



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y AMBIENTAL

TASAS DE CRECIMIENTO DE ÁRBOLES DE LOS BOSQUES ESTACIONALMENTE SECOS DEL VALLE DEL MARAÑÓN, NORTE DEL PERÚ

TESIS PARA OPTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

Autores : **Bach. Jahaira Bright Inga Diaz**
Bach. Anghie Lisbeth Rondoy Cordova

Asesor : **Dr. José Luis Marcelo Peña**

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

JAÉN – PERÚ
2025

11% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

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

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN


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

ACTA DE SUSTENTACIÓN

El día 25 de julio del año 2025 siendo las 11:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado evaluador de manera presencial, en la sala de docentes de la escuela de Ingeniería Forestal y Ambiental.

Presidente: MSc. Helder Aguirre de los Ríos

Secretario: M. Sc. Gustavo Adolfo Martínez Sovero

Vocal: Dr. Lupo Leonidas Varas Ponce

, para evaluar la sustentación del:

- () Informe final de tesis
() Proyecto de tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

"TASAS DE CRECIMIENTO DE ÁRBOLES DE LOS BOSQUES ESTACIONALMENTE SECOS DEL VALLE DEL MARAÑÓN, NORTE DEL PERÚ" presentado por los estudiantes **Jahaira Bright Inga Diaz y Anghie Lisbeth Rondoy Cordova**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- () Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | (<input type="checkbox"/>) |
| b) Muy bueno | 16, 17 | (<input type="checkbox"/>) |
| c) Bueno | 14, 15 | (<input checked="" type="checkbox"/>) |
| d) Regular | 13 | (<input type="checkbox"/>) |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | (<input type="checkbox"/>) |

Siendo las 12:15 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 25 de julio del 2025



MSc. Helder Aguirre de los Ríos
Presidente



M. Sc. Gustavo Adolfo Martínez
Secretario



Dr. Lupo Leonidas Varas Ponce
Vocal

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Nosotras, Anghie Lisbeth Rondoy Cordova identificada con DNI 76092712 y Jahaira Brighit Inga Diaz con DNI 70570776, egresados de la carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén.

Declaro bajo juramento que:

1. Somos Autoras del trabajo titulado:

“TASAS DE CRECIMIENTO DE ÁRBOLES DE LOS BOSQUES ESTACIONALMENTE SECOS DEL VALLE DEL MARAÑÓN, NORTE DEL PERÚ”.

Asesorado por José Luis Marcelo Peña.

El mismo que presento bajo la modalidad de Proyecto de Tesis para optar; el Título Profesional/Grado Académico de Ingeniero Forestal y Ambiental.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

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

Fecha: Jaén, 20, agosto del 2025.



ANGHIE LISBETH RONDOY CORDOVA



JAHAIRA BRIGHIT INGA DIAZ

ÍNDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. MATERIALES Y MÉTODOS	9
2.1.Ubicación del área de estudio.....	9
2.2.Materiales	10
2.3.Métodos	10
III. RESULTADOS	22
3.1.Descripción macroscópica del leño de las especies	22
3.2.Estimación de las edades de las especies evaluadas:	22
3.3.Tasas de crecimiento de las especies evaluadas.....	26
3.4.Índices de crecimiento.....	27
3.5.Comparación de las curvas de crecimiento	28
IV. DISCUSIÓN	30
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
5.1.Conclusiones	32
5.2.Recomendaciones	33
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
AGRADECIMIENTO	39
DEDICATORIA	40
ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Criterios para la selección de muestras.	14
Tabla 2: Parámetros estadísticos de <i>Ruprechtia aperta</i>	26
Tabla 3: Parámetros estadísticos de <i>Ruprechtia albida</i>	26
Tabla 4: Parámetros estadísticos de <i>Lafoensia acuminata</i>	27
Tabla 5: Especies con sus índices de crecimiento máximos, mínimos y promedios.	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación de las áreas de estudio.	9
Figura 2: Flujograma con los pasos seguidos en el proceso de análisis dendrocronológico.	10
Figura 3: Ruprechtia aperta.	11
Figura 4: Ruprechtia albida.	15
Figura 5: Lafoensia acuminata.	13
Figura 6: Muestras recolectadas por método destructivo.	15
Figura 7: Lijado y pulido de muestras.	16
Figura 8: Ejemplos sugeridos para la toma de radios.	17
Figura 9: Identificación y marcación de anillos de crecimiento.	17
Figura 10: Escaneo de muestras.	18
Figura 11: Marcación y Correlación de la especie Ruprechtia aperta con otro radio del mismo árbol.	19
Figura 12: Creación de la colección para la especie Ruprechtia aperta y exportada en formato TUCSON y TABULAR.	20
Figura 13: Cofechado de la especie Ruprechtia aperta.	21
Figura 14: Series anuales y proceso de cofechado para la obtención de cronología master de Ruprechtia aperta.	23
Figura 15: Series anuales y proceso de cofechado para la obtención de cronología master de Ruprechtia albida.	24
Figura 16: Series anuales y proceso de cofechado para la obtención de cronología master de Lafoensia acuminata.	25
Figura 17: Comparación de las cronologías de las especies Ruprechtia aperta, Ruprechtia albida y Lafoensia acuminata.	29

RESUMEN

Los Bosques estacionalmente secos (BES) del Valle del Marañón, al norte de Perú, predominan una cuantiosa biodiversidad, pero enfrentan una desafiante presión antropogénica que ha desencadenado en una severa fragmentación y reducción. Los objetivos de esta investigación fueron evaluar las tasas de crecimiento de *Ruprechtia aperta*, *Ruprechtia albida* y *Lafoensia acuminata*, estimar sus edades, determinar sus índices de crecimiento y comparar las curvas de crecimiento, a través del conteo de anillos del fuste. Los resultados determinaron una tasa de crecimiento promedio de 1.01 mm/año para *Ruprechtia aperta*, 0.78 mm/año para *Ruprechtia albida* y 1.43 mm/año para *Lafoensia acuminata*, con edades de 67, 46 y 27 años respectivamente. Además, se obtuvieron índices promedio de 0.83 para *Ruprechtia aperta*, 0.85 para *Ruprechtia albida* y 0.87 para la especie *Lafoensia acuminata*. Estos resultados son relevantes para la gestión forestal y la conservación de las especies estudiadas, ya que permiten comprender mejor su dinámica de crecimiento y su respuesta a cambios en el clima.

Palabras claves: BES, fragmentación, presión antropogénica, crecimiento.

ABSTRACT

The seasonally dry forests (BES) of the Marañón Valley, northern Peru, are dominated by a rich biodiversity, but face challenging anthropogenic pressure that has triggered severe fragmentation and reduction. The objectives of this research were to evaluate the growth rates of *Ruprechtia aperta*, *Ruprechtia albida* and *Lafoensia acuminata*, estimate their ages, determine their growth indices and compare the growth curves, through trunk ring counting. The results determined an average growth rate of 1.01 mm/year for *Ruprechtia aperta*, 0.78 mm/year for *Ruprechtia albida* and 1.43 mm/year for *Lafoensia acuminata*, with ages of 67, 46 and 27 years respectively. In addition, average indices of 0.83 were obtained for *Ruprechtia aperta*, 0.85 for *Ruprechtia albida*, and 0.87 for *Lafoensia acuminata*. These results are relevant to forest management and the conservation of the studied species, as they allow for a better understanding of their growth dynamics and response to climate change.

Keywords: BES, fragmentation, anthropogenic pressure, growth.

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques estacionalmente secos (BES) del norte del Perú se caracterizan por presentar árboles caducifolios de menor diámetro y altura que los bosques húmedos, con un período seco de aproximadamente medio año y escasas precipitaciones (Pennington et al, 2000; Gentry, 1995). Se estima que la superficie total de este ecosistema es de 3.6 millones de hectáreas, representando el 4.7% del total de bosques en el Perú (MINAM, 2018)

Los BES del marañón albergan una alta tasa de endemismos tanto en especies de flora (30%) como de fauna. (Marcelo-Peña et al., 2016). Sin embargo, en los últimos años han sido ocupados constantemente por centenas de familias que, al encontrar tierras fértiles han interferido y deforestado para el desarrollo de actividades antropogénicas (ganadería y agricultura) (MINAM, 2014). A esta problemática se le suma, la construcción de carreteras, trochas, invasiones, el aumento de espacios para construcción de viviendas y demanda de especies para uso de combustible y parquet, generando una fragmentación completa del paisaje, convirtiéndose en una severa amenaza para la flora y fauna de los BES (Marcelo Peña et al, 2010).

La sobreexplotación de las especies arbóreas de los BES, ha generado una fuerte reducción, eliminando árboles adultos de buen porte y diámetro, quedando en el bosque principalmente individuos juveniles menores a 30 años. (Marcelo-Peña et al., 2020). No obstante, hay escasa información sobre las tasas de crecimiento y edad de los árboles del valle del Marañón, para este propósito se emplean dos enfoques, la instalación de parcelas permanentes de monitoreo y los estudios dendrocronológicos a través de los anillos de crecimiento.

En la actualidad, la dendrocronología es considerada como la disciplina que permite identificar, analizar y determinar la edad de los árboles a través de los anillos de crecimiento presentes en la madera, aprovechando los datos registrados para investigaciones ambientales e históricas (Tomazello et al., 2001). Asimismo, es una herramienta clave para comprender el crecimiento de los árboles, con relevancia directa en la planificación de la gestión sostenible de los bosques (Tomazello et al., 2008).

Este trabajo de investigación tiene el propósito de estimar la edad de *Ruprechtia aperta*, *Ruprechtia albida* y *Lafoensia acuminata* de los BES del valle del Marañón, determinar los índices de crecimiento de las especies a evaluar y comparar las curvas de crecimiento de las tres especies arbóreas seleccionadas, cuyos resultados servirán de base para la gestión en la conservación de los bosques y asegurar la permanencia de las especies de importancia económica o endémicas de la zona.

