 m de altura en la base (Figura 32). Su corteza externa es marrón claro con lenticelas alargadas, mientras que la interna es de color rosado pálido y secreta savia roja con olor a legumbre. Las ramas terminales son de sección circular, marrón claro y con grietas finas. Las hojas son compuestas imparipinnadas, alternas, glabras, con 5-7 folios elípticos. Las inflorescencias son racimos axilares o terminales. Los frutos son alados, discoides y aplanados, con la semilla en posición central.

Caracterización general y organolépticas:

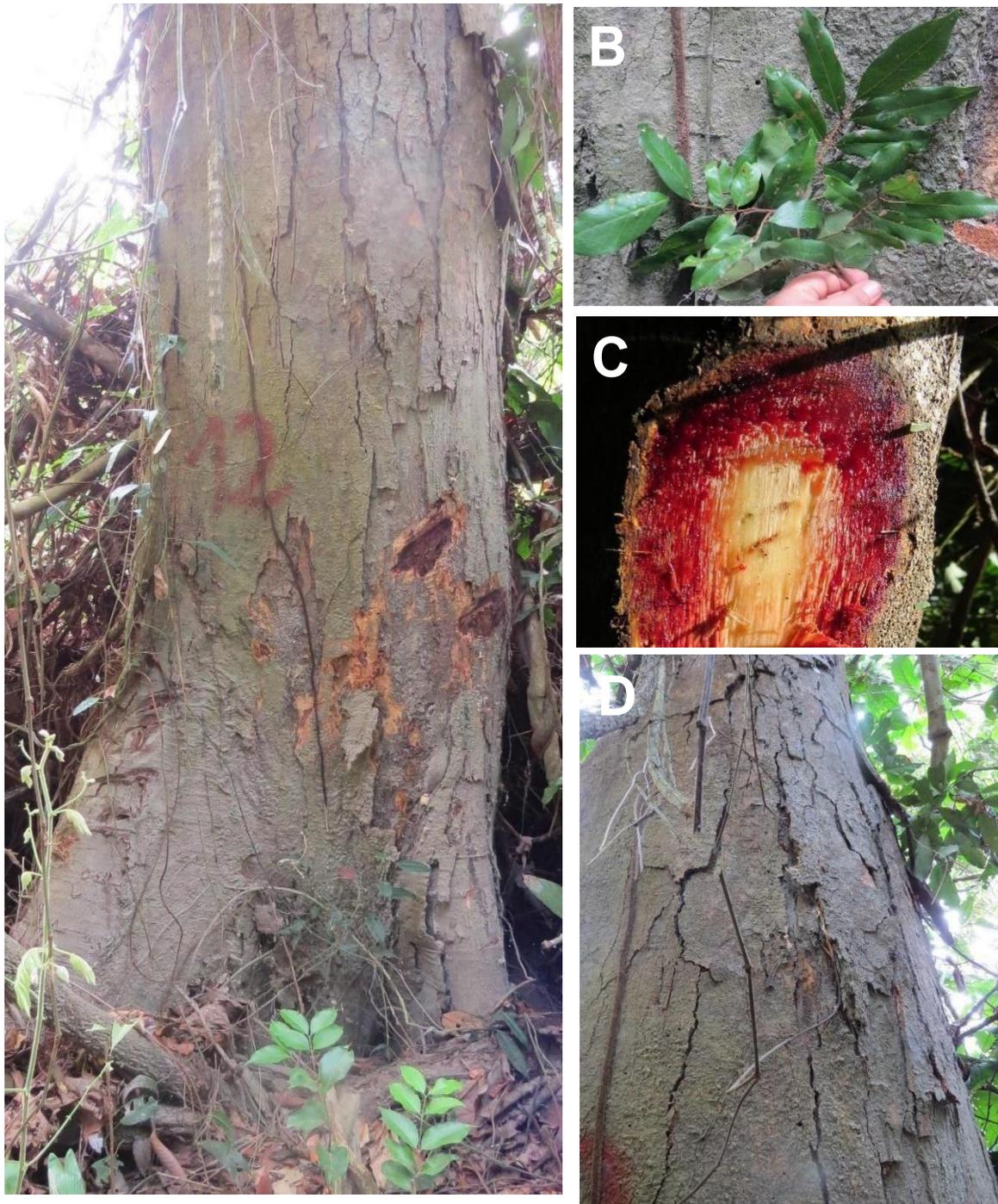
Albura y duramen no diferenciado, de color amarillo; textura media; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: visibles a simple, delimitadas por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (moderadamente distinto). Vasos: visible a simple vista, difuso, mayormente solitarios y escasamente múltiples radiales, medianos y abundantes (Figura 33). Parénquima Axial: visible a simple vista, del tipo paratraqueal aliforme y confluyente. Radios: visible a simple vista, medianos y numerosos, estratificados en el corte tangencial. Radios: visible a simple vista, medianos y numerosos, estratificados en el corte tangencial.

Figura 32

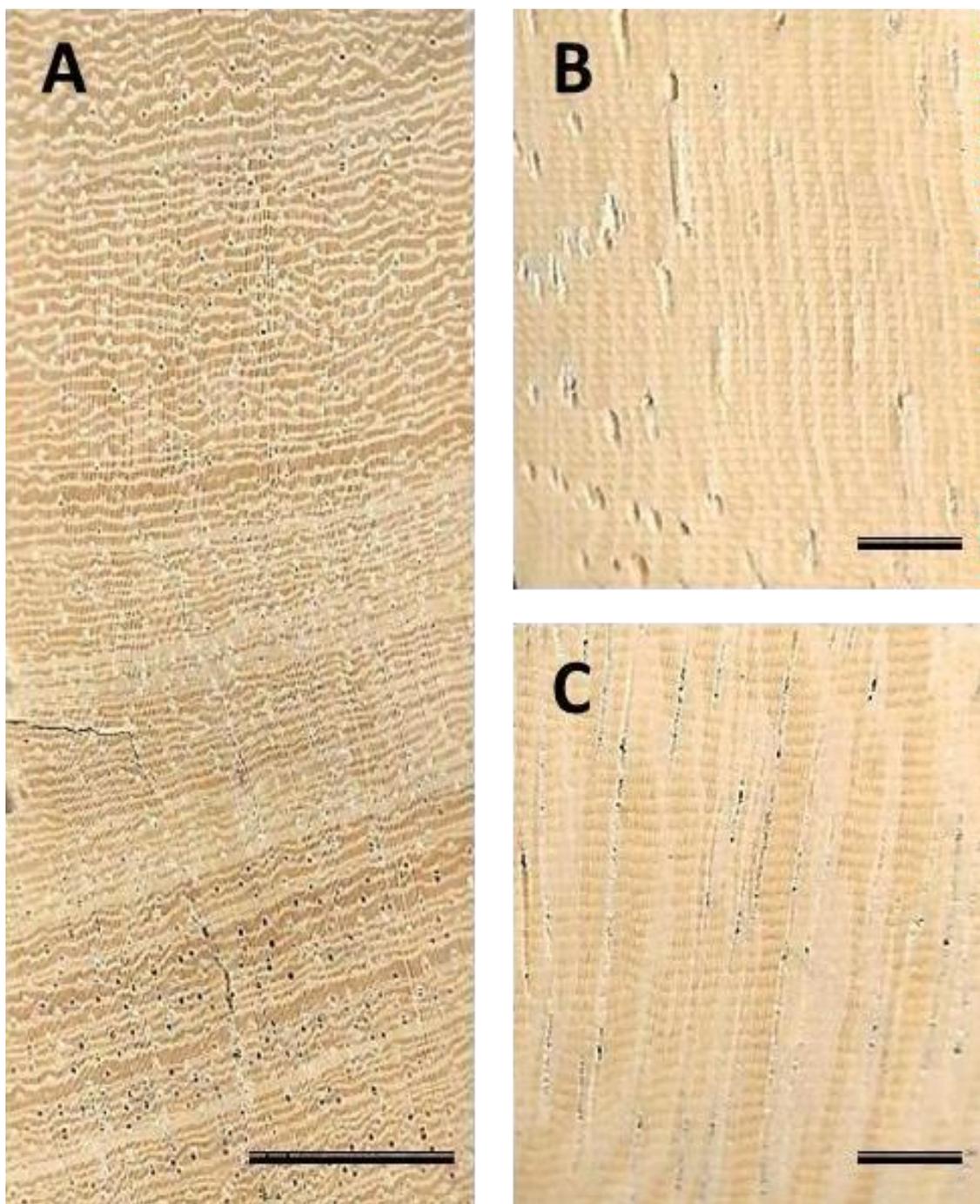
Imágenes dendrológicas de *Pterocarpus rorhii* Vahl.



Nota: (A) Base del Fuste, (B) Rama terminal, (C) corteza interna con exudación de sabia roja, (D) Fuste.

Figura 33

*Imágenes macroscópicas de la especie **Pterocarpus rohrii** Vahl. (Sangre de toro).*



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.15. Nombre científico: *Senegalia sp.*

Familia : Fabaceae

Nombre vulgar : Pashaco

Distribución:

Se desarrolla en bosques secundarios y se encuentra en Bolivia, Brasil, Colombia y Perú. En Perú, está presente en las regiones de Amazonas, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Pasco, Puno y Ucayali.

Caracterización dendrológica:

El árbol puede alcanzar un diámetro de hasta 30 cm y una altura de 10 a 20 m, con un tronco cilíndrico y una copa en forma de sombrilla y la base del tronco es recta (ver Figura 34). La corteza externa muestra lenticelas y grietas cortas y poco profundas, con cicatrices semicirculares en los tallos jóvenes y las ramas. La corteza interna es fibrosa. y de color pardo rojizo. Las hojas son compuestas, con folíolos pequeños, y las ramas terminales son redondas a poligonales, con pequeños aguijones. Las flores se agrupan en panículas, fascículos y cabezuelas, mientras que los frutos son vainas coriáceas, aplanadas y oblongas, con semillas aplanadas.

Caracterización general y organoléptica:

Albura y duramen abruptamente diferenciado, albura de color crema y duramen de color rojo oscuro; textura media; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: poco visibles a simple, delimitadas por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (poco distinto). Vasos: visible a simple vista, difuso, mayormente solitarios y escasamente múltiples radiales, medianos y abundantes (Figura 35).

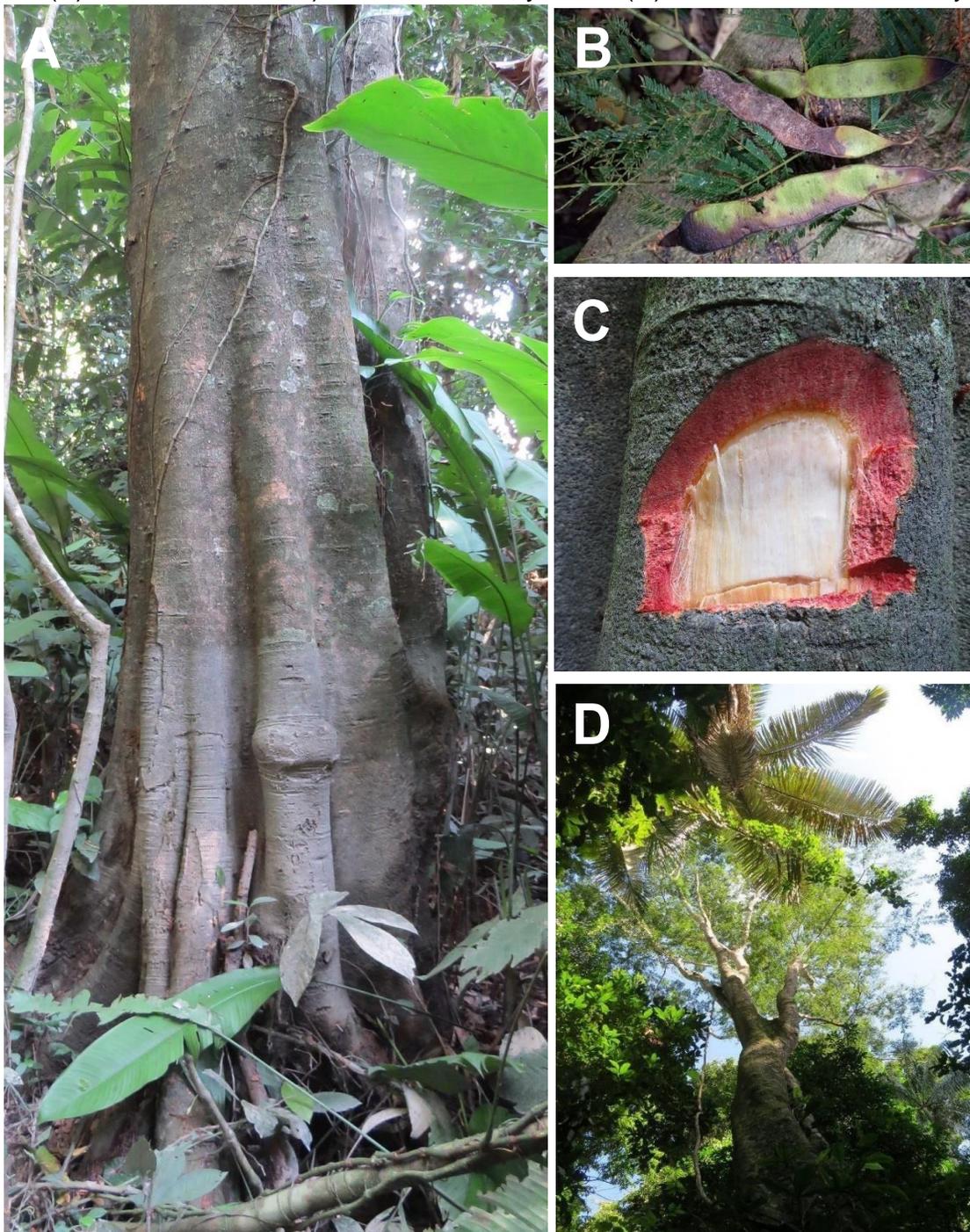
Parénquima Axial: visible a simple vista, del tipo en paratraqueal aliforme y confluyente

Radios: visible a simple vista, no estratificados en el corte tangencial Parénquima Axial: y confluyente.

Figura 34

Imágenes dendrológicas de Senegalia sp.

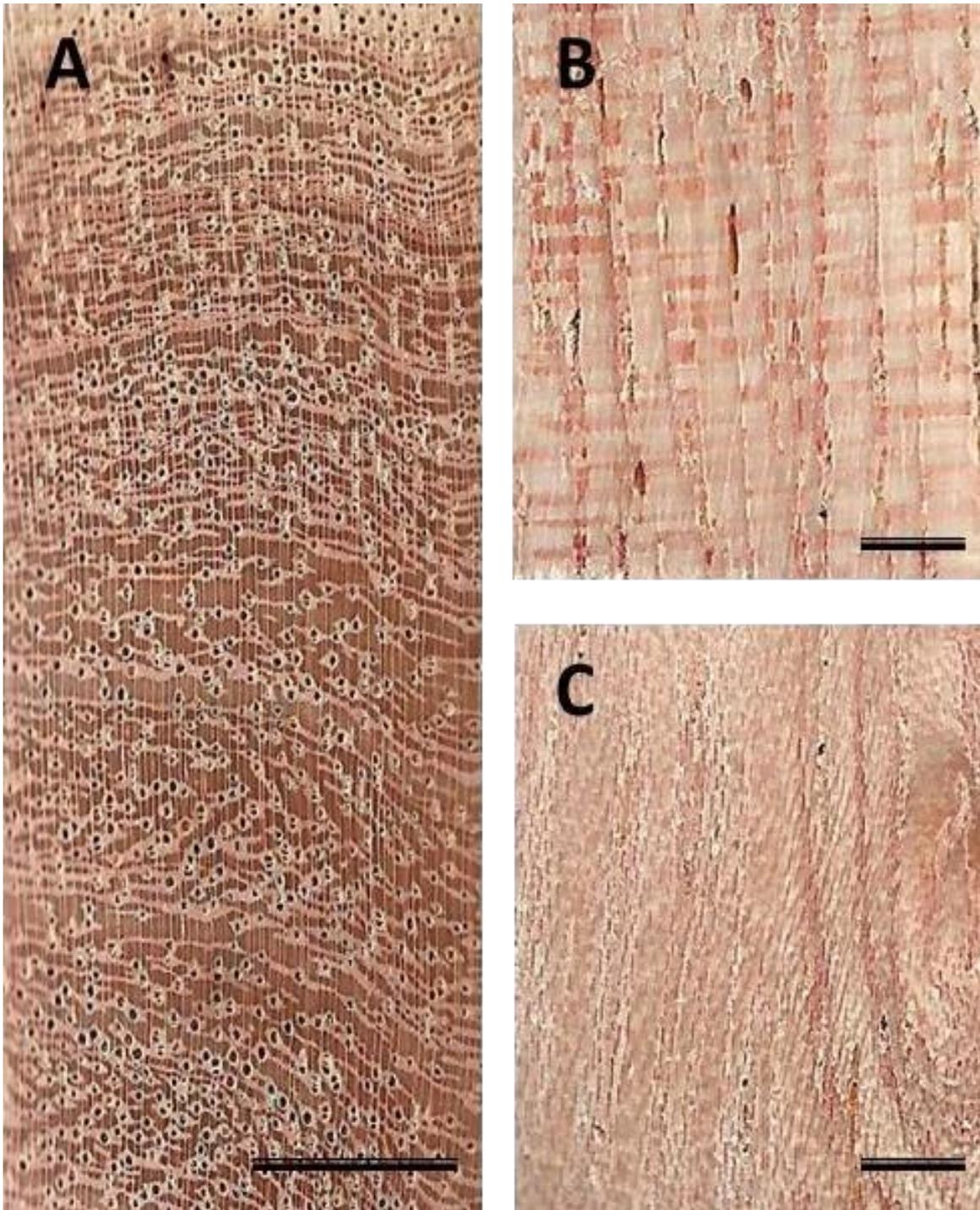
Nota: (A) Base del Fuste, B) Rama terminal, y frutos (C) corteza interna color rojo. (D)



Fuste.

Figura 35

Imágenes macroscópicas de la especie Senegalia sp.



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.16. **Nombre científico:** *Spondias mombin* L.

Familia : Anacardiaceae

Nombre vulgar : Ubos

Distribución:

La especie se distribuye desde México hasta la región amazónica, abarcando el centro-este de Brasil y Bolivia, principalmente a altitudes menores de 700 m s.n.m. Se encuentra en áreas con alta y constante precipitación, aunque también puede vivir en regiones con estaciones secas pronunciadas.

Caracterización dendrológica:

El árbol, con un diámetro de 40 a 80 cm y una altura de 20 a 30 m, tiene un fuste recto ligeramente abultado (Figura 36). Su corteza externa puede ser marrón claro o grisácea, con grietas y aristas semicirculares. La corteza interna es gruesa, de color rosado blanquecino y presenta vetas longitudinales. Las hojas, compuestas e imparipinnadas, son alternas y tienen hasta 7 pares de folíolos que varían de oblongos a elípticos, con bordes crenados. Son glabras y emiten un aroma a mango. Las ramas terminales son circulares, de color marrón claro, lenticeladas y también glabras, con inflorescencias en panículas axilares con varias flores. Los frutos, que varían de oblongoides a globosos, tienen una superficie lisa y lenticelada, con un color que va del marrón rojizo al rojo amarillento, y presentan una pulpa amarillenta con sabor agrídulce.

Caracterización general y organolépticas:

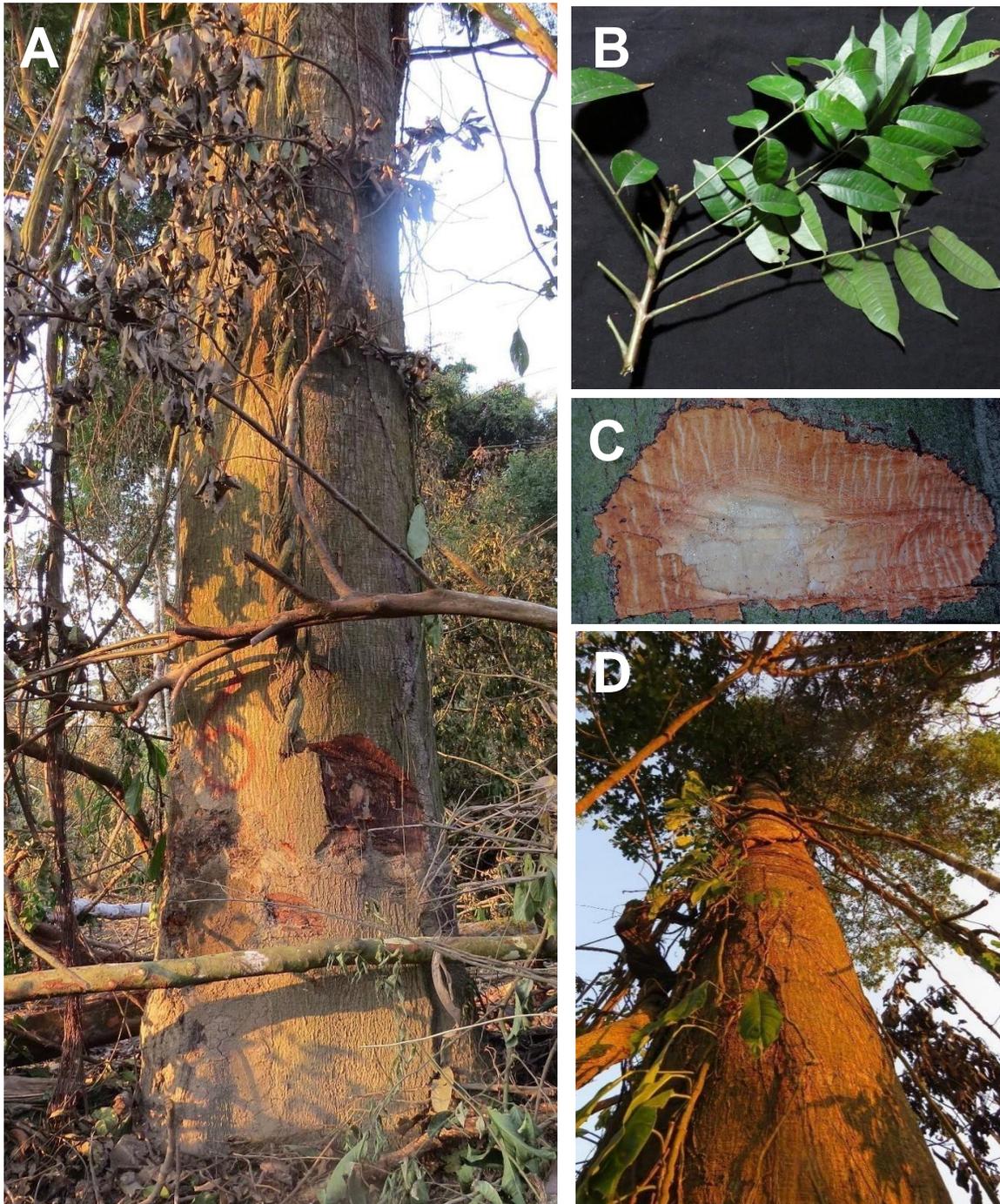
Albura y duramen no diferenciado, de color blanco cremoso; textura media; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: muy poco visibles a simple aun con lupa de 10x, delimitado por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (indistinto o ausente). Vasos: visible a simple vista, difuso, mayormente solitarios y escasamente múltiples radiales, medianos y poco abundantes (Figura 37). Parénquima Axial: visible a simple vista, del tipo paratraqueal vasicéntrico. Radios: visible a simple vista, medianos y poco numerosos, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 36

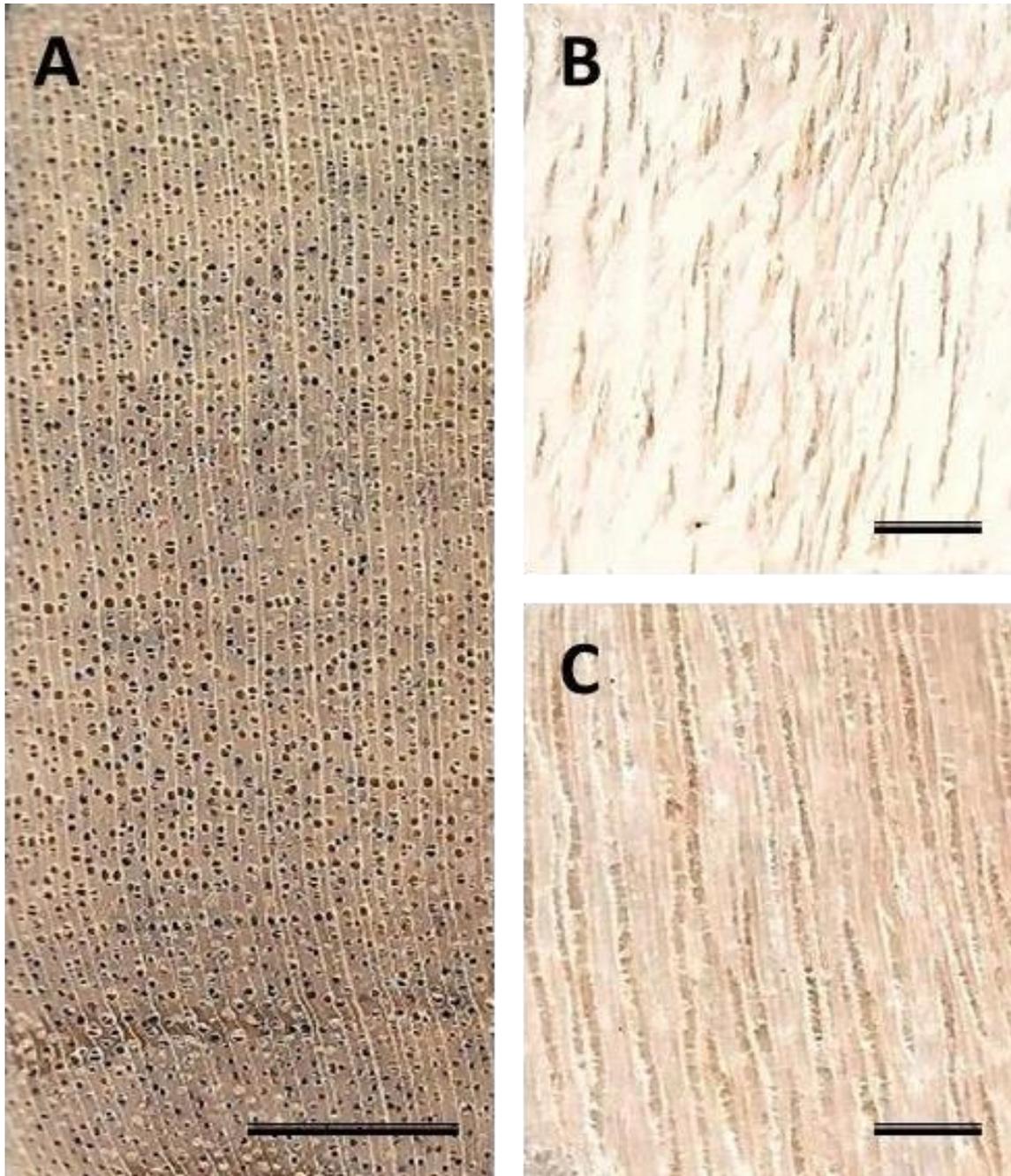
Imágenes dendrológicas de Spondias mombin L.



