

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**



TESIS

**“Evaluación del Potencial Dendrocronológico de tres Especies de
la Familia Lauraceae en Madre de Dios – Perú”, 2019**

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

AUTORA: Bach. MACEDO ENRIQUEZ, Kerly
Josmar.

ASESOR: M.Sc. PORTAL CAHUANA, Leif
Armando.

CO-ASESOR: Dr. ZEVALLOS POLLITO,
Percy Amílcar.

Puerto Maldonado, 2022.

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**



TESIS

**“Evaluación del Potencial Dendrocronológico de tres Especies de la
Familia Lauraceae en Madre de Dios – Perú”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE.**

TESIS, PRESENTADA POR:

Bachiller: MACEDO ENRIQUEZ, Kerly
Josmar.

ASESOR: M.Sc. PORTAL CAHUANA, Leif
Armando.

CO-ASESOR: Dr. ZEVALLOS POLLITO,
Percy Amílcar.

Puerto Maldonado, 2022.

Dedicatoria

Dedico mi tesis a mis Padres Oscar Macedo Castro y Ruth Enriquez Bedregal, que han sido mis pilares para seguir adelante, que con tanto sacrificio y trabajo siempre me apoyaron incondicionalmente en cada etapa de mi vida, brindándome los recursos necesarios, pese a las adversidades que se presentaron, por sus consejos para llegar a ser una buena persona con valores y una profesional con ética.

A mi Abuelita Brígida Castro Cardicel, que desde el cielo cuida de mí y que en vida nunca dejo de confiar en la capacidad que tenía para logra mis metas.

A mi Abuelito Gregorio Macedo Macedo, Por ser un ejemplo de cómo ser una persona justa e inculcarme a tener un espíritu luchador y digno.

Tambien a mis Hermanos Hiroaska, Oscar, Gonzalo y Dulce que siempre estuvieron motivándome y la razón de sentirme tan orgullosa de haber cumplido mi meta.

Agradecimientos

Doy gracias a Dios por mantenerme a salvo en mi viaje y darme la fuerza para superar los distintos obstáculos y momentos difíciles de mi vida para poder alcanzar esta meta.

A mis padres por su amor y apoyo, sé que ellos se sienten orgullosos de la persona en la que me he convertido porque han señalado mis errores y celebrado mis éxitos. A mis hermanos Hiroška, Oscar, Gonzalo y Dulce por brindarme apoyo emocional para continuar con mis metas y a mi abuelita Brígida, que está en el cielo cuidándome todos mis pasos que doy, también a mi abuelito Gregorio por enseñarme valores que marcan en mi personalidad.

También quiero agradecer a la Universidad Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD), a toda la Facultad de Ingeniería, así como a mis docentes, cuyos invaluable conocimientos y enseñanza me ayudaron a mejorar como profesional día a día.

Gracias al M.Sc. Leif Armando Portal Cahuana, mi principal compañero durante todo este proceso, que hizo posible la creación de esta tesis gracias a sus consejos, experiencia, enseñanza y ayuda. A mi co asesor Dr. Percy A. Zevallos Pollito, mi mas sincero agradecimiento por todo su apoyo y orientación. Tambien al ing. César Huisa por su conocimiento compartido.

A la Ing. Luisa Ríos por el apoyo brindado incondicionalmente, en todo este trayecto de mis estudios universitarios, a mis tíos y tías y quiero expresar mi gratitud a las personas con las que he tenido el placer de compartir la vida y el aprendizaje durante los últimos años, tanto dentro como fuera del aula.

Presentación

Se presenta la investigación de “Evaluación del Potencial Dendrocronológico de tres Especies de la Familia Lauraceae en Madre de Dios – Perú”, es una contribución a los estudios sobre los anillos de crecimiento de las plantas tropicales autóctonas de Madre de Dios, a través de la dendrocronología, realizada en el «Laboratorio de Anatomía de la Madera de la Planta Piloto de Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios – UNAMAD».

Se estudió las 3 especies de la familia Lauraceae, porque anatómicamente las especies que conforman esta familia presentan anillos frecuentemente distintos y eso es importante para los estudios dendrocronológicos en los bosques tropicales.

Además de lo expuesto es necesario realizar estudios potenciales de dendrocronología de las especies forestales, que no es otra cosa que estimar el potencial de los anillos de crecimiento para la investigación de dendrocronología y es necesario antes de realizar estudios de dendrocronología ¿qué especies marcan claramente los anillos de crecimientos? Y con esta información iniciar los estudios en esta área de investigación.

Se espera que esta investigación sirva como modelo para futuras tesis de grado de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, y se pueda seguir avanzando en estas investigaciones en el departamento de Madre de Dios. Además por lo manifestado es importante destacar que la investigación fue llevado a cabo por el método no destructivo, con el auxilio del Barreno de Priesler, donde no se tala el árbol sino se extrae una pequeña muestra para los futuros análisis, llevando menos tiempo de la fase de campo y siendo a la vez más económico versus los ensayos destructivos.

Resumen

El estudio de dendrocronología en los bosques tropicales nativos del Perú, son importantes para el manejo forestal de nuestros bosques y de otros aspectos como la relación con el clima. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la potencialidad de las especies *Beilschmiedia towarensis*, *Ocotea bofo* e *Ocotea ovalifolia*, para estudios dendrocronológicos, en bosques naturales de Madre de Dios. Se utilizaron 2 árboles por cada especie de la familia Lauraceae, a través del método no destructivo, con el auxilio del «Barreno de Pressler», se obtuvo cuatro muestras de maderas en dirección corteza a médula por cada árbol, obtenidas en forma opuestas como los puntos cardinales. Dichas muestras fueron secadas al ambiente y posteriormente lijados y pulidos con una secuencia de lijas a fin de mejorar la capacidad de ver los anillos de crecimiento y al final fue digitalizado a través de un escáner cuya resolución fue 1 200 dpi, paso seguido se midió los anillos de crecimiento con el «programa Image Pro Plus», después se sincronizaron los anillos de crecimientos mediante el «programa COFECHA» y posteriormente se empleó el «programa ARSTAN», para generar la serie master de la cronología por cada especie. Las tres especies de la familia Lauracea presentaron anillos de crecimiento diferenciados a simple vista, mayormente diferenciados por zonas fibrosas, según el análisis dendrocronológico las especies *Beilschmiedia towarensis* y *Ocotea bofo* presentaron una intercorrelación de 0,171 y 0,141 respectivamente y *Ocotea ovalifolia* no presentó correlación positiva. Con esta información se puede sugerir que las dos primeras especies presentan potencial para estudios dendrocronológicos en la región de Madre de Dios.

Palabra clave: Especies tropicales, anillos de crecimiento, Barreno de Pressler, dendrocronología, datación.

Abstract

The study of dendrochronology in the native tropical forests of Peru is crucial for the management of our forests and other aspects such as their relationship with the climate. The aim of this research was to evaluate the potential of the species *Beilschmiedia towarensis*, *Ocotea bofo*, and *Ocotea ovalifolia* for dendrochronological studies in natural forests of Madre de Dios. Two trees from each species of the Lauraceae family were sampled non-destructively using the Pressler borer method to obtain four wood samples from each tree, in opposite directions to the cardinal points. The samples were air-dried, sanded, and polished with a sequence of sandpapers to improve the visibility of growth rings. The rings were then digitized using a scanner with a resolution of 1,200 dpi. The growth rings were measured using the Image Pro Plus software, and then synchronized using the COFECHA program. Finally, the ARSTAN program was used to generate the master chronology series for each species.

The three Lauraceae species presented distinguishable growth rings, mainly differentiated by fibrous zones. According to the dendrochronological analysis, *Beilschmiedia towarensis* and *Ocotea bofo* had an intercorrelation of 0.171 and 0.141, respectively, while *Ocotea ovalifolia* did not present a positive correlation. This information suggests that the first two species have potential for dendrochronological studies in the Madre de Dios region.

In conclusion, the results of this research demonstrate the potential of *Beilschmiedia towarensis* and *Ocotea bofo* for dendrochronological studies in Madre de Dios, Peru. The non-destructive sampling method used in this study is an effective way to obtain wood samples for dendrochronological studies in tropical forests. The findings of this study could contribute to the sustainable management of tropical forests and provide valuable information for climate research..

Keyword: Tropical species, growth rings, Pressler drill, dendrochronology, dating.

Introducción

Las especies forestales forman anillos de crecimientos anuales, por mucho tiempo se creía que las especies de los bosques tropicales no se distinguían dichos elementos limitando los estudios de dendrocronología a especies del hemisferio norte donde se trabajaba con conífera. Sin embargo en las últimas décadas un conjunto de investigadores han demostrado no solo la visibilidad de los anillos de crecimiento en los bosques tropicales sino también su anualidad, realizando así estudios dendrocronológicos.

Por otra parte el Perú cuenta con diferentes tipos de clima y regiones ecológicas poniendo a las especies forestales en diferentes situaciones de crecimiento lo que ayuda muchas veces a la marcación y transparencia de los anillos de crecimiento. La región de Madre de Dios presenta una estación seca y una estación humedad este tipo de clima que presenta la región ayuda a la formación de los anillos de crecimiento en especies forestales. Desde el 2009 se han empezado estudios de dendrocronología en la región dando buenos resultados sin embargo estos estudios se realizan con especies que ya se conocen las estructuras anatómicas de los anillos de crecimiento y no de nuevas especies que se estudien y se comprueben las visibilidad y la buena marcación de la estructura de los anillos de crecimiento.

Es por esta razón se estudió los anillos de crecimiento de tres especies de la familia Lauracea donde se puede diagnosticar que especies muestran potencial para estudios futuros de dendrocronología y así poder generar información que ayude a los investigadores en la toma de decisiones cuando elegirán especies forestales para estos estudios.

Índice

Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Presentación	III
Resumen	iv
Abstract	V
Introducción	vi
Índice	VII
Índice de Figuras	IX
Índice de tablas	X
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1 Descripción del problema.....	13
1.2 Formulación del problema.....	14
1.3 Objetivos.....	14
1.3.1. Objetivos General.....	14
1.3.2. Objetivo Específico.....	14
1.4 Variables.....	15
1.4.1. Variables Independientes.....	15
1.4.2. Variables Dependientes.....	15
1.5 Operacionalización de variables.....	15
1.6 Hipótesis.....	16
1.7 Justificación.....	16
1.7.1 Económico.....	17
1.7.2 Social.....	17
1.7.3 Ambiental.....	17
1.7.4 Científico.....	18
1.8 Consideraciones éticas.....	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÒRICO	19
2.1 Antecedentes de estudio.....	19
Revisión Bibliográfica.....	22
2.2 Marco teórico.....	28
2.3 Definición de términos.....	39
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	42
3.1.....	T

ipo de estudio	42
3.2 Diseño del estudio	42
3.3 Población y muestra	42
3.3.1. Población	42
3.3.2. Muestra	42
3.4 Métodos y técnicas	43
3.4.1. Procedimiento	47
3.5 Tratamiento de los datos	51
CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	52
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS	70

Índice de Figuras

Figura 01. (A) *Beilschmiedia towarensis* (A1) Tipo de raíz, (A2) Fuste y tipo de corteza, (A3) Copa del árbol, (B) *Ocotea bofo* (B1) Tipo de raíz, (A2) Fuste y tipo de corteza, (A3) Copa del árbol e (C) *Ocotea ovalifolia* (C1) Tipo de raíz, (C2) Fuste y tipo de corteza, (C3) Copa del árbol

.....
27

Figura 02. Ubicación de la Zona de estudio el fundo “El Bosque” de la Univerisdad Nacional Amazónica de Madre de Dios

.....
44

Figura 03. Plano de dispersión de especies forestales el fundo “El Bosque” de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios

.....
45

Figura 04. Plana de dispersión de muestras seleccionadas el fundo “El Bosque” de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios

.....
45

Figura 05. Diagrama climático del Fundo “El Bosque”. Barras cenizas indican la precipitación y la línea negra indica la temperatura media mensual (Clima-data.org, 2018)

.....
46

Figura 06. Fase de Campo: A) Barreno Pressler. B) Colecta de muestras. C) Muestras de madera. D) Extracción de las muestras. E) Guardando las muestras en sorbete grande y codificando

.....
48

Figura 07. Fase de Laboratorio: A) Observando los anillos de crecimiento. B) Encolando las muestras. C) Amarrando las muestras. D) Muestras listas para el proceso de lijado y pulido

.....
49

Figura 08. Software Image Pro Plus, mostrando los cuatro radios de la especie *Ocotea ovalifolia*, realizando la medición del ancho de los anillos de crecimiento

.....
50

Figura 09. Sección transversal de *B. towarensis*. A) Muestra las variaciones en ancho de los anillos de crecimiento, B) Muestra los anillos falsos y C) Muestra la delimitación por zonas fibrosas. Las flechas blancas muestran la delimitación de los anillos de crecimiento verdaderos y las flechas rojas muestran los anillos falsos

.....
53

Figura 10. Sección transversal de *O. bofo*. A) Muestra las variaciones en ancho de los anillos de crecimiento, B) Muestra los anillos falsos y C) Muestra la delimitación por zonas fibrosas. Las flechas blancas muestran la delimitación de los anillos de crecimiento verdaderos y las flechas rojas muestran los anillos falsos

.....
54

Figura 11. Sección transversal de *O. ovalifolia*. A) Muestra las variaciones en ancho de los anillos de crecimiento, B) Muestra los anillos falsos y C) Muestra la delimitación por zonas fibrosas. Las flechas blancas muestran la delimitación de los anillos de crecimiento verdaderos y las flechas rojas muestran los anillos falsos

.....
55

Figura 12. Ancho de los anillos de los árboles de *B. towarensis*

.....
57

Figura 13. Ancho de los anillos de los árboles de *O. bofo*

.....
58

Figura 14. Ancho de los anillos de los árboles de *O. ovalifolia*

.....
58

Índice de tablas

Tabla 01. Operacionalización de variables...

.....
15

Tabla 02. Información de la cronología del ancho de los anillos de crecimiento de las tres especies de la familia Lauraceae

.....
56

Tabla 03. Especies de la familia lauraceae, estudiadas en la amazonia tropical, sobre sus anillos de crecimiento y dendrocronología

.....
60

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema

Una de las limitaciones en los bosques tropicales al momento de elegir y estudiar la dendrocronología de una especie forestal nativa, es la estructura anatómica de sus anillos de crecimiento, si estos presentan anillos de crecimiento distintos o no, si presenta qué tipo de marcación o delimitación es, y lo más importante si estos anillos son anuales o no. Estos aspectos limitan a los investigadores a seleccionar correctamente una especie para realizar estudios dendrocronológicos en nuestros bosques. En los bosques tropicales y sub tropicales de la región de Madre de Dios, existe escasa investigaciones que ayuden a los investigadores en la selección de especies óptimas.

Por otra parte, el clima del departamento de Madre de Dios, con épocas marcadas de precipitación (lluvias) y épocas secas (verano) a lo largo de un año calendario, esto hace que el clima de la región pueda posibilitar la marcación de los anillos de crecimiento de las especies forestales que crecen en sus bosques.

En diversas descripciones anatómicas de maderas peruanas se han descrito especies de la familia Lauracea que en un buen porcentaje, las descripciones de los anillos de crecimiento mencionan que presentan anillos diferenciados (Acevedo y Kikata 2004; Chavesta 2005 y Portal 2010). «El fundo El Bosque de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios», entre otras especies forestales de la familia Lauracea presenta a: *Beilschmiedia towarensis*, *Ocotea bofo* e *Ocotea ovalifolia*. Los estudios de dendrocronología se ven obstaculizados por el hecho de que no disponemos de suficiente información sobre la estructura anatómica de los anillos de crecimiento de estas especies forestales autóctonas.

1.2 Formulación del problema

En este contexto la investigación pretende resolver la siguiente pregunta: ¿Cuál es el potencial dendrocronológico de las tres especies de la familia Lauraceae en Madre de Dios Perú?, y específicamente a las siguientes preguntas: ¿Cómo es la delimitación de los anillos de crecimiento de las especies *Beilschmiedia towarensis*, *Ocotea bofo* e *Ocotea ovalifolia* en los bosques del fundo El Bosque?, ¿Cuál es el nivel de correlación que presentan las tres especies forestales en función al ancho de los anillos de crecimiento?, ¿Cuál especie forestal presenta mayor potencial para estudios dendrocronológicos fundo El Bosque? Y ¿Cuál especie forestal de la familia Lauracea, es posible determinar su cronología?

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivos General:

Evaluar la potencialidad de las especies *Beilschmiedia towarensis*, *Ocotea bofo* e *Ocotea ovalifolia*., para estudios dendrocronológicos, en bosques naturales de Madre de Dios.

1.3.2. Objetivo Específico:

- ✓ Caracterizar macroscópicamente la sección transversal, de las especies de *Beilschmiedia towarensis*, *Ocotea bofo* e *Ocotea ovalifolia*.
- ✓ Describir anatómicamente los anillos de crecimiento de las especies: *Beilschmiedia towarensis*, *Ocotea bofo* e *Ocotea ovalifolia*.
- ✓ Analizar el ancho de los anillos de crecimiento de dos árboles por especie estudiada para determinar las correlaciones dentro y entre árboles.
- ✓ Clasificar el potencial dendrocronológico de las tres en función a los resultados obtenidos.
- ✓ Determinar la cronología de la especie con mayor potencial.

