

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

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



**Dendrocronología en Árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.,  
en el Sector La Joya – Tambopata – Madre de Dios.**

**TESIS, PRESENTADA POR:**

Bachiller: MAMANI LUQUE,  
Edwin Misael.

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

**ASESOR:** Dr. ZEVALLOS POLLITO,  
Percy Amilcar.

**CO-ASESOR:** M.Sc. PORTAL  
CAHUANA, Leif Armando.

**PUERTO MALDONADO, 2018.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE  
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

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



**Dendrocronología en Árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.,  
en el Sector La Joya – Tambopata – Madre de Dios.**

**TESIS, PRESENTADA POR:**

Bachiller: MAMANI LUQUE,  
Edwin Misael.

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

**ASESOR:** Dr. ZEVALLOS POLLITO,  
Percy Amilcar.

**CO-ASESOR:** M.Sc. PORTAL  
CAHUANA, Leif Armando.

**PUERTO MALDONADO, 2018.**

## **Dedicatoria**

En primer lugar quiero dedicar este trabajo a Dios por darme la vida y orientarme por el buen camino. A mis padres, Juan Mamani Ayma y Celia Luque Miranda por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores y por ser mis guías durante todos estos años.

A mis hermanos Bruno y Marco, por todos los momentos compartidos y siempre seremos más que hermanos. A mi novia Yenny por estar siempre en esos momentos difíciles brindándome su amor, paciencia y comprensión.

A todos mis maestros por su gran apoyo, motivación, por haberme transmitido sus conocimientos y haberme guiado en mi formación como profesional. A mis compañeros de estudios y a todos los que de forma directa e indirecta me ayudaron a culminar este trabajo de investigación.

## **Agradecimientos**

Primeramente agradecer a ti Dios por orientarme, cuidarme y permitir lograr mis metas. A mis padres, a mis hermanos y mi novia, por ser los principales promotores de mis sueños y por el apoyo que me brindan. A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD), A la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, por haberme dado la oportunidad de formarme como profesional. A mi asesor Ph.Dr. Percy Amilcar Pollito Zevallos y a mi Co-asesor M.Sc. Leif Armando Portal Cahuana por su apoyo incondicional, por la orientación, tutoría, paciencia y el tiempo brindado para la realización de mi tesis y así cumplir con mi objetivo. Gracias por su ayuda. También agradecer a todos mis profesores que me formaron durante mis estudios en mi carrera profesional. Así mismo agradecer a mis compañeros y amigos que me apoyaron en la realización de trabajo de investigación; Valerio torres, E. Miller Huatangari, Frank Ccoto. Gracias totales por su ayuda.

## Presentación

A continuación se presenta la tesis de grado titulado: “Dendrocronología en Árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., en el Sector La Joya – Tambopata – Madre de Dios”.

Existe una alta megadiversidad de flora en la región de Madre de Dios que no se conoce la información tecnológica que ayuden al uso y aprovechamiento sostenible de estos recursos. Es necesario en este sentido que se hagan diversos esfuerzos para superar este gran reto. Y las universidades del Perú y en especial la Universidad Nacional Amazónica d Madre de Dios, ubicada en la Amazonía Peruana, tiene y debe de cumplir esta labor. Es por este motivo que se planteó a través de la dendrocronología conocer información técnica de la especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.

Ya que en la revisión bibliográfica de esta especie, se ha observado que en otros países de América es muy utilizada en Plantaciones forestales puras y en sistemas agroforestales o asociaciones de especie; comprobando que su madera es de buena calidad y que en la actualidad en la región de Madre de Dios, simplemente no es aprovechada y si se tala no se utiliza la madera de *C. alliodora*.

## Resumen

El objetivo del presente trabajo de investigación fue Determinar la dendrocronología de la especie *Cordia alliodora*, en el Sector La Joya – Tambopata – Madre de Dios. Fueron utilizados siete árboles de *C. alliodora*, de ocurrencia natural en la región de Madre de Dios, a través del método no destructivo con el auxilio de barreno de Pressler. Fueron caracterizados los anillos de crecimiento de la especie, su dendrocronología, el incremento medio anual, la relación de la cronología con el clima, la cronología con el fenómeno El Niño. El estudio fue realizado en el Laboratorio de Anatomía de la Planta Piloto de Tecnología de la Madera, de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Los resultados de la caracterización anatómica de los anillos de crecimiento de *C. alliodora*, demostraron tener un gran potencial para estudios en dendrocronología por su buena delimitación. Por otra parte se pudo construir una cronología de 13 años (2003-2015). Sobre el incremento medio anual presento en promedio 1.72 cm/año. Presento respuesta significativa con la precipitación local y posible influencia del fenómeno El Niño en los años 2006 y 2015.

**PALABRAS CLAVES:** anatomía de la madera, anillos de crecimiento, arboles tropicales.

## **Abstract**

The objective of this research work was to determine the dendrochronology of the species *Cordia alliodora*, in the sector La Joya - Tambopata - Madre de Dios. Seven trees of *C. alliodora*, of natural occurrence in the region of Madre de Dios, were used through the non-destructive method with the help of Pressler's hole. The rings of growth of the species, its dendrochronology, the annual average increase, the relation of the chronology with the climate, the chronology with the El Niño phenomenon were characterized. The study was carried out in the Laboratory of Anatomy of the Wood Technology Pilot Plant, of the National Amazonic University of Madre de Dios. The results of the anatomical characterization of the rings of growth of *C. alliodora*, showed to have a great potential for studies in dendrochronology for its good delimitation. On the other hand, a chronology of 13 years (2003-2015) could be constructed. About the average annual increase I present on average 1.72 cm / year. I present a significant response with local precipitation and possible influence of the El Niño phenomenon in the years 2006 and 2015.

**KEYWORDS:** wood anatomy, growth rings, tropical trees.



## Introducción

La dendrocronología es el estudio de los anillos de crecimiento de los árboles, y en las últimas décadas se vienen realizando diversos estudios en los bosques tropicales del mundo, ya que tiene diversas utilidades para el manejo forestal sostenible, como por ejemplo determina la edad de los árboles, el incremento anual, las relaciones con el ambiente, y ligada a otras ramas se tiene la dendroecología, la dendroclimatología, dendropalenontología, etc.

Entonces la dendrocronología es una herramienta que ayuda al manejo forestal sostenible económicamente más barata y con mayor información que las parcelas permanentes de muestreo “PPM”, puesto que las PPM son muy caras, existen pocas instaladas en los bosques tropicales de América del Sur, se evalúan pocos árboles por especies y la información proporcionada de las especies forestales es solo una fracción de vida del árbol.

Por esta razón es necesario intensificar los estudios dendrocronológicos en la Amazonía Peruana y brindar información tecnológica para el manejo de nuestros bosques. Si bien todas las especies forestales no necesariamente presentan características tecnológicas (anillos de crecimiento visible) para realizar estudios de dendrocronología en la Amazonía, es preciso realizar estudios que nos ayuden a determinar que especies son de potencial para estos estudios en el Perú.

Es por esta razón que se plantea como objetivo general de la presente investigación: Determinar la dendrocronología de la especie *Cordia alliodora*, (Ruiz & Pav.) Oken., en el Sector La Joya – Tambopata – Madre de Dios.

## Índice

Contenido	Página
<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	14
1.1 Descripción del problema .....	14
1.2 Formulación del problema .....	14
1.3 Objetivos .....	14
1.3.1 Objetivo General .....	14
1.3.2 Objetivos Específicos .....	14
1.4 Hipótesis .....	15
1.4.1 Hipótesis Nula .....	15
1.4.2 Hipótesis Alterna .....	15
1.5 Variables .....	15
1.6 Operacionalización de variables .....	15
1.7 Justificación .....	16
1.8 Consideraciones éticas .....	17
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	18
2.1 Antecedentes de estudio .....	18
2.2 Marco teórico .....	19
2.3 Definición de términos .....	26
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	28
3.1 Tipo de estudio .....	28
3.2 Diseño del estudio .....	28
3.3 Población y muestra .....	28
3.3.1 Población .....	28
3.3.2 Muestra .....	28
3.4 Métodos y técnicas .....	29
3.4.1 Selección del Área de Estudio .....	29
3.4.2 Inventario de los árboles de <i>C. alliodora</i> .....	30
3.4.3 Demarcación, Colección y Extracción de Muestras de <i>C. alliodora</i> . .....	31
3.4.4 Preparación de las muestras de madera de <i>C. alliodora</i> .....	33
3.4.5 Identificación, caracterización de los anillos de crecimiento de <i>C. alliodora</i> , digitalización de las muestras y medición de los anillos de crecimiento. ....	34
3.4.6 Sincronización de los anillos de crecimiento de <i>C. alliodora</i> y elaboración de la cronología de la especie. ....	35

3.4.7 Incremento radial de <i>Cordia alliodora</i> .....	35
3.4.8 Cronología y relación con el clima y el fenómeno El Niño. ....	36
3.5 Tratamiento de los datos .....	36
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>37</b>
CONCLUSIONES.....	44
SUGERENCIAS.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

## Índice de gráficos

**Figura 01:** Muestra botánica de *Cordia alliodora*

**Figura 02:** *Cordia alliodora*. **A)** Árbol en pie; **B)** muestra botánica, **C)** Tipo de corteza; **D)** Tipo de raíz.

**Figura 03:** Muestra botánica de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.

**Figura 04:** Mapa de ubicación del área de estudio de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.

**Figura 05:** Fase de campo. **A)** Georeferenciación. **B)** Perforación con el barreno. **C)** Extracción de la muestra. **D)** Codificación de la muestra.

**Figura 06:** **A)** Identificando la sección transversal. **B)** Pegando las muestras en el soporte de madera. **C)** Muestras de madera con pabilo. **D)** Diferentes granulometrías de lijas.

**Figura 07:** Software Image Pro Plus, con muestras de *C. alliodora*, con su respectiva medición.

**Figura 08:** Imagen macroscópica de los anillos de crecimiento en el leño de la especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.). **A.** Serie de anillos de crecimiento en la sección transversal. **B., D.** Límite de los anillos de crecimiento por el parénquima marginal. **C.** Límite de los anillos de crecimiento por zonas fibrosas. Fechas blancas indican el límite de los anillos de crecimiento.

**Figura 09:** Serie cronológica master de los índices del ancho de los anillos de crecimiento de la especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.), con el número de muestras de la especie.

**Figura 10:** Incremento corriente anual (ICA) de los siete árboles de *C. alliodora*.

**Figura 11:** Incremento en diámetro acumulado de los troncos de siete árboles de *C. alliodora*.

**Figura 12:** Sensibilidad climatológica de la cronología de *C. alliodora*, con la precipitación media mensual y la temperatura del aire. (\*)Denota significancia de 0.05.

**Figura 13:** Relación entre los eventos de El Niño (línea trazada ceniza) y el ancho de los anillos de crecimiento de *C. alliodora* (línea negra), con detalles de los anillos más cortos (flecha roja) y los de los eventos más severos de El Niño (flecha azul).

## Índice de tablas

**Tabla 01:** Indicadores y definiciones.

**Tabla 02:** Inventario Forestal de *C. alliodora*.

**Tabla 03:** Árboles seleccionados de *C. alliodora*.

**Tabla 04:** Calidad de la sincronización de las series del ancho de los anillos por árbol de *C. alliodora*.

## CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Descripción del problema

Muchas de las especies forestales de la región de Madre de Dios, no son aprovechadas en la industria forestal primaria o secundaria, una de las causas principales es que los involucrados en el aprovechamiento de las especies, desconocen las aplicaciones tecnológicas de las especies.

En este contexto la *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., es una especie forestal que se conoce que en otros países de América del Sur se utiliza y se realizan plantaciones forestales de esta especie. Mientras que en el Perú su utilización es muy limitada o insipiente.

### 1.2 Formulación del problema

En este sentido, se formula el problema de investigación de la manera siguiente:

¿Cuál será la dendrocronología de la especie *Cordia alliodora*?, pudiendo aprovecharla en futuras actividades forestales, en la región de Madre de Dios.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo General

- Determinar la dendrocronología de la especie *Cordia alliodora*, en el Sector La Joya – Tambopata – Madre de Dios.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar los anillos de crecimiento de los árboles de *Cordia alliodora*.
- Determinar la dendrocronología de los árboles de *C. alliodora*.
- Determinar el incremento radial de la especie *C. alliodora*.
- Determinar la relación clima – crecimiento de *C. alliodora*.
- Analizar la cronología de *C. alliodora*, y el fenómeno de El Niño.