Nota: (A) Base del Fuste, (B) Rama terminal, (C) corteza interna con, (D) Fuste.

Figura 37

*Imágenes macroscópicas de la especie **Spondias mombin L.***



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.17. **Nombre científico:** *Terminalia oblonga* (R.et P.) Steud

Familia : Combretaceae

Nombre vulgar : Yacushapana de bajo

Distribución:

La especie se distribuye desde Honduras hasta la región amazónica, principalmente en los bosques húmedos de los países andinos, generalmente a altitudes inferiores a los 1200 m s.n.m. Tiene una preferencia por ambientes sombreados, lo que la hace común en bosques secundarios tardíos y primarios.

Caracterización dendrológica:

El árbol alcanza un diámetro de 50 a 100 cm y una altura de 20 a 40 m, con un fuste cilíndrico que a menudo presenta nudos en la base y pequeñas aletas de hasta un metro (ver Figura 38). La corteza externa es lisa, de color marrón claro o grisáceo, con marcas irregulares debido al desprendimiento del ritidoma en placas escamosas. La corteza interna consta de dos capas: una exterior blanquecina y homogénea y una interior de color amarillo limón también homogénea. Las ramas terminales son circulares, de color marrón claro a grisáceo en su estado seco, lisas y glabras, salvo por las yemas apicales que son pubescentes. Las hojas son simples, alternas y se agrupan en los extremos de las ramitas, con forma obovada, bordes enteros, ápice agudo y base también aguda. Son glabras y rígidas. Las flores, muy pequeñas y las inflorescencias se disponen en espigas fasciculadas en los extremos de las ramitas. Los frutos son sámaras bi aladas de color amarillento.

Caracterización general y organolépticas:

Albura y duramen diferenciado gradualmente, albura de color amarillo claro y duramen de color amarillo oscuro; textura fina; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: visibles a simple vista, delimitado por parénquima marginal y por el cambio en el espesor de la pared de la fibra (muy distinto). Vasos: visible a simple vista, difuso, mayormente solitarios y escasamente múltiples radiales, medianos y poco abundantes (Figura 39). Parénquima Axial: visible a simple vista, del tipo paratraqueal aliforme, confluyente y marginal. Radios: visible con lupa de 10x, finos y numerosos, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 38

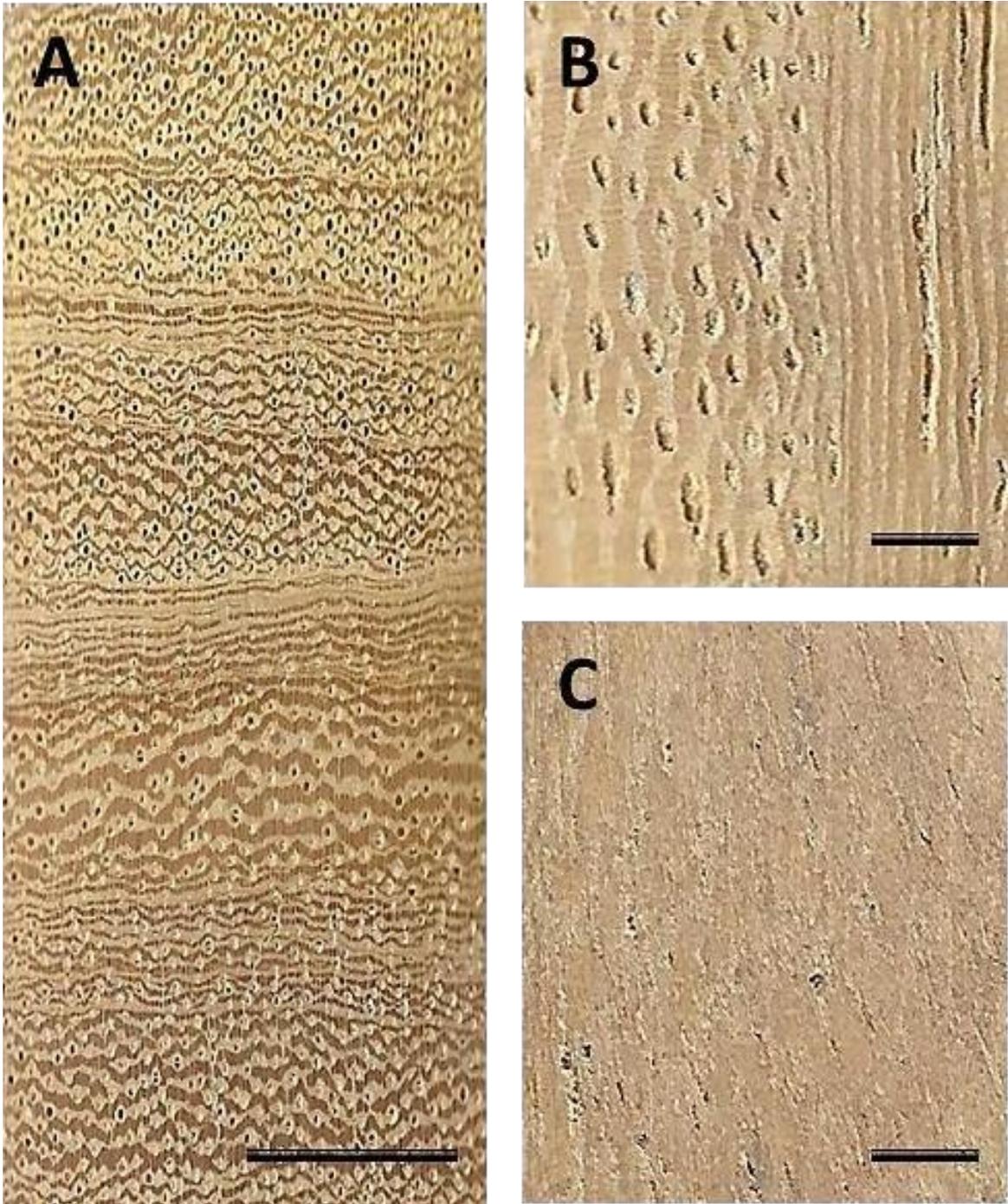
Imágenes dendrológicas de Terminalia oblonga (R.et P) Steud.



Nota: (A) Base del Fuste, (B) Rama terminal, (C) corteza interna. (D) fuste desprendimiento de ritidoma.

Figura 39

Imágenes macroscópicas de la especie *Terminalia oblonga* (R.et P) Steud.



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.18. **Nombre científico:** *Virola elongata* (Benth.) Warb.

Familia : Myristicaceae

Nombre vulgar : Cumala

Distribución:

Se encuentra distribuida extensamente desde Centroamérica hasta la región amazónica, especialmente a altitudes menores de 1800 m s.n.m. Esta especie se desarrolla tanto en áreas con alta y constante precipitación como en regiones con una estación seca pronunciada. Es una especie esciófita que vive en bosques secundarios avanzados y primarios.

Caracterización dendrológica:

El árbol, con un diámetro de 50 a 120 cm y una altura de 20 a 35 m, presenta un tronco cilíndrico con pequeñas raíces tablares de hasta 0,5 m en la base. Su corteza externa es de color marrón rojizo, finamente agrietada y presenta ritidoma en placas rectangulares coriáceas. La corteza interna es homogénea, de tonalidad rosada, y libera una savia traslúcida, muy amarga y astringente cuando se corta. Las ramas terminales son circulares, marrón rojizo cuando secas, y se caracterizan por ser lisas, regulares y casi desprovistas de vello. Las hojas son simples, alternas y dispuestas de manera dística, con forma oblonga a ovada, bordes enteros, ápice agudo y base ligeramente cordada o redondeada, de textura cartácea, lustrosas en el haz. Las flores, pequeñas con inflorescencias en panículas axilares repletas de numerosas flores. Los frutos son globosos, de color marrón rojizo, se abren en dos válvulas carnosas y contienen una semilla parcialmente envuelta en un arilo rojo.

Caracterización general y organolépticas:

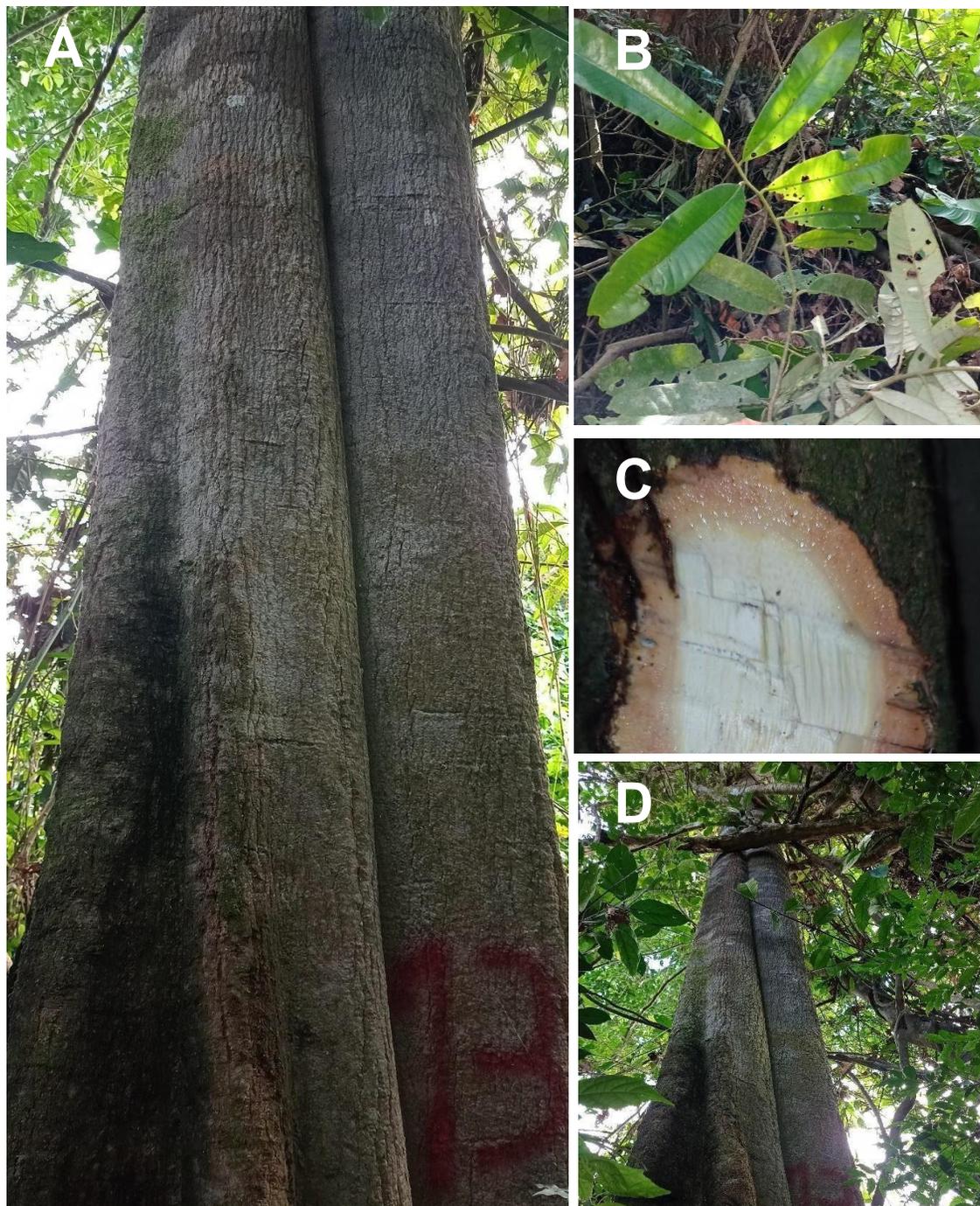
Albura y duramen no diferenciado, de color rojo rosado claro; textura media; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: visibles a simple, delimitadas por una fina línea de parénquima marginal (moderadamente distinto). Vasos: visible a simple vista, difuso, mayormente solitarios y escasamente múltiples radiales, medianos y abundantes (Figura 41). Parénquima Axial: visible a simple vista, del tipo paratraqueal vasicéntrico. Radios: no visible con lupa de 10x, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 40

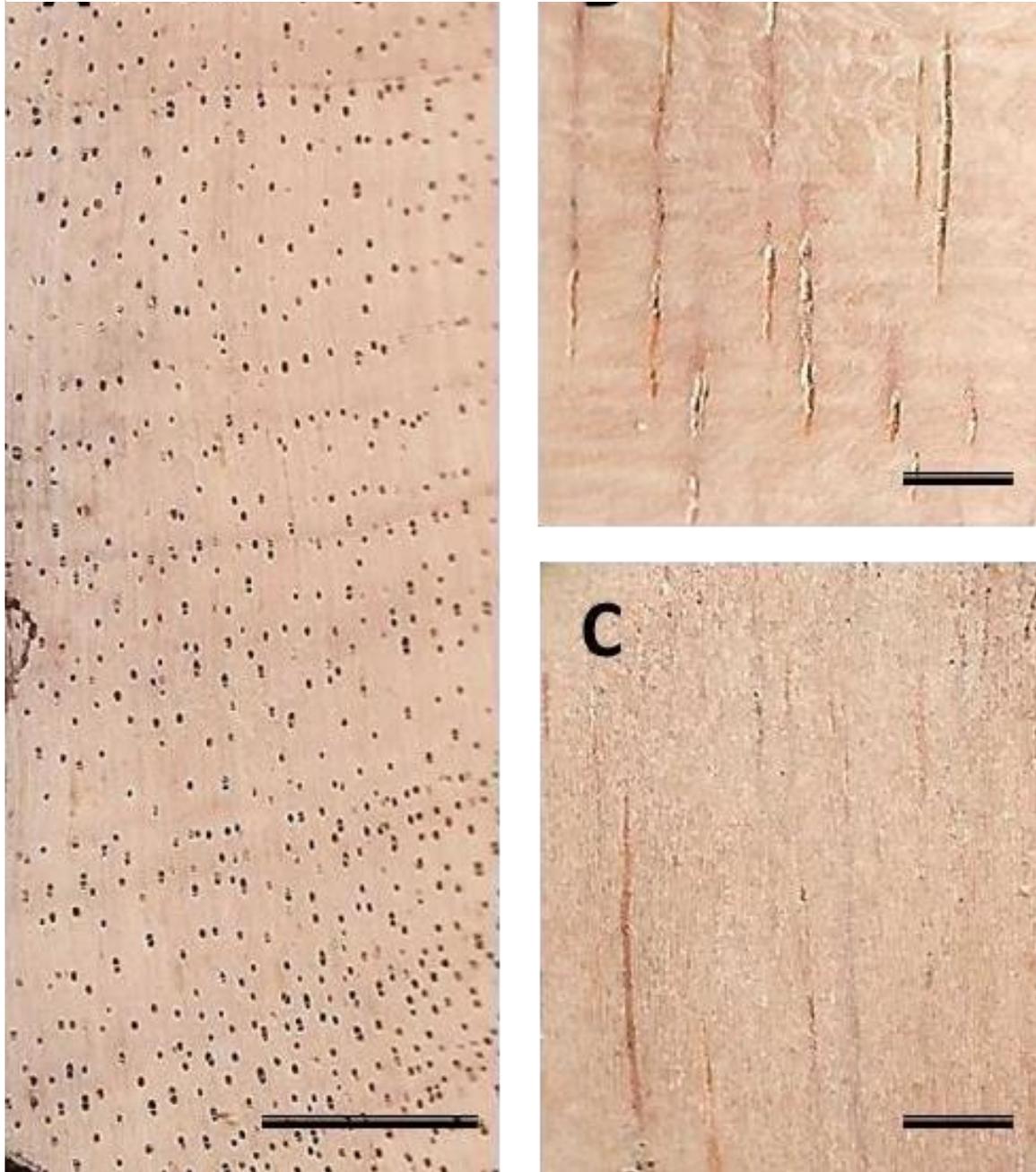
Imágenes dendrológicas de Virola elongata (Benth.) Warb.



Nota: (A) Base del Fuste, (B) Rama terminal, (C) corteza interna con exudación de sabia traslucida. (D) Fuste.

Figura 41

Imágenes macroscópicas de la especie *Virola elongata* (Benth.) Warb.



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.19. **Nombre científico:** *Zanthoxylum acuminatum* (Sw.) Sw.

Familia : Rutaceae

Nombre vulgar : Limoncillo

Distribución:

La especie se extiende desde México y América Central hasta la región amazónica, abarcando Perú y Bolivia, generalmente a altitudes inferiores a 700 m.s.n.m. Se encuentra en zonas con alta y constante precipitación y es una especie esciófita que vive en bosques primarios.

Caracterización dendrológica:

El árbol alcanza un diámetro de entre 50 y 120 cm y una altura de 20 a 35 m, con un fuste cilíndrico y pequeñas aletas en la base (ver Figura 42). Su corteza externa es de color marrón claro, ligeramente agrietada y presenta espinas triangulares. La corteza interna es homogénea, de tono amarillo blanquecino y emite un leve aroma a limón. Las ramas terminales son de color marrón rojizo a marrón claro cuando están secas. Las hojas son compuestas, paripinnadas, alternas y dispuestas en espiral, con entre 10 y 17 pares de folíolos, siendo el par apical generalmente el más grande. Las flores son pequeñas con inflorescencias en panículas terminales con múltiples flores. Los frutos son pequeños, con una forma globosa y constan de 3 a 5 folículos parcialmente fusionados entre sí.

Caracterización general y organolépticas:

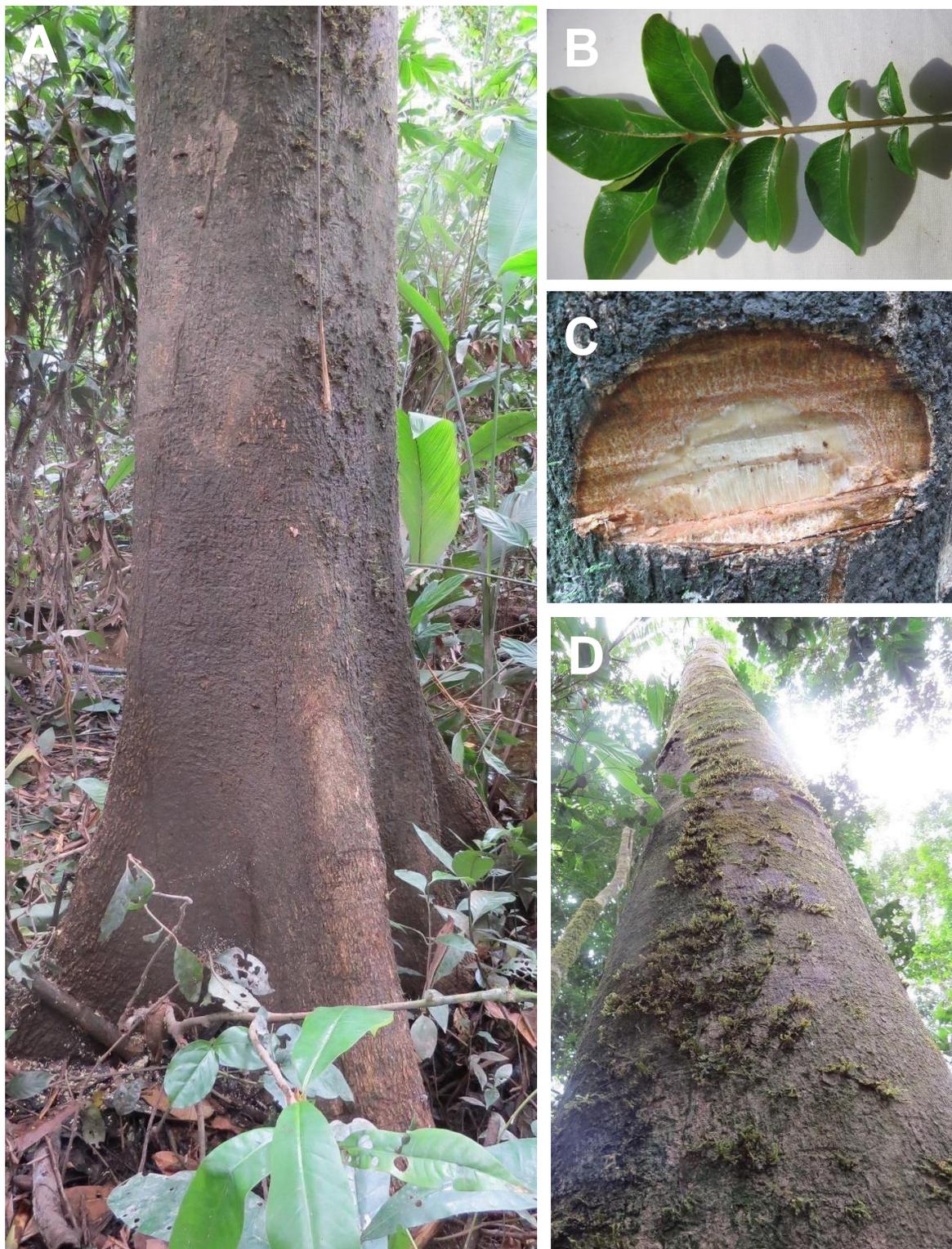
Albura y duramen no diferenciado, de color amarillo; textura media; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: visibles a simple, delimitadas por el cambio en el espesor de la pared de la fibra y una fina línea de parénquima marginal (muy distinto). Vasos: visible a simple vista, difuso, solitarios y múltiples radiales en igual proporción, medianos y abundantes (Figura 43). Parénquima Axial: visible a simple vista, del tipo en paratraqueal aliforme, confluyente y del tipo en bandas marginal. Radios: visible a simple vista, no estratificados en el corte tangencial.

Figura 42

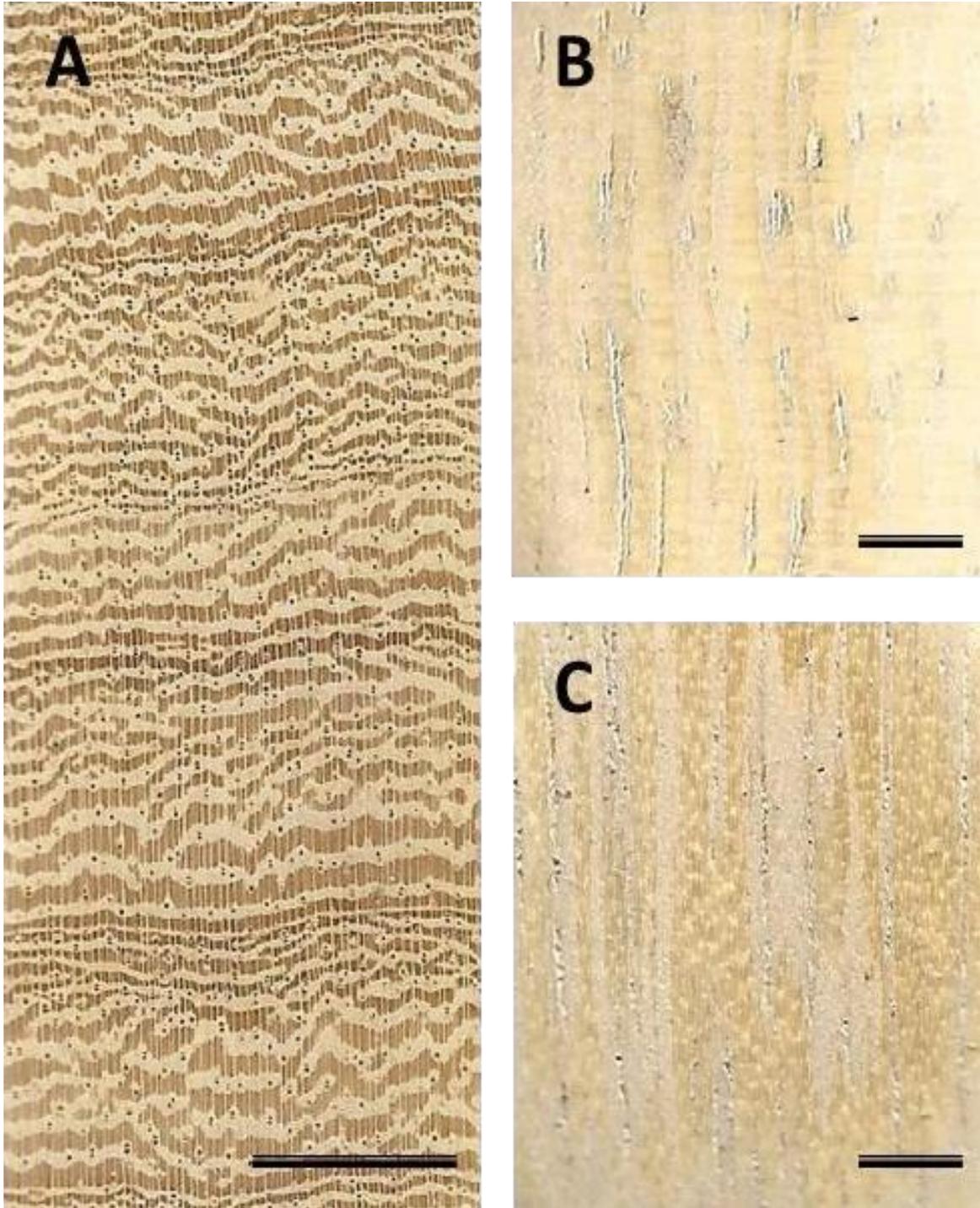
Imágenes dendrológicas de *Zanthoxylum acuminatum* (Sw.) Sw.



Nota: (A) Base del Fuste, (B) Rama terminal, (C) corteza interna. (D) Fuste.

Figura 43

Imágenes macroscópicas de la especie *Zanthoxylum acuminatum* (Sw.)



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.1.20. Nombre científico: *Zygia sp.*

Familia : Fabaceae

Nombre vulgar : Tigre caspi

Distribución:

La especie se extiende desde México hasta Bolivia y se encuentra en los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Huánuco, Madre de Dios, Loreto, Pasco, Puno y San Martín. Es frecuente observarla en las orillas de ríos y quebradas.

Caracterización dendrológica:

El árbol tiene una altura que oscila entre 5 y 15 metros, con un fuste recto y cilíndrico, y una base recta. Su corteza externa es de color marrón y agrietada (Figura 44), mientras que la interna es de color anaranjado. Las hojas son compuestas, con pinnas glabras, foliolos angostamente elípticos con ápices y bases agudas, con una longitud total de hasta 15 cm. Las inflorescencias se presentan en grupos de 2-4 espigas caulifloras, con flores rosadas o blanquecinas, especialmente hacia el ápice. Los frutos son planos, curvos o ligeramente enrollados, dehiscentes, con válvulas cartáceas, glabras y de color café

Caracterización general y organolépticas:

Albura y duramen no diferenciado, de color amarillo; textura media; olor y sabor imperceptible.

Características macroscópicas:

Anillos de crecimientos: visibles a simple, delimitado por parénquima marginal (muy distinto). Vasos: visible a simple vista, difuso, escasamente solitarios y mayormente múltiples radiales, medianos y poco abundantes (Figura 45). Parénquima Axial: visible a simple vista, del tipo paratraqueal aliforme, confluyente y marginal. Radios: visible con lupa de 10x, medianos y poco numerosos, estratificados en el corte tangencial.