1.4 Variables

A continuación, se presentan las variables independientes y las variables dependientes.

1.4.1. Variables Independientes

Las variables independientes son: Numero de anillos de crecimiento de las tres especies y el ancho de los anillos de crecimiento de las tres especies estudiadas.

1.4.2. Variables Dependientes

Las variables dependientes son: Edad de los árboles, incremento medio anual, intercorrelación, serie master de las tres especies estudiadas.

1.1 Operacionalización de variables

En la siguiente tabla 1 se muestra la operacionalización de las variables referentes a la presente investigación:

Tabla 01. Operacionalización de variables.

Variables	Indicadores	Instrumentos	Unidad/Escala	Fuente
Número de anillos de crecimiento de las tres especies de la familia Lauraceae	Conteo de las muestras "series" de las tres especies de la familia Lauraceae	Muestras de maderas, lupa de 10X y microscopio estereoscopio	Número	IAWA
Ancho de anillos de crecimiento de las tres especies de la familia Lauraceae	Medición del ancho de anillos de crecimiento de las tres especies de la familia Lauraceae	Muestras escaneadas y software Image Pro - puls	Milímetros (mm)	IAWA

Edad de los árboles de las tres especies de la familia Lauraceae	Determinación en función al número de anillos de crecimiento	Datos de medición y software COFECHA	Número	IAWA
--	--	--------------------------------------	--------	------

1.2 Hipótesis

1.6.1. Hipótesis Nula (H0)

Los anillos de crecimiento de *Beilschmiedia towarensis*, *Ocotea bofo* y *Ocotea ovalifolia*, presentan potencial para estudios dendrocronológicos en la región de Madre de Dios.

1.6.2. Hipótesis Alternativa (H1)

Por lo menos uno de los anillos de crecimiento de *Beilschmiedia towarensis*, *Ocotea bofo* y *Ocotea ovalifolia*, no presentan potencial para estudios dendrocronológicos en la región de Madre de Dios.

1.3 Justificación

Conociendo la caracterización de los anillos de crecimiento de las especies de la familia Lauraceae, se puede dirigir estudios de dendrocronología para conocer una serie de información sobre el crecimiento, edad, etc de estas especies y así planificar acciones sostenibles en el bosque.

1.7.1 Económico

Actualmente no conocemos a ciencia cierta cuales son los incrementos anuales de las especies que se está aprovechando en los bosques peruanos, esta carencia de información, conlleva a que los concesionarios no realicen un adecuado Plan General de Manejo Forestal, por otra parte la Ley Forestal actual exige a los concesionarios instalar parcelas permanentes de muestreo para subsanar carencia de información, sin embargo no se está dando como se espera, no se tienen un control y monitoreo adecuado de las parcelas y lo que solo le genera mayor gasto a los empresarios forestales. Por esta razón si se demuestra cuál de las tres especies de la familia Lauraceae presenta mayor potencial para la dendrocronología se podrá conocer esta información de los incrementos que conlleve a un mejor Manejo Forestal Sostenible.

1.7.2 Social

Obtener los resultados de esta investigación ayudara a la sociedad (concesionarios, empresarios, autoridades de control, comerciantes de maderas etc) a conocer más nuestros bosques tropicales y las dinámicas de crecimiento de las especies forestales por medio de la dendrocronología y específicamente de la medición de los «anillos de crecimiento de las tres especies de la familia Lauraceae». Esto podrá complementado con otras investigaciones complementarias determinar el diámetro mínimo de corta para estas especies o para la que presente mayor potencial dendrocronológico.

1.7.3 Ambiental

Si se demuestra el potencial dendrocronológico de las tres especies forestales de la familia Lauraceae, es posible relacionar el «crecimiento de los árboles» estudiados con el clima (precipitación, temperatura y fenómenos anormales (El Niño)) y con esta información conocer cuáles son aquellos factores que limitan en el crecimiento de las especies en la zona de estudio y si estas especies presentan o no sensibilidad al fenómeno de El Niño, por ejemplo. Además, el clima de la región al presentar una época marcada de lluvias y otra de verano, posibilita la marcación de los «anillos de crecimiento» de las especies.

1.7.4 Científico

A nivel nacional existen escasos estudios de dendrocronología y de especies con potencial para estos estudios; la región de Madre de Dios no es una excepción, sin embargo, los pocos estudios realizados han demostrado información científica interesante y un aporte al conocimiento científico. Razón por la cual es necesario investigar especies forestales en la región de Madre de Dios con potencial para estudios «dendrocronológicos» y así poder planificar acciones sobre el manejo forestal, razón por la cual se pretende determinar el potencial de tres especies de la familia Lauraceae.

1.4 Consideraciones éticas

Para evitar peligros y resultados negativos, este estudio se atiene a los principios éticos fundamentales honestidad, respeto de los derechos de los demás, objetividad, relaciones igualitarias y análisis crítico, al igual que otras

tesis de grado anteriores.

Para alcanzar los objetivos esbozados en la tesis, se tomaron decisiones en cada fase del proyecto de investigación con la intención de garantizar la calidad de la investigación, así como el bienestar y la seguridad de los participantes. Estas decisiones también cumplieron todas las normas legales, reglamentarias y éticas aplicables. Asimismo, se siguió las instrucciones del «Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios».

No obstante, se citaron debidamente todas las fuentes secundarias utilizadas en esta investigación y no se toleró ningún caso de plagio.

Por último, se respetó y enmarcó la tesis respetando la «Ley Forestal N° 29763» y la «Ley General del Ambiente N°28611».

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio

Se tiene estudios realizados en potencial para la dendrocronología de especies arbóreas basados en descripciones de sus anillos de crecimientos:

Beltran y Valencia (2012) desarrollaron su tesis en “Anatomía de anillos de crecimiento de 80 especies arbóreas potenciales para estudios dendrocronológicos en la Selva central, Perú”. Desarrollándose en la en Huancayo en las provincias de Satipo y Chanchamayo donde Tres de las doce especies de la familia Lauraceae estudiadas se mostraron prometedoras para la dendrocronología en base a las caracterizaciones anatómicas de sus anillos de crecimiento . Estas tres especies fueron *Aniba panurensis* (Meisn.) Mez, *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez y *Nectandra membranacea* (Sw.) Griseb & Rohwer. *Ocotea gracilis* (Meisn.) Mez y *Persea areolatocostae* (C.K. Allen) van y son otras dos especies de esta familia que plantean problemas para la dendrocronología. Una estrecha banda de fibras acortadas radialmente define sus diminutos y consistentes anillos de crecimiento. (p. 1025).

Navarro y Zevallos (2015) estudiaron la dendrocronología diez árboles de *Nectandra reticulata* de Huánuco en Perú. El estudio se realizó extrayendo rodajas de madera a la altura del pecho. Los objetivos fue realizar un analisis los anillos de crecimiento, y realizar una evaluación del potencial dendroecológico y dendroclimático. Los resultados de esta investigación demuestra que la especie *N. reticulata*, presentan anillos de crecimiento diferenciados por concentraciones de fibras con paredes gruesas y la agrupación de vasos de gran diámetro. La edad de la especie varía de 94 a 123 años y presento una densidad de 0,52 a 0,68 g/cm³. La intercorrelación de los anillos de crecimiento fue de 0,701 y la correlación de Pearson entre el crecimiento y el clima fue baja 0,2490 para la temperatura directa y -0,0348 para la precipitación indirecta), siendo los factores antropogénicos, como la madera y

el cambio de uso del suelo, el principal factor hidrológico que influyó en los resultados. (p. 11).

Reis y Morales (2017) investigaron: “Lauraceae: A promising family for the advance of neotropical dendrochronology”. Los autores mencionan que la familia botánica Lauraceae es ecológicamente y fisiológicamente muy importante en los bosques neotropicales. Mencionan también que es una de las familias más frecuentes y distribuidas tanto en número de especies como individuos y que a pesar de estas características importantes han notado que se han considerado muy pocas especies de Lauraceae en las investigaciones dendrocronológicas. Sus resultados muestran que los estudios dendrocronológicos revelaron que 14 especies estudiadas forman distintos anillos de árboles en las selvas estacionales o incluso en las selvas tropicales. Al analizar las series de tiempo del ancho de los anillos de los árboles, encontramos la misma tendencia de crecimiento dentro de los árboles de *Cinnamomum amoenum* y *Ocotea pulchella*. Han evidenciado que Lauraceae tiene anillos de árboles distintos, sincrónicos y sensibles al clima. Por lo tanto, dado que Lauraceae tiene una amplia distribución y una alta frecuencia en los Neotrópicos y como muchas especies se convierten en centenarias, recomendamos encarecidamente el uso de los anillos de los árboles de Lauraceae en autoecología, climatología y en la reconstrucción de la dinámica de la vegetación y las perturbaciones (p.103).

Worbes (2002) en su investigación: “One hundred years of tree-ring research in the tropics – a brief history and an Outlook to future challenges”. El autor menciona que el análisis de anillos de árboles en los trópicos existe desde hace más de cien años. En más de 20 países tropicales y numerosas especies de árboles, la existencia de anillos de árboles anuales es sin duda alguna probado. El crecimiento rítmico es inducido por períodos de sequía cortos o inundaciones de larga duración, la influencia del fotoperíodo es cuestionable. Análisis climatológicos de cronologías de anillos de árboles. Mostrar la influencia de El Niño en el crecimiento de los árboles. Determinaciones de edad basadas en anillos de árboles dan máximas edades de no más de 600

años para árboles de hoja ancha en tierras bajas tropicales. Incremento estimaciones por ancho de anillo. En su investigación Worbes, recopila una serie de especies por familias botánicas entre ellas la familia Lauraceae con cinco especies (*Endlichera arunciflora*, *Nectandra amazonum*, *Lauraceae* sp. *Ocotea guianensis* y *Ocotea* sp.), como potenciales para estudios “dendrocronológicos” en la Amazonía Tropical por la visualización de sus anillos de crecimientos (p. 217).

Cosmo *et al.* (2009) encontraron que los resultados indicaron que los árboles de *Ocotea porosa* tienen anillos de crecimiento anuales anatómicamente bien definidos. La ocurrencia de falsos «anillos de crecimiento» y de cicatrices en el leño son factores a ser considerados en el momento de la evaluación de los «anillos de crecimiento» en esta especie. Las medidas de anchura de los «anillos de crecimiento» mostraron correlaciones muy interesantes para la construcción de cronologías regionales. Es posible determinar las edades de los árboles de la regeneración natural, así como de los rebrotes y árboles adultos, mostrando la presencia frecuente de árboles con edad superior a 80 años en el área de estudio en Faxinal del Cielo. La relativa simplificación de la vegetación en el sector estructurales indica que las acciones antrópicas relativamente recientes pueden haber interferido en el proceso de la sucesión ecológica en esta área. Considerando las características anatómicas del leño de *Ocotea porosa* (imbuia), el carácter la longevidad de esta especie y su importancia en la selva tropical mixto (Araucaria Bosque) se concluye que la conducción de estudios dendrocronológicos y dendroecológicos para esta especie podría contribuir significativamente a: (i) el desarrollo de cronologías regionales para la especie y (ii) al entendimiento de la dinámica sucesiones de estos bosques (p. 8).

Revisión Bibliográfica:

De las Especies:

***Beilschmiedia towarensis* (Palta moena).**

Clasificación taxonómica según Cronquist (1988):

Reino:	Plantae
División:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledonea
Orden:	Laurales
Familia:	Lauraceae
Género:	Beilschmiedia
Especie:	<i>Beilschmiedia towarensis</i>
Nombre común:	Palta Moena

Según Cuca et al. (2005), existen 11 especies diferentes (3) del género *Beilschmiedia*, todas las cuales se encuentran en pisos térmicos entre 450 y 2.500 msnm, debido a su capacidad de adaptarse fácilmente a diferentes climas. Ésta es la primera investigación fitoquímica realizada sobre la *Beilschmiedia towarensis*. (p. 20).

Callo (2014) describe la especie de la siguiente forma:

Beilschmiedia towarensis es un árbol perenne cuya altura suele llegar hasta 30 m y un DAP de tronco de hasta 100 cm. Tiene una corteza grisácea y ramas jóvenes de color marrón rojizo. (Figura 01).

El tipo de hoja es simples, alternas y elípticas, llegan a medir de 10 a 20 cm de largo y entre 5 y 10 cm de ancho. En lo referente a color son más claras en la parte inferior y tienen un verde más brillante y oscuro en la superior...

Las flores son más bien pequeñas y se disponen en racimos en forma de panícula a lo largo de las inflorescencias axilares de la planta. Cada flor tiene seis tépalos (pétalos y sépalos no diferenciados) de color amarillo verdoso.

El fruto, parecido a una baya, mide aproximadamente tres centímetros, es de color verde y adquiere una tonalidad rojiza o negruzca al madurar. Tiene una semilla solitaria de color marrón oscuro.

Distribución: Se comercializa en Brasil y Perú desde Guyana. Crece en Ucayali, an Martín, Pasco, Madre de Dios, Loreto, Junín, Huanuco, Cajamarca y Amazonas, con el nombre *Ocotea rhynchophylla* (Meisn.) Mez fue colectada múltiples veces en otras partes de Ucayali (Graham, J.) y es una especie frecuentemente registrada en los bosques de arena blanca de los hábitats fluviales amazónicos.

Ecología: Las especies constituyen el segundo o tercer nivel de las formaciones arbóreas de un bosque. Los árboles crecen en grupos con otras especies y están dispersos sin ningún desarrollo concentrado. (p. 6).

Durante los años 1965-1976, los investigadores Alencar et al. (1978; 1979) estudiaron la fenología de 27 especies forestales diferentes en la Reserva Ducke de Manaus, una región de 300 ha de bosque tropical húmedo en el continente. Normalmente, la fructificación dura cinco meses, de octubre a abril. Es un árbol perenne, ocasionalmente semicaducifolio antes de florecer en mayo y junio; el ciclo de vida de la hoja es de cinco a once meses; y el cambio de hoja se produce entre mayo y junio.

Quispe (2014), señala que la madera de *Beilschmiedia towarensis* se describe como se indica a continuación:

Descripción macroscópica: peso específico o densidad de 0,47–0,59 g/cm³; radios poco notorios de color beige; corte radial con veteado no distinguible; distribución de poros difusa, 11–16 poros/mm²; parénquima paratraqueal no distinguible; Grano recto en un 90% y ondulado en un 10%; 2–3 anillos de; textura fina crecimiento/cm; 6–7 radios/mm no observable a simple vista, puede ser de una célula.

Descripción microscópica: Corte radial con radios parenquimáticos

homogéneos cuadrados, 10–13 filas; parénquima paratraqueal no visibles posiblemente bacicentrico; fibras alargadas fibriformes; fibras lignificadas circular, de radios finos poco visibles; Corte transversal con poros solitarios y en algunos casos múltiples (geminado), difuso; poros con inclinación oblicua 45°, puntuaciones poligonales alternas; poros con placa de perforación poco distinguible posiblemente reticulado; Corte tangencial con radios uniseriados y biseriados poco distinguibles, difuso; unión de las puntuaciones ovaladas opuestas.

Color: beige claro amarillento; de acuerdo a la escala de Munsell corresponde a 5Y 8/4 amarillo.

Usos: Tiene diversos usos algunos de ellos son: es utilizada en la construcción de muebles, pisos, paneles y otros elementos de carpintería. Es una madera dura, resistente y durable, con un atractivo color rojizo y vetas oscuras. (p. 141).

***Ocotea bofo* (Moena negra)**

Clasificación taxonómica según Cronquist (1988):

Reino:	Plantae
División:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledonea
Orden:	Laurales
Familia:	Lauraceae
Género:	<i>Ocotea</i>
Especie:	<i>Ocotea bofo</i>
Nombre común:	Moena negra

Portal (2010) describe la madera de la siguiente manera: Descripción de la madera color: Rojo (duramen marrón pálido a rosado, albura poco diferenciado del duramen). Olor: No Perceptible. Sabor: No distintivo. Textura: Media. Brillo: Alto. Grano: Recto a entrecruzado; Veteado: Tg. Arcos superpuestos ligeramente diferenciado y Rd. Satinado. Anillos de crecimiento: Poco diferenciado por bandas oscuras de forma regular.

Las propiedades macroscópicas de la madera incluyen: Porosidad difusa. Poros: Claramente discernibles. Mayores proporciones de solitarios con mínimos múltiples radiales. El parénquima puede verse con un aumento de 10x. Forma vasicéntrica de la paratraquea. Rayos: T. visto a un aumento de 10x. Buen Tg. no categorizado. Se incluyen las encías (escasas).

Propiedad física: La moena rosada es una madera semidura y semipesada que muestra una densidad básica media de 0,41 gr/cm³.

Trabajabilidad: Madera de regular comportamiento a la trabajabilidad con herramientas y máquinas de carpintería, produce vello cuando se encuentra grano entrecruzado, lijado y acabado bueno.

Usos: Se utiliza en carpintería en general, puertas, ventanas, muebles, machihembrados, tabiquería, cielo raso, molduras, encofrados, estructuras de viviendas, obras de interiores, chapas decorativas (p. 8).

