

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



“Evaluación del crecimiento de *Cedrela fissilis* Vell. aplicando técnicas dendrocronológicas en áreas urbanas en el sector la joya de la ciudad de Puerto Maldonado, distrito Tambopata, provincia Tambopata, departamento de Madre de Dios-2019”

TESIS PRESENTADO POR:

Bach. HUAMAN GUEVARA, Bertín Alexis.
PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

ASESOR:

Ing. M.Sc. PORTAL CAHUANA, Leif
Armando

Puerto Maldonado-noviembre

2019

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



TESIS

“Evaluación del crecimiento de *Cedrela fissilis* Vell. aplicando técnicas dendrocronológicas en áreas urbanas en el sector la joya de la ciudad de Puerto Maldonado, distrito Tambopata, provincia Tambopata, departamento de Madre de Dios-2019”

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

AUTOR:

Bach. HUAMAN GUEVARA, Bertín
Alexis.

Asesor: Ing. M.Sc. PORTAL
CAHUANA, Leif Armando

Puerto Maldonado-noviembre
2019

DEDICATORIA

La presente investigación va dedicada a mis padres: Lucy Yasmín Guevara Cahuana y Luis Enrique Huamán Bautista quienes me apoyaron en todo momento, educándome desde mis primeros años para ser una persona de bien y poder cumplir una de mis metas, el lograr ser Ingeniero Forestal y Medio Ambiente. Este trabajo es para ustedes, se los agradezco de todo corazón.

También quiero agradecer a toda mi familia, pareja, amigos, compañeros y profesores de la universidad de los que aprendí muchas cosas adquiriendo experiencia en la vida para poder seguir adelante.

Bertín A. Huaman Guevara.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la “Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios”, por educarme durante la etapa de estudiante, gracias a la formación profesional ejecutada por sus docentes y a todos los profesores que a lo largo de nuestro camino por la carrera me ha brindado su apoyo y la oportunidad de integrar los conocimientos suficientes para poder ser ingeniero.

De igual forma, agradezco a mi asesor de tesis, Ing. M.Sc. Leif Armando Portal Cahuana, que gracias a sus grandes conocimientos, orientaciones y correcciones logré culminar este trabajo de investigación.

Agradecer también a mi madre Lucy Guevara, mi abuela Emperatriz Cahuana, mi tío Armando Portal y mi hermano Rolando Huaman por tanto amor, apoyo y paciencia todos estos años en mi etapa universitaria. A mi enamorada Gina Puma por los consejos y el apoyo incondicional que me brindó al realizar esta investigación, a mis amigos que gracias a las buenas experiencias de cada día sumarían para poder alcanzar una de mis metas que es lograr ser un Ingeniero Forestal y Medio Ambiente.

Así mismo quisiera hacer un agradecimiento especial a mi difunto padre Luis Enrique Huaman Bautista, a quien le hubiera gustado mucho verme lograr una de mis metas. Me amó, educó y me brindó lo necesario para crecer como una buena persona y logre ser un gran profesional.

Estaré eternamente agradecido por todo lo que me has brindado y lo mucho que te ha costado para que todo esto sea realidad.

PRESENTACIÓN

A continuación, se presenta la tesis de grado titulado: “EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Cedrela fissilis* Vell. APLICANDO TÉCNICAS DENDROCRONOLÓGICAS EN ÁREAS URBANAS EN EL SECTOR LA JOYA, DISTRITO TAMBOPATA, PROVINCIA TAMBOPATA, DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS-2019”, para optar el título profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente de la “Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios”; y evaluar el crecimiento de esta especie en áreas urbanas del sector la Joya usando técnicas de dendrocronología y medición forestal.

Actualmente investigaciones similares son escasas en la ciudad de Puerto Maldonado; lo que se convierte en un vacío de información científica para el conocimiento silvícola de esta especie; la Convención de Cites tiene el Cedro en Apéndice III, esto indica que está sometida a reglamentación en el país para prevenir o restringir su explotación gracias a la significativa demanda de su madera en Madre de Dios (UNEP WCMC 2003) ; para demostrar como la biodiversidad es altamente influenciada por las condiciones climáticas y para ayudar a las universidades en su función de generar investigación científica que busque apoyar y fortalecer el conocimiento en manejo forestal, ambiental y silvícola es que se plantea este tema de investigación, acatando el *Reglamento General de Grados y Títulos*, también tomando como base los conocimientos que durante la formación académica profesional que se pudo adquirir, investigaciones de campo y las consultas bibliográficas de diferentes autores.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el sector La Joya localizado en la ciudad de Puerto Maldonado , provincia del Tambopata- Madre de Dios. El principal objetivo fue evaluar el crecimiento de *Cedrela fissilis* Vell. en áreas urbanas aplicando técnicas dendrocronológicas en el sector La Joya de la ciudad de Puerto Maldonado. Este tipo de investigaciones en esta especie es demasiado escaso en el departamento de Madre de Dios y tiene una gran demanda de su madera en Madre de Dios (UNEP WCMC 2003) dado a que posee características aceptadas para la fabricación de muebles entre otros. Se muestrearon 30 árboles no plantados, extrayéndose 4 muestras radiales por cada árbol utilizando el barrenado de pressler, previamente se midió el DAP, altura total y comercial con precisión. Las muestras radiales, fueron lijadas y así tener una perfecta percepción de los anillos de crecimiento, escaneadas a 1200 dpi, y analizadas en el Software Image Pro Plus, donde se identificaron y cuantificaron el ancho de los anillos de crecimiento de cada muestra radial (Gutiérrez y Ricker 2015b). La especie *Cedrela fissilis* Vell. tiene los anillos de crecimiento muy marcados los cuales ayudaron a determinar la caracterización de los anillos de crecimientos. Se construyeron las series cronológicas mediante el procedimiento de la datación cruzada “cross dating”; las cronologías fueron validadas usando el software COFECHA y se estandarizaron con el software ARSTAN para el análisis del dominio de la temperatura y precipitación en el crecimiento diametral de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell. (Imaña y Encinas 2008). Con los datos obtenidos del ancho de los *anillos de crecimiento* de las muestras de *Cedrela fissilis* Vell. y la edad, se elaboraron el *incremento medio anual (IMA)* y las curvas de *incremento corriente anual (ICA)* que refleja la tasa de crecimiento (Prodan 1997a). También se obtuvo una alta correlación con 0,507, con 32 años de edad (1986-2017), un promedio de *incremento medio anual (IMA)* de 1,4 *cm/año* y el *(ICA) incremento corriente anual* de 1,6 *cm/años*. Respecto al fenómeno de El Niño se encontró grandes fluctuaciones en el acrecentamiento de los anillos de crecimiento en los años de 1988 y 2010.

Palabras claves: Crecimiento, dendrocronología, anillos de crecimiento, edad.

SUMMARY

This research was carried out in the La Joya sector located in the city of Puerto Maldonado, "Tambopata" -Madre de Dios province. The main objective was to evaluate the growth of *Cedrela fissilis* Vell. in urban areas applying dendrochronological techniques in the La Joya sector of the city of "Puerto Maldonado". This type of research in this species is too scarce in the department of Madre de Dios and there is a great demand for its wood in Madre de Dios (UNEP WCMC 2003) given that it possesses characteristics accepted for the manufacture of furniture among others.

30 non-planted trees were sampled, extracting 4 radial samples for each tree using the pressler hole, previously the "DAP", total and commercial height were measured with precision. The radial samples were sanded and thus have a perfect perception of the growth rings, scanned at 1200 dpi, and analyzed in the Software Image Pro Plus, where the width of the growth rings of each radial sample were identified and quantified (Gutiérrez and Ricker 2015b).

The species *Cedrela fissilis* Vell. it has very marked growth rings which helped to determine the characterization of the growth rings. The chronological series were constructed by means of the "cross dating" procedure; "the chronologies were validated using the COFECHA software and standardized with the ARSTAN software for the analysis of the domain of temperature and precipitation in the diametrical growth" of *Cedrela fissilis* Vell trees. (Imaña and Encinas 2008). "With the data obtained from the width of the growth rings and the age, the mean annual increase (IMA) and the curves of current annual increase (ICA) that reflect the growth rate were elaborated" (Prodan 1997a).

A high correlation was also obtained with 0.507, with 32 years of age (1986-2017), an average annual increase (IMA) of 1.4 cm / year and the (ICA) annual current increase of 1.6 cm / years. Regarding the El Niño phenomenon, large fluctuations were found in the development of growth rings in the years of 1988 and 2010.

Keywords: Growth, dendrochronology, growth rings, age.

INTRODUCCION

La gran diversidad de flora del Perú y de la región Madre de Dios, hace que se cuente con muchas especies con actitud forestal las cuales incentivan a la investigación tanto en su desarrollo y crecimiento desde que es una plántula, hasta la futura transformación de la misma. “La dendrocronología permite la detección y análisis del desarrollo de los árboles mediante los anillos de crecimiento permitiendo obtener información para estudios de historia ambiental y la dinámica de bosques” (Zuidema, Brienen y Schöngart 2012).

“El estudio estructural de los *anillos de crecimiento* en estudios de dendrocronología permitirá también incorporar el componente de tiempo en los estudios de respuestas de la planta a la variación ambiental en áreas urbanas o bosques” (Vasconcellos, Tomazello-Filho y Callado 2019).

En las últimas décadas se vienen realizando diversos estudios en los bosques tropicales del mundo con técnicas dendrocronológicas debido a sus diversas utilidades para un buen manejo forestal sostenible, definición de las edades de los árboles, determinación del incremento anual y la relación con el ambiente. Sin embargo, en Madre de Dios este tipo de investigaciones son escasos, más aún si se realizan en áreas urbanas. “El análisis de los *anillos de crecimiento* en las especies tropicales es empleado para obtener su edad” (Worbes y Johannes Junk 1999), “el crecimiento de estas especies tropical permite dar respuestas a las alteraciones estacionales de precipitación y temperatura” (Dünisch, Montóia y Bauch 2003), así como para obtener las tasas de crecimiento y los vínculos entre edad y su tamaño (Amarilla et al. 1989) . “Actualmente, se ha detallado la gran capacidad del estudio de los *anillos de crecimiento* para el manejo forestal; pero a pesar de ello, este es raramente usado en las regiones tropicales” (Stahle et al. 1999; Worbes 2002). Es por esta razón por la cual intensifico los estudios dendrocronológicos en la Amazonia Peruano con el presente estudio de *Cedrela fissilis* Vell. en áreas urbanas, usando técnicas de dendrocronología y medición forestal con la finalidad de determinar el crecimiento de la especie *Cedrela fissilis* Vell., caracterizar sus secciones transversales, determinar la cronología de los árboles colectados, determinar el incremento anual y relación con el clima local (temperatura y precipitación).

INDICE

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACION	1
1.1 Planteamiento del problema de investigación.....	1
1.2 Formulación del problema	1
1.2.1 Problema General	1
1.2.2 Problemas Específicos	2
1.3 Justificación e importancia.....	2
1.4 Objetivos de la investigación	3
1.4.1 Objetivo General	3
1.4.2 Objetivos Específicos	3
1.5 Hipótesis.....	3
1.6 Variables de la investigación	4
1.6.1 Identificación de variables e indicadores:.....	4
1.6.2 Operacionalización de las variables	4
1.7 Consideraciones Éticas	6
CAPITULO II: MARCO TEORICO	7
2.1 Antecedentes.....	7
2.2 Marco Teórico.....	16
2.2.1 Clasificación sistemática	16
2.2.2 Distribución y hábitat:	17
2.2.3 Aspectos dendrológicos:	18
2.2.4 Características anatómicas	21
2.2.5 Definición de términos	24
2.3 Marco conceptual	26
2.3.1 Generalidades:	26
2.3.2 Definición de conceptos.....	26
2.3.2.1 Crecimiento de árboles en áreas urbanas.....	26

CAPITULO III: METODOLOGIA DE INVESTIGACION	30
3.1 Tipo de investigación	30
3.2 Diseño de la investigación	30
3.3 Delimitación espacial y temporal:.....	31
3.4 Población y muestra	32
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
3.5.1 Métodos y técnicas	33
3.5.2 Instrumentos:.....	42
3.5.3 Procesamiento de datos y Análisis estadístico	43
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1 Caracterizar las secciones transversales de los árboles de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. en el sector La Joya	44
4.2 Cronología de los árboles de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. en el sector La Joya 48	
4.3 Incremento Medio Anual (IMA) e Incremento Corriente Anual (ICA) de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. a partir de la medición de los anillos de crecimiento	51
4.4 Determinar la relación del crecimiento de los árboles de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. en el sector La Joya con el clima local (temperatura y precipitación).	54
4.5 Influencia del fenómeno El Niño con el crecimiento de los árboles de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. en el sector La Joya	56
CONCLUSIONES	58
SUGERENCIAS	59
BIBLIOGRAFIA.....	60
ANEXOS.....	67
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	67
ANEXO 2: BARRENO DE PRESSLER Y SUS PARTES.....	69

	IX
ANEXO 3: CERTIFICADO DE IDENTIFICACION TAXONOMICA DE LA ESPECIE <i>CEDRELA FISSILIS VELL</i>	70
ANEXO 4: INVENTARIO FORESTAL.....	74
ANEXO 5: MEDICION DE ANILLOS DE CRECIMIENTO EN AREAS URBANAS	75
ANEXO 6: PANEL FOTOGRAFICO	76

INDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Probabilidad de la distribución de la especie <i>Cedrela fissilis Vell.</i>	18
Figura 2. Muestra de <i>Cedrela fissilis Vell</i>	19
Figura 3. Sección transversal, tangencial y radial de Cedro.	23
Figura 4. Principales beneficios de los árboles en áreas urbanas.....	27
Figura 5. Representación esquemática de las limitaciones océano atmosféricas del Pacífico tropical.....	29
Figura 6. Mapa de delimitación espacial.	31
Figura 7.A) Colecta de las muestras botánicas, B) Búsqueda de frutos caídos.	34
Figura 8. Muestra de <i>Cedrela fissilis Vell</i>	34
Figura 9. Certificación de identificación taxonómica.....	35
Figura 10.A) <i>Cedrela fissilis Vell.</i> B, C) Medición del fuste de <i>Cedrela fissilis</i> <i>Vell</i>	36
Figura 11.A,B) Muestreo con barreno de Pressler y C) extracción de la muestra	37
Figura 12.A) Fijación de las muestras, B) Muestras fijas clavadas	38
Figura 13.A,B) Granulometría diferente, C, D) Lijado de las muestras.	39
Figura 14.A,B) Escaneo de las muestras C) verificación de los anillos de crecimiento de <i>Cedrela fissilis Vell</i>	39
Figura 15.A) Medición de los <i>anillos de crecimiento</i> en el software Image Pro Plus. B) Programa Image Pro-Plus.	40
Figura 16.A) Barreno de pressler B) Empuje del barreno al retirar la muestra.	43

Figura 17. Imagen macroscópica de los <i>anillos de crecimiento</i> en el leño de la especie <i>Cedrela fissilis</i> Vell. A) Detalle de la <i>sección transversal</i> de límite de anillo de crecimiento (L.A.C) verdadero y falso. B) Límite del anillo verdadero. C) Límite de anillo de crecimiento falso. Fecha blanca L.A.C verdadero. Fecha gris L.A.C. falso. Figura (A) 8x. (B)(C) 16x.....	45
Figura 18. Corte transversal de <i>Cedrela fissilis</i> Vell (8x).....	47
Figura 19. Corte transversal de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. (16x).....	47
Figura 20. Corte transversal de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. (32x).....	48
Figura 21. Serie de anillos de crecimiento de <i>Cedrela fissilis</i> Vell	49
Figura 22. Serie cronológica master de los índices del ancho de los <i>anillos de crecimiento</i> de la especie <i>Cedrela fissilis</i> Vell. en áreas urbanas con la cantidad de muestras de la especie <i>Cedrela fissilis</i> Vell.....	51
Figura 23. Incremento corriente anual (ICA) de los 17 árboles de <i>Cedrela fissilis</i> Vell	52
Figura 24. Incremento en <i>diámetro acumulado</i> de los troncos de 17 árboles de <i>Cedrela fissilis</i> Vell.....	53
Figura 25. Sensibilidad climatológica de la cronología de <i>C. fissilis</i> , con la precipitación mensual y la temperatura del aire	55
Figura 26. Relación entre los eventos de El Niño	56
Figura 27. Partes del barreno de Pressler.....	69

INDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Operacionalización de las <i>variables</i>	5
Tabla 2: Coordenadas del área de estudio.....	32
Tabla 3. Tipo de <i>anillos de crecimiento</i> en ocho especies del género <i>Cedrela</i> incluido la especie <i>Cedrela fissilis</i>	48
Tabla 4. Control de la calidad de las medidas del ancho de los <i>anillos de crecimiento</i>	50
Tabla 5. Resultados estadísticos de la <i>datación y estandarización</i> de la cronología de <i>Cedrela fissilis</i> Vell	50

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 Planteamiento del problema de investigación

En los bosques tropicales de Puerto Maldonado la formación de anillos anuales experimenta latencia cambial debido a condiciones ambientales desfavorables para el crecimiento, como inundaciones periódicas y estacionalidad climática (Schipper 2011). Sin embargo, en las áreas urbanas de Puerto Maldonado, donde no se tiene información de cómo se da el desarrollo de los anillos anuales y la latencia cambial, genera esta intriga para el conocimiento del investigador. “Recientemente, se han avanzado en algunas investigaciones acerca de los *anillos de crecimiento* y su aplicación para el manejo de especies tropicales maderables”. La interpretación de tales anillos permite conocer sus tasas de crecimiento y la dinámica de las poblaciones, con lo cual se puede procurar un manejo sostenible y minimizar el impacto de su cosecha (Brienen, Zuidema y During 2006).

En este sentido, el presente estudio examinó los anillos de crecimiento del cedro (*Cedrela fissilis* Vell., Meliaceae). Se trata de una especie cuya madera es altamente valorada en el mercado local e internacional. La gran demanda de cedro ha provocado su cosecha desmedida y explotación ilegal (Pereyra et al. 2014).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cómo es la variación del crecimiento diametral de la especie *Cedrela fissilis* Vell en áreas urbanas en el sector La Joya de la ciudad de Puerto Maldonado, distrito Tambopata, provincia Tambopata, departamento de Madre de Dios?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo serán las secciones transversales de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell en el sector La Joya?
- ¿Cuál es la cronología de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell en el sector La Joya?
- ¿Cuál es el Incremento Medio Anual (IMA) e Incremento Corriente Anual (ICA) de *Cedrela fissilis* Vell a partir de la medición de los anillos de crecimiento?
- ¿Cuál es la relación del crecimiento de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell del sector La Joya con el clima local (temperatura y precipitación)?
- ¿Cómo es la influencia del fenómeno El Niño con el *crecimiento de los árboles* de *Cedrela fissilis* Vell? en el sector La Joya?

1.3 Justificación e importancia.

Este estudio es muy importante para investigar el crecimiento de los *anillos de crecimiento* del cedro, analizar el vínculo entre la tasa de *crecimiento dimétrico* y *su edad*. Buscando así evaluar el conocimiento de estos posibles ambientes donde la especie *Cedrela fissilis* Vell. pueda tener un mejor crecimiento diametral; no olvidando que se trata de una especie amenazada debido a una intensa extracción en el Perú (UNEP WCMC 2003).

El aporte de esta investigación se muestra en la obtención de información de gran importancia para posibles aplicaciones de arborización, para empresas privadas que deseen invertir en plantaciones forestales cercanas a áreas urbanas y la mecánica de crecimiento en estas zonas, otorgando contribuciones para la conformidad de las prácticas de un buen manejo forestal mediante el estudio de los *anillos de crecimiento* debido a que los bosques de Madre de Dios y del Perú están conformados por una biodiversidad altamente afectada por las condiciones del clima. Sin embargo, “esta gran falta de biodiversidad que presenta las áreas degradadas favorece la idea de ejecutar estudios que faculten tener una mejor comprensión de los árboles de estas zonas” (Caballero 2012) ; a la vez a tener más información de los *anillos de crecimiento* de la especie (*Cedrela fissilis* Vell.), contribuyen

a “definir la edad de los árboles que es de gran importancia para su manejo” (Schipper 2011). El estudio estructural de los *anillos de crecimiento* de *Cedrela fissilis* Vell. ,permitirá también la incorporación de un componente de tiempo en los estudios de respuestas de la planta a la variación ambiental en áreas urbanas (Vasconcellos, Tomazello-Filho y Callado 2019).

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo General

- Evaluar el crecimiento de *Cedrela fissilis* Vell. en áreas urbanas aplicando técnicas dendrocronológicas en el sector La Joya de la ciudad de Puerto Maldonado, distrito Tambopata, provincia Tambopata, departamento de Madre de Dios.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar las secciones transversales de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell. en el sector La Joya.
- Determinar la cronología de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell. en el sector La Joya.
- Determinar el Incremento Medio Anual (IMA) e Incremento Corriente Anual (ICA) de *Cedrela fissilis* Vell. a partir de la medición de los *anillos de crecimiento*.
- Determinar la relación del crecimiento de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell. en el sector La Joya con el clima local (temperatura y precipitación).
- Analizar la influencia del fenómeno El Niño con el crecimiento de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell. en el sector La Joya.