## 1.4 Hipótesis

### 1.4.1 Hipótesis Nula

La especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., presenta anillos de crecimientos visibles, y por lo tanto tiene el potencial para estudios dendrocronológicos en la región de madre de dios.

### 1.4.2 Hipótesis Alternativa

La especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., no presenta anillos de crecimientos visibles, y por lo tanto no tiene el potencial para estudios dendrocronológicos en la región de madre de dios.

## 1.5 Variables

Las variables analizadas en la presente investigación son:

- Variables independientes: Número de anillos de crecimiento, Ancho de anillos de crecimiento.
- Variables dependientes: Edad de los árboles, incremento medio anual, relaciones de clima cronología y El Niño.

## 1.6 Operacionalización de variables

**Tabla 1.** *Indicadores y definiciones*

Variables	Indicadores	Instrumento	Unidad/escala	Fuente
Número de anillos de crecimiento de <i>C. alliodora</i> .	Conteo de las muestras (series) de la corteza – médula.	Muestras de maderas, lupa de 10x, estereoscopio	Número.	IAWA
Ancho de anillos de crecimiento de <i>C. alliodora</i>	Medición del ancho de los anillos de crecimiento	Muestras de maderas, software Image Pro-plus	Milímetros (mm)	IAWA

Edad de los árboles de <i>C. allidora</i>	Determinado en función al número de anillos de crecimiento y el crossdating.	Muestras de madera, software COFECHA	Número	IAWA
Incremento Medio Anual	Medición del ancho de anillos de crecimiento	Muestras de maderas y cronología	Milímetros (mm)	
Relación clima - cronología	Comparaciones de los valores climáticos (precipitación y temperatura) con la cronología	Obtención de datos climáticos por fuentes secundarias (NOAA) y cronología información primaria	Coefficiente de correlación de Pearson	
Cronología – El Niño	Comparación de los valores de El Niño con la cronología	Obtención de reportes históricos de El Niño (NOAA) y la cronología (obtenida del inv.)	Coefficiente de correlación de Pearson	

Fuente: Elaboración propia

## 1.7 Justificación

A nivel nacional el sector forestal aprovecha un número reducido de especies comerciales en la industria forestal, lo que implica un aprovechamiento intensivo de esas especies, por otra parte la región de madre de dios cuenta con una alta biodiversidad de flora, que no se aprovechan como debe de ser; existiendo mucha especies potenciales maderables con madera de buena calidad, con buenas actitudes para plantaciones forestales y que puedan reemplazar a algunas especies importantes.



En ese sentido la especie La especie *C. alliodora*, conocido comúnmente como Añayo Caspi, es una especie de ocurrencia en la región de madre de dios y que según Aguirre F. (2009), señala que la *C. alliodora*, conocida como barejon o laurel, es uno de los árboles de mayor importancia en la agroforestería en el neotrópico, por ser una especie de rápido crecimiento, producir madera de calidad y de alto valor económico, presentándose plantaciones procedentes de la provincia de Jaén, región Cajamarca: laurel blanco y laurel negro.

Es necesario estudiar en la región de madre de dios, esta especie desde diferentes áreas del conocimiento y poder dar mayor información que con lleve a la difusión y utilización de la misma.

Por lo antes expuesto se aprecia el potencial maderable que cuenta la especie *C. alliodora*, (Añayo Caspi), en la región de madre de dios y que en la actualidad no se aprovecha ningún solo pie tablar (PT).

## **1.8 Consideraciones éticas**

Esta investigación de grado, en todos los procesos de la ejecución de la tesis (planificación, ejecución y análisis), cumplió con respetar aspectos éticos, ambientales, sociales, que se enmarcan en las leyes: Forestal N° 29763 y la Ley General del Ambiente N° 28611 y otras leyes y reglamentos de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

Además para garantizar la propiedad intelectual se toma en consideración la norma ISI 690, que se recomienda en el reglamento de grados y títulos de la universidad nacional amazónica de madre de dios (UNAMAD).

Todos los árboles que se seleccionaron, fueron extraídos muestras botánicas con el mínimo impacto, las cuales después de todo el protocolo del manejo se depositaron en el Herbario Alwyn Gentry.

En la fase de campo se empleó a través del método no destructivo, que trata de realizar el menor impacto a los árboles colectados, con la posibilidad de que estos árboles puedan recuperarse del daño causado.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de estudio

Briceño et al. (2016), en su investigación: “Estudio de los Anillos de Crecimiento de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. en Colombia”, encontraron que el crecimiento radial de la especie estuvo influenciada positivamente por la precipitación anual y negativamente por la temperatura media anual. No encontraron influencia del fenómeno del Niño con la cronología. Pudieron construir una cronología de 70 años para *C. alliodora*, (1944 - 2013).

Worbes (1999), en su investigación “Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela”; estudio entre otras especies a la *Cordia apurensis*, encontrando que esta especie de hoja perenne presentaba los anillos indistintos, sin embargo era posible contar los anillos entre las incisiones cambiales, pero no para medir su ancho. Además señala que esta especie presenta un incremento radial de 6.7 mm año.

Brienen et al. (2009), en la investigación: “The Potential of Tree Rings for the Study of Forest Succession in Southern Mexico”, mencionan que la especie *C. alliodora*, presenta potencial por presentar formación de anillos de crecimiento anuales en Mexico.

Somarriba et al. (2001), en su investigación: “Survival, growth, timber productivity and site index of *Cordia alliodora* in forestry and agroforestry systems”, encontraron que en 5 años a la altura del pecho presento 28.5 cm en plantaciones asociadas (plátano, cacao) con *C. alliodora*, y 15.6 cm en plantaciones puras.

Parresol y Devall (2013), en la investigación: “Patterns of Diametric Growth in Stem-Analyzed Laurel Trees (*Cordia alliodora*) in a Panamanian Forest”, estudiaron 21 árboles de *C. alliodora*, de un bosque secundario en

Panamá, la edad vario de 14 a 35 años, en promedio 25 años. Comprobaron que el crecimiento típico de los 21 árboles disminuyó a los 7 años de edad, como efecto del cierre del claro en el dosel.

López et al. (2006), en la investigación: “Anillos de Crecimiento y su Periodicidad en Tres Especies Tropicales del Estado de Colima, México”, cuando estudiaron la especie *Cordia elaeagnoides*, encontraron anillos de crecimiento delimitado por un mayor número de vasos en madera tardía, los anillos de esta especie fueron periódicos y anuales, estando determinado por diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), en longitud de vasos entre la madera temprana y tardía, además identificaron las cicatrices de las incisiones realizadas en los troncos, indicando una formación anual del anillo de crecimiento.

## 2.2 Marco teórico

### 2.2.1 Clasificación sistemática

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Lamiales

**Familia:** Boraginaceae

**Género:** *Cordia*

**Nombre científico:** *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken

**Nombre común:** Añayo caspi, Laurel.

**Sinónimos botánicos:**

*Cerdena alliodora* Ruiz & Pav.

*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham.

*Cordia andina* Chodat

Fuente: Tropicos (2018).



Figura 1. Muestra botánica de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.

Fuente: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, centro de investigación Herbario Alwyn Gentry

### **Descripción Botánica de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.**

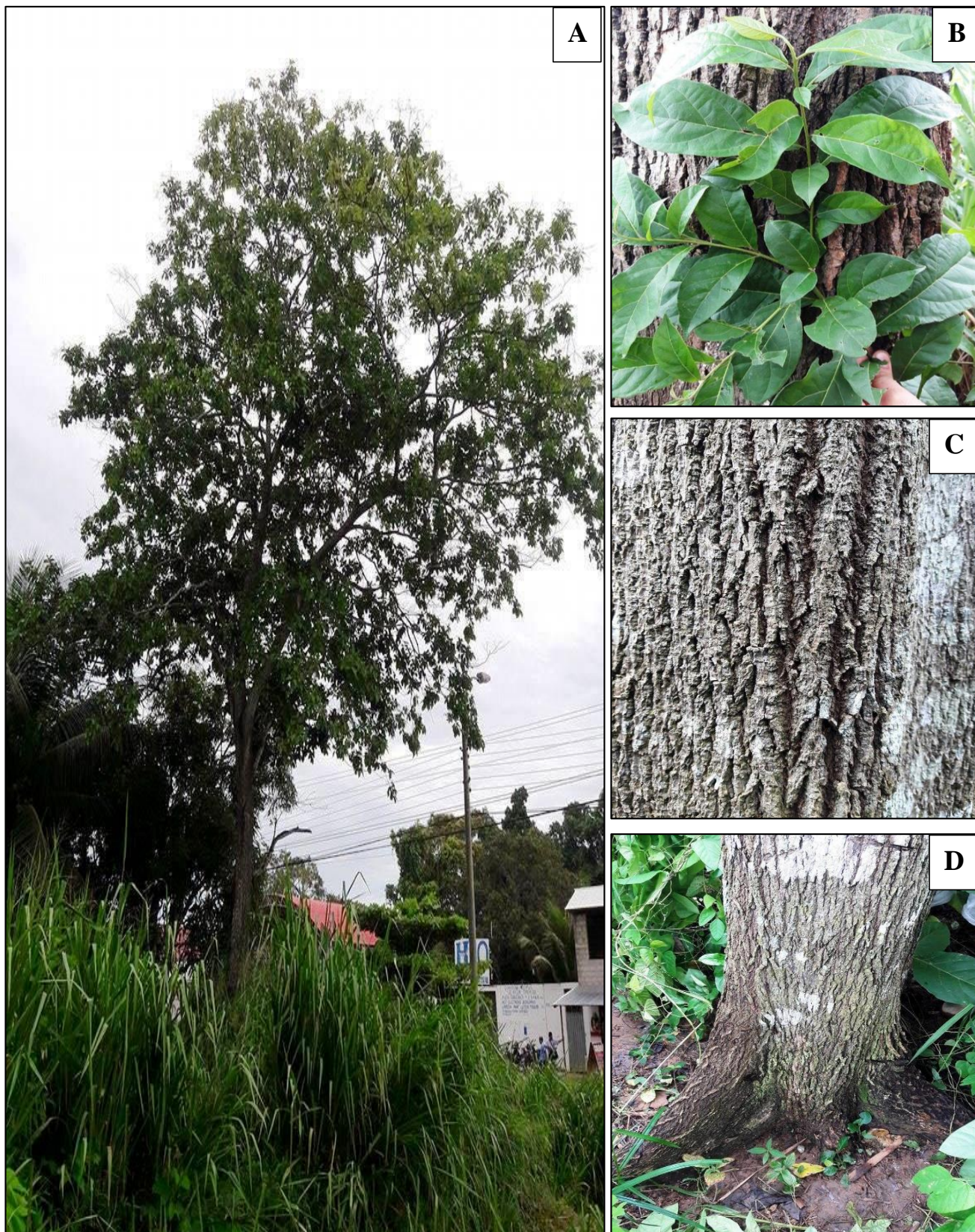
Según Reynel et al. (2007); Dueñas y Nieto (2010), la especie *C. alliodora*, se describe como:

**Árbol** de 25-80 cm de diámetro y 18-35 m de altura total, con fuste cilíndrico, la ramificación desde el segundo tercio, la base del fuste con aletas pequeñas, de hasta 1.5 m de alto. **Corteza externa** agrietada regularmente color marrón claro a cenizo, las grietas separadas de 1-3 cm entre sí. **Corteza interna** fibrosa y exfoliable en láminas delgadas, conformada por tejido reticulado fino, color blanquecino; oxida rápidamente a color marrón oscuro al ser expuesta al aire (*Figura 2*).