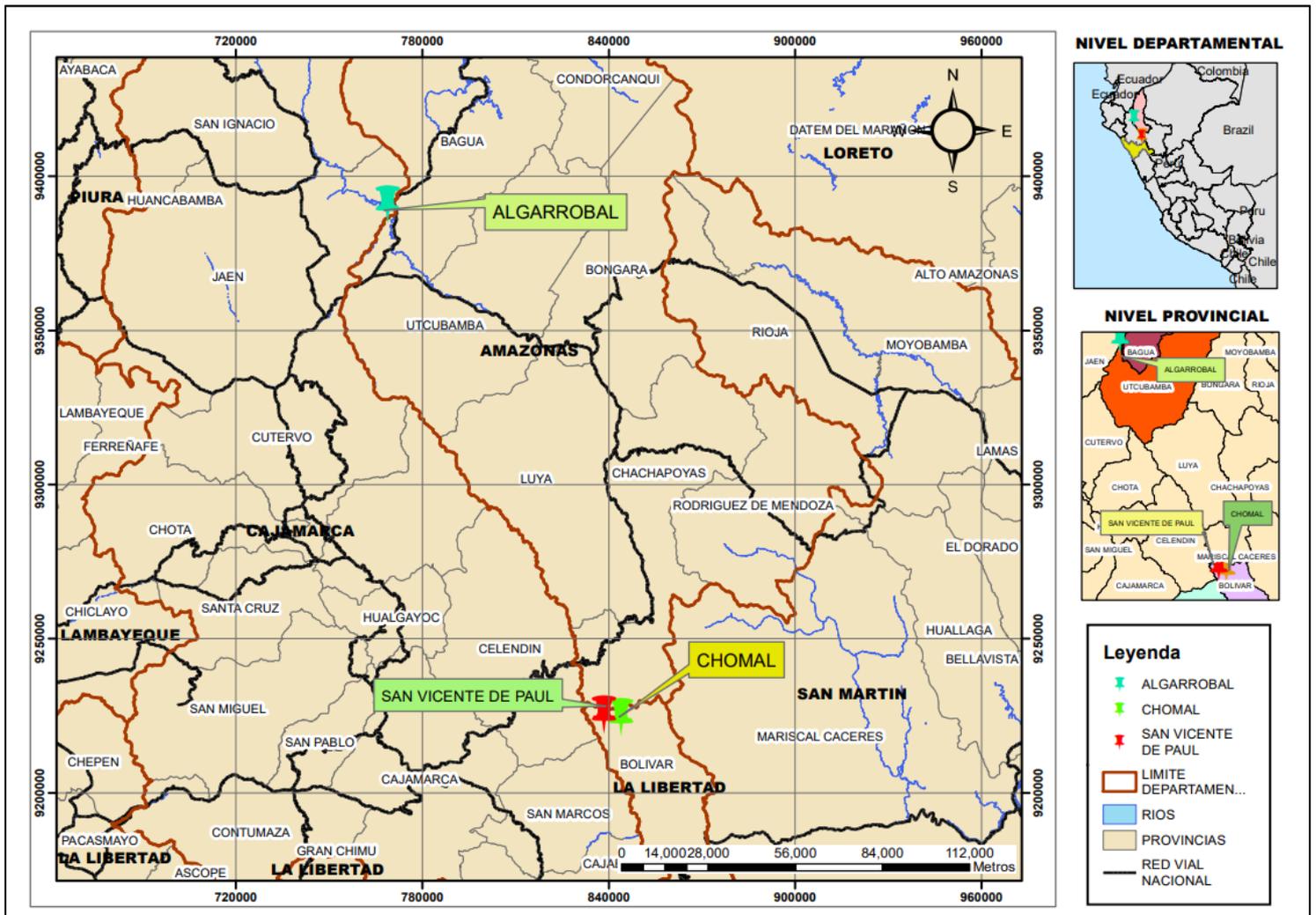
II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del área de estudio

Las tres especies arbóreas seleccionadas se encontraron en fragmentos de Bosques Estacionalmente secos del Valle del Marañón en las regiones de Cajamarca (El Algarrobal) y La Libertad (San Vicente de Paul y El Chomal) norte del Perú, con altitudes que van desde los 482 msnm (*Ruprechtia aperta*); 1445 msnm (*Ruprechtia albida*); y 2028 msnm para *Lafoensia acuminata*. (Figura 1)

Figura 1:

Mapa de ubicación de las áreas de estudio.



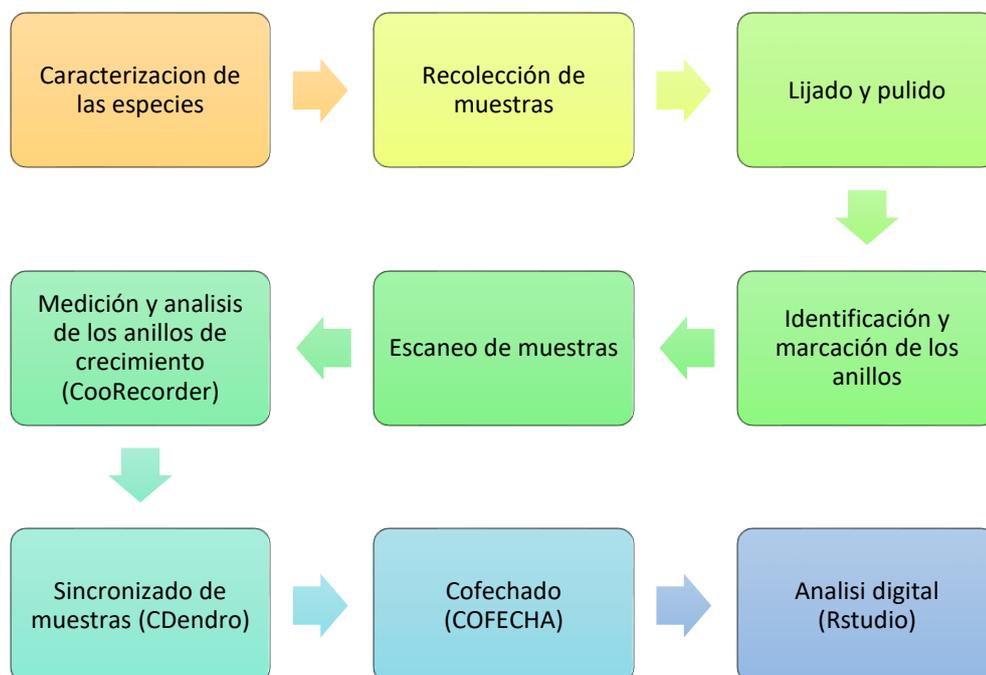
2.2. Materiales

En la ejecución del presente proyecto para abrir las trochas se usó machetes marca Bellota, la obtención de muestras se hizo mediante el uso de una motosierra marca Stihl, y los cortes fueron transversales. Posteriormente se usó una lijadora orbital marca DeWalt y lijas de diferente granulidad entre 80 - 600, con la finalidad de tener una mejor visualización de los anillos y puedan ser marcados con lápiz carboncillo para realizar el conteo.

2.3. Métodos

Figura 2:

Flujograma con los pasos seguidos en el proceso de análisis dendrocronológico.



- Caracterización de las especies seleccionadas

Ruprechtia aperta:

Nombre común; palo rojo. Arbusto de 4 metros de altura y 9 cm de diámetro. Ramas terminales cilíndricas, presenta hojas simples, alternas esparcidas con un promedio de 3 a 5 cm de largo y 1.5 a 3.5 cm de ancho, ápice agudo y base redonda. Inflorescencias masculinas de 5 cm de largo, flores masculinas con sépalos ovados a oblongos y pétalos ovados u oblongos. Inflorescencia femenina de hasta 9 cm de largo, con pelos esparcidos. Sus frutos son aquenios de 1.6 a 2.4 cm de largo hasta 0.5 cm de ancho, tres lobados, marrón anaranjado. (Marcelo Peña et al, 2010)

Uso: Comúnmente usado para leña y postes, posee un potencial ornamental.

Figura 3:

Ruprechtia aperta



Ruprechtia albida:

Nombre común; palo rojo. Árbol que alcanza alturas de 5 a 15 metros, corteza rugosa y de color marrón o grisácea, hojas simples, alternas y con forma ovado o elíptica de 5 a 15 cm de largo, cuenta con márgenes enteros o ligeramente ondulados. Inflorescencias axilares o terminales, solitarias o fasciculadas, color blanco a amarillo pálido. Fruto capsula o achenios. (Marcelo Peña et al, 2010)

Uso: Leña, postes y cercos vivos.

Figura 4:

Ruprechtia albida



Lafoensia acuminata

Nombre común; Guayacán de Manizales. Árbol semicaducifolio con altura de hasta 20m, especie heliófita, hojas simples, opuestas, dispuestas en dos filas, con una glándula en la punta de la hoja; flores blancas con pétalos ondulados y estambres largos, frutos dehiscentes (Alcaldía mayor de Bogotá, 2010).

Uso: Empleada en construcción y carpintería, y cuenta con un potencial para la reforestación.

Figura 5:

Lafoensia acuminata



Sarmiento Cruz, G.(2018,abril 27) Guayacán de Manizales (*Lafoensia acuminata*).

Fotografía

iNaturalistMX

recuperada

de:

<https://mexico.inaturalist.org/observations/11520356>

- Recolección de muestras

Las muestras recolectadas, fueron aprovechadas de fragmentos de BES que fueron talados por los pobladores, las especies estudiadas fueron *Ruprechtia aperta*, *Ruprechtia albida* y *Lafoensia acuminata*, para la selección se usaron los siguientes criterios: (Tabla 1)

Tabla 1:

Criterios para la selección de muestras.

CRITERIOS	DESCRIPCIÓN
Forma del fuste	Se eligieron árboles con fustes rectos (crecimiento antrópico), evitando individuos con inclinaciones o deformaciones.
Ausencia de daños estructurales	Se excluyeron muestras con pudrición, cavidades internas, ataque severo de insectos o daños mecánicos significativos
Integridad física del disco	Se seleccionaron discos completos, con medula visible, sin fracturas o pérdida de corteza.

Las muestras fueron cortadas con motosierras en rodajas de 5-6 cm de espesor, las mismas que fueron identificadas y codificadas para luego ser cubiertas con cartón del tamaño del diámetro de cada fuste para evitar el deterioro, y finalmente ser transportadas al Herbario Isidoro Sánchez Vega (ISV) de la Universidad Nacional de Jaén (figura 6).

Figura 6:

Muestras recolectadas por método destructivo.



- Lijado y pulido

Las muestras fueron pulidas en la sección trasversal del corte con lijas que fueron desde 80 hasta 600, empleando lijadoras orbitales eléctricas hasta que los anillos fueron perceptibles a simple vista. La lija más grande eliminó la aspereza dejada por el cepillo en la muestra y la lija más pequeña eliminó la mayoría de los rayones y asperezas dejadas por la arena de grava anterior hasta que quedó una superficie lisa y los anillos de crecimiento fueron claramente visibles. (Marcelo Peña *et.,al* 2019) (Figura 7)

Figura 7:

Lijado y pulido de muestras.

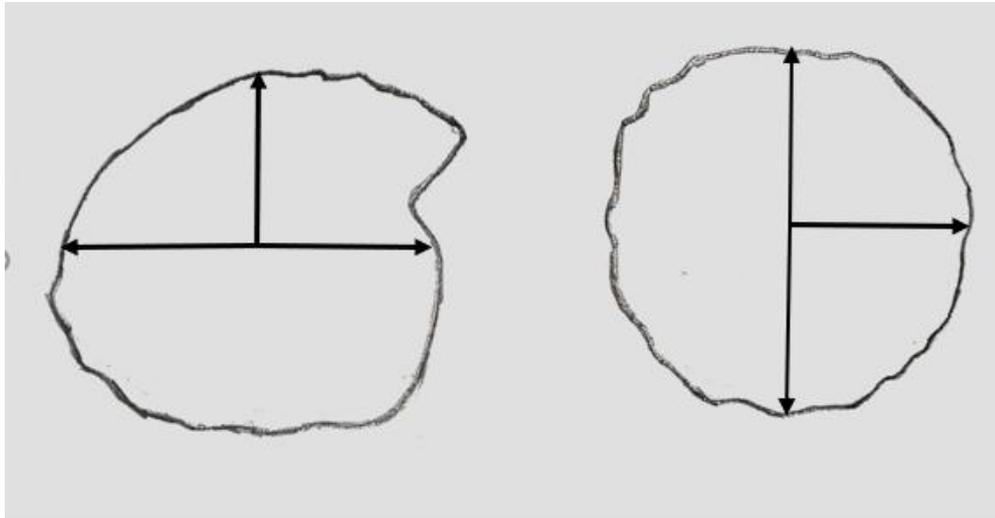


- Identificar los anillos de crecimiento

Fueron seleccionados tres radios en la sección transversal de las muestras de madera, esto con la finalidad de una mejor estimación del promedio de crecimiento (Brienen y Zuidema 2003). La identificación de los anillos de crecimiento se realizó mediante el marcado manual con la ayuda de un lápiz, luego para verificar la marcación completa de los anillos en todo el diámetro de las muestras analizadas se usó una lupa de 10x de aumento, esto con el propósito de evitar errores en el conteo y descartar anillos falsos. (Figura 9)

Figura 8:

Ejemplos sugeridos para la toma de radios.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9:

Identificación y marcación de anillos de crecimiento.