***Ocotea ovalifolia* (Moena Amarilla)**

Clasificación taxonómica según Cronquist (1988):

Reino:	Plantae
División:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledonea
Orden:	Lurales
Familia:	Lauraceae
Género:	Ocotea
Especie:	<i>Ocotea ovalifolia</i>
Nombre común:	Moena amarilla

Macbride (1939) la especie *Ocotea ovalifolia* (R & P) Es un árbol; hojas elípticas, simplemente agudas en cada extremos, más bien delgada, cunspicuamente ferruginosa-pilosa debajo, especialmente en los nervios, a menudo de 20 cm de largo y medio de ancho; inflorescencia estrecha, 15 cm largo, el raquis evanescente pero densamente ferruginoso-veloso, las flores de 3 mm largo y puberulento; pedicelos de 1,5 mm lago o menos, anteras subtrapeziformes.

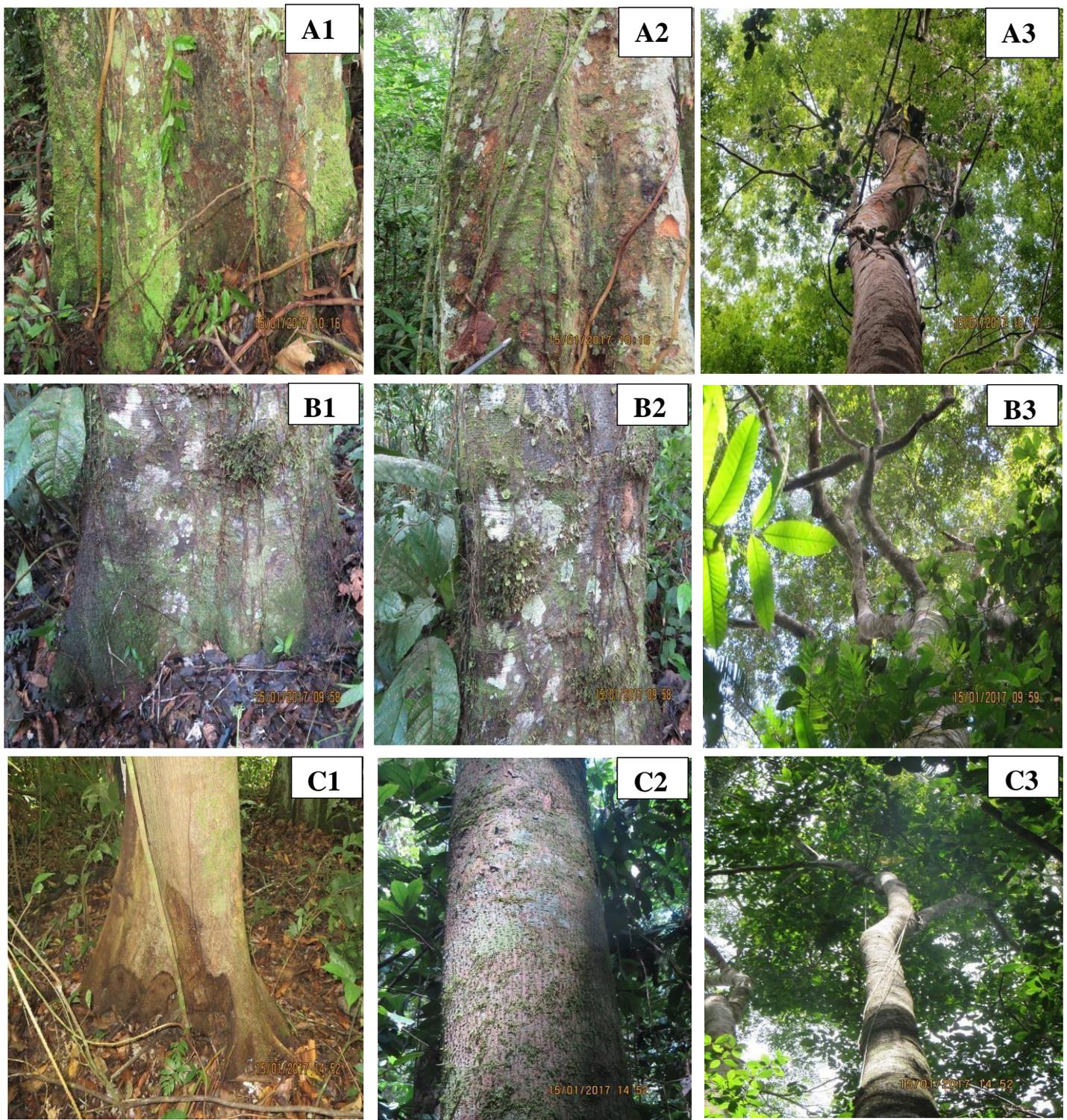


Figura 01. (A) *Beilschmiedia towarensis* (A1) Tipo de raíz, (A2) Fuste y tipo de corteza, (A3) Copa del árbol, (B) *Ocotea bofo* (B1) Tipo de raíz, (A2) Fuste y tipo de corteza, (A3) Copa del árbol e (C) *Ocotea ovalifolia* (C1) Tipo de raíz, (C2) Fuste y tipo de corteza, (C3) Copa del árbol.

2.2 Marco teórico

Anillos De Crecimiento

Stokes y Smiley (1996) surge como resultado de la formación de xilema secundario por desarrollo radial procedente del cambium a lo largo de la estación de crecimiento. Con respecto a su nivel anatómico, el cambium desarrolla componentes con diámetros mayores en primavera (madera de primavera) y diámetros menores y paredes más gruesas en invierno (madera de verano), formando un anillo de crecimiento.

Existen pruebas de que su formación tiene algo que ver con la fotosíntesis y la presencia de auxinas (Stokes y Smiley 1996, p. 95; Haygreen y Bowyer 1982, p. 496; y Hienrich 2004, p. 235). Parece que la cantidad de auxinas y el crecimiento de paredes celulares gruesas con fotosíntesis completa son necesarios para la generación de diámetros celulares grandes, que son una característica de las maderas tempranas.

Los azúcares necesarios en ese proceso de crecimiento son los que se habían almacenado previamente en las raíces o en otras zonas del árbol. Su creación comienza a inicios de la primavera, cuando las plantas están sin hojas y tienen brotes hinchados. Al haber niveles abundantes de auxinas, las hojas terminan de desarrollarse al mismo tiempo que comienza la fotosíntesis y el crecimiento del meristemo apical se pone en marcha rápidamente. Como resultado, la mayor parte del azúcar que ahora es accesible se utiliza para fabricar nuevas hojas y raíces, mientras que sólo una cantidad muy pequeña se utiliza para engrosar las paredes celulares del cambium (Shepherd 1964, pp.7-22; Haygreen y Bowyer 1982, p. 496 y Hienrich 2004, p.235).

Durante la conclusión del periodo vegetativo, factores como la sequedad inducen el agotamiento de la auxina y la formación de células de pequeño diámetro; al mismo tiempo, la acumulación de inhibidores del crecimiento ralentiza el ritmo de formación de nuevas células, lo que detiene el crecimiento de nuevos brotes y la generación de nuevas hojas. En consecuencia, la

producción fotosintética de las hojas completamente desarrolladas es accesible para la producción de paredes celulares. El resultado serán células de pequeño diámetro y paredes gruesas. (Stokes y Smiley 1996, p.95; Haygreen y Bowyer 1982, p. 496).

Características Anatómicas Del Anillo De Crecimiento

Grosser (1977) Señala que «los anillos de crecimiento de la madera de angiospermas dicotiledóneas, a veces conocidas como latifoliadas, pueden identificarse por ciertas características anatómicas» como:

- Parénquima marginal, banda de células de parénquima que puede verse como una fina línea de tejido más claro en los bordes de los anillos de crecimiento. Algunos ejemplos son *Swietenia macrophylla* King (Meliaceae) y *Liriodendron tulipifera* (Magnoliaceae).
- Alargamiento de los radios en los bordes de los «anillos de crecimiento» (sólo visible al microscopio), como ejemplo, el *Balfourodendron riedelianum* (Rutaceae) y *Liriodendron tulipifera* (Magnoliaceae)
- La madera temprana tiene una mayor concentración de poros o un tamaño de poro mayor, mientras que los poros de la madera tardía son más pequeños, menos frecuentes y las fibras están más compactas y tienen paredes más gruesas. Esta forma de conformación también es denominada madera de porosidad circular. Como por ejemplo: *Cedrela fissilis* (Meliaceae) y *Catalpa bignonioides* (Bignoniaceae).
- Aunque los poros son casi similar del mismo tamaño en todo el «anillo de crecimiento», lo que suele generar un mayor porcentaje de fibras, existen muy pocas diferencias en la estructura celular que dificulten la identificación de la creación de anillos de crecimiento.
- Madera porosa difusa es el término técnico que se da a este tipo de madera. También, al igual que las gimnospermas, presentan un engrosamiento diferencial

en la pared de las fibras. Como por ejemplo: *Mimosa scabrella* (Mimosaceae), *Pyrus communis* (Rosaceae).

- Cambios en la distancia entre las tiras tangenciales de un parénquima axial (escaleriforme o reticulado), como se observa en las familias Sapotaceae y Lecitidaceae. Ejemplo: *Cariniana decandra* Lecythidaceae. Esta condición también puede ir acompañada de una disminución del número de poros en la madera tardía, o quizás de la ausencia total de poros (zona fibrosa).

Anillos Discontinuos y Falsos Anillos

Se generan por heladas, heladas tardías, sequía, defoliación por insectos, granizo, ataque de hongos, ataque de insectos o estimulación del crecimiento fuera de temporada inducida por circunstancias favorables como la primera estación seca seguida de un otoño húmedo, eliminación de la competencia, disponibilidad inesperada de nutrientes, etc. (Burger y Richter 1991, p.154 ; Priya y Bhat 1999, pp.181-192). Cuando esto ocurre, la parte superior de la planta deja de crecer o crece muy lentamente. La reducción de la síntesis de auxina dará lugar al crecimiento de células de tipo madera tardía. Si las circunstancias que provocan este desarrollo lento van seguidas de condiciones favorables, es probable que se produzcan patrones de crecimiento regulares, como la creación de células de paredes finas y gran lumen características de las primeras maderas. (Salisbury y Ross 1994, p.195; Haygreen, Bowyer 1982, p. 496; Hienrich 2004, p. 235).

Microscópicamente, el límite entre la madera tardía y la temprana en los anillos falsos es más gradual que en los anillos verdaderos. Esto se debe a que la capa de células de paredes gruesas que define el falso anillo se contrae tanto dentro como fuera del tronco. (Burger y Richter 1991, p. 154).

Tras un periodo de latencia, si el cámbium persiste en uno o más lugares, se formará un anillo discontinuo. Se ha sugerido que la falta de suministro de auxina a una determinada zona del cambium es la responsable de este tipo de latencia. (Larson 1956, pp. 11-13). Del mismo modo, los árboles demasiado

maduros y aquellos en los que sólo algunas de las ramas conservan hojas también son propensos a tener anillos que no son continuos. (Kramer y Kozlowski 1979; Schweingruber 1988, p. 276).

Los árboles viejos con una copa irregular son más propensos a tener anillos que no conectan correctamente. También se dan en situaciones de árboles jóvenes, sobre todo los que han sufrido daños naturales por cicatrización y posteriormente han perdido el desarrollo cambial en la zona afectada. El cambium en una o más partes del tronco persiste inactivo durante una o más temporadas de crecimiento. (Schweingruber 1988, p. 276; Larson 1956; Hienrich 2004, p. 235).

Hiendrich (2004) en su estudio con *Toona ciliata* "cedro australiano" presentó varios aspectos para el correcto diagnóstico de los "anillos falsos" en los que se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Anillos de crecimiento demasiado estrechos; donde el anillo estrecho sólo parece estar presente la madera tardía, formada por vasos macizos rodeados de tejido parenquimatoso y evidentes aquí como agujeros negros separados por líneas verticales brillantes. No obstante, lo más probable es que los "anillos estrechos" no sean el resultado de circunstancias climáticas limitadas, sino más bien el resultado de otras variables, como la competencia dentro del bosque o la propia tasa de desarrollo de la especie. Due to their susceptibility to the impacts of extended climatic catastrophes, they may be used as "marker years" in other situations.
- Dificultad de la identificación del límite del leño temprano o tardío; carece de rasgos como la gradación del tamaño de los vasos y las bandas de parénquima (porosidad circular y difusa).
- Cuando el límite del anillo de crecimiento adyacente es menos claro; una tonalidad constante como resultado de la uniformidad del tamaño de los poros y de la relación entre la pared celular de la fibra y el lumen. (p. 234).

La Dendrocronología

Tomazello et al. (2001) señala que el termino “dendrocronología”, deriva de las palabras griegas «dendros, que significa árbol, cronos, que significa tiempo, y logos, que significa estudio». Se refiere al estudio de la edad de los árboles, tomando en cuenta el hecho de que cada árbol tiene un registro de los acontecimientos ambientales que de alguna manera afectan a su desarrollo. Leonardo da Vinci fue el primero en reconocer la relación entre las precipitaciones y los anillos anuales de los árboles, realizando las primeras mediciones que relacionaban la anchura de los anillos de los árboles con el clima en el siglo XV. (p.117).

La dendrocronología es un campo de estudio que analiza «los anillos de crecimiento de los árboles» para datar y reconstruir sucesos naturales como el clima, incendio forestal y la actividad volcánica, entre otros. (Correa 2004). Las aplicaciones de la ciencia son, por tanto, múltiples, y los más resaltantes son: la «dendroclimatología», que está enfocado a la reconstrucción del clima del pasado; La dendrogeomorfología utiliza «los anillos de crecimiento» para la reconstrucción de eventos pasados, como deslizamientos de tierra, avalanchas, inundaciones y otros eventos naturales. Los anillos de crecimiento de los árboles pueden ser afectados por estos eventos, y a veces pueden revelar información sobre la frecuencia, duración e intensidad de los eventos pasados; La dendrosismología utiliza la información que se encuentra en «los anillos de crecimiento de los árboles» para la reconstrucción de la historia de los terremotos en una determinada región. Cuando un terremoto sacude la tierra, los árboles pueden ser afectados por el movimiento, lo que puede dejar cicatrices o marcas en «los anillos de crecimiento»; la dendroglaciología es una excelente herramienta para entender cómo el clima ha cambiado en el pasado y cómo estos cambios han afectado a los glaciares y el medio ambiente en general; la dendrohidrología es una herramienta valiosa para entender cómo el clima y la hidrología han cambiado a lo largo del tiempo en una región determinada y cómo estos cambios han afectado a la disponibilidad de agua y otros procesos hidrológicos en el medio ambiente; La dendroarqueología utiliza «los anillos de crecimiento de los árboles» para

determinar la edad de los restos arqueológicos de madera y para establecer la cronología de los edificios y las estructuras construidas con madera. Al analizar los patrones de crecimiento de los anillos de los árboles, los científicos pueden establecer la fecha en que la madera fue cortada y así determinar la edad de la estructura o el objeto en cuestión y por último la. La dendropirocronología utiliza «los anillos de crecimiento» para la reconstrucción la historia de los incendios forestales. Los incendios forestales pueden afectar el crecimiento de los árboles de diversas maneras, como la quema de corteza, la exposición a altas temperaturas y la eliminación de ramas y hojas. Estos factores pueden dejar marcas distintivas en «los anillos de crecimiento», que se pueden utilizar para determinar si un incendio forestal ocurrió en un año determinado (Kipfmueller y Swetnam 2001, pp. 199-228 ; Schiweingruber *et al.* 1990, p. 9-38).

A partir de «los anillos del género Pinus», Douglass (1914) descubrió una técnica para calcular las precipitaciones anteriores en un periodo superior al representado por los datos observacionales. Varias especies leñosas han demostrado ser una herramienta muy útil para recrear la variabilidad climática a una escala de cientos o milenios gracias a este temprano estudio sobre los anillos de crecimiento. (Amaral y Tomazello 1998, p. 202; Fritts *et al.* 1991).

Hay estudios cronológicos de robles en torno a los ríos Rin y Meno en el sur de Alemania que datan de hace más de 10.000 años. *Las Montañas Blancas de California, hogar del Pinus aristata Engelm (pino Bristlecone), en el suroeste de Estados Unidos, han proporcionado una cronología que abarca más de 8.500 años.* (Sinteriza y Swetnam 1989, pp. 111-189).

Schulman (1956) creó las primeras cronologías en Sudamérica, utilizando datos de Chile y Argentina para determinar las edades de *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic-Serm. y *Bizzarri* y *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. A pesar de la incertidumbre inicial sobre las conexiones entre el crecimiento y el clima, las especies de *Austrocedrus* han demostrado finalmente ser adaptables. No obstante, esta especie se utilizó a principios de la década de

1970 para recrear la pluviosidad de Santiago de Chile, abarcando hasta el año 1010 a.C. Desde entonces se han realizado en Chile casi un centenar de estudios de diversas especies leñosas a lo largo del tiempo.