**Ramitas terminales** con sección circular, color marrón oscuro cuando están secas, de unos 3-5 mm de diámetro, engrosadas en algunas zonas para conformar abultamientos de hasta 2-2.5 cm de ancho, huecas, en los cuales habitan hormigas (mirmecofilia), las ramitas con pubescencia de pelos estrellados en sus partes apicales. **Hojas** simples, alternas y dispuestas en espiral, de 8-18 cm de longitud y 3-9 cm de ancho, el peciolo de 1.5-2.5 cm de longitud, las láminas oblongas a ovadas, enteras a levemente sinuadas, los nervios secundarios 9-12 pares, impresos en el haz, anastomosados, el ápice agudo y cortamente acuminado, la base aguda, las hojas glabras o con pelos estrellados y escamosos diminutos (10x) (*Figura 1*).

**Inflorescencia** panículas terminales o subterminales de 20-35 cm de longitud, multifloras; al abrirse las flores ellas emiten un olor muy fuerte, dulce hasta algo desagradable, similar al de los ajos, a la cual la especie debe su nombre latino. **Flores** pequeñas, de 1-1.5 cm de longitud, hermafroditas actinomorfas, con cáliz y corola presentes, el pedicelo de 0-1 mm de longitud. **Fruto** nuececillas con todas las partes florales persistentes, los pétalos secos convertidos en alas papiráceas de color marrón, las semillas de 4-5 mm de largo.





*Figura 2. Cordia alliodora. A) Árbol en pie; B) muestra botánica, C) Tipo de corteza; D) Tipo de raíz.*

### **Características generales de la madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.**

Según Chavesta y Condori (2005), en condición seca al aire la albura es de color gris amarillenta y el duramen café claro a café dorado, algo variable, algunas veces con vetas bastantes oscuras, con transición abrupta de albura a duramen. Olor y sabor no distintivo. Brillo medio. Veteado en arcos superpuestos. Grano recto aunque a veces entrecruzado. Textura, media. Anillos de crecimiento poco diferenciados por bandas oscuras.

### **Características Macroscópicas de la Madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.**

Según Rodríguez y Sibille (1996), **Anillos de crecimiento:** (Corte X) poco distinguibles, diferenciados por el mayor tamaño de los poros (porosidad semicircular) y líneas de parénquima terminal. **Poros:** (Corte X) visibles a simple vista; medianos; muy pocos: menos de 4 poros por mm<sup>2</sup>; solitarios y múltiples radiales de 2 a 3 algunos agrupados, con contenidos blanquecinos y brillantes. (Corte R y T), las líneas vasculares no son estratificadas. (Corte X). Porosidad: semicircular con arreglo tangencial. **Parénquima Axial o Tejido Claro:** (Corte X) visibles sólo con lupa de 10x; se disponen difusamente lejos de los poros (apotraqueal difuso) en agregados y alrededor de los poros formando alas cortas que a veces se juntan (paratraqueal aliforme, a veces confluyente). **Radios o Líneas Horizontales:** (Corte X) visibles a simple vista; medianos: de 4 a 10 células de ancho; moderadamente numerosos: de 4 a 12 radios por mm lineal. (Cortes R y T) Radios visibles a simple vista, muy contrastados, bajos y no estratificados (Figura 3).

### **Aspectos Tecnológicos e *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.**

Según Silva (2008), manifiesta lo siguiente:



**Trabajabilidad:** madera fácil de trabajar, tanto con herramientas manuales como con maquinaria convencional. Buena al aserrado, cepillado, escopleado, taladrado y lijado; puede moldurarse pero la calidad de superficie puede resultar de baja calidad; de buen comportamiento al clavado y atornillado y de buena resistencia al rajado. Fácil de encolar y permite acabados lisos.

**Secado:** La velocidad de secado de esta madera es moderada, presenta leves grietas y deformaciones al ser secada al aire libre. Para su secado técnico convencional se recomienda utilizar los programas (US) T6-D2 para madera de “1 y el T3-D1 para 2”.

**Durabilidad natural:** Empíricamente es considerada una madera moderadamente durable con respecto a hongos de pudrición y ataque de termitas, y muy susceptible al ataque de taladradores marunos. Sin embargo, ensayos de laboratorio han indicado que el duramen es poco resistente a los hongos de pudrición (clase 4 según ASTM D 2017-5; clase IV-V según EN 350-2).

#### **Usos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.**

Es frecuentemente cultivada por su madera y también como ornamental por sus flores abundantes, que son muy visitadas por abejas. La especie tiene potencial melífero. La madera de esta especie es de muy buena calidad, blanda, liviana; se emplea en muebles finos, marcos de puertas y ventanas, elementos estructurales no sometidos a altas cargas, pisos en habitaciones de tráfico liviano, chapas decorativas, artesanías y juguetes. También puede ser utilizada en cubiertas de barco, moldes, instrumentos musicales. Esta especie es ampliamente utilizada en sistemas agroforestales asociados al cultivo del café. Rodríguez y Sibille (1996); Chavesta y Condori (2005); Reynel et al. (2007); Silva (2008); Dueñas y Nieto (2010).



## NOGAL CAFETERO

*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken



*Rodaja de la madera*



*Corte transversal*



*Corte tangencial*



*Corte radial*

*Figura 3.* Muestra botánica de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.

Fuente: Rodríguez y Sibille (1996).

## 2.3 Definición de términos

A continuación se mencionan alfabéticamente términos empleados en la presente investigación:

**Anillo anual:** En la madera y en la corteza; capa de crecimiento correspondiente al periodo de un año, según se observa en la sección transversal de un tronco.

**Albura:** (de albor: blancura) parte viva del leño de un árbol.

**Área basal:** Es el área del fuste a la altura del pecho. Se calcula dividiendo  $\pi$  para 4 y multiplicándolo para el cuadrado del DAP.

**Bosque natural:** Es un bosque formado sin la intervención del hombre, conformado por una o por varias especies de árboles.

**Bosque seco:** al bosque nativo que aparenta una vegetación muy frondosa en la época de lluvias y defolia (caen sus hojas) en época seca.

**Cambium:** (Del latín cambium = intercambio, vasculum = pequeño vaso) En las plantas leñosas, capa de tejido meristemático entre el xilema y el floema, cuyas células se dividen por mitosis produciendo floema secundario hacia fuera y xilema secundario hacia adentro

**CAP:** Circunferencia a la Altura del Pecho.

**Corcho:** (del latín córtex = corteza): La capa más externa de la corteza de las plantas en plantas leñosas; compuesta de células muertas. Tejido secundario, constituyente principal de la corteza, protege a los tejidos vasculares.

**Caducifolia:** Árboles y arbustos que no se conservan verdes todo el año porque se les cae la hoja (estación fría o seca).

**Cronología:** Ciencia que tiene por objeto determinar el orden y fechas de los

sucesos históricos.

**DAP:** Diámetro a la altura del Pecho.

**Densidad:** Es el número total de individuos dividido para el área muestreada.

**Dominancia:** Es el total del área basal dividido para el área muestreada.

**Duramen:** Parte muerta del leño de un árbol, de mayor consistencia y color más oscuro.año.

**ENOS (El Niño Oscilación Sur):** Es un evento climático que tiene que ver con el calentamiento inusual de las aguas superficiales del Océano Pacífico frente a las costas de Ecuador y Perú.

**Fenología:** Estudio de las etapas del desarrollo y fenómenos periódicos, como la foliación, floración, latencia y su relación con cambios climáticos estacionales como temperatura y duración del día.

**Hipsómetro:** Instrumento de medición que se utiliza para conocer la altura de los árboles, el cual mide las altitudes geográficas utilizando la dependencia existente entre el punto de ebullición de los líquidos y la presión atmosférica (relacionada con la altitud).

**Podón:** Herramienta para podar, con mango a modo de martillo y una boca en forma de hacha y la otra en forma de cuchillo. Utilizada para la recolección de muestras botánicas.

**Población:** Grupo de individuos de cualquier clase, género o especie.

**Perennifolia:** Vegetación que no pierde sus hojas y que los mantiene verdes durante el verano.

**Volumen:** Es el volumen del árbol realizado de acuerdo a los parámetros establecidos.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

### 3.1 Tipo de estudio

El tipo de estudio es descriptivo y correlacional, puesto que se describió y correlacionó el ancho de los anillos de crecimiento de los siete árboles de *Cordia alliodora*.

### 3.2 Diseño del estudio

El diseño utilizado para el presente estudio de dendrocronología de *Cordia alliodora*, el diseño es experimental analítico.

### 3.3 Población y muestra

#### 3.3.1 Población

La población de la presente investigación son los árboles de *C. alliodora*, que se inventariaron en el sector La Joya. Que se totalizo 46 árboles inventariados, con informaciones de coordenadas UTM, altura total, diámetro y tipo de copa (Tabla 2).

#### 3.3.2 Muestra

La muestra fue obtenida de manera al azar de los 46 árboles inventariados; que totalizó a 07 árboles de *C. alliodora*. Este tamaño de muestra es suficientemente significativo de la población, igual comparado con otras investigaciones como la de Rosero (2009), que colecto 07 árboles de muestra de *Swietenia macrophylla*, en los bosques de Tahuamanu. En general 07 árboles es un tamaño sugerido por diversos investigadores, teniendo en cuenta además la buena marcación de los anillos de crecimiento de la especie.

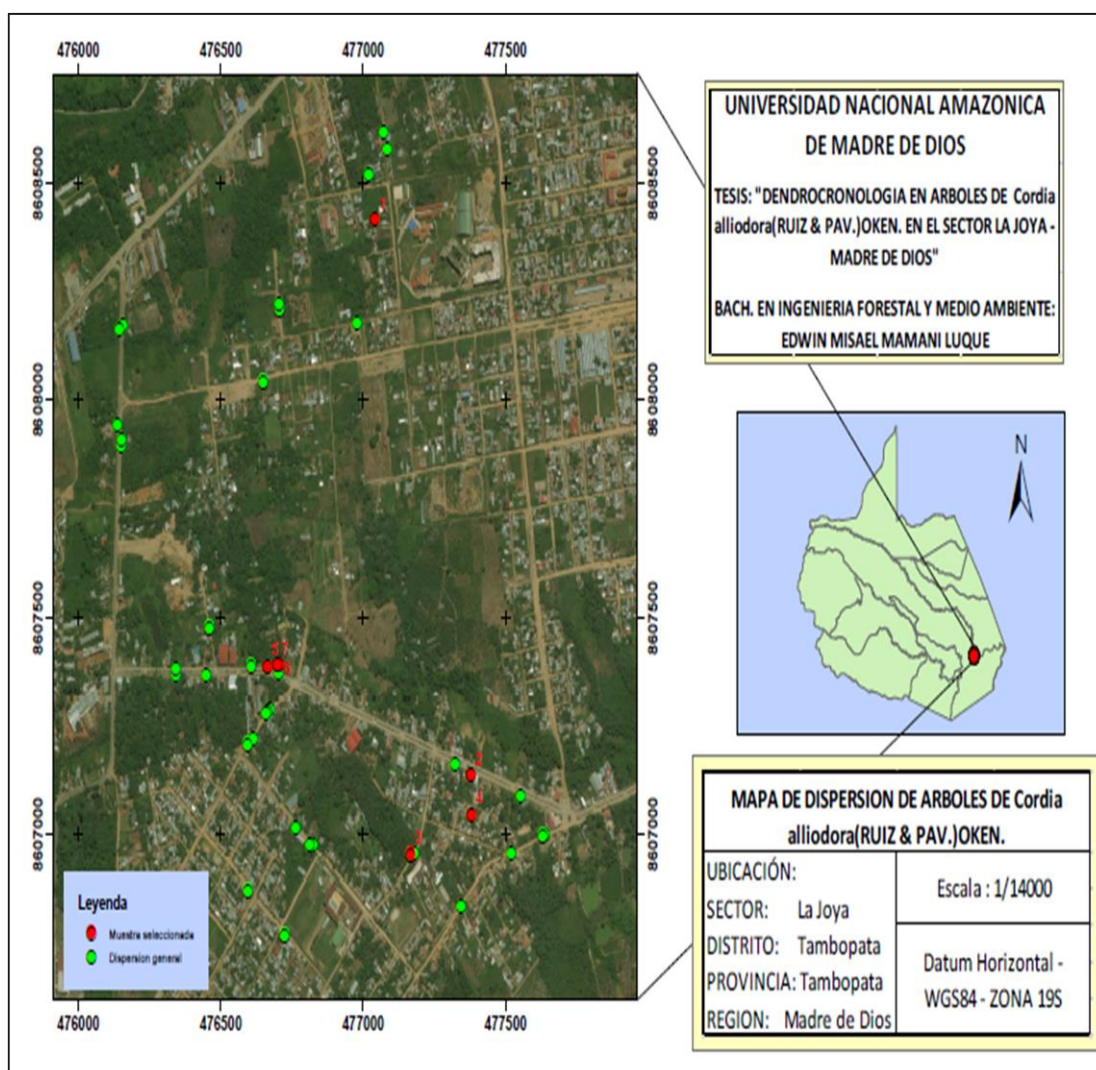
El muestreo es de tipo aleatorio simple, es decir los árboles de la muestra son elegidos al azar de la población, teniendo en cuenta el aspecto fitosanitario y la posibilidad de talado.