- Escaneo de muestras

Se obtuvieron imágenes digitales de la sección transversal pulidas y marcadas mediante el uso de un scanner Epson V750 Pro, con resolución mínima de 2400 dpi. (Figura 10)

Figura 10:

Escaneo de muestras.



- Medición y análisis de anillos de crecimiento

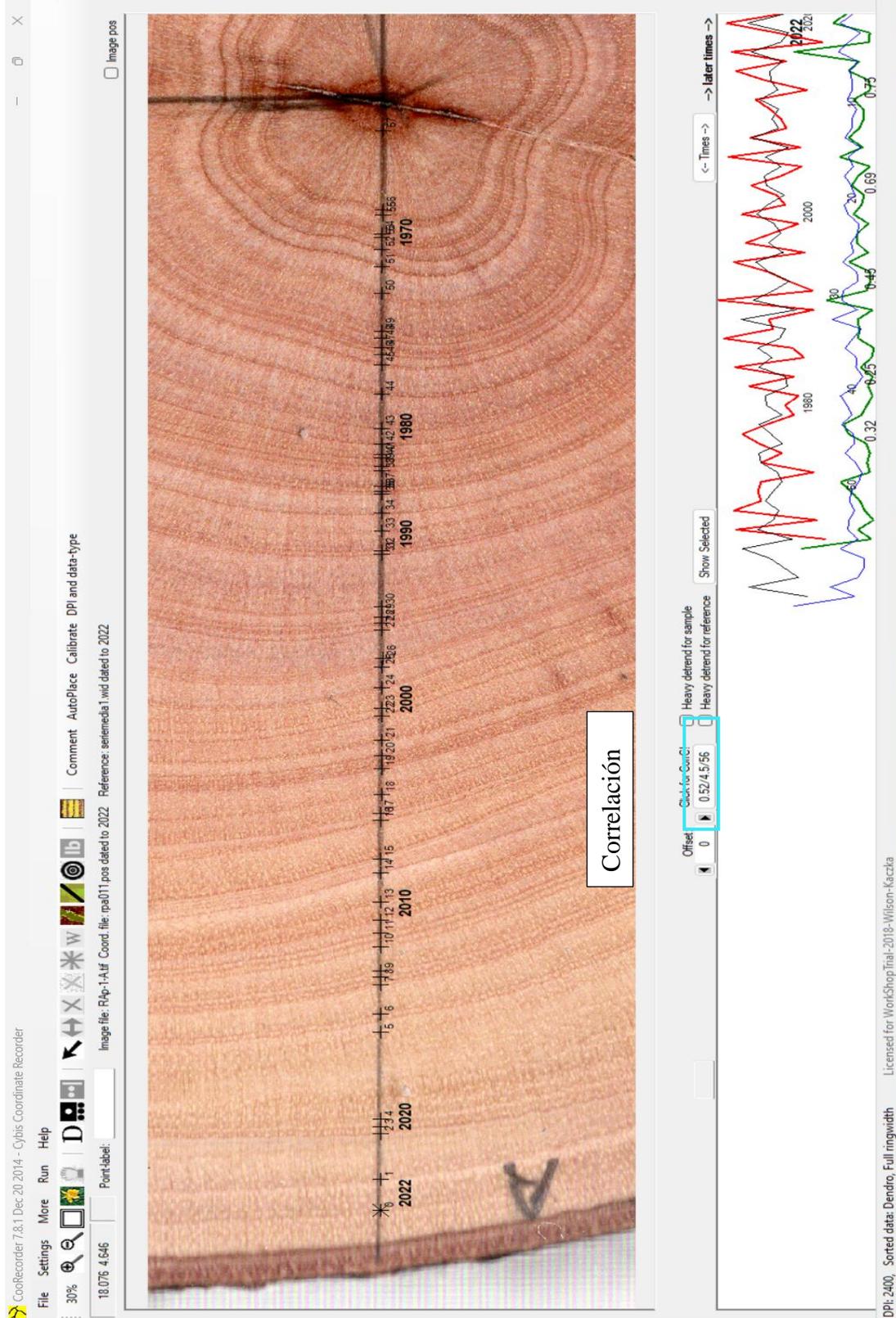
Se usó el programa CooRecorder, para realizar el conteo de anillos desde el más extremo ubicado antes de la corteza hacia el anillo más antiguo, cercano a la médula, teniendo como referencia el año que la muestra fue colectada. Posteriormente el uso del programa CDendro, permitió medir el ancho de los anillos y la sincronización de las muestras, permitiendo establecer medidas y cronologías precisas.

La Medición de los anillos de crecimiento de las especies mencionadas se realizaron usando el programa CooRecorder. La unidad de medida fue en mm. Para verificar los límites y el ancho de los anillos se tomó como referencia otro radio de leño de la misma especie con la finalidad de sincronizar las muestras y obtener correlaciones mayores a 0.32. Las líneas azul y negro pertenecen al radio usado como referencia, mientras que las líneas rojo y verde pertenecen al radio que se midió. (Figura 11)

Luego las imágenes se exportaron en formato pos, para ser analizadas en el programa CDendro.

Figura 11:

Marcación y Correlación de la especie Ruprechtia aperta con otro radio del mismo árbol.

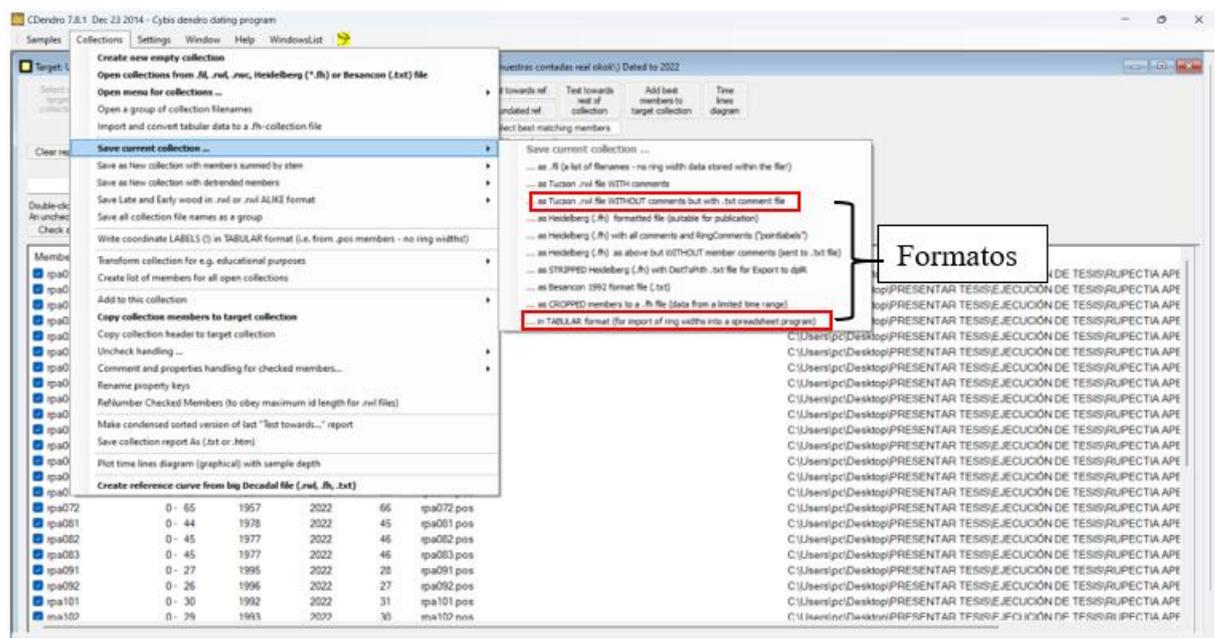


- Sincronizado de muestras

Se empleó el programa CDendro para verificar las correlaciones entre los radios de la misma especie, para ello se tomaron radios con mayor correlación, originando una serie media, que permitió tener como referencia para las muestras de madera que no tuvieron correlaciones iguales o mayores a 0.32. El procedimiento descrito se realizó varias veces, ajustándose hasta obtener mejores correlaciones, luego se crearon colecciones para las tres especies con las muestras ya ajustadas y una vez concluido este proceso, la data se exportó en formato TUCSON (.rwl,) y en formato TABULAR (Excel-xlsx). (Figura 12)

Figura 12:

Creación de la colección para la especie Ruprechtia aperta y exportada en formato TUCSON y TABULAR.



- Cofechado de las muestras

El cofechado permitió validar estadísticamente las correlaciones cruzadas, para ello se tuvo en cuenta especialmente el dato de la INTERCORRELACIÓN, el cual debe ser mayor o igual a 0.32 para ser aceptable, estos datos se consiguieron gracias al uso del software COFECHA. (Figura 13)

Figura 13:*Cofechado de la especie Ruprecthia aperta.*

```

Archivo  Editar  Ver

[ ] Dendrochronology Program Library          Run MEDIA Program COF 00:48 Wed 12 Jun 2024 Page 1
[ ]
[ ] P R O G R A M      C O F E C H A                      Version 6.00P  32672
-----
QUALITY CONTROL AND DATING CHECK OF TREE-RING MEASUREMENTS

File of DATED series:  mediaP.rwl

CONTENTS:

Part 1: Title page, options selected, summary, absent rings by series
Part 2: Histogram of time spans
Part 3: Master series with sample depth and absent rings by year
Part 4: Bar plot of Master Dating Series
Part 5: Correlation by segment of each series with Master
Part 6: Potential problems: low correlation, divergent year-to-year changes, absent rings, outliers
Part 7: Descriptive statistics

RUN CONTROL OPTIONS SELECTED                VALUE

  1 Cubic smoothing spline 50% wavelength cutoff for filtering
                                     32 years
  2 Segments examined are                60 years lagged successively by 30 years
  3 Autoregressive model applied          A Residuals are used in master dating series and testing
  4 Series transformed to logarithms      Y Each series log-transformed for master dating series and testing
  5 CORRELATION is Pearson (parametric, quantitative)
    Critical correlation, 99% confidence level .2997
  6 Master dating series saved            N
  7 Ring measurements listed              N
  8 Parts printed                         1234567
  9 Absent rings are omitted from master series and segment correlations (Y)

Time span of Master dating series is 1957 to 2022 66 years
Continuous time span is 1957 to 2022 66 years
Portion with two or more series is 1957 to 2022 66 years

*****
*C* Number of dated series 37 *C*
*O* Master series 1957 2022 66 yrs *O*
*F* Total rings in all series 1732 *F*
*E* Total dated rings checked 1732 *E*
*C* Series intercorrelation .337 *C*
*H* Average mean sensitivity .667 *H*
*A* Segments, possible problems 16 *A*
*** Mean length of series 46.8 ***
*****

Ln 1, Col 1 56,362 caracteres.