Según Kipfmueller y Swetnam (2001), las muestras obtenidas en la base del árbol se analizan en un laboratorio para determinar el grosor de los anillos; Los investigadores son capaces de reconstruir una secuencia histórica que pasará a formar parte del registro científico recogiendo muestras de diversos lugares y capas de estratos dentro de una zona determinada. Por ejemplo, la madera antigua descubierta en edificios puede datarse para ofrecer un indicador de cuánto tiempo vivió y se desarrolló el árbol del que procede, estableciendo así una edad máxima para esa pieza concreta de madera. Esto puede hacerse comparando la edad del árbol con la edad de la madera. La dendrocronología contribuye a la ciencia proporcionando especímenes que pueden datarse con precisión hasta un año determinado, lo que permite validar y calibrar la precisión de la datación por radiocarbono. Al igual que el pino bristlecone, con su gran resistencia y su lento desarrollo, se ha podido aprovechar para este fin produciendo patrones de anillos que se remontan a miles de años, en ciertos lugares de Estados Unidos se puede acceder a secuencias que se remontan a más de diez mil años. (p. 199-228).

Fritts (1976) indicó que la dendrocronología puede utilizarse para extraer información climática de los bosques fósiles, proporcionando información sobre la vegetación existente en la época, así como sobre los climas y temperaturas que existían mientras vivían los árboles. (p. 567).

Los anillos anuales de crecimiento están directamente relacionados con las circunstancias climáticas y medioambientales. Por consiguiente, en climas con cambios estacionales, en primavera se forman células grandes y de paredes finas y en invierno células más pequeñas y de paredes gruesas. En lugares cálidos con temperaturas estables y en los trópicos, los árboles crecen todo el tiempo, y se añaden continuamente nuevas células a la madera, por lo que los anillos no se ven. Como los árboles responden más a los cambios de

temperatura, los anillos de crecimiento de un árbol muestran cualquier cambio en el clima. Podemos verlo fácilmente en la madera petrificada y averiguar cómo eran el entorno y el clima cuando creció la planta, lo que nos da información sobre los climas del pasado. (Torres *et al.* 2008, pp. 487- 491).

Principios de Dendrocronología

Tomazello *et al.* (2001) Al igual que otras ciencias, «la dendrocronología» se basa en una serie de reglas o principios. La más antigua de estas reglas, denominada "Principio de Uniformidad", se remonta a 1785, y la más reciente se redactó en 1987. (Principio de Agregación de Factores Ambientales). Algunas de estas reglas sólo se utilizan en dendrocronología, mientras que otras se emplean en muchos campos diferentes. (Grissino – Mayer, 1996; Tomazello *et al.* 2001, p. 117-143), Además (León y Espinoza de Pernia 2001, p. 397; Tomazello *et al.* 2001,117-143) A continuación se describen los principios:

Principio uniformidad: Según esta teoría, los mecanismos físicos y biológicos que afectan al desarrollo de un árbol ya existían en el pasado. (McCarthy 1998). James Hutton articuló por primera vez esta idea en 1875, y es la siguiente: “*el presente es la clave del pasado*”. pero, los “dendrocronólogos” se han extendido en este sentido argumentando que “*el pasado es la clave del futuro*”. Es decir, se pueden anticipar y/o regular las circunstancias medioambientales futuras mediante la comprensión de las condiciones climáticas que prevalecieron en el pasado a través del estudio de los «anillos de crecimiento» (Grissino-Mayer 1997). El principio de uniformidad establece que tipos comparables de efectos repercuten en tipos similares de procesos, no que las situaciones pasadas y actuales sean idénticas. (Grissino-Mayer 1996).

Principio de los factores limitantes: Esta teoría afirma que el proceso de desarrollo de las plantas puede avanzar a un ritmo no superior al que permite el factor limitante primario. Por ejemplo, si el factor más importante que limita el crecimiento son las precipitaciones, la cantidad de madera que produce un árbol en un año determinado será proporcional a la cantidad de

precipitaciones que se hayan producido ese año. (Grissino- Mayer 1996). Varios aspectos del proceso de desarrollo se ralentizan cuando las circunstancias limitan al árbol, lo que da lugar a un menor número de células y a anillos de crecimiento más estrechos, con unas propiedades de las células y una densidad de la madera que varían en función de la naturaleza del factor limitante. (Fritts 1996). Es importante tener en cuenta que este elemento limitante en Sudamérica es la precipitación. Dependiendo de la región, pueden predominar variables diferentes, como la temperatura en Alaska o las precipitaciones en Perú. (Rodríguez 2008, p. 44).

Principio de amplitud ecológica: Según esta teoría, los organismos pueden desarrollarse, procrear y expandirse en una variedad de entornos que pueden ser amplios, limitados o restringidos. (Grissino-Mayer 1996). Dado que muchas de las especies utilizadas en las investigaciones dendrocronológicas se descubren a menudo cerca de los límites de su área de crecimiento natural, la importancia de este concepto resulta evidente. (McCarthy, 1998; Grissino-Mayer 1997).

Principio de crecimiento agregado: Cada serie de crecimiento particular de un árbol puede "descomponerse" en un conjunto de variables generales que influyen en el patrón de desarrollo del árbol en el tiempo. Por ejemplo, diversas variables agregadas, como la edad, la temperatura y la incidencia de sucesos dentro del bosque (como la caída de árboles) y fuera de él (como la defoliación causada por insectos), afectan a la cantidad de crecimiento que se produce en un año determinado. El impacto de otras variables debe reducirse al mínimo para aumentar el efecto de un único elemento medioambiental. Por ejemplo, para maximizar la señal climática, debe invertirse la tendencia relacionada con la edad, y los lugares y árboles elegidos deben minimizar la probabilidad de variables internas o externas que inhiban el crecimiento. (Grissino-Mayer 1996; McCarthy 1998). La ecuación 1 puede utilizarse para representar matemáticamente esta idea. (McCarthy 1998):

$$R_t = A_t + C_t + D1_t + D2_t + E_t \longrightarrow \boxed{\text{Ecuación 1}}$$

Un anillo de crecimiento (R) generado en un año determinado (t) es función de la tendencia de crecimiento relacionado con la edad (A), el clima (C), los factores internos del bosque capaces de afectar al crecimiento (D1), los factores externos del bosque capaces de afectar al crecimiento (D2) y la acción de cualquier otro factor aleatorio (E) no tenido en cuenta por los anteriores.

Principio del fechado cruzado (crossdating): es la idea central de la dendrocronología que recide en determinar con precisión el año en que se formó cada anillo (Martínez 1996) por medio de la "superposición" de la fluctuación de la anchura del anillo de crecimiento y otras características estructurales. (Kham 1997). El crossdating pueden realizarse mediante diversas técnicas. (McCarthy 1998), «sendo (i) método clásico, directamente de la madera, (ii) gráfico, de ploteo, (iii) de lista o tabulado, (iv) crossdating mediante la medición del ancho de los anillos, (v) de computadoras y (vi) estadísticos».

Principio de selección de sitio: Pueden descubrirse y elegirse lugares adecuados para la dendrocronología en función de características que sugieran la producción de series de anillos sensibles a los factores ambientales objeto de estudio. El dendrocronólogo debe elegir ubicaciones que maximicen la señal considerada. (McCarthy 1998). Debe identificarse y elegirse un lugar ecológicamente homogéneo donde se recolectarán las muestras para las investigaciones dendrocronológicas. (Kaennel y Schweingruber 1995).

Principio de replicación: Esta teoría sugiere que deben obtenerse varias muestras de radio del tallo por árbol y varios árboles por lugar. Esto permite comparar estadísticamente la variabilidad de los árboles y las agrupaciones de árboles. Las mediciones de esta variación brindan importantes conocimientos sobre cómo afectan las variables ambientales y del lugar al desarrollo de los árboles. (Fritts 1976). La incidencia de la varianza dentro del

árbol se reduce aún más recogiendo más de un conjunto de anillos de cada árbol. (Grissino- Mayer, 1996; McCarthy 1998).

Principio de sensibilidad: Los anillos de crecimiento pueden utilizarse como guía para mostrar cómo las influencias medioambientales pueden convertirse en un factor limitante del crecimiento. El rango en la amplitud de «los anillos de crecimiento» dentro de un mismo árbol es mayor cuanto más restringido está el desarrollo por las condiciones ambientales. Cuando la anchura de los anillos cambia debido a un factor limitante, se habla de sensibilidad. Cuando la anchura de los anillos permanece invariable, se habla de complacencia. (Fritts 1976). Cuando elementos como la pendiente, los suelos pobres y la baja humedad influyen en el desarrollo de un árbol, aparecen en él anillos "sensibles". Factores climáticos constantes, como una buena presencia de agua, suelos ricos o el desarrollo en zonas protegidas, provocan la existencia de anillos "complacientes". (McCarthy 1998). Es decir, cuando existe un nivel significativo de fluctuación anual, se dice que el desarrollo del árbol es "sensible", lo que da lugar a una variedad de anillos anchos y estrechos a lo largo del tiempo. En cambio, se tiene en cuenta que el "crecimiento de los árboles" es "complaciente" cuando la fluctuación de la amplitud de los anillos de crecimiento a lo largo del tiempo es mínima y la variación anual es escasa. En la investigación dendrocronológica, los patrones de crecimiento sensibles son deseables porque el procedimiento de crossdating se facilita al aumentar la variación de la anchura de los anillos. (Martínez 1996).

Por último, pero no por ello menos importante, se afirma que, además de los principios mencionados, la Dendrocronología también emplea una técnica de normalización, que a veces se considera un principio (León y Espinoza de Pernia 2001, p. 397; Tomazello et al. 2001, pp. 117-143). La anchura de los «anillos de crecimiento» puede alterarse como resultado de las circunstancias del lugar, la productividad, la edad del árbol, la ubicación de la muestra y la altura del tallo, además de las variaciones climáticas. Resulta útil cuantificar la tasa de variaciones sistemáticas de la anchura de los anillos vinculadas a la edad en los estudios sobre variación de la anchura de los "anillos de

crecimiento” en respuesta a los cambios medioambientales con el fin de "eliminarlas" de los datos.

Este ajuste de la anchura de los anillos en proporción a la geometría y edad del árbol se le denomina como estandarización, y los valores modificados se denominan índice de anchura de los anillos. (Fritts 1976, p. 567). La estandarización consiste en extraer las diferencias a largo plazo de una serie temporal de características medidas en función del crecimiento.

El método divide los valores observados (mediciones de los anillos) por los valores previstos por la función de estandarización ajustada para crear una serie temporal de índices de grosor de los anillos. (Kaennel y Schweingruber 1995)

2.3 Definición de términos

A continuación, se definen las terminologías vinculadas al tema de estudio, derivadas de Gutiérrez (2009).

Dendrocronología: El término sugiere que existe una conexión sumamente estrecha entre los árboles y el tiempo. deriva de las palabras griegas «dendros, que significa árbol, cronos, que significa tiempo, y logos, que significa estudio». Rama de la ciencia que utiliza un conjunto de reglas, estrategias y procedimientos para estimar la edad de «los anillos de crecimiento» anuales y extraer, clasificar y analizar los datos que proporcionan sobre las numerosas causas que han influido en su desarrollo.

El crecimiento de los árboles: es un complejo proceso que está influenciada por diversos factores, como la especie del árbol, las condiciones climáticas, la calidad del suelo, la disponibilidad de agua y nutrientes, y la competencia por la luz y otros recursos. Los árboles experimentan diferentes patrones de crecimiento a lo largo de su vida y su edad puede afectar su capacidad de crecimiento. Los árboles crecen a través de la fotosíntesis, que es el proceso mediante el cual las hojas del árbol convierten la energía solar en azúcares y otros nutrientes que se utilizan para alimentar el crecimiento y el mantenimiento del árbol. Además del crecimiento natural, los árboles también pueden ser estimulados para crecer más rápido a través de prácticas de cuidado y mantenimiento, como la poda, la fertilización y el riego. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el crecimiento acelerado puede tener efectos negativos en la salud y la longevidad del árbol si se realiza de manera excesiva o inadecuada.

Características peculiares de los árboles: son organismos vivos que se caracterizan por tener un tronco leñoso y una estructura ramificada que se extiende hacia la copa. Algunas de sus características peculiares son, que pueden alcanzar alturas de más de 100 metros; pueden llegar a vivir hasta 9550 años y esto se determinó con el conteo de sus anillos como el caso de abeto falso en Suecia. Los *Pinus nigra* de Andalucía tienen unos mil años, mientras que los *Pinus uncinata* del resto de España rondan los ochocientos (Pirineos).

La formación de los anillos: el registro anual del tiempo: Sin embargo, como cualquier proceso de desarrollo, el crecimiento de los árboles no es constante y llega a su fin en algún momento como consecuencia de las restricciones impuestas por diversos factores internos y/o externos, lo que da lugar a la formación de los anillos. Los árboles dejan de crecer durante la estación desfavorable en muchas partes del globo con una marcada estacionalidad climática, para volver a hacerlo cuando el tiempo es favorable. Para identificar este ciclo anual de actividad y reposo en la estructura de la

madera se utilizan capas anuales concéntricas que, vistas en sección transversal, se asemejan a anillos.

Tipos de anillos: anatomía de la madera: La madera temprana de las gimnospermas y coníferas (pino, abeto, etc.) es más fina, ligera y está compuesta por células más grandes (traqueidas) que la madera tardía, que tiene paredes celulares más gruesas. En cambio, es más opaca la madera tardía y está compuesta por células más compactas y con paredes celulares más gruesas. En estas especies, las traqueidas constituyen casi toda la madera (95%), pero las variaciones de tamaño y color entre la madera tardía de un anillo y la madera temprana del anillo siguiente permiten identificar y datar los anillos individualmente. (pp. 309-322).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de estudio

Para la presente investigación, fue de tipo “descriptivo” en un primer momento, luego “explicativo” y finalmente “correlacionada”, puesto que se describió y correlaciono la anchura de los «anillos de crecimiento» de las tres especies de la familia Lauraceae.

3.2 Diseño del estudio

El tipo de diseño utilizado para la actual tesis de grado, fue descriptivo.

3.3 Población y muestra

3.3.1. Población

La población comprende 25 individuos agrupados en tres especies de la familia lauraceae, como *Beilschmiedia towarensis* (7), *Ocotea Bofo* (12), *Ocotea Ovalifolia* (6); dicha población está distribuida en una superficie de 18,67 ha, ubicados en el fundo “El Bosque” sector de Loboyoc a unos 16,5 kilómetros aproximadamente de la carretera Puerto Maldonado – Iñapari (Figura 2), se seleccionaron con un DAP ≥ 30 cm para todos los individuos (Figura 3) y (Anexo 1 y Anexo 2).

3.3.2. Muestra

Como se trata de una población finita (25 individuos) se empleò la ecuación siguiente: para determinar el tamaño de muestral para poblaciones finitas, valor de Z: 1,65 cuando el nivel de confianza es igual al 90 %; y “d” o nivel de precisión es igual a 31 % entonces bajos esas condiciones reemplazamos dichos valores en la ecuación (2) y se obtuvo un tamaño de muestral (n) igual a 6 (Figura 4).

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \longrightarrow \boxed{\text{Ecuación 2}}$$

Donde:

N= Total de la población

Z_α= 1,645 al cuadrado (cuando el nivel de confianza es igual 90%)

p = 0,5

q = 0,5

d =precisión (en la investigación se utilizó un 31 %)

La distribución espacial de la muestra, corresponde a un muestreo sistemático (2 individuos por cada especie). El tamaño de muestra corresponde a las especies *Beilschmiedia towarensis*, *Ocotea bofo*, *Ocotea ovalifolia*, del fundo “EL Bosque” (Anexo 3).

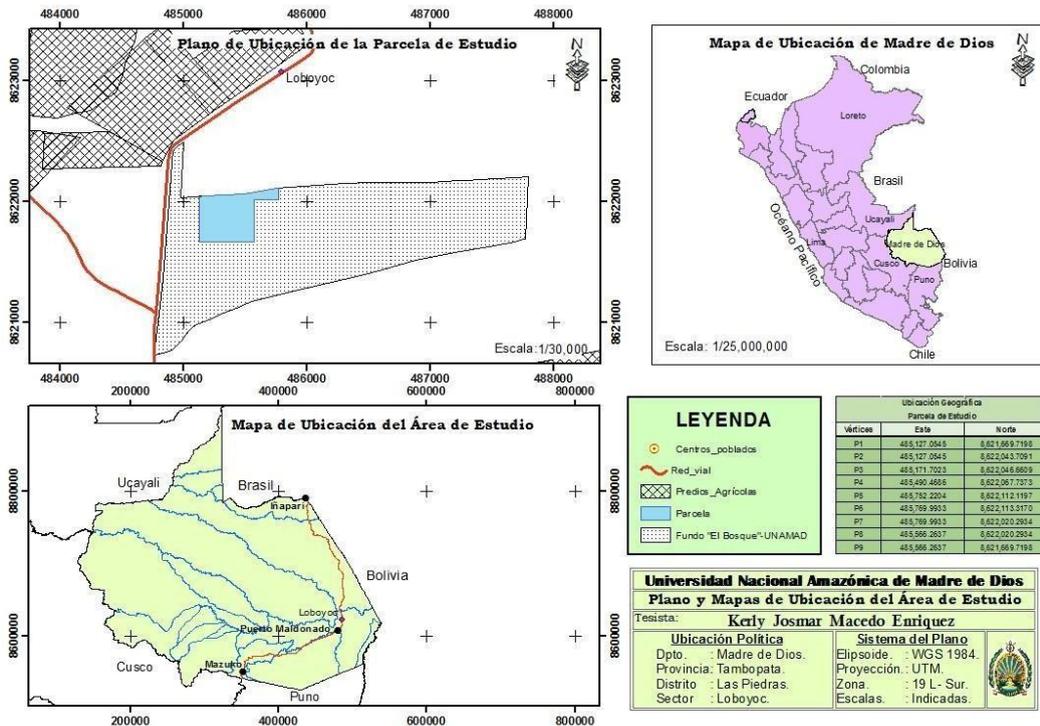
3.4 Métodos y técnicas

El presente estudio se realizó en el «fundo El Bosque de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios», situado en el sector de Loboyoc aproximadamente a 16,5 kilómetros de la carretera Puerto Maldonado – Iñapari, en el distrito de Las Piedras, provincia de Tambopata, región de Madre de Dios (Figura 02), tiene una área aproximadamente de 428 ha distribuidos en 27 bloques, limita por el norte con el fundo de Almanzor Vega ,por el sur con el fundo de Juan Vega , por el este con el fundo Aragón- García y por el oeste con el corredor vial interoceánico sur ,registra una altitud de 260 msnm Con una precipitación media anual de más de 1000 milímetros, esta zona se clasifica como bosque de terraza alta en el sistema de categorización bioclimática de Holdridge, et al (1971).