Además de lo antes explicado, se tomó como referencia la (NTP N°251.008 2016), que señala que para un estudio anatómico, se requiere 5 árboles como mínimo.

### 3.4 Métodos y técnicas

#### 3.4.1 Selección del Área de Estudio

La colecta de muestras se realizó en el sector La Joya, ubicado en la región de Madre de Dios, ciudad de Puerto Maldonado (*Figura 4*), donde la especie *Cordia alliodora*, es abundante y muy común en la zona.



*Figura 4.* Ubicación del área de estudio de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.

### 3.4.2 Inventario de los árboles de *C. alliodora*.

Después de ubicar la zona de investigación, se procedió a la identificación y selección de los árboles, para lo cual se inventarió la especie *C. alliodora* (Añayo caspi), dicho inventario sirvió para determinar la población, muestra y mapa de ubicación de los árboles. El inventario se realizó en árboles con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 10 cm (Tabla 2).

**Tabla 2.** Inventario Forestal de *C. alliodora*

INVENTARIO FORESTAL						
N°	Coordenadas		DIAMETRO	ALTURA		COPA
	Este	Norte	(cm)	(m)		
1	477083	8608578		19	12	REGULAR
2	477071	8608619		15	10	REGULAR
3	477018	8608520		16	13	IREGULAR
4	477018	8608520		12	11	IREGULAR
5	477040	8608417		33	12	REGULAR
6	476978	8608177		18	12	REGULAR
7	476707	8608209		13	10	IREGULAR
8	476704	8608220		16	12	REGULAR
9	476648	8608043		17	11	IREGULAR
10	476157	8608174		17	13	REGULAR
11	476142	8608161		23	17	REGULAR
12	476137	8607942		14	10	REGULAR
13	476150	8607892		13	8	IREGULAR
14	476151	8607907		19	14	REGULAR
15	476343	8607364		17	14	IREGULAR
16	476448	8607364		17	12	REGULAR
17	476342	8607380		18	11	IREGULAR
18	476459	8607475		12	9	REGULAR
19	476662	8607386		27	15	REGULAR
20	476703	8607370		15	13	IREGULAR
21	476607	8607387		20	18	REGULAR
22	476707	8607390		22	9	REGULAR
23	476697	8607390		24	12	REGULAR
24	477321	8607159		15	12	IREGULAR
25	477551	8607087		16	13	IREGULAR
26	477378	8607135		42	13	REGULAR
27	477637	8606999		19	16	REGULAR
28	477629	8606996		18	15	REGULAR
29	477519	8606956		14	11	REGULAR
30	477343	8606834		48	18	IREGULAR
31	477166	8606952		36	13	IREGULAR



32	477179	8606955	25	10	IREGULAR
33	477179	8606955	24	12	IREGULAR
34	477380	8607044	28	10	REGULAR
35	476824	8606973	14	11	REGULAR
36	476824	8606973	17	12	IREGULAR
37	476812	8606975	18	13	REGULAR
38	476763	8607013	17	9	IREGULAR
39	476763	8607013	16	14	REGULAR
40	476671	8607286	13	8	REGULAR
41	476663	8607281	15	11	REGULAR
42	476658	8607276	12	9	REGULAR
43	476613	8607219	16	13	REGULAR
44	476594	8607206	20	18	IREGULAR
45	476595	8606868	24	15	REGULAR
46	476724	8606766	31	18	IREGULAR

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.3 Demarcación, Colección y Extracción de Muestras de *C. alliodora*.

Se seleccionaron y demarcaron 07 árboles de “Añayo caspi”, proveniente del sector La Joya y tomados de forma aleatoria (*Figura 3*), teniendo en cuenta los aspectos fitosanitarios, fuste recto y de sitio, para evitar los efectos de borde, pues esta influye en el crecimiento del árbol, debido a acumulación de nutrientes, viento, etc. La fecha de colección del material de estudio se realizó en febrero del 2017.

**Tabla 3.** Árboles seleccionados de *C. alliodora*

INVENTARIO FORESTAL						
N°	MUESTRAS SELECCIONADAS	Coordenadas		DIAMETRO	ALTURA	COPA
		Este	Norte	(cm)	(m)	
5	1	477040	8608417	33	12	REGULAR
19	5	476662	8607386	27	15	REGULAR
22	6	476707	8607390	22	9	REGULAR
23	7	476697	8607390	24	12	REGULAR
26	2	477378	8607135	42	13	REGULAR
31	3	477166	8606952	36	13	IREGULAR
34	4	477380	8607044	28	10	REGULAR

Fuente: Elaboración propia.

Las muestras de madera de los árboles de *C. alliodora*, se colectaron por medio del método no destructivo, con auxilio del barreno de Pressler o Sonda de Incremento, con dimensiones de 5.1 x 400 mm (diámetro x largo). De cada árbol seleccionado (07), se colectaron 04 muestras radiales (dirección corteza - médula), que en adelante llamaremos “series”, a la altura del pecho. Seguidamente fueron acondicionados en sorbetes de plástico grande y posteriormente codificados, para su procesamiento y análisis en el Laboratorio de Anatomía de la Madera de la Planta Piloto de Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (*Figura 5*).



*Figura 5.* Fase de campo. **A)** Georeferenciación. **B)** Perforación con el barreno. **C)** Extracción de la muestra. **D)** Codificación de la muestra.



### 3.4.4 Preparación de las muestras de madera de *C. alliodora*.

Las muestras de madera “series”, obtenidas de los 07 árboles de “Añayo caspi”, fueron pegados en un soporte de madera y ajustadas con pabilo, considerando importante la sección transversal mirando hacia arriba. Los códigos de campo fueron respetados en cada soporte de madera. Posteriormente las series fueron secadas a temperatura ambiente y pulidas en una secuencia de lijas (60-1200 grano/cm<sup>2</sup>), para que se destaquen los anillos de crecimiento de *C. alliodora*, en la sección transversal de las series (Figura 6).



Figura 6. **A)** Identificando la sección transversal. **B)** Pegando las muestras en el soporte de madera. **C)** Muestras de madera con pabilo. **D)** Diferentes granulometrías de lijas.

### 3.4.5 Identificación, caracterización de los anillos de crecimiento de *C. alliodora*, digitalización de las muestras y medición de los anillos de crecimiento.

La identificación de los anillos de crecimiento de *C. alliodora*, se realizó, observando la sección transversal con lupa de 10x y con microscopio estereoscopio Leica, marcando en el soporte de madera la delimitación de cada anillo de crecimiento. La Caracterización de los anillos de crecimiento se realizó en base a International Association of Wood Anatomists Committee (IAWA 1989).

Posteriormente se digitalizaron las muestras con un scanner a una resolución de 1200 dpi, con la finalidad de destacar los anillos y que sea mejor su observación y posterior medición.

Las imágenes digitalizadas de los 07 árboles se midieron con el Software Image Pro Plus v4.5 (Figura 7), previo a este paso las escalas fueron calibradas. Luego de la medición del ancho de los anillos de crecimiento de manera manual, se exportaron los valores obtenidos por cada árbol hacia Microsoft Office Excel para ser ordenados y posteriormente analizados.

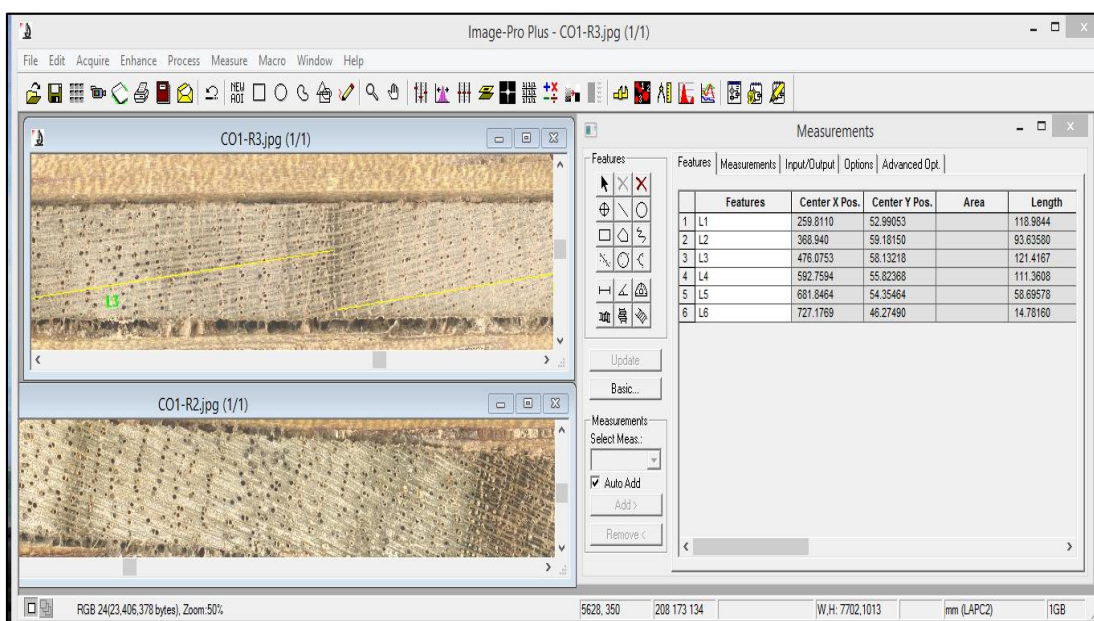


Figura 7. Software Image Pro Plus, con muestras de *C. alliodora*, con su respectiva medición.

### 3.4.6 Sincronización de los anillos de crecimiento de *C. alliodora* y elaboración de la cronología de la especie.

El crossdating o sincronización cruzada, que consisten en padrones de ancho entre los anillos y entre los radios medidos de los mismos árboles o entre padrones de ancho de anillos de diferentes árboles de *C. alliodora*, para atribuir un año calendario para cada anillo de crecimiento detectado.

Los datos del ancho de los anillos de crecimiento fueron procesados por el programa estadístico COFECHA (Holmes 1983), para el control y verificación de la sincronización de las series entre y dentro de cada árbol; el programa además permite identificar la existencia de falsos anillos de crecimiento o anillos faltantes para un control posterior, además de permitir comprobar y corregir el sincronizado de las series.

Para la obtención de la cronología de la especie *C. alliodora*, en el sector La Joya, se aplicó el software ARSTAN (Holmes 1983). El software permite realizar la estandarización de las series individuales de cada árbol.

### 3.4.7 Incremento radial de *Cordia alliodora*

Para realizar esta evaluación se utilizó siete árboles de *Cordia*, se procedió a la determinación del crecimiento en diámetro del tronco de los árboles a partir de: 1) Incremento corriente anual en diámetro (ICAD). 2) Incremento diametral acumulado (IDA). 3) Incremento medio anual en diámetro (IMAD).

Expresiones:

$$ICAD = 2 \times \text{Ancho del anillo} \dots \dots \dots (1)$$

$$IDA = \sum_1^n ICAD \dots \dots \dots (2)$$

Posteriormente conocido 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:

$$IMA = \frac{\sum ICA_{DAP}}{Edad} \dots\dots\dots (3)$$

#### 3.4.8 Cronología y relación con el clima y el fenómeno El Niño.

La cronología de la especie *C. alliodora*, fue correlacionadas con los valores mensuales de temperatura y precipitación y 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); NOAA (2017).