Figura 44

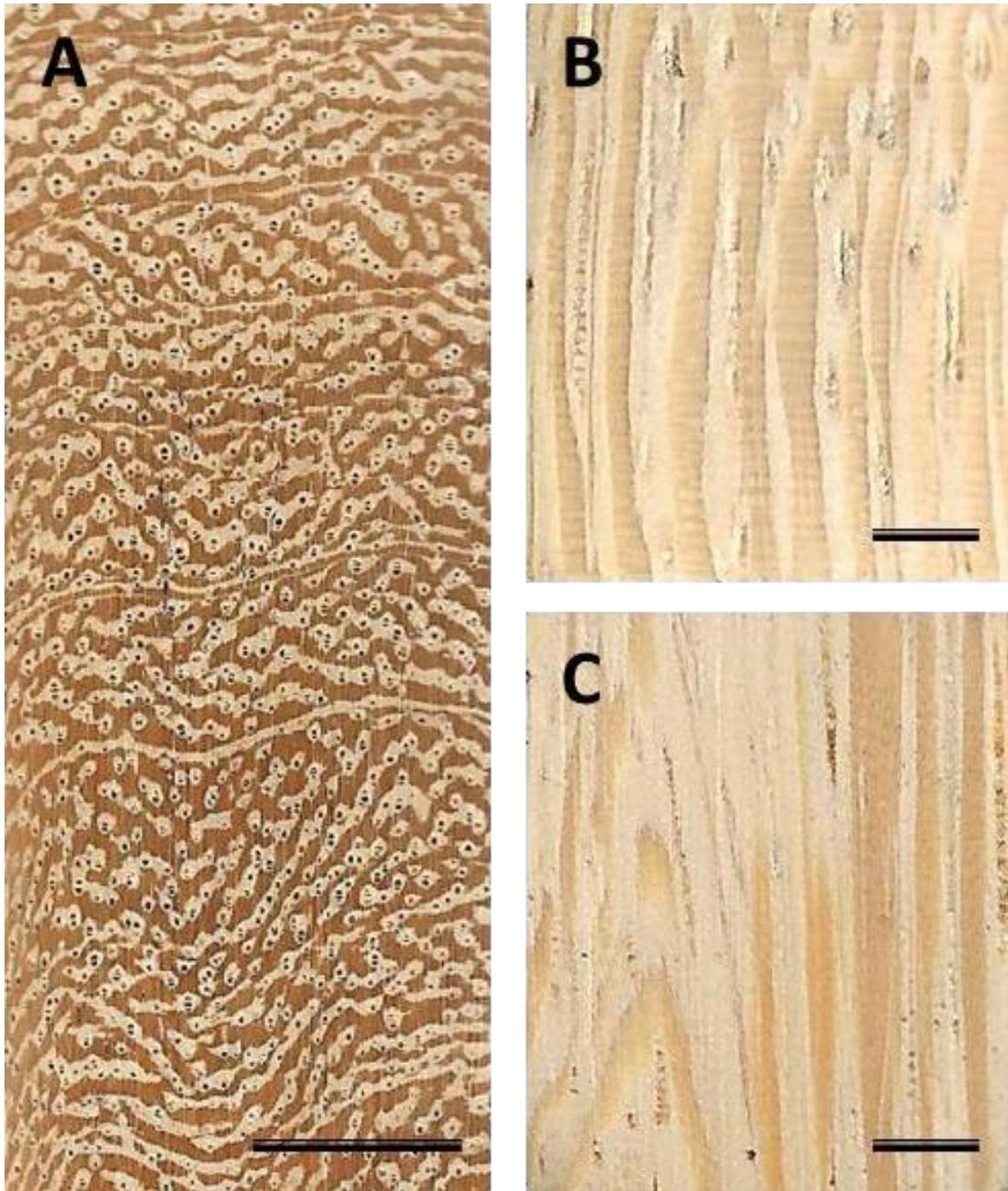
Imágenes dendrológicas de Zygia sp.



Nota: A) Base del Fuste, B) Rama terminal, (C) corteza interna. (D) Fuste y ramificación.

Figura 45

Imágenes macroscópicas de la especie Zygia sp.



Nota: A) Corte transversal (20 mm). B) Corte radial (10 mm). C) Corte tangencial (10 mm).

5.2. EVALUACIÓN DE LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO Y SU POTENCIALIDAD DENDROCRONOLÓGICO

Distinción de los límites del anillo de crecimiento

En este estudio se analizó un total de 20 especies presentes en un bosque inundable de la región de Madre de Dios, Perú. Es importante destacar que, de estas 20 especies, se lograron describir por primera vez 8, las cuales son: *Diospyros* sp., *Luehea grandiflora* C. Martius cf., *Pouteria baehniiana* Monachino, *Pterocarpus rohrii* Vahl., *Senegalia* sp., *Virola elongata* (Benth.) Warb., *Zanthoxylum acuminatum* (Sw.) Sw. y *Zygia* sp.

De las 20 especies estudiadas, se observaron patrones de anillos de crecimiento variados: tres especies (15 %) exhibieron anillos de crecimiento muy distintos, diez especies (50 %) presentaron anillos de crecimiento moderadamente distintos, siete especies (30 %) mostraron anillos de crecimiento poco distintos y una especie (5 %) rebelo anillos de crecimiento indistintos o ausentes (Tabla 3).

Descriptor de límites anatómicos

En los árboles analizados en este estudio, se identificaron diferentes criterios para definir el límite de los anillos de crecimiento (Figura 46). En un total de 15 especies (75%), este límite se caracteriza por la presencia de cambios en el espesor de la pared de la fibra en la madera tardía. En cuatro especies (20%), el límite se define por una combinación de cambios en el espesor de la pared de la fibra en la

madera tardía y la presencia de parénquima marginal. Por último, en una especie (5%), el límite de los anillos de crecimiento se basa exclusivamente en la observación de parénquima marginal (Tabla 3).

Tabla 3

Caracterización de los anillos de crecimientos de veinte árboles de la región de Madre de Dios.

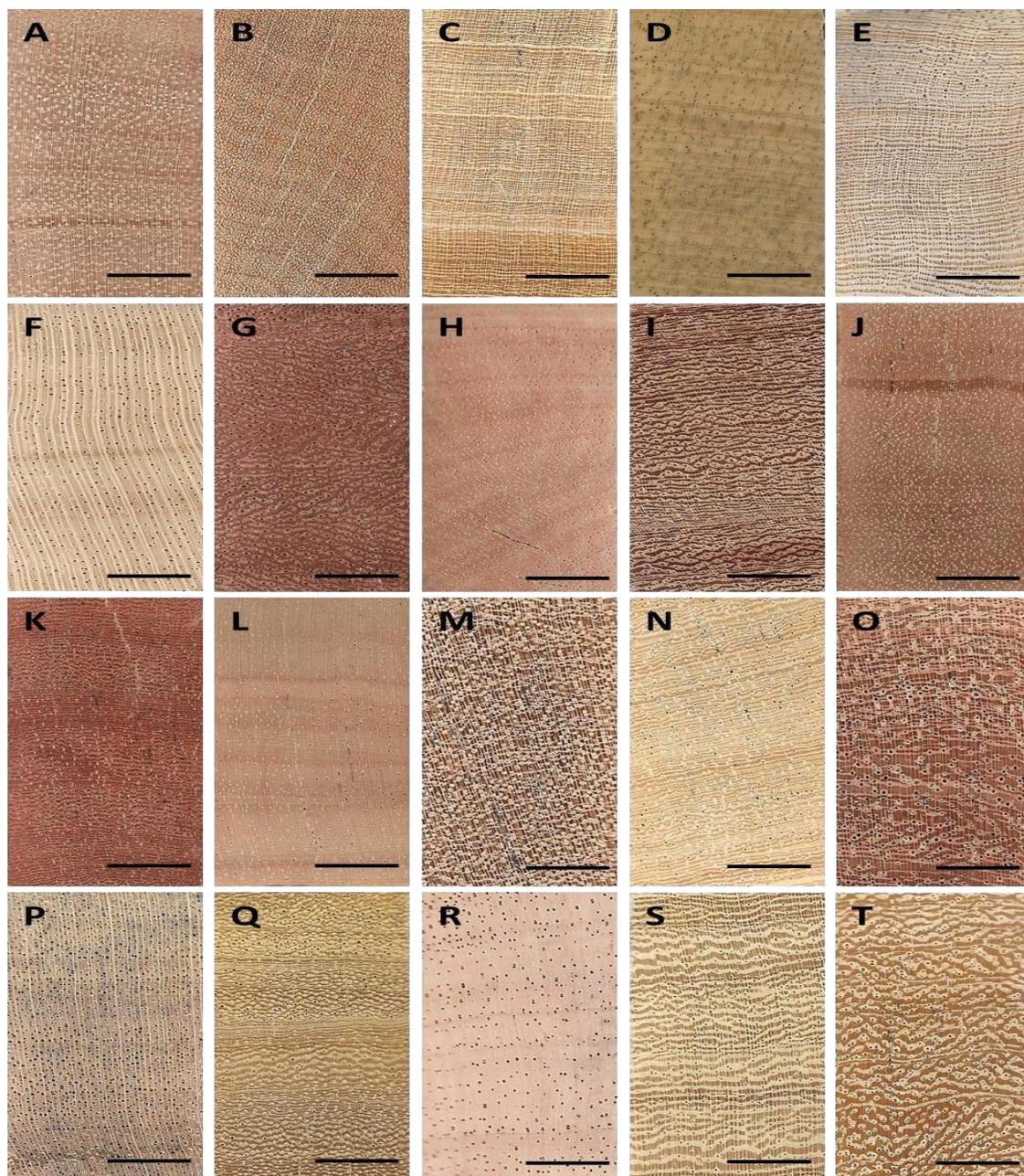
N°	Nombre científico	Familia	DLAC	DLA
1	<i>Brosimum lactescens</i> (Moore) C.C.Berg. *	Moraceae	MD	CEPFyPM
2	<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth. *	Rubiaceae	MD	CEPF
3	<i>Clarisia racemosa</i> R.et P *	Moraceae	PD	CEPF
4	<i>Diospyros sp.</i> *	Ebenaceae	MD	CEPF
5	<i>Ficus insipida</i> Willd. *	Moraceae	MD	CEPF
6	<i>Guatteria sp.</i>	Annonaceae	PD	CEPF
7	<i>Inga sp.</i> *	Fabaceae	PD	CEPF
8	<i>Luehea grandiflora</i> C. Martius cf.	Malvaceae	MD	CEPF
9	NN	Fabaceae	MD	CEPF
10	<i>Pouteria baenhiana</i> Monachino. *	Sapotaceae	PD	CEPF
11	<i>Pouteria sp.</i> (1)	Sapotaceae	MD	CEPF
12	<i>Pouteria sp.</i> (2)	Sapotaceae	MD	CEPF
13	<i>Pseudolmedia laevis</i> (R. et P.) J.F.	Moraceae	PD	CEPF
14	<i>Pterocarpus rorhii</i> Vahl. *	Fabaceae	MD	CEPF
15	<i>Senegalia sp.</i>	Fabaceae	PD	CEPF

16	<i>Spondias mombin</i> L. *	Anacardiaceae	loA	CEPF
17	<i>Terminalia oblonga</i> (R.et P) Steud. *	Combretaceae	MuyD	CEPFyPM
18	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Myristicaceae	MD	CEPFyPM
19	<i>Zanthoxylum acuminatum</i> (Sw.) Sw. *	Rutaceae	MuyD	CEPFyPM
20	<i>Zygia sp.</i> *	Fabaceae	MuyD	PM

Nota: DLAC = Distinción de los límites del anillo de crecimiento; MUyD = Muy distintos; MD = Moderadamente distintos; PD = Poco distintos; loA = Indistinto o ausente; DLA = Descriptor de límites anatómicos; CEPF = Cambio en el espesor de la pared de la fibra; PM = Parénquima Marginal; CEPFyPM = Cambio en el espesor de la pared de la fibra y parénquima marginal.

Figura 46

Límite de los anillos de crecimiento en la sección transversal macroscópica.



Nota: A) *Brosimum lactescens*. B) *Calycophyllum spruceanum*. C) *Clarisia racemosa*. D) *Diospyros* sp. E) *Ficus insipida*. F) *Guatteria* sp. G) *Inga* sp. H) *Luehea grandiflora*. I) NN. J) *Pouteria baenhiana*. K) *Pouteria* sp. (1). L) *Pouteria* sp. (2). M) *Pseudolmedia laevis*. N) *Pterocarpus rorhii*. O) *Senegalia* sp. P) *Spondias mombin*. Q) *Terminalia oblonga*. R) *Virola elongata*. S) *Zanthoxylum acuminatum*. T) *Zygia* sp. Escala 5 mm.

El análisis de componentes principales arrojó resultados significativos en la diferenciación de los límites del anillo de crecimiento (Figura 47) y en la descripción de los límites anatómicos (Figura 48). Estos hallazgos resultan de gran utilidad para la identificación de especies y para comprender el potencial de los anillos de crecimiento en futuras investigaciones dendrocronológicas en un bosque de terraza baja ubicado en la región de Madre de Dios, Perú.

En particular, se identificaron ciertas especies con un alto potencial para estudios dendrocronológicos, como *Terminalia oblonga*, *Zygia sp.* y *Zanthoxylum acuminatum*, debido a la marcada distinción en sus anillos de crecimiento, así como a las variaciones en el espesor de la pared de la fibra y el parénquima marginal. Estos dos descriptores desempeñan un papel crucial en la precisa delimitación de los anillos de crecimiento. Además de las variaciones en el ancho de los anillos de crecimiento sumado a los descriptores (distinción y tipo de marcado de los anillos de crecimiento) las hacen especies potenciales.

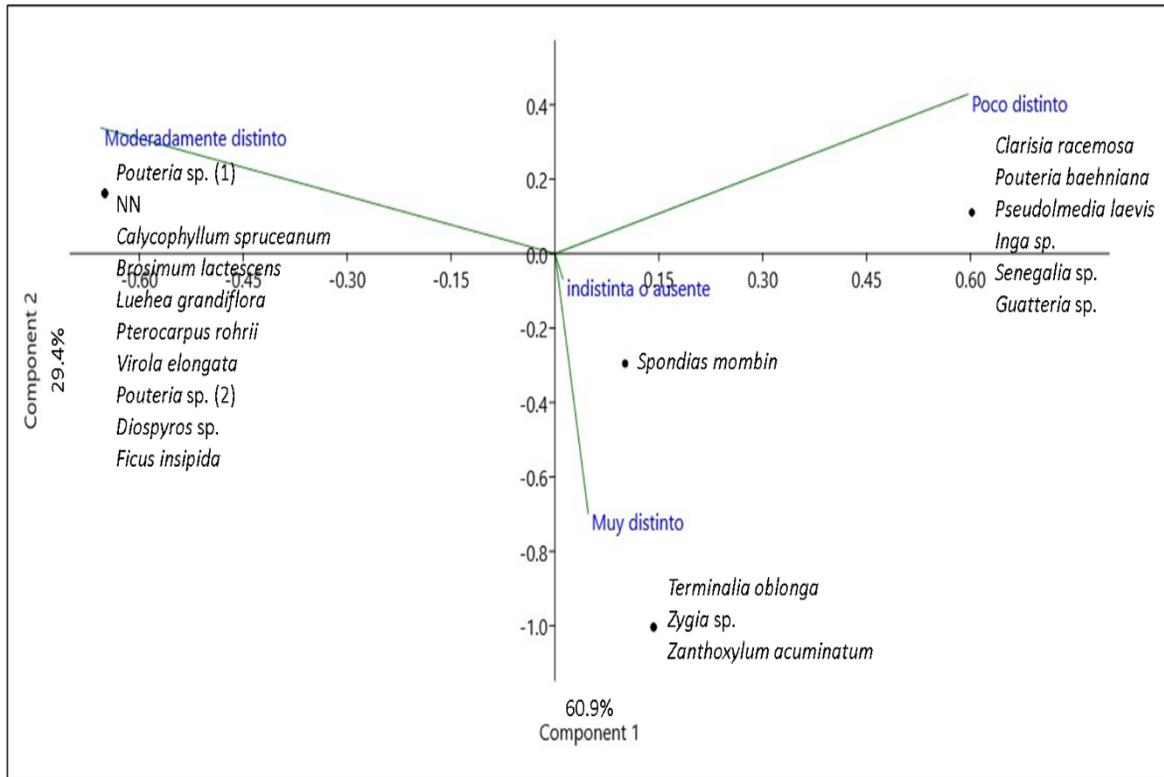
Por otro lado, se observó que hay especies que presentan potencial para estudios dendrocronológicos son: *Pouteria sp.* (1), NN, *Calycophyllum spruceanum*, *Brosimum lactescens*, *Luehea grandiflora*, *Pterocarpus rohrii*, *Virola elongata*, *Pouteria sp.*, *Diospyros sp.* y *Ficus insipida*, presentaron anillos moderadamente distintos con el cambio en el espesor de la pared de las fibras en la madera tardía, solo *Virola elongata* además presentó parénquima marginal.

En contraste, un grupo de especies exhibió anillos poco distintos, indistintos o incluso ausentes, lo que sugiere un potencial limitado para estudios

dendrocronológicos. Este grupo incluye a *Clarisia racemosa*, *Pouteria baehniiana*, *Pseudolmedia laevis*, *Inga sp.*, *Senegalia sp.*, *Guatteria sp.* y *Spondias mombin*.

Figura 47

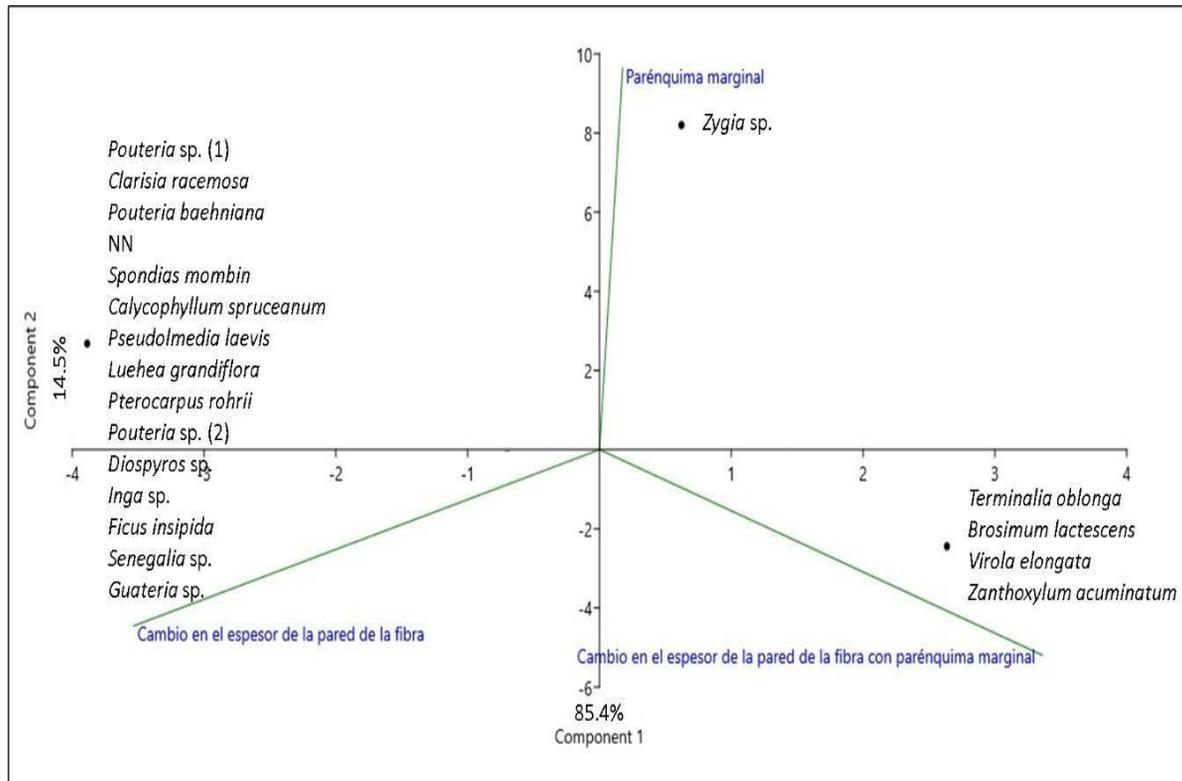
Análisis de componentes principales (1)



Nota: Análisis de componentes principales para distinción de los límites de los anillos de crecimiento de las veinte especies investigadas.

Figura 48

Análisis de componentes principales (2)



Nota: Análisis de componentes principales sobre el descriptor de límites anatómicos de los límites del anillo de crecimiento de las veinte especies estudiadas.

El estudio en la región de Madre de Dios, Perú, revela una diversidad notable en los patrones de anillos de crecimiento y límites anatómicos entre 20 especies de árboles. Mientras algunas muestran anillos muy distintos, marcados por cambios en el espesor de la pared de la fibra y presencia de parénquima marginal, otras presentan anillos moderadamente distintos con cambios en el espesor de la pared de las fibras, y unas pocas exhiben anillos poco distintos o incluso indistinguibles. Específicamente, especies como *T. oblonga*, *Zygia sp.* y *Zanthoxylum acuminatum* se destacan por su idoneidad para estudios dendrocronológicos debido a sus anillos marcados, mientras

que otras como *Pouteria* sp. (1), NN, *Calycophyllum spruceanum*, entre otras, muestran potencial moderado y algunas como *Clarisia racemosa*, *Pouteria baehniiana*, entre otras, presentan anillos con limitaciones para estos estudios. Estos hallazgos ofrecen una comprensión valiosa para futuras investigaciones dendrocronológicas y para la comprensión de la historia ecológica en esta región boscosa.

5.3. CONSTRUCCIÓN DE LA CRONOLOGÍA DE LA ESPECIE FORESTAL CON MAYOR POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO.

Basado en los resultados de la caracterización anatómica de los anillos de crecimiento de veinte especies forestales y la evaluación de su potencial para estudios dendrocronológicos en el bosque inundable de la Amazonía oriental del Perú, se seleccionó la especie *T. oblonga* por su alto potencial y por ser la más abundante y mejor distribuida en la zona de estudio.

A través del análisis e interpretación de los datos relacionados con el ancho de los anillos de crecimiento utilizando el software COFECHA, conseguimos sincronizar las series cronológicas de catorce árboles pertenecientes a la especie *T. oblonga*. Además, se elaboró la cronología específica para *T. oblonga* mediante el software ARSTAN. Los elevados valores de intercorrelación obtenidos para cada individuo, detallados en la Tabla 4, señalan un ajuste considerable entre las series de anillos de crecimiento de cada árbol. Este resultado subraya la coherencia y calidad del análisis, simplificando la comprensión de los árboles individuales.

Tabla 4

Evaluación de la Sincronización en el Ancho de los Anillos por Árbol de Terminalia oblonga.

Código del árbol	N° Series	Extensión de la Cronología	Intercorrelación	Sensibilidad
TO01	2	1963 - 2022	0.33	0.33
TO02	4	1957 - 2022	0.40	0.39
TO03	2	1963 - 2022	0.23	0.43
TO04	2	1973 - 2022	0.45	0.45
TO05	3	1960 - 2022	0.36	0.41
TO06	2	1974 - 2022	0.35	0.42
TO07	2	1985 - 2022	0.57	0.50
TO08	2	1948 - 2022	0.33	0.43
TO10	4	1968 - 2022	0.37	0.39
TO11	1	1964 - 2022	0.25	0.38
TO12	2	1977 - 2022	0.47	0.41
TO13	3	1985 - 2022	0.33	0.47
TO14	3	1969 - 2022	0.52	0.40
TO16*	1	1929 - 2022	0.39	0.38
Promedio			0.38	0.41

* árbol colectado de manera destructiva.

La cronología resultante exhibió una intercorrelación de Pearson de 0.38 para la especie *T. oblonga*, indicando un valor significativo. La sensibilidad promedio para esta especie fue de 0.41. Posteriormente, tras la sincronización llevada a cabo mediante el programa COFECHA, se aplicó el software ARSTAN a los datos, generando así la cronología maestra de los anillos de crecimiento para el conjunto de árboles. Además, se proporciona la información sobre el número de muestras (series)

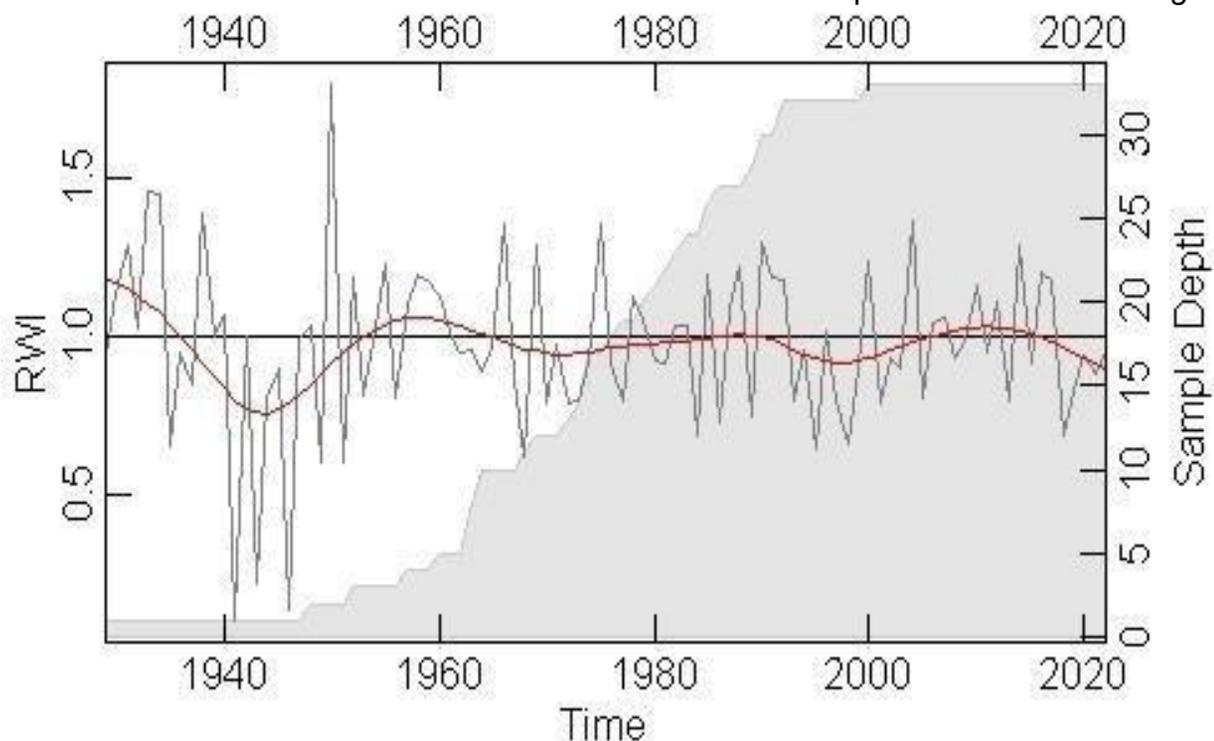
utilizadas para la cronología, siendo la serie maestra de 94 años (1929-2022) Figura 49.

Además, la inclusión del árbol TO16, colectado de manera destructiva, agrega una dimensión importante al estudio. Este árbol, con una cronología que se remonta a 1929, proporciona datos de larga duración, aunque con la precaución inherente a la recolección destructiva. Su inclusión destaca la relevancia de abordar diferentes métodos de muestreo y sus implicaciones en la calidad de los datos dendrocronológicos.

Figura 49

Cronología maestra (1929-2022)

Nota: Índices del ancho de los anillos de crecimiento de la especie Terminalia oblonga



línea negra, spline línea roja y bloque gris número de muestras de la especie.