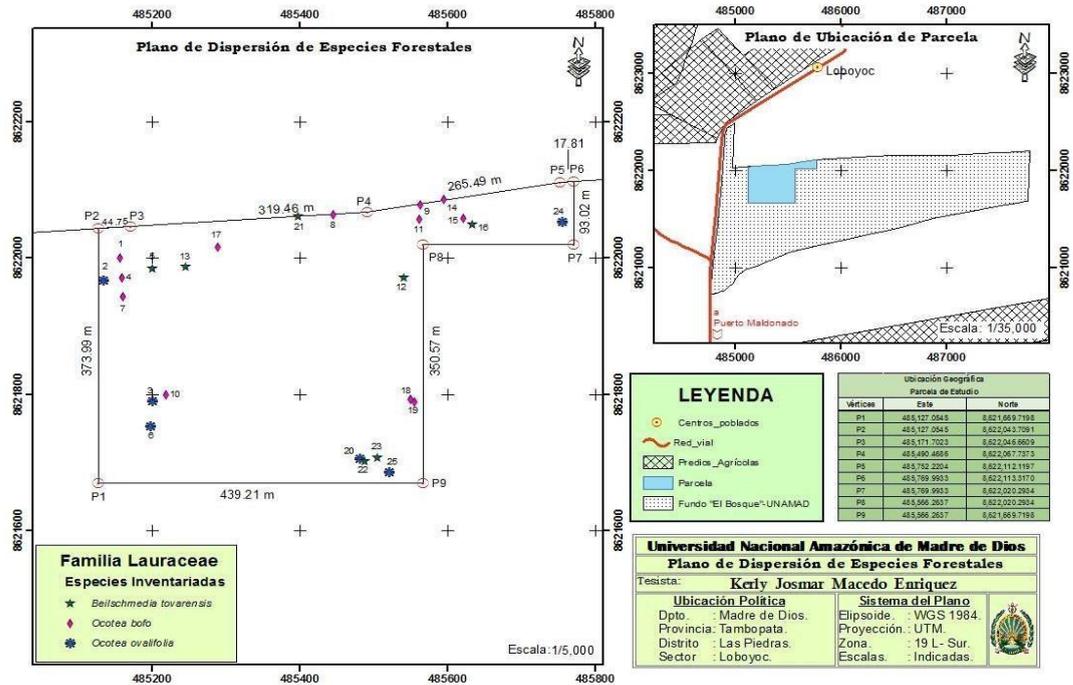
Hay 2 estaciones separadas, una seca de mayo a octubre y otra húmeda de noviembre a abril. La temperatura promedio anual es de 26,5°C, con mínimas y máximas de 13°C y 39,5°C, respectivamente, en distintos periodos del año. Donde se encuentran con facilidad las especies de la familia lauraceae.

Ubicación política:

Región: Madre de Dios
 Provincia: Tambopata
 Distrito: Las Piedras
 Sector: Loboyoc

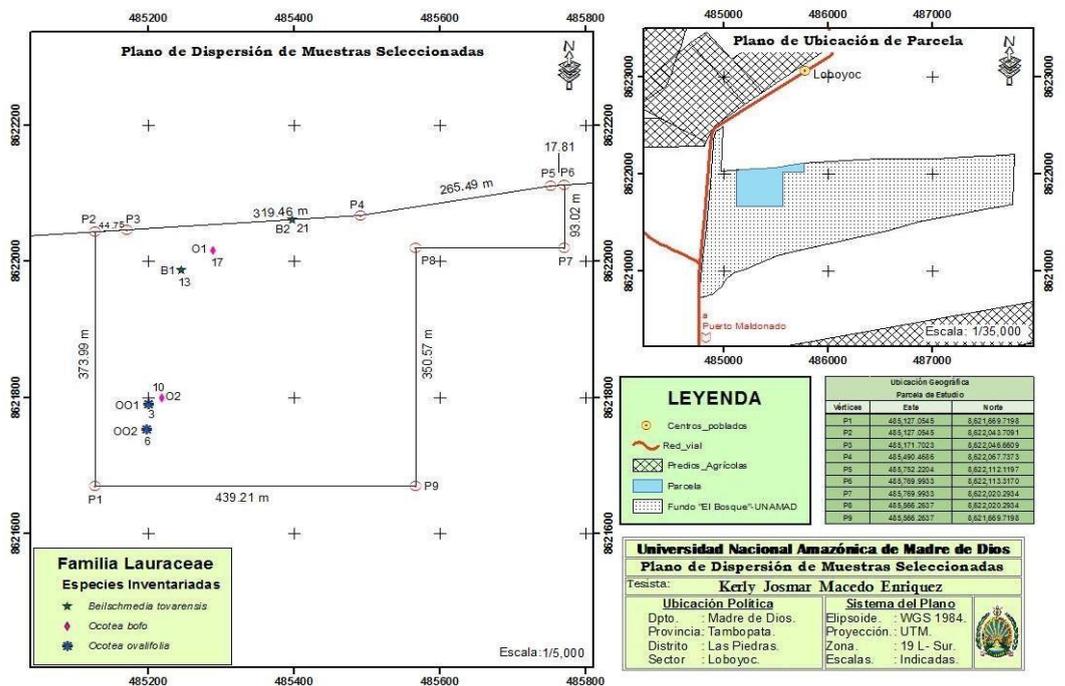


Elaboración propia
Figura 02. Ubicación de la zona de estudio el fundo “El Bosque de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios”.



Elaboración propia

Figura 03. Plano de dispersión de especies forestales en el fundo “El Bosque de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios”.



Elaboración propia

Figura 04. Plano de dispersión de muestras seleccionadas el fundo “El Bosque de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios”.

Clima

Madre de Dios tiene un clima tropical cálido y húmedo (Figura 05), con temperaturas medias anuales de 25,4°C (oscilan entre 10°C y 38°C) y precipitaciones totales anuales de 2 221 mm (oscilan entre 521 600 y 2 400 mm). (Clima-data.org 2018).

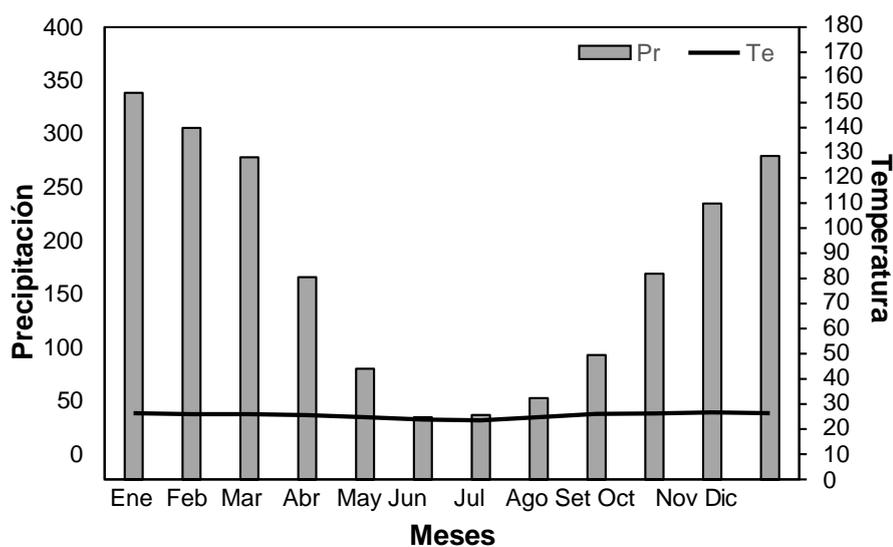


Figura 05. Diagrama climático del Fundo “El Bosque”. Barras cenizas indican la precipitación y la línea negra indica la temperatura media mensual (Clima-data.org 2018).

3.4.1. Procedimiento

Demarcación, colecta, y extracción de las muestras de leño de las tres especies de la familia Lauraceae

Se seleccionó y demarcó 06 árboles de las especies de la familia Lauraceae, (las especies de la familia Lauraceae fueron identificadas por un especialista en identificación de especímenes vegetales (Anexo 04). Para evitar el efecto de borde, que puede afectar al desarrollo de los árboles a causa de variables como la pendiente, la acumulación de nutrientes, la exposición al sol, los vientos, etc., es importante tener en cuenta consideraciones fitosanitarias y de emplazamiento. La fecha de campo se realizó en el mes de enero del 2017.

Se utilizó el método no destructivo con la barreno Pressler o el Sónsa para recoger muestras de tejido arbóreo, y el tamaño de las muestras fue de 5,1 mm por 400 mm (diámetro x longitud).

A la altura del pecho, de los árboles elegidos, se tomaron cuatro muestras (radios) en la dirección de la corteza a la médula, espaciadas a 90° (figura 06).

Una vez obtenidas las muestras de madera de las 3 especies de la familia Lauraceae, los árboles elegidos se acondicionaron en tubos de plástico (sorbetes grandes), mismos que fueron codificados para distinguirlos y diferenciarlos con facilidad (Anexo 05), posteriormente éstos fueron transportados a la «Planta Piloto de Tecnología de la Madera de la UNAMAD», donde se encuentra el «Laboratorio de Anatomía de la Madera de la UNAMAD».

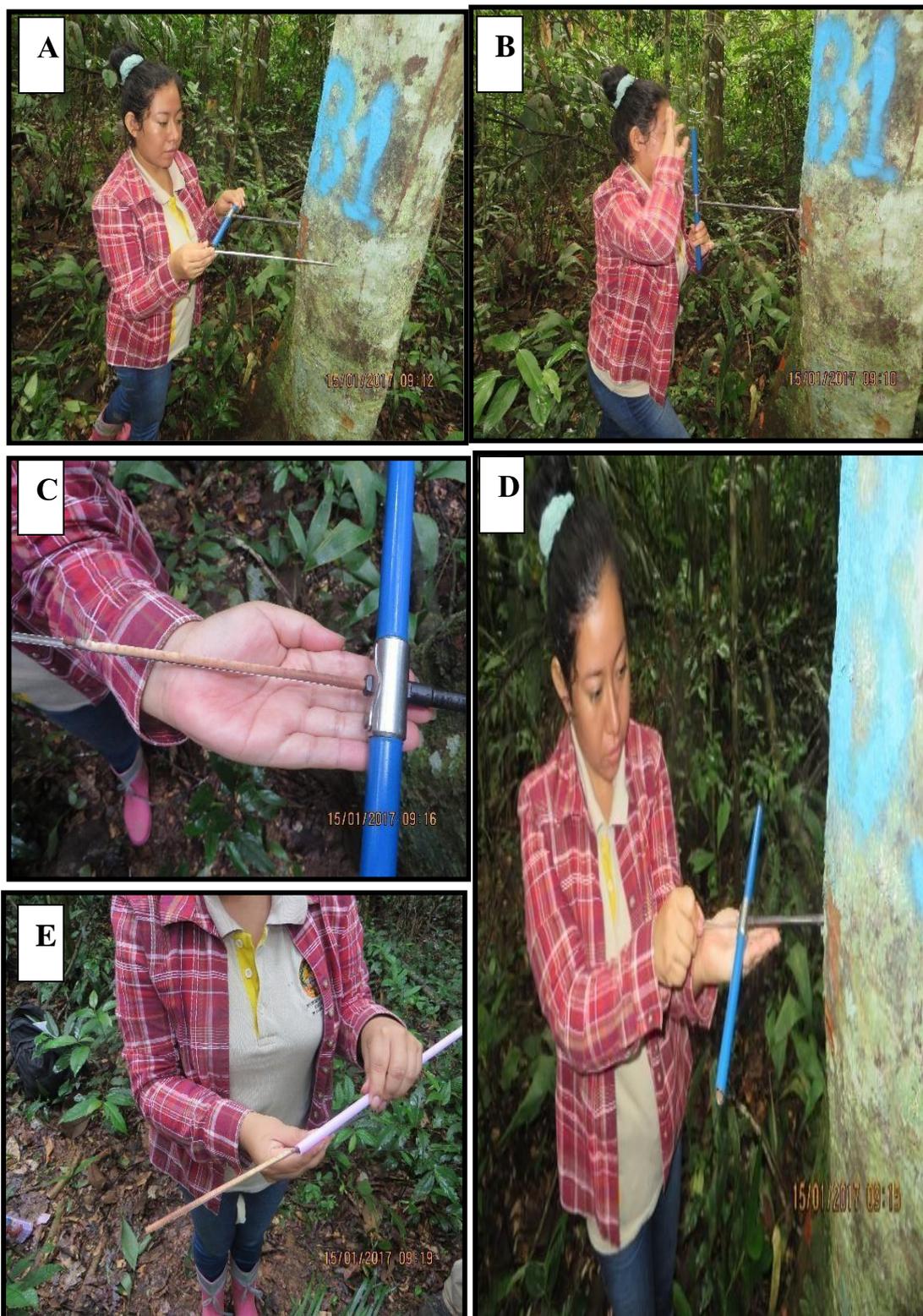


Figura 06. Fase de Campo: **A)** Barrende Pressler. **B)** Colecta de las muestras. **C)** Muestras de madera. **D)** Extracción de las muestras. **E)** Guardando las muestras en sorbete grande y codificando.

Caracterización anatómica de los anillos de crecimiento de las tres especies de la familia Lauraceae

Preparación de las muestras de leño para caracterizar los anillos de crecimiento de las tres especies de la familia Lauraceae

Para ver mejor los anillos de desarrollo de las especies, estas muestras se secaron al aire antes de montarlas en un soporte de madera dura y pulirlas con papel de lija de distintos tamaños de grano (60-1.200 granos/cm²) (Figura 07). (Anexos 05 y 06). Después se escanearon las muestras utilizando un escáner con una resolución de 1.200 dpi. La caracterización se llevó a cabo de acuerdo con los requisitos establecidos por IAWA (1989) y COPANT (1974).



Figura 07. Fase de Laboratorio: **A)** Observando los anillos de crecimiento. **B)** Encolando las muestras. **C)** Amarrando las muestras. **D)** Muestras listas para el proceso de lijado y pulido.

Después se evaluaron las imágenes digitalizadas de las muestras de leño con ayuda de un programa llamado Image Pro Plus (Figura 08). Una vez finalizado el proceso manual de medición de la anchura de los anillos de crecimiento, los valores obtenidos para cada árbol seleccionado se exportaron a hoja de cálculo (Excel), con el fin de ordenarlos y analizarlos para las tres especies. Esto se hizo con el fin de determinar cuál de las tres especies tenía los anillos de crecimiento más grandes.

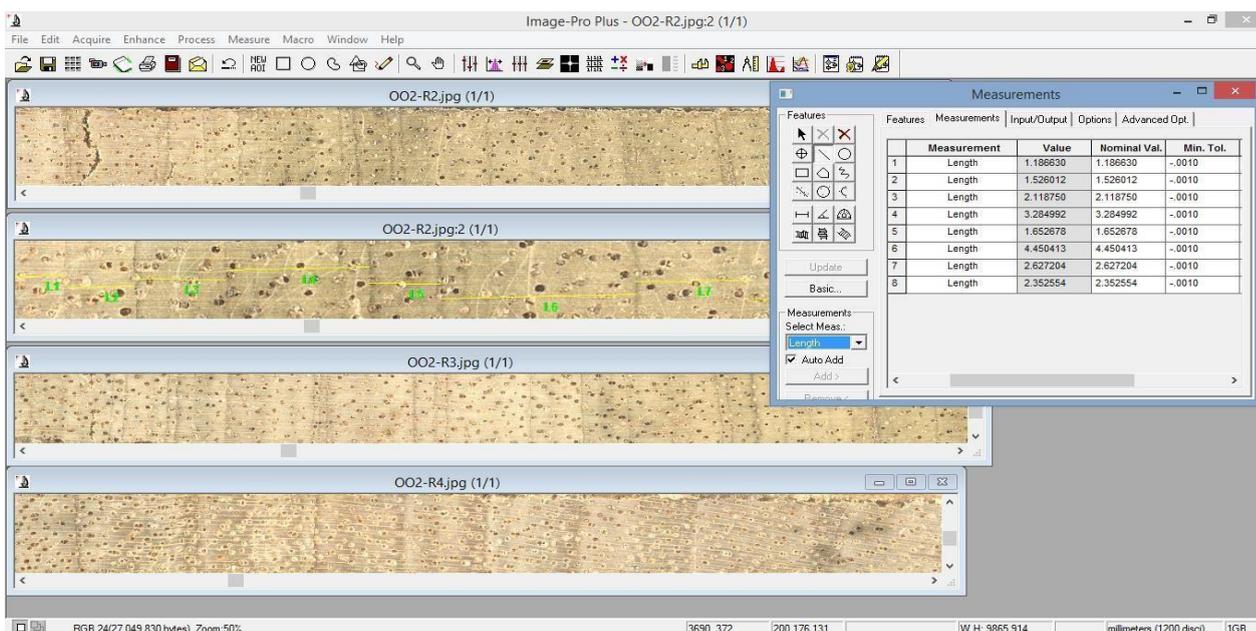


Figura 08. Software Image Pro Plus, mostrando los cuatro radios de la especie *Ocotea ovalifolia*, realizando la medición del ancho de los anillos de crecimiento.