### 3.5 Tratamiento de los datos

Para la medición del ancho de los anillos de crecimiento se utilizó el programa Imagen Pro Plus, para determinar el nivel de correlación los datos se usaron el programa COFECHA, para la obtención de la cronología master se utilizó el programa ARSTAN. También se utilizará el programa R (R Development Core Team 2013).

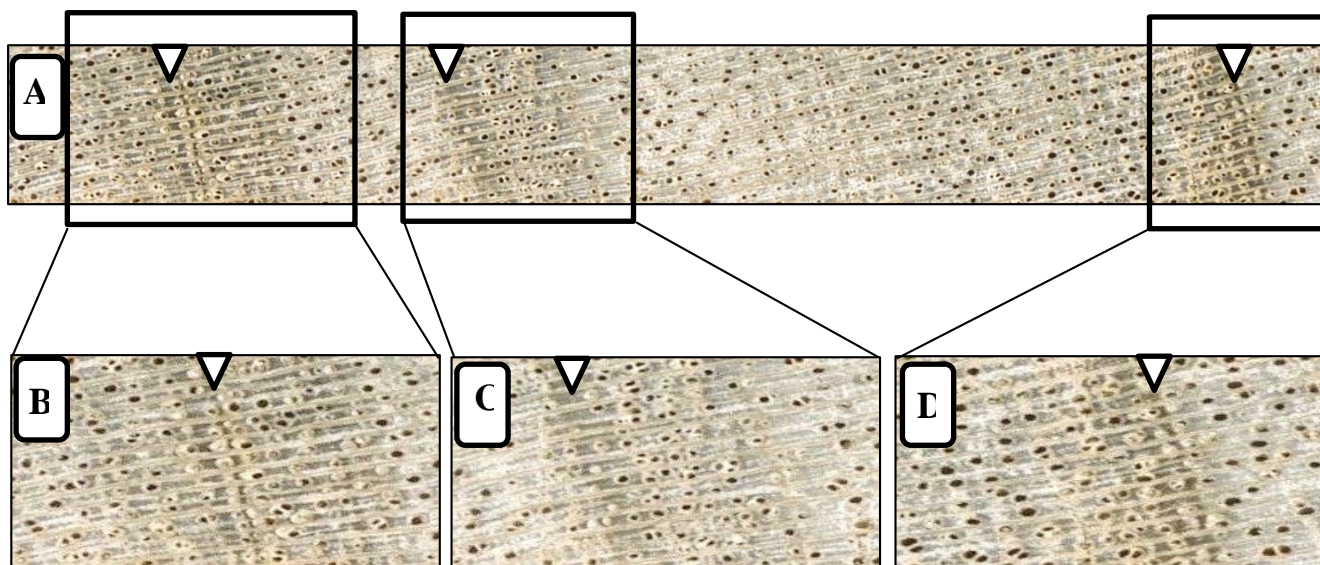


## CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### CARACTERIZACIÓN DE LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO

#### Caracterización de los Anillos de Crecimiento de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.)

La especie *C. alliodora*, está caracterizado anatómicamente en su sección transversal, por evidenciar anillos de crecimiento distintos a simple vista. El límite de las capas de crecimiento está caracterizado por el parénquima marginal, porosidad semicircular, y la variación de la densidad que se da por la presencia de zonas fibrosas, con el achatamiento radial de las fibras y mayor espesamiento de sus paredes, y una menor frecuencia de vasos, presentando por esto una coloración oscura; por lo que la delimitación de los anillos de crecimiento de *C. alliodora*, se facilita al tener estas características. En función a los anillos de crecimiento falsos, son muy escasos, facilitando la identificación de los anillos verdaderos. (*Figura 8*).



*Figura 8.* Imagen macroscópica de los anillos de crecimiento en el leño de la especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.). **A.** Serie de anillos de crecimiento en la sección transversal. **B., D.** Límite de los anillos de crecimiento por el

parénquima marginal. **C.** Límite de los anillos de crecimiento por zonas fibrosas. Fechas blancas indican el límite de los anillos de crecimiento.

Según López et al. (2006), cuando estudiaron la especie *Cordia elaeagnoides* D.C., encontraron que los anillos de crecimiento de esta especie fueron periódicos y anuales, comprobando esto con evidencias de las cicatrices de las incisiones realizadas en los troncos, indicando una formación anual del anillo de crecimiento.

La descripción anatómica de los anillos de crecimiento de *Cordia alliodora*, coinciden con lo descrito por Briceño et al. (2016), en el estudio que realizaron en Colombia con esta especie y por León (2003), que estudio la anatomía de nueve especies del género *Cordia*.

#### **DENDROCRONOLOGÍA DE *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.)**

Por medio 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 07 árboles analizados. El resultado de la intercorrelación para cada individuo presento altos valores (Tabla 4), lo que permitió un buen ajuste entre las series de los anillos de crecimiento de los árboles individuales.

**Tabla 4.** Calidad de la sincronización de las series del ancho de los anillos por árbol de *C. alliodora*

<b><i>C. alliodora</i></b>	<b>N° Series</b>	<b>Extensión de la Cronología</b>	<b>Intercorrelación</b>	<b>Sensibilidad</b>
Árbol 01	4	2008 - 2015	0.678	0.460
Árbol 02	2	2003 - 2015	0.158	0.319
Árbol 03	2	2006 - 2015	0.324	0.413
Árbol 04	3	2009 - 2015	0.739	0.583
Árbol 05	4	2008 - 2015	0.508	0.563
Árbol 06	4	2010 - 2015	0.912	0.580

Árbol 07	4	2009 - 2015	0.821	0.484
<b>Promedio</b>			<b>0.591</b>	<b>0.486</b>

Fuente: Elaboración propia

Para la cronología producida, la intercorrelación de Pearson fue igual a 0.59, siendo este valor altamente significativo. En cuanto a la sensibilidad promedio para la especie fue de 0.49. Por fin, después de la sincronización realizada por el programa COFECHA, el software ARSTAN fue aplicado a los datos y fue, entonces, producido la cronología master de los anillos de crecimiento para el conjunto de los árboles, además del número de muestras (series) utilizadas para la cronología, la serie master fue de 13 años (2003-2015) (Figura 9).



Figura 9. Serie cronológica master de los índices del ancho de los anillos de crecimiento de la especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.), con el número de muestras de la especie.

De la Figura 9, anterior se puede observar solamente un árbol de 13 años que es el más antiguo y los demás se encuentran en un rango de 6-8 años.

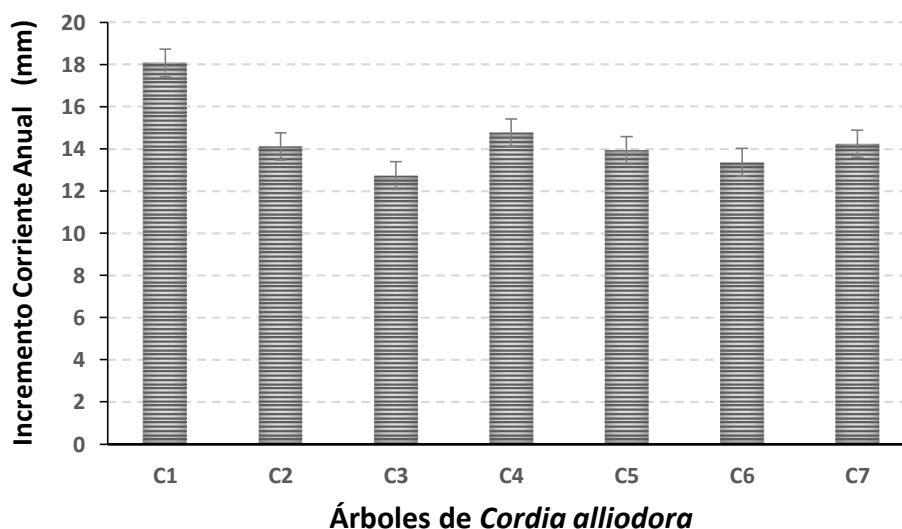
Los resultados encontrados de intercorrelación y sensibilidad, son mayores a los encontrados por Briceño et al. (2016), que en su estudio 28 árboles en Colombia determinó la intercorrelación de *C. alliodora*, de 0.57 y la sensibilidad de 0.43. Esta comparación nos demuestra que no necesariamente mayor número de árboles colectados conllevará a una mejor

intercorrelación ya que en el presente estudio solo se colectó 07 árboles de *C. alliodora*.

### INCREMENTO RADIAL DE *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.)

Los árboles de *Cordia alliodora*, mostraron una variación de los anillos de crecimiento entre los individuos estudiados (07 árboles), siendo el árbol más joven de seis y el más viejo con trece anillos de crecimientos (*Figura 11*).

La variación del diámetro a la altura del pecho “DAP”, de los siete árboles de *C. alliodora*, fue de 12 a 48 cm. Dichos árboles de *Cordia*, presentaron el mismo padrón de crecimiento, siendo estos de diferentes edades (*Figura 10*). El crecimiento en diámetros encontrados de los siete árboles promedio, mínimo, y máximo fue de 1.72, 1.07 y 2.30 cm/año respectivamente. La trayectoria de crecimiento de *C. alliodora*, se observó tendencias similares entre los siete árboles, donde en los primeros cuatro años presentan un crecimiento similar y después cada árbol se va diferenciando por su propio crecimiento, manteniendo la media de crecimiento no tan marcadamente. Según Briceño et al., (2016), aplicando el modelo de Gompertz, el crecimiento dimétrico máximo de la especie se alcanzaría a los 65 años con 205.5 cm.



*Figura 10.* Incremento corriente anual (ICA) de los siete árboles de *C.*



*alliodora*.

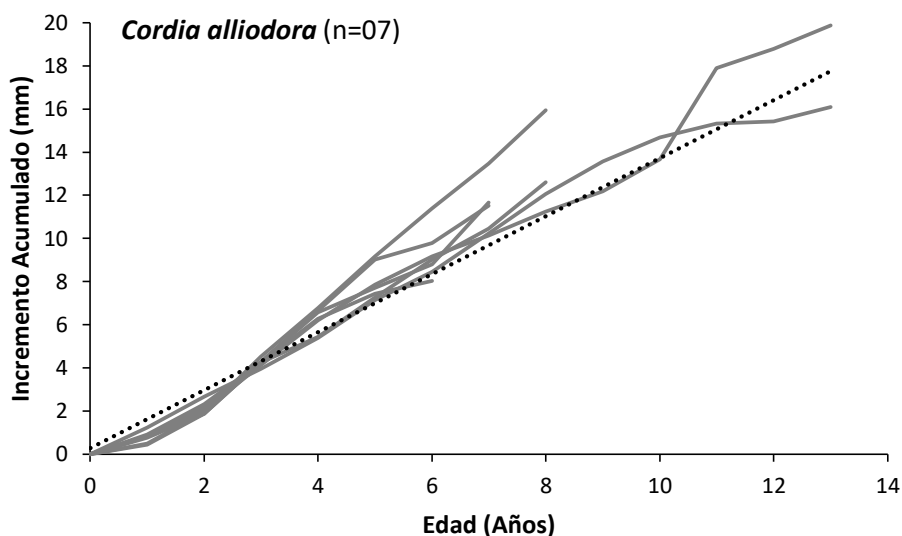


Figura 11. Incremento en diámetro acumulado de los troncos de siete árboles de *C. alliodora*.