```

- **Análisis digital**

Para el procesamiento y análisis de los datos se hizo uso de un paquete dplR del programa RStudio, que permitió transformar las cronologías con tendencias biológicas en índice de ancho de anillos. Se escogió la curva exponencial negativa para el análisis de ambas especies. La curva exponencial preserva los eventos de media - baja frecuencia, obteniendo como resultado dos cronologías; cronología residual y cronología estándar (Cook, 1987). A partir del análisis estadístico, se verificaron los valores estadísticos de cronología. Estos fueron el EPS (Señal de población Expresada), Sensibilidad Media (SM), Correlación media entre series (Rbar), Glk y AC1 (Speer, 2010).

III. RESULTADOS

3.1. Descripción macroscópica del leño de las especies

3.1.1 *Ruprechtia aperta*

Anillos de crecimiento visible a simple vista, con bandas de parénquima visible y anillos múltiples en un solo año calendario. La albura y el duramen presenta un color marrón – beige. Parénquima axial visible bajo lente de 10x, paratraqueal aliforme en líneas. Porosidad visible, difusa, en disposición tangencial, múltiples. Radios bajo lente de 10x estratificados. (Ferreira C., Inga G. 2022)

3.1.2 *Ruprechtia albida*

Anillos de crecimiento visible a simple vista, con bandas de parénquima visible y anillos múltiples. La albura y el duramen presenta un color marrón. Parénquima axial visible bajo lente de 10x, paratraqueal aliforme. Presenta poros visibles, difusos, en posición tangencial, solitarios. Radios visibles con aumento de 10x no estratificados. (Ferreira C., Inga G. 2022)

3.1.3 *Lafoensia acuminata*

Anillos de crecimiento poco distintos a simple vista, con bandas de parénquima, anillos múltiples. La albura y duramen son de color amarillento. Parénquima axial visible con aumento de 10x, paratraqueal aliforme. Poros a simple vista, difusos, en disposición tangencial, solitarios. Radios visibles bajo lente de 10x, no estratificados. (Ferreira C., Inga G. 2022)

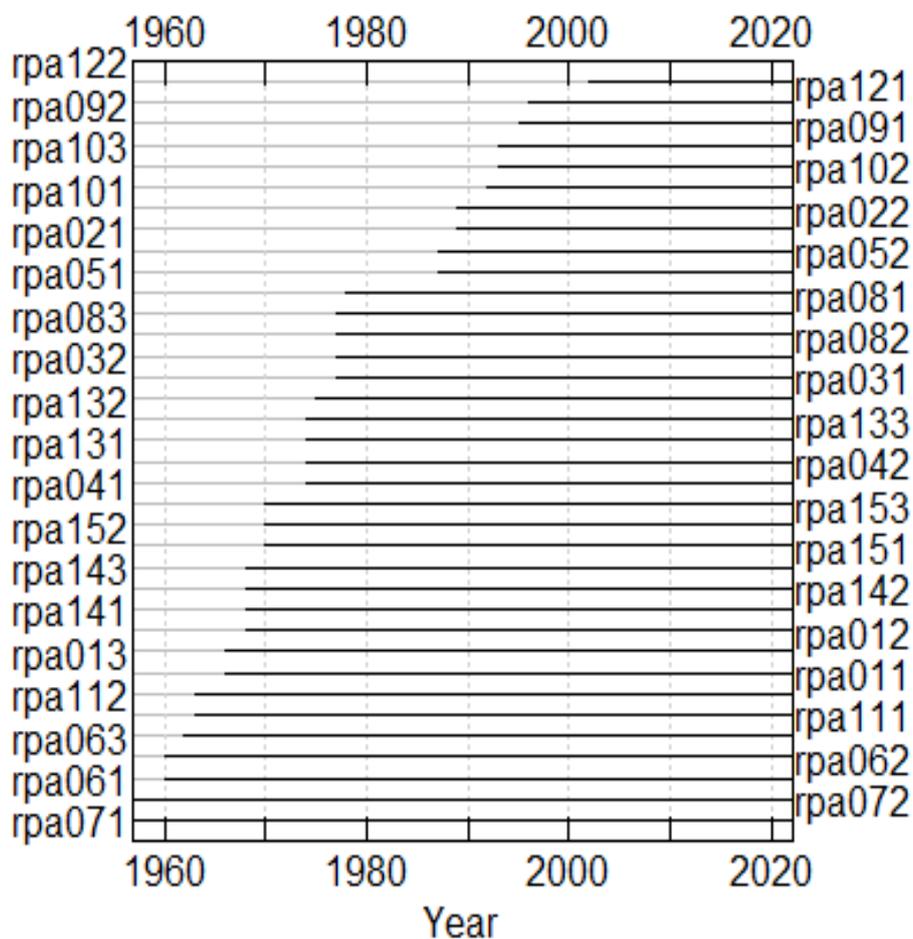
3.2. Estimación de las edades de las especies evaluadas:

3.2.1. *Ruprechtia aperta*

De las 37 series empleadas para la confección de la cronología master de *Ruprechtia aperta*, se obtuvo una intercorrelación de 0.33. Los árboles más juveniles presentaron edades de 22 años (2022 – 2000) y 29 años (2022 – 1993), mientras que los árboles más longevos presentaron edades de 64 años (2022 – 1958) y 67 años (2022 – 1955). (Figura 14)

Figura 14:

Series anuales y proceso de cofechado para la obtención de cronología master de Ruprechtia aperta.



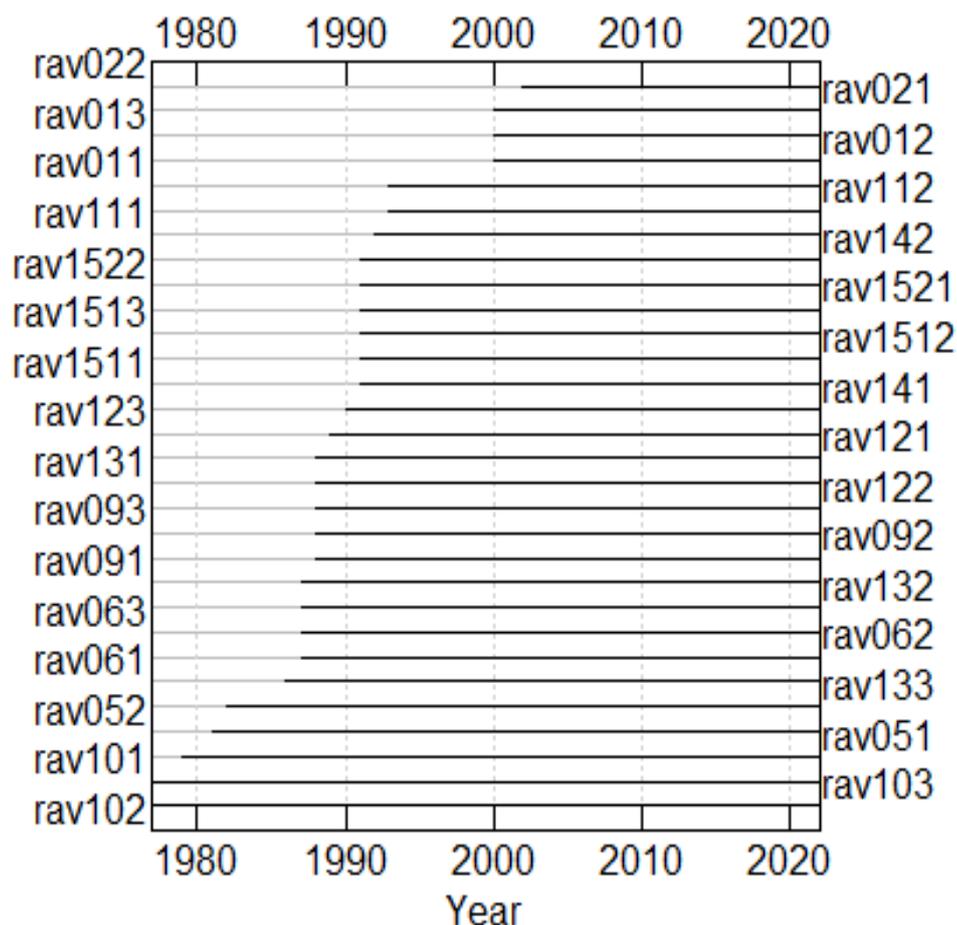
Nota. *Ruprechtia aperta* de Algarrobal (rpa) codificación dadas a las muestras, siendo las iniciales de la especie y de donde fueron extraídas, además, los dos primeros dígitos son la muestra y el último número el radio 1,2,3.

3.2.2. *Ruprechtia albida*

De las 35 series empleadas para la creación de la cronología de *Ruprechtia albida*, se obtuvo una intercorrelación de 0.32. Los árboles más juveniles presentaron edades de 17 y 18 años (2022 – 2005) y (2022 – 2004) respectivamente, mientras que los árboles más longevos presentaron edades de 44 años (2022 – 1978) y 46 años (2022 – 1976). (Figura 15)

Figura 15:

Series anuales y proceso de cofechado para la obtención de cronología master de Ruprechtia albida.



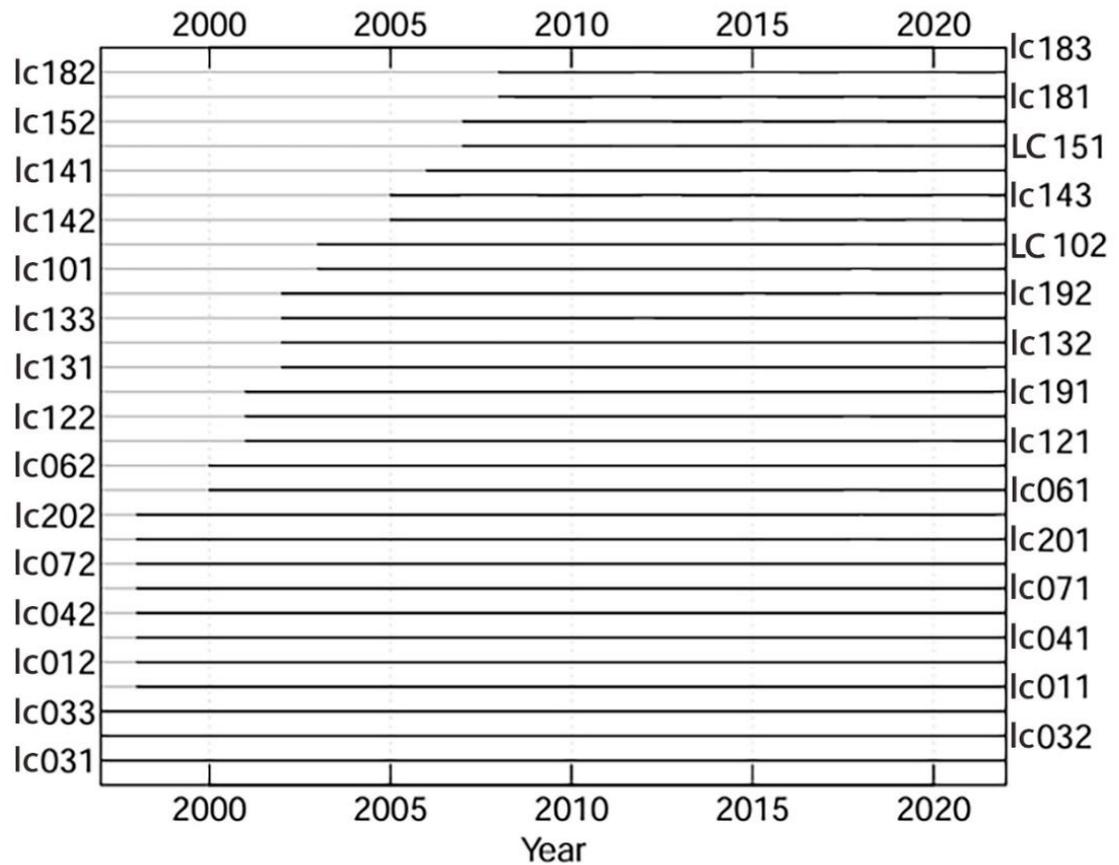
Nota. *Ruprechtia albida* de San Vicente (rav) codificación dadas a las muestras, siendo las iniciales de la especie y de donde fueron extraídas, además, los dos primeros dígitos son la muestra y el último número el radio 1,2,3.