Este estudio marca un hito significativo al constituir la primera cronología de la especie *T. oblonga* en la Amazonia oriental del Perú. Después de una exhaustiva caracterización anatómica y evaluación del potencial dendrocronológico de veinte especies forestales, se eligió *T. oblonga* debido a su estructura distintiva y su alta presencia en el área de estudio. El análisis detallado de catorce árboles reveló una alta intercorrelación y sensibilidad, validando la calidad de la sincronización de las series cronológicas, esto por presentar intercorrelaciones superiores a 0,32, valor crítico del COFECHA. Estos resultados no solo enriquecen nuestra comprensión del crecimiento de la especie, sino que también establecen una plataforma esencial para futuras investigaciones dendrocronológicas en la región.

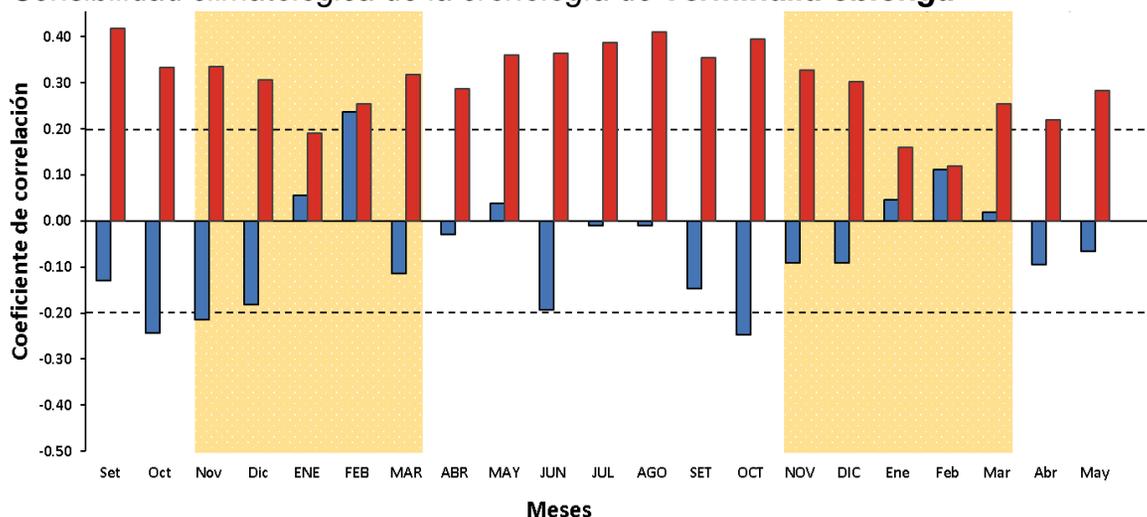
5.4. RELACION DEL CRECIMIENTO DE LA ESPECIE CON MAYOR POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO CON LAS VARIABLES CLIMÁTICAS LOCALES.

Con la finalización de la cronología maestra de *T. oblonga*, se procedió a su correlación con los patrones de precipitación y temperatura locales. Este paso es crucial para desentrañar las complejas interrelaciones entre la especie y su entorno climático, proporcionando perspicacia sobre las estrategias ecológicas empleadas por *T. oblonga*. Al vincular los datos de crecimiento con las condiciones ambientales, se avanza hacia una comprensión más holística de la ecología de la especie en la Amazonia oriental. Estos hallazgos no solo enriquecen nuestra base de conocimientos, sino que también allanan el camino para futuras investigaciones sobre la adaptabilidad y respuesta de la especie a variaciones climáticas.

Los resultados de la correlación entre la cronología maestra de *T. oblonga* y las variables climáticas indican que la especie muestra respuestas específicas a su hábitat inundado. Se observa una conexión negativa con la precipitación en meses críticos como setiembre, octubre y noviembre, indicando una posible adaptación a condiciones más secas, tal vez relacionadas con la estacionalidad de inundaciones (Figura 50). Además, las variaciones en la temperatura revelan adaptaciones térmicas de la especie. Estos hallazgos resaltan la capacidad de *T. oblonga* para ajustar su crecimiento en un entorno inundado, proporcionando información valiosa sobre sus estrategias de supervivencia y desarrollo en la Amazonia oriental. La significancia global (0.203) respalda la validez de estas relaciones, ofreciendo un marco integral para entender las estrategias ecológicas de *T. oblonga*.

Figura 50

Sensibilidad climatológica de la cronología de Terminalia oblonga



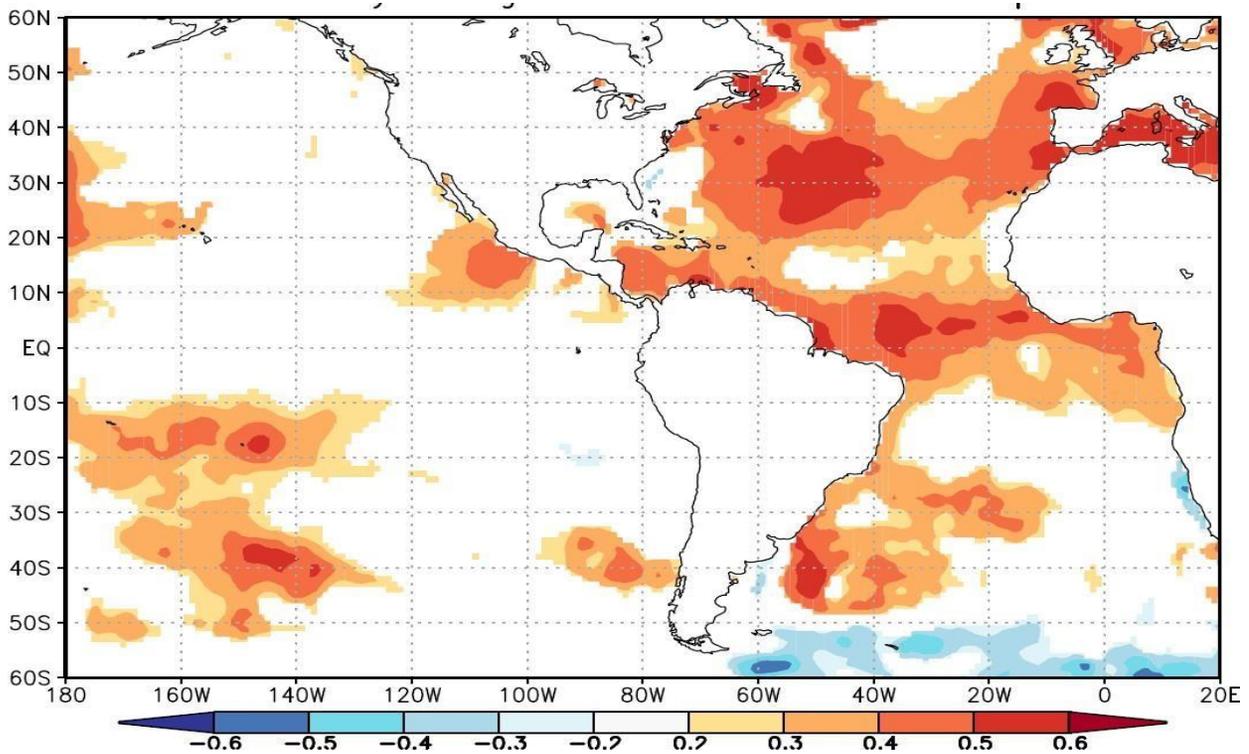
Nota: Precipitación media mensual y la temperatura del aire. Barras pasando las líneas punteadas denotan significancia de 0.05.

5.5. CORRELACIÓN ESPACIAL ENTRE LA CRONOLOGÍA DE LA ESPECIE CON MAYOR POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO Y LOS PATRONES CLIMÁTICOS A GRAN ESCALA, COMO LAS TEMPERATURAS DE LA SUPERFICIE DEL MAR SST Y EL FENÓMENO EL NIÑO.

La correlación entre la cronología de anillos de crecimiento de *T. oblonga* y las temperaturas de la superficie del mar (SST) es valiosa para comprender las relaciones entre el crecimiento de los árboles y las condiciones oceánicas (Figura 51). Estos análisis pueden proporcionar información sobre la influencia climática en el desarrollo de la especie, identificando patrones de respuesta a variaciones en las *Nota* SST de

Figura 51

Patrones de correlación espacial entre la cronología maestra de Terminalia oblonga y las temperaturas de la superficie del mar.



los océanos Pacífico y Atlántico de noviembre a mayo (1964-2022). Colores

representan coeficientes de correlación de Pearson. Los cálculos se realizaron mediante KNMI Climate Explorer (<https://climexp.knmi.nl>).

La Figura 51 ofrece una representación visual detallada de las correlaciones espaciales entre la cronología del ancho de los anillos de *Terminalia oblonga* y las temperaturas superficiales del mar (SST) a nivel global. Este análisis cubre el período comprendido entre los meses de noviembre y mayo durante los años 1964 a 2022, lo que permite observar patrones de correlación a lo largo de casi seis décadas.

El análisis revela correlaciones significativamente positivas entre el índice promedio de los anchos de los anillos y las SST en regiones clave del Océano Pacífico y Atlántico. Estas correlaciones se extienden geográficamente desde los 180°W hasta los 20°E de longitud, y de 60°S a 60°N de latitud, cubriendo una vasta área que incluye tanto el hemisferio norte como el sur.

Uno de los hallazgos más destacados es que la región del Atlántico norte mostró la mayor extensión de correlaciones positivas significativas, lo que sugiere una fuerte relación entre el aumento de las temperaturas del mar en esta región y el crecimiento de *Terminalia oblonga*. Le siguen en importancia las correlaciones positivas observadas en el Atlántico sur y el Océano Pacífico, aunque con una extensión menor.

Las temperaturas superficiales más cálidas en el Atlántico norte parecen favorecer el crecimiento de *Terminalia oblonga*, probablemente debido a su influencia en los recursos hídricos, la humedad y las temperaturas locales. Esto indica que las variaciones climáticas globales, especialmente el calentamiento oceánico, juegan un

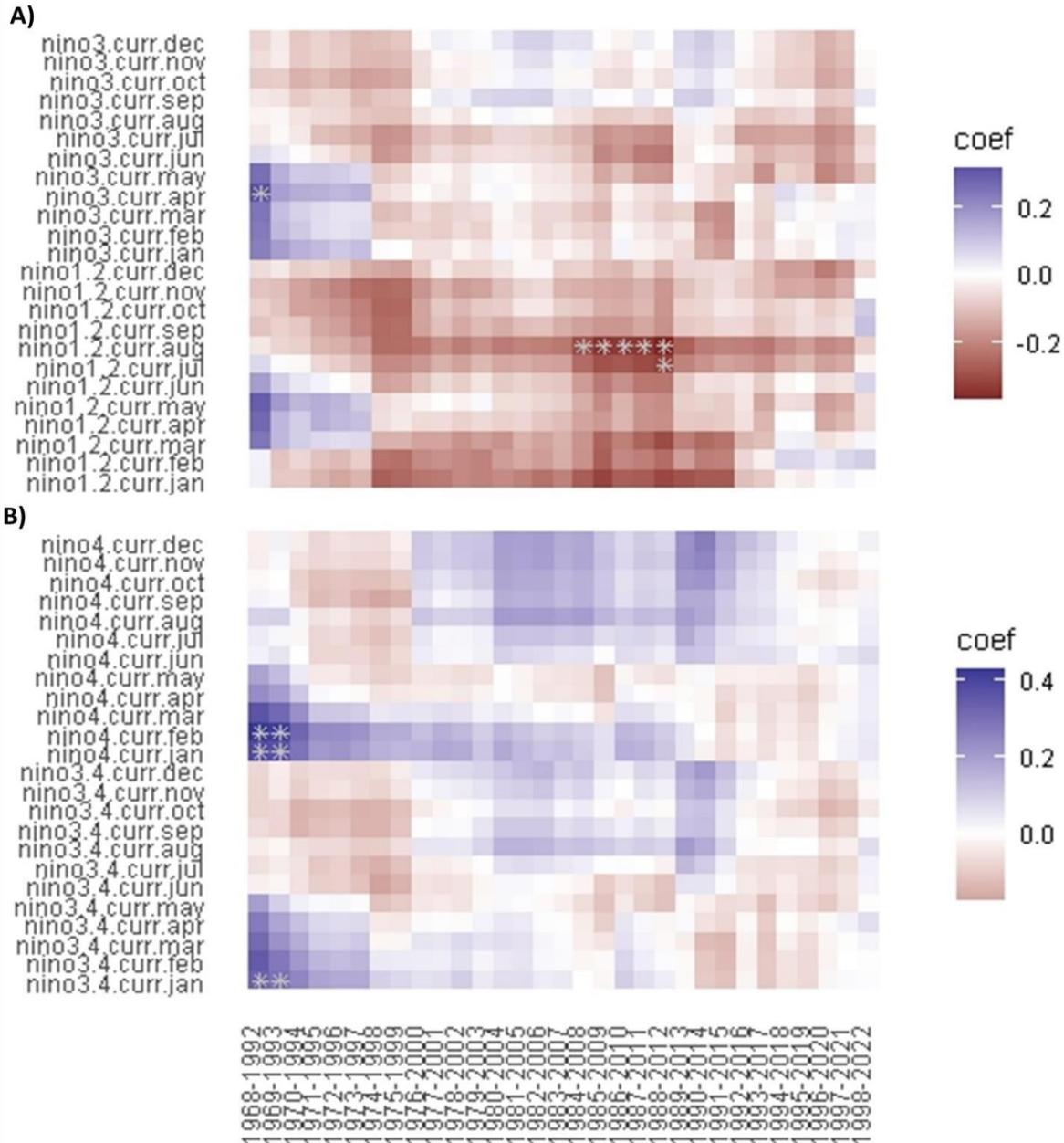
papel crucial en el desarrollo de esta especie, mostrando su sensibilidad a los cambios en las condiciones oceánicas y climáticas.

Con respecto al análisis de la influencia del fenómeno El Niño en el crecimiento de la especie con mayor potencial dendrocronológico, los coeficientes de correlación de Pearson, con niveles de significancia asociados a $p < 0.05$, revelan patrones variables a lo largo de los meses.

Con la especie *T. oblonga*. La complejidad de estas relaciones se manifiesta a lo largo de diversos períodos, desde 1968 hasta 2022. Las asociaciones estacionales proporcionan una visión detallada de cómo estos fenómenos climáticos influyen la cronología de la especie, revelando patrones significativos de correlación. Estos resultados no solo resaltan la influencia directa de los eventos de El Niño en la fenología de *T. oblonga*, sino también la complejidad y la variabilidad en estas interacciones a lo largo de las décadas estudiadas. Las variaciones estacionales subrayan la intrincada interacción entre diferentes manifestaciones de El Niño, como El Niño 1.2, Niño 3, Niño 3.4 y Niño 4,

Figura 52

Análisis de correlación de ventanas móviles entre la cronología de Terminalia oblonga y el fenómeno El Niño



Nota: (A) El Niño 1.2, Niño 3 vs la cronología (B) El Niño 1.2, Niño 3 vs la cronología. Las ventanas de correlación fueron de 24 años. Los asteriscos (*) indican la importancia de la correlación (a 0.05) en cualquier dirección.

En el análisis de las regiones El Niño 1.2 y Niño 3 (Figura 52-A), se identifican correlaciones significativas entre estos fenómenos climáticos y la cronología de crecimiento de la especie *T. oblonga* en distintos meses y períodos. Durante los meses de enero y febrero, las correlaciones son positivas, lo que indica que El Niño podría estar influyendo de manera favorable en el crecimiento de la especie. Esto podría deberse a cambios en las condiciones climáticas asociados con El Niño, como un aumento de la temperatura o una mayor disponibilidad de humedad, que favorecerían el desarrollo de *T. oblonga* en esta época del año.

Sin embargo, durante los meses de mayo y junio, las correlaciones se vuelven negativas, lo que sugiere que la influencia de El Niño durante este periodo podría tener efectos desfavorables sobre el crecimiento de la especie. Este cambio podría estar relacionado con alteraciones climáticas adversas, como una reducción en la disponibilidad de agua o un aumento de condiciones de estrés, que afectarían negativamente a la especie.

Estas variaciones estacionales muestran la complejidad de la interacción entre los fenómenos de El Niño 1.2 y Niño 3 y el crecimiento de *T. oblonga*, sugiriendo que la influencia de El Niño no es uniforme a lo largo del año, sino que depende del período y las condiciones climáticas específicas.

En el análisis de las regiones El Niño 3.4 y Niño 4 (Figura 52-B), se observan patrones de correlación significativos que se extienden a lo largo de varios meses y años. Durante los meses de enero y febrero, las correlaciones son positivas, lo que indica una posible influencia favorable de estos fenómenos climáticos en el crecimiento de *T. oblonga*. Esto sugiere que, durante estos meses, los cambios en las

condiciones ambientales provocados por El Niño 3.4 y Niño 4, como temperaturas más cálidas o mayor humedad, pueden estar contribuyendo a un crecimiento más rápido o saludable de la especie.

En contraste, durante los meses de mayo y junio, las correlaciones se vuelven negativas, lo que sugiere una influencia adversa de El Niño en el crecimiento de *T. oblonga* durante este período. Las condiciones climáticas desfavorables asociadas con estos fenómenos en esos meses, como posibles sequías o variaciones extremas en la temperatura, podrían estar inhibiendo el crecimiento de la especie.

Estos patrones de correlación a lo largo de diferentes épocas del año revelan que los efectos de El Niño 3.4 y Niño 4 sobre el crecimiento de *T. oblonga* no son uniformes, y varían entre influencias positivas y negativas según la estación del año.

VI. DISCUSIONES

En los últimos años pocos estudios han relacionado a la parte botánica con la anatómica, entre ellos podemos mencionar: (Bauer et al., 2020; Ferreira et al., 2021; Marcelo-Peña et al., 2019; Portal-Cahuana et al., 2022). Esta clase de estudios es necesario para mejorar el conocimiento en la identificación de las especies a nivel de campo en árbol en pie y en madera.

La investigación sobre la distinción de los límites de los anillos de crecimiento en Perú ha sido escasa. Un estudio previo realizado en la Selva Central señaló problemas notables en esta distinción, destacando la dificultad para visualizar algunos anillos, patrones de crecimiento irregulares y la presencia de parénquima en bandas (Beltrán y Valencia, 2013). Estas mismas características, identificadas en la investigación previa, se han corroborado en nuestro estudio actual sobre la distinción de los límites de los anillos de crecimiento, resaltando la persistencia y relevancia de estas particularidades en los anillos de crecimiento de los árboles de la región. Además, investigaciones más recientes han mostrado que las especies caducifolias de los bosques tropicales estacionalmente secos presentan anillos de crecimiento distintos, principalmente marcados por la presencia de parénquima marginal, mientras que los árboles perennifolios de los bosques amazónicos de tierras bajas y pre-montanos muestran anillos de crecimiento indistinguibles (Marcelo-Peña et al., 2020). Esta coherencia entre nuestros resultados y estudios previos subraya la consistencia de los patrones encontrados en diversos tipos de bosques tropicales en lo que respecta a la formación de los anillos de crecimiento, así como la relevancia de los factores ambientales en este proceso.

Beltrán y Valencia (2013) y Marcelo-Peña et al. (2020), en sus estudios sobre los descriptores de los límites anatómicos de los anillos de crecimiento en Perú, los investigadores encontraron que, al igual que en nuestro trabajo, la mayoría de las especies examinadas se distinguían por variaciones en el grosor de la pared de la fibra como límite. Esto indica que los árboles tropicales en Perú suelen exhibir esta delimitación en sus anillos de crecimiento.

Estas investigaciones sobre la delimitación y los descriptores de los anillos de crecimiento de los bosques tropicales se pueden relacionar con la fenología (Bauer et al., 2020) y con la actividad cambial (Lisi et al., 2008; Marcati et al., 2006, 2008).

Reportamos que el 65%, lo que equivale a 13 especies, se encontró en un bosque de terraza baja en la región de Madre de Dios, Perú presentan potencial para estudios dendrocronológicos. Se tiene 12 especies ya fueron analizados el potencial de los anillos de crecimiento en otros tipos de bosques tropicales (Beltrán y Valencia, 2013; Marcelo-Peña et al., 2020; Schöngart et al., 2007, 2017; Worbes, 2002). Además, las especies de *Terminalia oblonga*, *Zygia sp.* y *Zanthoxylum acuminatum*, pertenecen a géneros botánicos poco estudiados en la dendrocronología tropical (Brienen et al., 2016; Schöngart et al., 2017), lo que las hace interesantes para estudiar el clima del pasado, considerando además que son especies que crecen en un ecosistema inundado (Schöngart et al., 2007), que puede ayudar a interpretar diversos aspectos como secas extremas (Zuidema et al., 2022).

En las referencias de anillos de crecimiento de bosques tropicales del mundo (Brienen et al., 2016; Schöngart et al., 2017; Worbes, 1999), solo se menciona a la especie forestal *T. oblonga* como potencial para estudios de dendrocronología tropical

(Schöngart et al., 2017). Si bien es cierto el género *Terminalia* tiene varias especies con potencial dendrocronológico: *T. Amazonica*, *T. Catappa*, *T. Guyanensis* y *T. quintalata*, nunca se intentó construir la cronología de alguna especie de este género (Schöngart et al., 2017). Además, (Portal-Cahuana et al., 2023), en su estudio sobre el estado del arte de la dendrocronología en el Perú, no encontró ninguna investigación en el país sobre la construcción de la cronología de *T. oblonga*.

Varios estudios en dendrocronología tropical han destacado la correlación positiva entre el crecimiento de especies y la precipitación, evidenciando su significativa influencia (Aragão et al., 2019; Brienen et al., 2006; Groenendijk et al., 2014; Layme et al., 2018; Menezes et al., 2022; Portal et al., 2020; Requena, 2015). No obstante, cuando la temperatura se convierte en el factor limitante, los árboles muestran adaptaciones notables a su entorno, como lo demuestra el caso de *T. oblonga*, que prospera en zonas inundadas. Estas adaptaciones reflejan la capacidad de ciertas especies para enfrentar condiciones climáticas desafiantes y subrayan la complejidad de las respuestas ecofisiológicas de los árboles en entornos tropicales específicos.

En los estudios de dendrocronología en el Perú, se ha evidenciado una conexión relevante entre el crecimiento de las especies y las temperaturas de la superficie del mar (SST), como lo demuestran Crispín et al. (2022); Layme et al. (2018); Portal-Cahuana et al. (2023) y Requena et al. (2020), que mostraron una influencia de la temperatura de la superficie del mar del océano Pacífico y Atlántico, que influenciaron positivamente o negativamente el crecimiento de las especies tropicales. Estos hallazgos subrayan la necesidad de continuar explorando estas relaciones,

teniendo en cuenta la posible influencia de factores externos adicionales en el crecimiento de las especies en los bosques tropicales. La interconexión identificada entre las condiciones del océano y el crecimiento arbóreo resalta la complejidad de los mecanismos ecofisiológicos en juego y proporciona una base sólida para investigaciones futuras sobre la dinámica forestal en la región.

Los primeros estudios de dendrocronología en el Perú surgieron con un enfoque específico en la investigación del fenómeno El Niño (Portal- Cahuana et al., 2023; Rodríguez et al., 2005). Dado que este fenómeno atmosférico se localiza en el océano Pacífico, al norte de Perú y Ecuador, su influencia se extiende más allá de estas regiones, impactando las poblaciones no solo localmente sino a nivel mundial. La especie *T. oblonga* ha demostrado ser particularmente susceptible a estas variaciones climáticas, evidenciando su impacto en el crecimiento arbóreo. Además, otras especies en el país, como *Cedrela nebulosa*, *Polylepis Rodolfo-vasquezii*, *Polylepis tarapacana*, *Jacaranda copaia*, también han revelado respuestas significativas a las condiciones asociadas con El Niño (Crispín et al., 2022; Layme et al., 2018; Portal et al., 2020; Requena et al., 2020).

CONCLUSIONES

1. La evaluación de la dendrología y la anatomía macroscópica de los anillos de crecimiento en veinte especies forestales del bosque inundable de la Amazonía oriental del Perú ha proporcionado una comprensión detallada de estas especies, revelando una notable diversidad en sus patrones de anillos. En particular, se identificaron ocho especies cuyos anillos no habían sido documentados previamente. Los resultados mostraron que el 15% de las especies presentan anillos muy distintivos, el 50% anillos moderadamente distintivos, el 30% anillos poco distintivos y el 5% anillos indistintos o ausentes. Los criterios para determinar los límites de los anillos variaron, siendo el cambio en el espesor de la pared de la fibra en la madera tardía el indicador más común.
2. Especies como *Terminalia oblonga*, *Zygia* sp. y *Zanthoxylum acuminatum* mostraron alto potencial para estudios dendrocronológicos debido a la clara distinción de sus anillos, mientras que otras especies presentaron limitaciones. Estos hallazgos proporcionan información valiosa para futuras investigaciones y estrategias de manejo forestal en la región de Madre de Dios, Perú.
3. La construcción de la cronología se centró en *Terminalia oblonga*, seleccionada por su alto potencial dendrocronológico y abundancia en la zona de estudio. La sincronización de las series cronológicas de catorce árboles reveló una intercorrelación significativa y una sensibilidad promedio de 0.41. La inclusión de un árbol colectado de manera destructiva amplió la cronología hasta 1929, proporcionando datos de larga duración.
4. La relación del crecimiento y el clima local mostro respuestas específicas de *T.*

oblonga a su hábitat inundado, con conexiones negativas con la precipitación en meses críticos, indicando posible adaptación a condiciones más secas relacionadas con la estacionalidad de inundaciones. La correlación espacial con las temperaturas de la superficie del mar reveló patrones significativos en el Pacífico y Atlántico.

5. La correlación espacial entre la cronología de los anillos de crecimiento de *T. oblonga* y las temperaturas de la superficie del mar (SST) ha mostrado ser un indicador útil para entender cómo el crecimiento de los árboles se relaciona con las condiciones oceánicas. El análisis de la influencia del fenómeno El Niño en el crecimiento de *T. oblonga* demostró correlaciones estacionales variadas a lo largo de los años. El fenómeno El Niño 1.2 y Niño 3 mostraron correlaciones positivas en enero y febrero, pero negativas en mayo y junio. El Niño 3.4 y Niño 4 también exhibieron patrones de correlación estacional complejos.

RECOMENDACIONES

1. Ampliar el estudio a especies como *Zygia* sp. y *Zanthoxylum acuminatum* puede revelar nuevos patrones de crecimiento y adaptación a fluctuaciones ambientales. Incluir especies menos estudiadas, pero de alta relevancia ecológica y económica contribuiría al manejo forestal sostenible y a la conservación de los bosques inundables.
2. Investigar el potencial dendrocronológico en otros tipos de bosques de la Amazonía, como Bosques de alta (Bta) o Bosque de terraza inundable por agua negra (Bti-an), puede ofrecer comparaciones interesantes sobre cómo diferentes tipos de bosques responden a factores climáticos y eventos extremos como inundaciones y sequías.
3. Integrarse a redes globales de investigación dendrocronológica, como la International Tree-Ring Data Bank (ITRDB), para comparar los patrones observados en la Amazonía con otras regiones tropicales y no tropicales. Esto permitirá poner en contexto los resultados locales con tendencias globales.
4. Desarrollar investigaciones que combinen la dendrocronología con estudios genéticos para investigar la diversidad genética y la adaptación local de las especies frente a eventos extremos. Esto puede ofrecer información sobre la resiliencia de ciertas poblaciones en el contexto del cambio climático.