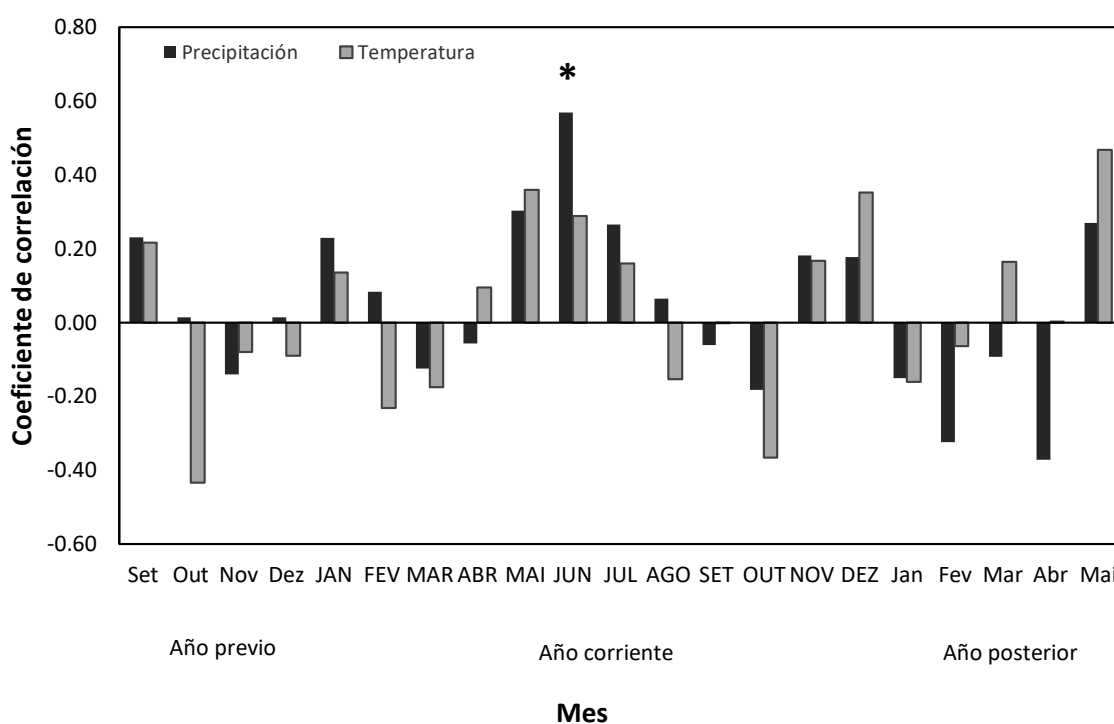
Si se compara el incremento radial de la especie *C. alliodora*, con la especie *Cordia apurensis*, que investigo Worbes (1999), el incremento de *C. apurensis*, fue de 0.67 cm/año y el *C. alliodora* fue de 1.72 cm/año, se puede observar que presento mayor incremento radial promedio.

### RELACIÓN CLIMA – CRECIMIENTO DE *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.)

La influencia de las variables climáticas en el crecimiento en diámetro de los árboles de *C. alliodora*, está vinculado a la precipitación pluviométrica, como en otros estudios de dendrocronología en América del Sur donde la precipitación es el factor limitante al crecimiento de las especies Oliveira (2011); Zuñiga (2012); Venegas (2013); Latorraca et al. (2015;). En *C. alliodora*, presento correlaciones positivas y significativas entre la cronología y la precipitación media anual, en el mes de junio ( $r=0.57$ ;  $p<0.05$ ) del año actual (Figura 12).

Es posible que los resultados mostrados en la Figura 12, no muestren

mucha relación entre el clima y el crecimiento, debido a que los árboles de *C. alliodora*, son árboles jóvenes (13 años).



*Figura 12.* Sensibilidad climatológica de la cronología de *C. alliodora*, con la precipitación media mensual y la temperatura del aire. (\*)Denota significancia de 0.05.

Briceño et al. (2016), menciona en su estudio en Colombia de *C. alliodora*, que la actividad del crecimiento fue mayor en los años con mayores valores de precipitación.

### **CRONOLOGÍA DE *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Y EL FENÓMENO DE EL NIÑO**

En la (*Figura 13*), se observa la cronología obtenida de la especie *Cordia alliodora*, donde se observa una secuencia de episodios donde se tiene una disminución considerable en el ancho de los anillos de crecimiento en los

siete árboles de *C. alliodora*, más marcadamente en los años: 2006 y 2015. Esta reducción es reflejada en una baja tasa de crecimiento en esta población y puede estar relacionada a los eventos más severos de El Niño. El ancho de los anillos de crecimiento de *C. alliodora*, fue correlacionado positivamente ( $r=0.0058$ ) con el Índice de El Niño Oceánico (ONI), del trimestre (noviembre, diciembre y enero).

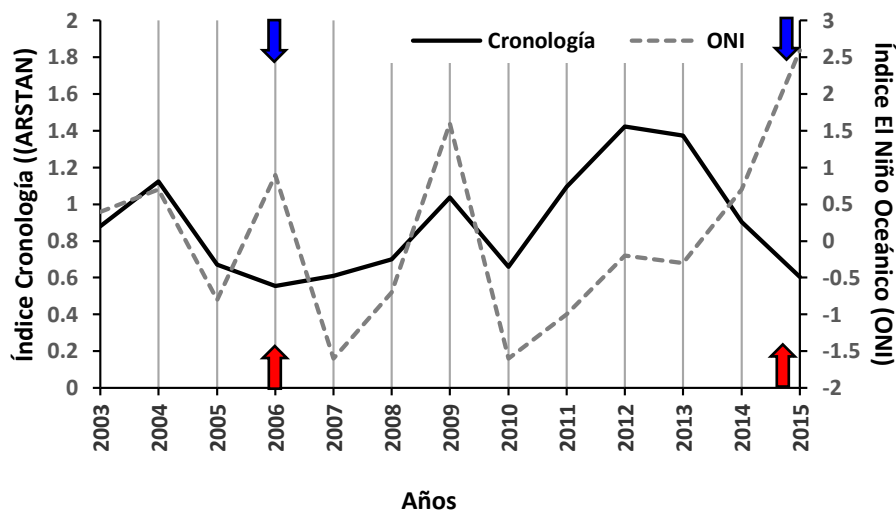


Figura 13. Relación entre los eventos de El Niño (línea trazada ceniza) y el ancho de los anillos de crecimiento de *C. alliodora* (línea negra), con detalles de los anillos más cortos (flecha roja) y los de los eventos más severos de El Niño (flecha azul).

Briceño et al. (2016), cuando estudio la misma especie no encontraron influencia de los años con la presencia del fenómeno de El Niño (años secos). Manifiesta que la variabilidad del clima como las condiciones de sequía, inundaciones y eventos atípicos (fenómeno del niño y la niña), pueden marcarse en los anillos de crecimiento en la especie arbóreas, confiriéndoles características especiales en el leño, como disminución o ampliación en el ancho del anillo de crecimiento, cambio en el tamaño de los vasos, presencia de canales traumáticos y tilides; entre otras características de la madera. En el presente estudio de la especie *C. alliodora* se ha podido encontrar básicamente la disminución de los anillos de crecimiento.

En el año 2009, el fenómeno del niño fue severo, sin embargo la correlación

de la cronología de especie *C. alliodora* no fue negativo.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el estudio de *Cordia alliodora*, se puede concluir que:

- Aceptamos de hipótesis nula donde: la especie *C. alliodora*, presenta anillos de crecimiento visibles y por lo tanto tiene potencial para estudios dendrocronológicos en la región de madre de dios.
- Se pudo caracterizar los anillos de crecimiento, encontrando anillos de crecimientos visibles y distintos; facilitando los estudios de la dendrocronología.
- Se determinó la cronología de los 7 árboles de la especie *C. alliodora*, en el sector la joya, que es de los años (2003-2015), además la intercorrelacion fue alta, lo que indica el potencial dendrocronológico de los anillos de crecimientos.
- Se pudo determinar el incremento radial de la especie *C. alliodora*, información que hasta la actualidad no se conocía de especie *C. alliodora*, en la región de madre de dios, que puede ser usada en la planificación de plantaciones forestales de esta especie.
- Se determinó la relación clima – crecimiento de especie *C. alliodora*, donde la precipitación es el factor limitante para el crecimiento de la especie en la región de madre de dios.
- Analizando la cronología de especie *C. alliodora*, con el fenómeno del niño, se identificó que los años (2006 – 2015), cuando el fenómeno del niño fue alto, los anchos de los anillos de la especie *C. alliodora*, disminuyeron considerablemente, donde la especie puede marcar este momento atípico.

## SUGERENCIAS

De la investigación realizada en *Cordia alliodora*, se puede sugerir que:

De manera general, se sugiere realizar más estudios de dendrocronología en la región de Madre de Dios, puesto que da valiosa información sobre las especies forestales.

Es necesario la investigación de la especie *C. alliodora*, en varios campos como: tecnológicos (anatomía, propiedades físico mecánicas, química de la madera, etc.) y en manejo (germinación, propagación, plantaciones, etc.) que ayuden a aprovechar la especie y darle valor agregado, como en otros países de América.

Debido a la buena marcación de los anillos de crecimiento de *C. alliodora*, se sugiere realizar estudios más amplios de dendrocronología, que abarquen más territorio y mayor número de árboles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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: 12 marzo 2018]. 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., LEBRIJA, E., VAN BREUGEL, M., PÉREZ, E., BONGERS, F., MEAVE, J. y MARTÍNEZ, M., 2009. The Potential of Tree Rings for the Study of Forest Succession in Southern Mexico. *Biotropica*, vol. 41, no. 2, pp. 186-195. ISSN 00063606, 17447429. DOI 10.1111/j.1744-7429.2008.00462.x.
- CHAVESTA, M. y CONDORI, C., 2005. *Maderas Peruanas y Exóticas «Características tecnológicas y usos de 10 Especies forestales»*. Primera. Lima - Perú: s.n. ISBN 9972-2624-0-5.
- DUEÑAS, H. y NIETO, C., 2010. *Dendrología Tropical: «Estudio y Caracterización Dendrológica de las Principales Especies Forestales de la Amazonía Peruana»*. Primera. Puerto Maldonado - Perú.: s.n. ISBN 978-612-00-0514-9.
- HOLMES, R., 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-ring bulletin*, pp. 11.
- IAWA, 1989. with an Appendix on non-anatomical information. , pp. 116.
- KALNAY, E., KANAMITSU, M., KISTLER, R., COLLINS, W., DEAVEN, D., GANDIN, L., IREDELL, M., SAHA, S., WHITE, G., WOOLLEN, J., ZHU, Y., LEETMAA, A., REYNOLDS, R., CHELLIAH, M., EBISUZAKI, W., HIGGINS, W., JANOWIAK, J., MO, K.C., ROPELEWSKI, C., WANG, J., JENNE, R. y JOSEPH, D., 1996. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 77, no. 3, pp. 437-471. ISSN 0003-0007, 1520-0477. DOI 10.1175/1520-0477(1996)077<0437:TNYRP>2.0.CO;2.
- LATORRACA, J.V. de F., SOUZA, M.T. de, SILVA, L.D.S.A.B. da y RAMOS, L.M.A., 2015. DENDROCRONOLOGIA DE ÁRVORES DE *Schizolobium parahyba*(Vell.) S. F. Blake DE OCORRÊNCIA NA REBIO DE TINGUÁ-RJ. *Revista Árvore*, vol. 39, no. 2, pp. 385-394. ISSN 0100-6762. DOI 10.1590/0100-67622015000200018.
- LEÓN, W., 2003. Anatomía de la madera de 9 especies del género *Cordia* L.(Boraginaceae–Cordioideae) que crecen en Venezuela. *Revista Forest. Venez.*, vol. 47, no. 2, pp. 83–94.
- LÓPEZ, J., VALDEZ, J., TERRAZAS, T. y VALDEZ, J., 2006. Anillos de

crecimiento y su periodicidad en tres especies tropicales del estado de Colima, México. *Agrociencia*, vol. 40, no. 4.

Muestras Neotropicales de Herbario. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 29 marzo 2018]. Disponible en: <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/?page=view&id=9449&PHPSESSID=e41406e239e7b807176373ff7>.

NOAA, 2017. NOAA's Climate Prediction Center. [en línea]. [Consulta: 30 marzo 2018]. Disponible en: [http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php).

NTP N°251.008, 2016. *Maderas. Selección y Colección de Muestras*. 2016. S.l.: s.n.

OLIVEIRA, B., 2011. *Dendrocronologia e análise da variação radial da densidade do lenho de árvores de Tectona grandis L.f., do município de Cáceres, MT* [en línea]. Seropédica RJ - Brasil.: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Disponible en: [http://r1.ufrj.br/wp/ppgcaf/wp-content/uploads/Versao%20final\\_dissertacaoBrunaOliveira\[1\].pdf](http://r1.ufrj.br/wp/ppgcaf/wp-content/uploads/Versao%20final_dissertacaoBrunaOliveira[1].pdf).