3.2.3. *Lafoensia acuminata*

De las 30 series empleadas para la creación de la colección de *Lafoensia acuminata*, se obtuvo una intercorrelación de 0.52. Los árboles juveniles presentaron edades de 16 y 17 años (2022 – 2006) y (2022 – 2005) respectivamente, mientras que los árboles más longevos presentaron edades de 26 años (2022 – 1996) y 27 años (2022 – 1995). (Figura 16)

Figura 16:

Series anuales y proceso de cofechado para la obtención de cronología master de Lafoensia acuminata.



Nota. *Lafoensia acuminata* de Chomal (lc) codificación dadas a las muestras, siendo la inicial de la especie y de donde fueron extraídas, además, los dos primeros dígitos son la muestra y el ultimo numero el radio 1,2,3.

3.3. Tasas de crecimiento de las especies evaluadas.

Durante el período de estudio de 1955 a 2022, se analizaron los anillos de crecimiento de la especie *Ruprechtia aperta*, la cual mostró una tasa de crecimiento promedio de 1.01 mm/año.

Tabla 2:

Parámetros estadísticos de Ruprechtia aperta

Parámetros – Estadísticos	<i>Ruprechtia aperta</i>
Número de árboles	15
Número de las series fechadas	37
Número de mediciones (total de número de anillos medidos)	1748
Periodo	1955 – 2022
Intercorrelación media de las series	0.337
Sensibilidad media (Ms)	0.667

Ruprechtia albida en el intervalo de años de 1976 a 2022 presentó una tasa de crecimiento promedio de 0.78 mm/año.

Tabla 3:

Parámetros estadísticos de Ruprechtia albida

Parámetros – Estadísticos	<i>Ruprechtia albida</i>
Número de árboles	14
Número de las series fechadas	35
Número de mediciones (total de número de anillos medidos)	1099
Periodo	1976 – 2022
Intercorrelación media de las series	0.321
Sensibilidad media (Ms)	0.64

Por último, la especie *Lafoensia acuminata* para los años comprendidos entre 1995 a 2022, reveló una tasa de crecimiento promedio de 1.43 mm/año.

Tabla 4:

Parámetros estadísticos de Lafoensia acuminata

Parámetros – Estadísticos	<i>Lafoensia acuminata</i>
Número de árboles	13
Número de las series fechadas	30
Número de mediciones (total de número de anillos medidos)	644
Periodo	1995 – 2022
Intercorrelación media de las series	0.524
Sensibilidad media (Ms)	0.628

3.4. Índices de crecimiento

Ruprechtia aperta reveló índices de crecimiento radial notablemente bajas, siendo el mayor 1.73 en el año 2021 y el menor de 0.21 en el año 1961 y con un promedio de 0.83.

Respecto a la especie *Ruprechtia albida* cuenta como resultados similares siendo el índice más alto en el año de 2016 con 1.48, y el menor en el año 1980 con 0.18 teniendo un promedio de 0.85.

Por último, *Lafoensia acuminata* tiene unos de los índices promedio más bajo en su primer año con 0.45, y contando con unos de los índices de crecimiento mal altos en el año 2018 con 2.32, y mostrando un promedio de 0.87. (Tabla 5)

Tabla 5:

Especies con sus índices de crecimiento máximos, mínimos y promedios.

ESPECIE	INTERVALO	INTERCORRELACIÓN	ÍNDICE MAX	ÍNDICE MIN	INDICE PROM
<i>Ruprechtia aperta</i>	1955-2022	0.337	1.73	0.21	0.83
<i>Ruprechtia albida</i>	1976-2022	0.321	1.48	0.18	0.85
<i>Laphoensia acuminata</i>	1995-2022	0.524	2.32	0.45	0.87.

3.5.Comparación de las curvas de crecimiento

3.5.1. Comparar las cronologías estándar de índices de crecimiento

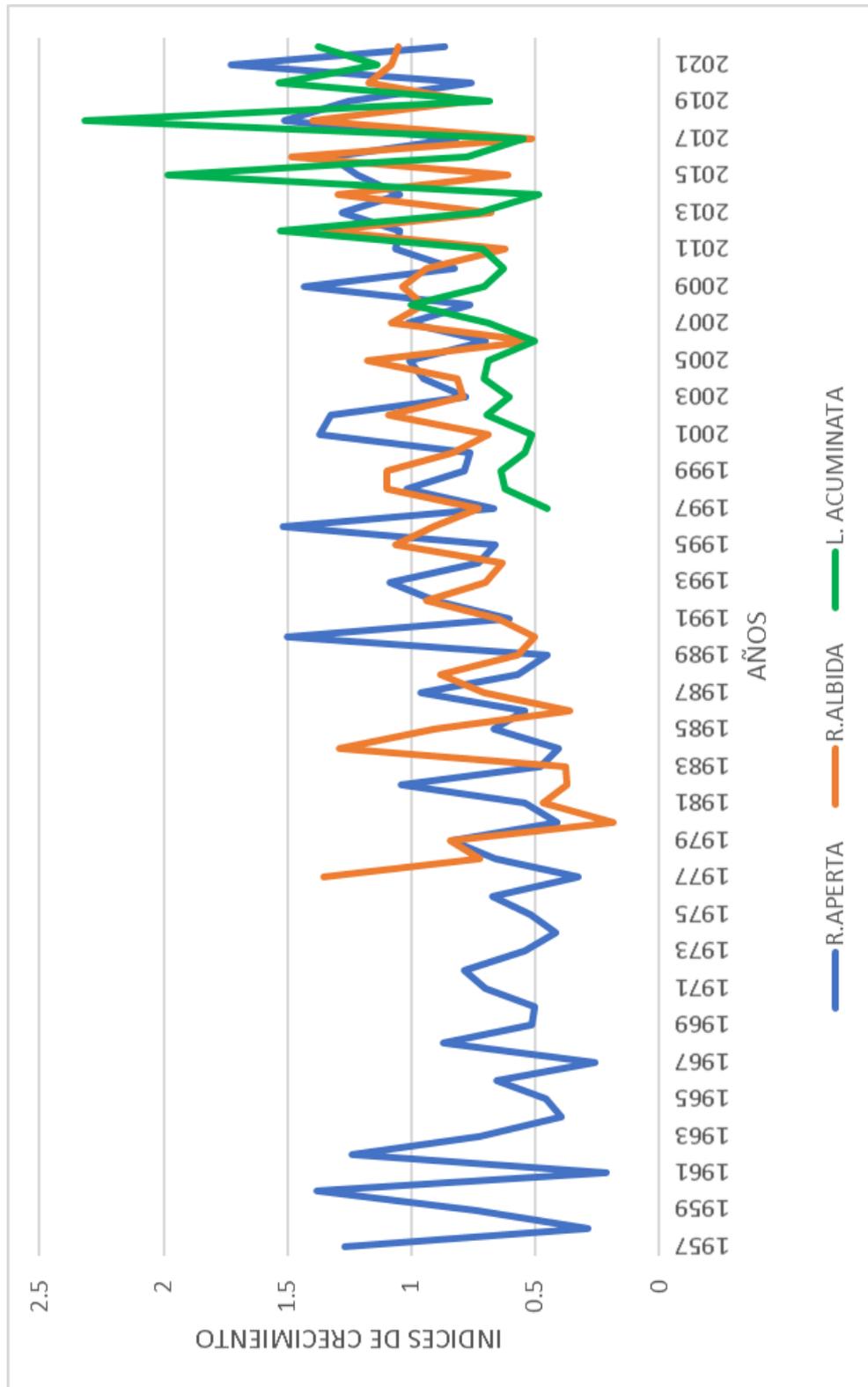
Ruprechtia aperta es una de las especies más longevas, mientras que *Lafoensia acuminata* es una de las más juveniles y muestra los más altos índices de crecimiento. Según los datos recopilados, *Lafoensia acuminata* alcanzó un índice de crecimiento anual mayor a 2 mm/año en 2018, y su menor crecimiento se registró en 1997 con un índice de 0.5 mm/año. *Ruprechtia albida* y *Lafoensia acuminata* mostraron una tendencia similar en sus patrones de crecimiento entre los años 2011-2013 y 2017-2019. (Figura 17)

Ruprechtia aperta por su parte al ser la más longeva cuenta con uno de los índices de crecimiento más bajo en el año 1961 con 0.21mm, siendo una etapa donde la especie sufrió mayor carencia de agua obligando a que tenga poco crecimiento, y teniendo su mayor crecimiento en el 2021 con un índice mayor a 1.5 mm. (Figura 17)

Ruprechtia albida nunca tuvo un índice de crecimiento mayor a 1.5 mm/año, es una especie difícil para trabajar en dendrocronología debido a sus anillos poco visibles y anillos falsos, teniendo su año de menor crecimiento en 1980 con 0.18 mm y su mayor en el 2016 con un valor de 1.48 mm. (Figura 17)

Figura 17:

Comparación de las cronologías de las especies Ruprechtia aperta, Ruprechtia albida y Lafoensia acuminata.



IV. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio evidencian que las especies analizadas en los BES del valle del Marañón son predominantemente juveniles, con *Ruprechtia aperta* como la más longeva, alcanzando 67 años, y *Lafoensia acuminata*, la más joven, con solo 27 años, coincide con el estudio de *E. cornuta*, que mostró una cronología de 22 años en el mismo bioma (Marcelo Peña et al., 2019). En contraste, *Eriotheca peruvian* fue documentada con una edad de 173 años (Zegarra Agüero, 2024), lo que indica que; bajo condiciones menos perturbadas, estas especies pueden alcanzar edades más altas.