BIBLIOGRAFIA

- Andrade, V., Machado, S., Figueiredo, A., Botosso, P., Miranda, B., & Schöngart, J. (2019). Growth models for two commercial tree species in upland forests of the Southern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 438, 215-223. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.02.030>
- Aragão, J., Groenendijk, P., & Lisi, C. S. (2019). Dendrochronological potential of four neotropical dry-forest tree species: Climate-growth correlations in northeast Brazil. *Dendrochronologia*, 53, 5-16. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2018.10.011>
- Araujo, A., Parada, A., Terán, J., Baker, T., Feldpausch, T., Phillips, O., & Brien, R. (2011). Necromasa de los bosques de Madre de Dios, Perú; una comparación entre bosques de tierra firme y de bajíos. *Revista Peruana de Biología*, 18(1), 113-118. <https://doi.org/10.15381/rpb.v18i1.155>
- Barbosa, A. C., Pereira, G., Granato, D., Santos, R. M., & Fontes, M. A. (2018). Tree rings and growth trajectories of tree species from seasonally dry tropical forest. *Australian Journal of Botany*, 66(5), 414. <https://doi.org/10.1071/BT17212>
- Bauer, D., Schmitt, J. L., & Oliveira, J. M. (2020). Xylem growth rings and leaf phenological patterns in tree species of a subtropical seasonal forest. *Acta Botanica Brasílica*, 34(4), 680-693. <https://doi.org/10.1590/0102-33062019abb0395>

Beltrán, L. (2011). *Caracterización anatómica de anillos de crecimiento de especies forestales tropicales maderables con valor comercial para dendrocronología— Selva Central* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú].

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2595/Beltran%20Gutiérrez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Beltrán, L. A., & Valencia, G. M. (2013). Anatomía de anillos de crecimiento de 80 especies arbóreas potenciales para estudios dendrocronológicos en la Selva Central, Perú. *Revista de Biología Tropical*, 61(3).
<https://doi.org/10.15517/rbt.v61i3.11778>

Blagitz, M., Botosso, P. C., Longhi-Santos, T., & Bianchini, E. (2019). Tree rings in tree species of a seasonal semi-deciduous forest in southern Brazil: Wood anatomical markers, annual formation and radial growth dynamic. *Dendrochronologia*, 55, 93-104.

<https://doi.org/10.1016/j.dendro.2019.04.006>

Brack, A. (2004). *BIODIVERSIDAD Y DESARROLLO SOSTENIBLE*.

Brienen, R., P.A., & Daring, H. J. (2006). Autocorrelated growth of tropical forest trees: Unraveling patterns and quantifying consequences. *Forest Ecology and Management*, 237(1-3), 179-190.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.09.042>

Brienen, R., Schöngart, J., & Zuidema, P. A. (2016). Tree Rings in the Tropics: Insights into the Ecology and Climate Sensitivity of Tropical Trees. En G. Goldstein & L. S. Santiago (Eds.), *Tropical Tree Physiology* (Vol. 6, pp. 439- 461). Springer

International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27422-5_20

Brienen, R., & Zuidema, P. (2003). *Anillos de crecimiento de árboles maderables en Bolivia: Su potencial para el manejo de bosques y una guía metodológica* (Informe Técnico 07; p. 33). PROMAB/IGEMA.

Campbell, D. G., Daly, D. C., Prance, G. T., & Maciel, U. N. (1986). Quantitative Ecological Inventory of Terra Firme and Varzea Tropical Forest on the Rio Xingu, Brazilian Amazon. *Brittonia*, 38(4), 369. <https://doi.org/10.2307/2807085>

COPANT. (1974). *Maderas: Método para la descripción de las características generales, macroscópicas y microscópicas de las maderas angiospermas y dicotiledóneas: Anteproyecto de Norma*. (p. 25). COPANT 30: 1 – 019.

Crispín, D. B., Morales, Mariano. S., Andreu-Hayles, Laia., Christie, Duncan. A., Guerra, A., & Requena-Rojas, Edilson. J. (2022). High ENSO sensitivity in tree rings from a northern population of *Polylepis tarapacana* in the Peruvian Andes. *Dendrochronologia*, 71, 125902. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2021.125902>

Cybis. (2020). *Cybis CooRecord*. Saltsjobaden: Cybis Elektronik & Data AB. <http://www.cybis.se/forfun/dendro/helpcoorecorder7/index.htm>

Dickison, W. C. (1975). The Bases of Angiosperm Phylogeny: Vegetative Anatomy.

Annals of the Missouri Botanical Garden, 62(3), 590. <https://doi.org/10.2307/2395268>

Ferreira, C. A., Inga, J. G., Vidal, O. D., Goytendia, W. E., Moya, S. M., Centeno, T. B., Vélez, A., Gamarra, D., & Tomazello-Filho, M. (2021). *Identification of Tree Species from the Peruvian Tropical Amazon "Selva Central" Forests According to Wood Anatomy*. 19.

Foster, R., Parker, T., & Gentry, A. (Eds.). (1994). *The Tambopata-Candamo reserved zone of southeastern Perú: A biological assessment*. Conservation International, Department of Conservation Biology.

Groenendijk, P., Sass-Klaassen, U., Bongers, F., & Zuidema, P. A. (2014). Potential of tree-ring analysis in a wet tropical forest: A case study on 22 commercial tree species in Central Africa. *Forest Ecology and Management*, 323, 65-78.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.03.037>

Gutiérrez, M. (2009). *La dendrocronología: Métodos y aplicaciones*.

Harris, I., Jones, P. D., Osborn, T. J., & Lister, D. H. (2013). Updated high-resolution grids of monthly climatic observations - the CRU TS3.10 Dataset: UPDATED HIGH-RESOLUTION GRIDS OF MONTHLY CLIMATIC OBSERVATIONS.

International Journal of Climatology, 34(3), 623-642.

<https://doi.org/10.1002/joc.3711>

Holmes, R. (1983). Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-ring bulletin*, 11.

IAWA. (1989). *COMMITTEE. List of microscopic features of hardwood identification*

(Vol. 3). IAWA Buletinl.

Kalliola, R., Puhakka, M., & Danjoy, W. (1993). *Amazonia peruana: Vegetacion humeda tropical en el Llano subandino* (Libro impreso : Español (spa)). Jyväskylä,Finland :GummerusPrinting.
<http://www.mobot.org/MOBOT/Research/curators/pdf/Gentry-Ortiz-1993.pdf>

Larsson, L.-A. (2014). *Cybis dendro dating program. Saltsjobaden: Cybis Elektronik & Data AB*. <http://www.cybis.se/>

Layme, E. T., Ferrero, M. E., Palacios-Lazaro, K. S., & Requena-Rojas, E. J. (2018).

Cedrela nebulosa: A novel species for dendroclimatological studies in the montane tropics of South America. *Dendrochronologia*, 50, 105-112.
<https://doi.org/10.1016/j.dendro.2018.06.004>

Lisi, C. S., Fo, M. T., Botosso, P. C., Roig, F. A., Maria, V. R., Ferreira-Fedele, L., & Voigt, A. R. (2008). Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a seasonal semi-deciduous forest in southeast Brazil. *Iawa Journal*, 29(2), 189-207.

Marcati, C. R., Angyalossy, V., & Evert, R. F. (2006). SEASONAL VARIATION IN WOOD FORMATION OF CEDRELA FISSILIS (MELIACEAE). *IAWA Journal*, 27(2), Article 2. <https://doi.org/10.1163/22941932-90000149>

Marcati, C. R., Milanez, C. R., & Machado, S. R. (2008). Seasonal development of secondary xylem and phloem in *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake

(Leguminosae: Caesalpinioideae). *Trees*, 22(1), Article 1.
<https://doi.org/10.1007/s00468-007-0173-8>

Marcelo-Peña, J., Roig, F., Goodwin, Z., & Tomazello, M. (2020). Characterizing growth rings in the trees of Perú: A wood anatomical overview for potential applications in dendroecological-related fields. *Dendrochronologia*, 125728.
<https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.125728>

Marcelo-Peña, J., Santini, L., & Tomazello, M. (2019). Wood anatomy and growth rate of seasonally dry tropical forest trees in the Marañón River Valley, northern Peru. *Dendrochronologia*, 55, 135-145.
<https://doi.org/10.1016/j.dendro.2019.04.008>

Menezes, I. R. N., Aragão, J. R. V., Pagotto, M. A., & Lisi, C. S. (2022). Teleconnections and edaphoclimatic effects on tree growth of *Cedrela odorata* L. in a seasonally dry tropical forest in Brazil. *Dendrochronologia*, 72, 125923.
<https://doi.org/10.1016/j.dendro.2022.125923>

MINAM. (2015). *Mapa nacional de cobertura vegetal: Memoria descriptiva*. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.

Poma, A. S. (2007). *Estructura y composición florística en dos parcelas permanentes en el Bosque Amazónico de Tierra Firme e Inundable, en el norte del parque nacional Madidi, La Paz* [TESIS DE GRADO, UNIVERSIDAD MAYOR DSAN ANDRES].
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5350/T->

1102.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR2uCnswm7atfavkcupHOxx
ZQmPi9aEJh6L8RfCVJwyIWSpg1IAQ18DsQr8

Portal, L. (2017). *Potencial Dendrocronológico de Árvores da Família Fabaceae na Floresta Tropical Amazônica do Peru* [Tesis de maestría, Universidade Federal Ruraldo Rio de Janeiro].

<https://tede.ufrj.br/jspui/bitstream/jspui/2060/2/2017%20-%20Leif%20Armando%20Portal%20Cahuana.pdf>

Portal, L., Cardozo, J., Santos, L., Saavedra, G., & Huamán, B. (2020). Dendrocronología de Jacaranda copaia que contiene registro ENSO en Madre de Dios, Perú. *Nativa*, 8(4), 572-578.

<https://doi.org/10.31413/nativa.v8i4.10082>

Portal-Cahuana, L. A., Fontana, C., Assis-Pereira, G., Groenendijk, P., Roig, F. A.,

& Tomazello-Filho, M. (2023). Thirty-four years of dendrochronological studies in Perú: A review of advances and challenges. *Dendrochronologia*, 78, 1-13.

<https://doi.org/10.1016/j.dendro.2023.126058>

Portal-Cahuana, L. A., Grandez Piña, E., Payeza Tuesta, G., Quispe Quispe, Y. E., Navio Chipa, J., Vela Da Fonseca, M., Cardozo Soarez, J., Mamani Luque, E. M., Rondan Huaman, R., & Ranilla Huamantuco, M. A. (2022). DENDROLOGÍA Y PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LA MADERA DE HEVEA BRASILIENSIS (WILLD. EX A. JUSS.) MULL. ARG. PROVENIENTE DE LA AMAZONÍA SURORIENTAL DEL PERÚ. En R. J. de Oliveira,

Portal-Cahuana, L. A., Huamán-Guevara, R. M., & Colina-Nano, H. C. (2023).

Zanthoxylum rhoifolium y su potencial para estudios dendrocronológicos en la Amazonía peruana. *Ciência Florestal*, 33(1), 1-19.

<https://doi.org/10.5902/1980509867592>

Portal-Cahuana, L. A., Fontana, C., Assis-Pereira, G., Groenendijk, P., Roig, F. A., &

Tomazello-Filho, M. (2023). Thirty-four years of dendrochronological studies in Perú: A review of advances and challenges. *Dendrochronologia*, 78, 1-13.

<https://doi.org/10.1016/j.dendro.2023.126058>

Quispe, S. M. B., & 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. *Rev. Q'EUÑA*, 8, 39-50.

Requena, E. (2015). Dendrocronología de *Alnus acuminata* en el bosque reservado de

San Pedro de Saño, Huancayo. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 05(02).

<https://doi.org/10.18259/acs.2015035>

Requena, E. J., Morales, M., & Villalba, R. (2020). Dendroclimatological assessment of

Polylepis rodolfo-vasquezii: A novel *Polylepis* species in the Peru highlands. *Dendrochronologia*, 62, 125722.

<https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.125722>

Reynel, C., Pennington, T. D., & Pennington, R. T. (2003). *Arboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos*. Lima Tarea Gráfica Educativa.

Reynel, C., Pennington, T. D., & Pennington, R. T. (2016). *Arboles del peru*. Lima Tarea Gráfica Educativa.

Rodríguez, R., Mabres, A., Luckman, B., Evans, M., Masiokas, M., & Ektvedt, T. M. (2005). "El Niño" events recorded in dry-forest species of the lowlands of northwest Peru. *Dendrochronologia*, 22(3), Article 3.
<https://doi.org/10.1016/j.dendro.2005.05.002>

Rozendaal, D. M., & Zuidema, P. A. (2011). Dendroecology in the tropics: A review.
Trees, 25(1), 3-16. <https://doi.org/10.1007/s00468-010-0480-3>

RStudio Team. (2015). *RStudio: Integrated Development Environment for R* [Software]. <http://www.rstudio.com/>

Schöngart, J., Bräuning, A., Barbosa, A., Lisi, C., & de Oliveira, J. (2017). Dendroecological Studies in the Neotropics: History, Status and Future Challenges. En M. Amoroso, L. Daniels, P. Baker, & J. Camarero (Eds.), *Dendroecology* (Vol. 231, pp. 35-73). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-61669-8_3

Schöngart, J., Piedade, M. T. F., Wittmann, F., Junk, W. J., & Worbes, M. (2005). Wood growth patterns of *Macrolobium acaciifolium* (Benth.) Benth. (Fabaceae) in

Amazonian black-water and white-water floodplain forests.

Oecologia, 145(3), 454-461. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0147-8>

Schöngart, J., Wittmann, F., Worbes, M., Piedade, M. T. F., Krambeck, H.-J., & 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*, 64(6), 657-664. <https://doi.org/10.1051/forest:2007044>

Tello, E. N. M. (2020). *Potencial dendrocronológico y caracterización anatómica de especies de importancia económica de los varillales de Jenaro Herrera – Perú* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4592/mari%C3%B1o-tello-erick-nelson.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tomazello, M., Roig, F. A., & Zevallos, P. A. (2009). Dendrocronología y dendroecología tropical: Marco histórico y experiencias exitosas en los países de América Latina. *Ecología en Bolivia*, 44(2), Article 2.

Tomazello, M. T., Lisi, C. S., Hansen, N., & Cury, G. (2004). Anatomical features of increment zones in different tree species in the State of São Paulo, Brazil. *Scientia Forestalis*, 66, 10.

Trouet, V., & Van Oldenborgh, G. (2013). KNMI Climate Explorer: A Web-Based Research Tool for High-Resolution Paleoclimatology. *Tree-Ring Research*, 69(1), 3-13. <https://doi.org/10.3959/1536-1098-69.1.3>

- Wimmer, R. (2002). Wood anatomical features in tree-rings as indicators of environmental change. *Dendrochronologia*, 20(1-2), 21-36. <https://doi.org/10.1078/1125-7865-00005>
- Worbes, M. (2002). One hundred years of tree-ring research in the tropics – a brief history and an outlook to future challenges. *Dendrochronologia*, 20(1-2), 217-231. <https://doi.org/10.1078/1125-7865-00018>
- Worbes, M. 6117. (1999). Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. *Journal of Ecology*, 87(3), Article 3. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.1999.00361.x>
- Zuidema, P. A., Babst, F., Groenendijk, P., Trouet, V., Abiyu, A., Acuña-Soto, R., Adenesky-Filho, E., Alfaro-Sánchez, R., Aragão, J. R. V., Assis-Pereira, G., Bai, X., Barbosa, A. C., Battipaglia, G., Beeckman, H., Botosso, P. C., Bradley, T., Bräuning, A., Brienen, R., Buckley, B. M., ... Zhou, Z.-K. (2022). Tropical tree growth driven by dry-season climate variability. *Nature Geoscience*, 15(4), 269-276. <https://doi.org/10.1038/s41561-022-00911-8>

ANEXOS

“POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE ESPECIES FORESTALES DE BOSQUE INUNDABLE EN LA AMAZONIA ORIENTAL DEL PERÚ”

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Método
<p>Problema Principal ¿Cuál es el potencial dendrocronológico de especies forestales de bosques inundable en la Amazonia oriental del Perú?</p> <p>Problemas Especificos La presente investigación pretende responder las siguientes interrogantes: PE 1: ¿Cuáles son las características dendrológicas y anatómicas de los anillos de crecimiento de veinte especies de bosque inundable ubicadas en la Amazonia oriental del Perú?</p>	<p>Objetivo general Determinar el potencial dendrocronológico de especies forestales de bosque inundable en la Amazonia oriental del Perú.</p> <p>Objetivos Específicos OE1: Describir la dendrología y la anatomía macroscópica de los anillos de crecimiento de veinte especies forestales de bosque inundable ubicado en la Amazonia oriental del Perú.</p>	<p>Hipótesis general H1: Existe potencial dendrocronológico en especies de importancia ecológica en la Amazonia oriental del Perú a través de la caracterización anatómica de los anillos de crecimiento.</p>	<p><u>Tipo de investigación</u> El tipo de investigación y nivel de investigación el presente estudio es descriptivo y correlacional.</p> <p><u>Población</u> La investigación se realizará en la Asociación de Productores Amazónicos de camucamu APAYCNA-MDD. en el interior de Bosque de Terraza Baja – Btb. o inundables que tiene un área de 360 ha</p> <p><u>Muestra</u> Para el potencial dendrocronológico a través de la caracterización de los anillos de crecimiento se utilizará las especies de la Tabla 2, que son 20</p>

<p>PE 2: ¿Cuáles son las especies con mayor potencial para estudios dendrocronológicos en el bosque inundable de la Amazonia oriental del Perú?</p>	<p>OE2: Identificar las especies con mayor potencial para estudios dendrocronológicos en el bosque inundable ubicado en la Amazonia oriental del Perú.</p>		<p>especies y de dichas especies se seleccionará un árbol para este análisis. Posteriormente verificando el potencial dendrocronológico y para efectos del presente estudio se considerará una especie forestal considerado que cuente con niveles altos de distribución y abundancia, esa especie forestal se colectaran 16 árboles.</p>
<p>PE 3: ¿Cuál es la cronología de la especie forestal con mayor potencial dendrocronológico?</p>	<p>OE3: Construir la cronología de la especie forestal con mayor potencial dendrocronológico.</p>		<p>Posteriormente verificando el potencial dendrocronológico y para efectos del presente estudio se considerará una especie forestal considerado que cuente con niveles altos de distribución y abundancia, esa especie forestal se colectaran 16 árboles.</p>
<p>PE 4: ¿Cuál es la relación del crecimiento de la especie con mayor potencial dendrocronológico con las variables climáticas locales asociados las inundaciones?</p>	<p>OE4: Relacionar el crecimiento de la especie con mayor potencial dendrocronológico con las variables climáticas locales asociados las inundaciones.</p>		<p><u>Técnicas</u> El muestreo para la selección de individuos será de tipo aleatorio, es decir los individuos se seleccionarán de manera aleatoria del total de los arboles inventariados es decir de la población. mediante un método no</p>

<p>PE 5: ¿Existe una correlación significativa entre la cronología de la especie con mayor potencial dendrocronológico y los patrones climáticos a gran escala, como las temperaturas de la superficie del mar (SST) y el fenómeno El Niño</p>	<p>OE5: Evaluar la correlación entre la cronología de la especie con mayor potencial dendrocronológico y los patrones climáticos a gran escala, como las temperaturas de la superficie del mar (SST) y el fenómeno El Niño.</p>		<p>destrutivo. Para este proceso se utilizará un taladro mecánico Stihl BT45 (diámetro 2.5 cm, longitud 60 cm), en el que se obtendrá muestra de leño de 2.5 cm de diámetro y una longitud variable de acuerdo al diámetro de cada individuo.</p>
--	---	--	---

ANEXO N° 02 Constancia de determinación botánica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
LABORATORIO DE DENDROLOGÍA Y HERBARIO

Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo



CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud de **Miguel Angel Ranilla Huamantuco**, quien está realizando la Tesis POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE ESPECIES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA EN LA AMAZONÍA SUR ORIENTAL DEL PERÚ. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC, se proporciona la identidad de los especímenes indicados a continuación.

La información proporcionada por el depositante sobre las muestras es:

Zona de colección : Chorrillos
Distrito : Tambopata
Provincia : Tambopata
Región : Madre de Dios
Colector : Miguel Ranilla

N° COL	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMB. COMÚN	FAMILIA
MRH-001	<i>Pouteria</i>	Quinilla	SAPOTACEAE
MRH-002	<i>Clarisia racemosa</i> R. et P.	Mashonaste	SAPOTACEAE
MRH-003	<i>Pouteria baehniiana</i> Monachino	Caimito	SAPOTACEAE
MRH-004	<i>Terminalia oblonga</i> (R. et P.) Steud	Yacushapana del bajo	COMBRETACEAE
MRH-005	NN	FABACEAE
MRH-006	<i>Spondias mombin</i> L.	Ubos	ANACARDIACEAE
MRH-007	<i>Zygia</i>	NN	FABACEAE
MRH-008	<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.	Capirona	RUBIACEAE
MRH-009	<i>Pseudolmedia laevis</i> (R. et P.) J.F.	Chimicua	MORACEAE
MRH-010	<i>Brosimum lactescens</i> (Moore) C.C. Berg	Manchinga	MORACEAE
MRH-011	<i>Luehea grandiflora</i> C. Martius cf.	Payaso	MALVACEAE
MRH-012	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl.	Sangre de toro	FABACEAE
MRH-013	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Cumala	MYRISTICACEAE
MRH-014	<i>Pouteria</i>	Caimito	SAPOTACEAE
MRH-015	<i>Diospyros</i>	Moena negra	EBENACEAE
MRH-016	<i>Inga</i>	Shimbillo	FABACEAE
MRH-017	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Ojé	MORACEAE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
LABORATORIO DE DENDROLOGÍA Y HERBARIO



Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo

MRH-018	<i>Zanthoxylum acuminatum</i> (Sw.) Sw.	Limoncillo	RUTACEAE
MRH-019	<i>Senegalia</i>	Pashaquillo	FABACEAE
MRH.020	<i>Guatteria</i>	Carahuasca	ANNONACEAE

Determinado por:



Carlos Reynel Rodríguez Ph. D.

Profesor Principal, Dpto. Académico de Manejo Forestal
Director del Laboratorio de Dendrología y
Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales (MOL).

La Molina, 29 octubre 2023

Anexo N° 03. Información del software ARSTAN (cronología maestra). Num = número de muestras. Std = cronología estándar. Res = cronología residual. Ars = cronología ARSTAN.

Año	Num	Std	Res	Ars
1929	1	0.534	0.745	0.695
1930	1	0.634	0.824	0.798
1931	1	0.706	0.93	0.865
1932	1	0.551	0.837	0.733
1933	1	0.772	1.077	0.998
1934	1	0.753	1.012	0.923
1935	1	0.33	0.561	0.509
1936	1	0.476	0.686	0.711
1937	1	0.419	0.673	0.602
1938	1	0.679	1.084	0.918
1939	1	0.485	0.96	0.742
1940	1	0.516	0.909	0.779
1941	1	0.465	0.801	0.713
1942	1	0.49	0.794	0.715
1943	1	1.08	1.446	1.332
1944	1	0.408	0.752	0.581
1945	1	0.466	0.711	0.733
1946	1	0.68	0.843	0.877
1947	1	0.55	0.774	0.689
1948	2	0.525	0.768	0.654
1949	2	0.329	0.476	0.393
1950	2	0.931	1.12	1.007
1951	2	0.334	0.72	0.456
1952	3	0.851	1.036	0.867
1953	3	0.556	0.838	0.667
1954	3	0.738	0.992	0.856
1955	3	1.01	1.016	0.862
1956	3	0.485	0.669	0.565
1957	4	1.147	1.118	1.064
1958	4	1.033	1.113	0.986
1959	4	0.949	1.06	0.963
1960	5	0.854	0.878	0.881
1961	5	0.765	0.869	0.932
1962	5	0.882	0.889	0.906
1963	8	0.712	0.766	0.766

1964	10	0.732	0.802	0.808
1965	10	0.672	0.722	0.691
1966	10	1.004	1.088	1.024
1967	10	0.66	0.858	0.732
1968	11	0.723	0.867	0.811
1969	12	0.947	1.022	0.98
1970	12	0.588	0.742	0.667
1971	12	0.713	0.866	0.83
1972	13	0.611	0.793	0.74
1973	14	0.599	0.773	0.69
1974	17	0.65	0.804	0.703
1975	17	1.152	1.318	1.202
1976	18	0.658	0.996	0.816
1977	19	0.663	0.676	0.641
1978	19	0.917	0.88	0.933
1979	20	0.872	0.95	0.896
1980	21	0.691	0.897	0.791
1981	22	0.76	0.852	0.813
1982	23	1.028	1.074	1.045
1983	24	0.864	1.019	0.939
1984	24	0.58	0.654	0.627
1985	26	1.062	1.018	1.068
1986	27	0.767	0.868	0.815
1987	27	1.061	1.13	1.08
1988	27	1.141	1.196	1.16
1989	28	0.632	0.688	0.703
1990	30	1.102	1.049	1.161
1991	30	1.027	1.009	1.05
1992	32	1.029	1.067	1.088
1993	32	0.667	0.701	0.767
1994	32	0.885	0.787	0.926
1995	32	0.581	0.624	0.666
1996	32	0.893	0.965	0.963
1997	32	0.76	0.942	0.854
1998	32	0.657	0.83	0.762
1999	32	0.932	1.039	1.006
2000	33	1.142	1.223	1.165
2001	33	0.819	0.953	0.895
2002	33	0.95	0.928	0.994
2003	33	0.87	0.823	0.91
2004	33	1.47	1.368	1.422
2005	33	0.866	0.922	0.907

2006	33	1.163	0.95	1.086
2007	33	1.19	1.014	1.169
2008	33	1.241	1.143	1.251
2009	33	1.215	1.144	1.239
2010	33	1.259	1.05	1.225
2011	33	1.027	0.869	1.083
2012	33	1.225	1.012	1.242
2013	33	0.936	0.805	0.983
2014	33	1.493	1.279	1.464
2015	33	0.981	0.833	0.95
2016	33	1.333	1.075	1.286
2017	33	1.536	1.219	1.398
2018	33	0.764	0.603	0.766
2019	33	0.949	0.808	1.067
2020	33	1.034	0.906	1.084
2021	33	1.005	1.013	1.07
2022	33	0.953	0.983	1.038