Sincronización de los anillos de crecimiento y elaboración de la cronología de las tres especies de la familia Lauraceae

Tras la medición de «los anillos de crecimiento de las especies», se usó el programa «COFECHA» (Holmes *et al.* 1986, p. 15-35) para examinar y confirmar la sincronización de las series entre los árboles y dentro de ellos (Fritts 1976, p. 567). Las cronologías se crearán utilizando el software «ARSTAN» (MRWE Application Framework Copyright 1997-2004), que fue descrito por Holmes *et al.* en 1986 en las páginas 15-35, (Holmes *et al.* 1986, p. 15-35).

Las cronologías se compararon con los valores de cada mes de temperatura y precipitación, así como con los datos históricos de El Niño de la base de datos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NCEP-NCAR Reanalysis). Esto incluía datos históricos de temperatura del aire y precipitación total. (Kalnay 1996, p. 437-471).

3.5 Tratamiento de los datos

Para la medición del ancho de «los anillos de crecimiento» de las 3 especies de la familia Lauraceae, se utilizó el programa *Imagen Pro Plus*, que posteriormente estos valores fueron exportados al *Excel*.

Se utilizó el programa COFECHA para realizar un control de calidad de las mediciones de la anchura de los «anillos de crecimiento» tomadas del conjunto de muestras de árboles que representaban a las tres especies diferentes pertenecientes a la familia Lauraceae. Este control verificó la sincronización entre las distintas series de mediciones a fecha y la serie maestra (serie media de todas las demás series). Aplicará estadística básica sobre los datos e indicará posibles anomalías o problemas, como anillos ausentes o valores fuera de rango.

El programa *ARSTAN* produjo las denominadas series maestras o cronologías de las 3 especies de la familia Lauraceae, a partir de las series de medias de la anchura de «los anillos de crecimiento de los árboles». El proceso consistirá en remover la tendencia (desestacionalizar) e indexar (estandarizar) las mencionadas series. Además se hizo uso del programa estadístico R (R Development Core Team 2013).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Caracterización de los anillos de crecimiento

Caracterización de los Anillos de Crecimiento de *Beilschmiedia towarensis* (Klotzsch & H. Karst. ex Meisn.) Sach. Nishida

La especie *B. towarensis*, está caracterizado de manera anatómica en su sección transversal, por evidenciar «anillos de crecimiento» prominentes que pueden verse a simple vista. El parénquima marginal define el borde de las capas de crecimiento de la estructura tisular de una planta. Los «anillos de crecimiento» erróneos la describen con tiras de parénquima marginal discontinuas que tienen un signo menos pronunciado. (Figura 09).

Se descubrió que los «anillos de crecimiento» de los árboles de *B. towarensis* presentaban variaciones dentro del mismo árbol que se caracterizaban por secuencias de hojarasca anchas y estrechas. Estos cambios son un reflejo de que la especie se ve constreñida por una fuerza limitante en el proceso de su desarrollo. Por ello, *B. towarensis* es sensible no sólo a las circunstancias meteorológicas, sino también a las condiciones de crecimiento.

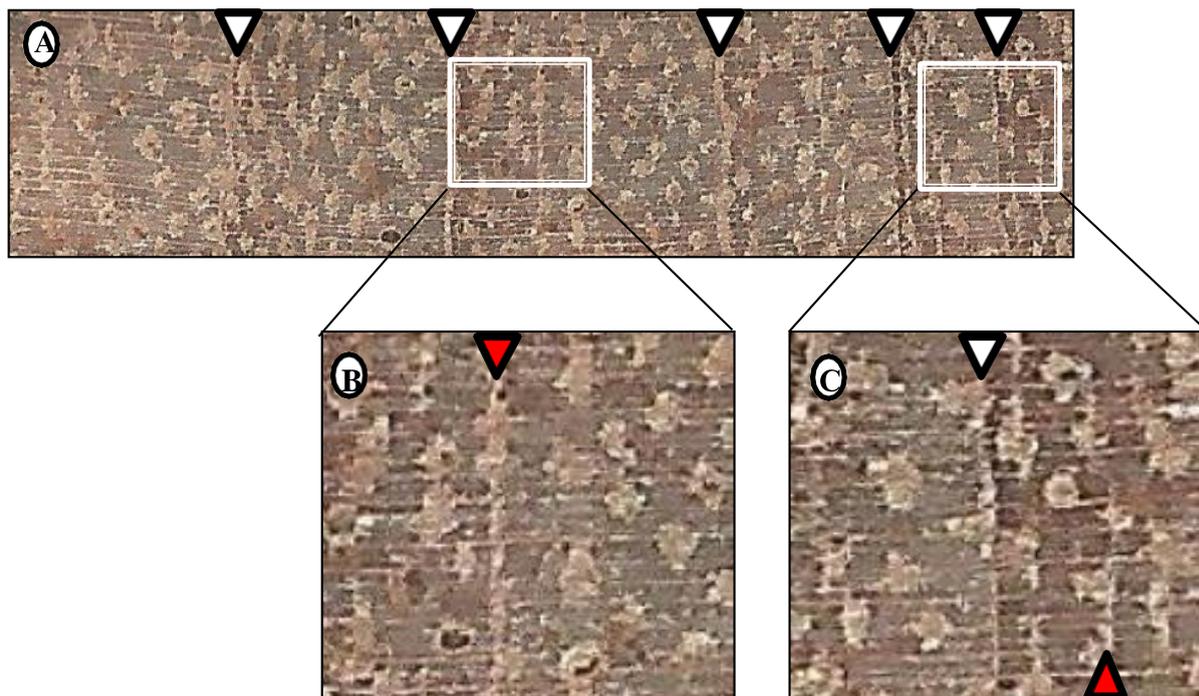


Figura 09. Sección transversal de *B. towarensis*. **A)** Muestra las variaciones en ancho de los «anillos de crecimiento», **B)** Muestra los «anillos falsos» y **C)** Muestra la delimitación por «zonas fibrosas». Las flechas blancas muestran la delimitación de los «anillos de crecimiento» verdaderos y las flechas rojas muestran los anillos falsos.

Caracterización de los Anillos de Crecimiento de *Ocotea bofo* Kunth

La especie *O. bofo* se distingue anatómicamente en sección transversal por la presencia de anillos de crecimiento prominentes que pueden verse sin necesidad de utilizar lupa. El límite entre las capas de crecimiento se distingue por un cambio de densidad causado por la presencia de zonas fibrosas. Estas zonas se caracterizan por un aplanamiento radial de las fibras, un mayor engrosamiento de sus paredes y una menor frecuencia de vasos, lo que da lugar a una coloración más oscura. Es difícil distinguir entre los anillos de crecimiento reales y los falsos debido a las marcas más tenues de los segundos y a la aparición frecuente y abrupta de los primeros. (Figura 10). Se descubrió que los árboles de *O. bofo* presentaban diferencias en sus anillos

de crecimiento, incluidas secuencias de hojarasca ancha y estrecha dentro del mismo árbol, lo que constituye una prueba de que la especie se ve limitada en su capacidad de expansión. *O. bofo* es, por tanto, susceptible tanto a las condiciones ambientales como a las de crecimiento.

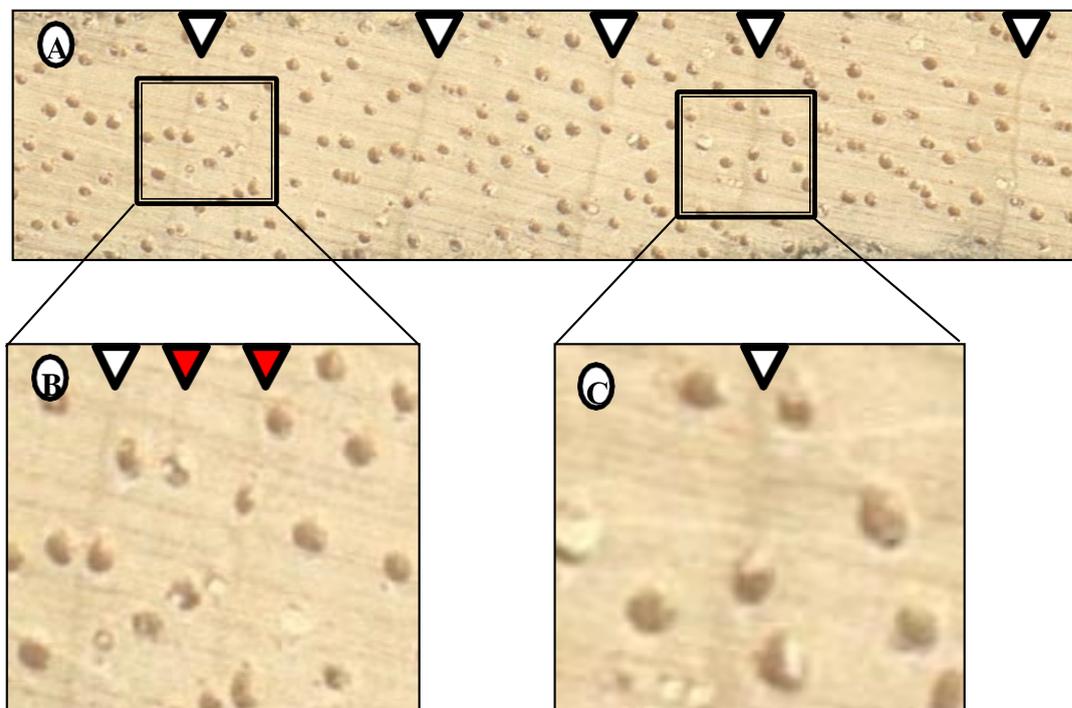


Figura 10. Sección transversal de *O. bofo*. **A)** Muestra las variaciones en ancho de los «anillos de crecimiento», **B)** Muestra los «anillos falsos» y **C)** Muestra la delimitación por «zonas fibrosas». Las flechas blancas muestran la delimitación de los «anillos de crecimiento» verdaderos y las flechas rojas muestran los anillos falsos.

Caracterización de los Anillos de Crecimiento de *Ocotea ovalifolia* (Ruiz & Pav.) Mez

La especie *O. ovalifolia*, está caracterizado de manera anatómica en su sección transversal, por evidenciar anillos de crecimiento distintos a simple vista. El límite entre las capas de crecimiento se distingue por un cambio de densidad causado por la presencia de zonas fibrosas. Estas zonas se caracterizan por un aplanamiento radial de las fibras, un mayor engrosamiento de sus paredes y una menor frecuencia de vasos, lo que da lugar a una

coloración más oscura. Es difícil distinguir entre los anillos de crecimiento reales y los falsos debido a las marcas más tenues de los segundos y a la aparición frecuente y abrupta de los primeros (Figura 11).

Se descubrió que los árboles de *O. ovalifolia* presentaban diferencias en sus anillos de crecimiento, incluidas secuencias de hojarasca anchas y estrechas dentro del mismo árbol, lo que constituye una prueba de que la especie se ve limitada en su capacidad de expansión. *O. ovalifolia* es, por tanto, susceptible tanto a las condiciones ambientales como a las de crecimiento.

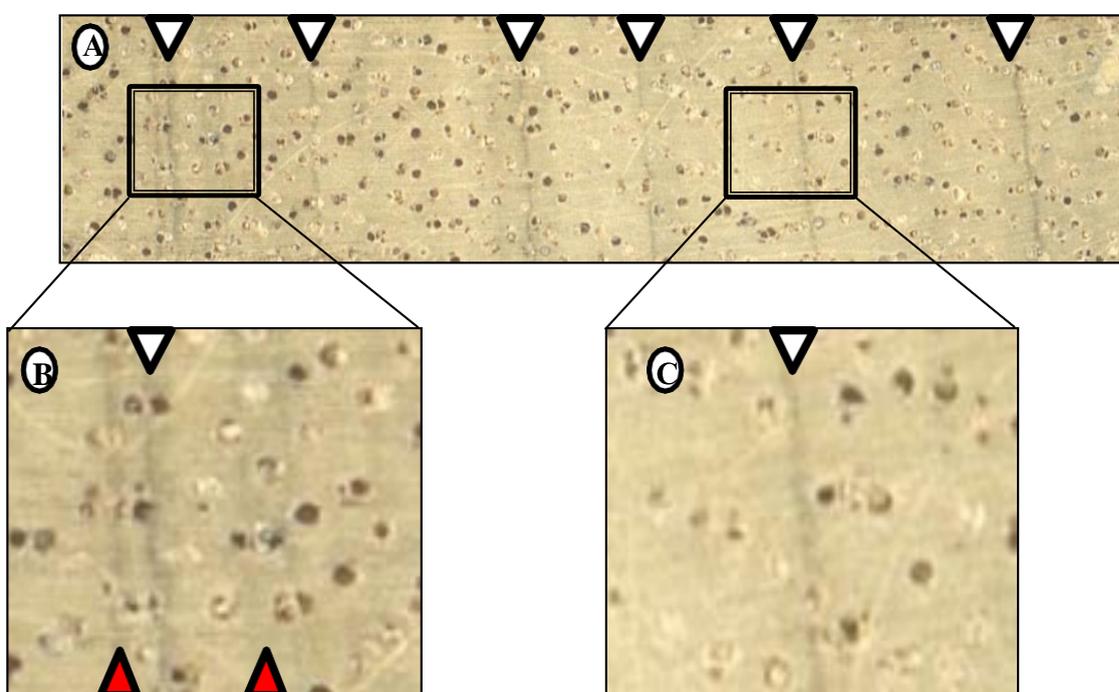


Figura 11. Sección transversal de *O. ovalifolia*. **A)** Muestra las variaciones en ancho de los «anillos de crecimiento», **B)** Muestra los «anillos falsos» y **C)** Muestra la delimitación por «zonas fibrosas». Las flechas blancas muestran la delimitación de los «anillos de crecimiento» verdaderos y las flechas rojas muestran los anillos falsos.

Dendrocronología

La *cross-dating* entre los radios de cada árbol individual se realizó en primer lugar, seguida de la *cross-dating* entre árboles de la misma especie. Bajo *cross-dating* fue hallado para dos especies de la familia Lauraceae *Beilschmiedia towarensis* y *Ocotea bofo*, la intercorrelación de las dos especies fue de 0,171 y 0,141 respectivamente, presentando estas dos especies una clasificación del potencial dendrocronológico bajo (+-). Y para la especie *Ocotea ovalifolia* el *crossdating* no fue posible dentro de los árboles porque su intercorrelación fue negativa de -0,111, mostrando dicha especie en una clasificación de nivel potencial dendrocronológico como no posible (--). (Tabla 02).

Los datos obtenidos sobre la cronología y la edad máxima de todas las especies de la familia de las Lauráceas son sólo indicativos, ya que el nivel de correlación no superó el umbral de 0,32 establecido por el programa COFECHA. Esto significa que no es posible hacer serie master y averiguar cómo se relaciona el crecimiento de los árboles con el clima.

Tabla 02. «Información de la cronología del ancho de los anillos de crecimiento de las tres especies de la familia Lauraceae».

Especie	<i>Beilschmiedia towarensis</i>	<i>Ocotea bofo</i>	<i>Ocotea ovalifolia</i>
Nº de árboles	02	02	02
Nº de radios	08	08	08
Promedio de intercorrelación	0,171	0,141	-0,111
Promedio de sensibilidad	0,487	0,374	0,416
Cronología (intervalo)	1948 - 2015	1915 -2015	1943 – 2015
Edad máxima	68	101	73
Potencial Dendrocronológico	+ -	+ -	--

En la Figura 12 podemos observar la serie de crecimiento de los anillos, constituidos con muestras de leño recolectadas en 2017 en el mes de enero, presenta cierto patrón de similitud en pequeños segmentos de los valores de ancho de «anillos de crecimiento». Si las muestras tuvieran un mayor grado de intercorrelación, la figura 12 habría mostrado un mayor grado de similitud.