El análisis de los anillos de crecimiento revela tasas de crecimiento promedio bajas donde, *Ruprechtia aperta* con 1.01 mm/año, *Ruprechtia albida* con 0.78 mm/año, y *Lafoensia acuminata* con 1.43 mm/año. Estos resultados contrastan con los hallazgos de Escalante et al., (2020) en Bolivia, donde árboles de *Mechaerium acutifolium* exhibieron un crecimiento anual promedio de 0.58 cm/año a la edad de 100 años. Esta discrepancia resalta cómo las condiciones ambientales adversas, como la escasez de agua y la variabilidad climática, limitan el crecimiento en el valle del Marañón, un aspecto crítico para la conservación de estos ecosistemas. Además, las limitaciones impuestas por el entorno, las especies enfrentan una intensa competencia por recursos esenciales, particularmente en sus etapas juveniles. Sin embargo, estas especies también son cruciales para la estructura y funcionalidad de los BESs, desempeñando un papel clave en la estabilidad del ecosistema y en los procesos de regeneración, incluso bajo condiciones de perturbación (Rodríguez, 2024; Linares, 2004).

La intercorrelación de las especies estudiadas sugiere un potencial significativo para el desarrollo de cronologías más amplias en la región. La incorporación de colecciones más extensas de muestras, tanto de las mismas como de diferentes especies en los BES del valle del Marañón, podría enriquecer el entendimiento de las dinámicas de crecimiento en estos ecosistemas (Briceño et al., 2016; Campos, 2009).

Las cronologías de *Ruprechtia aperta* cubrió un periodo de 67 años, por otro lado, *Ruprechtia albida* con 46 años y *Lafoensia acuminata* 27 años, esta última presentó crecimiento mayor y podría estar directamente relacionado con la disponibilidad de agua, un factor crítico en los bosques estacionalmente secos. Estos hallazgos son esenciales no solo para entender la biología de estas especies, sino también para guiar estrategias de manejo sostenible que aseguren su conservación y uso responsable en el contexto de la creciente presión antropogénica (Gutierrez, 2019).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se concluye que la especie con mayor tasa de crecimiento promedio es la *Laphoensia acuminata* con 1.43 mm/año.

La especie *Ruprechtia aperta* es la más longeva con 67 años, mientras que la *Laphoensia acuminata* es la más juvenil con una edad de 27 años.

El índice promedio más alto pertenece a la especie *Laphoensia acuminata* con 0.87.

Los hallazgos de este estudio son cruciales para la comprensión de la dinámica de crecimiento de tres especies arbóreas de los BES del Valle del Marañón, una región importante en América Tropical. Los resultados revelan que las especies son relativamente jóvenes y poseen índices de crecimiento promedio bajos. Al identificar cómo estas especies responden al estrés hídrico y a las variaciones climáticas, se contribuye al conocimiento sobre su resiliencia y adaptabilidad, información esencial para la conservación y gestión sostenible de estos bosques. Es importante reconocer las limitaciones de este estudio, que incluye el tamaño de la muestra y la duración del periodo de análisis. Además, los resultados podrían estar influenciados por factores como la competencia entre especies y la variabilidad micro ambiental que no se han considerado en detalle. Estas variables pueden ofrecer interpretaciones alternativas sobre las tasas de crecimiento observadas.

Estos resultados son importantes para la gestión forestal de los BES de la región tropical. Comprender la dinámica de crecimiento y las respuestas de las especies a las condiciones ambientales permite desarrollar estrategias de manejo más efectivas que impulsen la sostenibilidad y la conservación de la biodiversidad en estos ecosistemas. Así mismo, esta información puede ser utilizada para formular políticas de conservación y manejo que aseguren la protección de las especies estudiadas y su hábitat. Además, los hallazgos pueden guiar programas de reforestación y restauración que consideren las características específicas de cada especie, fomentando la resiliencia de los BES frente a escenarios de cambio climático.

5.2.Recomendaciones

Para futuros estudios replicar en especies arbóreas de mayor longevidad en la región Cajamarca para conocer su potencial dendrocronológico.

Se recomienda que para futuros estudios de dendrocronología y dendroanatomía se use el método no destructivo con el barreno de Pressler.

Obtener tres radios por muestra para descartan anillos falsos y ausentes, contribuyendo a generar mejores resultados de medición.

Aplicar los resultados del estudio para informar proyectos de restauración y políticas de conservación, seleccionando especies de árboles que muestren tasas de crecimiento más resilientes frente a las variaciones climáticas propias de los BES.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amoroso, M., & Suárez, L. (2015). La aplicación del análisis de los anillos de crecimiento a interrogantes ecológicos: Un breve repaso de la Dendroecología en Hispanoamérica. *REVISTA CIENTÍFICA DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE*, 6. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2015.24-2.01>
- Ancajima More, E. A. (2017). Dendrocronología de *Prosopis* sp. en la Región Piura.
- Ávila Barrientos, Y., Ballón Falcón, C., Bustamante De los Ríos, K., Condori Caballón, C., Rosero-Alvarado, J., & Chavesta Custodio, M. (s.f). Evaluación del crecimiento en diámetro en árboles de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb (oreja de negro) a través del análisis dendrocronológico. *Xilema*, 8.
- Beltrán Gutiérrez, L. A., & Valencia Ramos, G. M. (2013). Anatomía de anillos de crecimiento de 80 especies arbóreas potenciales para estudios dendrocronológicos en la Selva Central, Perú. *Revista Biológica Tropical*, 14. DOI [10.15517/RBT.V6I13.11778](https://doi.org/10.15517/RBT.V6I13.11778)
- Briceño, A. M., Rangel, J. O., & Bogino, S. M. (2015). Estudio de los anillos de crecimiento de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en Colombia. *Revistas Industrial*. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.2.a07>
- Briceño, A. M., Rangel, J. O., & Bogino, S. M. (2019). Ritmos de crecimiento diamétrico en los bosques secos tropicales: aportes al manejo sostenible de los bosques de la provincia biogeográfica del Cerrado Boliviano. *Bosque*, 10. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002012000200011>
- Briceño Jimenez, A. (2018). Anatomía de los anillos de crecimiento de las especies del bosque seco tropical del Caribe de Colombia. *POLIBOTÁNICA*, (46), 169-178. Recuperado a partir de <https://polibotanica.mx/index.php/polibotanica/article/view/435>
- Brienen, R.J.W., Zuidema, P.A., 2006a. The use of tree rings in tropical forest management: projecting timber yields of four Bolivian tree species. *For. Ecol. Manage.* 226,256-267. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.01.038>.

- Camarero, J., Guerrero, J., & Guitierrez, E. (1997). Formación del anillo y clima: Un ejemplo de modelos para *Pinus Uncinata* Ram. y *Pinus Sylvestris* L. en los pirineos centrales. *Ecología*, 20. <http://hdl.handle.net/2445/49690>
- Campos, L. E. (2009). Dendrocronología en árboles de Tornillo, *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Fabaceae), del Centro de Investigaciones Jenaro Herrera en el noreste de la Amazonia, Región Loreto – Perú (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria de la Molina, Lima.
- Escalante, E., López, L., & Villalba, R. (2020). Anillos de crecimiento de *Machaerium acutifolium* (Fabaceae): Historia de crecimiento y capacidad productiva en bosques secos tropicales (E Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 9. ISBN 2075-5023.
- Faundez, Luis & Faúndez, Aira & Flores, Rodrigo. (2017). Manuel de Reconocimiento de especies del DS N°68/MINAGRI, presentes en la Región de Tarapacá.
- Ferreira, Cassiana & Inga, Janet. (2022). Guía de anatomía e identificación de 50 especies maderables de Selva Central, Perú. DOI: <http://dx.doi.org/10.18259/978-612-4443-43-5>
- Garau, A. M., et al. (2009). *Efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento y eficiencia del uso del agua en plántulas de Cordia dodecandra, Piscidia piscipula y Leucaena leucocephala*. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente.
- Giraldo, V. D., & Del Valle, J. I. (2012). Modelación del crecimiento de *Albizia niopoides* (Mimosaceae) por métodos dendrocronológicos. *Revista Biología Vegetal*, 20. DOI [10.15517/RBT.V60I3.1762](https://doi.org/10.15517/RBT.V60I3.1762)
- Holmes, R. L., R. K. Adams and G. C. Fritts. 1986. *Quality control of crossdating and measuring: A user's manual for program COFECHA*. In: *Tree-Ring Chronologies of Western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin*. Arizona, University of Arizona
- John Wiley & Sons. Peñuelas, J., Lloret, F., & Montoya, R. (2001). *Severe drought effects on Mediterranean woody vegetation*. Forest Ecology and Management.
- Linares-Palomino, R. (2004). Los bosques estacionalmente secos del Perú: un re-análisis de sus características ecológicas y florísticas. *Lilloa*, 60(2), 17–40. <https://doi.org/10.30550/j.lil/2023.60.1/2023.03.04>
- López, L., Villalba, R., & Marielos Peña, C. (2012). Ritmos de crecimiento diamétrico en los bosques secos tropicales: aportes al manejo sostenible de los bosques de la

provincia biogeográfica del Cerrado Boliviano. *Bosque*, 10. DOI: 10.4067/S071792002012000200011

- López, L., Villalba, R., & Marielos Peña, C. (2011). Los anillos de crecimiento de *Centrolobium microchaete* (Fabaceae, Papilionoideae), una herramienta para evaluar el manejo forestal de los bosques secos tropicales del Cerrado boliviano. *Ecología en Bolivia*, 24. <http://sostenible.palencia.uva.es/content/los-anillos-de-crecimentode-centrolobium-microchaete-fabaceae-papilionoideae-una>
- Lozano B. L. A., Franco O. N., & Bonilla V. J. L. (2012). Estimación del crecimiento diamétrico, de *Anacardium excelsum* (kunth) Skeels, por medio de modelos no lineales, en bosques naturales del departamento del Tolima. *Boletín Científico. Centro de Museos*, 16(1), 19-32. Recuperado a partir de <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/4567>
- Marcelo Peña, J. L. (2008). Vegetación leñosa, endemismos y estado de conservación en los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú. Lima: Revista Peruana de Biología [online].
- Marcelo Peña, J. L., & Tomazello-Filho, M. (2020). *Dendrologia Y Anatomía De La Madera De Arboles De Los Bosques Estacionalmente Secos Del Valle Del Marañón Perú*. Lima : Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Marcelo Peña, J. L., Santini Jr, L., & Tomazello Filho, M. (2019). Anatomía de la madera y tasa de crecimiento de árboles forestales tropicales estacionalmente secos en el valle del río Marañón, norte de Perú. *EL SEVIER*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2019.04.008>
- Marcelo-Peña, J. L., Pennington, T., Reynel, C., & Zevallos, P. (2010). GUIA ilustrada de la FLORA LEÑOSA de los bosques estacionalmente secos de JAÉN, Perú. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina / Royal Botanic Garden Edinburgh. <https://www.researchgate.net/publication/256281711>
- Mendivelso, A., Camarero, J., & Gutiérrez, E. (2016). Dendrocronología en bosques neotropicales secos : métodos, avances y aplicaciones. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*, 11. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-2.08>
- Mendoza-Hernández, M., Gerez-Fernández, P., Purata-Velarde, S., & Toledo-Aceves, T. (2019). Tasas de crecimiento de especies de árboles valiosas en bosque mesófilo de