Anexo N° 04. Datos históricos de precipitación de 1901 al 2022.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1901	231.3619	239.1152	248.3911	143.3412	64.28842	36.25457	31.39736	33.88898	61.90476	110.8496	154.955	215.3789
1902	219.2807	221.1695	240.4878	144.4973	61.91714	34.6267	28.38684	31.0594	60.00367	121.9585	161.7433	228.3947
1903	241.5559	240.4502	238.7608	140.3597	81.48357	33.25229	28.97218	31.08888	66.31406	107.1617	148.7439	206.4138
1904	265.8179	237.4324	234.0155	163.1621	67.04578	33.14466	29.09092	32.02226	59.80597	120.8254	156.3192	209.9973
1905	225.0314	219.0421	214.9951	135.972	67.85789	32.35051	27.22009	31.56943	56.62761	113.0251	160.4122	219.0904
1906	260.2455	225.7085	237.9857	134.5205	78.53904	43.13298	29.0069	28.79949	58.3418	111.3621	149.2144	197.4977
1907	215.0882	214.5409	226.6183	158.5936	69.26017	33.46033	38.40059	40.13277	59.29558	102.876	156.9297	217.8145
1908	226.1512	222.8665	218.2655	153.3375	60.90363	35.70881	29.44707	32.73015	66.41083	119.6185	153.2455	208.1302
1909	226.6838	200.6153	240.6023	136.1799	80.16643	40.51313	40.41706	42.31783	71.36215	105.9148	154.9409	191.2129
1910	234.1512	212.4205	221.483	151.3289	59.32636	39.25862	30.16518	45.16068	71.76216	113.6122	160.2086	215.7218
1911	189.2639	202.1327	219.5055	126.4373	61.27333	33.21724	24.66845	27.89797	59.6419	101.4583	149.0589	213.5515
1912	257.2712	232.213	245.4445	134.7919	60.16279	34.66227	32.58019	27.94913	58.23417	103.402	134.4415	193.7382
1913	212.901	225.3252	252.6132	143.1969	71.07142	36.03803	27.22408	26.82236	53.72414	101.5844	141.6648	213.0511
1914	248.0858	232.0752	210.6478	145.2805	56.18531	27.9656	27.91257	32.97485	52.11707	110.3278	125.772	198.7129
1915	201.537	201.9199	236.8467	123.9949	68.26711	24.759	24.48668	30.68708	61.01622	100.7414	139.4299	250.1211
1916	227.957	225.3548	233.5238	148.8833	73.15428	32.30184	40.40568	34.35816	58.60077	110.487	197.8436	252.5169
1917	244.0482	223.8941	259.8825	159.4148	74.47445	48.55947	34.61121	40.40113	52.25323	99.67409	160.8414	210.6672
1918	221.3241	202.326	221.7024	169.4978	73.92046	33.15034	28.92706	34.56386	55.14058	125.244	176.8322	225.9584
1919	236.5617	240.2911	243.9509	137.1763	71.01647	35.86159	31.75239	32.01286	58.42896	103.9975	161.1494	214.3856
1920	216.5834	217.1612	239.0945	149.1698	72.85116	33.82642	24.87843	27.49882	60.85795	110.6584	148.1231	222.8418
1921	219.3212	218.9772	219.5422	150.09	66.36773	41.2539	37.85521	32.12196	59.98987	150.7803	184.4853	208.7231
1922	213.2784	240.2234	261.7431	134.5429	74.23721	38.49384	34.02919	38.56725	60.3718	115.3103	174.5277	204.7256
1923	216.9061	243.6652	229.614	155.8788	75.2525	30.11157	26.70237	31.60889	55.40424	109.3138	138.8417	214.8411
1924	248.8906	236.3492	277.4631	147.7562	69.3742	37.97148	31.74028	31.3869	56.12837	120.2538	149.518	211.4874
1925	239.6516	224.6633	218.6467	144.6109	62.86737	34.213	27.09534	34.98244	60.66986	106.9477	147.8652	248.3283
1926	237.4424	232.883	269.3122	148.9208	50.9182	32.41706	24.53207	32.86388	60.72756	98.84525	168.4123	204.1566
1927	224.0433	227.2858	233.6975	124.8961	63.73313	33.20629	37.89494	40.88163	52.91724	100.3305	143.2223	222.1977
1928	212.4579	209.1048	246.8158	151.0123	57.89656	29.62849	27.02028	36.93973	68.48276	105.5803	157.8228	211.0911

1929	249.1392	217.4938	223.775	147.882	59.63439	30.05165	27.96297	34.61109	61.029	107.6183	142.4534	235.942
1930	228.2593	218.8642	253.3141	136.153	66.56292	40.78939	30.10931	28.00028	51.6201	99.78764	153.734	217.7316
1931	225.8055	216.6979	256.9678	140.6031	53.31332	24.14297	29.37399	26.80551	53.72615	110.5499	165.6292	218.5069
1932	214.3122	222.1342	233.5197	130.3437	62.8974	29.2148	24.27017	25.32101	62.72693	101.3299	164.0193	186.2704
1933	220.9047	218.6037	237.349	151.3631	58.85877	47.2778	30.55817	32.63956	59.76327	121.3356	151.8538	216.9072
1934	237.6465	230.9081	246.6323	144.5869	69.31731	40.76774	31.75872	34.73509	52.35849	109.9571	169.8031	212.5836
1935	248.5011	233.8745	235.1814	148.7456	67.40872	39.89161	26.59093	33.67799	57.57492	96.9258	166.6795	213.4357
1936	232.7324	260.7654	219.8528	149.9848	56.46545	44.67127	40.54626	28.23761	60.75298	117.7286	170.0984	232.4261
1937	233.4347	213.6856	237.937	168.0691	63.45174	35.66928	29.87505	31.05058	62.51515	118.8902	157.1811	203.2943
1938	199.6353	204.7423	203.1998	130.394	68.83591	43.57202	33.87316	37.05466	59.31736	118.6387	142.5338	193.0542
1939	217.8718	196.9705	217.5492	150.3353	66.52774	45.91587	41.93266	33.56237	69.58384	106.9808	164.0292	192.0974
1940	256.7905	226.7221	258.8979	136.7388	66.48849	33.57655	26.98078	34.90428	64.04715	92.37848	149.1139	216.7861
1941	217.4183	209.5866	242.3522	139.563	56.35734	29.03347	24.80127	25.70025	52.59398	104.7937	167.7414	226.9612
1942	209.9001	206.4327	231.6235	123.6984	63.13876	34.14017	26.18657	35.11612	65.06503	114.7483	151.9062	221.5916
1943	225.2464	207.0699	232.897	143.6073	75.10765	37.6516	33.46806	36.41922	56.45426	105.0375	159.7837	211.6101
1944	223.4806	201.9361	244.7647	138.0236	59.81363	38.94949	26.64348	31.08024	58.60531	117.355	181.8054	235.6363
1945	252.5218	214.1374	228.7354	148.5839	76.60777	28.85861	30.23286	26.00848	59.06471	122.646	158.9221	233.4698
1946	211.8045	186.2693	208.8445	125.4282	73.68809	28.27987	28.67937	30.54554	61.83686	107.2361	178.8476	205.9391
1947	243.8238	229.003	265.5287	169.7394	67.37094	44.15207	27.39266	33.02582	68.2427	131.4616	176.3693	201.8149
1948	221.3941	210.6172	242.9575	142.3422	53.11375	39.67661	38.82459	33.1085	56.57549	125.8934	161.7375	234.2321
1949	208.7643	220.2769	210.3999	126.0635	56.17983	62.93381	38.81539	30.44117	53.62227	122.3168	169.2942	199.4817
1950	234.0956	215.5456	251.0235	153.403	57.60933	33.28041	36.8505	36.27089	53.55472	122.2344	157.8159	225.9521
1951	207.385	220.4883	236.3596	143.2877	62.00328	35.99667	24.4979	27.70024	47.45982	100.5815	165.9616	222.6828
1952	203.1662	242.0972	243.3673	147.5547	60.81728	36.2849	27.7183	32.02903	55.32618	102.1861	164.3185	232.192
1953	203.589	188.3636	238.2378	149.0527	61.31436	28.83474	29.33235	35.43184	62.72641	104.3503	156.5578	248.4632
1954	209.1907	219.9363	227.4806	150.437	66.37449	27.05689	22.88272	24.38064	53.84866	95.3495	174.6132	211.0748
1955	246.3059	221.9523	212.9322	154.5655	71.52386	33.98794	30.59011	26.26535	50.99148	106.3749	167.8268	198.5204
1956	240.9699	227.1197	232.9552	177.1124	60.71791	33.55943	39.35884	37.62604	56.10798	103.8999	178.2146	208.7505
1957	223.9413	232.9442	264.851	161.306	64.25469	30.92756	26.27501	32.98205	61.81297	104.2277	148.4335	212.9411
1958	233.2298	211.0247	237.3428	126.1414	58.08436	27.90289	28.56598	29.26238	60.19363	126.2991	155.084	224.9788
1959	239.6899	229.3888	234.098	131.8109	55.90969	35.23452	26.57121	29.05128	56.42246	100.6436	148.0453	196.8308

1960	238.2709	241.6475	295.0294	146.0548	66.40475	39.50769	22.17157	38.55672	51.77081	104.2029	159.1226	194.3982
1961	235.2586	228.7639	224.2581	157.0001	78.77084	31.07248	29.75703	24.07846	53.68327	108.7951	162.1216	243.1902
1962	240.8251	228.9156	227.9186	166.6287	68.61516	43.39499	23.35276	34.70932	68.05139	94.08958	154.4617	223.6475
1963	221.5674	224.7293	230.2403	151.403	53.1518	29.59737	21.0673	29.18105	51.14622	91.33932	179.4757	235.2673
1964	283.5047	213.7117	213.8862	120.5406	76.47963	37.34912	32.7005	41.99215	62.33844	128.7481	172.5054	198.264
1965	213.8724	203.4958	272.7901	143.3642	52.46452	28.14893	32.12372	28.17098	62.10953	105.5747	148.0367	212.1299
1966	215.11	236.8436	229.2369	145.5344	71.94743	31.25267	21.72823	29.59838	62.59412	104.8854	160.0757	203.676
1967	198.0267	219.7862	263.8344	160.7642	68.09203	37.31016	37.48913	35.21291	61.42808	109.4059	172.3497	245.4503
1968	219.9494	257.8732	227.4173	124.9125	67.87319	34.89762	44.05604	45.11781	54.1197	108.7105	178.5945	205.95
1969	215.0409	219.0473	248.2859	138.586	59.69843	45.1939	30.81696	30.89044	50.15855	131.4378	145.6659	223.5038
1970	246.6915	238.477	245.9876	129.6375	54.37295	36.42089	32.79827	31.46277	68.95895	123.4423	157.5254	216.1135
1971	200.5191	214.7987	217.7068	155.9657	59.94225	44.86613	30.01801	35.38122	66.04766	115.5643	170.8985	199.8515
1972	227.4966	207.4571	234.7721	156.3118	72.30721	32.9427	26.65096	33.40984	53.97884	112.8283	161.3801	235.8951
1973	237.0538	223.8834	253.5078	162.8649	72.75207	42.50099	35.58725	41.82951	61.74866	130.5672	175.041	201.8614
1974	227.2435	214.9926	254.5616	180.2636	70.96925	42.44686	33.38284	35.22894	54.63641	112.3464	158.5777	212.0255
1975	244.3876	211.4286	247.7356	152.3044	77.2879	45.05076	44.16125	40.31445	70.3099	104.7593	170.9699	209.1917
1976	239.0389	220.1595	223.2946	153.8759	71.60881	34.89147	21.69346	26.70658	61.63457	122.4837	156.6955	201.4629
1977	253.4401	200.8227	204.1478	157.7557	72.83701	33.91197	37.0344	33.06505	76.66623	108.4167	176.7604	240.8978
1978	217.1421	224.6492	249.4572	150.6185	72.89328	31.6371	42.09187	27.65852	63.25524	107.2993	181.264	243.1029
1979	257.8061	254.2748	249.4319	157.2644	61.68801	28.97886	26.83723	29.03033	54.68235	99.24883	173.7542	227.7105
1980	255.4552	267.5887	226.8856	133.6465	50.76722	20.96368	24.4985	27.95405	64.31915	105.6884	168.8089	203.554
1981	251.6924	203.7698	248.9526	124.4784	51.83556	29.31103	34.45712	33.39039	54.19089	113.518	148.9923	205.8966
1982	239.5768	215.8584	229.8267	152.4247	62.156	35.17317	24.31091	43.61562	59.63223	113.3128	153.3604	195.7236
1983	236.5212	222.9877	237.9543	130.8376	64.80151	34.80718	23.53669	23.76773	49.28329	105.6349	162.2277	214.5182
1984	235.0268	227.7526	246.851	154.0113	59.75622	34.45522	28.72047	33.18319	61.70559	123.873	148.4254	196.0338
1985	233.7492	216.4184	232.1108	160.1115	72.44871	39.12377	37.80155	47.05222	70.43037	126.3507	166.7565	248.5615
1986	238.7721	232.5015	261.363	143.2291	63.64257	28.36918	29.45928	36.51838	49.32079	123.2934	150.075	208.2827
1987	202.6997	209.2234	226.3309	132.9966	51.50897	26.65904	26.14785	21.4607	54.08947	91.04311	162.5452	198.5078
1988	233.4507	219.1713	233.1425	136.9451	53.86191	38.35996	30.9515	31.26457	52.42893	101.4717	158.9027	227.9146
1989	219.4865	199.678	249.3991	164.8326	72.25066	48.57801	38.88538	40.74484	54.14863	106.7692	147.5945	257.3433
1990	210.3658	214.6384	203.2675	135.866	74.13078	43.08869	37.3786	29.28575	64.90622	100.2488	143.9654	189.2001

1991	253.8386	210.2373	236.436	144.3533	68.42825	31.34093	25.20494	33.08857	54.96854	102.179	159.9282	185.8018
1992	232.17	210.4323	193.1917	123.4217	58.30309	28.46844	28.53852	29.19376	64.62375	100.755	162.792	196.6117
1993	227.638	210.6293	217.8131	141.5181	59.43954	25.66345	29.40356	26.50443	54.99726	103.8232	163.7108	190.9452
1994	260.3936	236.0378	222.6938	127.2079	54.94408	33.25857	28.09844	31.17606	57.41618	134.1825	140.3323	201.0957
1995	202.2677	213.6304	220.2354	133.1088	68.10658	36.48328	29.95	33.88516	49.84388	104.3428	155.8377	202.7027
1996	213.3549	231.3678	229.6044	143.9735	60.50903	26.30698	31.13605	31.89656	57.07836	121.2935	158.1279	198.573
1997	212.2335	221.9529	260.9837	148.1906	59.85964	31.86025	27.70308	29.25595	55.21846	107.908	148.7525	223.4524
1998	239.793	210.008	236.7217	132.3838	57.26669	33.0404	26.28708	30.12967	55.14852	110.0082	176.2256	188.8033
1999	240.4964	216.1516	238.3347	143.7998	70.30963	39.26654	29.00205	30.09024	65.94063	107.9356	178.7369	222.6027
2000	228.3945	271.6279	228.7525	143.4864	58.35349	35.62484	33.9608	33.21434	57.14178	115.2373	192.3456	246.4829
2001	227.6112	209.8833	281.2895	132.5177	59.86085	42.17212	34.02142	30.08988	58.48975	115.8704	155.7429	223.2236
2002	273.3552	243.6426	236.4001	139.1146	58.46898	31.193	27.48315	31.22111	56.08838	99.65137	149.5122	233.4566
2003	235.6864	219.9902	246.8936	138.2864	70.87926	36.8122	26.87701	36.86409	61.7624	94.31407	144.4218	185.3976
2004	262.7339	246.2007	228.9887	143.1231	53.00143	35.71935	32.35044	32.37443	52.00031	106.7907	169.633	218.2679
2005	230.4454	213.9937	239.1332	130.1297	67.27724	31.19916	27.70118	32.33634	49.22308	97.0074	133.0191	198.028
2006	208.7491	228.5411	239.8091	176.1816	73.7509	38.10553	32.00441	31.2055	60.0042	116.6386	174.0279	215.4083
2007	205.3017	241.9549	209.8834	137.2865	62.21375	28.24287	28.83037	31.30158	52.29796	107.0363	149.8504	207.0421
2008	244.8718	252.3124	235.6239	143.4979	59.70676	32.7096	29.62473	30.73652	59.48708	98.84044	156.0858	219.925
2009	207.5076	238.1462	247.6432	165.6977	81.40383	34.27277	31.32402	32.75585	56.57896	115.2792	161.9854	233.6232
2010	246.5574	224.4737	242.7334	145.3617	63.84615	33.43443	33.08221	29.10912	50.33466	108.8065	152.0877	204.1857
2011	216.7509	271.2738	255.2988	149.9798	66.9605	29.98542	28.30226	28.56515	57.34245	108.2529	163.395	215.8401
2012	216.7155	215.7103	205.6441	132.4775	65.25158	30.88904	27.30613	27.81041	54.30237	87.28404	170.7856	185.909
2013	239.0227	204.1419	223.7589	115.8076	60.55816	41.03259	32.24992	31.91894	50.83937	115.357	173.2793	232.988
2014	219.5726	224.2272	234.1743	158.2861	67.63993	33.70171	32.51209	33.38169	56.68108	97.58379	171.5535	207.5285
2015	212.7917	199.7912	221.6922	143.4232	70.52584	34.23873	31.03202	29.87783	53.71705	84.91709	137.9241	185.9789
2016	269.831	227.3709	203.244	123.8808	53.46463	30.51286	28.04285	32.7393	60.19408	109.8466	139.4051	190.0477
2017	212.4471	228.7274	227.4154	151.2872	67.00179	31.75389	29.20794	31.6445	54.34372	97.67869	162.8209	228.0059
2018	230.8784	231.9427	228.4326	145.6065	58.20763	32.68988	26.90601	36.58684	56.53541	110.2177	159.5045	209.6967
2019	213.9199	209.882	234.9985	147.2309	58.57891	31.91234	31.66406	31.04954	49.18874	101.2815	154.2017	201.4598
2020	236.6909	216.9455	237.4803	143.2689	59.71309	35.07689	34.04996	29.92517	51.85872	104.0097	153.955	203.6749
2021	206.709	227.9002	224.9801	136.5283	51.6059	31.28073	26.47825	28.0361	44.74774	96.07019	173.8393	224.8944

2022	224.6028	212.619	232.3499	130.8867	53.72767	37.34301	27.99375	30.45018	53.15826	96.30438	162.071	217.4896
------	----------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------	----------

Anexo N° 05. Datos históricos de temperatura de 1901 al 2022.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1901	24.40576	24.45958	24.5188	24.07233	23.43575	22.34023	22.195	23.2249	24.29302	24.94462	24.66406	24.38764
1902	24.33569	24.38857	24.472	24.27583	23.71314	22.66825	22.32397	22.96696	24.34811	24.78634	24.67328	24.43156
1903	24.45544	24.54333	24.4918	24.28062	23.31634	22.46508	22.22303	22.99625	24.20256	24.59621	24.40292	24.1972
1904	24.02424	24.18763	24.1478	24.11246	23.12239	22.1568	21.90934	22.83382	23.85195	24.47074	24.41436	24.17171
1905	24.265	24.39397	24.1832	23.94686	23.46791	22.61602	22.06124	22.93955	24.06054	25.09843	24.75417	24.45291
1906	24.3462	24.42265	24.2039	24.0787	23.31918	21.8861	22.02972	22.93413	23.95959	24.62169	24.70864	24.36916
1907	24.19206	24.20099	24.4038	24.03827	23.20201	22.20107	21.70553	22.69466	24.00003	24.75864	24.63825	24.46978
1908	24.45479	24.52775	24.444	24.28062	23.44628	22.29946	22.17303	22.74499	24.16978	24.47839	24.47647	24.43634
1909	24.39396	24.43983	24.3666	24.22553	23.25967	22.19567	22.02018	22.91664	24.11627	24.73508	24.55609	24.28348
1910	24.18601	24.40226	24.2975	24.07009	23.11061	22.10264	21.98131	22.9093	23.9857	24.60514	24.49845	24.27807
1911	24.14334	24.41753	24.1007	23.96883	23.33449	22.07082	21.86285	22.81791	23.85862	24.70067	24.64908	24.65928
1912	24.6325	24.54079	24.4134	24.39526	23.4042	22.0982	21.48485	22.70835	23.8424	24.49592	24.56182	24.13636
1913	24.2892	24.21628	24.2096	24.10928	23.10933	21.94692	21.89787	22.75548	23.85418	24.75545	24.82169	24.32552
1914	24.3325	24.33729	24.3994	24.16054	23.04435	22.20613	21.90041	22.65803	23.95161	24.61436	24.59716	24.46055
1915	24.47264	24.67838	24.6628	24.63219	23.51218	22.11412	21.99217	22.9918	23.96884	24.80927	24.64175	24.41787
1916	24.3223	24.57932	24.3395	24.15196	23.09532	21.77782	21.74055	22.90101	24.11276	24.64049	24.25992	24.20674
1917	24.13314	24.20959	24.2487	24.08571	23.00201	21.88259	21.61955	22.77332	23.9994	24.64749	24.61023	24.05864
1918	24.04972	24.03603	24.2191	23.91725	22.95103	22.19947	21.9208	22.84595	24.00639	24.80671	24.70098	24.45926
1919	24.54364	24.7532	24.6277	24.61212	23.38352	22.17206	21.89753	22.51855	24.03027	24.67009	24.53379	24.3029
1920	24.42325	24.42581	24.3784	24.07551	23.11377	21.88514	21.59055	22.67683	24.09556	24.82742	24.64939	24.30861
1921	24.26274	24.32804	24.3214	24.03029	23.33064	21.61955	21.35139	22.7335	23.87965	24.64621	24.41183	24.38124
1922	24.49874	24.46627	24.4147	24.19557	23.16217	22.11888	21.75042	22.8494	24.05862	24.40102	24.5201	24.34908
1923	24.27328	24.28697	24.2089	23.98729	22.95966	22.11825	21.56411	22.83382	23.99747	24.68444	24.73347	24.54462
1924	24.59301	24.52168	24.4542	24.08667	23.24659	22.21124	21.69597	22.44914	23.96915	24.4835	24.63953	24.24049
1925	24.08252	24.10131	24.1195	24.11785	23.12206	21.99533	21.66573	22.91568	23.87902	24.60355	24.65799	24.54398
1926	24.51689	24.7086	24.4338	24.36086	23.15169	22.27971	21.65012	22.87143	24.34365	24.97742	24.94078	24.50099
1927	24.39333	24.42932	24.3459	24.18539	23.19915	21.8495	21.57751	22.78925	24.06149	24.92231	24.87358	24.55321
1928	24.55987	24.71912	24.4284	24.39621	23.28608	22.26824	21.61446	22.60296	24.14621	24.90608	24.92389	24.49207

1929	24.48058	24.41658	24.3612	24.06214	22.77652	22.05582	21.76379	22.773	24.16848	24.90542	24.8239	24.28729
1930	24.30735	24.37645	24.3287	24.115	23.23132	22.18736	21.74502	22.88829	23.96818	24.75417	24.74937	24.57994
1931	24.58664	24.70925	24.4341	24.34429	23.34213	22.0963	21.88769	22.99307	24.04589	24.88888	24.58507	24.28028
1932	24.36721	24.4532	24.273	24.31437	23.04213	22.15902	21.83003	22.66537	24.17773	24.84303	24.80832	24.30227
1933	24.33602	24.29619	24.4545	24.12266	23.27207	21.9533	21.69981	22.77556	23.96978	24.73984	24.59622	24.23889
1934	24.12996	24.04908	24.0937	24.02711	23.39148	22.22875	21.87685	22.82364	23.76661	24.58857	24.54271	24.31086
1935	24.38347	24.16278	24.2765	23.83827	23.09023	22.00998	21.79373	22.57525	24.12549	24.93251	24.68603	24.52391
1936	24.28473	24.38281	24.1937	24.16914	23.40389	22.08895	21.81094	22.70008	24.04686	25.03951	24.75864	24.34558
1937	24.44715	24.53761	24.3698	24.14049	23.22366	22.21698	21.87814	22.9179	24.16724	24.6354	25.02519	24.48731
1938	24.48761	24.61595	24.3109	24.27521	23.36155	22.16858	22.02782	22.87205	24.10354	24.68252	24.62423	24.34081
1939	24.4134	24.4548	24.1924	24.19401	23.66154	22.21859	22.01796	22.85421	23.86916	24.85067	24.64431	24.43477
1940	24.43983	24.58985	24.4491	24.35004	23.48893	22.38704	22.138	23.06758	24.44492	24.82965	24.90672	24.90066
1941	24.69397	24.84844	24.7513	24.80415	23.68512	22.34023	22.05742	23.24431	24.18475	25.28889	25.0271	24.75671
1942	25.0602	24.63474	24.844	24.61567	23.62462	22.56381	21.82658	23.32777	24.59811	24.82745	24.81979	24.40767
1943	24.69302	24.47232	24.4255	24.38826	23.40009	22.11507	22.09691	22.96443	24.05323	25.29876	24.93093	24.58381
1944	24.62424	24.58984	24.3363	24.32075	23.40869	22.50646	22.11986	23.31503	24.51848	25.15289	24.73921	24.77391
1945	24.58665	24.55003	24.5166	24.4096	23.10903	21.70776	21.92207	23.25166	24.26564	25.06085	24.78156	24.40704
1946	24.64047	24.8048	24.5803	24.13347	23.37875	21.99689	21.63165	22.54179	24.04778	24.9962	24.73155	24.35035
1947	24.62805	24.54558	24.4191	24.46372	23.41124	22.2485	21.55491	22.79722	24.09494	24.72329	24.77073	24.03698
1948	24.36944	24.36151	24.2077	24.10068	23.46887	22.25169	21.98481	22.78796	23.8583	24.76215	24.60578	24.42392
1949	24.5876	24.23219	24.5704	24.03952	23.28129	22.22524	21.72558	22.92394	24.21116	24.89558	24.90862	24.3596
1950	24.16436	24.2169	24.0408	23.86182	22.84054	21.9724	21.76219	22.47141	24.02422	24.25418	24.46436	24.15289
1951	23.78856	23.91913	24.3073	23.91501	23.12811	21.83228	21.60044	22.76314	24.16946	24.92105	24.6424	24.24494
1952	24.68409	24.61787	24.4672	23.97266	23.21601	21.63642	21.70201	22.97044	23.98634	24.86596	24.31405	24.31724
1953	24.33505	24.51149	24.3188	24.19877	23.34659	21.85649	21.37656	23.11407	23.96661	24.65992	24.92932	24.25769
1954	24.16849	24.30513	24.1628	24.19559	23.07684	21.77144	21.4412	22.80231	24.14301	24.91276	24.38696	24.24238
1955	24.02232	24.12073	24.1182	23.87234	22.988	22.1466	21.4842	22.78797	24.05416	24.78284	24.65225	24.01023
1956	23.64079	23.88411	24.2644	23.64018	22.81412	21.51382	21.4861	22.47046	23.78506	24.48029	24.26342	24.10576
1957	23.78091	24.08571	23.9847	23.887	23.37971	22.11286	21.59758	23.02714	24.06087	24.82996	24.85641	24.56692
1958	24.622	24.76181	24.6373	24.47903	23.37909	22.44565	22.01827	22.51761	24.34398	24.78348	24.65098	24.58379
1959	24.31435	24.37136	24.2892	24.39685	23.47429	22.26953	22.09946	22.84785	23.92328	24.74493	24.54271	24.59302