1.5 Hipótesis

H1: Los árboles de la especie *Cedrela fissilis* Vell. con respecto a los *anillos de crecimiento* presentan variación de crecimiento diametral en las áreas urbanas en el sector La Joya de la ciudad de Puerto Maldonado, distrito Tambopata, provincia Tambopata, departamento

de Madre de Dios.

H0: Los árboles de la especie *Cedrela fissilis* Vell. con respecto a los anillos de crecimiento no presentan variación de crecimiento diametral en las áreas urbanas en el sector La Joya de la ciudad de Puerto Maldonado, distrito Tambopata, provincia Tambopata, departamento de Madre de Dios.

1.6 Variables de la investigación

1.6.1 Identificación de variables e indicadores:

Las variables e indicadores en la presente investigación son:

- Variables Independientes:
 - ✓ Número de anillos de crecimiento de *Cedrela fissilis* Vell.
 - ✓ Ancho de anillos de crecimiento de *Cedrela fissilis* Vell.
 - ✓ Relación clima-cronología
 - ✓ Cronología del fenómeno de El niño
- Indicadores Independientes
 - ✓ Enumeración de las muestras o series de la corteza-médula.
 - ✓ Medición del ancho de los *anillos de crecimiento*.
 - ✓ Comparaciones de los valores climáticos (*Precipitación y temperatura*) con la cronología.
 - ✓ Comparación de los valores de El Niño con la cronología.
- Variables Dependientes:
 - ✓ Edad de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell.
 - ✓ Incremento Medio Anual (IMA) de *Cedrela fissilis* Vell.
- Indicadores Dependientes:
 - ✓ Conteo del número de *anillos de crecimiento* y *crossdating*.
 - ✓ Medición del ancho de los *anillos de crecimientos*.

1.6.2 Operacionalización de las variables

En la Tabla 1, se presenta la operacionalización de las variables de la investigación y el **Anexo 1**, se muestra la matriz de consistencia.

Tabla 1: Operacionalización de las variables

	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO	UNIDAD	FUENTE
INDEPENDIENTE	Número de anillos de crecimiento de <i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Enumeración de las muestras o series de la corteza-médula.	Muestras, lupa de 10x, estereoscopio	Número	(IAWA 1989)
	Ancho de anillos de crecimiento de <i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Medición del ancho de los <i>anillos de crecimiento</i>	Muestras de maderas, software "Image Pro-plus"	Milímetros (mm)	(IAWA 1989)
	Relación climatología	Comparaciones de los valores climáticos (Precipitación y temperatura) con la cronología	Obtención de datos climáticos de otras fuentes (NOAA) y cronología de información primaria	Coefficiente de correlación de Pearson	(Fritts 1963) (HOLMES, ADAMS, R 1986)
	Relación cronología - El Niño	Comparación de los valores de El Niño con la cronología	Obtención de reportes históricos de El Niño (NOAA) y la cronología.	Coefficiente de correlación de Pearson	(Kalnay et al. 1996)
DEPENDIENTE	Edad de los árboles de <i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Obtenido en base al número de anillos de crecimiento y crosdating	Muestras de maderas, software COFECHA	Número	(IAWA 1989)
	Incremento Medio Anual (IMA) de <i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Medición del ancho de los <i>anillos de crecimiento</i>	Muestras de madera y cronología	Milímetros (mm)	(Prodan 1965)

1.7 Consideraciones Éticas

La gran variación radial de las propiedades físicas y anatómicas que se puedan obtener influirán en falta de conocimiento que se tiene de la aplicación de dendrocronología en áreas urbanas en Puerto Maldonado ; con respecto a los aspectos éticos, se realizaron todas las fases de la investigación con responsabilidad y sobre todo respetando todas las normas básicas de la investigación, como también se respetó la aplicación de las técnicas dendrocronológicas que ayudó a obtener todas las muestras evaluadas de la especie *Cedrela fissilis* Vell. en el sector “La Joya” de la ciudad de Puerto Maldonado, distrito Tambopata , provincia Tambopata, departamento Madre de Dios para las cuales se solicitó todos los permisos necesarios a los propietarios de los árboles para poder realizar la presente investigación , con una finalidad de brindar información para una futura mejora del estudio de esta especie y para las actividades de arborización y prácticas de manejo forestal que se puedan desarrollar más a futuro; bajo el amparo del artículo 108.2 “Ley N.º 27444”-“Ley del procedimiento administrativo general”.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes:

a) Antecedentes Internacionales

Bradley y Fritts (1978) presentan una descripción un resumen de la dendrocronología básica, especialmente su aplicación a las reconstrucciones climáticas que ahora son una herramienta altamente valorada y objetiva para poner en perspectiva los futuros cambios climáticos con la historia climática pasada durante varios miles de años. Los procesos botánicos básicos que gobiernan la formación de anillos de árboles. También trata algunas de las estadísticas simples y lo que revelan sobre la respuesta del árbol a las variables ambientales y fisiológicas. Esto incluye una discusión muy básica sobre el álgebra matricial, los vectores propios y los elementos principales que se usan en los primeros trabajos del análisis de anillos de árboles. Al final, tratan la calibración, interpretación, reconstrucción y verificación o reconstrucciones climáticas a razón de los datos de “anillos de árboles”. Fritts ha captado y descrito los principios básicos del campo de una manera que no ha perdido valor en los siguientes 25 años. *Tree Rings and Climate* sigue siendo la cartilla básica del campo, a pesar del crecimiento exponencial de la dendrocronología y su expansión y aplicación a una amplia variedad de disciplinas en los últimos 25 años.

Roig et al. (2005) identifican que las *características dendrocronológicas* que se obtuvieron de 52 especies de árboles de los bosques semitropicales en la península de “Yucatán” se exploraron de manera oportunista en un estudio de dendrocronología de rescate. La presencia de *anillos de crecimiento* claros en estos árboles es un requerimiento previo clave para estudios adicionales y una demostración convincente del potencial dendrocronológico de las especies de árboles tropicales

permitirá el desarrollo de futuros programas de estudios sobre la ecología de las especies y las inferencias sobre los cambios ambientales pasados detectados a partir de tres anillos. Muchos puntos de vista del manejo y la conservación de los bosques yucatecos deben abordarse con urgencia para ayudar en el desarrollo de estrategias mejoradas más allá del alcance de los usos agrícolas más tradicionales. El desarrollo de análisis de anillos de árboles a partir de especies locales seleccionadas puede ser de gran ayuda en estas iniciativas.

Brienen, Zuidema y Daring (2006) “emplearon a largo plazo sus datos de crecimiento obtenidos del estudio de los *anillos de árboles*, “estudiaron el grado en que las tasas de crecimiento de cuatro especies de árboles de bosque tropical boliviano de cómo se autocorrelacionaron y cómo esto afectó la producción de simulaciones de crecimiento”. El crecimiento autocorrelacionado se definió como la correlación entre el crecimiento en un intervalo de tiempo y la de un intervalo posterior calculado sobre todos los individuos de la población. Denominaron este crecimiento autocorrelacionado total e identificaron sus dos componentes: tasas de crecimiento correlacionadas temporalmente de árboles individuales (crecimiento autocorrelacionado dentro del árbol) y diferencias de crecimiento persistentes entre árboles (crecimiento autocorrelacionado entre árboles). El crecimiento autocorrelacionado total fue alto (r de 0 son 0,75 de Pearson) entre las tasas de crecimiento de los años subsiguientes y disminuyó gradualmente a mayor retraso. Los árboles juveniles tienden a tener un fuerte crecimiento autocorrelacionado dentro del árbol (r Pearson son's

0,4-0,5), probablemente causado principalmente en la disponibilidad de la luz que van temporalmente correlacionados por sus cambios debido a la dinámica del dosel. La autocorrelación dentro del árbol fue considerablemente más baja en los árboles más grandes (Pearson $r < 0.2$) y, en contraste con los árboles juveniles, no contribuyó mucho a la autocorrelación total.

Tomazello, Roig y Zevallos-Pollito (2009) conceptualizan que es posible la localización y estudio de los anillos de crecimiento en la madera de los árboles gracias a la dendrocronología como una ciencia, introduciendo a la adaptación del conjunto de datos registrados en su estructura, para estudios históricos y ambientales. Asimismo, es un instrumento valioso para la aplicación inmediata en los estudios de manejo forestal y la restauración del crecimiento de los árboles. En el presente artículo narran las experiencias dendrocronológicas que sucedieron en diversos países de Latinoamérica y otros países que aportaron en el estudio de la dendrocronología y su dendroecología; mencionando así las publicaciones que cada autor realizó durante el pasar de los años.

Boninsegna et al. (2009) desarrollaron cronologías en las zonas subtropicales y áridas-tropicales de la Cordillera, particularmente en el Altiplano boliviano, uno de los avances recientes más importantes en la dendrocronología sudamericana. Estudiaron *Polylepis tarapacana*, que crece a 4 000 - 4 500 m de altitud en el Altiplano, ha producido más de diez cronologías en los últimos 700 años. El número de cronologías de anillos de árboles construidas utilizando especies de estas regiones (ca. 40) es comparativamente bajo en relación con la extensión de los bosques tropicales. Aportando así con el reconocimiento de fuertes señales climáticas en los datos analizados de los árboles de las especies de Cedrela y proporciona una oportunidad única para desarrollar una red de anillos de árboles en las zonas tropicales y en las zonas subtropicales en el Sur de América. El futuro de la dendroclimatología en las zonas de tropicales del Sur de América se percibe como extremadamente prometedor. Las reconstrucciones de la temperatura, la lluvia, el flujo de la corriente, la nieve y la circulación atmosférica regional basadas en el ancho del anillo, la densidad y los isótopos estables, se han realizado utilizando cronologías de anillos de árboles de bosques subtropicales y templados. Lobão (2011) indica que en el estado de Acre las investigaciones en dendrocronología tropical resultan que el 35 – 50 % de las especies forman anillos de árboles. Por consiguiente, el principal objetivo de su estudio fue estudiar algunas especies con ocurrencia natural en Acre, verificar la

influencia de la cantidad total y la distribución estacional de la precipitación, la temperatura y la evapotranspiración, y los aspectos fenológicos presentados por cada especie en su crecimiento en el diámetro y la calidad de la madera producida. El estudio se realizó en tres sitios diferentes, y en la Reserva Experimental de Catuaba en tres micrositios diferentes: bosque primario, pastizal y borde del bosque. El aumento en la circunferencia del tronco se evaluó mensualmente con un dendrómetro y se evaluó la fenología con observaciones visuales en los pacientes seleccionados. especies arbóreas. Se recolectaron muestras de madera en el DAP del tronco para dendrocronología, densitometría de rayos X y evaluaciones de la estructura de la madera. La precipitación regula a las especies de los árboles en su fenología, durante los meses se observaron a los anillos de crecimiento en su formación, ya que estas especies esta regularizado por las fenofases de caída, brotación de hojas nuevas durante el año y la evapotranspiración, lo que indica que estas especies tienen potencial para estudios de paleoclima. Hubo diferencias significativas en el crecimiento del tronco de árbol entre especies, sitios y micrositios. Existe un gran potencial para el uso de la dendrocronología combinada con el uso de parcelas de inventario permanentes para definir los ciclos de corte para estas especies.

López, Villalba y Peña (2012) usaron “los anillos” de desarrollo para abastecer la regularidad de desarrollo diamétrico de 7 especies forestales en el distrito de Chiquitano y Guarayos. Se desarrollaron en 10 árboles a 50 árboles por especies del bosque. La mensuración del ancho de los anillos de desarrollo otorgó información más precisa, de las que se obtuvo la variabilidad del aumento entre especies y entre sitios para un tiempo habitual de 100 años. Los aumentos diamétricos en lugares del distrito Chiquitano no presentaron diferencias importantes, sin embargo, en Guarayos los incrementos fueron diferentes entre especies y, paralelamente, distintos a los del distrito Chiquitano. Las tasas de desarrollo diamétrico señalan que el desarrollo diamétrico, generalmente, es más retardado de lo frecuentemente asumido, con variantes indispensables entre especies y entre sitios de desarrollo. Por esto se

desarrollaron pautas fijas de manejo semejantes para todas las especies y sitios, sin tener en cuenta las tasas reales de desarrollo, no sería la sugerida, poniendo en algunas ocasiones en peligro la sostenibilidad de los bosques “manejados” del cerrado boliviano.

He, Jiang y Wei (2012) emplearon técnicas dendrocronológicas para seguir el desarrollo radial de *C. japonicum* en el sector de Shennongjia en el centro de China e investigar sus relaciones con el clima local. “La precipitación presentó efectos que fueron insignificantes en el ancho de los anillos cada un año de *C. japonicum*, excepto por algunos impactos negativos temporales en el invierno anterior”. Las variables que más controlaron el crecimiento radial fueron las temperaturas en diciembre anterior y durante el verano actual. Las relaciones para la mayoría de los pares de variables climáticas de ancho de anillo y mensual / estacional fueron temporalmente inestables, pero ocasionalmente significativas. El crecimiento radial y las relaciones climáticas para *C. japonicum* probablemente fueron moldeadas por las características del sitio ribereño, los hábitos de las raíces y los regímenes climáticos regionales.

Vasconcellos, Tomazello-Filho y Callado (2019) evaluaron las características dendrocronológicas de *Ceiba speciosa* que crece en el ambiente forestal y bajo el impacto de la urbanización. Sus muestras se procesaron y analizaron siguiendo los métodos dendrocronológicos habituales, con los softwares COFECHA y ARSTAN. Usaron una curva exponencial negativa para la estandarización de la serie. Las cronologías residuales se correlacionaron con los índices de precipitación y temperatura obtenidos de la base de datos meteorológicos NOAA. Los *anillos de desarrollo* cada año son diferentes, con parénquima marginal por las bandas marcadas fijamente, radialmente aplanadas en *madera tardía*, paredes gruesas en las fibras y en la *madera temprana los rayos distendidos*. En ambos sitios, la intercorrelación entre los árboles fue superior a 0,40. Las edades oscilaron entre 11 y 41 años en el sitio urbano y entre 27 y 64 años en el sitio forestal. En el sector urbano, el aumento medio anual y las tasas de desarrollo promedio acumulativo fueron de 142,62 mm y 6 mm / año, respectivamente. En el sitio forestal, estas tasas

fueron de 4 mm / año y 173,07 mm, respectivamente. La comparación entre el aumento radial acumulativo de los dos sitios reveló que los árboles del sitio urbano poseían tasas de aumento más altas desde el comienzo de su avance y, en consecuencia, enseñaron diámetros semejantes más allá de las edades más bajas.

b) Antecedentes Nacionales

Rosero (2009) Estudió por medio del procedimiento no destructivo la alteración de la consistencia del leño y la relación con el ancho del crecimiento de los anillos de la caoba *Swietenia macrophylla* (Meliaceae). Los resultados enseñaron que hay desigualdades de la consistencia media del leño entre las caobas de cada población adecuada, seguramente a la edad determinada de los árboles.

Olivar et al. (2012) expresan que los ambientes mediterráneos son de particular interés en el estudio de las relaciones entre el tiempo, el desarrollo y las propiedades anatómicas. Las técnicas dendrocronológicas se aplicaron en ocho sitios de muestreo que se seleccionaron en el sector de organización natural con *Pinus halepensis* en la Península Ibérica. Los objetivos de este estudio fueron: (i) detectar las relaciones entre el tiempo para diferentes clases de coronas de pino carrasco (*P. halepensis* Mill.) y su desarrollo radial; (ii) cuantificar la existencia de oscilaciones de consistencia interanuales (FIAI) de acuerdo con la clase de corona y la edad cambial; (iii) entablar las relaciones entre las IADF y el tiempo. En los sitios más húmedos, los árboles dominantes enseñaron una más grande sensibilidad climática que los árboles suprimidos, en tanto que en los sitios más xéricos los árboles enseñaron una más grande sensibilidad que los árboles dominantes. “El desarrollo de anillos de árboles de las dos clases de coronas se correlacionó de forma positiva con la precipitación a lo largo de y antes de la temporada de desarrollo”. Los FIA fueron más recurrentes en los rodales adolescentes que en los antiguos sin diferencias entre las clases de la corona. La precipitación en abril y diciembre se correlacionó de forma positiva con la ocurrencia de IADF, en tanto que la precipitación en julio se correlacionó negativamente. En los últimos 50 años se causó

una más grande continuidad en los IADF, lo que coincide con el incremento de los eventos de sequía en la Península Ibérica.

Pereyra et al. (2014) indican que, más allá del avance llevado a cabo a lo largo de los últimos 20 años, la búsqueda de potencial dendrocronológico en especies de árboles tropicales y subtropicales, la dendrocronología tropical, todavía está en una época de avance. “El propósito de esta exploración fue saber el potencial de Cedro (*C. odorata*) para estudios con fines dendrocronológicos en zonas de la Selva Central del Perú”. “Las propiedades anatómicas de los anillos de los árboles que se examinaron atentamente y lograron desarrollar una cronología desde 1795 al 2009, (215 años) y correlacionarla con los datos de precipitación”. La cronología de anillos de árboles se desarrolló desde 47 series de 27 árboles. Los anillos de los árboles están precisamente delimitados por diámetros de poros enormes en maderas tempranas y chicos en maderas tardías asociados con parénquima marginal y paratraqueal. La cronología de anillos de árboles se relacionó con los datos de precipitación de Satipo y se hallaron correlaciones importantes con la temporada de lluvias previas y con la estación seca tardía del lapso de desarrollo actual”. Además, hallaron una interacción de confianza entre el desarrollo de los árboles y las precipitaciones totales del lapso hidrológico de diciembre hasta septiembre) para el intervalo (1990–2009). “Los datos de resultado demostraron la predominación de la lluvia en diferentes estadios del desarrollo radial de Cedro (*C. odorata*). “La correcta diferenciación de los anillos cada un año, la fuerte relación con la precipitación, el extenso rango y la longevidad de los árboles de Cedro durante 200 años hacen de *C. odorata* una clase con un gran potencial a futuro”.

Becerra y Zevallos (2014) introducen un procedimiento de distingue finita implícita de exactitud de cuarto orden (en espacio y tiempo) para la satisfacción numérica de procedimientos unidimensionales de leyes y nomas acerca de conservación hiperbólicas. La forma elemental de este procedimiento es una generalización directa del esquema de Crank-Nicolson: Que es un esquema de dos escenarios que es incondicionalmente permanente y no inadvertido. El esquema es robusto,

ósea, usa solo 3 puntos de malla en el nivel Δt y 3 puntos de malla en el nivel $\Delta t + \Delta t$. En este texto, el primero de una serie, muestra una edición disipativa del procedimiento básico que es condicionalmente permanente bajo la condición CFL (Courant-Friedrichs-Lewy). Esta edición es especialmente servible para la satisfacción numérica de inconvenientes con propiedades fluidas fuertes, pero no rígidas, donde la restricción de CFL es razonable por fundamentos de exactitud. Los resultados numéricos se muestran para ilustrar las características del esquema propuesto.

Prera (2015) logró utilizar de la dendroecología como novedad científica para saber sobre el desarrollo de la Caoba (*Swietenia macrophylla*) y el Cedro (*Cedrela odorata*). Examinaron el ancho en base al crecimiento de los anillos, y elaboraron curvas particulares cumulativas de desarrollo. Más adelante, se adaptaron funcionalidades sigmoidales para mostrar la relación de la edad de los árboles al diámetro del fuste, en la Reserva de Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Según los datos que se consiguieron, ambas especies presentaron anillos de desarrollo cada un año. Elaboraron una cronología estandariza de (*Swietenia macrophylla*) con una suma de 87 años de 1927 a 2014. Para el Cedro (*Cedrela odorata*) realizaron una cronología estandarizada desde 1944 – 2014, 70 años. De esta forma, La Caoba (*Swietenia macrophylla*) obtuvo un aumento medio anual (IMA) de $0,43 \text{ cm año}^{-1}$ para toda la existencia, las edades de los árboles de (*Swietenia macrophylla*) muestreados oscilaron entre 40 y 184 años, esta clase consigue su turno biológico a los 92 años con un DAP de 48 cm. El momento biológico estimado para el Cedro (*Cedrela odorata*) fue de 85 años. Las edades de los árboles de (*Cedrela odorata*) oscilaron entre 35 y 110 años, y un IMA de $0,65 \text{ cm año}^{-1}$, para toda la existencia. Esta clase consigue su turno biológico a los 85 años con un (DAP) de 65 cm. Esta investigación, además dio a conocer la relación entre el tiempo y el desarrollo anual en estas 2 especies. Se hallaron correlaciones importantes positivas y negativas de la precipitación del año previo con el desarrollo de (*Swietenia macrophylla*). En la situación de Cedrela, no se descubrió correlación importante de la precipitación con el desarrollo, por otro lado, la temperatura media y mínima del año previo y de hoy, se

correlacionaron de manera significativa con el desarrollo de ambas especies estudiadas.

c) Antecedente Regionales

Schipper (2011) en su estudio llevó a cabo la Dendrocronología del Cedro en la zona de Madre de Dios en un bosque primario. La investigación se realizó en el contexto de la validación de los PGFM de las concesiones forestales, brindadas en las superficies de (BPP) Bosques de Producción Persistente Maderable, establecidas por el Estado Peruano el año 2002 y concesionadas a compañías forestales por certamen público por un tiempo de 40 años renovables. Los resultados encontrados detallan que Se obtuvo la edad técnica de corte que correspondió al valor de 37 años; de igual modo, la edad mínima de corte teniendo en cuenta el Diámetro mínimo de corte legal que correspondió a una edad de (126 años). Además, la utilización de los anillos de desarrollo de Cedro (*Cedrela odorata L.*) facilita saber a tasa de desarrollo de la especie; la obtención de las edades de los árboles fue viable con la aplicación de la dendrocronología. Se visualizó que el desarrollo radial tiene relación de forma positiva con las precipitaciones y negativamente con las temperaturas en el desenlace de la primavera y comienzo del verano. Las advertencias presentadas por los anillos de desarrollo de *Cedrela odorata* en respuesta a cambios climáticos, en América del Sur “El Niño” demuestran la potencialidad dendroclimática de (*Cedrela odorata L.*). Terminando, presento un aumento medio anual de (0,58 cm/año).