- montaña secundario en México: influencia del tamaño del árbol, posición en el dosel y competencia. *Madera y Boques*, 11. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2531824>
- Moglia, J. G., & González, D., & Gerez, R., & Giménez, A. M. (2010). Caracterización de los anillos de crecimiento y su relación con la densidad básica de la madera en *Eucalyptus camaldulensis*. *Quebracho - Revista de Ciencias Forestales*, 18(1-2),47-57. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48118695005>
- MINAM (2019). Guía de evaluación del estado de Ecosistemas de bosque seco: Bosque estacionalmente seco de llanura, bosque estacionalmente seco de colina y montaña. MINAM
- Nieto, V., & Rodríguez, J. (2010). Manual de Semillas de Árboles Tropicales. *Corporación Nacional de Investigación Forestal Santa Fé de Bogotá, Colombia*, 894.
- Nilsen, E. T., & Orcutt, D. M. (1996). *Physiology of plants under stress: Abiotic factors*.
- Rodríguez, M. J., & Oyuela-Andino, O. (2024). Composición, estructura y diversidad de la comunidad de plantas leñosas en fragmentos de bosque tropical estacionalmente seco en Choluteca, Honduras. *Revista Forestal Del Perú*, 38(2), 240-260. <https://doi.org/10.21704/rfp.v38i2.2080>
- Pendry, Colin. (2003). Nine new species of Ruprechtia (Polygonaceae) from central and south America. *Edinburgh Journal of Botany*. DOI:[10.1017/S0960428603000039](https://doi.org/10.1017/S0960428603000039)
- Portal Cahuana, L. A., Cardozo Soarez, J., Santos Huacac, L. O., Saavedra Alvarado, G., & Huamán Guevara, B. A. (2020). POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO 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>
- Pucha Cofrep, D. A., & Burneo Rodríguez, M. A. (2021). Estudio dendroclimático de Cedrela nebulosa T.D.Penn. & Daza en el bosque húmedo del cantón Mera, provincia de Pastaza, Ecuador. Loja: Loja.URL: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/23758>
- Sarmiento Cruz, G.(2018,abril 27) Guayacán de Manizales (Lafolena acuminata). Fotografía iNaturalistMX recuperada de: <https://mexico.inaturalist.org/observations/11520356>

- Speer, J. H. (2010). *Fundamentals of Tree-Ring Research*. Tucson: The University of Arizona Press.
- Tomazello, M., Brazolin, S., Chagas, M. P., Oliveira, J. T. S., Ballarin, A. W. y Benjamin, C. A. (2008). Application of X-ray technique in nondestructive evaluation of Eucalypt wood. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 10(2). DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2008000200006>
- Villanueva Diaz, J., Peter Z., Fulé., Cerano Paredes, J., Estrada Ávalos, J. y Sánchez Cohen, I. (2009). Reconstrucción de la precipitación estacional para el barlovento de la Sierra Madre Occidental con anillos de crecimiento de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. *Revista Ciencia Forestal en México*.
- Villamagua-Vergara, G. C., & Muñoz-Chamba, J. C. (2017). Especies maderables comercializadas en mercados locales: Un estudio de caso. *Bosques latitud cero*. 6(2). Recuperado a partir de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/234>

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos llegar hasta acá y darnos la oportunidad de avanzar a otra nueva etapa, por guiarnos y brindarnos salud.

A la Universidad Nacional de Jaén por su acogida en nuestra formación profesional, y nos brindó la orientación necesaria en este proceso de aprendizaje.

A nuestros docentes por preocuparse por encontrar métodos de enseñanza de calidad, para transmitir sus conocimientos y compartir sus experiencias para con nosotros sus alumnos.

A nuestro asesor Dr. José Luis Marcelo Peña, quien objetivamente nos brindó su tiempo, experiencia, conocimientos y compromiso que han sido fundamentales para dar forma y culminación a nuestra investigación

Mención especial a Ingrid Alberca Marcelo por su consideración y apoyo brindado durante el desarrollo de nuestra tesis.

A nuestros queridos amigos LAS MASCOTAS, por compartir momentos únicos durante nuestra formación académica.

DEDICATORIA

A mis padres por ser el pilar principal de vida, estuvieron a mi lado apoyándome y brindándome sus consejos para hacer de mí una mejor persona. A mis hermanos por sus palabras y compañía.

A mi abuelito Rubén Inga Montoya por ser ejemplo de vida e inspiración de superación y quien ahora desde el cielo me cuida y siempre me acompaña.

Jahaira Brigit Inga Diaz

A mi madre por siempre apoyarme en todo el desarrollo de mi aprendizaje, ser la figura más importante en mi vida y motivarme a seguir adelante para concluir esta etapa.

A mi padre que a pesar de la distancia siempre estuvo apoyándome y dándome ánimos durante el progreso de mi etapa universitaria.

A mis tíos que también me apoyaron con sus buenos consejos para concluir el desarrollo de mi tesis

Anghie Lisbeth Rondoy Cordova

ANEXOS

Anexo 01: Inventario forestal de la especie *Ruprechtia aperta*.

<i>Ruprechtia aperta</i>					
N ^a	ESPECIE	DIÁMETRO	COORDENADAS		OBSERVACIONES
			E	N	
1	<i>Ruprechtia aperta</i>	9.7	768941	9390976	árbol talado
2	<i>Ruprechtia aperta</i>	10	768941	9390976	árbol talado
3	<i>Ruprechtia aperta</i>	11.9	768941	9390976	árbol talado
4	<i>Ruprechtia aperta</i>	9.6	768941	9390976	árbol talado
5	<i>Ruprechtia aperta</i>	10.6	768941	9390976	árbol talado
6	<i>Ruprechtia aperta</i>	11.8	768941	9390976	árbol talado
7	<i>Ruprechtia aperta</i>	10.1	768941	9390976	árbol talado
8	<i>Ruprechtia aperta</i>	7.8	768941	9390976	árbol talado
9	<i>Ruprechtia aperta</i>	7.8	768941	9390976	árbol talado
10	<i>Ruprechtia aperta</i>	7.2	768941	9390976	árbol talado
11	<i>Ruprechtia aperta</i>	10.4	768941	9390976	árbol talado
12	<i>Ruprechtia aperta</i>	6.7	768941	9390976	árbol talado
13	<i>Ruprechtia aperta</i>	13.9	768941	9390976	árbol talado
14	<i>Ruprechtia aperta</i>	7.6	768941	9390976	árbol talado
15	<i>Ruprechtia aperta</i>	10.2	768941	9390976	árbol talado

Anexo 02: Inventario forestal de la especie *Ruprechtia albida*

<i>Ruprechtia albida</i>					
N ^a	ESPECIE	DIÁMETRO	COORDENADAS		OBSERVACIONES
			E	N	
1	<i>Ruprechtia albida</i>	4	838500	9225500	árbol talado
2	<i>Ruprechtia albida</i>	3.3	838500	9225500	árbol talado
3	<i>Ruprechtia albida</i>	3.3	838500	9225500	árbol talado
4	<i>Ruprechtia albida</i>	3.3	838500	9225500	árbol talado
5	<i>Ruprechtia albida</i>	9.3	838500	9225500	árbol talado
6	<i>Ruprechtia albida</i>	5.6	838500	9225500	árbol talado
7	<i>Ruprechtia albida</i>	6.7	838500	9225500	árbol talado
8	<i>Ruprechtia albida</i>	7.1	838500	9225500	árbol talado
9	<i>Ruprechtia albida</i>	6.5	838500	9225500	árbol talado
10	<i>Ruprechtia albida</i>	5.1	838500	9225500	árbol talado
11	<i>Ruprechtia albida</i>	4.9	838500	9225500	árbol talado
12	<i>Ruprechtia albida</i>	4.6	838500	9225500	árbol talado
13	<i>Ruprechtia albida</i>	5.6	838500	9225500	árbol talado
14	<i>Ruprechtia albida</i>	5.8	838500	9225500	árbol talado

Anexo 03: Inventario forestal de la especie *Laphoensia acuminata*.

<i>Laphoensia acuminata</i>					
N ^a	ESPECIE	DIÁMETRO	COORDENADAS		OBSERVACIONES
			E	N	
1	<i>Laphoensia acuminata</i>	6.1	844061	9224581	árbol talado
2	<i>Laphoensia acuminata</i>	7.1	844061	9224581	árbol talado
3	<i>Laphoensia acuminata</i>	6.8	844061	9224581	árbol talado
4	<i>Laphoensia acuminata</i>	6.2	844061	9224581	árbol talado
5	<i>Laphoensia acuminata</i>	6.9	844061	9224581	árbol talado
6	<i>Laphoensia acuminata</i>	5.7	844061	9224581	árbol talado
7	<i>Laphoensia acuminata</i>	6.2	844061	9224581	árbol talado
8	<i>Laphoensia acuminata</i>	6.2	844061	9224581	árbol talado
9	<i>Laphoensia acuminata</i>	7.4	844061	9224581	árbol talado
10	<i>Laphoensia acuminata</i>	6.9	844061	9224581	árbol talado
11	<i>Laphoensia acuminata</i>	6.3	844061	9224581	árbol talado
12	<i>Laphoensia acuminata</i>	8.3	844061	9224581	árbol talado
13	<i>Laphoensia acuminata</i>	7.2	844061	9224581	árbol talado

Anexo 04. Índices de crecimiento estándar y residual en relación con los años de la especie *Ruprecthia aperta*.

AÑOS	ESTANDAR	RESIDUAL
1957	1.27045811	1.27045811
1958	0.28661358	0.28661358
1959	0.73925374	0.73925374
1960	1.38274469	0.52309643
1961	0.2125568	0.23027927
1962	1.24210357	1.4636052
1963	0.72286141	0.51097592
1964	0.39439687	0.42317324
1965	0.45767359	0.59408456
1966	0.65393698	1.72055704
1967	0.25594562	0.28360894
1968	0.87235603	1.00920771
1969	0.51613772	0.53715248
1970	0.50258441	0.54721747
1971	0.70341178	0.74571314
1972	0.78484692	0.89954902
1973	0.54372746	0.62227919
1974	0.41681916	0.37602193
1975	0.5205526	0.59298469
1976	0.67142181	0.93332299
1977	0.32855017	0.49664379
1978	0.66071769	0.83689332
1979	0.83525015	0.92509317
1980	0.41408544	0.65713497
1981	0.54315749	0.62577773
1982	1.04126368	1.11966338
1983	0.47730824	0.63185879
1984	0.40573914	0.51469421
1985	0.66618688	0.73272858

1986	0.53961616	0.64609364
1987	0.96076306	1.08116644
1988	0.5705165	0.70330038
1989	0.4523679	0.53777786
1990	1.49857394	1.4726167
1991	0.60651772	0.63091794
1992	0.9048553	0.96997036
1993	1.08459666	1.03226789
1994	0.72962038	0.72093924
1995	0.66203082	0.68755402
1996	1.51771106	1.50785152
1997	0.66537177	0.65101407
1998	1.0169426	0.97911399
1999	0.78626267	0.7741398
2000	0.76408464	0.7113671
2001	1.36863088	1.34925733
2002	1.32554425	1.26605084
2003	0.78236109	0.79223485
2004	0.95284144	0.83227662
2005	1.00821078	0.96384914
2006	0.70046932	0.79853461
2007	1.01048386	0.99602802
2008	0.76467976	0.7531909
2009	1.43006178	1.37758388
2010	0.82531197	0.83089534
2011	1.0660566	1.03031161
2012	1.04724113	1.01665963
2013	1.27874612	1.31060943
2014	1.04436483	1.03432614
2015	1.21746238	1.15298167
2016	1.32488574	1.29830251
2017	0.81835518	0.73726903