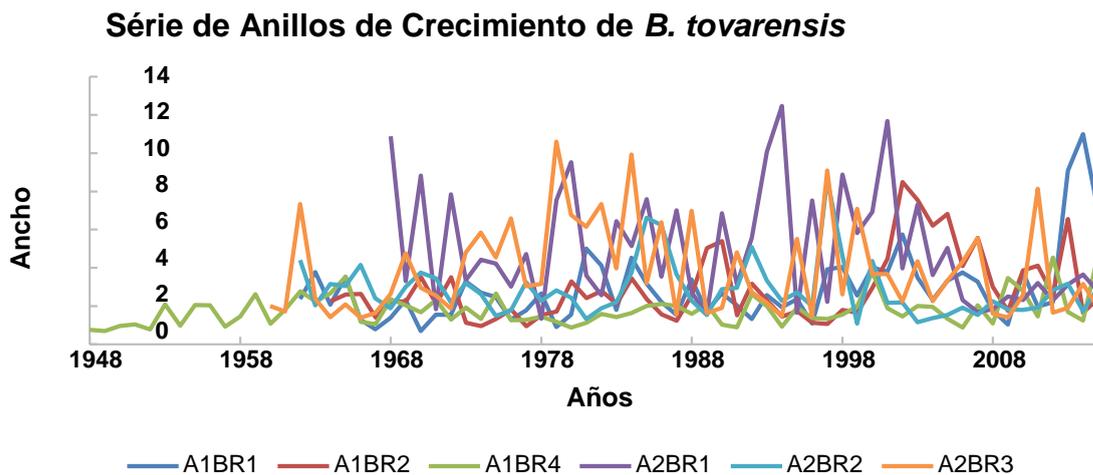


Figura 12. Ancho de los anillos de los árboles de *B. towarensis*.

En la *Figura 13*, podemos observar la serie de crecimiento de anillos de *O. bofo*, constituidos con muestras recolectados en 2017 en el mes de enero, muestran cierta tendencia de similitud en pequeños trechos de los valores de ancho de «anillos de crecimiento» y con algunos radios. Esto debido al nivel de intercorrelación encontrado para la especie.

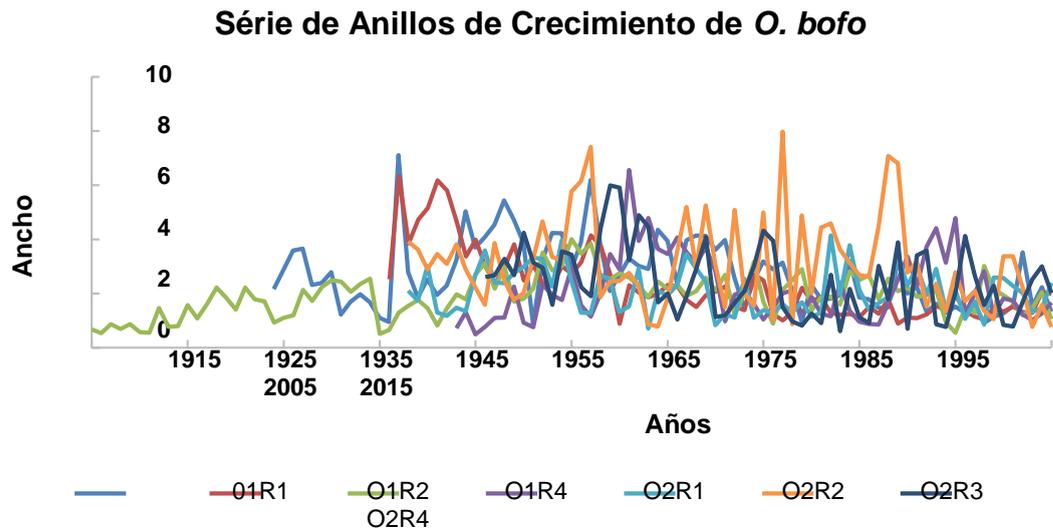


Figura 13. Ancho de los anillos de los árboles de *O. bofo*.

En la Figura 14, podemos apreciar el crecimiento de anillos de *O. ovalifolia* constituidos con muestras recolectados en 2017 en el mes de enero, muestran muy poca similaridad entre los radios, esto debido a que presentó intercorrelación negativa.

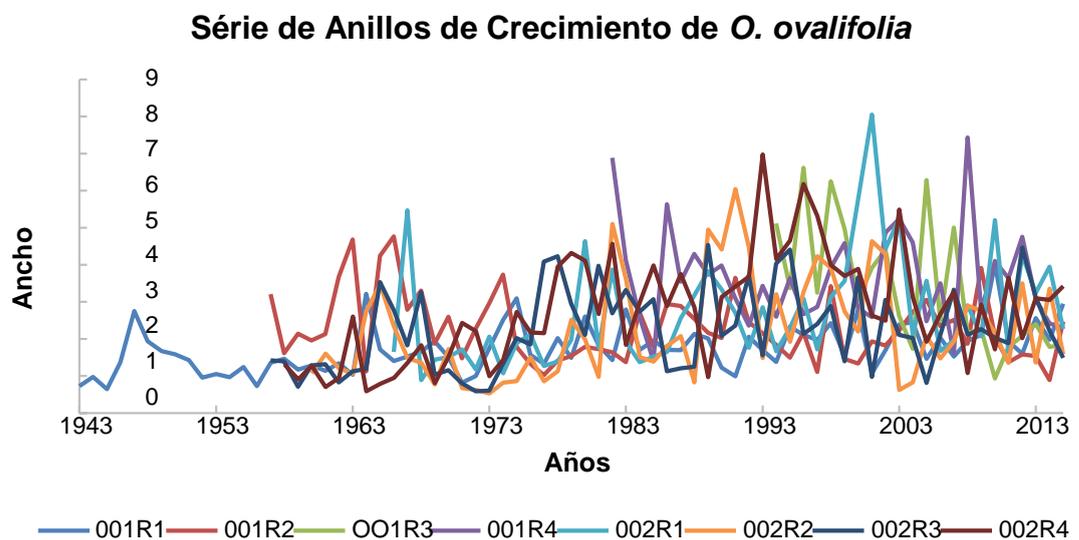


Figura 14. Ancho de los anillos de los árboles de *O. ovalifolia*.

Se observó que en diversas partes de los bosques amazónicos se ha tenido interés de estudiar la dendrocronología de especies de la familia Lauracea porque es ecológicamente y fisiológicamente muy importante en los bosques neotropicales. Mencionan también que es una de las familias más frecuentes y distribuidas tanto en número de individuos como de especies y que a pesar de estas características importantes han notado que se han considerado muy pocas especies de Lauraceae en las investigaciones dendrocronológicas (Reis y Morales 2017, pp. 103-116).

Es por ello que se debe de empezar con investigaciones básicas que nos muestren las delimitaciones de los «anillos de crecimiento» de las especies de la familia Lauraceae. En el presente estudio, si se incrementa el número de árboles de las especies estudiadas es posible de todas maneras mejorar la intercorrelación de los «anillos de crecimiento» y tener mejores resultados. Por ejemplo *Ocotea porosa* presentan anillos de crecimiento anuales anatómicamente bien definidos, demostrando la presencia frecuente de árboles con edad superior a 80 años y concluyó que la conducción de estudios dendrocronológicos y dendroecológicos para esta especie podría contribuir significativamente en el desarrollo de cronologías regionales para la especie y al entendimiento de la dinámica sucesiones de estos bosques (Reis y Morales 2017, pp. 103-116).

Navarro y Zevallos (2015) colectando diez árboles de *Nectandra reticulata* de Huánuco en Perú, realizaron estudios dendrocronológicos donde tuvieron excelentes resultados de intercorrelación iguales a 0,701, son correlaciones altas y mayores a 0,32, lo que indica el programa COFECHA. Es por ello que en función a los resultados podemos decir que incrementando el número de árboles de las especie *B. towarensis* y *O. bofo*, es posible obtener buenos resultados de intercorrelación de la anchura de los «anillos de crecimiento» de estas dos especies (p. 11).

En la tabla número 03, podemos observar doce especies de la familia Lauraceae que presentan potencial dendrocronológico y que presentan buena densidad poblacional en los bosques tropicales. Y que estas doce especies se caracterizan por presentar zonas fibrosas en la delimitación de sus anillos de crecimiento. Se puede observar también que el género *Ocotea* presentan varias especies representativas en este cuadro y que el género *Beilschmiedia*, puede considerarse como un aporte al estudio dendrocronológico en la familia Lauraceae.

Tabla 03. Especies de la familia Lauraceae, estudiadas en la Amazonía Tropical, sobre sus anillos de crecimiento y dendrocronología.

N°	Nombre científico	Anatomía del anillo de crecimiento	Referencia
01	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez	Zonas fibrosas	(Beltrán y Valencia 2013)
02	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	Zonas fibrosas	(Beltrán Gutiérrez y Valencia Ramos 2013)
03	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb & Rohwer	Zonas fibrosas	(Beltrán Gutiérrez y Valencia Ramos 2013)
04	<i>Nectandra reticulata</i>	Zonas fibrosas	(Navarro y Zevallos 2015)
05	<i>Cinnamomum amoenum</i>	Zonas fibrosas	(Reis y Morales 2017)
06	<i>Ocotea pulchella</i>	Zonas fibrosas	(Reis y Morales 2017)
07	<i>Endlichera arunciflora</i>	Zonas fibrosas	(Worbes 2002)
08	<i>Nectandra amazonum</i>	Zonas fibrosas	(Worbes 2002)
09	<i>Lauraceae</i> sp	Zonas fibrosas	(Worbes 2002)
10	<i>Ocotea guianensis</i>	Zonas fibrosas	(Worbes 2002)
11	<i>Ocotea</i> sp.	Zonas fibrosas	(Worbes 2002)
12	<i>Ocotea porosa</i>	Zonas fibrosas	(Cosmo et al. 2009)

CONCLUSIONES

A partir de los resultados de la presente investigación es posible extraer las siguientes conclusiones:

- Se acepta la hipótesis alterna: Por lo menos una de las especies de la familia Lauraceae no presentan potenciales para estudios de dendrocronología en la región de Madre de Dios, en función a sus intercorrelaciones de los anillos de crecimientos.
- Los anillos de crecimiento de las tres especies forestales de la familia Lauracea, presentan anillos distintos a simple vista, caracterizados principalmente por presentar delimitaciones por zonas fibrosas (*O. bofo* y *O. ovalifolia*) y parénquima marginal (*B. towarensis*).
- La especie *B. towarensis* y *O. bofo*, presentaron intercorrelación baja, y la especie *O. ovalifolia*, presento intercorrelación no posible.
- En función a las intercorrelaciones presentadas, las especies *B. towarensis* y *O. bofo*, presentan un potencial dendrocronológico baja y la especie *O. ovalifolia*, presenta un potencial dendrocronológico no posible.
- Como la intercorrelación no supero el 0,32 establecido por el programa COFECHA, no se pudo realizar la cronología para alguna especie estudiada.
- Si bien no se consiguió realizar la cronología de las tres especies, esto no implica que no se puedan realizar estudios dendrocronológicos ya que estos estudios trabajan con mayor número de árboles por especie y también es posible trabajar con rodajas de madera donde se pueden definir con mayor claridad los anillos falsos para estas 3 especies dela familia Lauraceae.

RECOMENDACIONES

De la tesis de investigación desarrollada y después de realizar todos los procesos que esta conlleva se puede sugerir lo siguiente:

- Se sugiere realizar primero estudios de los anillos de crecimiento, porque es eficiente para una evaluación dendrocronología, es un método no destructivo y económico.
- Es ideal por lo menos tener una rodaja por especie para poder visualizar mejor los «anillos de crecimiento» y así mejorar la intercorrelación.
- Se recomienda coleccionar más árboles por especie para tener una mejor información.
- Para estudios más profundos con especies de la familia Lauraceae se recomienda usar las especies: *Beilschmiedia towarensis* y *Ocotea bofo* por los resultados obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Diego Y MOUTINHO, Victor. Análisis del potencial dendrocronológico en árboles de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) en la Amazonia Brasil. Caderno de Resumos II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira. Belo Horizonte-Brasil, Setembro, 2015.

ALENCAR, Jurandyr. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. Brasil, March 9(1) : 163-198 pp. 1979.

AMARAL, A y TOMAZELLO, Mario. Avaliação das características dos anéis de crescimento de *Araucaria columnaris* Hook, a través de microdensitometria de raios X. In: Meeting on Nuclear Application, 4, Poços de Caldas, 1997. Programas e resumos. São Paulo- Brasil: SBF. 202 p. 1998.

BARRELLA, Walter. (Org). Indicadores ambientais: conceitos e aplicações. São Paulo-Brasil: EDUC, COMPED, INEP. p. 117- 143 pp.

BELTRAN, Lizandro y VALENCIA, Gina. Anatomía de anillos de crecimiento de 80 especies arbóreas potenciales para estudios dendrocronológicos en la Selva central, Perú. 2012 Revista biológica tropical (61)3:1025-1037pp, September 2013. [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2017]. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/viewFile/11778/11097>.

BURGER, Luiza y RICHTER, Hans. Anatomía da madeira. São Paulo-Brasil: nobel, 154p. 1991.

CALLO, Julio. Determinación de las propiedades físicas y características

anatômicas del especie *Aspidosperma subcamun* Mart & Zucc. (quillabordon) y *Beilschmiedia towarensis* (Meisn).sa. nishida (palta moena), proveniente del distrito de las Piedras , provincia de Tambopata departamento de Madre de Dios. Tesis (de grado optar título de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente). Perú, Madre de Dios: UNAMAD. Facultad de Ingeniería. p. 6, 2014. Disponible en: <http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/98/004-2-3-023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CLIMA-DATA.ORG. Clima Quincemil: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Quincemil - Climate-Data.org. 2018 [en línea]. [Fecha de consulta: 14 agosto 2018]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/location/765102/>.

COSMO, Nelson, KOELER, Paula, CAMPOS, Greice, SOFFIATTI, Patrícia, RODRIGUES, Thaianne, DE VASCONCELLOS, Thaís, LISI, Claudio y BOTOSSO, Paulo. Dendroecologia da espécie *Ocotea porosa* (Imbuia), Lauraceae, em áreas de Floresta Ombrófila Mista na região de Faxinal do Céu, Paraná. 5th South American Dendrochronological Fieldweek. Brazil: s.n., 8 pp. 2009.

CRONQUIST, Artur .The evolution and classification of flowering plants. 2ª edición. New York Botanical Garden, Bronx. 1988. [en línea]. [Fecha de consulta: 25 de febrero 2017] Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Cronquist

CUCA, Luis y BAÑOL, Oscar. Nuevas Chalconas de *Beilschmiedia towarensis*. Revista Colombiana de Química, Bogotá: (34)1, 20 p. 2005.

DOUGLASS, Andrew. A method of estimating rainfall by the growth of trees, In The climatic factor as illustrated in arid America, Huntington, E., ed., Carnegie Institution of Washington Publication 192. Lancaster, Pennsylvania, Carnegie Institution of Washington: 101-121pp. 1914.

FRITTS, Harold. Tree rings and Climate. Academic Press. Nueva York. 567

p. 1976.

FRITTS, Harold. Some Principles of Dendrochronology Illustrated with Graphics. [En línea]. 1996. [Fecha de consulta: 05 de enero del 2017]. Disponible en: <http://www.ltrr.arizona.edu/people/Hal/princ.htm>.

GRISSINO-MAYER, Henri. Dendrochronology. [En línea].1996 [Fecha de consulta: 11 de enero del 2017]. Disponible en: <http://www.sonic.net/bristlecone/dendro.html>.

GRISSINO-MAYER, Henri. Principles of Dendrochronology. [En línea]. 1997 [Fecha de Consulta: 09 de enero del 2017]. Disponible en: <http://www.ltrr.arizona.edu/people/henri/princip.htm>.

GROSSER, Dietger. Die Hölzer Mitteleuropas. Springer-Verlag, New York. p. 210, 1977.

Gutiérrez, Emilia. La dendrocronología: Métodos y aplicaciones. En Arqueología náutica mediterránea X. Nieto I M.A. Cau (eds). Monografies del CASC. Generalitat de Catalunya. 2009, pp. 309-322.

HAYGREEN, Jhon y BOWYER, Jim. Forest products and wood science: An introduction. 3ª ed. Wiley-Blackwell Ames: the Iowa state university press, 1982 .496 p.

HIENRICH, Ingo. Dendroclimatology of *Toona ciliata*, thesis (PhD in management resources and environmental science) - School of resources, environment and society, Australian national University, Canberra. 235 p. 2004

HOLMES, Richard, ADAMS, Rex y FRITTS, Harold. Quality dinâmicate 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. Tucson: Arizona University. 15-35 pp. 1986.

KAENNEL, Michele y SCHWEINGRUBER, Fritz. Multilingual glossary of Dendrochronology. Terms and definitions in English, French, Spanish, Italian, Portuguese and Russian. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL/FNP, Birmensdorf. 1995.

KALNAY, Eugenia, COLLINS, William y KANAMITSU, Masao. I. The NCEP/NCAR Reanalysis 40-year Project. Bull. Amer. Meteor. Soc. (77), 437-471 pp. 1996.

KIPFMUELLER, Kurt y SWETNAM, Thomas. Using dendrochronology to reconstruct the history of forest and woodland ecosystems. in ed. Dave Egan y Evelyn Howell eds, Techniques for discovering historic ecosystems. Island press, Washington. (8), 199-228 pp. 2001.

KRAMER, Paul y KOZLOWSKI, Theodore. 1979 Physiology of woody plants. Academic press. USA, New york.