1960	24.24652	24.26819	23.9746	24.00036	22.86794	22.1657	21.51509	22.86663	24.08952	24.78921	24.46119	24.58157
1961	24.35512	24.12678	24.4013	24.36755	23.62938	21.88162	21.82908	22.8835	24.45256	25.03664	24.55672	24.07966
1962	24.16881	24.32869	24.2443	24.108	22.84501	21.85298	21.59407	23.01886	24.32965	24.68794	24.85895	24.15675
1963	24.13378	24.02042	24.1061	24.01087	22.86509	21.6979	21.77336	23.06759	24.33443	25.41372	24.55641	24.46532
1964	24.38857	24.58379	24.3019	24.208	22.9329	21.67623	21.28897	22.89273	23.79271	24.41373	24.2252	24.04082
1965	23.96627	24.16309	23.9551	23.86214	23.14533	22.08292	21.63005	22.83351	24.06437	24.68604	24.73477	24.4096
1966	24.58601	24.4182	24.3325	24.16884	23.43545	22.21349	21.85361	22.78798	24.01373	24.81054	24.65958	24.44016
1967	24.41785	24.17678	24.1341	23.97805	23.28511	21.93385	21.35997	22.72012	23.93155	24.74047	24.34462	24.17105
1968	24.1395	23.90831	23.8347	23.74272	22.75582	21.4845	21.69851	22.92937	23.79177	24.95576	24.565	24.16692
1969	24.36118	24.66309	24.7523	24.70577	23.77813	22.34183	22.02654	23.00835	24.36181	25.08252	25.02519	24.37171
1970	24.41022	24.61501	24.4016	24.34049	23.44244	22.35742	21.97462	23.00101	24.35288	24.9147	24.60863	24.17775
1971	24.08537	23.92359	24.2169	23.9287	22.93194	21.7501	21.83895	22.66791	23.86915	24.31343	24.28061	24.1873
1972	23.99748	24.07392	24.3093	23.93954	23.66823	22.20519	22.06062	22.89307	24.19461	24.91851	24.85514	24.88253
1973	24.89938	24.75704	25.0653	24.47711	23.56377	22.39341	21.76891	22.87397	24.2325	24.88379	24.50641	24.09207
1974	23.68983	23.89907	23.8223	23.6768	22.88353	21.71889	21.23354	22.74052	23.63539	24.5373	24.53028	23.92934
1975	23.89301	24.09238	24.0803	24.10195	23.05327	22.03163	21.52016	22.48415	23.90608	24.51437	24.52869	24.04652
1976	23.88377	23.7739	23.914	23.8064	22.9192	21.76666	21.62684	22.61312	23.78126	24.65705	24.62455	24.55672
1977	24.31053	24.36435	24.5271	24.19049	23.16252	22.13036	22.1797	22.96408	24.10227	24.9048	24.62646	24.40035
1978	24.28314	24.54653	24.2513	24.08986	23.17717	21.79183	21.8775	22.73733	24.05003	24.8271	24.56469	24.04941
1979	24.25099	24.32232	24.4468	24.21853	23.37558	21.61095	21.83993	23.2383	24.07647	25.00863	24.88221	24.53093
1980	24.55544	24.41977	24.4838	24.40069	23.61698	22.03325	21.80808	23.01059	24.0921	24.83603	24.7287	24.33157
1981	24.2997	24.43028	24.3363	24.24146	23.24438	21.82562	21.36766	22.9606	23.83381	24.70738	24.84494	24.67583
1982	24.35766	24.42391	24.4475	24.1666	23.12144	22.46888	22.10582	22.90516	23.81502	24.61502	24.68221	24.7803
1983	24.99557	25.25353	25.0513	25.10768	24.24882	22.54788	22.63004	22.93544	24.36948	24.81056	24.93029	24.55131
1984	24.3239	24.34779	24.3806	24.04717	23.71377	22.28482	22.11985	22.82811	24.19908	25.20799	24.53698	24.54876
1985	24.36404	24.39332	24.5968	23.97648	23.43893	21.87049	21.85615	22.78383	24.1166	24.81851	24.56342	24.37455
1986	24.31084	24.32168	24.2191	24.40067	23.70424	22.11253	21.85298	23.22937	23.93189	24.61246	24.78092	24.64144
1987	24.78886	24.886	24.8408	24.93856	24.02175	22.5807	22.57082	23.55708	24.71977	25.55004	25.52932	25.11502
1988	24.94078	24.96627	24.8905	24.78315	23.63863	22.31571	21.97433	23.29211	24.59207	25.26405	24.85895	24.32838
1989	24.1669	24.39016	24.1949	24.151	23.14214	22.43227	21.94694	23.26345	24.12999	24.87456	24.9252	24.33254
1990	24.51849	24.55768	24.7675	24.78508	23.81983	22.63259	22.02623	23.09147	23.84431	25.28665	25.33825	24.83952

1991	24.49874	24.75417	24.6424	24.41151	23.85486	22.61444	21.96635	22.85229	24.18729	24.80927	24.6685	24.63826
1992	24.75417	24.74525	24.9717	24.79496	24.37971	22.86412	21.97909	23.02779	24.11502	25.12424	24.65322	24.45131
1993	24.48856	24.34017	24.4981	24.52966	23.72399	22.53961	22.21987	22.9692	24.14909	25.32104	24.89334	24.85002
1994	24.66212	24.6102	24.7752	24.42424	23.89784	22.43958	22.07653	23.13764	24.5185	25.15927	25.34109	24.76404
1995	24.94363	24.70447	24.8252	24.51977	23.71664	22.44724	22.5641	23.544	24.66054	25.6325	25.15288	24.6427
1996	24.63727	24.64777	24.3755	24.26595	23.58225	22.07145	22.11061	23.5628	24.31404	25.16563	25.029	24.86563
1997	24.50765	24.43537	24.6335	24.38698	23.5692	22.98609	22.50838	23.1921	24.79301	25.48475	25.4118	25.08409
1998	25.24298	25.49237	25.378	25.45099	24.26218	22.95202	23.12208	23.95771	24.61215	25.59716	25.16562	24.79334
1999	24.57771	24.80511	24.5841	24.315	23.44052	22.63385	22.29212	23.07459	24.14844	24.97105	24.82996	24.74684
2000	24.53662	24.46912	24.4201	24.35896	23.83416	22.64371	21.97718	23.35516	24.37773	25.2392	24.7943	24.43952
2001	24.41593	24.63982	24.616	24.6911	23.74817	22.13705	22.41061	23.47967	24.59557	25.09527	25.07806	24.85131
2002	24.61084	24.67932	24.8847	24.90067	24.09785	22.53003	22.85837	23.69496	24.36087	25.49748	25.26785	25.0223
2003	25.00861	24.94014	24.9236	24.60896	23.93225	23.11442	22.31285	23.17938	24.36213	25.32074	25.30289	25.10449
2004	24.80035	24.66786	24.9449	24.82965	23.60902	22.37684	22.15456	23.36535	24.65065	25.50035	25.21149	25.07072
2005	25.186	25.1927	25.2303	25.02645	23.94116	23.19721	22.69182	23.79528	24.39494	25.74492	25.44492	24.86978
2006	24.88887	24.84874	24.7462	24.33634	23.48351	22.63959	22.49724	23.50453	24.27106	25.23698	24.94716	24.76023
2007	24.93569	24.54207	24.7118	24.70035	23.56793	22.65328	22.27716	23.24339	24.68312	25.28761	25.07454	24.67519
2008	24.44939	24.38442	24.2892	24.14718	23.23959	22.06476	22.35807	23.60645	24.58827	25.51563	25.20639	24.68666
2009	24.78281	24.48822	24.5236	24.30069	23.64117	22.54469	22.40203	23.59432	24.71374	25.35577	25.27073	24.89621
2010	24.95191	25.23027	25.2905	24.972	24.23225	23.06824	22.65265	23.323	25.09685	25.69207	25.17773	24.68986
2011	24.40925	24.34621	24.3714	24.50958	23.61378	22.94436	22.5157	23.39499	24.69238	25.07392	24.88188	24.74304
2012	24.29684	24.50639	24.6816	24.53827	23.731	22.79565	22.46667	23.3762	24.87964	25.55513	25.11087	24.81437
2013	24.83665	24.83315	24.8395	24.51693	23.76984	22.93673	22.4345	23.20677	24.67805	25.25069	24.9513	24.67233
2014	24.57583	24.45098	24.5596	24.57871	23.98481	23.03832	22.49119	23.58574	24.68983	25.35607	25.25163	24.88444
2015	24.72708	24.75322	24.6892	24.61914	23.99437	23.03068	22.82622	23.85486	25.47391	25.7459	25.54334	25.47136
2016	25.39268	25.36815	25.4172	24.99145	24.0138	22.80872	22.91094	23.81473	24.66437	25.69971	25.33507	25.18506
2017	25.04874	24.92105	24.9828	24.87997	24.20741	23.03514	22.70488	23.87682	24.77583	25.65991	25.14049	24.90641
2018	24.64268	24.73664	24.7615	24.65386	23.94658	22.41286	22.58005	23.36568	24.90544	25.37423	25.11725	24.80004
2019	24.84141	25.0376	25.0093	24.99589	23.94085	22.94564	22.67272	23.64338	24.9806	25.50447	25.42932	25.16658
2020	24.99461	25.05448	25.0414	24.94557	23.83353	22.90138	22.7931	23.81249	24.93633	25.82901	25.48633	24.98316
2021	24.82899	24.69525	24.5354	24.61661	23.6001	22.68962	22.68642	23.8348	25.14429	25.67009	25.17901	24.89973

2022	24.85066	24.67519	24.7223	24.85672	23.62143	22.60457	22.7778	23.43543	24.72075	25.56311	24.99399	24.80354
------	----------	----------	---------	----------	----------	----------	---------	----------	----------	----------	----------	----------

Anexo N° 06: Datos históricos del El Niño 1+2: <https://psl.noaa.gov/data/correlation/nina1.anom.data>

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1950	-1.55	-1.78	-1.38	-1.9	-1.74	-1.79	-1.65	-0.88	-1.17	-1.02	-1.8	-1.09
1951	-0.46	-0.91	-0.75	-0.25	0.17	1.49	1.86	1.17	0.56	0.72	0.68	0.02
1952	-0.21	-0.08	-0.41	-1.1	-0.93	-1.2	-1.23	-1.11	-1.36	-0.65	-0.82	-0.5
1953	-0.44	0.17	0.74	1.47	1.01	0.31	0	0.17	0.33	-0.18	-0.14	-0.59
1954	-1.91	-1.22	-1.32	-3.09	-2.99	-2.46	-2.83	-1.69	-1.71	-2.04	-1.45	-1.47
1955	-0.84	-1.13	-1.37	-1.24	-2.16	-1.92	-1.44	-1.55	-1.47	-1.82	-1.83	-1.69
1956	-1.31	-1.2	-0.75	-1.15	-1.21	-0.94	-0.14	-0.43	-1.01	-1.19	-1.06	-1.32
1957	-1.66	0.07	0.78	1.13	2.4	2.01	1.86	1.2	0.91	0.63	0.56	0.66
1958	0.14	0.26	0.48	0.71	0.12	-0.02	0.06	-0.42	-0.41	-0.19	-0.38	-0.5
1959	-0.88	-0.47	0.34	0.12	-0.39	-0.63	-0.57	-1.01	-0.61	-0.29	0.1	-0.23
1960	-0.33	-0.42	-0.25	-1.11	-1.09	-1.41	-1.32	-1.02	-0.27	-0.91	-0.6	-0.29
1961	-0.08	0.45	-0.73	-0.78	-0.92	-0.98	-1.53	-1.14	-1.14	-1.05	-0.67	-0.88
1962	-0.74	-0.73	-2.13	-2.38	-1.51	-1.35	-1.32	-0.77	-0.74	-1.17	-0.87	-1.09
1963	-0.85	-0.82	-0.76	-1.21	-0.57	-0.87	-0.34	0.15	0.05	-0.05	-0.22	-0.29
1964	-0.65	-1.29	-1.4	-1.35	-2.67	-1.88	-1.77	-1.67	-1.23	-1.44	-0.97	-1.33
1965	-0.69	-0.32	-0.01	1.34	1.53	1.23	1.04	1.38	0.38	0.32	0.43	0.35
1966	0.37	-0.62	-1.47	-1.57	-1.72	-1.56	-1.29	-1.18	-0.89	-0.58	-0.91	-0.62
1967	-1.04	-0.58	-1.04	-0.72	-0.82	-1.06	-1.1	-1.5	-1.81	-1.73	-1.77	-1.84
1968	-1.62	-1.41	-1.58	-1.77	-2.03	-1.61	-0.81	-0.26	0.33	-0.14	-0.09	0.16
1969	-0.2	-0.75	0.34	0.88	1.31	0.97	0.28	-0.13	0.02	0.6	0.57	0.59
1970	0.39	-0.38	-1.25	-0.98	-1.79	-2	-2.51	-1.85	-1.43	-1.14	-1.17	-1.15
1971	-1.44	-1.68	-1.45	-0.66	-1.24	-1.54	-1.03	-1.23	-1.22	-1.29	-0.76	-0.99
1972	-0.38	0.45	0.58	0.64	0.71	1.78	2.03	2.37	1.23	1.39	1.38	2.01
1973	1.26	0.16	-0.58	-1.11	-1.37	-1.61	-1.23	-1.62	-1.31	-1.08	-1.12	-1.14
1974	-1.35	-1.38	-0.84	-0.39	-0.2	-0.78	-0.58	-0.46	-0.63	-1.2	-1	-1.46
1975	-1.15	-1.18	-0.33	0	-0.96	-1.43	-0.93	-0.95	-1.57	-1.97	-2.25	-1.88
1976	-1.12	-0.64	-0.53	0.17	0.7	1.37	1.61	1.25	0.83	0.51	0.49	0.39
1977	0.23	-0.38	-0.46	-0.59	-0.92	-0.61	-0.5	-0.9	-1.11	-0.47	-0.47	-0.55

1978	-0.41	-0.4	-1.21	-0.77	-1.25	-1.18	-0.94	-1.37	-0.88	-0.96	-0.04	0.09
1979	0.16	-0.58	-0.58	0.15	-0.13	0.16	-0.26	-0.07	0.43	0.45	0.14	-0.08
1980	-0.25	-0.42	-0.01	0	-0.43	-0.36	-0.84	-0.48	-0.3	-0.5	-0.41	-0.4
1981	-1.5	-1.17	-0.55	-0.73	-0.77	-0.63	-0.89	-1.13	-0.79	-0.57	-0.46	-0.18
1982	-0.26	-0.79	-1.29	-0.81	-0.31	0.13	0.47	0.8	1.31	1.81	3.03	3.16
1983	2.65	2.03	2.23	3.32	3.85	4.24	3.8	2.93	1.37	0.99	0.4	0.21
1984	-0.39	-0.88	-0.87	-0.23	-1.11	-0.95	-0.63	-0.56	-0.07	-0.51	-0.13	-0.4
1985	-0.78	-1.38	-0.89	-1.37	-1.88	-1.27	-1.4	-1.23	-0.99	-0.92	-0.79	-0.38
1986	0	-0.1	-0.73	-0.85	-1.18	-1.08	-0.49	-0.1	0.18	0.25	0.36	0.6
1987	0.99	0.97	1.44	1.56	1.52	0.98	1.03	0.82	1.1	1.45	1.14	0.67
1988	0.02	-0.31	-0.81	-0.83	-1.26	-1.66	-1.37	-1.46	-1.29	-1.2	-0.96	-0.75
1989	-0.3	-0.06	-0.15	-0.09	-1.2	-1.08	-0.79	-0.3	-0.65	-0.48	-0.24	-0.4
1990	-0.48	-0.16	-0.44	-0.52	-0.24	-0.3	-0.66	-0.44	-0.49	-0.7	-0.65	-0.5
1991	-0.54	-0.38	-0.21	-0.3	-0.33	0.21	0.6	0.37	0.46	0.65	0.72	0.83
1992	0.47	0.61	1.24	2.19	2.22	0.85	-0.07	-0.14	0.03	0.01	-0.07	-0.1
1993	-0.01	0.3	0.6	1.25	1.15	1.04	0.7	0.56	0.38	0.55	0.31	0.02
1994	-0.09	-0.33	-1.01	-1.27	-1.06	-0.91	-0.87	-1.03	-0.15	0.8	0.6	0.86
1995	0.73	0.1	-0.49	-1.55	-1.41	-0.93	-0.61	-0.41	-0.28	-0.55	-0.28	-0.85
1996	-0.65	-0.44	-0.33	-1.92	-1.44	-1.89	-1.26	-0.87	-0.65	-0.7	-1.1	-1.13
1997	-0.9	-0.22	0.54	0.91	2.12	3	3.63	3.96	3.96	3.67	4.47	4.25
1998	3.55	2.64	2.74	2.68	2.72	2.24	1.42	0.96	0.22	0.33	-0.14	-0.18
1999	-0.78	-0.54	-0.04	-0.9	-0.69	-0.76	-0.23	-0.11	-1.05	-0.86	-1.23	-0.64
2000	-0.76	-0.62	-0.47	-0.04	-0.4	-0.38	-0.28	-0.57	-0.23	-0.27	-1.19	-0.96
2001	-0.63	-0.48	0.17	0.18	-0.71	-0.85	-0.58	-0.84	-1.13	-1.13	-0.89	-1.02
2002	-0.78	-0.07	0.77	0.82	0.63	0.38	-0.23	-0.26	0.2	0.37	0.97	1.1
2003	0.13	-0.12	-0.07	-0.56	-1.65	-1.35	-1.01	0.01	-0.45	0.23	0.28	0.22
2004	-0.21	-0.07	-0.74	-0.57	-1.59	-1.07	-0.78	-0.75	-0.27	0.15	0.72	0.36
2005	-0.02	-0.94	-1.46	-0.42	-0.38	-0.77	-0.35	-0.4	-0.74	-1.27	-1.43	-0.92
2006	-0.37	0.22	-0.29	-1.5	-0.56	-0.21	0.2	0.7	0.97	1.05	0.79	0.71
2007	0.66	0.11	-0.64	-1.22	-1.79	-1.61	-0.98	-1.2	-0.97	-1.52	-1.73	-1.66
2008	-0.48	0.22	0.39	0.41	0.54	0.55	0.99	1.4	1.02	0.35	-0.28	-0.45

2009	-0.17	-0.68	-0.81	0.41	0.34	0.65	0.75	0.84	0.51	0.32	0.33	0.6
2010	0.28	0.12	0.07	-0.11	0.24	0.01	-1.03	-1.31	-1.22	-1.28	-1.31	-0.9
2011	-0.48	-0.16	-0.88	-0.19	0.11	0.3	0.1	-0.21	-0.74	-0.78	-0.57	-0.68
2012	-0.18	0.36	0.16	0.9	0.87	1.02	0.4	0.07	0.06	-0.37	-0.41	-0.85
2013	-0.68	-0.73	-0.67	-1.23	-1.58	-1.91	-1.6	-1.16	-0.77	-0.75	-0.56	-0.44
2014	-0.01	-0.61	-0.31	-0.03	1.06	1.54	0.98	0.89	0.8	0.69	0.8	0.41
2015	-0.16	-0.53	0.09	1	1.55	2.19	2.54	1.65	2.28	2.12	2.28	2.21
2016	1.79	1.3	1.35	0.45	0.49	0.64	0.25	0.24	0.57	0.34	0.12	0.43
2017	0.93	1.36	1.61	1.05	0.21	-0.24	-0.32	-0.34	-0.81	-0.81	-1.2	-1.42
2018	-1.12	-0.97	-1.35	-1.03	-0.75	-0.72	-0.4	-0.27	-0.08	0.16	0.81	1.05
2019	0.83	0.52	0.12	0.3	0.2	-0.34	-0.69	-0.76	-0.71	-0.74	-0.11	-0.04
2020	-0.37	0.02	-0.06	0.28	-0.14	-0.7	-1.28	-1.05	-1.22	-0.6	-0.58	-0.6
2021	-0.88	-0.86	-0.75	-0.94	-0.79	-0.37	-0.21	-0.29	-0.7	-0.87	-1.12	-1.69
2022	-1.11	-1.58	-0.76	-1.4	-1.66	-1.49	-1.2	-0.6	-1.02	-1.78	-1.13	-0.46

Anexo N° 07: Datos históricos del El Niño 3: <https://psl.noaa.gov/data/correlation/nina3.anom.data>

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1950	-2.1	-1.52	-0.84	-1.14	-1.57	-1.11	-0.9	-0.65	-0.89	-0.81	-1.24	-1.08
1951	-0.87	-0.76	-0.33	-0.21	-0.18	0.04	0.62	0.41	0.46	0.6	0.8	0.61
1952	0.14	-0.04	-0.15	-0.31	-0.61	-0.92	-0.99	-0.68	-0.64	-0.62	-1.03	-0.56
1953	0.06	0.22	0.31	0.13	0.12	0.26	-0.07	-0.06	0.28	0.12	0.04	0.2
1954	-0.16	-0.13	-0.65	-1.97	-1.64	-1.58	-1.46	-1.56	-1.73	-1.66	-1.46	-1.55
1955	-0.86	-0.71	-0.9	-1.31	-1.82	-1.69	-1.41	-1.45	-1.68	-2.4	-2.39	-2.09
1956	-1.06	-0.7	-0.54	-0.66	-0.76	-0.85	-1.03	-1.06	-1.03	-1.07	-1.33	-1.21
1957	-0.72	-0.2	0.26	0.28	0.53	0.69	1.08	0.88	0.65	0.61	0.91	1.25
1958	1.3	1.03	0.52	0.23	0.04	-0.05	-0.24	-0.21	-0.51	-0.5	-0.21	-0.42
1959	-0.08	-0.06	-0.13	-0.13	-0.41	-0.55	-0.86	-0.87	-0.73	-0.44	-0.53	-0.48
1960	-0.34	-0.47	-0.33	-0.43	-0.54	-0.75	-0.59	-0.33	-0.34	-0.87	-0.95	-0.66
1961	-0.55	-0.21	-0.39	-0.27	-0.27	-0.32	-0.97	-1.03	-1.38	-1.29	-0.82	-0.64
1962	-0.57	-0.44	-0.74	-1.12	-1.08	-0.95	-0.76	-0.47	-0.79	-0.84	-1.12	-1.15
1963	-0.81	-0.61	-0.3	-0.16	-0.28	-0.04	0.44	0.57	0.46	0.43	0.56	0.76
1964	0.36	-0.1	-0.48	-1.39	-1.83	-1.62	-1.11	-1.57	-1.16	-1.22	-1.18	-1.5
1965	-0.96	-0.54	-0.28	-0.11	0.3	0.48	0.7	1.01	1.08	1.11	1.28	1.23
1966	1.03	0.49	-0.02	-0.28	-1.05	-0.73	-0.54	-0.76	-0.9	-0.75	-0.99	-1.1

1967	-0.73	-0.5	-0.9	-1.23	-0.66	-0.38	-0.69	-0.99	-1.39	-1.36	-1.21	-1.24
1968	-1.4	-1.57	-1.44	-1.09	-1.21	-0.43	0.07	0.03	-0.09	-0.02	0.05	0.4
1969	0.45	0.32	0.21	0.18	0.46	0.23	-0.09	0.24	0.46	0.54	0.51	0.64
1970	0.42	0	-0.38	-0.54	-0.98	-1.46	-1.93	-1.74	-1.27	-1.27	-1.48	-1.32
1971	-1.58	-1.57	-1.3	-1.04	-1.12	-1.24	-1.12	-1.33	-1.04	-1.33	-1.31	-1.48
1972	-0.73	-0.52	-0.29	0	0.21	0.61	1.2	1.63	1.43	1.74	1.99	2.25
1973	1.78	0.79	0.09	-0.83	-1.32	-1.41	-1.66	-1.62	-1.52	-1.69	-1.82	-1.85
1974	-1.8	-1.34	-0.96	-0.81	-0.89	-0.84	-0.59	-0.4	-0.63	-1.03	-1.11	-1.04
1975	-0.54	-0.85	-0.87	-0.57	-1.09	-1.4	-1.19	-1.08	-1.41	-1.61	-1.44	-1.81
1976	-1.9	-1.1	-0.67	-0.66	-0.34	0.33	0.43	0.76	0.82	0.91	0.78	0.66
1977	0.88	0.56	0.22	-0.64	-0.38	-0.19	-0.23	-0.38	-0.03	0.27	0.19	0.25

1978	0.14	0	-0.46	-0.94	-1.15	-0.97	-0.86	-1.02	-0.72	-0.41	-0.31	0.01
1979	-0.32	-0.29	-0.06	0.07	-0.05	-0.15	-0.31	0.13	0.58	0.44	0.39	0.43
1980	0.38	0.03	-0.18	-0.2	-0.15	0.08	-0.23	-0.34	-0.18	-0.42	-0.1	0.01
1981	-0.71	-0.88	-0.59	-0.52	-0.54	-0.43	-0.6	-0.73	-0.23	-0.18	-0.41	-0.05
1982	0.2	0	-0.1	-0.01	0.39	0.54	0.41	0.95	1.89	2.3	2.4	2.86
1983	3	2.3	1.68	1.55	1.73	1.52	0.8	0.65	0.13	-0.61	-1.03	-0.84
1984	-0.58	-0.15	-0.23	-0.49	-0.93	-1.17	-0.78	-0.41	-0.34	-0.67	-0.99	-1.27
1985	-1.26	-0.9	-0.78	-1.05	-1.07	-1.02	-1.1	-0.88	-0.86	-0.8	-0.7	-0.73
1986	-0.8	-0.53	-0.37	-0.38	-0.6	-0.45	-0.14	0.17	0.3	0.53	0.78	0.92
1987	1.02	1.14	1	0.77	0.89	0.86	1.11	1.45	1.66	1.16	0.99	1
1988	0.68	-0.01	-0.15	-0.65	-1.57	-2.18	-2.06	-1.48	-1.09	-1.55	-1.67	-1.61
1989	-1.44	-0.96	-1.01	-0.86	-0.83	-0.32	-0.45	-0.4	-0.3	-0.4	-0.59	-0.38
1990	-0.29	0.01	-0.28	-0.1	0.16	-0.04	0.01	0.11	0.12	-0.14	-0.2	-0.08
1991	0.13	0	-0.16	-0.05	0.24	0.68	0.83	0.51	0.36	0.61	0.95	1.25
1992	1.37	1.27	1.05	1.17	1.19	0.55	-0.06	-0.08	-0.07	-0.34	-0.46	-0.36
1993	-0.11	0.39	0.4	0.84	1.07	0.44	0.24	0.24	0.32	0.13	-0.01	0.09
1994	0.2	-0.08	-0.35	-0.38	-0.1	-0.06	-0.28	-0.26	-0.05	0.52	0.89	0.82
1995	0.77	0.45	-0.03	-0.4	-0.72	-0.55	-0.44	-0.9	-1.04	-1	-1.07	-0.98
1996	-0.81	-0.67	-0.53	-0.83	-0.74	-0.76	-0.64	-0.42	-0.5	-0.59	-0.66	-1.01
1997	-0.89	-0.68	-0.35	-0.12	0.65	1.51	2.09	2.59	2.84	3.08	3.27	3.3
1998	3.08	2.49	1.92	1.64	1.39	0.37	-0.38	-0.67	-0.95	-0.99	-0.86	-1.1
1999	-1.25	-0.88	-0.52	-0.87	-0.81	-0.9	-0.76	-0.84	-1.11	-1.38	-1.5	-1.55
2000	-1.66	-1.14	-0.5	-0.17	-0.37	-0.59	-0.62	-0.48	-0.32	-0.5	-0.7	-0.66
2001	-0.42	-0.28	-0.01	-0.12	-0.14	-0.28	-0.27	-0.22	-0.59	-0.43	-0.68	-0.62
2002	-0.49	-0.24	0.14	0	0.26	0.57	0.39	0.51	0.86	0.99	1.3	1.21
2003	0.57	0.44	0.19	-0.44	-0.96	-0.59	0.12	0.26	0.15	0.4	0.64	0.77
2004	0.42	0.3	0.13	-0.07	-0.45	-0.26	-0.02	0.24	0.45	0.54	0.63	0.69
2005	0.32	-0.09	-0.07	-0.05	0.16	0.06	0.1	0.18	-0.08	-0.34	-1.13	-1.22
2006	-0.81	-0.35	-0.55	-0.42	-0.08	-0.01	0.01	0.39	0.83	0.88	0.99	1.14
2007	0.87	0.08	-0.4	-0.63	-0.88	-0.72	-0.95	-1.18	-1.27	-1.43	-1.62	-1.66
2008	-1.46	-1.24	-0.75	-0.46	-0.25	-0.16	0.28	0.5	0.3	0.09	-0.12	-0.56