2018	1.51211917	1.43399524
2019	1.2523513	1.18664065
2020	0.75817249	0.67193133
2021	1.73012602	1.68221396
2022	0.86531739	0.97486955
Promedio	0.838883127	0.87039008

Anexo 05: Índices de crecimiento estándar y residual en relación con los años de la especie *Ruprechtia albida*

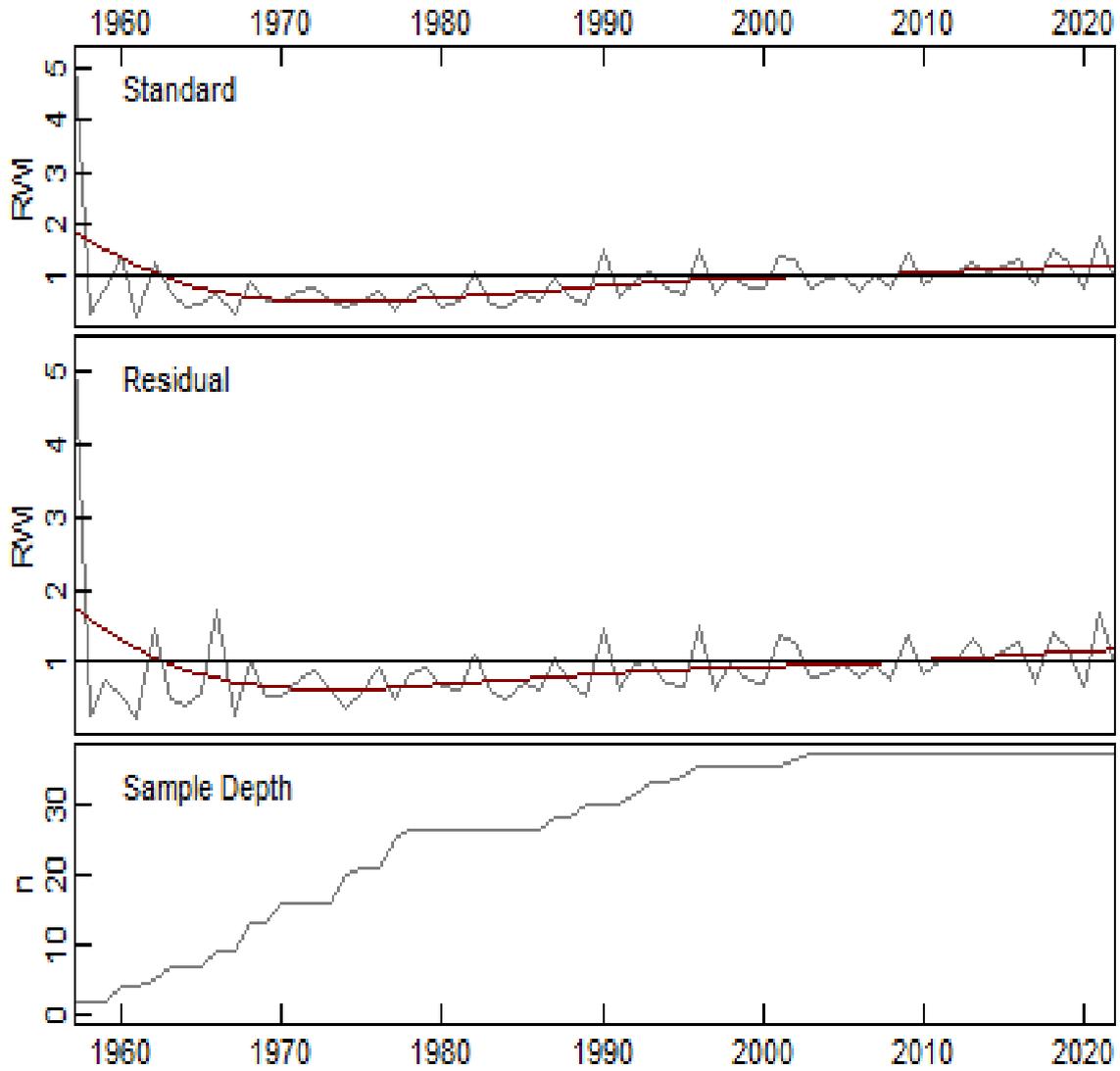
AÑOS	ESTANDAR	RESIDUAL
1977	1.35470351	1.35470351
1978	0.72449782	0.72449782
1979	0.84005369	0.84005369
1980	0.18661318	0.18661318
1981	0.46725184	0.46725184
1982	0.36987735	0.36987735
1983	0.37957229	0.37957229
1984	1.28983523	1.28983523
1985	0.90583844	0.90583844
1986	0.36222999	0.37765418
1987	0.70843519	0.72594959
1988	0.884694	1.06803575
1989	0.57106714	0.57077875
1990	0.50438392	0.50034746
1991	0.64817983	0.67574195
1992	0.93884348	0.95486551
1993	0.70012979	0.69843933
1994	0.63237624	0.65529465
1995	1.06454755	1.08306399
1996	0.91124845	0.91023929
1997	0.72853108	0.72477116

1998	1.09891183	1.10459564
1999	1.09694123	1.11931332
2000	0.83078888	0.77243733
2001	0.69208683	0.70684411
2002	1.09188534	1.06060592
2003	0.78975575	0.82413939
2004	0.81136939	0.81272952
2005	1.1745562	1.19365016
2006	0.5078655	0.50142015
2007	1.07941383	1.08661737
2008	0.9522129	0.92077621
2009	1.03421638	1.06426074
2010	0.93890033	0.93380906
2011	0.62213644	0.64258344
2012	1.34875711	1.34619814
2013	0.67836086	0.69193466
2014	1.29453708	1.25739747
2015	0.6127007	0.63727589
2016	1.48203076	1.48671555
2017	0.51498238	0.55709659
2018	1.39681765	1.36046711
2019	0.75734828	0.8978879
2020	1.17339138	1.12562295
2021	1.08168488	1.0238148
2022	1.05004308	0.99401188
Promedio	0.85401315	0.86055718

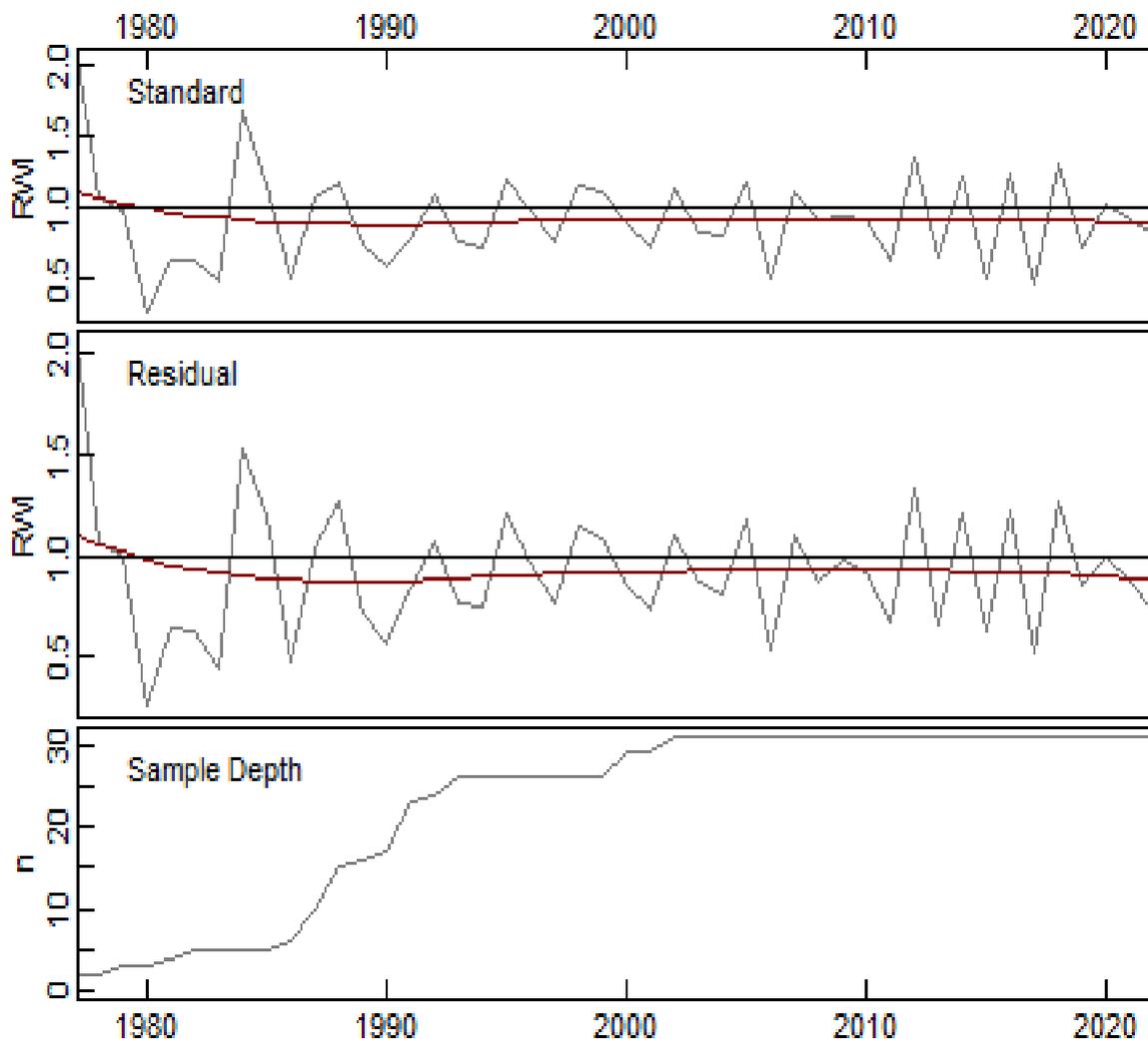
Anexo 06: Índices de crecimiento estándar y residual en relación con los años de la especie *Laphoensia acuminata*.

AÑOS	ESTANDAR	RESIDUAL
1997	0.4502728	0.22342457
1998	0.62084574	0.61365925
1999	0.64085812	0.71688594
2000	0.54029167	0.58128988
2001	0.51611268	0.60222424
2002	0.69671325	0.79939125
2003	0.60519966	0.73320071
2004	0.70454408	0.83020733
2005	0.68818936	0.78336851
2006	0.50154703	0.55960638
2007	0.68747389	0.73333098
2008	1.0012658	1.02512367
2009	0.70439462	0.7697662
2010	0.62560193	0.69427656
2011	0.71292267	0.74117161
2012	1.52821277	1.59397195
2013	0.72657179	0.76902931
2014	0.48624526	0.49166878
2015	1.98059269	1.86326769
2016	0.7737169	0.79523466
2017	0.5498297	0.62055731
2018	2.32035661	2.14277346
2019	0.68210412	0.68750785
2020	1.53378248	1.45266587
2021	1.13591494	1.04013737
2022	1.37697113	1.27775597
Promedio	0.87655891	0.89005759

Anexo 07: Generación de la cronología maestra, estándar y residual para la especie *Ruprechtia aperta*.



Anexo 08: Generación de la cronología maestra, estándar y residual para la especie *Ruprechtia albida*.



Anexo 09: Generación de la cronología maestra, estándar y residual para la especie *Laphoensia acuminata*.