LARSON, Philip. 1963 Microscopic wood characteristics and their variations with tree growth. In: IUFRO congress: meeting of the section 41, 14, Madison. 11-13pp.

LEÓN, Williams y ESPINOZA DE PERNÍA, Narcisana. 2001 Anatomía de la Madera. Universidad de los Andes. Consejo de Publicaciones. Merida – Venezuela. 397 p.

MARTÍNEZ, Lori. A Guide to Dendrochronology for Educators. [En línea]. 1996. [Fecha de Consulta: 06 de enero del 2017].

Disponible en: <http://www.ltr.arizona.edu/people/henry/lorim/lori.htm>.

MACBRIDE, Francis. Flora of Perú. [En línea]. Associate curator of the herbarium. Departamento of Botany: Field Museum of Natural history, (13), 2, 3: 907 p. octubre 1939. [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2017]. Disponible

en:<https://ia800902.us.archive.org/0/items/floraofperu23fimacb/floraofperu23fimacb.pdf>

MCCARTHY, Brian. Dendrochronology Seminar. PBIO-69 Dendrochronology Seminar 500 Server. Ohio University. 1998.

NAVARRO, Rolando y ZEVALLOS, Percy. Dendrocronología de la especie moena marilla, *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez. (Lauraceae) en Macuya, Tournavista, Huánuco – Perú. *El ceptosimad*, (3) 2: 11p. 2015.

PORTAL, Leif. Características Macroscópicas de 20 Maderas Comerciales Del Perú. 2010. 80 p.
ISBN 9786120003978

PRIYA, P.B. y BHAT, K.M. Influence of rainfall, irrigation and age of the growth periodicity and wood structure in teak (*Tectona grandis*). [En línea]. *IAWA journal*. (20) 2: 181-192 pp 43. 1999. [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2017]. Disponible en https://brill.com/view/journals/iawa/20/2/article-p181_9.xml?lang=en

QUISPE, Lourdes. Caracterización Dendrológica de 20 Especies Forestales Del Bosque Montano Húmedo en la Región Del Madidi. Tesis (de grado optar título de Ingeniero Agrónomo). Bolivia La paz: Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. 141p. 2014. Disponible en http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Tesis_Lourdes_Quispe_opt.pdf

REIS, Gabriela y MORALES, Juliano. Lauraceae: A promising family for the advance of neotropical dendrochronology. [En línea]. (44), 103-116 pp. 2017. [fecha de consulta: 15 de julio del 2018].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1125786517300735?via%3DiHub#kwd0005>

ISSN 1125-7865.

ROSETO, Jedi. Dendrocronologia de árvores de magno, *Swietenia macrophylla* King King. Meliaceae, ocorrentes na floresta tropical Amazônica do Departamento de Madre de Dios, Perú. Teses (Mestre em recursos florestais). BR. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba 2009. Disponível en http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-18052009-165913/publico/Jedi_Alvarado.pdf

RODRIGUEZ, Rodolfo. Curso de Dendrocronología Básica. Universidad Privada de Piura – Laboratorio de Dendrocronología. 2008. 44 p.

SALISBURY, Frank y ROSS, Cleon. Fisiología vegetal. Nápoles: grupo editorial Iberoamérica, 1994. 159 p.

SCHULMAN, Edmund. Dendroclimatic changes in semiarid America. University of Arizona Press, Tucson. 1956.

SCHWEINGRUBER, Fritz. H. Tree rings: basics and applications of dendrochronology. Springer Netherlands. Dordrecht, Holland: d. Reidel, 1988 .276 p.

SCHWEINGRUBER, Fritz. *et al.* Identification, Presentation and Interpretation of Event Years and Pointer Years in Dendrochronology. *Dendrocronología* (8): 9-38 pp. 1990.

SHEPHERD, Kennet. Some observations on the effect of drought on the growth of *Pinus radiata* d. Don. *Aust. For.* (28): 7–22 pp. 1964.

SINTERIZA, C y SWETNAM, Thomas. Dendroecología: Una herramienta para evaluar las variaciones adentro últimas y los actuales ambientes del bosque. *Avances en la investigación ecológica* (19): 111- 189 pp. 1989.

STOKES, Marvin y SMILEY, Terah. An introduction to Tree – Ring Dating. University of Arizona Press – Tucson. 95 p. 1996.

TOMAZELLO, Mario, BOTOSSO, Paulo y LISI, Claudio. Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambientais: dendrocronologia e dendroclimatologia. In: MAIA, N.B.; MARTOS, H.L. São Paulo: 117-143pp. 2001

TORRES, Teresa, LLANOS, Andrea y CISTERNAS, Katherine. Maderas fósiles, impresiones foliares y polen similar a *Nothofagus alessandri* Espinoza, en el Paleógeno de Chile y Antártica. IV simposio latinoamericano de investigaciones antárticas, Valparaíso, Chile: 487- 491pp. Septiembre 2008.

WORBES, Martin. One hundred years of tree-ring research in the tropics - a brief history and an outlook to future challenges.[En línea]. *Dendrochronologia*: (20) 1-2, 217-231 pp. 2002. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1125786504700181?via%3Dihub>

ANEXOS

Anexo 01: Inventario de especies forestales de la familia Lauraceae en el fundo el Bosque.

Nro.	CO D	Especi e	Nombre Comùn	X	Y	DAP Cm	Altur a m	Obs .
1	O	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	48515 8	862200 0	0,54	22	NO
2	OO	<i>Ocotea ovalifolia</i>	Moena amarilla	48513 6	862196 8	0,39	21	NO
3	OO1	<i>Ocotea ovalifolia</i>	Moena amarilla	48520 1	862179 0	0,45	22	SI
4	O	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	48516 0	862197 2	0,73	25	NO
5	B	<i>Beilschmedia tovarensis</i>	Palta moena	48520 2	862198 5	1,22	30	NO
6	OO2	<i>Ocotea ovalifolia</i>	Moena amarilla	48519 9	862175 3	0,35	23	SI
7	O	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	48516 2	862194 3	0,49	23	NO
8	O	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	48544 6	862206 4	0,63	25	NO
9	O	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	48556 4	862207 8	0,40	20	NO
10	O2	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	48522 0	862179 9	0,67	20	SI
11	O	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	48556 2	862205 7	0,39	19	NO
12	B	<i>Beilschmedia tovarensis</i>	Palta moena	48554 1	862197 2	0,47	17	NO
13	B1	<i>Beilschmedia tovarensis</i>	Palta moena	48524 7	862198 7	0,3	16	SI
14	O	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	48559 6	862208 6	0,63	24	NO
15	O	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	48562 2	862205 9	0,84	26	NO
16	B	<i>Beilschmedia tovarensis</i>	Palta moena	48563 4	862205 0	0,35	18	NO
17	O1	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	48529 0	862201 6	0,6	15	SI
18	O	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	48555 0	862179 3	0,85	25	NO
19	O	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	48555 6	862178 9	0,88	28	NO
20	OO	<i>Ocotea ovalifolia</i>	Moena amarilla	48548 2	862170 5	0,59	22	NO
21	B2	<i>Beilschmedia tovarensis</i>	Palta moena	48539 9	862206 5	0,8	27	SI
22	B	<i>Beilschmedia</i>	Palta moena	48548	862170	0,58	24	NO

		<i>tovarensis</i>		8	2			
23	B	<i>Beilschmedia towarensis</i>	Palta moena	485506	8621707	0,54	20	NO
24	OO	<i>Ocotea ovalifolia</i>	Moena amarilla	485756	8622053	0,65	23	NO
25	OO	<i>Ocotea ovalifolia</i>	Moena amarilla	485522	8621686	0,54	21	NO

Anexo 02: Cantidad Total del inventario de especies de la familia lauraceae en el fundo el Bosque.

Nro.	Especie	Nombre común	Cantidad
3	<i>Beilschmedia towarensis</i>	Palta moena	7
1	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	12
2	<i>Ocotea ovalifolia</i>	Moena amarilla	6
Total			25

Anexo 03: Especies seleccionadas de la familia lauraceae en el fundo el Bosque.

Nro.	Código	Especie	Nombre común	DAP(Cm)	Altura (m)	Cantidad
1	B1	<i>Beilschmedia towarensis</i>	Palta moena	0,3	16	2
2	B2	<i>Beilschmedia towarensis</i>	Palta moena	0,8	27	
3	O1	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	0,6	15	2
4	O2	<i>Ocotea bofo</i>	Moena negra	0,67	20	
5	OO1	<i>Ocotea ovalifolia</i>	Moena amarilla	0,45	22	2
6	OO2	<i>Ocotea ovalifolia</i>	Moena amarilla	0,35	23	

Anexo 04: Certificado de Identificación de las tres especies de la familia Lauraceae.

“Año del Buen Servicio al Ciudadano”
 “Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú”

CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMENES VEGETALES

El que suscribe, **Dr. HERNANDO HUGO DUEÑAS LINARES**, especialista en identificación taxonómica de especímenes y productos de flora y fauna silvestre con Certificado de Inscripción N° 028, Registro de Personas Naturales y Jurídicas Habilitadas para realizar Certificación de identificación Taxonómica de Especímenes y Productos de Flora y Fauna Silvestre; en el Ministerio de Agricultura, Dirección General de Forestal y Fauna Silvestre, Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre.

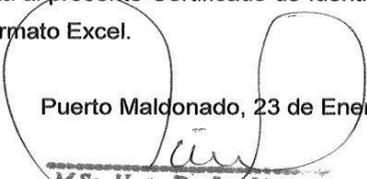
CERTIFICA, que los especímenes (03) presentado por: La señorita **Bachiler KERLY JOSMAR MACEDO ENRIQUEZ** en Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios; , para su identificación y/o determinación, para efectos de trabajo de investigación de tesis intitulado: “**ANÁLISIS POTENCIAL DE LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO DE TRES ESPECIES DE LA FAMILIA LAURACEAE PARA ESTUDIOS DENDROCRONOLÓGICOS**”.

Corresponden a los siguiente taxa aceptado oficialmente.

- ✓ *Beilschmiedia towarensis* (Klotzsch & H. Karst.) Sachiko Nishida
- ✓ *Ocotea bofo* Kunth.
- ✓ *Ocotea ovalifolia* (Ruiz & Pavón.) Mez.

De acuerdo a la descripción de sus características vegetativas y reproductivas, las que están registrada para la Flora de Perú: Departamento de Madre de Dios; en el Catálogo de Angiospermas y Gimnospermas del Perú de Lois Brako and James L. Zarucchi (1993), al APG IV (Angiosperm Phylogenetic Group, 2016) y al Taxonomic Species (2017). Se expide el presente certificado a solicitud de la interesada para los fines que considere conveniente. Se anexa al presente Certificado de Identificación los datos correspondientes a la especie en formato Excel.

Puerto Maldonado, 23 de Enero de 2017.


 M.Sc. Hugo Dueñas Linares
 ESPECIALISTA EN IDENTIFICACIÓN
 TAXONÓMICA DE FLORA
 Reg. N° 028 - DGFFS - MA

**IDENTIFICACION TAXONOMICA DE ESPECIMENES VEGETALES
PROYECTO DE TESIS DE INVESTIGACIÓN 2017**

"ANÁLISIS POTENCIAL DE LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO DE TRES ESPECIES DE LA FAMILIA LAURACEAE PARA ESTUDIOS DENDROCRONOLÓGICOS"

BACHILLER: KERLY JOSMAR MACEDO ENRIQUEZ

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	COORDENADAS	HABITO	HABITAT	LOCALIDAD	Colector	Fecha Coll	ID	FECHA ID
1	<i>Beilschmiedia towarensis</i> (Klotzsch & H. Karst.) Sachiko Nishida	"Palta moena "	LAURACEAE	0485399 8622065	Árbol	Bosque Terraza alta	Bosque El Fundo UNAMAD, distrito Las Piedras, Tambopata.	KME & SBQ	15/01/2017	HDL	20/01/2017
2	<i>Ocotea</i> bajo Kunth.	"Moena negra "	LAURACEAE	0485220 8621799	Árbol	Bosque terraza alta	Bosque El Fundo UNAMAD, distrito Las Piedras, Tambopata.	KME & SBQ	15/01/2017	HDL	20/01/2017
3	<i>Ocotea ovalifolia</i> (Ruiz & Pavón.) Mez	"Moena amarilla"	LAURACEAE	0485201 8621790	Árbol	Bosque terraza alta	Bosque El Fundo UNAMAD, distrito Las Piedras, Tambopata.	KME & SBQ	15/01/2017	HDL	20/01/2017

Referencias:

- Vouchers colección KME & SBQ, 2017.
 Vouchers Herbario San Marcos (HSM), 2017.
 Vouchers Herbario MOL, 2016
 Vouchers Herbario Gentry, UNAMAD.2017
 APG IV, 2016
 Taxonomic Resolution Service v4.0, 2017.
 The Plant List, 2017
 Tropicos, Missouri Botanical Garden, 2017

H. S.
M.Sc. Hugo Dueñas Linares
 ESPECIALISTA EN IDENTIFICACIÓN
 TAXONOMICA DE FLORA
 Reg. N° 028 - DGFFS - MA

M.Sc. Hugo Dueñas Linares
 Especialista en ID Taxonomica de Flora Silvestre
 Reg. DGFFS-MA N° 028

Anexo 05: Fotos de campo y de gabinete del estudio





Anexo 06: Muestras lijadas y pulidas para el proceso de caracterización de los anillos de crecimiento



Anexo 07: MATRIZ DE CONSISTENCIA
Proyecto de Tesis: “EVALUCIÓN DEL POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE TRESESPECIES DE LA FAMILIA LAURACEAE EN MADRE DE DIOS-PERÚ”

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Metodología
<p>1. Problema Principal</p> <p>¿Cuál es el potencial dendrocronológico de las tres especies de la familia Lauraceae en Madre de Dios Perú?</p> <p>2. Problemas Secundarios</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo es la delimitación de los anillos de crecimiento de las especies <i>Beilschmiedia towarensis</i>, <i>Ocotea bofo</i> e <i>Ocotea ovalifolia</i> en los bosques del fundo El Bosque? • ¿Cuál es el nivel de correlación que presentan las tres especies forestales en función al ancho de los anillos de crecimiento? • ¿Cuál especie forestal presenta mayor potencial para estudios dendrocronológicos fundo El Bosque? • ¿Cuál especie forestal de la familia Lauracea, es posible determinar su cronología? 	<p>1. Objetivos General:</p> <p>Evaluar la potencialidad de las especies <i>Beilschmiedia towarensis</i>, <i>Ocotea bofo</i> e <i>Ocotea ovalifolia</i>, para estudios dendrocronológicos, en bosques naturales de Madre de Dios.</p> <p>1. Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar macroscópicamente la sección transversal, de las especies de <i>Beilschmiedia towarensis</i>, <i>Ocotea bofo</i> e <i>Ocotea ovalifolia</i>. • Describir anatómicamente los anillos de crecimiento de las especies: <i>Beilschmiedia towarensis</i>, <i>Ocotea bofo</i> e <i>Ocotea ovalifolia</i>. • Analizar el ancho de los anillos de crecimiento de dos árboles por especie estudiada para determinar las correlaciones dentro y entre árboles. • Clasificar el potencial dendrocronológico de las tres en función a los resultados obtenidos. • Determinar la cronología de la especie con mayor potencial. 	<p>1. Hipótesis Nula (H0)</p> <p>Los anillos de crecimiento de <i>Beilschmiedia towarensis</i>, <i>Ocotea bofo</i> y <i>Ocotea ovalifolia</i>, presentan potencial para estudios dendrocronológicos en la región de Madre de Dios</p> <p>1. Hipótesis Alterna (H1)</p> <p>Por lo menos uno de los anillos de crecimiento de <i>Beilschmiedia towarensis</i>, <i>Ocotea bofo</i> y <i>Ocotea ovalifolia</i>, no presentan potencial para estudios dendrocronológicos en la región de Madre de Dios.</p>	<p>1. Tipo de Investigación:</p> <p>Para la presente investigación, será de tipo “descriptivo” en un primer momento, luego “explicativo” y finalmente “correlacionada”, puesto que se va a determinar si los árboles de las especies estudiadas están correlacionados entre los árboles, de acuerdo a la finalidad de la misma.</p> <p>2. Metodología de la Investigación: En el presente proyecto de investigación se empleará el método descriptivo, el mismo que se complementará con el estadístico, análisis, síntesis, deductivo, inductivo entre otros.</p> <p>3. Diseño de la Investigación: El presente proyecto de investigación, dada la naturaleza de las variables materia de investigación, responde al de una investigación por objetivos.</p> <p>4. Población: El presente proyecto de investigación, estará conformado por los árboles que se ubican en el fundo “El Bosque”, en los bloques VIII y I.</p> <p>5. Muestra: De la población anteriormente señalada se tomará como muestra dos árboles por especie de manera al azar.</p> <p>6. Técnica: La técnica que se empleará en el presente proyecto de investigación será no destructiva, pues que se utilizará un barreno de incrementos con el cual se extraerán las muestras.</p>

TURNITIN_KERLY MACEDO

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	docplayer.es Fuente de Internet	3%
4	www.iiap.org.pe Fuente de Internet	2%
5	Submitted to Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios Trabajo del estudiante	2%
6	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
7	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%
8	www.teses.usp.br Fuente de Internet	<1%
9	hdl.handle.net Fuente de Internet	