2009	-0.51	-0.57	-0.71	-0.17	0.29	0.56	0.69	0.8	0.78	0.78	1.08	1.33
2010	1.07	0.88	0.55	0.27	-0.17	-0.71	-1.01	-1.14	-1.29	-1.48	-1.52	-1.5
2011	-1.26	-0.77	-0.73	-0.33	-0.29	-0.12	-0.2	-0.39	-0.61	-1.06	-1.12	-0.92
2012	-0.57	-0.19	-0.18	-0.02	0.09	0.44	0.57	0.52	0.34	0.02	-0.02	-0.42
2013	-0.66	-0.56	-0.12	-0.36	-0.82	-0.89	-0.7	-0.65	-0.33	-0.19	-0.2	-0.13
2014	-0.43	-0.79	-0.32	0.06	0.38	0.53	0.31	0.18	0.37	0.58	0.77	0.68
2015	0.35	0.05	0.1	0.63	0.94	1.45	1.85	2.09	2.5	2.62	2.84	2.84
2016	2.59	1.97	1.53	0.62	-0.03	-0.14	-0.61	-0.53	-0.26	-0.56	-0.62	-0.47
2017	-0.08	0.42	0.35	0.45	0.29	0.06	0.04	-0.25	-0.72	-0.72	-1.08	-1.22
2018	-1.18	-0.9	-0.93	-0.62	-0.33	0.01	0.11	-0.06	0.35	0.75	0.9	0.92
2019	0.6	0.59	0.64	0.55	0.5	0.2	-0.1	-0.32	-0.27	0.16	0.33	0.24
2020	0.22	0.1	0.2	0.27	-0.33	-0.69	-0.59	-0.61	-0.99	-1.1	-1.21	-0.82
2021	-0.62	-0.73	-0.69	-0.79	-0.56	-0.32	-0.32	-0.45	-0.43	-0.78	-1.03	-1.27
2022	-1.31	-1.14	-0.73	-0.92	-1.05	-0.81	-0.53	-0.67	-0.96	-1.11	-0.94	-0.82

Anexo N° 08: Datos históricos del El Niño 3.4: <https://psl.noaa.gov/data/correlation/nina34.anom.data>

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1950	-1.99	-1.69	-1.42	-1.54	-1.75	-1.27	-1.01	-0.97	-0.98	-1.03	-1.23	-1.31
1951	-1.3	-1.04	-0.38	-0.23	-0.01	0	0.3	0.17	0.51	0.49	0.55	0.31
1952	0.13	-0.01	-0.11	-0.02	-0.14	-0.54	-0.76	-0.56	-0.36	-0.46	-0.78	-0.39
1953	0.2	0.24	0.29	0.22	0.35	0.39	0.14	0.09	0.29	0.16	0.18	0.41
1954	0.43	0.28	-0.38	-1.17	-0.81	-0.93	-1.18	-1.43	-1.6	-1.48	-1.13	-1.33
1955	-0.93	-0.95	-1.06	-1.22	-1.28	-1.18	-1.15	-1.35	-1.43	-2.31	-2.45	-2.03
1956	-1.2	-0.99	-0.83	-0.97	-0.8	-0.92	-1.06	-1.17	-0.98	-0.97	-1.14	-0.89
1957	-0.51	-0.22	0.18	0.41	0.62	0.63	0.87	0.84	0.72	0.7	0.92	1.3
1958	1.78	1.49	0.98	0.46	0.38	0.26	0.03	-0.01	-0.32	-0.27	0.05	0.02
1959	0.53	0.43	0.19	0.06	-0.23	-0.35	-0.86	-0.77	-0.8	-0.48	-0.66	-0.42
1960	-0.28	-0.46	-0.3	-0.33	-0.25	-0.49	-0.41	-0.15	-0.28	-0.49	-0.45	-0.38
1961	-0.31	-0.19	-0.35	-0.46	-0.18	-0.06	-0.41	-0.67	-0.94	-1.01	-0.63	-0.63
1962	-0.59	-0.57	-0.48	-0.69	-0.89	-0.65	-0.53	-0.53	-0.78	-0.75	-0.95	-0.93
1963	-0.78	-0.53	-0.1	-0.03	-0.3	-0.11	0.49	0.62	0.68	0.64	0.77	1.02
1964	0.79	0.38	-0.26	-0.87	-1.12	-1.14	-0.96	-1.26	-1.4	-1.35	-1.44	-1.37
1965	-0.89	-0.56	-0.34	-0.44	0.06	0.36	0.61	1.12	1.29	1.45	1.42	1.36
1966	1.12	0.8	0.93	0.35	-0.38	-0.08	0.04	-0.37	-0.44	-0.5	-0.47	-0.57

1967	-0.67	-0.64	-0.78	-1.08	-0.59	-0.26	-0.33	-0.42	-0.86	-0.74	-0.62	-0.65
1968	-0.85	-1.07	-0.95	-0.72	-0.75	0.15	0.28	0.16	0.01	0.04	0.5	0.67
1969	0.95	1.11	0.54	0.31	0.35	-0.04	-0.21	0.16	0.43	0.62	0.4	0.38
1970	0.28	0.2	-0.14	-0.08	-0.3	-0.69	-1.08	-1.26	-1.07	-1.12	-1.13	-1.33
1971	-1.73	-1.57	-1.36	-1.18	-0.98	-1.13	-1.17	-1.1	-1	-1.24	-1.15	-1.23
1972	-0.92	-0.45	-0.19	0.07	0.38	0.45	0.85	1.09	1.23	1.54	1.9	2.09
1973	1.8	1.2	0.27	-0.58	-0.97	-1.18	-1.54	-1.63	-1.66	-1.98	-2.37	-2.26
1974	-2.09	-1.66	-1.45	-1.36	-1.29	-1.2	-0.9	-0.52	-0.64	-0.94	-1.09	-0.97
1975	-0.45	-0.68	-1.09	-0.96	-1.13	-1.5	-1.39	-1.52	-1.66	-1.83	-1.66	-1.93
1976	-2.01	-1.26	-0.82	-0.93	-0.74	-0.38	-0.16	0.12	0.3	0.75	0.71	0.49
1977	0.78	0.37	0.19	-0.38	-0.21	0.01	0.09	-0.01	0.4	0.63	0.48	0.7

1978	0.62	0.25	-0.2	-0.7	-0.74	-0.71	-0.55	-0.79	-0.71	-0.46	-0.38	-0.06
1979	-0.13	-0.22	-0.02	0.02	-0.25	-0.29	-0.47	-0.1	0.28	0.11	0.29	0.52
1980	0.54	0.22	0.03	-0.07	0.08	0.21	-0.06	-0.38	-0.28	-0.26	-0.1	0.05
1981	-0.36	-0.64	-0.64	-0.53	-0.57	-0.46	-0.64	-0.53	-0.19	-0.3	-0.41	-0.2
1982	0.13	-0.17	0.13	0.21	0.45	0.53	0.37	0.73	1.49	1.99	1.92	2.2
1983	2.35	1.94	1.38	0.95	0.9	0.54	-0.11	-0.27	-0.52	-1.16	-1.29	-1.03
1984	-0.67	-0.19	-0.52	-0.68	-0.73	-0.9	-0.5	-0.24	-0.34	-0.67	-1.19	-1.34
1985	-1.16	-0.72	-0.79	-1.18	-1.03	-0.91	-0.74	-0.56	-0.7	-0.49	-0.37	-0.41
1986	-0.66	-0.71	-0.42	-0.33	-0.53	-0.31	-0.11	0.32	0.53	0.81	1.01	1.12
1987	1.14	1.13	0.98	0.58	0.62	0.92	1.29	1.57	1.65	1.24	1.07	0.94
1988	0.9	0.28	0.1	-0.44	-1.25	-1.74	-1.74	-1.19	-1	-1.9	-2.05	-1.96
1989	-1.97	-1.47	-1.21	-1.08	-0.88	-0.59	-0.57	-0.53	-0.3	-0.4	-0.45	-0.13
1990	0.01	0.21	0.04	0.08	0.08	-0.08	0.09	0.22	0.22	0.21	0.1	0.35
1991	0.49	0.32	0.03	0.19	0.26	0.52	0.76	0.68	0.42	0.86	1.2	1.69
1992	1.84	1.78	1.38	1.2	1.04	0.58	0.22	0.05	-0.06	-0.3	-0.28	-0.15
1993	0.14	0.41	0.39	0.59	0.78	0.35	0.23	0.13	0.35	0.06	0	0.16
1994	0.1	0.06	0.11	0.26	0.31	0.32	0.24	0.53	0.48	0.75	1.11	1.25
1995	1.02	0.73	0.46	0.28	-0.11	-0.14	-0.21	-0.63	-0.84	-0.88	-1.1	-0.95
1996	-0.86	-0.86	-0.61	-0.47	-0.38	-0.44	-0.44	-0.22	-0.45	-0.44	-0.41	-0.64
1997	-0.53	-0.37	-0.25	0.16	0.64	1.09	1.56	1.89	2.13	2.36	2.41	2.29
1998	2.38	2.03	1.34	0.78	0.57	-0.39	-0.99	-1.28	-1.26	-1.46	-1.46	-1.69
1999	-1.69	-1.32	-0.95	-1.11	-1.15	-1.19	-1.17	-1.22	-1.09	-1.23	-1.58	-1.74
2000	-1.77	-1.55	-0.98	-0.87	-0.86	-0.79	-0.67	-0.49	-0.52	-0.7	-0.79	-0.92
2001	-0.73	-0.63	-0.48	-0.49	-0.34	-0.19	-0.04	-0.05	-0.2	-0.14	-0.37	-0.41
2002	-0.15	-0.04	0.01	0.02	0.31	0.72	0.74	0.87	1.09	1.25	1.47	1.37
2003	0.6	0.64	0.36	-0.14	-0.61	-0.29	0.21	0.26	0.27	0.42	0.33	0.43
2004	0.27	0.23	0.12	0.07	0.06	0.13	0.49	0.76	0.81	0.73	0.66	0.74
2005	0.66	0.36	0.45	0.26	0.3	0.04	-0.23	-0.05	-0.04	-0.06	-0.59	-0.92
2006	-0.91	-0.67	-0.71	-0.32	-0.09	0	0.01	0.31	0.6	0.7	0.99	1.14
2007	0.7	0.13	-0.18	-0.32	-0.47	-0.35	-0.59	-0.72	-1.11	-1.39	-1.54	-1.58
2008	-1.68	-1.67	-1.21	-0.99	-0.84	-0.68	-0.3	-0.13	-0.25	-0.35	-0.46	-0.86

2009	-0.89	-0.79	-0.69	-0.35	0.06	0.31	0.48	0.56	0.68	0.89	1.46	1.74
2010	1.52	1.25	0.9	0.38	-0.22	-0.69	-1.07	-1.39	-1.6	-1.69	-1.64	-1.6
2011	-1.54	-1.11	-0.93	-0.77	-0.52	-0.38	-0.43	-0.65	-0.8	-1.05	-1.19	-1.06
2012	-0.87	-0.67	-0.61	-0.5	-0.32	0.02	0.25	0.47	0.38	0.26	0.16	-0.25
2013	-0.53	-0.52	-0.25	-0.25	-0.4	-0.42	-0.39	-0.38	-0.18	-0.2	-0.14	-0.17
2014	-0.49	-0.62	-0.28	0.08	0.32	0.23	-0.06	-0.03	0.29	0.44	0.75	0.71
2015	0.51	0.42	0.47	0.7	0.92	1.18	1.46	1.93	2.21	2.36	2.72	2.66
2016	2.57	2.26	1.62	0.91	0.3	-0.03	-0.48	-0.58	-0.58	-0.74	-0.76	-0.5
2017	-0.43	-0.08	0.03	0.22	0.37	0.34	0.25	-0.16	-0.43	-0.56	-0.97	-0.98
2018	-0.98	-0.78	-0.8	-0.51	-0.2	0.04	0.12	0.09	0.47	0.9	0.9	0.89
2019	0.65	0.71	0.81	0.62	0.55	0.45	0.35	0.04	0.03	0.48	0.52	0.52
2020	0.6	0.37	0.48	0.36	-0.27	-0.34	-0.3	-0.59	-0.83	-1.26	-1.42	-1.15
2021	-1	-1	-0.8	-0.72	-0.46	-0.28	-0.39	-0.53	-0.55	-0.94	-0.94	-1.06
2022	-0.94	-0.89	-0.97	-1.11	-1.11	-0.75	-0.69	-0.97	-1.07	-0.99	-0.9	-0.85

Anexo N° 09: Datos históricos del El Niño 4: <https://psl.noaa.gov/data/correlation/nina4.anom.data>

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1950	-1.38	-1.53	-1.8	-1.73	-1.18	-0.84	-1.26	-1.25	-1.49	-1.63	-1.7	-1.4
1951	-1.1	-1.11	-0.58	-0.42	0.26	0.08	0.23	-0.26	-0.12	-0.22	-0.04	0.04
1952	-0.04	-0.16	-0.34	-0.16	-0.25	-0.47	-0.77	-0.79	-0.37	-0.7	-0.54	-0.69
1953	-0.34	-0.22	-0.29	-0.14	0.01	0.18	-0.05	-0.22	-0.46	-0.1	-0.11	0.03
1954	0.04	-0.02	-0.35	-0.71	-0.71	-0.8	-1.08	-1.16	-1.27	-1.48	-1.16	-1.24
1955	-0.91	-1.09	-1.23	-1.06	-1.1	-0.96	-0.86	-1.25	-1.35	-2	-2	-1.45
1956	-1.28	-1.19	-1.1	-1.1	-0.91	-0.79	-1.04	-1.46	-1.42	-1.12	-0.81	-0.65
1957	-0.61	-0.47	-0.45	-0.06	0.01	-0.38	-0.55	-0.04	-0.11	0.02	0.07	0.34
1958	0.73	0.93	0.67	0.27	0.07	0.02	-0.06	-0.14	-0.15	0.01	-0.02	0.11
1959	0.05	-0.21	-0.32	-0.18	-0.26	-0.45	-0.63	-0.54	-0.56	-0.44	-0.66	-0.51
1960	-0.7	-0.75	-0.57	-0.62	-0.5	-0.64	-0.75	-0.72	-0.71	-0.6	-0.38	-0.13
1961	-0.35	-0.41	-0.53	-0.72	-0.64	-0.51	-0.71	-0.87	-0.7	-0.93	-0.61	-0.54
1962	-0.66	-0.66	-0.56	-0.59	-0.8	-0.59	-0.77	-0.81	-0.85	-0.82	-0.8	-0.8
1963	-0.86	-0.72	-0.35	-0.34	-0.51	-0.65	-0.28	0	0.24	0.23	0.01	0
1964	0.09	-0.15	-0.64	-0.61	-0.71	-1.03	-1.11	-1.37	-1.71	-1.62	-1.74	-1.6
1965	-1.09	-0.76	-0.75	-0.92	-0.41	-0.09	0.01	0.12	0.12	0.51	0.41	0.33
1966	0.38	0.44	0.76	0.17	-0.06	-0.04	0.08	-0.21	-0.19	-0.08	-0.05	-0.33
1967	-0.72	-0.78	-0.5	-0.19	-0.15	-0.39	-0.38	-0.47	-0.56	-0.43	-0.36	-0.39
1968	-0.46	-0.47	-0.57	-0.46	-0.6	-0.09	-0.34	-0.21	-0.19	-0.07	0.4	0.63
1969	0.92	1.08	0.63	0.4	0.33	-0.04	-0.17	0.13	0.4	0.56	0.49	0.39
1970	0.21	0.29	0.01	-0.05	-0.09	-0.35	-0.46	-0.9	-1.11	-1.17	-1.13	-1.5
1971	-1.67	-1.38	-1.31	-1.17	-1.07	-1.14	-1.2	-1.25	-1.46	-1.32	-0.98	-0.68
1972	-0.69	-0.31	-0.16	0.11	0.11	0.1	0.13	-0.04	0.11	0.4	0.53	0.67
1973	0.67	0.4	0.01	-0.37	-0.43	-0.82	-1.05	-1.35	-1.49	-1.65	-1.92	-2.04
1974	-2.02	-1.48	-1.15	-1.2	-1.14	-1.08	-1.16	-0.82	-1.05	-1.23	-1.14	-1.12
1975	-0.71	-0.55	-0.86	-0.99	-1.15	-1.43	-1.53	-1.76	-2.05	-2.21	-2.11	-2.15
1976	-1.74	-1.3	-0.98	-0.82	-0.77	-0.76	-0.72	-0.62	-0.5	-0.03	0.09	-0.25
1977	-0.1	-0.15	-0.23	-0.23	-0.35	-0.17	-0.06	-0.08	0.19	0.28	0.32	0.41

1978	0.4	0.19	-0.14	-0.59	-0.4	-0.56	-0.62	-0.59	-0.48	-0.56	-0.39	-0.17
1979	0.04	-0.11	-0.02	-0.02	-0.18	-0.24	-0.2	-0.45	-0.29	-0.18	0.12	0.29
1980	0.37	0.36	0.19	0.14	0.26	0.16	0.02	-0.29	-0.27	-0.02	-0.02	-0.03
1981	-0.13	-0.17	-0.17	-0.52	-0.56	-0.59	-0.73	-0.71	-0.4	-0.38	-0.31	-0.09
1982	-0.03	-0.18	0.07	0.33	0.39	0.45	0.13	0.09	0.33	0.67	0.57	0.51
1983	0.39	0.33	0.23	0.04	0.16	0	-0.27	-0.4	-0.78	-0.89	-1.01	-0.83
1984	-0.83	-0.72	-0.85	-0.88	-0.78	-0.78	-0.59	-0.62	-0.54	-0.74	-0.91	-0.95
1985	-0.64	-0.71	-1.01	-1.14	-0.98	-0.95	-0.72	-0.58	-0.48	-0.4	-0.35	-0.24
1986	-0.25	-0.23	-0.16	-0.34	-0.33	-0.19	-0.08	0.06	0.22	0.23	0.38	0.32
1987	0.3	0.5	0.47	0.08	0.19	0.4	0.49	0.59	0.78	0.82	0.82	0.76
1988	0.65	0.45	0.14	-0.36	-0.62	-0.88	-0.94	-0.77	-0.92	-1.64	-1.73	-1.77
1989	-1.72	-1.53	-1.16	-1.01	-0.79	-0.92	-0.85	-0.77	-0.5	-0.45	-0.54	-0.12
1990	0.16	0.38	0.31	0.12	-0.06	-0.05	0.02	0.13	0.22	0.39	0.5	0.65
1991	0.58	0.54	0.34	0.34	0.46	0.38	0.45	0.47	0.33	0.7	0.69	0.81
1992	0.62	0.89	0.64	0.46	0.31	0.27	0.31	0.14	0.1	0	-0.01	0.07
1993	0.22	0.1	0.05	0.04	0.07	0.04	0.07	0.13	0.3	0.02	0.09	0.18
1994	0.11	-0.06	0.05	0.11	0.23	0.26	0.5	0.71	0.54	0.69	0.75	0.92
1995	0.72	0.71	0.71	0.52	0.39	0.21	0.03	-0.14	-0.35	-0.45	-0.59	-0.5
1996	-0.47	-0.52	-0.4	-0.46	-0.45	-0.48	-0.45	-0.32	-0.37	-0.31	-0.23	-0.19
1997	0.01	0.19	0.24	0.59	0.53	0.26	0.47	0.5	0.68	0.58	0.69	0.57
1998	0.64	0.59	0.3	-0.07	-0.26	-0.71	-0.78	-1.02	-1.02	-1.34	-1.45	-1.48
1999	-1.68	-1.64	-1.35	-1.21	-1.03	-1.01	-1.14	-1.1	-0.97	-0.97	-1.27	-1.36
2000	-1.33	-1.47	-1.43	-1.43	-1.29	-0.91	-0.73	-0.62	-0.49	-0.65	-0.77	-0.95
2001	-0.89	-0.82	-0.71	-0.59	-0.39	-0.17	0.09	0.05	0.21	0.19	0.08	0.12
2002	0.4	0.46	0.25	0.41	0.6	0.64	0.63	0.64	0.61	0.65	0.85	0.84
2003	0.57	0.69	0.6	0.33	-0.05	0.1	0.19	0.19	0.18	0.36	0.37	0.43
2004	0.43	0.38	0.1	0.09	0.11	0.22	0.42	0.55	0.69	0.7	0.76	0.87
2005	0.88	0.67	0.61	0.42	0.29	0.17	-0.11	-0.06	0.03	0.09	-0.14	-0.26
2006	-0.5	-0.67	-0.59	-0.34	-0.06	0.06	0.2	0.42	0.63	0.69	0.92	0.92
2007	0.65	0.46	0.34	0.1	-0.08	-0.07	-0.22	-0.31	-0.65	-0.85	-1.09	-1.12
2008	-1.45	-1.58	-1.35	-1.16	-1.11	-1.01	-0.83	-0.75	-0.68	-0.59	-0.72	-0.81

2009	-0.95	-0.85	-0.58	-0.26	-0.01	0.18	0.29	0.44	0.57	0.92	1.12	1.18
2010	1.12	0.88	0.75	0.5	0.1	-0.31	-0.79	-1.25	-1.44	-1.61	-1.59	-1.45
2011	-1.4	-1.05	-0.81	-0.74	-0.57	-0.51	-0.48	-0.63	-0.76	-0.9	-0.9	-1.01
2012	-1.02	-0.91	-0.77	-0.59	-0.52	-0.39	-0.26	0.08	0.21	0.31	0.3	0.06
2013	-0.08	-0.19	-0.37	-0.27	-0.23	-0.2	-0.24	-0.18	-0.11	-0.04	0.04	-0.06
2014	-0.18	0.07	0.28	0.35	0.53	0.39	0.14	0.25	0.39	0.48	0.73	0.76
2015	0.75	0.87	0.9	0.98	0.94	0.92	0.88	0.99	1.06	1.08	1.44	1.37
2016	1.22	1.22	1.07	0.74	0.53	0.39	0.15	-0.06	-0.25	-0.44	-0.46	-0.19
2017	-0.16	-0.09	-0.03	0.06	0.19	0.32	0.26	0.08	-0.04	-0.2	-0.4	-0.52
2018	-0.44	-0.35	-0.22	0.02	0.16	0.24	0.23	0.45	0.58	0.95	0.92	0.91
2019	0.76	0.71	0.64	0.52	0.54	0.61	0.76	0.65	0.58	0.75	0.76	0.87
2020	0.85	0.78	0.75	0.52	0.09	0.12	-0.01	-0.31	-0.55	-0.8	-0.9	-1
2021	-1.05	-0.96	-0.65	-0.43	-0.21	-0.14	-0.23	-0.28	-0.54	-0.73	-0.68	-0.74
2022	-0.37	-0.37	-0.69	-0.83	-0.8	-0.7	-0.98	-1.09	-1.17	-1.12	-0.99	-0.84

Anexo N°10: Script para la construcción de la cronología Maestra de la especie *Terminalia oblonga*.

Construyendo la cronología en dplR

Paso 1: Vamos cargar los paquetetes necesarios (antes es necesario instalar los paquetes en install.packages).

```
library(reshape2)
library(dplR)
library(tidyr)
library(dplyr)
library(ggplot2)
library(cowplot)
library(treeclim)
library(pointRes)
```

Paso 2: Vamos explicar para R donde esta los archivos.

```
setwd("C:/TESIS ASESORAMIENTO/Ranilla/Escaneo para estudio dendrocronologico/nuevo 181123")
```

Paso 3: Vamos a decir en cual archivo estan los datos y crear objetos para ellos.

En esta etapa TAHYFIL es el archivo exportado por CDendro conteniendo las series previamente seleccionado por datación cruzada (COFECHA).

Outros dois arquivos são o crono2 (formato largo) e clim_all (formato longo) que são específicos para análises distintas.

Lá no final do script será necessário um outro tipo de arquivo, o .rwl ou Tucson, para realizar outra análise. No entanto, não se preocupe com isso agora.

```
tahyfil <- read.table("C:/TESIS ASESORAMIENTO/Ranilla/Escaneo para estudio dendrocronologico/nuevo
181123/TAHYFIL.txt", sep = "\t",header = T)
crono2 <- read.table("C:/TESIS ASESORAMIENTO/Ranilla/Escaneo para estudio dendrocronologico/nuevo
181123/cronoC.txt", sep = "\t",header = T)
clim_mdd <- read.table("C:/TESIS ASESORAMIENTO/Ranilla/Escaneo para estudio dendrocronologico/nuevo
181123/clim_mdd.txt", sep = "\t",header = T)
```

Paso 4: Vamos a anular la columna de años.

```
rwl_data <- tahyfil  
row.names(rwl_data) <- rwl_data$Year  
rwl_data$Year <- NULL
```

Paso 5: Ahora vamos a aplicar la función detrend y montar la cronología.

```
tree_rwi <- detrend(rwl=rwl_data, make.plot=F, method="Spline", nyrs=40)
```

Paso 6: Vamos a leer los parámetros de la cronología que acabamos de montar.

La función que hace es rwi.stats.

```
stats <- rwi.stats(tree_rwi)# estadísticas como rbar (promedio de todas as correlaciones entre todas las séries), EPS  
sens1(tree_rwi) # sensibilidad, use con cuidado!
```

Paso 7: Vamos probar las correlaciones entre cronología y las séries analizadas.

La función interseries.cor muestra eso.

```
ints.cor <- interseries.cor(tree_rwi, prewhiten = T, method = "pearson") #correlacionar cada série con la cronología  
(diferente de rbar!)  
avg.int.cor <- mean(ints.cor$res.cor) # promedio de correlación de cada série con la cronologia
```

Paso 8: Vamos a volver la cronología promedio de las séries.

Esto es hecho a partir de la función chron.

```
TAHYFIL_crn <- chron(tree_rwi, prefix='AI') # Cronologia como promedio de todas las séries indexadas
```

Paso 9: Vamos truncar las séries (aquí para el mínimo de 10 muestras).

subset ayuda en este proceso.

```
TAHYFIL_trunc <- subset(TAHYFIL_crn, samp.depth > 10) # Truncar la cronología en la profundidad de las muestras >
número de años
plot.crn(TAHYFIL_trunc, add.spline=TRUE, nyrs=22)
plot.crn(TAHYFIL_crn, add.spline=TRUE, nyrs=22) # Cronología sin truncar
```

```
###otro modelo de gráfico de cronología een Verde
```

```
my.cols <- c("#3182BD", "#9ECAE1", "#DEEBF7", "#31A354", "#A1D99B", "#E5F5E0")
plot.crn(TAHYFIL_trunc, add.spline=TRUE, nyrs=22, crn.line.col=my.cols[5],
        spline.line.col=my.cols[4], samp.depth.col=my.cols[3], samp.depth.border.col=my.cols[2],
        abline.col=my.cols[1], crn.lwd=1.5, spline.lwd=3, abline.lwd=1)
```

```
## Escribir las séries en un archivo en formato de tabla ayuda en comparaciones futuras.
## Aqui isso é feito com write.csv.
```

```
write.csv(TAHYFIL_crn, "TAHYFIL_crn")
write.csv(TAHYFIL_trunc, "TAHYFIL_trunc")
```