2.2 Marco Teórico:

2.2.1 Clasificación sistemática

De acuerdo con el sistema de clasificación Missouri Botanical Garden, la posición taxonómica del “Cedro” tiene la siguiente jerarquía:

- División: Magnoliophyta
- Clase: Equisetopsida C. Agardh (Dicotiledónea)
- Sub-clase: Magnoliidae Novák ex Takht.
- Sub-order: Rosanae Takht.
- Order: Sapindales Juss. ex Bercht. & J. Presl
- Familia: Meliaceae Juss.
- Género: *Cedrela* P. Browne
- Especie: *Cedrela fissilis* Vell.

Fuente: (Velloso y Velloso 1825)

Sinónimos botánicos:

- *Cedrela adenophylla* Mart.
- *Cedrela brachystachya* (C. DC.) C. DC.
- *Cedrela odorata* Lineo
- *Cedrela brownii* Loefl. ex Kuntze
- *Cedrela caldasana* C. DC.
- *Cedrela ciliolata* S.F. Blake
- *Cedrela cubensis* Bisse
- *Cedrela dugesii* S. Watson
- *Cedrela glaziovii* C. DC.
- *Cedrela guianensis* A. Juss.
- *Cedrela hassleri* (C. DC.) C. DC.
- *Cedrela huberi* Ducke
- *Cedrela imparipinnata* C. DC.
- *Cedrela longipes* S.F. Blake
- *Cedrela longipetiolum* Harms

- *Cedrela mexicana* M. Roem.
- *Cedrela mexicana* var. *puberula* C. DC.
- *Cedrela mourae* C. DC.
- *Cedrela occidentalis* C. DC. & Rose
- *Cedrela odorata* var. *xerogeiton* Rizzini & Heringer
- *Cedrela palustris* Handro
- *Cedrela paraguariensis* Mart.
- *Cedrela paraguariensis* var. *brachystachya* C. DC.
- *Cedrela araguariensis* var. *Hassleri* DC.
- *Cedrela paraguariensis* var. *multijuga* C. DC.
- *Cedrela rotunda* S.F. Blake
- *Cedrela sintenisii* C. DC.
- *Cedrela velloziana* M. Roem.
- *Cedrela whitfordii* S.F. Blake
- *Cedrela yucatanana* S.F. Blake.

FUENTE: (Trópicos 2018)

2.2.2 Distribución y hábitat:

La especie *Cedrela fissilis* Vell. tiene un equivalente del 27,69% del territorio continental. Las áreas potencialmente idóneas se localizan principalmente en la parte central y sur de selva baja (Figura 1); sin embargo, también cubre algunos sectores de selva alta, hallándose los niveles de mayor probabilidad en San Martín, en selva central y en el sector del P.N. Manu. Existen algunos sectores sin potencial, aislados pero relativamente extensos en parte de la cuenca del Aguaytía y en parte media de la cuenca del río Tambopata (MINAM 2017a).

Su hábitat es entre 120-1450 msnm; que se encuentra en los “bosques amazónicos pluviestacional”, “bosque semidecíduo basimontano”, “bosque siempreverde”, ocasionalmente en bosque montano húmedo y en bosque xérico basimontano. Se lleva a cabo en el interior de bosques primarios, además se puede hallar como clase pionera de vegetación secundaria, en pisos profundos, bien drenados algunas veces con pedregosidad elevada y arcillosos a franco arenosos (Reynel y Daza

2003).

2.2.3 Aspectos dendrológicos:

Semilla

Ovoide, comprimida, alada; de unos 5 a 6 mm de extenso, introduciendo el ala; testa de color castaño rojizo; embrión recto, comprimido, de color blanco o crema y ocupa parte importante de la cavidad de la semilla; tiene dos cotiledones enormes, planos, foliáceos, frondosos, sutilmente ovoides; radícula corta e inferior («Cedro *Cedrela fissilis*; paquete tecnológico forestal» 2017).

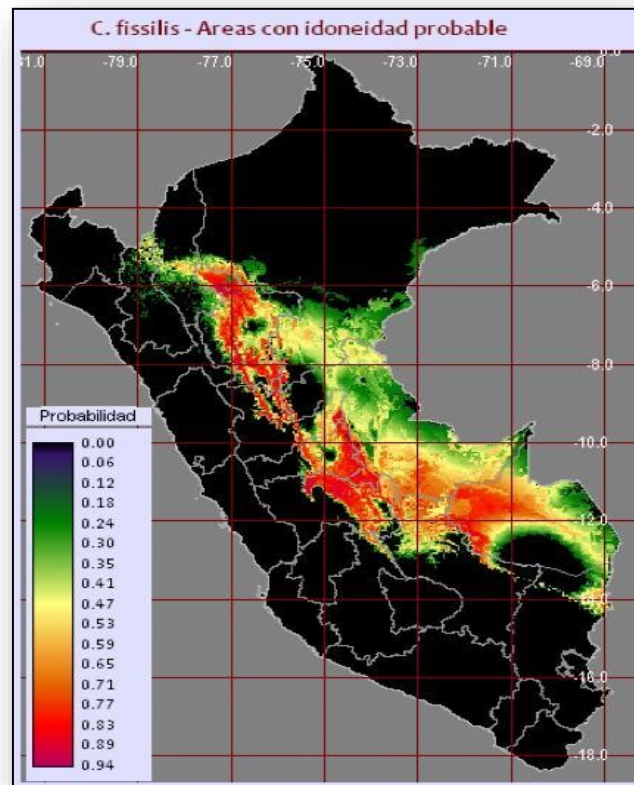


Figura 1. Mapa de probabilidad de la especie (*Cedrela fissilis* Vell.)

Fuente:(MINAM 2017a).

Hojas

Compuestas pari- ó imparipinnadas, alternas, con inclinación a agruparse en los extremos de las ramitas, de 35-50 o más cm de longitud, el raquis anguloso, los folíolos 10-15(-18) pares, alternos o subopuestos, espaciados unos 3 cm entre sí, elípticolanceolados, de 12-

16 cm de longitud y 3,5 – 4,5 cm de ancho, el ápice agudo-acuminado, el acumen de 0,7-1,5 cm de longitud, la base redonda, algunas veces asimétrica, el borde entero, los nervios secundarios 14-16 pares, prominulos en las dos caras, las hojas afelpado-pubescentes, más que nada en el envés (Figura 2) (MINAM 2017a).

Figura 2. Muestra de *Cedrela fissilis* Vell.



Fuente:(MINAM 2017a).

Inflorescencias

La longitud de las panículas son largas, de (35 - 60 cm) (MINAM 2017a).

Frutos

Los frutos de *Cedrela fissilis Vell* cuando están muy maduros se abren dejando en libertad las semillas. Por consiguiente, tienen que coger del árbol cuando empiezan a cambiar de color (verde a marrón café). Los frutos muy verdes se tienen la posibilidad de secar al sol por (24 - 35 horas) para que se abran, ya que la semilla pierde la viabilidad. Si se expone mucho al sol esta semilla pierde viabilidad de manera rápida, tiene la capacidad de almacenarse por años a 5 °C herméticamente sellados y con bajo contenido de humedad, logrando una germinación del 90 % luego de 4 años («*Cedro Cedrela fissilis*; paquete tecnológico forestal» 2017).

Flores

Tiene flores pequeñas, de (8 - 10 milímetros), el cáliz cupuliforme de 2 – 3 milímetros , el pedicelo de (2 milímetros) , los sépalos irregularmente lobados, pubescentes, el cáliz usualmente partido en un lado hasta la base, el pétalo con una medida de 5 - 6 milímetros, con el margen adnato, elíptico, el androceo tiene cinco estambres ligeramente soldados al androginóforo, anteras lanosos y sus filamentos , el ovario lanoso, el estilo columnar y el estigma discoide (MINAM 2017a).

Descripción del árbol en pie

Es un árbol que cuenta con una (AT) altura total de 28m a 30 m y una altura comercial de 23m a 25 m (bajo condiciones favorables de crecimiento), también cuenta con una copa redonda y densa, el fuste muestra contrafuertes basales, alcanzan 1 - 4 m de longitud.

La corteza es intensamente fisurada, con escamas rectangulares de color marrón rojizas, corteza interna rosada a pardo amarillento gusto astringente, en el momento que está fría tiene un olor semejante al ajo, espesor promedio de 20 - 30 mm. La madera varía estructuralmente según la región de donde proviene y es de una calidad regular para

conseguir la pulpa para papel; sin embargo, es increíble para ebanistería y creación (Amáez y Flores 1988) .

Importancia y Usos

La madera es de excelente calidad, es blanda y liviana; con grano recto y textura media a gruesa, de color rosado claro a rojizo. Aunque inferior y menos durables que la de *Cedrela odorata*, se utiliza bastante en la carpintería. Madera importante usada para mueblería fina, ebanistería (Reynel y Daza 2003; Muellner et al. 2010).

2.2.4 Características anatómicas

Propiedades físicas

Acevedo (1994) describe las propiedades físicas y mecánicas de *Cedrela fissilis* Vell. a continuación:

Densidad Básica:	0,42 g/cm ³
Contracción Volumétrica:	10,5 %
Contracción Tangencial:	7,00 %
Contracción Radial:	3,10 %
Relación	T/R: 2,3

Propiedades Mecánicas:

Módulo de Elasticidad en flexión:	72,0 tm/cm ²
Módulo de Ruptura en flexión:	395,0 kg/cm ²
Comprensión Paralela:	104,0 kg/cm ²
Comprensión Perpendicular:	33,0 kg/cm ²
Corte paralelo a las Fibras:	58,0 kg/cm ²
Dureza de lados:	273,0 kg/cm ²
Tenacidad:	13,0 kg-m

Características organolépticas

Muestra un brillo prominente, una textura media, veteados de arcos opuestos. Cuenta con una albura roja pálida que cambia gradualmente su color rojo al ingresar al duramen, tiene un gusto ausente, un olor muy característico, aromático y es de grano recto (Gonzales 2011) .

En estado de seca al aire, el duramen rosado oscuro y la albura es de color rosado claro , muestra gomas en los poros; su albura es delicado al ataque de insectos (Portal 2010).

Características Macroscópicas

Presenta alta visibilidad en su poros , redondeados, solitarios y poros múltiples radiales, disposición tangencial, porosidad semicircular, paratraqueal, parénquima marginal y sobre todo radios medianos visible a simple vista, promedio de radios / 5 mm moderadamente poco, anillos de crecimiento distintos, altura de radios menos de 1 mm, no estratificados, (Gonzales 2011).

Características Microscópicas

Anillos de crecimiento condicionados por el parénquima marginal, con una porosidad semicircular a circular, disposición totalmente tangencial, mayormente poros solitarios redondeados y múltiples de 2 - 5, de fibras de paredes delgadas y lumen abierto parénquima marginal, con un paratraqueal escaso, parénquima axial fusiforme y septado, goma en poros, radios heterogéneos multiseriados de 3 - 5 células de ancho, tipo II, fibras de paredes delgadas y lumen abierto. (Figura 3) (Gonzales 2011).

Características cuantitativas

Diámetro tangencial promedio del lumen de vasos 200,9 μm , promedio de longitud de vasos 499 μm , promedio de longitud de fibras 1 515,13 μm , ancho promedio de radios 41,7 μm , alto promedio 398,4 μm , tamaño promedio de punteaduras muy pequeño 4 μm (Gonzales 2011).



Figura 3. Sección transversal, tangencial y radial de Cedro.

Fuente: (Gonzales 2011).

2.2.5 Definición de términos

Albura: Regularmente la albura de *Cedrela fissilis* Vell. tiene un color blanco hacia nacarado, es activa fisiológicamente, se encuentra entre la corteza y el duramen. (Prodan 1997a).

Anatomía de la madera: Se encarga de estudiar los componentes anatómicos, la cual constituyen la contextura microscópica o sub microscópica y macroscópica, y de las características organolépticas de la madera. (Acevedo, 1994).

Anisotropía: En base a sus 3 direcciones básicas de las propiedades de la madera de *Cedrela fissilis* Vell. (radial, axial, tangencial). La radial está vertical a la axial, es el sentido de los radios y corta al eje del árbol. La axial, se da en sentido al crecimiento del árbol (dirección de las fibras). Por último, la tangencial es ligeramente paralela a la radial, en sentido de la fibra y cortando los anillos anuales (Prodan 1997a).

Árbol: Cuenta con diferentes grosores y alturas ; es el vegetal leñoso de tallo simple, se va ramificando poco a poco llegando a formar la copa (Gilbert 2014).

Arcos Superpuestos: Está en la sección longitudinal tangencial, realizado por (anillos de crecimiento, parénquima) Se presenta como una figura de arcos dispuestos uno sobre otro (Prodan 1997a).

Brillo: Es una de las propiedades de la madera que deja reflejar la luz, de tal manera que las maderas son más lustrosas u opacas en algunas otras. (COPANT 1974).

Corteza: Es la capa exterior de un tronco, sus ramas o raíces leñosos. Son los tejidos de un árbol exteriores al cambium que están conformados por la corteza exterior muerta y la corteza interior viva. Parte exterior de los troncos y las ramas leñosos (Prodan 1997a).

Corteza: Son todos los tejidos fuera del radio xilemático, tiende a ser dura y resistente. (Chavesta y Condori 2005).

Corte Tangencial (Tg.): Indica al corte que se da perpendicular a los “radios” (Prodan 1997a).

Corte Transversal (Tr.): Indica al corte que se da a 90° del eje longitudinal del fuste (Prodan 1997a).

Corte Radial (Rd.): Indica al corte que se da a 90° de los anillos de crecimiento (Prodan 1997a).

Cambium: Se refiere a la membrana de células que están en proceso activo de fraccionamiento, se localiza entre el floema y el xilema (Prodan 1997a).

DAP: Diámetro altura del pecho (Prodan 1997a).

Dasometría: es el estudio que se dedica de cuantificar la producción forestal y el crecimiento (Prodan 1997a).

Dendrocronología: Se refiere a la ciencia dedicada de la datación exacta de los árboles en base a sus anillos de crecimiento. Basada en las variables climáticas y ciertos patrones de crecimiento de los anillos (Fritts 1963) . Durante los últimos años ha reflejado el potencial del crecimiento de los anillos para obtener la edad en los árboles (Brienen, Zuidema y During 2006).

Duramen: Proviene del latín “durare” que significa endurecer. Es el leño biológicamente inactivo, se caracteriza fácilmente de la albura por su oscuro color, la infiltración de resinas u otros materiales hacen que este sea más oscuro en algunas maderas. Está ubicado entre la albura y la médula (Prodan 1965).

Grano: Es el orden de las fibras de la madera en relación al eje longitudinal de la pieza, creada por la propia disposición de las fibras durante el crecimiento del árbol (Nimz 1984).

Grano Recto: Cuando la dirección de los elementos longitudinales es paralela al eje del árbol (Nimz 1984).

Madera: Es el conjunto de células que conforman el tejido leñoso. (Nimz 1984).

Médula: Se encuentra en el centro rodeado por el duramen, es formado por tejido parenquimatoso .(Nimz 1984).

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Generalidades:

En el marco abstracto “esta composición da referencias a circunstancias oportunas y sucesos a los resultados de la investigación incluyendo un marco de definiciones, referencias, etc. (Leíva 2014).

También se define como “un conjunto de teorías, definiciones, conceptos, acerca de los temas que constituyen el desarrollo de la investigación y que ayudan a interpretar los resultados que se logren del trabajo realizado en campo (Duque 2019).

2.3.2 Definición de conceptos

2.3.2.1 Crecimiento de árboles en áreas urbanas

Los árboles en el pasado eran considerados principalmente por el favor ornamental en áreas urbanas. Sin embargo, en la actualidad se estiman como componentes que prestan diversos beneficios (Figura 4) (Alvarado Ojeda, Guajardo Becchi y Devia Cartes 2014):

- ❖ Absorción de contaminantes
- ❖ Reducción del ruido del tráfico
- ❖ Barreras cortaviento
- ❖ Refugio de fauna
- ❖ Reducción de radiación solar (sombra y evapotranspiración)

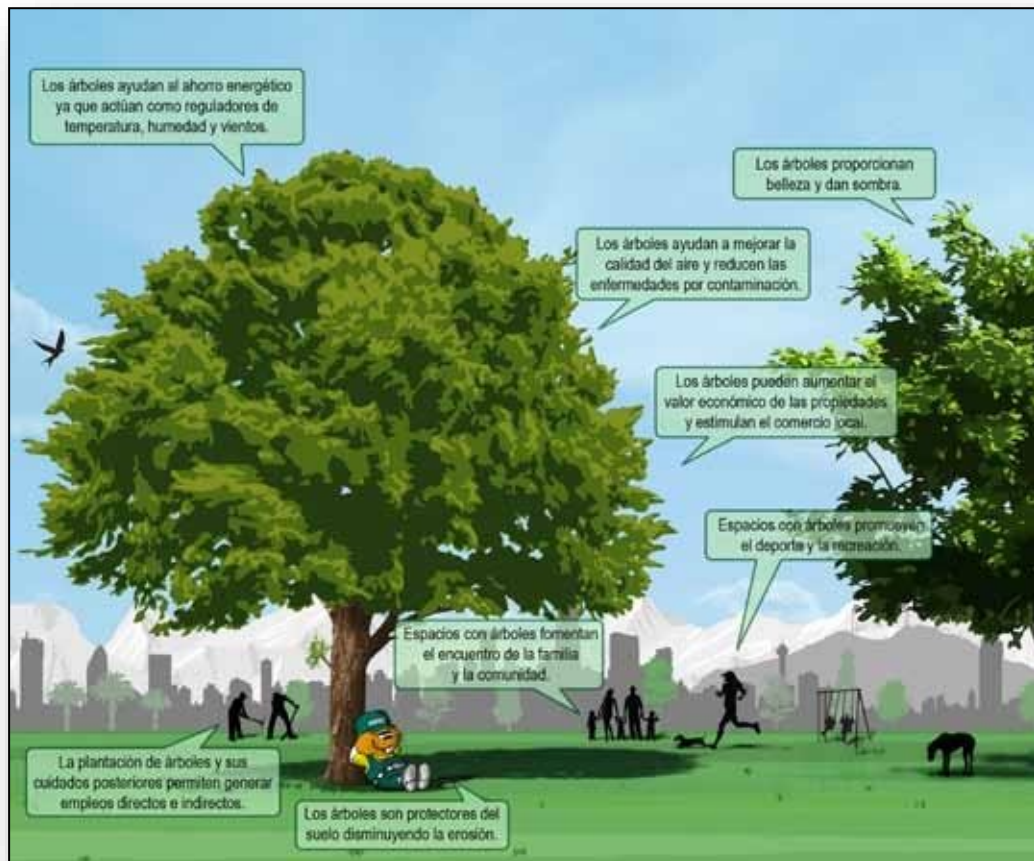


Figura 4. Principales beneficios de los árboles en áreas urbanas.

Fuente: (Alvarado Ojeda, Guajardo Becchi y Devia Cartes 2014).

2.3.2.2 Dendrocronología

La ciencia de la dendrocronología nació en Alemania con el trabajo sistemático de Theodor y Robert Hartig a mediados del siglo XIX (Douglass 1936).

La dendrocronología es la ciencia que logra la detección y análisis del crecimiento de los anillos en la madera de los árboles y de piezas en la madera, adicionando la aplicación de la información registrada en su estructura, para estudios ambientales e históricos. (Fritts 1963; Tomazello, Roig y Zevallos-Pollito 2009b).

La dendrocronología da una mejor comprensión de las relaciones de factores ambientales y la estructura de la planta. Con la dendrocronología se entiende más rápido a evaluar la estructura de la planta, una mejor comprensión de la fisiología de formación de la madera en diferentes condiciones climáticas (Gartner et al. 2002; Dünisch, Montóia y Bauch 2003; Tomazello, Roig y Zevallos-Pollito 2009a).

2.3.2.3 Incremento corriente anual

Se refiere al crecimiento dado entre el inicio y el final de la estación de crecimiento, durante un periodo de 12 meses, o entre dos años consecutivos (Gevorkiantz, Bruce y Schumacher 1935; Prodan 1997b; Imaña y Encinas 2008).

$$ICA = Y_{(t+1)} - Y_{(t)}$$

Fuente: (Gevorkiantz, Bruce y Schumacher 1935)

Donde:

ICA = incremento corriente anual

Y = dimensión de la variable considerada

t = edad

2.3.2.4 Incremento medio anual

El valor del incremento o crecimiento medio anual (IMA) expresa la media del crecimiento total a cierta edad del árbol. Expresa por tanto la media anual del crecimiento para cualquier edad.

$$IMA = Y_t / t_o$$

Fuente: (Gevorkiantz, Bruce y Schumacher 1935)

Donde:

IMA = incremento medio anual

t_o = edad a partir del tiempo cero

Y = dimensión de la variable considerada

2.3.2.5 Los fenómenos del Niño, La Niña-Oscilación del Sur.

La costa noroeste del Perú es muy sensible e impactada por el fenómeno climático del niño (Rodríguez et al. 2005).

Sin embargo, dentro de la escala de variabilidad interanual en el océano Pacífico tropical existen tres condiciones:

- ❖ El Niño (calentamiento extremo)
- ❖ Condiciones normales
- ❖ la Niña (enfriamiento extremo)

El niño y su fase opuesta La Niña, son las componentes oceánicas del ENOS y corresponden, en términos generales, a la aparición, de tiempo en tiempo, de aguas superficiales relativamente más cálidas (El Niño) o más frías (La Niña) que lo normal en el Pacífico tropical central y oriental, frente a las costas del norte de Perú, Ecuador y sur de Colombia.

Estas alteraciones de la estructura terminan superficial y subsuperficial del océano están asociadas con el debilitamiento (fase cálida) o el fortalecimiento (fase fría) de los vientos alisios del Este y con el desplazamiento del núcleo de convección profunda del Oeste al Centro del océano Pacífico tropical, en condiciones El Niño (Figura 5) o con permanencia e intensificación en el caso de La Niña (Montealegre, José 2014).

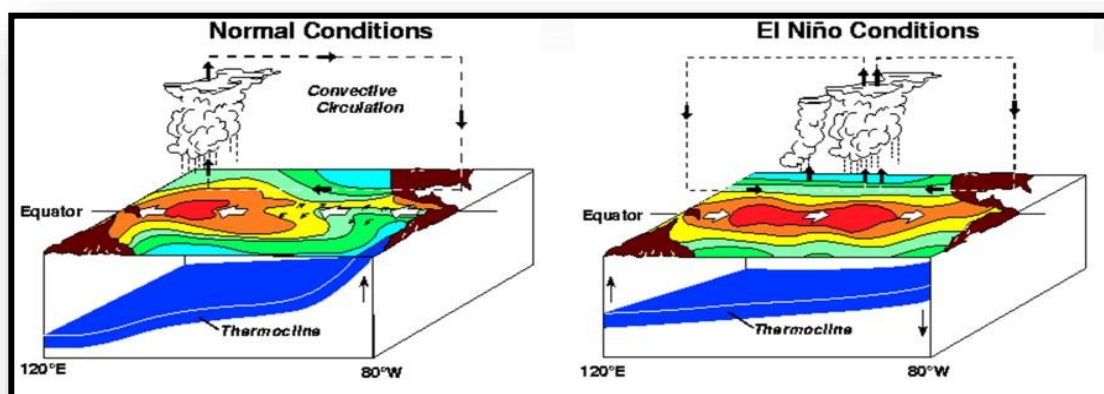


Figura 5. Representación esquemática de las condiciones oceánicas y atmosféricas del Pacífico tropical

Fuente: NOAA Project, USA.

CAPITULO III: METODOLOGIA DE INVESTIGACION

3.1 Tipo de investigación:

El tipo de estudio para esta investigación es descriptivo y correlacional, debido a que se describirá y correlacionará el ancho de los anillos de crecimiento de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell. en el sector la Joya con el clima local (temperatura y precipitación).

3.2 Diseño de la investigación:

El diseño del estudio para esta investigación es observacional no experimental, en el estudio se realizó el análisis de los anillos de crecimiento de nuestras muestras colectadas en los árboles de *Cedrela fissilis* Vell.; se midieron el ancho de los anillos y a partir del resultado se determinó el ICA e IMA, se construyeron modelos de crecimiento y se evaluó la respuesta de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell. a la variabilidad meteorológica. Estarán fundamentados en las metodologías planteadas en las normas nacional: Norma Técnica Peruana: (NTP N°251.008 2016) y normas internacionales: (COPANT 1974;IAWA 1989).

3.3 Delimitación espacial y temporal:

Delimitación espacial:

El estudio donde desarrollará la obtención de las muestras con el método no destructivo será en áreas urbanas en el sector la Joya de Puerto Maldonado, (Figura 6):

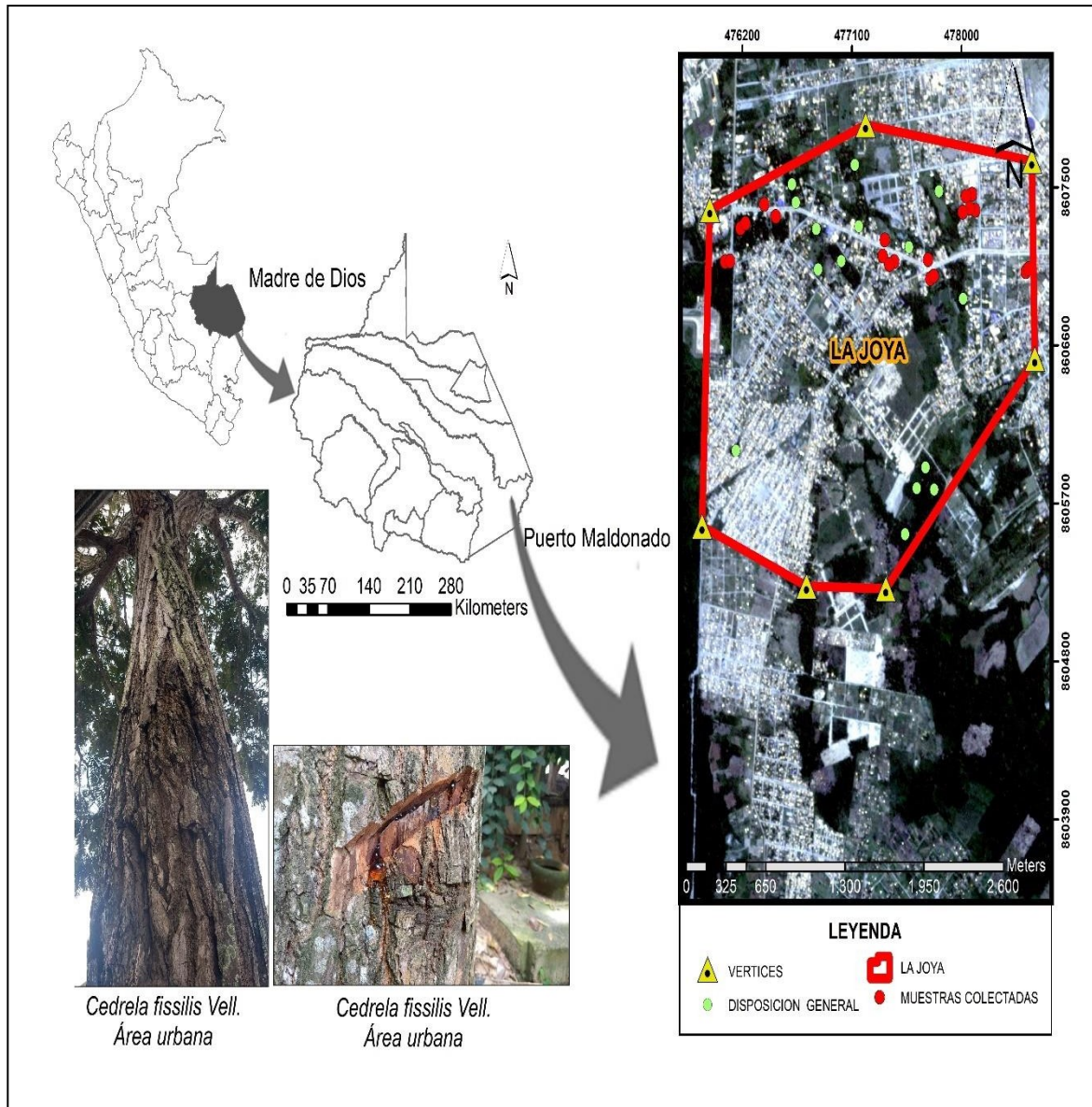


Figura 6. Mapa de delimitación espacial.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2: Coordenadas del área de estudio.

LA JOYA			Proyecto	Evaluación del crecimiento de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. aplicando técnicas dendrocronológicas en áreas urbanas en el sector La Joya.
Vértices	Este	Norte		
1	478578	8607650		
2	478601	8606523	Bachiller	Bertín Alexis Huaman Guevara
3	477379	8605213	Sector	La Joya
4	476728	8605229	Distrito	Tambopata
5	475871	8605570	Provincia	Tambopata
6	476934	8607372	Departamento	Madre de Dios
7	477212	8607856	UTM	WGS84

Delimitación temporal:

El estudio se desarrollará en un lapso de 1 año:

Primer-quinto mes: Elaboración del proyecto, Inventario y extracción de las muestras.

Sexto-Séptimo mes: Fijación de las muestras, pulido, verificación de los anillos de crecimiento y obtención de datos.

Octavo-Noveno mes: Procesamiento de los datos, análisis y evaluación de resultados, búsqueda de antecedentes e investigaciones relacionadas al tema.

Décimo mes: Elaboración del informe de tesis, lectura para nuevos conocimientos referentes al tema, aprobación del proyecto.

3.4 Población y muestra**A. Población**

La población de esta investigación será los árboles de *Cedrela fissilis* Vell. que se va a inventariar en el sector La Joya teniéndose en cuenta un total de 30 árboles, con sus debida coordenadas UTM, DAP, altura total y tipo de copa.

B. Muestra

De las muestras que se puedan obtener de manera al azar de los 30 se plantea obtener 20 árboles de *Cedrela fissilis* Vell., debido a que es sugerido que usen este tamaño de muestra teniendo en cuenta la buena marcación del anillo de crecimiento de la especie (Schipper 2011). Según los siguientes autores (Vasconcellos, Tomazello-Filho y Callado 2019; Marcon et al. 2019; Pereira et al. 2018; Paredes-Villanueva, López

y Navarro Cerrillo 2016; Briceño, Rangel-Ch y Bogino 2016); al realizar sus investigaciones consideraron 20,15,18 hasta 10 árboles y con ellas lograron obtener la suficiente información para resaltar con sus logros científicos. Y sobre todo teniendo como referencia la (NTP N° 251.008 2016), donde señala que se requiere 5 árboles como mínimo para un estudio anatómico se tienen que obtener como mínimo 05 árboles de un diámetro o grosor a la altura del pecho (DAP) mayor de 30 cm).

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Métodos y técnicas

Fase de campo:

Con el lugar de estudio ya delimitado (Figura 6) se empezó a realizar el inventario forestal respectivo de la especie *Cedrela fissilis* Vell.

Tomando coordenadas, medidas de diámetro y altura se realiza el siguiente inventario (Anexo 4):

En esta fase primero se hizo un reconocimiento de la especie en toda la zona y para ello fue necesario la colecta de muestras botánicas de cada especie (Figura 7).

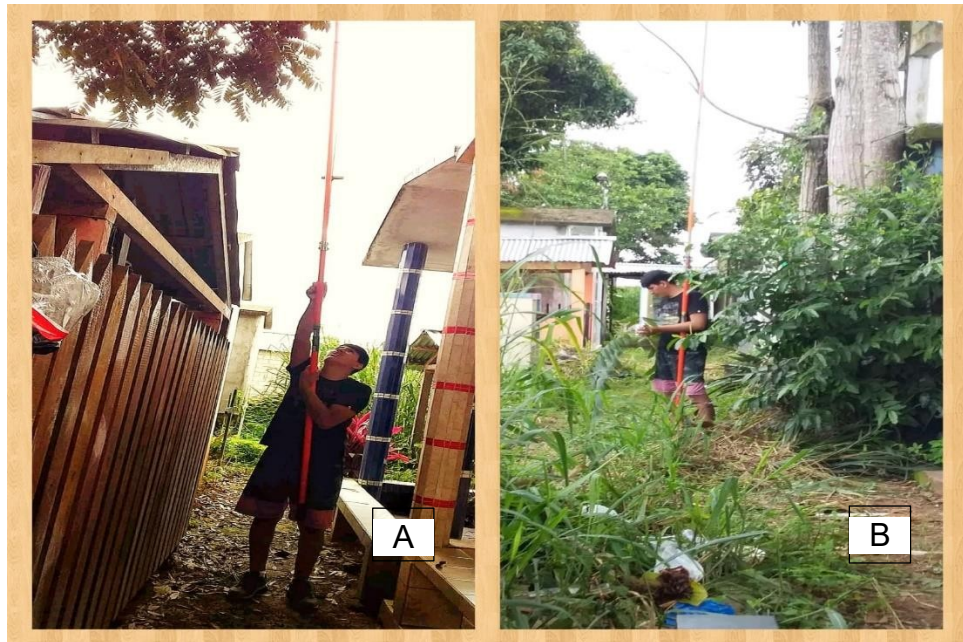


Figura 7. **A)** Colecta de las muestras botánicas, **B)** Búsqueda de frutos caídos.

Fuente: Elaboración propia.

Para la certificación de la especie se llevó al Herbario “Alwyn Gentry” las 20 muestras que se llegó a coleccionar (Figura 8).



Figura 8. Muestra de *Cedrela fissilis* Vell.

Fuente: Elaboración propia.

Logrando así, la certificación de identificación taxonómica de especímenes vegetales (Figura 9).

"Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN
TAXONÓMICA DE ESPECIMENES VEGETALES

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

CERTIFICA, que los especímenes (20) presentados por el Señor Bachiller HUAMAN GUEVARA, ALEXIS BERTIN, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios; para su identificación y/o determinación, para efectos del proyecto de tesis de investigación de tesis intitulada: "EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Cochlosia fissalis* Vell. APLICANDO TÉCNICAS DENROCRONOLÓGICAS EN ÁREAS URBANAS EN EL SECTOR LA JOYA DE LA CIUDAD DE PUERTO MALDONADO, DISTRITO TAMBOPATA, PROVINCIA TAMBOPATA, DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS-2019".

Corresponden a los siguientes taxa aceptados oficialmente:

✓ *Cochlosia fissalis* Vell. FAMILIA MELIACEAE

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 Phylogenic Group, 2016) y en el Taxonomic Name Resolution Service v3.2 (2019). Se expide el presente certificado a solicitud del interesado para los fines que considere conveniente. Se anexa el presente Certificado de identificación los datos correspondientes a la especie en formato Excel.

Puerto Maldonado, 18 de Octubre de 2019.

Dr. Hugo Duerras Linares
Especialista en Identificación
Taxonómica de Flora Silvestre
Código LC-ES-2017-009

Jr. José Carlos Mariátegui N° 228 Parque Huerto Familiar, Puerto Maldonado-Madre de Dios-Perú
Email: hduer@zashin.es Cel: 956-740299

Figura 9. Certificación de identificación taxonómica.

Fuente: Elaboración propia

Luego se verificó que las muestras cumplan el diámetro permisible para que nos sirva en la investigación teniendo en cuenta también los aspectos fitosanitarios, fuste recto y de sitio, dado que influye en el crecimiento del árbol, debido acumulación de nutrientes, viento, etc. La cantidad aproximada que se puede encontrar será útil para realizar nuestro inventariado, luego se tomarán las coordenadas UTM y se brindará un código a cada muestra para que sea más fácil su organización (Figura 10).



Figura 10. **A)** *Cedrela fissilis* Vell. **B, C)** Medición del fuste de *Cedrela fissilis* Vell.

Fuente: Elaboración propia.

Se colectaron las muestras de 20 árboles de la especie *Cedrela fissilis* Vell., con ayuda del barrenador de Pressler (5,1 x 400 mm de diámetro x largo), donde se colectarán 4 radios en dirección corteza-médula, dicha obtención fue a la altura del pecho (1,30 m) a la altura de entre 1,30 m y 3 m, pero siempre por encima de los aletones (Figura 11) (Pereyra et al. 2014). Se guardaron los radios en sorbetes de plástico y codificaron las cuales serán llevadas al Laboratorio de Anatomía, ubicado en la Planta Piloto de Tecnología de la Madera - UNAMAD.



Figura 11.A,B) Muestreo con barreno de Pressler y **C)** extracción de la muestra.

Fuente: Elaboración propia.

Fase de Laboratorio:

Caracterización anatómica de los anillos de crecimiento de *Cedrela fissilis* Vell.:

- Preparación de las muestras de leño para caracterizar los anillos de crecimiento:

Se seleccionaron las muestras de leño colectadas de los árboles seleccionados de *Cedrela fissilis* Vell. para la caracterización de los anillos de crecimiento. Las muestras fueron secadas al aire, para después colocarlas en un soporte de madera (Figura 12) para ser lijadas y pulidas con lijas de una secuencia granulométricas (60 – 1 200 granos/cm²), para poder visualizar

mejor los elementos anatómicos (Figura 13). Una vez teniendo lijadas todas las muestras, se marcaron los anillos de crecimiento, usando una lupa 10 X para la visualización. Se identificarán los verdaderos anillos anuales, así como la presencia y frecuencia de falsos anillos y otras fluctuaciones de densidad de la madera utilizando un microscopio estereoscópico (10-40 X). Este proceso facilitó la identificación de las características que ayudan a la definición de un verdadero o falso anillo (Figura 14). Se digitalizaron las muestras con un scanner a una resolución de 1 200 dpi. Estas imágenes escaneadas sirvieron para hacer las mediciones del ancho de los anillos de crecimiento con una precisión de 0,001 mm.



Figura 12.A) Fijación de las muestras, B) Muestras fijas clavadas

Fuente: Elaboración propia.

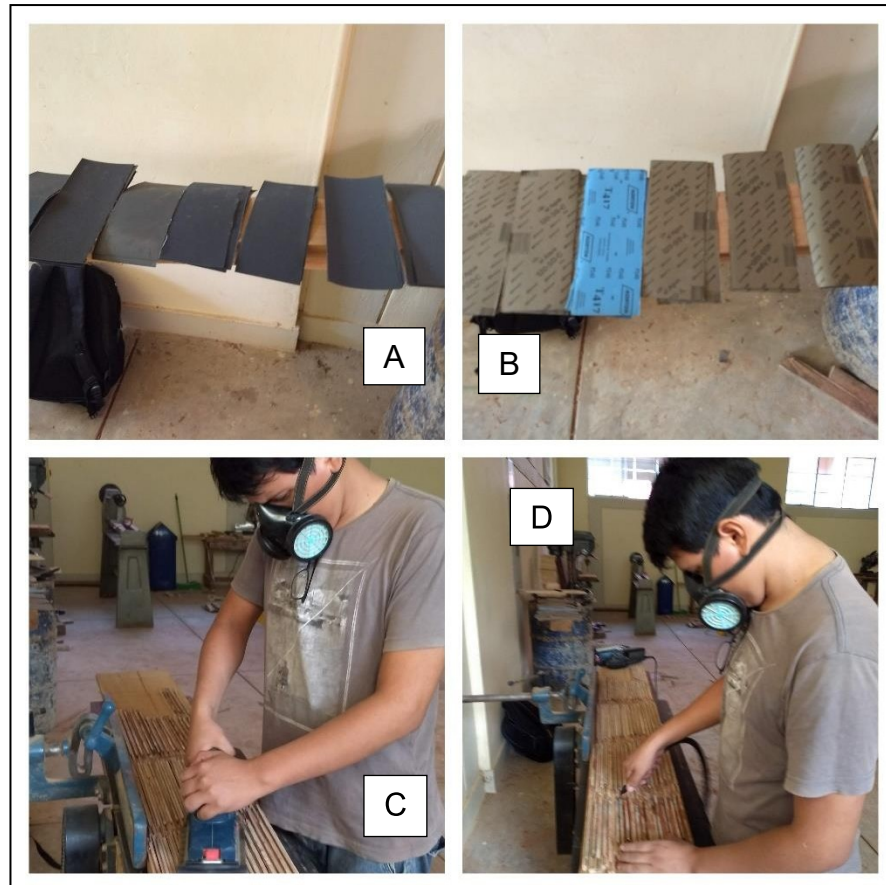


Figura 13.A,B) Granulometría diferente, C, D) Lijado de las muestras.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 14.A,B) Escaneo de las muestras C) verificación de los anillos de crecimiento.

Fuente: Elaboración propia.

La caracterización se realizará en base a lo estipulado en las Normas International Association of Wood Anatomists Committee (IAWA 1989) y (COPANT 1974). Seguidamente las imágenes digitalizadas de las muestras con un scanner de una resolución de 1 200 dpi serán medidas con el Software Image Pro Plus (Figura 15).

Al finalizar el proceso de mensuración del ancho de los anillos de crecimiento de manera manual, se exportarán los valores obtenidos por árbol seleccionado en hojas de cálculo del programa Microsoft Office Excel 2016, con la finalidad de ordenados y analizados.

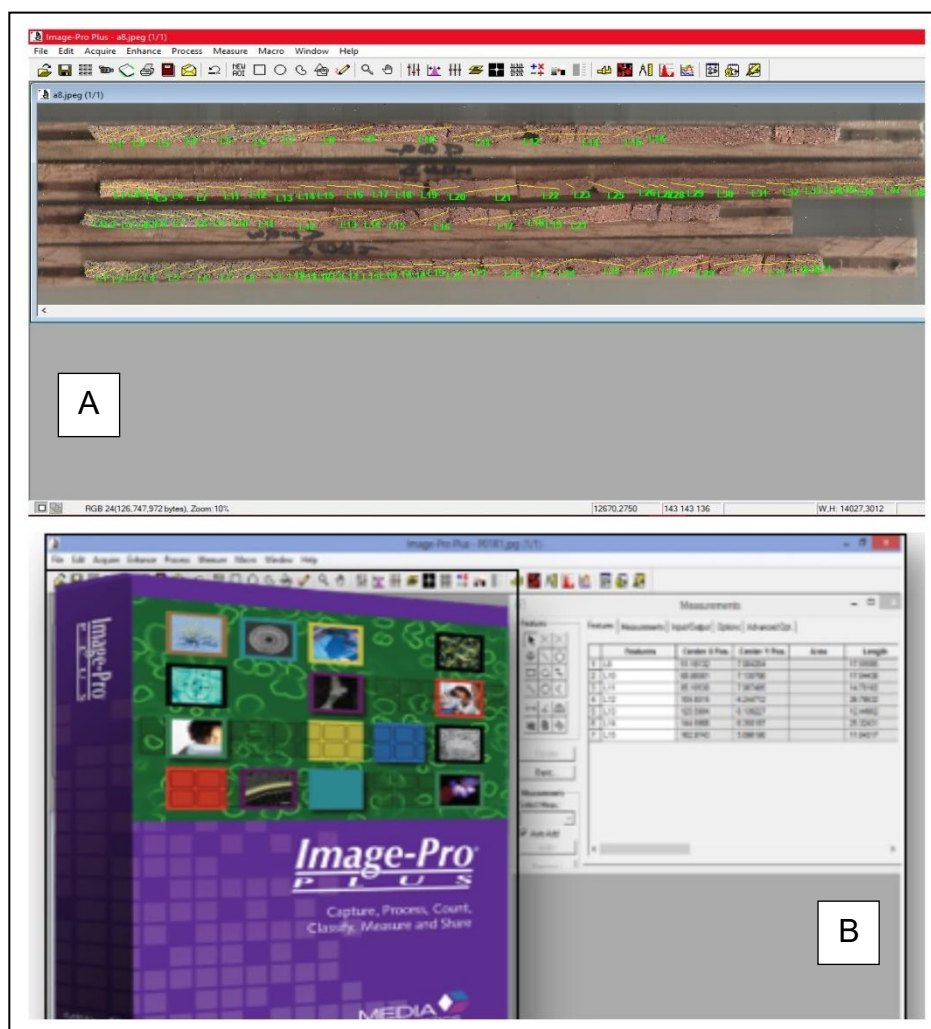


Figura 15.A) Medición de los anillos de crecimiento en el software Image Pro Plus. **B)** Programa Image Pro-Plus.

Fuente: Elaboración propia

Sincronización de los anillos de crecimiento y elaboración de la cronología de *Cedrela fissilis* Vell.

- Después de las mediciones de los anillos de crecimiento se procedió a realizar el control y verificación de la sincronización (co-datado) de las series entre y dentro de los árboles (Fritts 1963) ; mediante el programa llamado “COFECHA” (Holmes, Adams 1986), que analizó estadísticamente la correlación entre las porciones de las series fluctuantes (a datar) y las series individuales o maestras independientemente datadas y verificadas, posibilitando identificar la existencia de falsos anillos de crecimiento para su posterior control.

Para la construcción de las cronologías se utilizó el programa ARSTAN (MRWE Application Framework Copyright © 1997-2004),(Holmes 1983). Las cronologías fueron correlacionadas con los valores mensuales de temperatura y precipitación como también con datos históricos del fenómeno de El Niño, obtenido de la base del National Oceanic and Atmospheric Administration (NCEP-NCAR Reanalysis); datos históricos de temperatura del aire y precipitación total (Kalnay et al. 1996).

Incremento radial de *Cedrela fissilis* Vell.

Para efectuar este proceso de evaluación se realizó empleando los árboles seleccionados de *Cedrela fissilis* Vell., en el cual se procederá a la determinación del crecimiento dimétrico del fuste de los árboles a partir de:

I) Incremento corriente anual (ICA),

II) Incremento medio anual (IMA)

La fórmula convencional que se aplicó para este proceso es la (1):

$$\text{ICA} = Y_{(t+1)} - Y_{(t)} \quad (1)$$

Fuente:(Gevorkiantz, Bruce y Schumacher 1935)

Donde:

ICA = incremento corriente anual

Y = dimensión de la variable considerada

Conociendo el ICA para cada año, se calculó el incremento medio anual (IMA) para cada año de crecimiento, expresado como la sumatoria del incremento corriente anual (2):

$$IMA = Y_t / t_o$$

(2)

Fuente:(Gevorkiantz, Bruce y Schumacher 1935)

Donde:

IMA = incremento medio anual

t_o = edad a partir del tiempo cero

Y = dimensión de la variable considerada

Cronología y relación con el clima y el fenómeno El Niño

La cronología de la especie *Cedrela fissilis* Vell., fueron correlacionadas con los valores mensuales de temperatura y precipitación del mismo modo también con datos históricos del fenómeno de El Niño, obtenido de la base del National Oceanic and Atmospheric Administration (NCEP-NCAR Reanalysis); datos históricos de temperatura del aire y precipitación total (Kalnay et al. 1996).

3.5.2 Instrumentos:

El barreno Pressler es instrumento para conseguir muestras de madera en árboles vivos. Este instrumento se completa con una empuñadura para ayudar a la perforación y con una saca muestras o extractor para obtener la muestra. Son contruidos en acero sueco con cubierta PTFE, brinda protección contra óxido y resina y disminuye la fricción también tienen un extractor con tapa en acero inoxidable (Figura 16) (Gutiérrez y Ricker 2015).

Los filos para especies de maderas blandas son diferentes, los modelos de tres filos por su mayor velocidad de penetración (12 mm. por giro) sirven para especies de maderas duras y los modelos de dos filos permiten ejercer una mayor fuerza de penetración, aunque la velocidad sea menor (8 mm. por giro), siendo la elección adecuada. Usualmente se utilizan los diámetros de 5,15

mm. siendo más resistentes y duraderos que los de 4,3 mm. Los de 10 mm. son para aplicaciones donde se requiera un mayor tamaño de muestra como las requeridas para análisis de fibras (Gutiérrez y Ricker 2015a).



Figura 16.A) Barreno de pressler
B) Empuje del barreno al retirar la muestra.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3 Procesamiento de datos y Análisis estadístico

Luego de utilizar el programa Image Pro Plus para la medición del ancho de los anillos de crecimiento. Se determinó el nivel de correlación de los datos se usó el programa COFECHA, Para la obtención de la cronología master se utilizó el programa ARSTAN También se usó el software R versión 3.1.2.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterizar las secciones transversales de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell. en el sector La Joya

La sección transversal se caracteriza por presentar albura y duramen diferenciado. Albura de color crema a amarillento y el duramen de color rosado oscuro a marrón rojizo. Presenta una textura media. **Poros:** porosidad semicircular, poros visibles a simple vista, poros mayormente solitarios y escasamente múltiples de 2 y 3 poros. Presencia de depósitos orgánicos (gomas) en los poros de coloración rojiza. **Parénquima:** Visible con lupa de 10X, del tipo en bandas marginal y del tipo paratraqueal vasicéntrico, aliforme romboide. La coloración de los diferentes tipos del parénquima de *C. fissilis*, de coloración más clara que el tejido fibroso y similar al color de los radios por ser estos de tejido parenquimatosos. **Radios:** Visibles con lupa de 10X, medianos.

Caracterización de los Anillos de Crecimiento de *Cedrela fissilis* Vell.

La especie de *C. fissilis*, en la sección transversal, se caracterizan anatómicamente por evidenciar anillos de crecimientos distintos a simple vista. El límite de los anillos de crecimiento se caracteriza por presentar dos tipos de marcaciones: por el parénquima marginal de coloración más clara que el color de la madera y por la porosidad semicircular poros de mayor tamaño recostados en el parénquima marginal. Sobre los anillos de crecimiento falsos (Figura 17), se caracterizan por ser discontinuos, de coloración tenue en comparación a los anillos verdaderos y por ser del tipo marginal con escasa o nula porosidad semicircular.

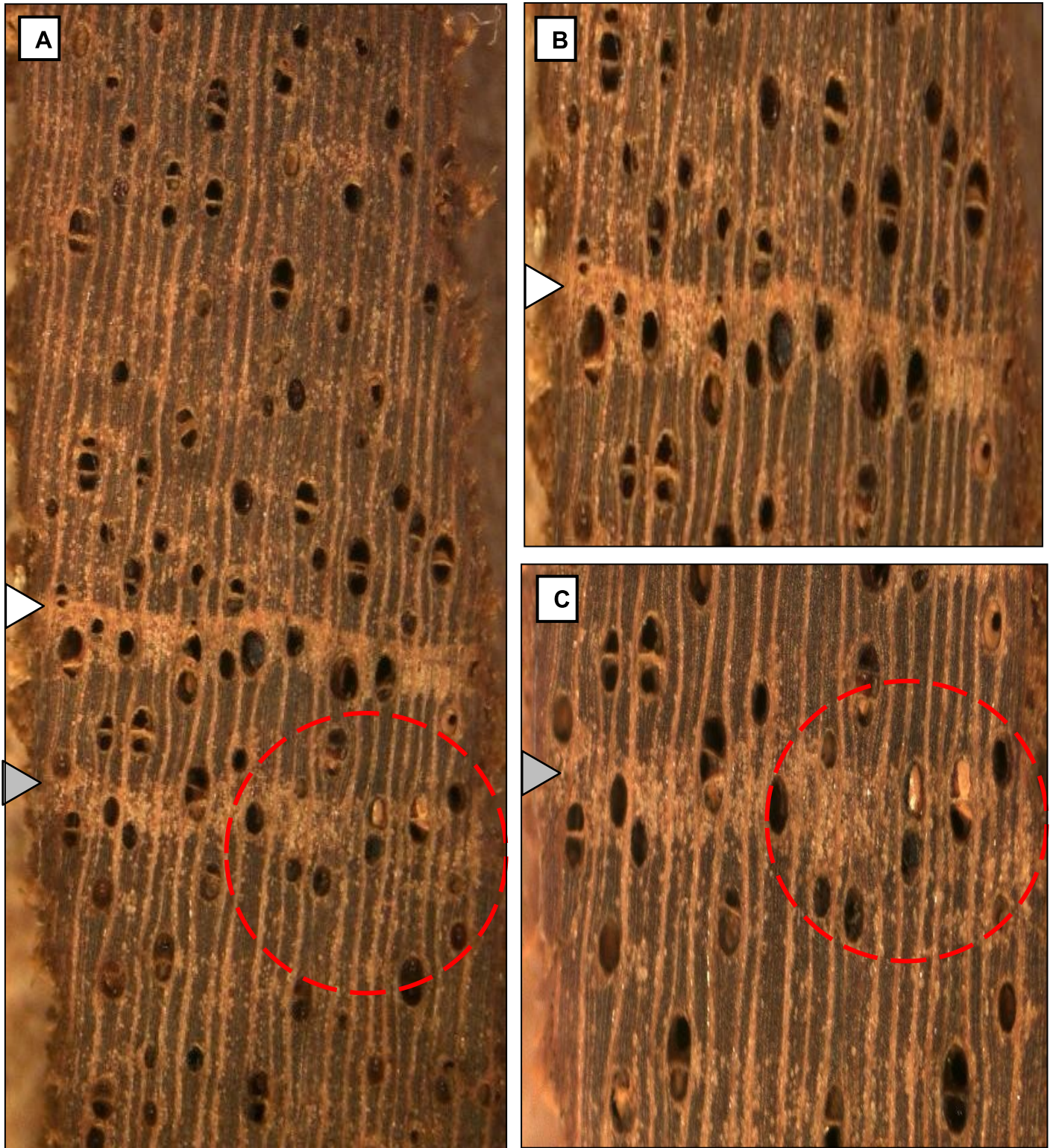


Figura 17. Imagen macroscópica de los anillos de crecimiento en el leño de la especie *Cedrela fissilis* Vell. **A)** Detalle de la sección transversal de límite de anillo de crecimiento (L.A.C) verdadero y falso. **B)** Límite del anillo verdadero. **C)** Límite de anillo de crecimiento falso. Fecha blanca L.A.C verdadero. Fecha gris L.A.C. falso. Figura **(A)** 8x. **(B)(C)** 16x.

Fuente: Elaboración propia.

Según (Tomazello, Botosso y Lisi 2000), en su artículo Potencial de la familia Meliaceae para dendrocronología en regiones tropicales y subtropicales. Sobre la anatomía de la madera, mencionan que *C. fissilis*, tiene una madera con albura blanca a rosada y el duramen claro a rojizo, siendo que las variaciones de coloración y del olor del leño son en función de las variables edáfica-climáticas del sitio. La madera tiene su densidad variando de leve a moderadamente pesada; dicha descripción coincide a lo obtenido en este presente estudio. Sobre los anillos de crecimiento los autores mencionan que se destaca la presencia de anillos de crecimiento perfectamente distinto, caracterizado por el parénquima marginal y por la disposición de los poros en anillos semi-porosos, considerados anuales y aplicados en la dendrocronología, lo cual este estudio confirma dicha marcación de los anillos de crecimiento.

Según (MINAM 2017b), en el estudio: Evaluación dendrológica y anatómica de las especies del género *Cedrela*, realizado en el Perú, estudiaron anatómicamente ocho especies de cedros: *Cedrela angustifolia*, *Cedrela fissilis*, *Cedrela kuelapensis*, *Cedrela longipetiolumata*, *Cedrela montana*, *Cedrela nebulosa*, *Cedrela odorata* y *Cedrela weberbaueri*. Donde se puede observar que en la Tabla 3, que la marcación de los anillos de crecimiento de las especies del género *Cedrela* se caracterizan en la mayoría por presentar la delimitación por el parénquima marginal y la porosidad semicircular. La única especie del género *Cedrela* que no presenta la porosidad semicircular sino una porosidad circular es la especie *Cedrela montana*.



Figura 18. Corte transversal de *Cedrela fissilis* Vell (8x).

Fuente: Elaboración propia.

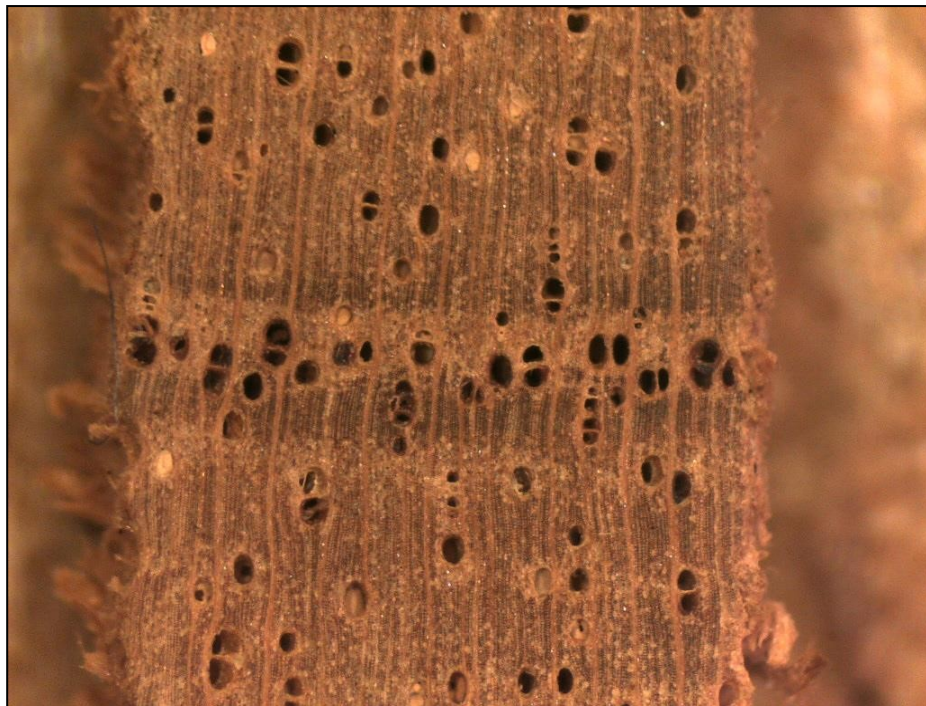


Figura 19. Corte transversal de *Cedrela fissilis* Vell. (16x)

Fuente: Elaboración propia.

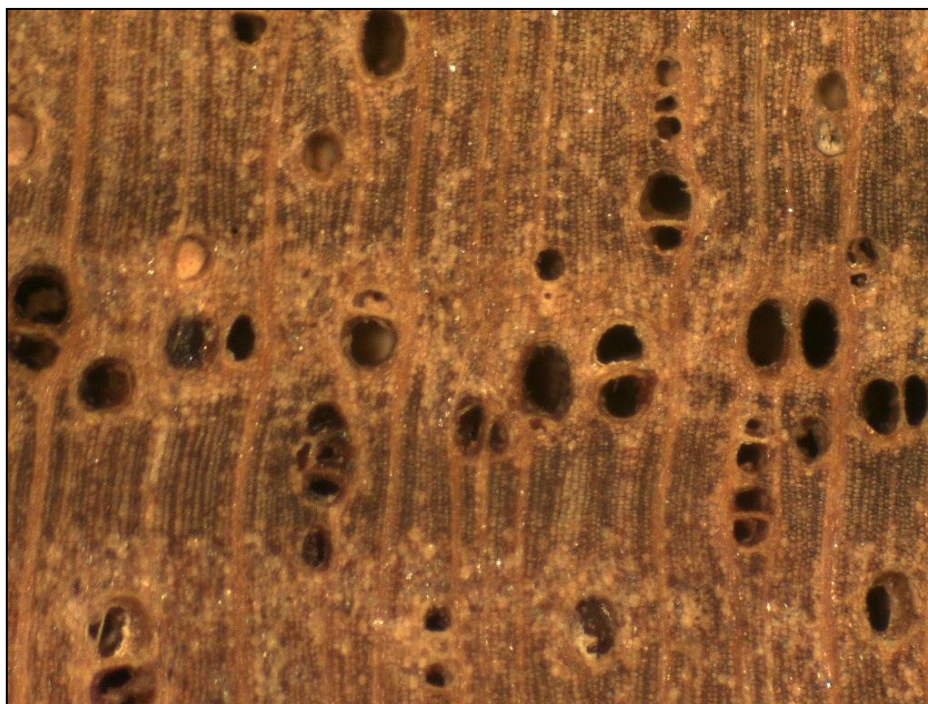


Figura 20. Corte transversal de *Cedrela fissilis* Vell. (32x)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Tipo de anillos de crecimiento en ocho especies del género *Cedrela* incluido la especie *Cedrela fissilis*.

N°	Especies	Tipo de anillo de crecimiento		
		Porosidad circular	Porosidad semicircular	Parénquima marginal o terminal
1	<i>Cedrela angustifolia</i>			X
2	<i>Cedrela fissilis</i>		X	X
3	<i>Cedrela kuelapensis</i>		X	X
4	<i>Cedrela longipetiolulata</i>		X	X
5	<i>Cedrela montana</i>	X		X
6	<i>Cedrela nebulosa</i>		X	X
7	<i>Cedrela odorata</i>			X
8	<i>Cedrela weberbaueri</i>		X	X

Fuente: (MINAM 2017b).
Elaboración propia.

4.2 Cronología de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell. en el sector La Joya

La serie de anillos de crecimiento de *Cedrela fissilis* Vell. de las muestras colectadas en junio del 2019 (Figura 21), muestran una tendencia similar para los valores de ancho de los anillos de crecimiento formados 3 periodos, correspondiente al periodo de crecimiento 2003-2004 (año 2003), 2008-2009 (año 2008) y 2010-2011(año 2010).

En el resto de los periodos presentaron una variación mínima la cual se podría deber principalmente a las condiciones de sitio debido al suelo, clima, condiciones hídricas. Asimismo, Bradley y Fritts (1978), indica que el crecimiento radial tiene más importancia que la longitudinal y que está influenciado por los mismos factores que menciona Masiokas y Villalba(2004). Según la investigación de Pereira y Mioli (2018) en *Cedrela fissilis* Vell. en Brasil, afirman que la variación de la tendencia no es similar cuando en noviembre presentan una temporada lluviosa y la precipitación es alta.

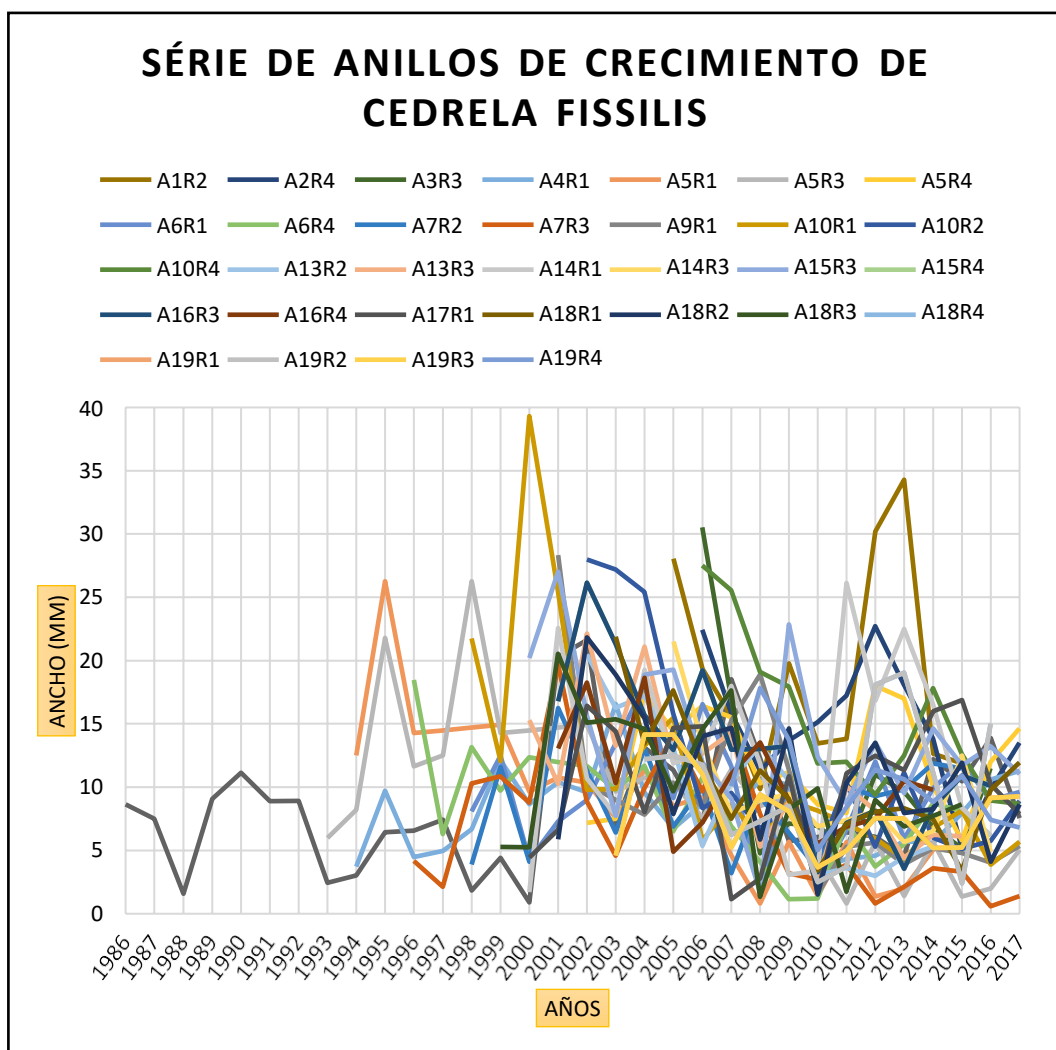


Figura 21. Serie de anillos de crecimiento de *Cedrela fissilis* Vell.

Fuente: Elaboración propia.

Cronología de la especie *Cedrela fissilis* Vell. en áreas urbanas.

Se realizó el control de calidad de las medidas del ancho de los anillos de crecimiento de *Cedrela fissilis* Vell. descartando 03 árboles de los 20

obtenidos, dejándonos con 17 árboles disponibles para sincronizar sus series cronológicas (Tabla 4).

Tabla 4. Control de calidad de las medidas del ancho de los anillos de crecimiento.

Especie	N° de árboles		Cronología (intervalo)	Edad máxima
	Antes	Después		
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	20 (80)	17 (33)	1986 - 2017	32 años

Fuente: Elaboración propia.

Luego del análisis e interpretación de los datos del ancho de los anillos de crecimiento, realizado por el software COFECHA, fue posible sincronizar las series cronológicas de 17 árboles analizados. Los resultados de la verificación de la datación de 31 años (1986 – 2017) con el programa COFECHA presentaron altos valores mostrando una correlación media de 0,507 para 17 árboles, la sensibilidad media fue 0,478 y teniendo una edad máxima de 32 en uno de nuestros arboles analizados (Tabla 5). Según la investigación ““Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis” indica que la especie *Cedrela odorata* L. muestra una correlación media de 0,57 en sus árboles analizados; un dato que es no muy lejano si lo comparamos con la correlación media de nuestros 17 árboles analizados de *Cedrela fissilis* Vell.

Tabla 5. Resultados estadísticos de la datación y estandarización de la cronología de *Cedrela fissilis* Vell.

Especie	<i>Cedrela fissilis</i>
N° de árboles	20
Promedio de intercorrelación	0,507
Promedio de sensibilidad	0,478
Cronología (intervalo)	1986 - 2017
Edad máxima	32 años

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber realizado la sincronización por el programa COFECHA, el software ARSTAN fue aplicado para la obtención de la cronología master de los anillos de crecimiento para el conjunto de árboles de áreas urbanas del Sector La Joya en la ciudad de Puerto Maldonado-Madre de Dios, además del número de muestras (series) utilizadas para la cronología, la serie master fue de 32 años (1986-2016) (Figura 19).

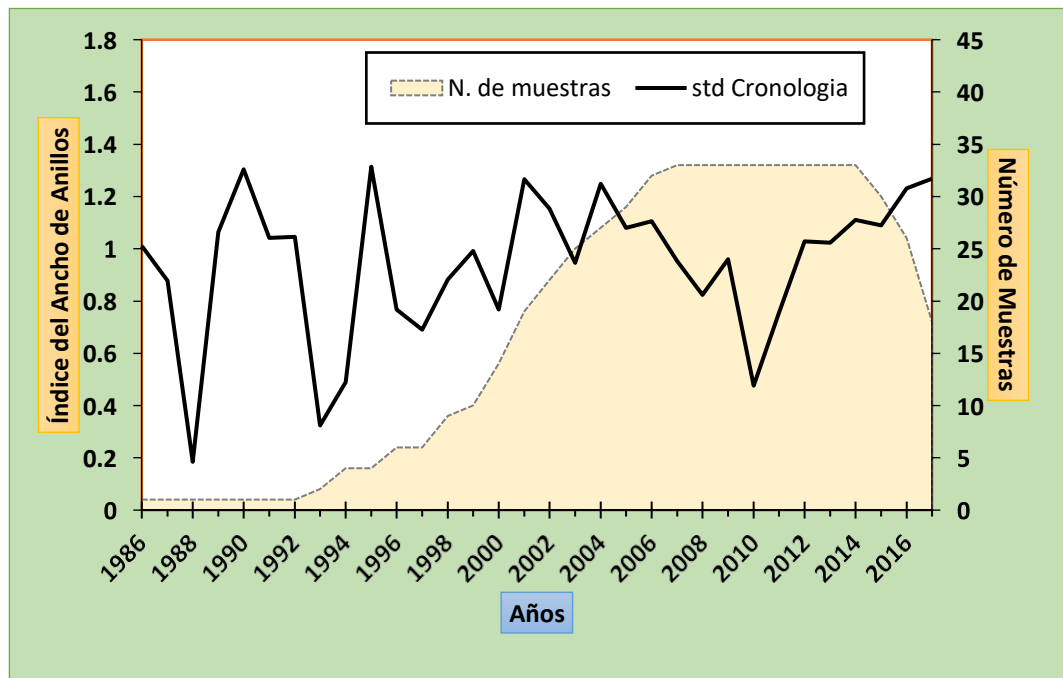


Figura 22. Serie cronológica master de los índices del ancho de los anillos de crecimiento de la especie *Cedrela fissilis* Vell. en áreas urbanas con el número de muestras de la especie.

En la Figura 22, se puede observar solo un árbol presentó 32 años, siendo el más antiguo, y los demás oscila entre 11 a 27 años. Además, que se observa la extensión cronológica es desde 1986 al 2017.

4.3 Incremento Medio Anual (IMA) e Incremento Corriente Anual (ICA) de *Cedrela fissilis* Vell. a partir de la medición de los anillos de crecimiento.

Los árboles de *Cedrela fissilis* Vell., mostraron una variación de los anillos de crecimiento entre los individuos estudiados (17 árboles), siendo el árbol más joven de 11 anillos de crecimiento y el más viejo de 32 anillos de crecimiento.

La variación de diámetro a la altura del pecho “DAP”, de los 17 árboles de *Cedrela fissilis Vell.*, fue de 23 a 58 cm. Los árboles de *Cedrela fissilis Vell.*, presentaron el mismo patrón de crecimiento, siendo estos de diferentes edades (Figura 23). El crecimiento en diámetros encontrados de los 17 árboles promedio, mínimo y máximo fue de 1,4 , 0,8 y 2,2 cm/año respectivamente. En la trayectoria de crecimiento de *Cedrela fissilis Vell.*, se observó tendencias similares entre los 17 árboles, donde se logró observar que en los primeros 05 años presentaron un crecimiento similar y después se fueron diferenciando cada uno con su propio crecimiento, manteniendo la media crecimiento no tan marcadamente.

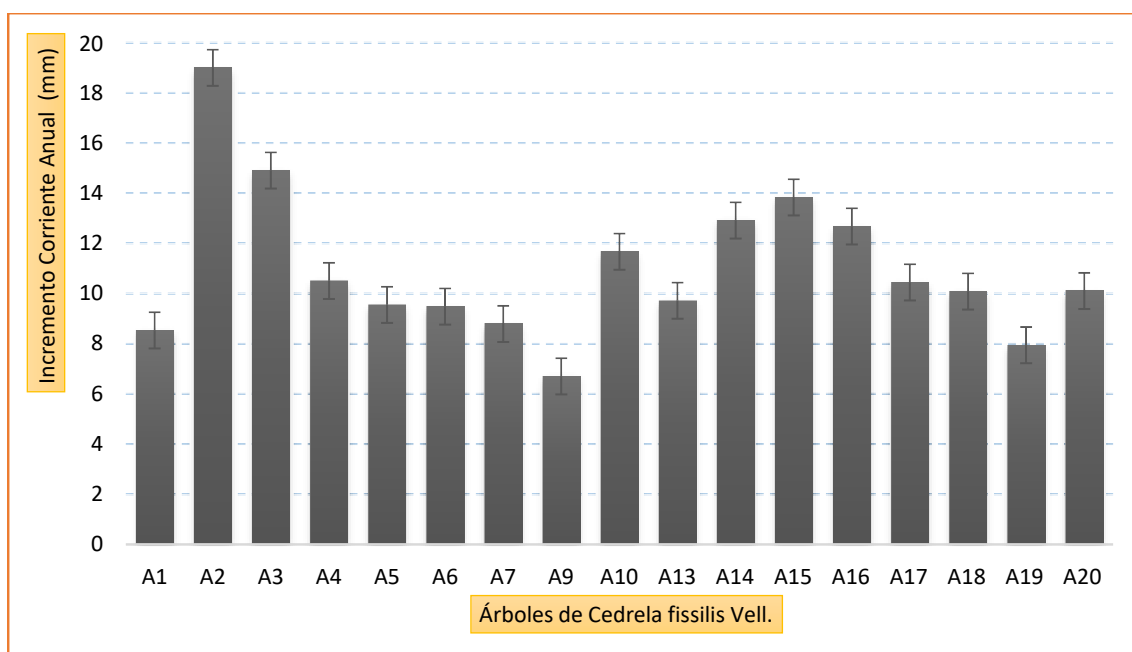


Figura 23. Incremento corriente anual (ICA) de los 17 árboles de *Cedrela fissilis Vell.*

Fuente: Elaboración propia.

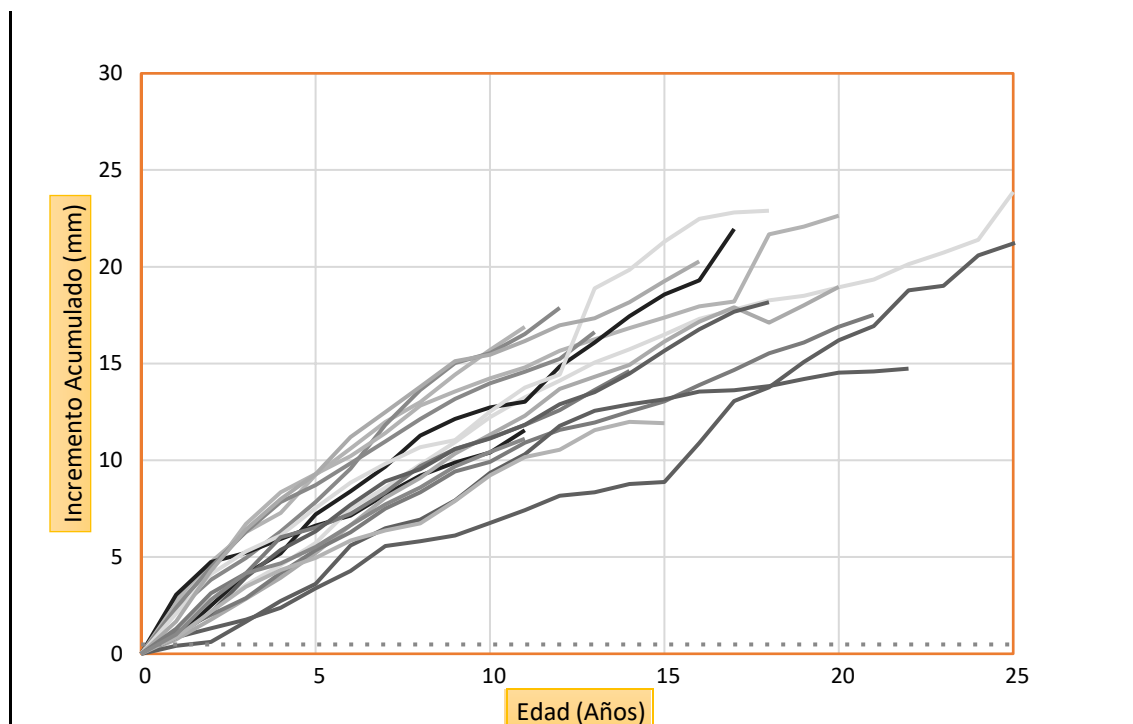


Figura 24. Incremento en diámetro acumulado de los troncos de 17 árboles de *Cedrela fissilis* Vell.

Fuente: Elaboración propia.

Si se compara el incremento radial de la especie *Cedrela fissilis* Vell. con la especie *Cedrela odorata* L. que investigo (Schipper 2011), el incremento de *Cedrela fissilis* Vell. en zona urbana fue **1,41** cm/año y en *Cedrela odorata* L. **0,58** cm/año en bosques secundarios.

Se puede observar que el incremento radial en el estudio de *Cedrela odorata* L. es menor y esto puede ser debido a que el rango de edades en ese estudio fue mayor (84 - 157 años) y la de *Cedrela fissilis* Vell. fue realizada en árboles de edad joven (32 años edad máxima).

También se pudo comparar el incremento radial con el estudio de *Cedrela odorata* L en el país de Colombia (Guevara 1988), donde obtuvo un incremento promedio de **2,7** cm/año por clase diamétrica mayor a los 30 cm. La obtención de este incremento promedio puede ser debido a que fue en una plantación.

4.4 Determinar la relación del crecimiento de los árboles de *Cedrela fissilis*

Vell. en el sector La Joya con el clima local (temperatura y precipitación). En el crecimiento de *C. fissilis*, con el clima local, analizando el año previo, año corriente y el año posterior, se puede observar que en el año previo existe un crecimiento en los meses de octubre, noviembre y diciembre, si bien no es significativo, los árboles estudiados de *C. fissilis*, presentaron una tendencia de crecimiento positivo; sin embargo en el año corriente podemos ver que en el mes de enero presenta una correlación negativa y significativa entre la cronología y la precipitación media anual ($r=0.34$; $p<0,05$) (Figura 25) lo que puede indicarnos que no necesariamente la época de lluvia puede ayudar al crecimiento de la especie sino viendo el mismo año corriente en los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto se puede observar correlación positiva con la precipitación, si bien no es significativa se visualiza que los árboles de *C. fissilis* están creciendo en este periodo que es el periodo después de la época lluviosa. En el año corriente también podemos observar que en setiembre, octubre, noviembre y diciembre existe correlaciones negativas no significativas tanto para la precipitación como para la temperatura. Por último, en el año posterior se observa un crecimiento notable en el mes de enero que va descendiendo hasta el mes de mayo sin ser significativo, pero si positivo.

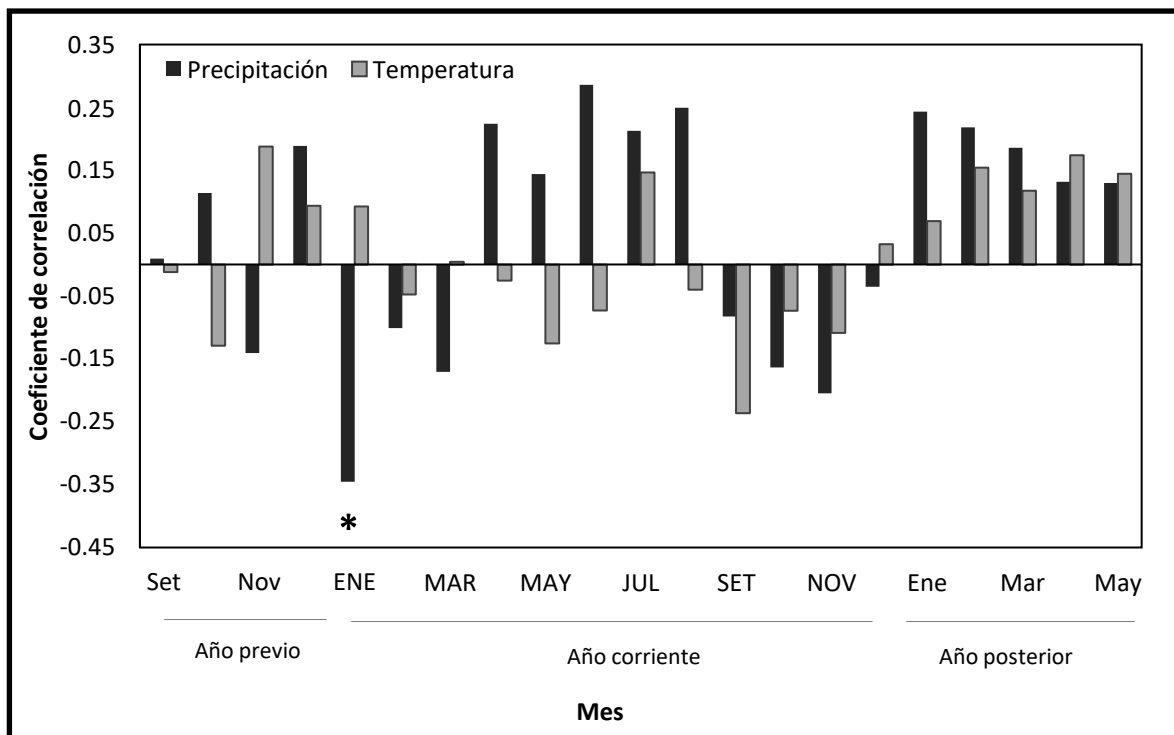


Figura 25. Sensibilidad climatológica de la cronología de *C. fissilis*, con la precipitación mensual y la temperatura del aire.

Fuente: Elaboración propia.

(*) Denota significancia de 0,05.

Lisi et al. (2008); Vasconcellos, Tomazello y Callado (2019); Felfili et al. (2018), mencionan que es necesario analizar el crecimiento con el clima local, no solo en un periodo de tiempo de 12 meses sino ampliar este análisis, porque no se puede asumir que lo que pasa en un año corriente sea similar a lo que pase un año anterior o en un año posterior. Y esta apreciación de los investigadores estamos comprobando en la especie *C. fissilis*.

Vasconcellos, Tomazello y Callado (2019), mencionan que varios estudios han asociado niveles elevados de CO₂ con el aumento de las tasas fotosintéticas y el consiguiente aumento de carbono importante para la producción de biomasa vegetal, se encontraron condiciones favorables para el crecimiento. También señalan que las especies de las zonas urbanas muchas veces tienen un uso más eficiente del agua, por diversos factores de estrés, factores climáticos limitantes, limitación de recursos básicos importantes para el crecimiento.

4.5 Influencia del fenómeno El Niño con el crecimiento de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell. en el sector La Joya.

El ancho de los anillos de crecimiento de *C. fissilis*, fue correlacionado positivamente ($r=0,17$) con el Índice de El Niño Oceánico (ONI), del trimestre (noviembre, diciembre y enero). En la Figura 26, se observa la cronología obtenida de la especie *C. fissilis*, donde se aprecia una secuencia de episodios donde se tiene una disminución considerable en el ancho de los anillos de crecimiento en los árboles de cedro, marcadamente en los años: 1991, 1994, 1997, 2009 y 2015, esta reducción refleja una baja tasa de crecimiento en los cedros de la zona urbana del sector La Joya, y puede estar relacionado a los eventos más severos de El Niño.

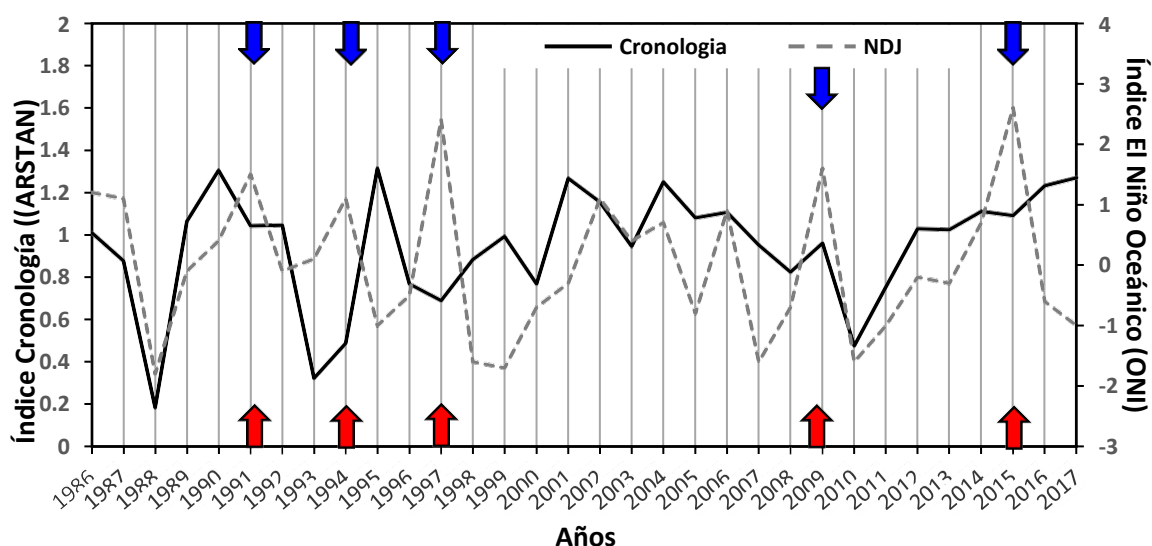


Figura 26. Relación entre los eventos de El Niño.

Fuente: Elaboración propia.

- Relación entre los eventos de El Niño (línea trazada ceniza)
- Ancho de los anillos de crecimiento de *C. fissilis* (línea negra)
- Detalles de los anillos más cortos (flecha roja)
- Eventos más severos de El Niño (flecha azul).

En el año 1988 y 2010, se puede observar algo bien particular, que la curva del ONI, para abajo representa el fenómeno de La Niña (Se le llama así porque presenta condiciones contrarias al fenómeno del Niño), la cronología tiene una tendencia negativa y es bien marcada CON La Niña. De acuerdo con

Montealegre (2007), en las épocas de acontecimiento de fenómenos La Niña clasificados por duración y intensidad, acorde a la magnitud de las anomalías negativas de la temperatura superficial del mar registradas en el océano Pacífico central. Se registra que en el año 1988 el fenómeno La Niña fue clasificado como fuerte. Además diversos autores señalan este año como uno de los más fuertes (Ávila, Carvajal y Gutiérrez 2014; CENEPRED 2013; Montealegre 2007; Montealegre, J. 2014; «Fenómeno La Niña» 2019).

Montealegre (2014), señala que tan solo el evento registrado en 1988 - 1989 presentó un panorama extensivo de afectación, con la presencia de anomalías negativas de carácter severo en amplias áreas de la región Caribe, el sector central de la región Andina y la mayor parte de la Amazonia.

Como dato referencial registrado en daños por el fenómeno de La Niña en la ciudad de Rio Branco/Brasil, en el año 2010, la inundación de ese periodo trajo pérdidas económicas en daños equivalentes a 30 millones de reales (Brown 2015).

CONCLUSIONES

Se puede concluir que:

- Se logró evaluar el crecimiento de *Cedrela fissilis* Vell. en áreas urbanas aplicando técnicas dendrocronológicas en el sector La Joya , por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna donde indica que los árboles de la especie *Cedrela fissilis* Vell., con respecto a los anillos de crecimiento presentan variación diametral en las áreas urbanas en el sector La Joya de la ciudad de Puerto Maldonado, distrito de Tambopata, provincia Tambopata, departamento Madre de Dios; por lo tanto, tiene un gran potencial para estudios dendrocronológicos en la región de Madre de Dios.
- Se logró caracterizar la anatomía de la sección transversal de la especie *Cedrela fissilis* Vell., indicando que es similar a lo encontrado en la literatura científica.
- Se pudo determinar la cronología y correlacionar positivamente los árboles de *Cedrela fissilis* Vell., construyendo una cronología de 1986 – 2017 con 32 años.
- Se pudo determinar el Incremento Medio Anual (IMA) y el Incremento corriente anual (ICA) de *Cedrela fissilis* Vell. en el área urbana del sector La Joya., fue de 1,4 cm/año y 1,06 cm/año respectivamente.
- Se logró determinar la relación del crecimiento con el clima local de la especie *Cedrela fissilis* Vell., si bien no se tuvo una correlación positiva significativa se puede observar tendencias positivas de crecimiento después del periodo lluvioso.
- Se logró analizar la influencia del fenómeno El Niño con el crecimiento de los árboles de *Cedrela fissilis* Vell., se observa episodios de El Niño donde fue fuerte el crecimiento de los árboles disminuyó y también se observa que en el año 1988 y 2010 el fenómeno de La Niña fue fuerte y el crecimiento de la especie siguió esa tendencia.

SUGERENCIAS

De todo lo ejecutado, procesado y analizado se puede sugerir lo siguiente:

- Realizar un estudio de dendroclimatología con la especie de *Cedrela fissilis* ya que se comprobó que presenta gran potencial.
- Si bien la edad máxima de *C. fissilis* es de 32 años esto fue debido al barreno de Pressler porque la longitud máxima fue de 40 cm colectando solamente árboles con un diámetro máximo de 80 cm. En función a ello se sugiere ver la forma de trabajar con árboles de mayores diámetros.
- Sería interesante realizar un estudio similar en bosques naturales de la región de Madre de Dios, con el fin de comparar su crecimiento y otros aspectos abordados en la presente investigación.

BIBLIOGRAFIA

- ACEVEDO, 1994. *Atlas de maderas del Perú*. Lima-Perú: Publifor. pp. 93. 202 p.
- ALVARADO OJEDA, A.J., GUAJARDO BECCHI, F.G. y DEVIA CARTES, S., 2014. *Manual de plantación de árboles en áreas urbanas*. Santiago, Chile: CONAF. ISBN 978-956-7669-41-7.
- AMÁEZ, E. y FLORES, E., 1988. Características de la madera de *Cedrela odorata* L (cedro amargo, Meliaceae) en Costa Rica". *revista de biología tropical*, pp. 7.
- AMARILLA, L., BONINSEGNA, J.A., VILLALBA, R. y OCAMPO, J., 1989. Studies on Tree Rings, Growth Rates and Age-Size Relationships of Tropical Tree Species in Misiones, Argentina. *IAWA Journal*, vol. 10, pp. 161-169. DOI 10.1163/22941932-90000484.
- ÁVILA, A., CARVAJAL, Y. y GUTIÉRREZ, S., 2014. Anáñisis de la influencia de El Niño y La Niña en la ofera hídrica mensual de la cuenca del río Cali. *Tecnura*, vol. 18, no. 41, pp. 120-133.
- BECERRA, V. y ZEVALLOS, P., 2014. Determinación del turno de corta de *Cedrela Odorata* L., *Retrophyllum Rospigliosii* Pilger y *Prumnopitys Harmsiana* Pilger a través del estudio dendrocronológico en San Ignacio , región. *El Ceprosimad Florestal*, ISSN 0025-5718. DOI 10.1090/S0025-5718-1981-0606501-1.
- BONINSEGNA, J.A., ARGOLLO, J., ARAVENA, J.C., BARICHIVICH, J., CHRISTIE, D., FERRERO, M.E., LARA, A., LE QUESNE, C., LUCKMAN, B.H., MASIOKAS, M., MORALES, M., OLIVEIRA, J.M., ROIG, F., SRUR, A. y VILLALBA, R., 2009. Dendroclimatological reconstructions in South America: A review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 281, no. 3-4, pp. 210-228. ISSN 00310182. DOI 10.1016/j.palaeo.2009.07.020.
- BRADLEY, R.S. y FRITTS, H.C., 1978. Tree Rings and Climate. *Arctic and Alpine Research*, ISSN 00040851. DOI 10.2307/1550667.
- BRICEÑO, A.M., RANGEL-CH, J.O. y BOGINO, S.M., 2016. Estudio de los anillos de crecimiento de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) en Colombia. *Colombia Forestal* [en línea], vol. 19, no. 2. [Consulta: 26 noviembre 2019]. ISSN 0120-0739, 2256-201X. DOI 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.2.a07. Disponible en: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/colfor/article/view/9150>.
- BRIENEN, R.J.W., ZUIDEMA, P.A. y DURING, H.J., 2006a. Autocorrelated growth of tropical forest trees: Unraveling patterns and quantifying consequences. *Forest Ecology and Management*, vol. 237, no. 1-3, pp. 179-190. ISSN 03781127. DOI 10.1016/j.foreco.2006.09.042.

- BROWN, F., 2015. Cambio climático Amazónico: Sequía, inundación, y adaptación. *Conferencia Internacional de Investigación y Experiencias: Fortalecimiento de Capacidades para la Conservación de Una Amazonia Cambiante*. Pucallpa, Ucayali, Perú: s.n., pp. 57.
- CABALLERO, J.J.D., 2012. Conservación y uso sostenible de los bosques en Perú ante el Cambio Climático. , pp. 143.
- CENEPRED, 2013. *Escenario probable de riesgo ante el fenómeno La Niña en la costa del Perú*. [en línea]. Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres (CENEPRED). Lima - Perú: s.n. Disponible en: www.cenepred.gob.pe.
- CHAVESTA, M. y CONDORI, C., 2005. *Maderas peruanas y exóticas, características tecnológicas y usos de 10 especies forestales*. Lima (Peru).: Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales, Lima (Peru).
- COPANT, 1974. Maderas: Método para la descripción de las características generales, macroscópicas y microscópicas de las maderas angiospermas y dicotiledóneas: anteproyecto de Norma. . Caracas-Venezuela: COPANT 30: 1 – 019. ,
- DOUGLASS, 1936. *Climatic cycles and tree-growth*. S.l.: s.n.
- DÜNISCH, O., MONTÓIA, V.R. y BAUCH, J., 2003. Dendroecological investigations on *Swietenia macrophylla* King and *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) in the central Amazon. *Trees - Structure and Function*, ISSN 09311890. DOI 10.1007/s00468-002-0230-2.
- DUQUE, E.B., 2019. MARCO CONCEPTUAL. *Diseño organizacional centrado en el cliente*. S.l.: s.n.,
- FELFILI, C., NUNES, C., ARTIAGA, S., PAIXÃO, E., JUNK, W.J. y SCHÖNGART, J., 2018. Dendrochronological records of a pioneer tree species containing ENSO signal in the Pantanal, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, vol. 41, no. 1, pp. 167-174. ISSN 0100-8404, 1806-9959. DOI 10.1007/s40415-017-0434-8.
- Fenómeno La Niña. [en línea], 2019. [Consulta: 25 noviembre 2019]. Disponible en: http://www.elclima.com.mx/fenomeno_la_nina.htm.
- FRITTS, H.C., 1963. *Recent advances in dendrochronology in America with reference to the significance of climatic change*. In: «Changes of Climate», *Proceedings of the Rome Symposium organized by UNESCO and the World Meteorological Organization. UNESCO Arid Zone Research* . Paris: s.n. 255–263.

- GARTNER, B.L., ALONI, R., FUNADA, R., LICHTFUSS-GAUTIER, A.N. y ROIG, F.A., 2002. Clues for dendrochronology from studies of wood structure and function. *Dendrochronologia*, vol. 20, no. 1-2, pp. 53-61. ISSN 11257865. DOI 10.1078/1125-7865-00007.
- GEVORKIANTZ, S.R., BRUCE, D. y SCHUMACHER, F.X., 1935. Forest Mensuration. *Journal of the American Statistical Association*, ISSN 01621459. DOI 10.2307/2277755.
- GILBERT, S., 2014. Biología del Desarrollo. *Physiological Research*, ISSN 1098-6596. DOI 10.1017/CBO9781107415324.004.
- GONZALES, I., 2011. *Atlas de la Selva Central*. Huamcayo-Perú: s.n.
- GUEVARA, 1988. *Experiencias colombianas con cedro (Cedrela odorata L.)*. Bogotá, Colombia: s.n.
- GUTIERREZ, G. y RICKER, M., 2015a. *Manual para tomar virutas de madera con el barreno de Pressler en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos*. S.l.: s.n.
- GUTIERREZ, G. y RICKER, M., 2015b. *Manual para tomar virutas de madera con el barreno de Pressler en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos*. [en línea]. S.l.: s.n. October. Disponible en: [http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/wood_density_spanish\[1\].pdf](http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/wood_density_spanish[1].pdf).
- HE, D., JIANG, M.-X. y WEI, X.-Z., 2012. A dendroclimatic investigation of radial growth–climate relationships for the riparian species *Cercidiphyllum japonicum* in the Shennongjia area, central China. *Trees*, vol. 26, no. 2, pp. 503-512. ISSN 0931-1890, 1432-2285. DOI 10.1007/s00468-011-0611-5.
- HOLMES, ADAMS, 1986. Quality control of crossdating and measuring: a user's manual for program COFECHA. In: *Tree-ring chronologies of Western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin*. Tucson: Arizona University: 15-35. ,
- HOLMES, R.L., 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree Ring Bulletin*, ISSN 00412198. DOI 10.1016/j.ecoleng.2008.01.004.
- IAWA, 1989. with an Appendix on non-anatomical information. , pp. 116.
- IMAÑA, J. y ENCINAS, O., 2008. EPIDOMETRIA FORESTAL. , pp. 66.
- INAB, 2017. Cedro *Cedrela odorata*; paquete tecnológico forestal. ,
- KALNAY, E., KANAMITSU, M., KISTLER, R., COLLINS, W., DEAVEN, D., GANDIN, L., IREDELL, M., SAHA, S., WHITE, G., WOOLLEN, J., ZHU, Y., CHELLIAH, M., EBISUZAKI, W., HIGGINS, W., JANOWIAK, J., MO, K.C., ROPELEWSKI, C., WANG, J., LEETMAA, A., REYNOLDS, R.,

- JENNE, R. y JOSEPH, D., 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, ISSN 00030007. DOI 10.1175/1520-0477(1996)077<0437:TNYRP>2.0.CO;2.
- LEÍVA, D., 2014. Marco conceptual del control interno. *Contraloría general de la república*.
- LISI, C.S., FO, M.T., BOTOSSO, P.C., ROIG, F.A., MARIA, V.R., FERREIRA-FEDELE, L. y VOIGT, A.R., 2008. Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a seasonal semi-deciduous forest in southeast Brazil. *Iawa Journal*, vol. 29, no. 2, pp. 189–207.
- LOBÃO, M.S., 2011. *Dendrocronologia, fenologia, atividade cambial e qualidade do lenho de árvores de Cedrela odorata L., Cedrela fissilis Vell. e Schizolobium parahyba var. amazonicum Hub. ex Ducke, no estado do Acre, Brasil*. text. S.l.: Universidade de São Paulo.
- LÓPEZ, L., VILLALBA, R. y PEÑA, M., 2012. Ritmos de crecimiento diamétrico en los bosques secos tropicales: aportes al manejo sostenible de los bosques de la provincia biogeográfica del Cerrado Boliviano. *Bosque (Valdivia)*, ISSN 0717-9200. DOI 10.4067/S0717-92002012000200011.
- MARCON, A.K., LONGHI-SANTOS, T., BOTOSSO, P.C., BLUM, C.T., MARTINS, K.G. y GALVÃO, F., 2019. Padrões de crescimento de Araucaria angustifolia E Cedrela fissilis no centro-sul do Paraná. *BIOFIX Scientific Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 116. ISSN 2525-9725. DOI 10.5380/biofix.v4i2.65321.
- MASIOKAS, M. y VILLALBA, R., 2004. Climatic significance of intra-annual bands in the wood of Nothofagus pumilio in southern Patagonia. *Trees*, vol. 18, no. 6, pp. 696-704. ISSN 0931-1890, 1432-2285. DOI 10.1007/s00468-004-0355-6.
- MINAM, 2017b. *Evaluación dendrológica y anatómica de las especies del género Cedrela*. Servicio de consultoría ejecutada por BioModus Tropical. Lima - Perú: s.n.
- MONTEALEGRE, J., 2007. *Modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia*. Bogota - Colombia: s.n. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales, IDEAM-Subdirección de Meteorología.
- MONTEALEGRE, J., 2014. Actualización del componente Meteorológico del modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia, como insumo para el Atlas Climatológico. . Informe Final. Bogotá - Colombia: Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales, IDEAM-Subdirección de Meteorología.

- MUELLNER, A.N., PENNINGTON, T.D., VALERIE KOECKE, A. y RENNER, S.S., 2010. Biogeography of cedrela (Meliaceae, Sapindales) in Central and South America. *American Journal of Botany*, ISSN 00029122. DOI 10.3732/ajb.0900229.
- NIMZ, H.H., 1984. Wood-chemistry, ultrastructure, reactions. *Holz als Roh- und Werkstoff*, ISSN 0018-3768. DOI 10.1007/BF02608943.
- NTP N°251.008, 2016. Maderas. Selección y Colección de Muestras. ,
- OLIVAR, J., BOGINO, S., SPIECKER, H. y BRAVO, F., 2012. Climate impact on growth dynamic and intra-annual density fluctuations in Aleppo pine (*Pinus halepensis*) trees of different crown classes. *Dendrochronologia*, ISSN 11257865. DOI 10.1016/j.dendro.2011.06.001.
- PAREDES-VILLANUEVA, K., LÓPEZ, L. y NAVARRO CERRILLO, R.M., 2016. Regional chronologies of *Cedrela fissilis* and *Cedrela angustifolia* in three forest types and their relation to climate. *Trees*, vol. 30, no. 5, pp. 1581-1593. ISSN 0931-1890, 1432-2285. DOI 10.1007/s00468-016-1391-8.
- PEREIRA, G. de A., BARBOSA, A.C.M.C., TORBENSON, M.C.A., STAHL, D.W., GRANATO-SOUZA, D., SANTOS, R.M.D. y BARBOSA, J.P.D., 2018. The Climate Response of *Cedrela Fissilis* Annual Ring Width in the Rio São Francisco Basin, Brazil. *Tree-Ring Research*, vol. 74, no. 2, pp. 162-171. ISSN 1536-1098, 2162-4585. DOI 10.3959/1536-1098-74.2.162.
- PEREYRA, M., INGA, G., SANTOS, M. y RODRÍGUEZ, R., 2014a. Potencialidad de *Cedrela odorata* (Meliaceae) para estudios dendrocronológicos en la selva central del Perú. *Revista de Biología Tropical*, vol. 62, no. 2, pp. 783-793. ISSN 2215-2075, 0034-7744. DOI 10.15517/rbt.v62i2.9835.
- PORTAL, L.A., 2010. *Guía técnica de verificación de maderas en el puesto control «La Pastora»*. Puerto Maldonado, Perú: s.n.
- PRERA, A.E.M., 2015. Interpretación dendroecológica y desarrollo de modelos de crecimiento en dos especies tropicales: *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata* en la Reserva de Biosfera Maya, Petén, Guatemala. , pp. 57.
- PRODAN, M., 1965. *Holzmesslehre*. Frankfurt: Sauerländer's Verlag.
- PRODAN, M., 1997a. *Mensura Forestal*. San Jose, C.R.: IICA/BMZ/GTZ, 1997. 561p. ISBN 1027-2631.
- REYNEL, C. y DAZA, R.T.P.T.D.P.C.F.A., 2003. *Árboles útiles de la Amazonía Peruana*. S.l.: s.n.
- RODRÍGUEZ, R., MABRES, A., LUCKMAN, B., EVANS, M., MASIOKAS, M. y EKTVEDT, T.M., 2005. "El Niño" events recorded in dry-forest species of the lowlands of northwest Peru. *Dendrochronologia*, vol. 22, no. 3, pp. 181-186. ISSN 11257865. DOI 10.1016/j.dendro.2005.05.002.

- ROIG, F.A., JIMENEZ OSORNIO, J.J., VILLANUEVA DIAZ, J., LUCKMAN, B., TIESSSEN, H., MEDINA, A. y NOELLEMAYER, E.J., 2005. Anatomy of growth rings at the Yucatán Peninsula. *Dendrochronologia*, vol. 22, no. 3, pp. 187-193. ISSN 11257865. DOI 10.1016/j.dendro.2005.05.007.
- ROSERO, J., 2009. *Dendrocronología de árboles de mogno Swietenia macrophylla, Meliaceae. Ocorrentes na floresta tropical Amazonica do Departamento de Madre de Dios, Perú*. Piracicaba-Sao Paulo, Brasil, 129p.: s.n.
- SCHIPPER, A., 2011. *DENDROCRONOLOGÍA DEL CEDRO Cedrela odorata L. (Meliaceae) DE LA AMAZONIA SUR DEL PERÚ, LA REGIÓN MADRE DE DIOS*. Lima-Perú: Universidad nacional Agraria La Molina.
- STAHLE, D.W., MUSHOVE, P.T., CLEAVELAND, M.K., ROIG, F. y HAYNES, G.A., 1999. Management implications of annual growth rings in *Pterocarpus angolensis* from Zimbabwe. *Forest Ecology and Management*, vol. 124, no. 2-3, pp. 217-229. ISSN 03781127. DOI 10.1016/S0378-1127(99)00075-4.
- TOMAZELLO, M., BOTOSSO, P. y LISI, C., 2000. Potencialidade da família Meliaceae para dendrocronología em regiões tropicais e subtropicais. *Dendrocronología en América Latina*. Mendoza, Argentina.: s.n., pp. 381-431.
- TOMAZELLO, M., ROIG, F.A. y ZEVALLOS-POLLITO, P.A., 2009a. Dendrocronología y dendroecología tropical: Marco histórico y experiencias exitosas en los países de América Latina. *Ecología en Bolivia*, ISSN 1605-2528. DOI 10.1016/j.dendro.2017.03.009.
- TRÓPICOS, 2018. !*Cedrela odorata* L. *Trópicos*.
- UNEP WCMC, 2003. *Checklist of CITES species*. Cambridge: UNEP World Conservation Monitoring Centre.
- VASCONCELLOS, T.J. de, TOMAZELLO-FILHO, M. y CALLADO, C.H., 2019. Dendrochronology and dendroclimatology of *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna (Malvaceae) exposed to urban pollution in Rio de Janeiro city, Brazil. *Dendrochronologia*, vol. 53, pp. 104-113. ISSN 11257865. DOI 10.1016/j.dendro.2018.12.004.
- VELLOSO, J.M. da C. y VELLOSO, José Mariano da Conceição, 1825. *Florae fluminensis, seu, Descriptionum plantarum praefectura Fluminensi sponte mascentium liber primus ad systema sexuale concinnatus* / [en línea]. Flumine Janeiro : ex Typographia nationali,. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/14677>.
- WORBES, M., 2002. One hundred years of tree-ring research in the tropics – a brief history and an outlook to future challenges. *Dendrochronologia*, vol. 20, no. 1-2, pp. 217-231. ISSN 11257865. DOI 10.1078/1125-7865-00018.

WORBES, M. y JOHANNES JUNK, W., 1999. How Old are Tropical Trees? the Persistence of a Myth. *IAWA Journal*, vol. 20, no. 3, pp. 255-260. ISSN 0928-1541, 2294-1932. DOI 10.1163/22941932-90000689.

ZUIDEMA, P.A., BRIENEN, R.J.W. y SCHÖNGART, J., 2012. Tropical forest warming: looking backwards for more insights. *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 27, no. 4, pp. 193-194. ISSN 01695347. DOI 10.1016/j.tree.2011.12.007.

ANEXOS:

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE <i>CEDRELA FISSILIS VELL.</i> APLICANDO TECNICAS DENDROCRONOLOGICAS EN AREAS URBANAS EN EL SECTOR LA JOYA DE LA CIUDAD DE PUERTO MALDONADO, DISTRITO TAMBOPATA, PROVINCIA TAMBOPATA, DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS - 2019.				
Problema Principal	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
	Objetivo General		Variables Independientes:	Tipo de Estudio:
<p>¿Cómo es la variación del crecimiento de la especie <i>Cedrela fissilis Vell</i> en las áreas urbanas del sector La Joya de Puerto Maldonado – Madre de Dios?</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Evaluar el crecimiento de "Cedro" <i>Cedrela fissilis Vell.</i> en áreas urbanas aplicando técnicas dendrocronológicas en el sector La Joya de la ciudad de Puerto Maldonado, Madre de Dios. 	<p>H0: Los árboles de la especie <i>Cedrela fissilis Vell.</i> presentan variación de crecimiento diametral en las en áreas urbanas en el sector La Joya de la ciudad de Puerto Maldonado, distrito Tambopata, provincia Tambopata, departamento de Madre de Dios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Número de anillos de crecimiento de <i>Cedrela fissilis Vell.</i> • Ancho de anillos de crecimiento de <i>Cedrela fissilis Vell.</i> • Relación clima-cronología • Cronología del fenómeno de El niño 	<p>El tipo de estudio para esta investigación es descriptivo y correlacional, debido a que se describirá y correlacionará el ancho de los anillos de crecimiento de los árboles de <i>Cedrela fissilis Vell.</i> en el sector la Joya.</p> <p>Diseño del estudio El diseño del estudio para esta investigación es experimental analítico, estarán fundamentados en las metodologías planteadas en normas nacional: Norma Técnica Peruana: (NTP N°251.010 2016; NTP N°251.011 2016; NTP N°251.012 2016) y normas internacionales: (COPANT 1974; IAWA 1989).</p> <p>Población y muestra A. Población La población de esta investigación será los árboles de <i>Cedrela fissilis Vell.</i> que se va a inventariar en el sector La Joya teniendo en cuenta un total de 30 árboles, con sus debida coordenadas UTM, DAP, altura total y tipo de copa.</p>

EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE *CEDRELA FISSILIS* VELL. APLICANDO TECNICAS DENDROCRONOLOGICAS EN AREAS URBANAS EN EL SECTOR LA JOYA DE LA CIUDAD DE PUERTO MALDONADO, DISTRITO TAMBOPATA, PROVINCIA TAMBOPATA, DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS - 2019.

Problema Principal	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>¿Cómo es la variación del crecimiento de la especie <i>Cedrela fissilis</i> Vell en las áreas urbanas del sector La Joya de Puerto Maldonado – Madre de Dios?</p>	<p>Objetivos Específicos</p>	<p>H1: Los árboles de la especie <i>Cedrela fissilis</i> Vell. no presentan variación de crecimiento diametral en las áreas urbanas en el sector La Joya de la ciudad de Puerto Maldonado, distrito Tambopata, provincia Tambopata, departamento de Madre de Dios.</p>	<p>Variables Dependientes:</p> <p>Edad de los árboles de <i>Cedrela fissilis</i> Vell.</p> <p>Incremento Medio Anual (IMA) de <i>Cedrela fissilis</i> Vell.</p>	<p>B. Muestra</p>
	<p>Caracterizar las secciones transversales de los árboles de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. en el sector La Joya.</p>			<p>De las muestras que se puedan obtener de manera al azar de los 30 se plantea obtener 20 árboles de <i>Cedrela fissilis</i> Vell., debido a que en comparación con otras investigaciones es sugerido que usen este tamaño de muestra teniendo en cuenta además la buena marcación del anillo de crecimiento de la especie. Y sobre todo teniendo como referencia la (NTP N.º 251.008 2016), donde señala que se requiere 5 árboles como mínimo para un estudio anatómico). El muestreo será de tipo aleatorio simple, es decir los árboles de la muestra son elegidos al azar de la población, teniendo en cuenta el aspecto fitosanitario y la posibilidad de ser talado.</p>
	<p>Determinar la cronología de los árboles de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. en el sector La Joya.</p>			<p>Técnica: La técnica que se empleará en el presente proyecto de investigación será no destructiva, pues que se utilizará el barreno de Pressler, para la obtención de las muestras.</p>
	<p>Determinar el Incremento Medio Anual (IMA) e Incremento Corriente Anual (ICA) de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. a partir de la medición de los anillos de crecimiento.</p>			
	<p>Determinar la relación del crecimiento de los árboles de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. en el sector La Joya con el clima local (precipitación y temperatura).</p>			
<p>Analizar la influencia del fenómeno El Niño con el crecimiento de los árboles de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. en el sector La Joya.</p>				

ANEXO 2: BARRENO DE PRESSLER Y SUS PARTES

El barreno Pressler es instrumento para obtener muestras de madera en árboles vivos, estudiar su evolución, desarrollo, edad del árbol, estudios de plagas en el árbol, entre otros. Este instrumento se completa con una empuñadura para ayudar a la perforación y con una saca muestras o extractor para obtener la muestra. Son construidos en acero sueco con cubierta PTFE, brinda protección contra óxido y resina y disminuye la fricción también tienen un extractor con tapa en acero inoxidable (Figura 27).

Los filos para especies de maderas blandas son diferentes, los modelos de tres filos por su mayor velocidad de penetración (12 mm. por giro) sirven para especies de maderas duras y los modelos de dos filos permiten ejercer una mayor fuerza de penetración, aunque la velocidad sea menor (8 mm. por giro), siendo la elección adecuada. Usualmente se utilizan los diámetros de 5,15 mm. siendo más resistentes y duraderos que los de 4,3 mm. Los de 10 mm. son para aplicaciones donde se requiera un mayor tamaño de muestra como las requeridas para análisis de fibras.

Usualmente se utiliza para control de madera manufacturada en edificación, arqueología, náutica, infraestructuras (tendidos telefónicos y otros), para control de la densidad y calidad de la madera, madera en descomposición etc. El largo debe al menos ser la mitad del diámetro del árbol/rollizo/poste a muestrear.



Figura 27.Partes del barreno de Pressler

Fuente: (Becerra y Zevallos 2014).

ANEXO 3: CERTIFICADO DE IDENTIFICACION TAXONOMICA
DE LA ESPECIE *CEDRELA FISSILIS* VELL.

"Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN
TAXONÓMICA DE ESPECIMENES VEGETALES

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

CERTIFICA, que los especímenes (20) presentados por el Señor Bachiller HUAMAN GUEVARA, ALEXIS BERTIN, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios; para su identificación y/o determinación, para efectos del proyecto de tesis de investigación de tesis intitulada: "EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Cedrela fissilis* Vell. APLICANDO TÉCNICAS DENDROCRONOLÓGICAS EN ÁREAS URBANAS EN EL SECTOR LA JOYA DE LA CIUDAD DE PUERTO MALDONADO, DISTRITO TAMBOPATA, PROVINCIA TAMBOPATA, DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS-2019".

Corresponden a los siguientes taxa aceptados oficialmente:

✓ *Cedrela fissilis* Vell. FAMILIA MELIACEAE

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 en el Taxonomic Name Resolution Service v3.2 (2019). Se expide el presente certificado a solicitud del interesado para los fines que considere conveniente. Se anexa al presente Certificado de Identificación los datos correspondientes a la especie en formato Excel.

Puerto Maldonado, 18 de Octubre de 2019.

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

IDENTIFICACION TAXONOMICA DE ESPECIMENES VEGETALES
OCTUBRE, 2019

"EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE *Cedrela fissilis* Vell. APLICANDO TECNICAS DENDROCRONOLOGICAS EN AREAS URBANAS EN EL SECTOR LA JOYA DE LA CIUDAD DE PUERTO MALDONADO, DISTRITO DE TAMBOPATA, PROVINCIA DE TAMBOPATA, DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS-2019"

Señor BACHILLER: HUAMAN GUEVARA, Bertin Alexis
Universidad Amazonica de Madre de Dios
Facultad de Ingeniera

Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente

Nº	NOMBRE CIENTIFICO	COORDENADAS		NOMBRE COMÚN	FAMILIA	HABITO	HABITAT	LOCALIDAD	Colector	Fecha Coll	ID	FECHA ID
		ESTE	NORTE									
1	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	478528	8607018	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	BHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
2	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	477745	8606978	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	BHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
3	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	477772	8606994	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	BHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
4	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	477727	8607087	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	BHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
5	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	477370	8607198	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	BHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
6	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	477354	8607107	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	BHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
7	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	477449	8607075	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	BHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019

8	<i>Cedreia fissilis</i> Vell.	477410	8607059	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	BHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
9	<i>Cedreia fissilis</i> Vell.	476060	8607075	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	BHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
10	<i>Cedreia fissilis</i> Vell.	476100	8607079	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	BHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
11	<i>Cedreia fissilis</i> Vell.	476187	8607266	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	BHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
12	<i>Cedreia fissilis</i> Vell.	476227	8607294	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	MHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
13	<i>Cedreia fissilis</i> Vell.	476382	8607401	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	MHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
14	<i>Cedreia fissilis</i> Vell.	476477	8607333	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	MHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
15	<i>Cedreia fissilis</i> Vell.	478550	8607034	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	MHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
16	<i>Cedreia fissilis</i> Vell.	478088	8607459	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	MHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
17	<i>Cedreia fissilis</i> Vell.	478039	8607449	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	MHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
18	<i>Cedreia fissilis</i> Vell.	478113	8607368	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	MHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019

19	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	478068	8607379	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	MHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019
20	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	478011	8607358	"Cedro de bajo"	MELIACEAE	ARBOL	Bosque terraza media inundable	La Joya, Puerto Maldonado	MHG	15/10/2019	HDL	18/10/2019

Referencias:

- Vouchers colección GRM&SRVA, 10/09/2019
 Vouchers Herbario San Marcos (HSM). 2019
 Vouchers Herbario MOL, 2019
 APG IV. 2016
 Voucher Herbario "Alwyn Gentry"
 Taxonomic Resolution Service v3.2. 2019
 The Plant List, 2019
 Tropicos, Missouri Botanical Garden, 2019

Puerto Maldonado, 18 de Octubre de 2019

Dr. Hugo Dueñas Linares

Especialista en ID Taxonómica de Flora Silvestre

RD N° 054-2017-SERFOR/DGSPFFS-DGSPF

Código Licencia LC-EC-2017-009

Dr. Hugo Dueñas Linares

ESPECIALISTA EN IDENTIFICACIÓN

TAXONÓMICA DE FLORA SILVESTRE

Código LIC-ES-2017-009

ANEXO 4: INVENTARIO FORESTAL

INVENTARIO FORESTAL					
N°	Este	Norte	Diámetro (cm)	Altura(m)	Copa
1	478528	8607018	58	17	REGULAR
2	477745	8606978	35	13	REGULAR
3	477772	8606994	38	11	REGULAR
4	477727	8607087	35	13	REGULAR
5	477370	8607198	44	12	REGULAR
6	477354	8607107	41	12	REGULAR
7	477449	8607075	45	13	REGULAR
8	477410	8607059	37	14	REGULAR
9	476060	8607075	43	13	REGULAR
10	476100	8607079	39	13	REGULAR
11	476187	8607266	41	15	REGULAR
12	476227	8607294	36	14	REGULAR
13	476382	8607401	36	14	REGULAR
14	476477	8607333	42	13	REGULAR
15	478550	8607034	44	12	REGULAR
16	478088	8607459	38	14	REGULAR
17	478039	8607449	42	11	REGULAR
18	478113	8607368	47	10	REGULAR
19	478068	8607379	40	10	REGULAR
20	478011	8607358	32	9	REGULAR

ANEXO 6: PANEL FOTOGRAFICO

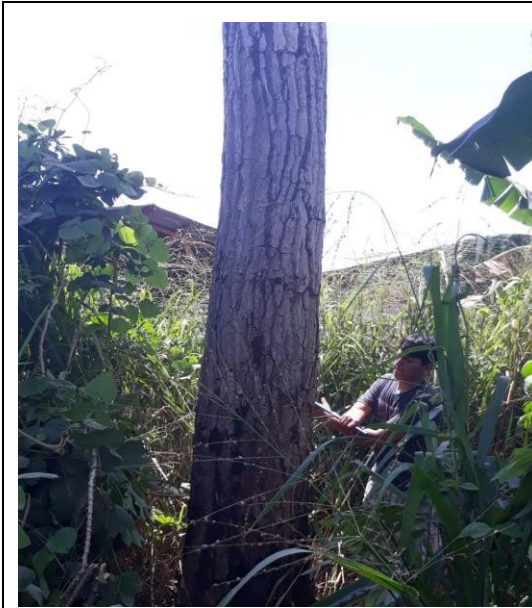


Foto 1: Obtencion de muestras.



Foto 2: Sellado de las perforaciones.



Foto 3: Muestras entubadas.



Foto 4: Muestras fijadas.

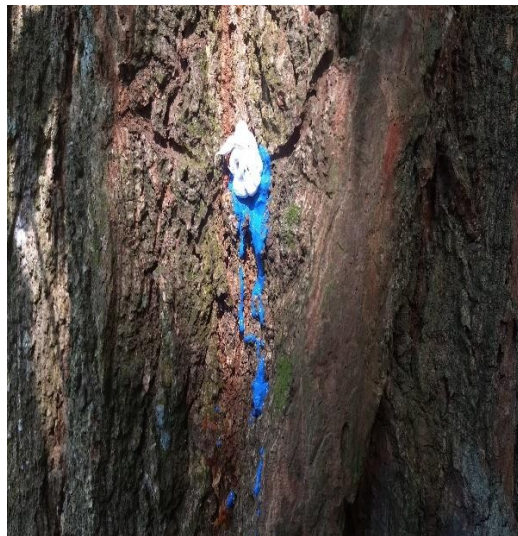


Foto 5: Agujero pintado y sellado.



Foto 6: Fungicida después de perforar con el barreno.



Foto 7: Silicona adhesiva

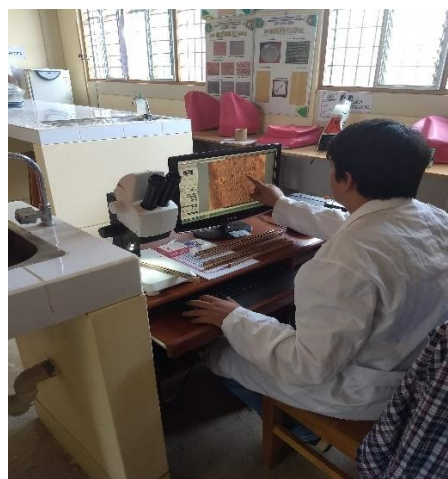


Foto 8: Verificación de los anillos de crecimiento.



Foto 9: Fruto de *Cedrela fissilis* Vell.



Foto 10: Scanneado de las muestras.



Foto 11: Corteza del fuste de *Cedrela fissilis* Vell.



Foto 12: Forcípula para la medición de los árboles.



Foto 13: Obtencion de más muestras.



Foto 14: Hojarasca de *Cedrela fissilis*.

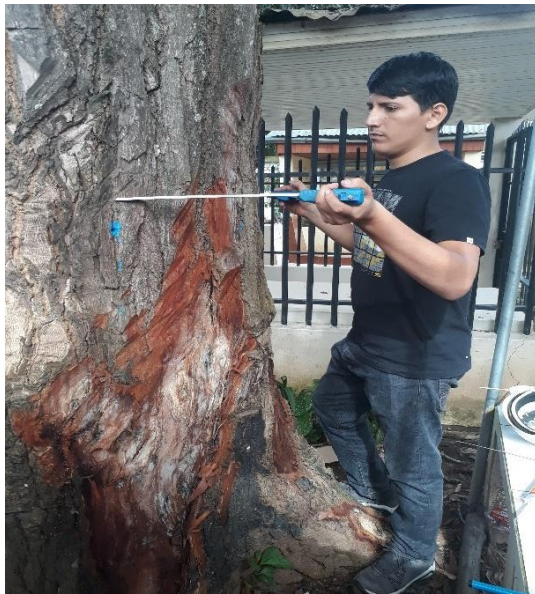


Foto 15: Medición del DAP.



Foto 16: Introduccion de la muestra a tubos para protegerla en su traslado.



Foto 17:Frutos caídos alrededor de los árboles en áreas urbanas.



Foto 18:Durante la obtención de muestras, se tomaban relevos para evitar el desgaste físico.