PARRESOL, B. y DEVALL, M., 2013. Patterns of Diametric Growth in Stem-Analyzed Laurel Trees (*Cordia alliodora*) in a Panamanian Forest. *The Southwestern Naturalist*, vol. 58, no. 2, pp. 170–178.

R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013. *R: a language and environment for statistical computing* [en línea]. Vienna, Austria: s.n. [Consulta: 14 marzo 2018]. ISBN: 3-900051-07-0. Disponible en: <https://www.gbif.org/tool/81287/r-a-language-and-environment-for-statistical-computing>.

REYNEL, C., PENNINGTON, T., PENNINGTON, R., MARCELO, J. y DAZA, A., 2007. *Árboles Útiles del Ande Peruano*. Primera. Lima - Perú: s.n. ISBN 978-9972-33-359-0.

RODRÍGUEZ, M. y SIBILLE, A., 1996. *Manual de identificación de especies forestales de la subregión andina: Proyecto PD 150/91 Rev. 1 (I) «Identificación y Nomenclatura de las Maderas Tropicales Comerciales en la Subregión Andina»*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura, INIA, Instituto Nacional de Investigación Agraria, Organización Internacional de las Maderas Tropicales, OIMT. ISBN 978-9972-44-002-1.


ROSETO, J., 2009. *Dendrocronologia de árvores de mogno, Swietenia macrophylla King., Meliaceae, ocorrentes na floresta tropical Amazônica do Departamento de Madre de Deus, Peru* [en línea]. São Paulo - Piracicaba: Universidade de São Paulo. Disponible en: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-18052009-165913/pt-br.php>.

- SILVA, J., 2008. *Fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de maderas comercializadas en México*. Mexico: Universidad de Guadalajara.
- SOMARRIBA, E., VALDIVIESO, R., VÁSQUEZ, W. y GALLOWAY, G., 2001. Survival, growth, timber productivity and site index of *Cordia alliodora* in forestry and agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, vol. 51, no. 2, pp. 111–118.
- TROPICOS, 2018. Tropicos | Name - !*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. [en línea]. [Consulta: 29 marzo 2018]. Disponible en: <http://www.tropicos.org/Name/4001123>.
- VENEGAS, A., 2013. *Dendrocronología de árboles de Tectona grandis L. e Pinus caribaea var. hondurensis Barr. et Golf de plantação da Mata da Pedreira, Campus da ESALQ-USP, Piracicaba, SP*. São Paulo - Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- WORBES, M. 611., 1999. Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. *Journal of Ecology*, vol. 87, no. 3, pp. 391-403. ISSN 00220477, 13652745. DOI 10.1046/j.1365-2745.1999.00361.x.
- ZUÑIGA, C., 2012. *Aplicación de la dendrocronología para evaluar la influencia de la precipitación y la temperatura en el crecimiento de Tectona grandis Lf procedente del Fundo Génova-Junín* [en línea]. Lima - Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/556/K10.Z9-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.




## ANEXOS

### Anexo 01: Constancia de Identificación Botánica.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS**  
**Centro Investigación Herbario Alwyn Gentry**

**"Madre de Dios, Capital de la Biodiversidad del Perú"**  
**Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional**



---

### CONSTANCIA

En mi calidad de Director del Centro de Investigación Herbario "Aylwin Gentry" de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios,


**HACE CONSTAR:**

Que las muestras botánicas han sido presentadas por el tesista Bach. Edwin Misael Mamani Luque, proyecto de tesis denominado "Dendrocronología en Arboles de *Cordia Alliodora* (Ruiz & Pav) Oken. En el sector la Joya – Tambopata – Madre de Dios".


Los ejemplares han sido entregados a la colección del herbario constan de 07 especímenes de sector la Joya. Las cuales fueron verificadas e identificadas en este Centro de enseñanza e Investigación HAG-UNAMAD. A continuación ver el listado adjunto.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente

Puerto Maldonado, 09 de abril de 2018



Atentamente



Ing. Sufer Baez Quispe  
DIRECTOR DEL HERBARIO

Cc.  
 Archivo  
 SMBQ/CIHAG  
 Sec. —

---

Ciudad Universitaria – Puerto Maldonado – Madre de Dios  
 Av. Jorge Chavez S/N



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS  
Centro Investigación Herbario Alwyn Gentry



"Madre de Dios, Capital de la Biodiversidad del Perú"  
Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional

Listado de especímenes para el estudio Dendrocronología

N°	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	FECHA DE COLECCIÓN	UTM COORDENADA		Colector	DEPARTAMENTO	DISTRITO	SECTOR
					E	N				
1	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & pav.) Oken	Añayo caspi	Boraginaceae	7/01/2017	477040	8608417	E.M. L	MADRE DE DIOS	TAMBOPATA	LA JOYA
2	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & pav.) Oken	Añayo caspi	Boraginaceae	7/01/2017	477378	8607135	E.M.L	MADRE DE DIOS	TAMBOPATA	LA JOYA
3	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & pav.) Oken	Añayo caspi	Boraginaceae	7/01/2017	477166	8606952	E.M.L	MADRE DE DIOS	TAMBOPATA	LA JOYA
4	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & pav.) Oken	Añayo caspi	Boraginaceae	7/01/2017	477380	8607044	E.M.L	MADRE DE DIOS	TAMBOPATA	LA JOYA
5	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & pav.) Oken	Añayo caspi	Boraginaceae	7/01/2017	476662	8607386	E.M.L	MADRE DE DIOS	TAMBOPATA	LA JOYA
6	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & pav.) Oken	Añayo caspi	Boraginaceae	7/01/2017	476707	8607390	E. M.L	MADRE DE DIOS	TAMBOPATA	LA JOYA
7	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & pav.) Oken	Añayo caspi	Boraginaceae	7/01/2017	476697	8607390	E.M.L	MADRE DE DIOS	TAMBOPATA	LA JOYA



**Anexo 02:** Datos de las mediciones de los anillos de crecimiento de *Cordia alliodora*, en formato FMT

C01R1	2008	632	2090					
C01R1	2010	2756	2744	2975	1503	1950	1291	999
C01R2	2011	401	1547	2555	2045	2210	999	
C01R3	2010	296	1175	2230	2431	1875	2382	999
C01R4	2009	658						
C01R4	2010	1000	2723	1787	2565	2376	1181	999
C02R1	2003	1076	1369	1115	669	1224	1335	1369
C02R1	2010	1427	1510	1513	1426	611	788	999
C02R2	2005	588	815	579	1671	2548		
C02R2	2010	1422	2300	1741	1538	1013	1128	999
C03R2	2006	368	1213	2674	2405			
C03R2	2010	1107	1672	1000	842	1148	813	999
C03R3	2007	522	529	1783				
C03R3	2010	2568	1633	945	1036	865	866	999
C04R2	2010	524	1627	847	2162	1247	600	999
C04R3	2010	926	1342	3525	2644	2192	840	999
C04R4	2009	799						
C04R4	2010	1527	2844	3081	1778	847	650	999
C05R1	2008	540	1472					
C05R1	2010	1951	975	2750	1369	1032	590	999
C05R2	2008	968	1616					
C05R2	2010	1934	1350	1786	4400	1930	559	999
C05R3	2009	1121						
C05R3	2010	1086	1541	520	1607	850	546	999
C05R4	2010	971	1464	2356	1844	1172	467	999
C06R1	2010	439	1447	2300	1910	858	634	999
C06R2	2010	411	1649	2160	1768	1551	708	999
C06R3	2010	689	1935	2743	2620	1283	376	999
C06R4	2010	265	643	2295	1850	891	655	999
C07R1	2010	455	1134	2377	2172	1237	787	999
C07R2	2009	1272						
C07R2	2010	1003	2843	2845	1715	1322	655	999
C07R3	2010	572	1034	2233	2197	940	1357	999
C07R4	2010	781	1217	2205	1900	689	903	999

### Anexo 03: Información generada por el programa COFECHA

```

MECORCOF: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda

RUN CONTROL OPTIONS SELECTED          VALUE

1 Cubic smoothing spline 50% wavelength cutoff for filtering
                                     32 years
2 Segments examined are               50 years lagged successively by 25 years
3 Autoregressive model applied        A Residuals are used in master dating series and testing
4 Series transformed to logarithms    Y Each series log-transformed for master dating series and testing
5 CORRELATION is Pearson (parametric, quantitative)
   Critical correlation, 99% confidence level .3281
6 Master dating series saved          N
7 Ring measurements listed            N
8 Parts printed                       1234567
9 Absent rings are omitted from master series and segment correlations (Y)

Time span of Master dating series is 2003 to 2015 13 years
Continuous time span is              2003 to 2015 13 years
Portion with two or more series is    2005 to 2015 11 years

*****
*C* Number of dated series           23 *C*
*O* Master series 2003 2015 13 yrs *O*
*F* Total rings in all series        166 *F*
*E* Total dated rings checked        164 *E*
*C* Series intercorrelation          .594 *C*
*H* Average mean sensitivity         .486 *H*
*A* Segments, possible problems      6 *A*
*** Mean length of series            7.2 ***
*****

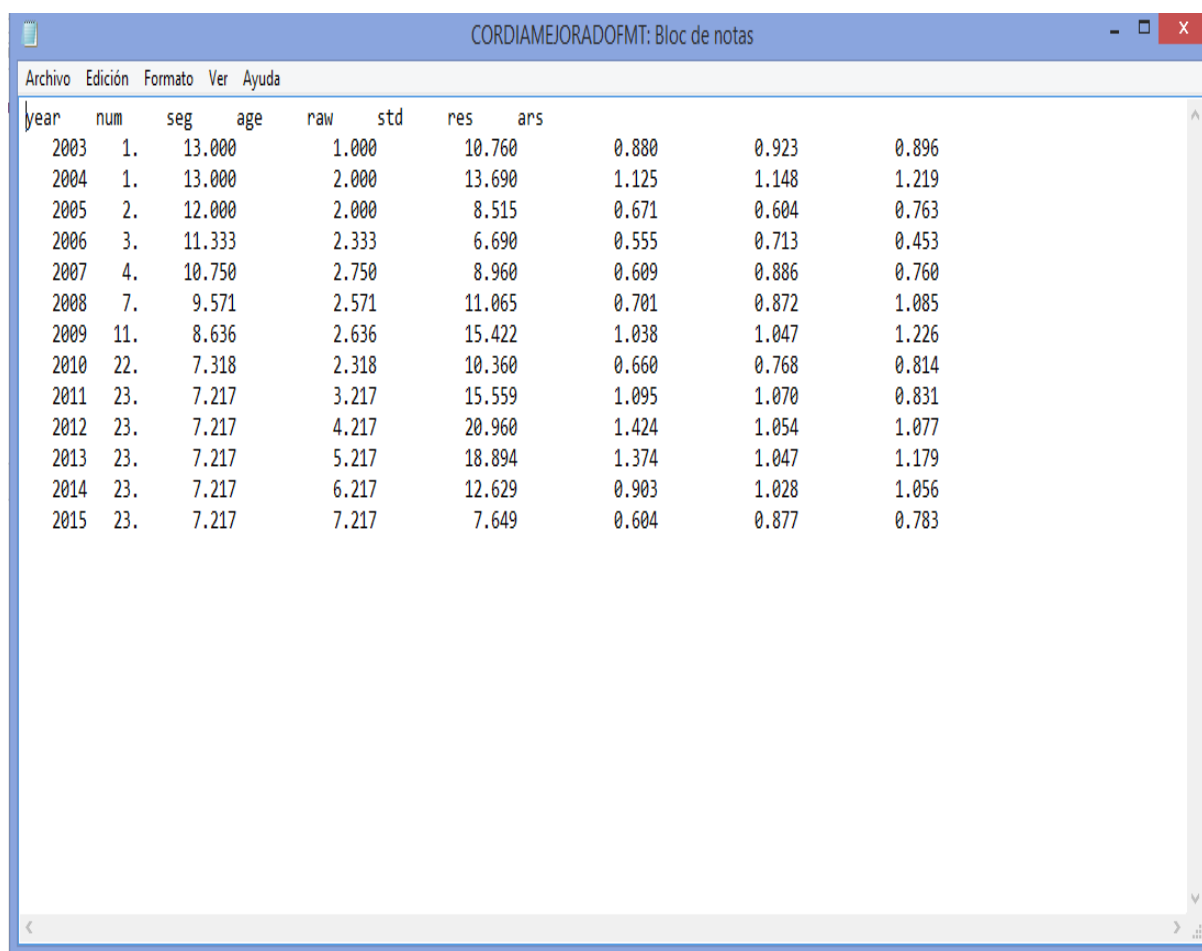
ABSENT RINGS listed by SERIES:        (See Master Dating Series for absent rings listed by year)

No ring measurements of zero value
¶ PART 2: TIME PLOT OF TREE-RING SERIES:
15:02 Sat 18 Mar 2017 Page 2

```



MECORCOF: Bloc de notas															
Archivo Edición Formato Ver Ayuda															
¶ PART 7: DESCRIPTIVE STATISTICS: 15:02 Sat 18 Mar 2017 Page 6															
Seq	Series	Interval	No. Years	No. Segmt	No. Flags	Corr with Master	Mean msmt	Max msmt	Std dev	Auto corr	Mean sens	Max value	Std dev	Auto corr	AR
1	C01R1	2008 2015	8	1	0	.466	19.93	29.75	8.200	.210	.393	2.52	1.013	-.171	1
2	C01R2	2011 2015	5	1	1	.768	17.52	25.55	8.378	.550	.492	2.42	.449	.036	0
3	C01R3	2010 2015	6	1	0	.820	17.32	24.31	8.428	.690	.479	2.33	.368	.198	0
4	C01R4	2009 2015	7	1	0	.658	17.56	27.23	8.249	.062	.477	2.45	.487	-.073	0
5	C02R1	2003 2015	13	1	1	.174	11.87	15.13	3.151	.374	.238	2.32	.630	-.001	1
6	C02R2	2005 2015	11	1	1	.142	13.95	25.48	6.509	.386	.401	2.81	.843	.017	1
7	C03R2	2006 2015	10	1	1	.294	13.24	26.74	7.238	.314	.488	2.49	.725	-.110	1
8	C03R3	2007 2015	9	1	0	.355	11.94	25.68	6.731	.463	.339	2.70	.940	.020	2
9	C04R2	2010 2015	6	1	0	.720	11.68	21.62	6.396	-.500	.754	2.56	.556	-.453	0
10	C04R3	2010 2015	6	1	0	.850	19.11	35.25	10.642	.118	.526	2.54	.579	.101	0
11	C04R4	2009 2015	7	1	0	.647	16.47	30.81	9.894	.496	.470	2.56	.561	.492	0
12	C05R1	2008 2015	8	1	0	.665	13.35	27.50	7.378	-.184	.618	2.84	1.013	.033	1
13	C05R2	2008 2015	8	1	1	.310	18.18	44.00	11.502	.003	.577	2.55	.763	-.011	1
14	C05R3	2009 2015	7	1	1	.132	10.39	16.07	4.343	-.548	.574	2.45	.418	-.684	0
15	C05R4	2010 2015	6	1	0	.925	13.79	23.56	6.662	.332	.484	2.47	.517	.220	0
16	C06R1	2010 2015	6	1	0	.921	12.65	23.00	7.438	.282	.554	2.50	.583	.248	0
17	C06R2	2010 2015	6	1	0	.907	13.74	21.60	6.710	.060	.509	2.39	.637	-.034	0
18	C06R3	2010 2015	6	1	0	.925	16.08	27.43	9.887	.309	.624	2.46	.727	.152	0
19	C06R4	2010 2015	6	1	0	.898	11.00	22.95	7.923	.230	.635	2.67	.671	.294	0
20	C07R1	2010 2015	6	1	0	.924	13.60	23.77	7.625	.303	.529	2.50	.571	.285	0
21	C07R2	2009 2015	7	1	0	.862	16.65	28.45	8.673	.314	.437	2.48	.536	.287	0
22	C07R3	2010 2015	6	1	0	.733	13.89	22.33	6.872	.166	.498	2.43	.440	.116	0
23	C07R4	2010 2015	6	1	0	.768	12.82	22.05	6.300	.208	.473	2.45	.449	.148	0
Total or mean:			166	23	6	.594	14.51	44.00	7.418	.210	.486	2.84	.653	.036	
- = [ COFECHA MECORCOF ] = -															


**Anexo 04:** Datos generados por el programa ARSTAN

CORDIAMEJORADOFMT: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

year	num	seg	age	raw	std	res	ars		
2003	1.	13.000		1.000		10.760	0.880	0.923	0.896
2004	1.	13.000		2.000		13.690	1.125	1.148	1.219
2005	2.	12.000		2.000		8.515	0.671	0.604	0.763
2006	3.	11.333		2.333		6.690	0.555	0.713	0.453
2007	4.	10.750		2.750		8.960	0.609	0.886	0.760
2008	7.	9.571		2.571		11.065	0.701	0.872	1.085
2009	11.	8.636		2.636		15.422	1.038	1.047	1.226
2010	22.	7.318		2.318		10.360	0.660	0.768	0.814
2011	23.	7.217		3.217		15.559	1.095	1.070	0.831
2012	23.	7.217		4.217		20.960	1.424	1.054	1.077
2013	23.	7.217		5.217		18.894	1.374	1.047	1.179
2014	23.	7.217		6.217		12.629	0.903	1.028	1.056
2015	23.	7.217		7.217		7.649	0.604	0.877	0.783


## Anexo 05: Información del fenómeno El Niño



National Weather Service

# Climate Prediction Center

www.nws.noaa.gov



Home
Site Map
News
Organization
Search 
Go

Search the CPC

Go

HOME > Climate & Weather Linkage > El Niño / Southern Oscillation (ENSO) > Historical El Niño / La Niña episodes (1950-present)

## Cold & Warm Episodes by Season

[Link to Previous Version of ONI \(ERSSTv4\)](#)

**Notice:** Because of the high frequency filter applied to the ERSSTv5 data (Huang et al. 2017, J.Climate), ONI values may change up to two months after the initial "real time" value is posted. Therefore, the most recent ONI values should be considered an estimate.

**DESCRIPTION:** Warm (red) and cold (blue) periods based on a threshold of +/- 0.5°C for the Oceanic Niño Index (ONI) [3 month running mean of ERSST.v5 SST anomalies in the Niño 3.4 region (5°N-5°S, 120°-170°W)], based on [centered 30-year base periods updated every 5 years](#).

For historical purposes, periods of below and above normal SSTs are colored in blue and red when the threshold is met for a minimum of 5 consecutive overlapping seasons. The ONI is one measure of the El Niño-Southern Oscillation, and other indices can confirm whether features consistent with a coupled ocean-atmosphere phenomenon accompanied these periods.

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1950	-1.5	-1.3	-1.2	-1.2	-1.1	-0.9	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.8
1951	-0.8	-0.5	-0.2	0.2	0.4	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.0	0.8
1952	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1
1953	0.4	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
1954	0.8	0.5	0.0	-0.4	-0.5	-0.5	-0.6	-0.8	-0.9	-0.8	-0.7	-0.7
1955	-0.7	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-1.1	-1.4	-1.7	-1.5
1956	-1.1	-0.8	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4
1957	-0.2	0.1	0.4	0.7	0.9	1.1	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5	1.7
1958	1.8	1.7	1.3	0.9	0.7	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6
1959	0.6	0.6	0.5	0.3	0.2	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0



**Anexo 06:** Galería de fotos

Árbol de *cordia alliodora*.



Muestra botánica.



Fuste cilíndrico y con aleta pequeñas.



Corteza externa agrietada.





Materiales utilizados



Reconociendo y marcando de los individuos a muestrear.





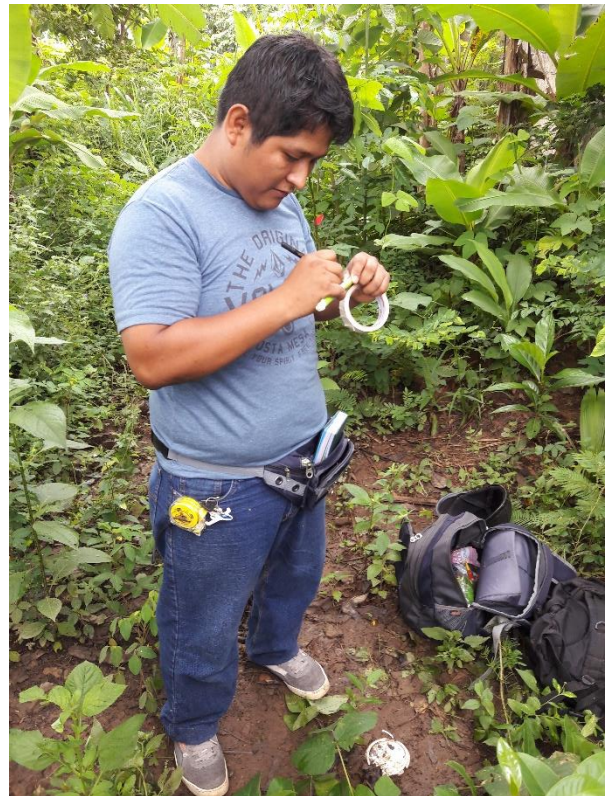
Geo referenciando los arboles seleccionados.



Colectando las muestras.



Extracción de las muestras.



Codificando las muestra colectadas,





Identificando la sección transversal.



Encolando las muestras en el soporte.



Revisando las muestra pegadas a los soportes *alliodora*.



Lijando las muestras de *cordia*

Anexo 06: Muestras botánicas de *Cordia alliodora*







UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS  
HERBARIO "ALWYN GENTRY"



N° 05

País: PERÚ Departamento: MADRE DE DIOS  
Provincia: TAMBOPATA, Distrito: TAMBOPATA 476662  
Localidad: LA BOYA, Altitud: UTM: 8607386  
Nombre Científico: *Cordia alliodora* (LAV.) JAKEN  
Nombre Vulgar: ARAYO CASPI  
Familia: BORAGINACEAE  
Fecha de Colección: 07-01-2017  
Hábitat: BOSQUE PUÑA  
Nombre del Colector: EDWIN M. TAMANI LOQUE  
Observaciones:





UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS  
HERBARIO "ALWYN GENTRY"



Nº. 04

País: PERÚ Departamento: MADRE DE DIOS  
Provincia: TAMBOPATA Distrito: TAMBOPATA 493380  
Localidad: LA JOYA Altitud: UTM: 8607044  
Nombre Científico: *Cordia Allodora* (RUIZ & PAN) OKEN.  
Nombre Vulgar: ANAYO CASPI  
Familia: BORAGINACEAE  
Fecha de Colección: 09-01-2017  
Habitat: BOSQUE PUNTA  
Nombre del Colector: EDWIN H. MAMANI LUGUE.  
Observaciones:







UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS  
HERBARIO "ALWYN GENTRY"



Nº. 02

Pais: PERÚ Departamento: MADRE DE DIOS  
Provincia: TAMBOPATA Distrito: TAMBOPATA 473373  
Localidad: LA JOYA Altitud: 8607135 UTM:  
Nombre Científico: *Cordia Alliodora* (CRUZ & PAN.) OKEN  
Nombre Vulgar: AÑAYO CASPI  
Familia: BORAGINACEAE  
Fecha de Colección: 07-01-2017  
Habitat: BOSQUE PUMBA  
Nombre del Colector: EDWIN M. MATANI CUQUE  
Observaciones:



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS  
HERBARIO "ALWYN GENTRY"



Nº. 01

Pais: PERÚ Departamento: MADRE DE DIOS  
 Provincia: TAMBOPATA Distrito: TAMBOPATA 433040  
 Localidad: LA JOYA Altitud: UTM: 8608417  
 Nombre Científico: Cordia Alliodora (RUIZ & PAN.) OKEN.  
 Nombre Vulgar: ANAYO CASPI  
 Familia: BORAGINACEAE  
 Fecha de Colección: 07-01-2017  
 Hábitat: BOSQUE PURMA  
 Nombre del Colector: EDWIN M. MAMANI LUQUE  
 Observaciones:

