

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA**

**FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



**“Dendrocronología de la especie *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural y plantación forestal de la Provincia Tambopata - Madre De Dios”**

**TESIS, PRESENTADA POR:**

**Bachiller:** DÁVILA GUTIERREZ, Tania Luz.

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

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

**COASESOR:** Dr. GARCIA ROCA, Mishari

Puerto Maldonado, 2020



**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



**“Dendrocronología de la especie *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural y plantación forestal de la Provincia Tambopata - Madre De Dios”**

**TESIS, PRESENTADA POR:**

**Bachiller:** DÁVILA GUTIERREZ, Tania Luz.

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO  
AMBIENTE

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

**COASESOR:** Dr. GARCIA ROCA, Mishari

Puerto Maldonado, 2020

## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de investigación a mis padres Fernando Dávila Jara y Celia Gutiérrez Bocangelino quienes me dieron todo su apoyo y amor a lo largo de mi vida.

A mi hermana Fiorela quien me da fortaleza para seguir superándome, a mi novio Waldir por estar conmigo en las buenas y en las malas, por su inmenso amor, paciencia y comprensión.

A mis maestros quienes compartieron sus conocimientos en mi formación académica.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios por darme fuerza, salud y mucha positividad para lograr mis objetivos. Un profundo agradecimiento a las personas que apoyan y motivan mi vida, mis padres, hermana, mi novio y a mi familia.

A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD), carrera profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente la cual siempre formará parte de mi corazón, por formarme profesionalmente y darme la oportunidad de conocer buenas personas como son mis profesores, amigos y compañeros con los compartí años de mi vida.

Un especial agradecimiento a mi asesor M.Sc. Leif Armando Portal Cahuana por todo el apoyo y por compartir sus conocimientos durante todo el proceso de investigación y a mi novio Waldir por ayudarme en la ejecución del proyecto de tesis.

## PRESENTACIÓN

Las investigaciones acerca de especies maderables en nuestra región son escasas pero muy importantes para su aprovechamiento sostenible, las tomas de decisiones muchas veces son erradas a falta de información fiable y estas afectan mucho al medio ambiente de maneras inimaginables ya que forman parte de un gran ecosistema, los manejos adecuados y demás tratamientos dependen de información confiables para la cual se necesita de más investigaciones en nuestra región.

En la presente investigación se realizó la evaluación dendrocronológica de la especie *Guazuma crinita* Mart., dado que esta es una especie potencial para este tipo de estudios, la investigación se realizó en una plantación forestal así como en bosque natural; para realizar comparativos en el incremento anual de la especie, cronología e influencia del fenómeno del niño, la relación del clima con el crecimiento y anatomía de los anillos de crecimiento. La especie *Guazuma crinita* Mart., además de contar con un rápido crecimiento tiene la capacidad de formar anillos crecimientos marcados la cual la posicionan como una especie candidata para estudios dendrocronológicos.

## RESUMEN

El objetivo del estudio es evaluar la dendrocronología de la especie *Guazuma crinita* Mart., en bosque natural y en una plantación forestal de la provincia Tambopata –Madre de dios, para lo cual se utilizaron 20 individuos para bosque natural y 20 para plantación forestal seleccionadas al azar. Las muestras fueron extraídas por método no destructivo utilizando el barrenado de pressler. Se evaluaron la caracterización de los anillos de crecimientos, el incremento radial, cronología, relación del clima con el crecimiento de *Guazuma crinita* Mart., y relación con el fenómeno El Niño.

La especie presenta anillos de crecimiento marcado por bandas oscura, más marcadas en plantación que en bosque natural.

En plantación se obtuvo una alta correlación con 0,496, con 13 años de edad (2004-2016) y un promedio de incremento medio anual de 0,11 cm/año, en bosque natural se tuvo una baja correlación de 0,242 con una antigüedad de 27 años (1990-2016) y un promedio de incremento medio anual de 0,97 cm/año.

*Guazuma crinita* Mart. en plantación tuvo correlación positiva con la precipitación en el mes de octubre siendo este factor ambiental influyente para su crecimiento, respecto a la relación con el fenómeno “El Niño” se encontró grandes fluctuaciones en el desarrollo de los anillos de crecimiento en los años 2007 y 2014.

**Palabras claves:** Especies nativas, bosque tropical, anillos de crecimiento, Fenómeno El Niño, *Guazuma crinita* Mart.

## ABSTRACT

The species *Guazuma crinita* Mart. known as bolaina blanca, it is characterized by its rapid growth and having rings of marked growths for dendrochronological studies.

The objective of the study is to evaluate the dendrochronology of the species *Guazuma crinita* Mart. in natural forest and in a forest plantation of the province of Tambopata -Madre de Dios, for which 20 individuals were used for natural forest and 20 for forest plantation selected at random. Samples were extracted by non-destructive method using the barrel pressler. The characterization of the growth rings, the radial increase, chronology, relationship of the climate with the growth of *G. crinita* Mart., And relationship with El Niño phenomenon were evaluated.

The species has growth rings marked by dark bands, more marked in plantation than natural forest.

In plantation a high correlation was obtained with 0.496, with 13 years of age (2004-2016) and an average annual increase of 0.11 cm / year, in natural forest there was a low correlation of 0.242 with an age of 27 years (1990-2016) and an average annual increase of 0.97 cm / year.

*Guazuma crinita* Mart. in plantation it had a positive correlation with precipitation in the month of October, being this influential environmental factor for its growth, in relation to El Niño phenomenon, great fluctuations were found in the development of growth rings in 2007 and 2014.

**Key words:** Native species, tropical forest, growth rings, El Niño phenomenon, *Guazuma crinita* Mart.



## INTRODUCCIÓN

El territorio peruano está conformado por la mitad por bosques tropicales y es uno de los países con mayor superficie de estos ecosistemas en el mundo, las cuales nos da grandes oportunidades al Perú y el planeta (MINAM 2019). La mayor parte de estos territorios se encuentran en áreas de conservación, pero debido al cambio de uso que se está dando la degradación de estos bosques va en aumento, siendo la minería la más exponencial, convirtiéndose en una dificultad para el medio social y ambiental. Actualmente hay entidades que ponen el esfuerzo en combatir estas amenazas como son el programa Bosque, SERNANP, CINCIA, ayuda del gobierno entre otros, que para su recuperación utilizan especies pioneras y de rápido crecimiento para la reforestación de estas áreas.

La especie *Guazuma crinita* Mart., es una especie de rápido crecimiento que en los últimos años ha tenido gran demanda en el mercado y se ha convertido en una de las especies más rentables económicamente para plantaciones. A pesar de ser una especie rentable y potencialmente apta para estudios de tasa de crecimiento por contar con anillos de forma regular aún no ha sido estudiada dendrocronológicamente en nuestro país.

En la dendrocronología se realiza el proceso de hacer encajar los patrones de los anillos de crecimiento de una misma época, en el mismo lugar, bajo las mismas condiciones medioambientales así los anillos de los árboles muestran una respuesta común a un factor ambiental ya que el principio afirma que los árboles son más sensibles y presentan respuestas a variables ambientales (precipitación, temperatura, inundación de las llanuras aluviales, competencia, etc.), en los límites de su amplitud ecológica (Giraldo 2010).

Por lo expuesto en los párrafos anteriores es que se plantea como objetivo general de esta tesis de investigación lo siguiente: Evaluar la dendrocronología de la especie *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural y en una plantación forestal de la provincia Tambopata –Madre de Dios.

## INDICE

I.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1	Descripción del problema	1
1.2	Formulación del Problema	2
1.3	Objetivos	2
1.4	Sistema de variables e indicadores	3
1.5	Operacionalización de variables	4
1.6	Hipótesis	6
1.7	Justificación e importancia	6
1.8	Consideraciones éticas.	7
II.	MARCO TEÓRICO.....	9
2.1	Antecedentes de estudios realizados .....	9
2.2	Marco Teórico.....	12
2.3	Definición de términos.....	19
III.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
3.1	Tipo de estudio	23
3.2	Diseño de estudio	23
3.3	Población y muestra	23
3.4	Métodos y técnicas	24
IV.	RESULTADOS.....	35
4.1	Descripción anatómica de los anillos de crecimiento en la especie <i>Guazuma crinita</i> Mart., en bosque natural y plantación forestal. ....	35
4.2	Cronología de la especie <i>Guazuma crinita</i> Mart. en bosque natural y plantación forestal. ...	36
4.3	Incremento medio anual de <i>Guazuma crinita</i> Mart. en bosque natural y plantación forestal.....	39
4.4	Relación clima - crecimiento <i>Guazuma crinita</i> Mart., plantación forestal (Comunidad Madama) .....	43
4.5	Relación de la cronología con el fenómeno del niño de la especie <i>Guazuma crinita</i> Mart., plantación forestal (Comunidad Madama). ....	44
V.	CONCLUSIONES.....	46
VI.	SUGERENCIAS .....	47
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	48
	ANEXO.....	54

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 01.</b> Muestra botánica de Guazuma crinita Mart.....	15
<b>Figura 02.</b> Guazuma crinita Mart. A) Árbol en pie. B) Plantación. C) Base de árbol en pie. D) Tipo de corteza.....	16
<b>Figura 03.</b> Mapa de dispersión de Guazuma Crinita Mart. en bosque natural de la comunidad nativa de Infierno.....	25
<b>Figura 04.</b> Mapa de dispersión de Guazuma Crinita Mart. en la plantación forestal de la comunidad de Madama.....	26
<b>Figura 05.</b> A) y B) Ingreso del barreno al individuo seleccionado a la altura del pecho. C) Obtención de las muestras radiales. D) Aplicación de cicatrizante (sanix) en los orificios. 29	
<b>Figura 06.</b> A) muestras colocadas en tubetes. B) pegado y amarrado de muestras en los soportes de madera .....	30
<b>Figura 07.</b> (C) Clavado de muestras en una tabla. (D) Lijas de diferentes granulaciones (80-1 200). (E) Proceso de lijado de muestras. (F) Uso de soplete para limpiar restos de lijado. ....	31
<b>Figura 08.</b> Medición del ancho de los anillos de crecimiento de Guazuma crinita Mart. con el software Image pro plus.....	32
<b>Figura 09.</b> Anillos de crecimiento de Guazuma crinita Mart. en plantación forestal (C. Madama). Las flechas verdes indican el límite del anillo de crecimiento. ....	35
<b>Figura 010.</b> Anillos de crecimiento de Guazuma crinita Mart. en bosque natural (CN. Infierno). Las flechas azules indican el límite del anillo de crecimiento. ....	36
<b>Figura 011.</b> Serie cronológica master de los índices del ancho de los anillos de crecimiento de la especie Guazuma crinita Mart (Plantación) con el número de muestras de la especie.....	39
<b>Figura 012.</b> Incremento corriente anual (ICA) de los 20 árboles de Guazuma crinita Mart en Plantación (comunidad madama) .....	40
<b>Figura 013.</b> Incremento corriente anual acumulado (ICAA) de los 20 árboles de Guazuma crinita Mart en Plantación (comunidad madama).....	41
<b>Figura 014.</b> Incremento corriente anual (ICA) de los 20 árboles de Guazuma crinita Mart en Bosque natural (comunidad nativa infierno). ....	42
<b>Figura 015.</b> Incremento corriente anual acumulado (ICAA) de los 20 árboles de Guazuma crinita Mart en Bosque natural (comunidad nativa infierno).....	42
<b>Figura 016.</b> Sensibilidad climatológica de la cronología de G. crinita Mart., con la precipitación media mensual y la temperatura del aire. (*) Denota significancia de 0.05.....	44

**Figura 017.** Relación entre los eventos de El Niño (línea trazada ceniza) y el ancho de los anillos de crecimiento de *G. crinita* Mart (línea negra), con detalles de los anillos más cortos (flecha roja) y los de los eventos más severos de El Niño (flecha azul)..... 45

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 01.</b> <i>Operacionalización de variables de la tesis “Evaluación dendrocronológica de la especie Guazuma crinita Mart.”</i> .....	4
<b>Tabla 02.</b> <i>Muestras escogidas al azar del Inventario de Guazuma crinita Mart. en plantación forestal (Comunidad Madama)</i> .....	27
<b>Tabla 03.</b> <i>Muestras escogidas al azar del Inventario de Guazuma crinita Mart. en Bosque natural (Comunidad nativa infierno)</i> .....	28
<b>Tabla 04.</b> <i>Resultado de control de calidad de las medidas del ancho de los anillos de crecimiento de Guazuma crinita Mart. (plantación y bosque natural) ejecutado por el programa COFECHA</i> .....	37
<b>Tabla 05.</b> <i>Resultado de número de árboles (series) antes y después del conteo de Plantación y Bosque natural</i> .....	37
<b>Tabla 06.</b> <i>Propuesta de clasificación dendrocronológica para el programa COFECHA</i> .....	38

## I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Descripción del problema

Obtener información de los recursos forestales es necesaria ya que permite la toma de decisiones para planes de manejo forestal. Las especies comerciales de mayor valor y mejor rentabilidad económica en plantaciones forestales en el Perú son: Teca (*Tectona grandis* L.f.), Eucalipto (*Eucalyptus urograndis* H.B.K), Capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth). Hook.f. ex K.Schum.) y Bolaina (*Guazuma crinita* Mart.) (Reforesta Perú, 2016).

La dendrocronología es la datación de los anillos de crecimiento del leño de los árboles y de piezas de madera para estudios forestales, ambientales e históricos, la cual nos permite tener datos precisos sobre Biología reproductiva de las especies forestales, tasa de crecimiento, todo el proceso de formación del leño del árbol, así como ambientales relacionadas al bosque (Zevallos 2014). La evaluación de la distancia que existe en los anillos de crecimiento puede ser utilizado como referencia para reconstruir los cambios repentinos y graduales del clima de épocas pasadas, como también puede contar historias de incendios, plagas de insectos y hasta sequías que haya ocurrido en un determinado lugar.

Durante El Niño 2015-2016 hubo impactos récords en la pluviselva amazónica: la región experimentó niveles muy altos de calor y de sequía, según un estudio nuevo. Condiciones climáticas como estas afectan negativamente el desarrollo y funcionamiento de los árboles de la Amazonía, que tienen un papel muy importante en la

regulación del clima a nivel mundial. durante sequías graves la mortalidad de árboles aumenta y el crecimiento disminuye, con consecuencias significativas para el ciclo del carbono mundial. Las sequías y las temperaturas altas también aumentan las posibilidades de incendios forestales, que incrementa a su vez la muerte de árboles y la pérdida de biomasa boscosa, según sostuvo Jiménez-Muñoz (Salazar, 2017)

En ese contexto, el problema central es el “limitado conocimiento de estudios referentes al incremento anual, influencia climática y anatomía de los anillos de crecimiento de la especie *Guazuma crinita* Mart.” La cual a través de la presente investigación se pretende realizar una evaluación dendrocronológica de la especie *Guazuma crinita* Mart. (Bolaina) que será información de importancia para futuras investigaciones y toma de decisiones para planes de manejo de la misma.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cuál será el potencial dendrocronológico que presentará la especie *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural y plantación forestal de la provincia Tambopata –Madre de Dios?

## **1.3 Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar la dendrocronología de la especie *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural y en una plantación forestal de la provincia Tambopata –Madre de dios.

### **Objetivos Específicos**

- Describir anatómicamente los anillos de crecimiento en la especie *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural y plantación forestal.
- Determinar la cronología de la especie *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural y plantación forestal.
- Evaluar el incremento medio anual de *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural y plantación forestal.
- Determinar la relación del clima con el crecimiento de *Guazuma crinita* Mart
- Analizar la relación de la cronología con el fenómeno del niño de la especie *Guazuma crinita* Mart. bosque natural y plantación forestal.

#### **1.4 Sistema de variables e indicadores**

##### **Variables Independientes**

- Caracterización de anillos de crecimiento de *Guazuma Crinita* Mart.
- Fenómeno del niño.

##### **Variables Dependientes**

- El incremento medio anual.
- Correlación.



## 1.5 Operacionalización de variables

**Tabla 01.** Operacionalización de variables de la tesis “Evaluación dendrocronológica de la especie *Guazuma crinita* Mart.”

Objetivo	Variables	Dimensión	Operacionalización de Variables			
			Indicadores	Instrumento	Escala	Fuente
Describir anatómicamente los anillos de crecimiento en la especie <i>Guazuma crinita</i> Mart. en bosque natural y plantación forestal.	Anillos de crecimiento	Bosque Natural Plantación	Tipo de anillos de crecimiento.  ancho de anillos de crecimiento.	Barreno o Sonda de Pressler	Descriptiva (cualitativa).  Cuantitativa continua.	Muestras
Determinar la cronología de la especie <i>Guazuma crinita</i> Mart. en bosque	Eventos climáticos anómalos del fenómeno El Niño,	Bosque Natural Plantación	Temperatura  Precipitación	National and Atmospheric Administration	Cuantitativa continua.	Base de Datos

natural y plantación forestal.	en un periodo de tiempo.					
Evaluar el incremento medio anual de <i>Guazuma crinita</i> Mart. en bosque natural y plantación forestal.	Dimensión de crecimiento del ancho de los anillos de crecimiento	Bosque Natural Plantación	Mediciones de los anillos de crecimiento	Software Image pro plus	Cuantitativo continuo	Muestras
Determinar la relación del clima con el crecimiento de <i>Guazuma crinita</i> Mart	Clima IMA	Bosque Natural Plantación	Relación significativa en ambos	Software COFECHA	Cuantitativo continuo	Muestras
Analizar la relación de la cronología con el fenómeno del niño de la especie <i>Guazuma crinita</i> Mart. bosque natural y plantación forestal	Correlacionar la cronología y la dimensión del ancho de los anillos de crecimiento.	Bosque Natural Plantación	Diferencia significativa entre ambos	Software ARSTAN	Cuantitativo continuo	Muestras

## 1.6 Hipótesis

### Hipótesis alterna

- El potencial dendrocronológico que presenta la especie *Guazuma crinita* Mart., es diferente en un bosque natural y en una plantación.

### Hipótesis nula

- El potencial dendrocronológico que presenta la especie *Guazuma crinita* Mart., no es diferente en un bosque natural y en una plantación.

## 1.7 Justificación e importancia

La falta de conocimiento sobre estudios realizados en especies que pueden ser potencialmente utilizados para diferentes fines en nuestra región crea vacíos al momento de decidir especies para plantaciones y extracción en los bosques causando de esta manera gastos innecesarios, por lo que es necesario tener estudios específicos para visualizar el comportamiento de cada especie y saber la importancia de esta en la actividad maderera de nuestra región. Piero Ghezzi indica que el sector forestal podría crear empleos hasta de 550,000 en un plazo de hasta 15 años y que otro sector que genera más mano de obra es el acuícola(Díaz, 2017).

En el 2017, las exportaciones forestales cayeron por tercer año consecutivo y tocaron su punto más bajo en una década. Este retroceso se debe justamente la mala imagen que tiene el país de no tener cuidado con sus bosques y también debido a una clara falta de política para el sector (Díaz, 2017). La explotación selectiva que atraviesa nuestra región ha llegado a deteriorar rápidamente nuestros bosques que son recursos valiosos. El problema radica,

además del inexistente compromiso ambiental de los taladores y en los mecanismos para la extracción (Meléndez, 2013).

Los trabajos de investigación que se realizan siempre serán una herramienta de suma importancia, por esta razón el abordaje de conocimiento de especies que tienen propiedades valiosas en el ámbito maderero se tienen que realizar con cautela para obtener resultados favorables.

## **1.8 Consideraciones éticas.**

En la presente investigación las elecciones e iniciativas tomadas como en otras investigaciones estuvieron enrumadas a asegurar tanto la calidad de la investigación, como la seguridad y el bienestar de las personas involucradas en la investigación de grado, cumpliendo con los reglamentos, normativas y aspectos legales pertinentes, para lograr los objetivos planteados en la tesis. Así mismo se cumplió con el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios con Resolución de Consejo Universitario N°525-2017-UNAMAD-CU.

Con respecto a ley General del Ambiente N° 28611 se tuvo las siguientes consideraciones éticas:

- Se tuvo respeto por el medio ambiente.
- Se llevó a cabo la investigación con responsabilidad.
- La información obtenida no fue manipulada.
- Se tomó las medidas necesarias para evitar cualquier deterioro en el ambiente.

Por otro lado, se respetó los derechos de autor y a la propiedad intelectual, citando todas las fuentes secundarias utilizadas en la presente investigación evitando acciones de plagio, el presente trabajo de investigación no tiene más del 20% de copiado de trabajos similares.

Por último, se respetó y enmarco la tesis respetando la Ley Forestal N° 29763 y la Ley General del Ambiente N°28611 y las Normas Técnicas Peruanas

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de estudios realizados

#### Estudios Internacionales

Suntaxi y Jiménez (2011) en la investigación que realizaron titulada “Aproximación dendroclimatológica, en un Bosque Seco utilizando la Especie Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) y su Relación con la Precipitación y la Temperatura en el Período 1974 -2007” donde se obtuvo 10 muestras con mayores de 10 DAP con método destructivo (rodajas) las cuales arrojaron una correlación de 0.49 con temperatura y 0.86 con precipitación indicando de esta manera que *Guazuma ulmifolia* esta influenciada mayormente por la precipitación seguida de la temperatura en los años 1983 y 1998 donde se observa mayor ancho de anillos de crecimiento.

Roig *et al.* (2001) en la investigación “Estudios dendrocronológicos en los ambientes húmedos de la puna Boliviana” donde realizaron estudios dendrocronológicos en la especie *Polylepis pepeii* de la cual se obtuvieron 30 muestras a través del método no destructivo de barrenos de incrementos, y se utilizaron programas como COFECHA y ARSTAN teniendo como resultado que el incremento radial de esta especie está influenciada por las variaciones de temperatura en el verano, así se obtiene que la presencia de anillos de crecimiento en las plantas es una condición inicial para conducir estudios dendrocronológicos.

Paredes *et al.* (2015) en la investigación “La variabilidad de la lluvia y la temperatura en Bolivia deriva del ancho del anillo de árbol de *Amburana cearensis* (Padre Allem.) AC Smith” realizaron recolecta de once discos de madera de árboles maduros seleccionados al azar en la cual se obtiene como

resultado que el crecimiento radial promedio fue de 0,58 cm al año<sup>-1</sup>. Se encontró una correlación significativa entre las muestras de *A. cearensis* (0,34). El ancho del anillo arbóreo se correlacionó positivamente con la precipitación mensual y se correlacionó negativamente con las temperaturas máximas durante la temporada de lluvias de 6 meses (noviembre-abril) indicando de esta manera que *A. cearensis* exhibe un potencial para reconstruir el clima en la región boliviana de Chiquitania.

Briceño, Rangel y Marys (2016) en la investigación “Estudio de los anillos de crecimiento de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en Colombia” la metodología con rodajas se aplicó en 28 individuos, la cronología de anillo de árbol abarcó durante el período 1944-2013 (70 años) obteniendo como resultado que el crecimiento radial fue influenciado positivamente por las lluvias y negativamente relacionado por la temperatura anual. No hubo relación entre el crecimiento del árbol y el índice SOI (indicador de eventos El Niño / La Niña) De acuerdo con los resultados *C. alliodora* alcanzaría un crecimiento del diámetro pico de 205,5 cm en 65 años de edad.

Figueiredo *et al.* (2015) en la investigación “dendrocronología de árboles de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake de ocurrencia en la Rebio de Tinguá-RJ1” tomaron los 30 árboles seleccionados fueron recolectados cuatro muestras radiales del tronco, utilizando una sonda Pressler. Las muestras fueron pulidas mecánicamente para mejor visualización de los anillos de crecimiento y posterior delimitación y medición de la anchura de ellos. Para verificar la sincronización de la anchura de los anillos de crecimiento y generar una serie maestra de la cronología para la especie, se utilizó el programa estadístico COFECHA. La especie presenta un óptimo potencial dendrocronológico, confirmado por una elevada correlación de

la anchura de los anillos de crecimiento entre y entre árboles. Además, exhibe alto el coeficiente de sensibilidad media, que demuestra respuesta a las variaciones ambientales. El crecimiento de la especie es correlacionado con la precipitación en la estación seca.

### **Estudios Nacionales**

Gutierrez y Valencia (2013) en el estudio presentado “Anatomía de anillos de crecimiento de 80 especies arbóreas potenciales para estudios dendrocronológicos en la selva central, Perú” determinaron que la especie *Guazuma crinita* Mart. de la familia MALVACEAE mostro potencial para estudios dendrocronológicos por presentar anillos de crecimiento regulares, distintos y delimitados por bandas de fibras acortadas radialmente.

Pereyra *et al.* (2013) “Potencialidad de *Cedrela odorata* (Meliaceae) para estudios dendrocronológicos en la selva central del Perú”. En esta investigación dan a conocer que el desarrollo de los anillos de crecimiento de la especie *Cedrela odorata* está estrechamente relacionada con las lluvias (precipitación) formando anillos anchos y estrechos en respuesta a una mayor y menor actividad cambial, lo cual hacen de esta una especie promisoría para estudios dendroclimatológicos y dendroecológicos en la selva central del Perú.

Zúñiga (2012) en su tesis “Aplicación de la dendrocronología para evaluar la influencia de la precipitación y la temperatura en el crecimiento de *Tectona grandis* L.f. procedente del Fundo Génova – Junín”. Concluyó a través de estudios dendrocronológicos, colecta que se realizó por el método no destructivo con ayuda del barreno que la especie “teca” tiene una relación directa entre el crecimiento en diámetro del fuste y la



precipitación la cual se considera a esta especie como potencial para reconstrucciones climáticas.

Mamani (2018) en su investigación de tesis titulado “Dendrocronología en Árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., en el Sector La Joya – Tambopata – Madre de Dios.” Concluye que la especie *Cordia alliodora* tiene gran potencial dendrocronológico por la buena marcación de sus anillos, la cronología de la especie fue de 13 años (2003 – 2015), tiene un incremento medio anual promedio de 1.72 cm/año y presentó una respuesta a la precipitación local y una influencia del fenómeno El Niño en su desarrollo en los años 2006 y 2015.

Rodriguez (2014) en su trabajo de tesis titulado “Evaluación de la influencia del raleo en el crecimiento de *Pinus patula* Schl. et Cham. aplicando técnicas dendrocronológicas en plantaciones de Cajamarca – Perú” realizó el estudio con 35 muestras de *Pinus patula* de parcela raleada y no raleada por método no destructivo teniendo como resultado que ambos lugares de muestreo son de 22 años en la cual la precipitación fue influencia para la formación de los anillos de crecimiento también se encontró que el 63% fue afectado positivamente en el crecimiento por el raleo de hace 15 años cuya tasa promedio de crecimiento fue de 1,3 cm anuales comparada con la de la zona testigo de 1,2 cm anuales.

## **2.2 Marco Teórico**

### **Distribución geográfica**

La bolaina es una especie forestal de la familia Malvaceae que tiene un rápido crecimiento por esa razón es una alternativa importante para satisfacer la demanda de madera en el corto plazo, tiene distribución muy amplia en el Neotrópico desde

Centroamérica a la región Amazónica, hasta el sur de Brasil, Bolivia y Perú. La especie en el Perú se encuentra en los departamentos de Loreto, Amazonas, Ucayali, Huánuco, San Martín, Madre de Dios, Junín y Cerro de Pasco entre 0 y 1 000 m.s.n.m (ITTO, 2017).

La bolaina blanca se caracteriza por un rápido crecimiento inicial de hasta 3 m de altura al año (edad de la rotación final de 10 a 15 años) y muestra una excelente adaptabilidad a una amplia gama de lugares como suelos arcillosos de mal drenaje pesados muy generalizados en los trópicos (Flores, 2014).

La bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.), es una especie pionera y líder ya que es de rápido crecimiento y está presente principalmente en las tierras aluviales luego de la explotación agropecuaria, como consecuencia de la tumba y quema realizada por los colonos (IIAP, 2009).

### **Descripción botánica**

**Nombre común:** El nombre común por el que se le conoce en el Perú es Bolaina, Bolaina Blanca. En Brasil se le conoce como Mutamba

**Nombre científico:** *Guazuma crinita* Mart.

**Familia:** MALVACEAE

El árbol de la bolaina alcanza hasta una altura de 35 m y 50 cm de diámetro; tiene tronco circular, sin aletones o éstos extendidos y ramificados. La copa es plana o aparasolada, sobre el tercio superior. Su corteza superficial del tronco es grisácea, negruzca, agrietada a fisurada. Corteza viva con muchas laminillas; de ella puedes obtener tiras largas; en

árboles de cierto grosor se observan dos capas; una externa fibroso-compacta y otra interna fibrosa-laminar, ambas de color crema, oxidando a marrón oscuro después de unos segundos de ser expuestas al aire: exudan un mucílago incoloro, escaso y dulceíno (Quitorán 2010).

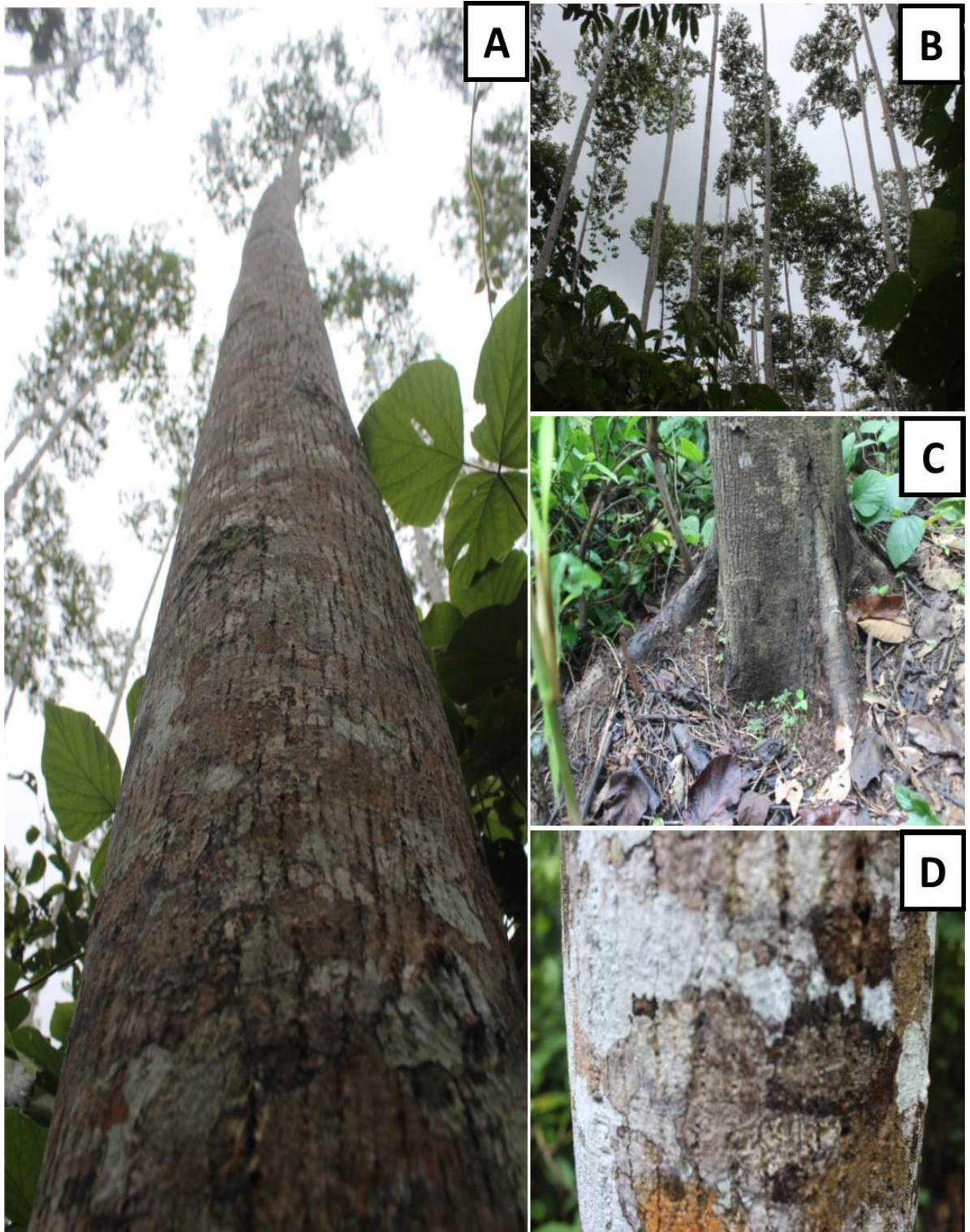
Sus hojas son Simples, alternas y dísticas, de 10-18 cm de longitud, y 5-7 cm de ancho, el peciolo de 1,5-2 cm de longitud, pulvinulado, las láminas ovadas, frecuentemente asimétricas, aserradas, la nervación palmeada, los nervios secundarios prominulos en haz y envés, el ápice agudo y acuminado, la base cordada, las hojas cubiertas de pubescencia de pelos estrellados y escamosos (10 x) sobre todo por el envés (Quitorán 2010).

Las Inflorescencias son panículas axilares de unos 8-12 x 3-6 cm con muchas flores pequeñas, de 8-12 mm de longitud, hermafroditas, con cáliz y corola presentes, los pedicelos de 4-8 mm de longitud, el cáliz de 2-3 mm de longitud, la corola de 6-12 mm de longitud, de color rosado, con cinco pétalos, cada uno de ellos en forma de cuchara y con dos largos apéndices en el extremo, el androceo formado por cinco columnas estaminales que portan en su extremo numerosas anteras, el gineceo con ovario súpero, ovoide, pequeño con respecto al fruto estos son cápsulas globosas de unos 4-8 mm de diámetro con la superficie densamente cubierta de pelos largos, de unos 3-4 cm de longitud (Quitorán 2010).

La floración de la bolaina inicia frecuentemente entre los meses de julio a setiembre durante la estación seca, finalizando con el fructificación entre los meses de octubre a diciembre (ITTO, 2017).



**Figura 01.** Muestra botánica de *Guazuma crinita* Mart.



**Figura 02.** *Guazuma crinita* Mart. **A)** Árbol en pie. **B)** Plantación. **C)** Base de árbol en pie. **D)** Tipo de corteza.



### **Descripción anatómica**

Organolépticamente la madera de “Bolaina” tiene color blanco (duramen blanco, albura no diferenciado del duramen), olor no diferenciado, sabor no distintivo, brillo medio, grano recto, textura media, con respecto al veteado en el corte tangencial ausente y corte radial ocasionalmente jaspeado, los anillos de crecimiento son poco visibles por bandas claras de forma regular (Portal 2010).

Macroscópicamente tiene poros visibles a simple vista, porosidad difusa, poros solitarios y múltiples radiales en menor proporción, parénquima apotraqueal del tipo difuso en agregado. Los radios en el corte transversal visibles a simple vista, medianos y en el corte tangencial no estratificados (Portal 2010).

Respecto a las propiedades físicas la madera “Bolaina” es una madera liviana que tiene una densidad básica de 0,41 g/cm<sup>3</sup> clasificado como media. Presenta una contracción tangencial de 5,5%, contracción radial de 3,5% y el índice de estabilidad T/R de 1,6, se clasifica como baja y es estable (Soares y Portal 2014).

### **Usos de la especie**

La madera de la bolaina tiene buena durabilidad por la que es usada para trabajos de carpintería y elaboración de utensilios como mondadientes, paletas de chupetes, palos de fosforo y artesanía; en años recientes se le usa crecientemente en la industria de los tableros contrachapados. La corteza interna es fibrosa por lo que es usada por locales como material para

amarrar o atar (Acevedo y Mori 2013).

Hasta 2017, el uso de la madera de la bolaina se limitaba a la construcción de viviendas en áreas del río ucayali, mayormente en comunidades y en los crecientes vecindarios de bajos ingresos alrededor de ciudades como Pucallpa, donde casi el 65% de las viviendas tenía paredes fabricadas con tablillas de bolaina. El uso local de la bolaina empezó a incrementar con la comercialización a nivel internacional de especies más valiosas de madera. Al empiezo el mercado era reducido, pero después del terremoto de 2007, el uso de la bolaina fue en aumento ya que se utilizaba para la elaboración de casas prefabricadas para las situaciones de emergencia, ocupando así un lugar importante dentro de la lista de las 20 especies más aprovechadas a nivel nacional (Peter *et al.* 2013).

El rendimiento de la especie bolaina, medida en 3 m /ha, es una de más altas de la Amazonía peruana para especies maderables de rápido crecimiento, con incrementos anuales que están en el rango de 32% y 58%. La madera aserrada de esta especie es un producto que ha alcanzado una gran aceptación en el mercado regional y nacional. Sólo en el departamento de Ucayali su demanda se incrementó en 450% en los últimos cuatro años (de 20 000 a 110 000 m<sup>3</sup> /año). Sin embargo, aún falta garantizar que su aprovechamiento sea sostenible en el tiempo y además cubra las necesidades de calidad que demandan los usuarios (IIAP, 2009).

## 2.3 Definición de términos

### **Dendrocronología**

El nombre indica una relación muy estrecha entre los árboles y el tiempo. La palabra deriva del griego dendron “árbol”, crono “tiempo” y logo “conocimiento” y denomina una disciplina científica dotada de un conjunto de principios, técnicas y métodos que permiten datar los anillos de crecimiento anuales, extraer, separar e interpretar la información que contienen de los diferentes factores que han influido en su crecimiento. El objetivo principal es establecer cronologías o series maestras (series promedio). Para ello, hace falta, primero, identificar y datar los anillos asignando a cada uno de ellos el año de calendario exacto en el cual se formó. Las series dendrocronológicas permiten la investigación en numerosos campos de la ciencia ya que constituyen un registro del tiempo y un archivo de los acontecimientos pasados, por ello también son muy útiles para datar acontecimientos siempre que hayan afectado a los árboles (perturbaciones), datar objetos y construcciones de madera (Gutierrez, 2016).

Esta disciplina tiene como principio que el crecimiento radial de las especies leñosas es rítmico y de forma anual de acuerdo a condiciones ambientales determinadas por las estaciones del año. De esta manera se le asigna un año calendario a cada anillo de crecimiento. Por otro lado, el crecimiento de los árboles es la respuesta que integra un conjunto de estímulos ambientales bióticos (ej., competencia) y físicos (ej., temperatura, precipitación), y junta esa información en la estructura de sus anillos, convirtiéndolos en verdaderos "archivos ambientales" (UACH, 2017).



## **Anillos de crecimiento**

Los anillos de crecimiento están conformados por células por donde circulan los elementos vitales del vegetal, estas pueden ser distintas según los productos colorantes, resinas, taninos etc. que puedan contener.

Este conjunto de tejidos sirve de sostén a los árboles y se van renovando en cada periodo vegetativo las cuales forman un círculo concéntrico alrededor de las del otro año por lo que al hacer un corte transversal se puede visualizar estos anillos que representan la vida del árbol o estaciones lluviosas y secas.

Los anillos de crecimiento no son formados homogéneamente por los distintos factores externos en su formación, estos tejidos con el transcurrir de los años se van comprimiendo hacia el interior formando así el corazón del tronco, la zona más oscura se conoce como duramen y está conformada por anillos más viejos y la zona más clara está conformada por anillos nuevos por lo tanto son más blandos (Quimicas Tháí, 2010).

## **Anillos de crecimiento como indicadores climáticos**

Los árboles con el pasar de los años forman anillos de crecimientos que cuentan una historia sobre su desarrollo, estas tienen secretos sobre su entorno de crecimiento porque constituyen un registro climático del pasado y fluctúan de acuerdo a los cambios ambientales a las que fueron expuestas en toda su vida (Colaca 2008).

Los anillos de crecimiento son considerados como registros anuales ya que en su formación demuestran las condiciones medioambientales a las que estuvieron expuestas, así si el

árbol tiene anillos anchos significa que hubo buena temporada y si ocurre lo contrario significa que hubo una estación dura con escasas de agua lo cual reduce su crecimiento (Colaca 2008).

Los anillos de crecimiento juegan un rol importante como fuente de información para diversos estudios científicos. La ciencia que se encarga de los análisis de estos anillos de crecimiento se denomina Dendrocronología, y la disciplina que se encarga de obtener información climática de la variabilidad de los datos dendrocronológicos se denomina Dendroclimatología (Génova 2004).

### **Datación cruzada – Crossdating**

El principio más básico de la dendrocronología es el proceso de Crossdating la cual es una técnica que garantiza que a cada anillo de árbol individual se le asigne su año exacto de formación. Este proceso se logra combinando patrones de anillos anchos y estrechos del mismo árbol y entre árboles de diferentes ubicaciones (Martinez 2000)

En este proceso se verifica, visualmente, la existencia o no de alguna relación de los anillos característicos de todos los árboles. La interdatación se basa en la sincronía que hay en el patrón de anillos característicos de los árboles que han crecido bajo las mismas condiciones climáticas durante un periodo común. Los cambios en el grosor de los anillos de crecimiento son una respuesta a la variabilidad del clima (Gutierrez 2009).

### **COFECHA**

COFECHA es un programa de computadora escrito en ANSI estándar Fortran -77 por Richard L. Holmes del Laboratorio de

Investigación de Anillos de Árboles en el Universidad de Arizona.

Este es un programa informático que evalúa la calidad de la precisión cruzada y la medición de las series de anillos de árboles, razón por la cual se ha convertido en uno de los programas más importantes y ampliamente utilizados en estudios dendrocronológicos (Grissino 2001).

### **ARSTAN**

El programa ARSTAN produce cronologías a partir de series de medición de anillos de árbol mediante la tendencia de indexando (estandarizando) la serie, luego aplicando una estimación robusta de la función de valor medio para eliminar efectos de las alteraciones endógenas del soporte. El modelado autorregresivo de series de índices a menudo mejora la señal común. El extenso análisis estadístico de un intervalo de tiempo común proporciona la caracterización de conjunto de datos (Cook y Holmes 1986).

### **Madre de Dios: Clima**

El departamento de Madre de dios posee un clima cálido, húmedo y con precipitaciones superiores a 1 000 m.m. anuales. La temperatura media anual en la capital (Puerto Maldonado), es de 38 ° C. En los meses de agosto y setiembre el clima de Madre de Dios sufre a veces influencias de masas de aire frío que llegan desde el sureste del continente americano ocasionando sensibles bajas de temperatura que hacen bajar el termómetro hasta 8° C. Y que son conocidos localmente con los nombres de "surazo" o "friaje" (En Perú, 2017).

### III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Tipo de estudio

El tipo de estudio fue correlacional ya que en el estudio se determinó si las variables están relacionadas o no.

#### 3.2 Diseño de estudio

El diseño que se utilizó fue no experimental ya que no se manipularon las variables del estudio para la obtención de resultados.

#### 3.3 Población y muestra

Debido a que no hay una norma la cual indique el número de muestras se tomó como referencia la NTP 251.008:1980 la cual indica "Para estudios preliminares que permitan obtener un valor promedio de las propiedades físicas y mecánicas deben tomarse como mínimo tres árboles por población. Se recomienda trabajar preferiblemente con una seguridad estadística del 95% y un intervalo de confianza a 15 %, para lo cual deben tomarse como mínimo cinco árboles de un diámetro a la altura del pecho mayor de 30 cm, en caso sean menores a 30 cm de (DAP) deberán tomarse 10 árboles preferentemente" (INACAL, 2016).

Se tomaron también como referencia otras investigaciones como la investigación "Dendrocronología en árboles de Tornillo, *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Fabaceae), del centro de investigaciones Jenaro Herrera en el noreste de la amazonia,

Región – Perú” en la cual se tomaron muestras radiales de 20 árboles en plantación y 15 en bosque (Tomazello 2009) y de la investigación “Dendrocronología de árboles de mogno, *Swietenia macrophylla* King., Meliaceae, ocurrentes na floresta tropical amazônica do Departamento de Madre de Dios, Perú” en la que se tomaron 20 árboles para la obtención de muestras radiales en bosque de dos poblaciones, 07 árboles de la población A y 13 árboles de la población B (Rosero 2009).

Se realizó un inventario en bosque natural (Comunidad Nativa Infierno) de la cual se eligieron de manera aleatoria 20 ejemplares para la investigación, 10 de la clase diamétrica de 10 – 20 cm y 10 ejemplares de la clase diamétrica de 20 – 30 cm.

En la plantación (Comunidad Madama) también se realizó el inventario en la cual la plantación cuenta con 108 individuos de bolaina donde se observa que la plantación no cuenta con un desarrollo homogéneo, se eligió de forma aleatoria 10 de la clase diamétrica de 10 – 20 cm y 10 ejemplares de la clase diamétrica de 20 – 30 cm.

### **3.4 Métodos y técnicas**

#### **Metodología**

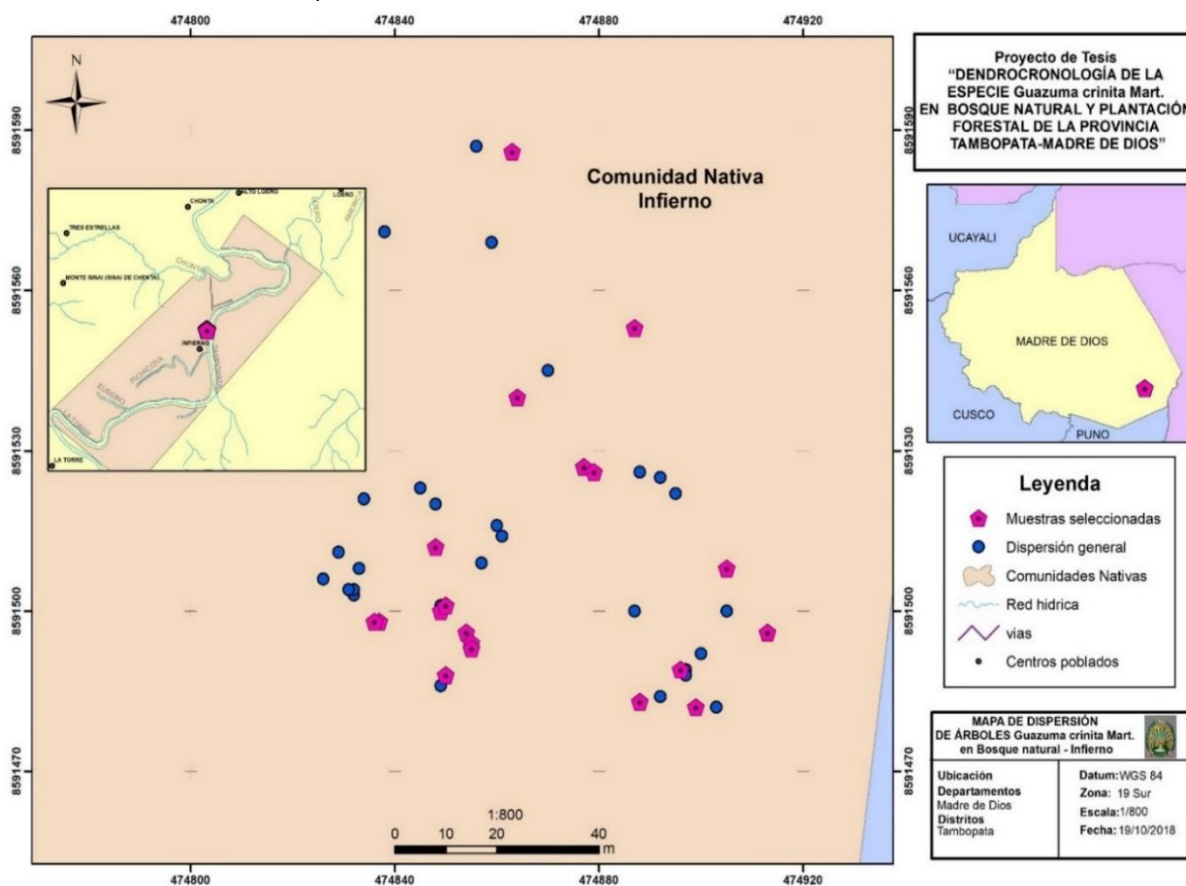
##### **a. Área de estudio**

El área de estudio de donde se obtuvo las muestras con método no destructivo fue de bosque natural (Comunidad Nativa Infierno) y plantación forestal (Comunidad Madama) de *Guazuma crinita* Mart.

### Bosque Natural (Comunidad Nativa Infierno) de *Guazuma Crinita* Mart. (Bolaina)

El área se encuentra ubicada en el Departamento de Madre de Dios provincia Tambopata carretera Puerto Maldonado—Infierno, Localidad Infierno margen derecho cerca al Puerto Tambopata (Figura 03). El área de “Bolaina” está acompañada por cultivos de naranja y plátano. Se encuentra en las coordenadas 19L 0477730 UTM 8595184 a 270 m.s.n.m.

La Comunidad Nativa de Infierno se caracteriza por tener áreas inundables ya que pasa por sus territorios el Río bajo Tambopata (AIDER, 2012). En el mes de junio del 2010 en la comunidad de Infierno se registro la inundación con un ancho de 241 m, profundidad promedio de 12 m y una máxima de 15 m (ANA, 2010).

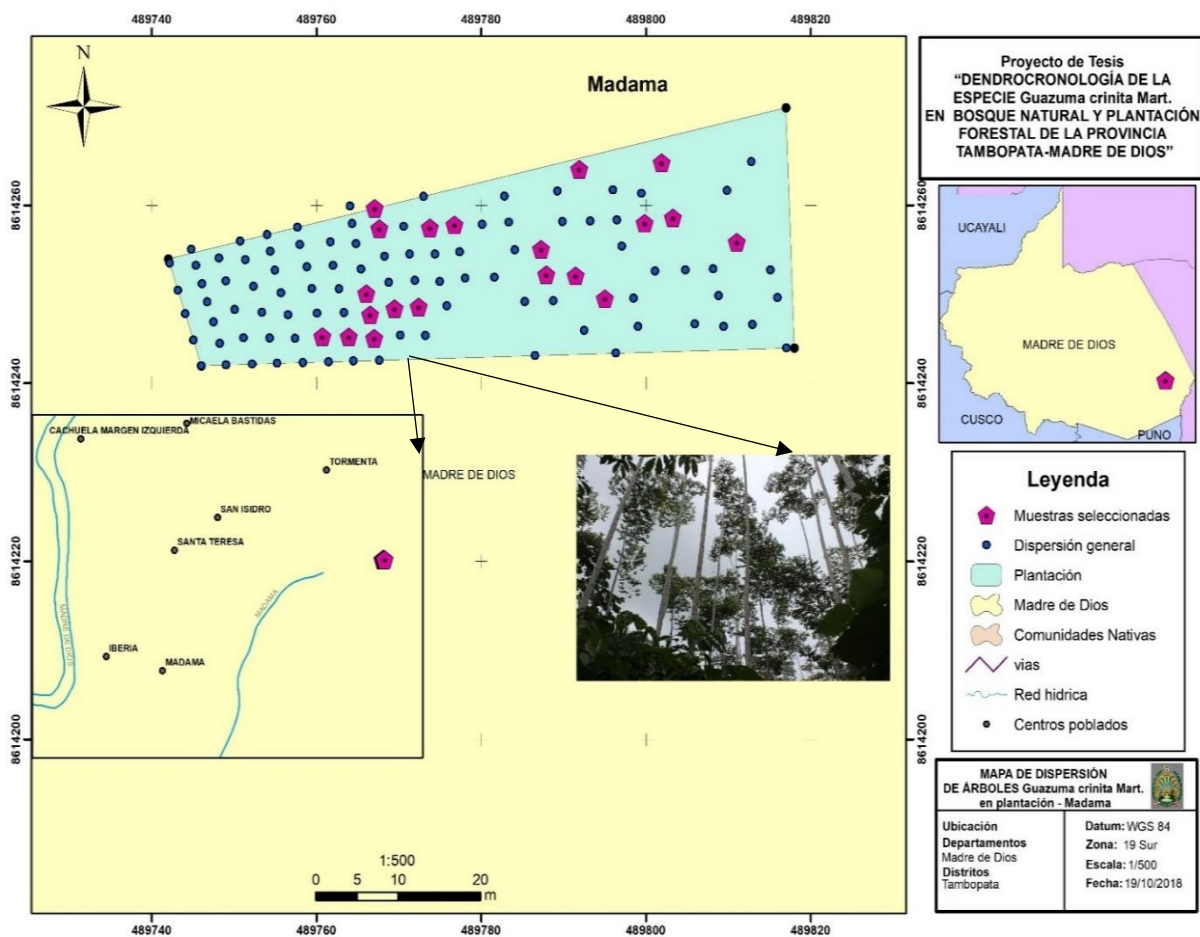


**Figura 03.** Mapa de dispersión de *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural de la Comunidad Nativa de Infierno.

### Plantación forestal (Comunidad Madama) de *Guazuma crinita* Mart. (Bolaina)

La Comunidad Madama se caracteriza por contar con bosque de terraza baja rodeada de pastizales y áreas de cultivo (Figueroa & Stucchi, 2010).

La plantación se encuentra ubicada en el departamento de Madre de Dios provincia Tambopata carretera Puerto Maldonado—Iberia, Comunidad Madama a 5,5 km margen derecho, la plantación tiene una extensión de  $\frac{1}{4}$  de hectárea, con una separación de 3x3 m (Figura 04), acompañada por cultivos de naranja y aguajales. La plantación se encuentra en las coordenadas 19L 0489759 UTM 8614255 a 180 m.s.n.m.



**Figura 04.** Mapa de dispersión de *Guazuma crinita* Mart. en la plantación forestal de la Comunidad de Madama

### b. Inventario de Bolaina “*Guazuma crinita* Mart.” en bosque Natural y plantación

Se realizó un inventario de la especie en bosque natural (Comunidad Nativa Infierno) (Figura 03 y Tabla 03) y en plantación (Comunidad Madama) (Figura 04 y Tabla 02) tomando las siguientes consideraciones: Diámetro a la altura del pecho (DAP), altura, estado fitosanitario. Estos parámetros serán de mucha importancia para saber el estado de las muestras para el estudio dendrocronológico.

**Tabla 02.** Muestras escogidas al azar del Inventario de *Guazuma crinita* Mart. en plantación forestal (Comunidad Madama).

N°	Especie	DAP (cm)	H (m)
1	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	21,8	10
2	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	19,5	12
3	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	21,9	11
4	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	20,7	10
5	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	20,7	9
6	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	18,2	10
7	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	21,5	10
8	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	27,4	11
9	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	18,9	10
10	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	25,5	10
11	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	19	10
12	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	24,8	11
13	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	24,2	11
14	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	21,8	11
15	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	18,6	10
16	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	17,1	11
17	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	15,5	10
18	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	17,5	9
19	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	16	11
20	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	13,5	9



**Tabla 03.** Muestras escogidas al azar del Inventario de *Guazuma crinita* Mart. en Bosque natural (Comunidad Nativa Infierno).

N°	Especie	DAP (cm)	H (m)
1	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	33,4	10
2	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	29,43	9
3	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	22,26	15
4	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	29,94	12
5	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	19,78	8.5
6	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	14,65	10
7	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	22,29	12
8	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	13,69	8
9	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	20,03	10
10	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	17,26	13
11	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	21,97	12
12	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	11,5	8
13	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	21,66	12
14	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	20,02	12
15	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	10,51	7
16	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	19,7	12
17	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	20	14
18	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	21,02	14
19	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	22,92	11
20	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	22	10

### c. Colección de muestras de Bolaina “*Guazuma crinita* Mart.”

Las muestras se tomaron de forma aleatoria tanto de bosque natural (Comunidad Nativa de Infierno) como de la plantación (Comunidad Madama). El método que se utilizó para la colecta de muestras fue el no destructivo con barreno Pressler, con cuatro muestras por árbol diámetro a la altura del pecho (DAP), árboles en buen estado fitosanitario. Las muestras fueron colocadas en tubetes sellados en los extremos para evitar daños en su transporte y codificadas para no causar confusión en posterior análisis en laboratorio.

Luego de obtener las muestras se realizó un tratamiento en cada individuo para ayudar a su cicatrización. Los orificios fueron

sellados con un cicatrizante hormonal (Sanix) y silicona negra para evitar el ingreso de patógenos (Figura 05).

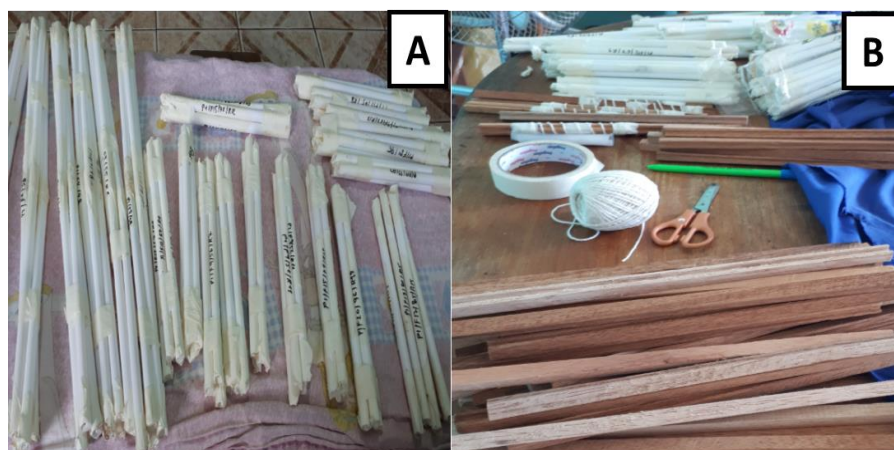


**Figura 05.** A) y B) Ingreso del barreno al individuo seleccionado a la altura del pecho. C) Obtención de las muestras radiales. D) Aplicación de cicatrizante (sanix) en los orificios.

## Análisis Dendrocronológico de la especie Bolaina (*Guazuma crinita* Mart.).

### a. Preparación de las muestras.

Las muestras de madera obtenida de los 20 árboles de bolaina tanto de Bosque natural (Comunidad Nativa de Infierno) y plantación (Comunidad Madama) fueron pegadas de manera que la parte transversal de la muestra se encuentre visible en los soportes de madera y amarradas con pabilo para mejor pegado. La codificación de las muestras fueron de acuerdo a su origen (Figura 06) y luego secado al medio ambiente, las muestras fueron clavadas en una tabla para facilitar el siguiente proceso, posteriormente fueron lijadas por la parte transversal con lijas de diferentes granulaciones (80-1 200) para mejor visualización de los anillos de crecimiento, constantemente durante el lijado de iba limpiando los restos con un soplete para que los poros no se obstruyan (Figura 07).



**Figura 06.** A) muestras colocadas en tubetes. B) pegado y amarrado de muestras en los soportes de madera



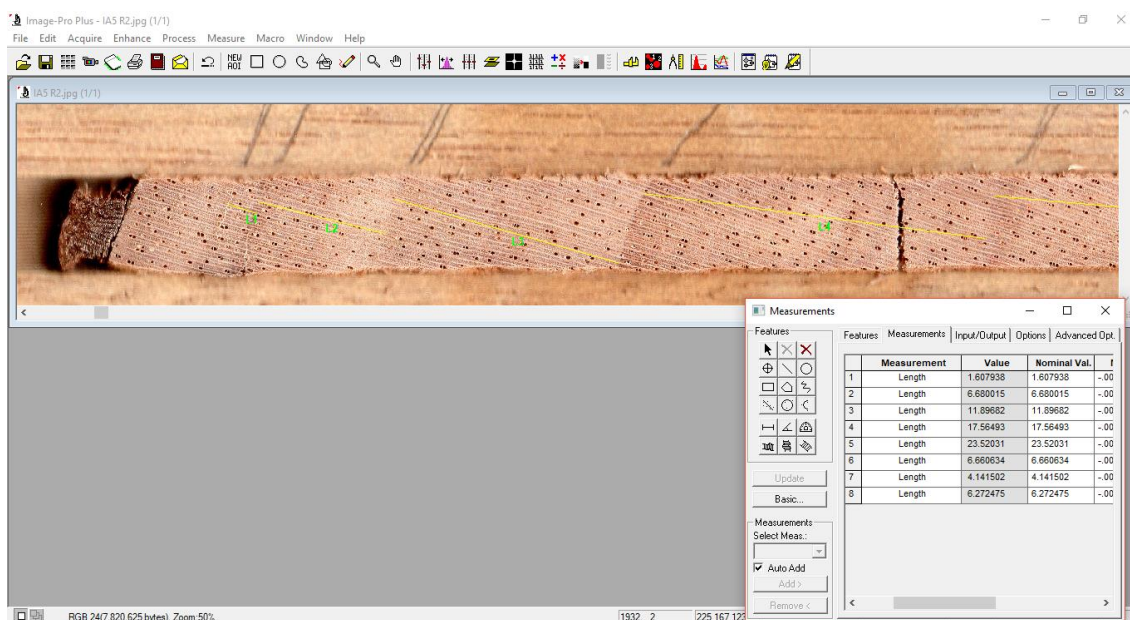


**Figura 07.** (C) Clavado de muestras en una tabla. (D) Lijas de diferentes granulaciones (80-1 200). (E) Proceso de lijado de muestras. (F) Uso de soplete para limpiar restos de lijado.

### b. Digitalización Y Medición

Para este proceso se utilizó una Lupa 10x para realizar un conteo preliminar de los anillos de crecimiento, luego las muestras fueron digitalizadas a través de un scanner a 1 200 de resolución para

su mejor visualización de los anillos de crecimiento de la parte transversal. Las mediciones se realizaron en el ancho de los anillos de crecimiento con el software Image pro plus V4.5, el proceso fue para muestras de ambas zonas de estudio (Figura 08).



**Figura 08.** Medición del ancho de los anillos de crecimiento de *Guazuma crinita* Mart. con el software Image pro plus.

### c. Co-Fechado de los anillos de crecimiento

Luego de haber obtenido el ancho de los anillos de crecimiento de los 4 radios de cada árbol muestreado, se procedió a construir la serie cronológica de los anillos. el programa COFECHA realizó el control de la calidad de las mediciones de los anillos de crecimiento y la verificación de la sincronización (co-fechado), analizó estadísticamente la correlación entre las porciones de las verificadas, logrando identificar falsos anillos o anillos faltantes de crecimiento para su posterior control, además permitió comprobar y corregir el Co-fechado.

#### **d. Incremento radial de *Guazuma crinita* Mart.**

Para la obtención de estos datos se trabajó con las siguientes mediciones: Incremento corriente anual (ICA) (1) y el Incremento corriente anual acumulado (ICAA) (2)

##### **Incremento corriente anual (ICA)**

$$ICA = \text{Ancho de anillos de crecimiento} \dots (1)$$

##### **Incremento corriente anual acumulado (ICAA)**

$$ICAA = \sum_1^n ICA \dots (2)$$

#### **e. Datos Meteorológicos “Fenómeno Del Niño”**

Los datos climáticos fueron obtenidos con la base de National and Atmospheric Administration, datos históricos de temperatura del aire y precipitación total mensual del área de estudio (Comunidad Nativa de Infierno y Comunidad Madama).

#### **f. Construcción de la cronología**

Este proceso fue realizado con el programa ARSTAN la cual nos indicó la antigüedad de bosque natural y de la plantación. Con la cronología construida se verificó la precipitación y temperatura además de relacionar con el fenómeno climático EL NIÑO y su influencia con los crecimientos en los árboles de bolaina (*Guazuma crinita* Mart.).

## Tratamiento de los datos

Los programas que se utilizaron para la obtención de los resultados fueron los siguientes:

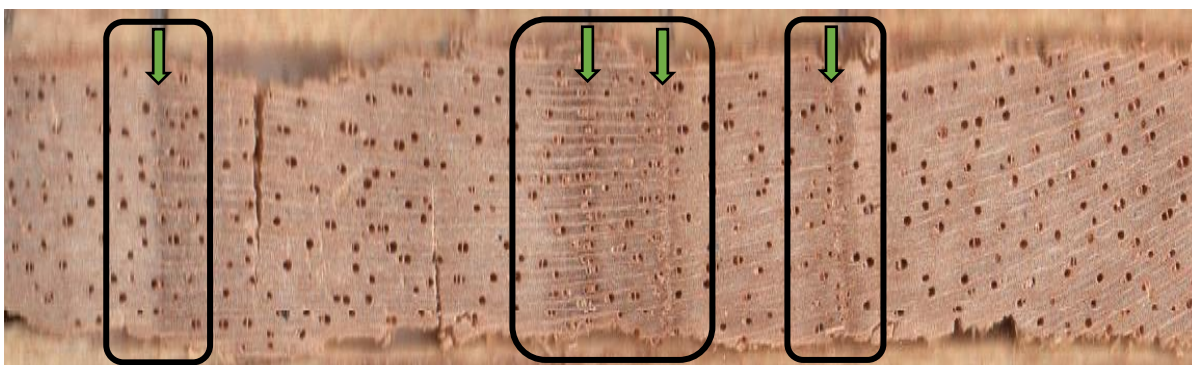
- Para la descripción de los anillos de crecimiento, esta se realizó describiendo las muestras de bosque natural y plantación forestal con el programa IMAGE PRO PLUS para mejor visualización de las muestras.
- Para la determinación de la cronología de la especie *Guazuma crinita* Mart. En bosque natural y plantación forestal se utilizó el programa COFECHA que realizó la verificación de la sincronización y el control de calidad de las mediciones de los anillos de crecimiento.
- Para la evaluación del incremento medio anual de *Guazuma crinita* Mart. En bosque natural y plantación forestal se utilizó el programa IMAGE PRO-PLUS con el cual se realizaron las mediciones de los anchos de los anillos de crecimiento.
- Para la determinación de la relación del clima con el crecimiento de *Guazuma crinita* Mart. Se utilizó el programa COFECHA.
- Para el análisis de la relación de la cronología con el fenómeno del niño de la especie *Guazuma crinita* Mart. En bosque natural y plantación forestal se utilizó el programa ARSTAN para la obtención de la cronología a partir de un conjunto de mediciones de ancho de anillos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Descripción anatómica de los anillos de crecimiento en la especie *Guazuma crinita* Mart., en bosque natural y plantación forestal.

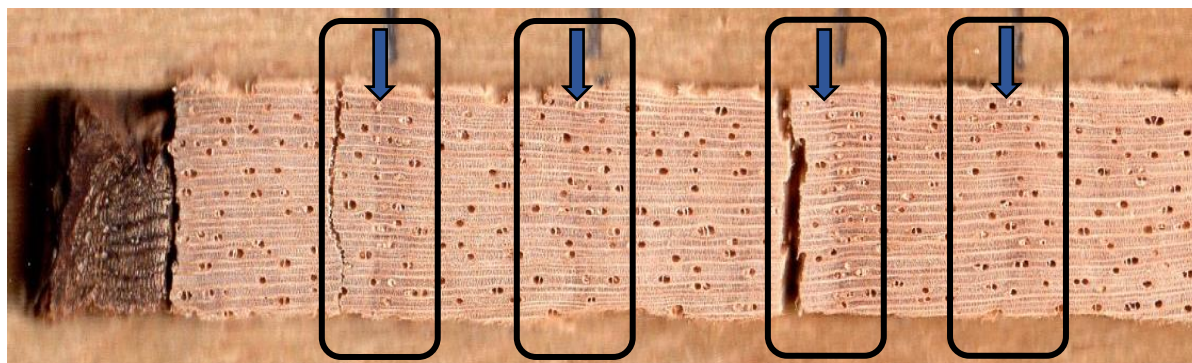
La especie *G. crinita* Mart., está caracterizado en la parte transversal por contar con anillos de crecimiento diferenciados a simple vista por bandas oscuras con zonas fibrosas, poros visibles a simple vista solitario y múltiples radiales, radios uniformes.

Se encontraron diferencias en la marcación de los anillos, como se observa en (Figura 9 y 10) la marcación en plantación (Comunidad Madama) fue más marcada que en bosque natural (Comunidad de Infierno).



**Figura 09.** Anillos de crecimiento de *Guazuma crinita* Mart. en plantación forestal (C. Madama). Las flechas verdes indican el límite del anillo de crecimiento.





**Figura 010.** Anillos de crecimiento de *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural (CN. Infierno). Las flechas azules indican el límite del anillo de crecimiento.

En la investigación “Anatomía de anillos de crecimiento de 80 especies arbóreas potenciales para estudios dendrocronológicos en la Selva Central, Perú” indica que las especies *Matisia bicolor* Ducke y *Guazuma crinita* Mart. De la familia Malvaceae tiene potencial para estudios dendrocronológicos porque presentaron anillos de crecimiento marcados, regulares y delimitados por bandas de fibras acortadas radialmente (Gutierrez y Valencia 2013). De esta manera se enfatiza que la intensidad de marcación de los anillos de crecimiento de *Guazuma crinita* Mart. puede variar de acuerdo con las características del lugar donde se desarrolla.

#### **4.2 Cronología de la especie *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural y plantación forestal.**

Se realizó el crossdating de los radios de cada árbol y después entre los árboles de la misma especie. El crossdating encontrado para *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural (Comunidad Nativa de Infierno) fue 0,242 presentando una clasificación del potencial dendrocronológico bajo (+-). Y para *Guazuma crinita* Mart. (Comunidad Madama) presentó una intercorrelación de 0,496 la cual

presenta una clasificación del potencial dendrocronológico alto (++) (Tabla 04 y 06).

Como el nivel de intercorrelación no supero lo establecido por el programa COFECHA, de 0,32 (Tabla 06), los datos encontrados de la cronología y edad máxima para la especie *Guazuma crinita* en Bosque natural (Comunidad Nativa de Infierno) son referenciales y no se pudo construir la serie master y la relación del crecimiento de los árboles con el clima.

**Tabla 04.** Resultado de control de calidad de las medidas del ancho de los anillos de crecimiento de *Guazuma crinita* Mart. (plantación y bosque natural) ejecutado por el programa COFECHA.

<b>Especie</b>	<b><i>Guazuma crinita</i> (Plantación)</b>	<b><i>Guazuma crinita</i> (Bosque natural)</b>
Nº de árboles	20	20
Promedio de Intercorrelación	0,496	0,242
Promedio de sensibilidad	0,762	0,649
Cronología (intervalo)	2004 - 2016	1990 - 2016
Edad máxima	13 años	27 años
Potencial dendrocronológico	++	+-

**Tabla 05.** Resultado de número de árboles (series) antes y después del conteo de Plantación y Bosque natural.

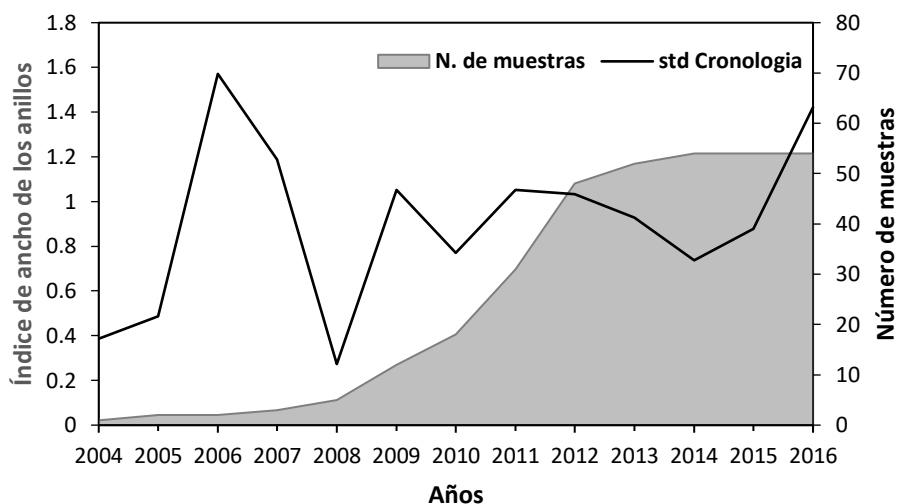
<b>Especie</b>	<b>Nº de árboles</b>		<b>Cronología (intervalo)</b>	<b>Edad máxima</b>
	<b>Antes</b>	<b>Después</b>		
<i>Guazuma Crinita</i> Mart. Plantación	20 (80)	20 (52)	2004 - 2016	13 años
<i>Guazuma Crinita</i> Mart. B. Natural	20 (80)	15 (43)	1990 - 2016	27 años

En la investigación “Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis” indica que las especies *Amburana cearensis*, *Bertholletia excelsa* y *Cedrela odorata* muestran una mediana a alta correlación con 0,35, 0,53 y 0,57 respectivamente y las demás especies: *Cedrelinga catenaeformis*, *Peltogyne cf. Heterophylla*, *Tachigali vasquezii* bajas correlaciones con 0,29, 0,16 y 0,18 respectivamente (Brienen & Zuidema, 2005). Esta clasificación es aún de manera muy cualitativa entonces, se propone la siguiente tabla para clasificación de potencial dendrocronológico en el programa COFECHA (Tabla 06)

**Tabla 06.** Propuesta de clasificación dendrocronológica para el programa COFECHA.

<b>Clasificación de potencial Dendrocronológico</b>	
<b>Correlación</b>	<b>Potencial</b>
Mayor a 0.32	+ + (alto)
$0.32 \leq 0.25$	+ - (regular)
Menor a 0.25	- - (bajo)

Para la cronología producida, la intercorrelación de Pearson fue igual a 0,496 para plantación y 0,242 para bosque natural, siendo 0,496 un valor altamente significativo. En cuanto a la sensibilidad promedio para la especie fue de 0,762 en plantación y 0,649 en bosque natural. Después de los datos obtenidos 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 los árboles en Plantación (Comunidad Madama), además del número de muestras (series) utilizadas para la cronología, la serie master fue de 13 años (2004-2016) (Figura 11).



**Figura 011.** Serie cronológica master de los índices del ancho de los anillos de crecimiento de la especie *Guazuma crinita* Mart (Comunidad Madama) con el número de muestras de la especie.

En la Figura 11, se puede observar solo un árbol presente 13 años que es más antiguo y los demás oscila entre 4 a 12 años. Además, que se observa la extensión cronológica es desde el 2004 al 2016.

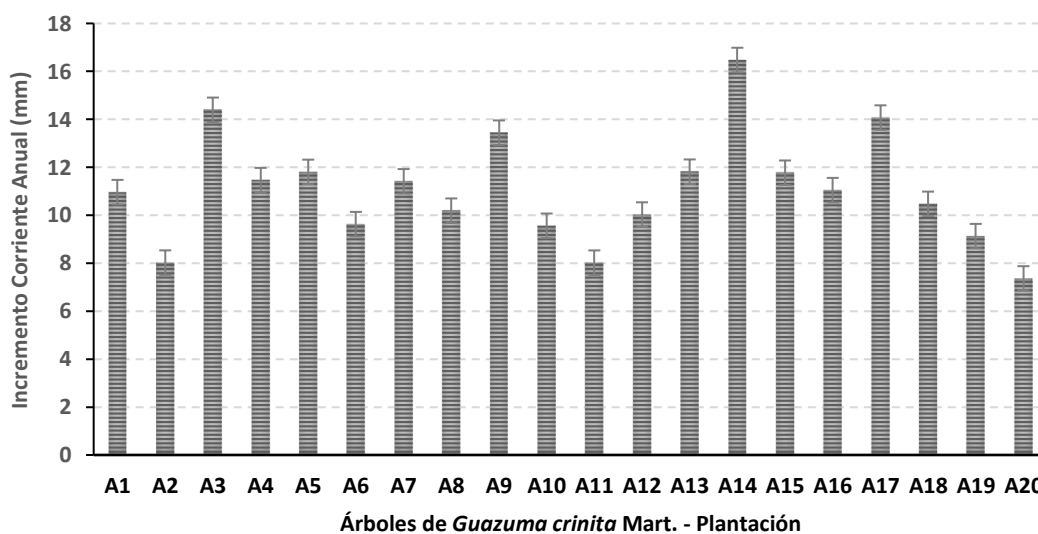
*Guazuma crinita* Mart. cuenta con una intercorrelación de 0,496 es considerada alta para estudios dendrocronológicos similar a otras especies como son *Cordia alliodora* en bosque seco tropical con 0,57 (Briceño, Rangel y Marys 2016) y *Schizolobium parahyba* en Bosque tropical de Brazil con 0,71 (Figueiredo *et al.* 2015).

### 4.3 Incremento medio anual de *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural y plantación forestal.

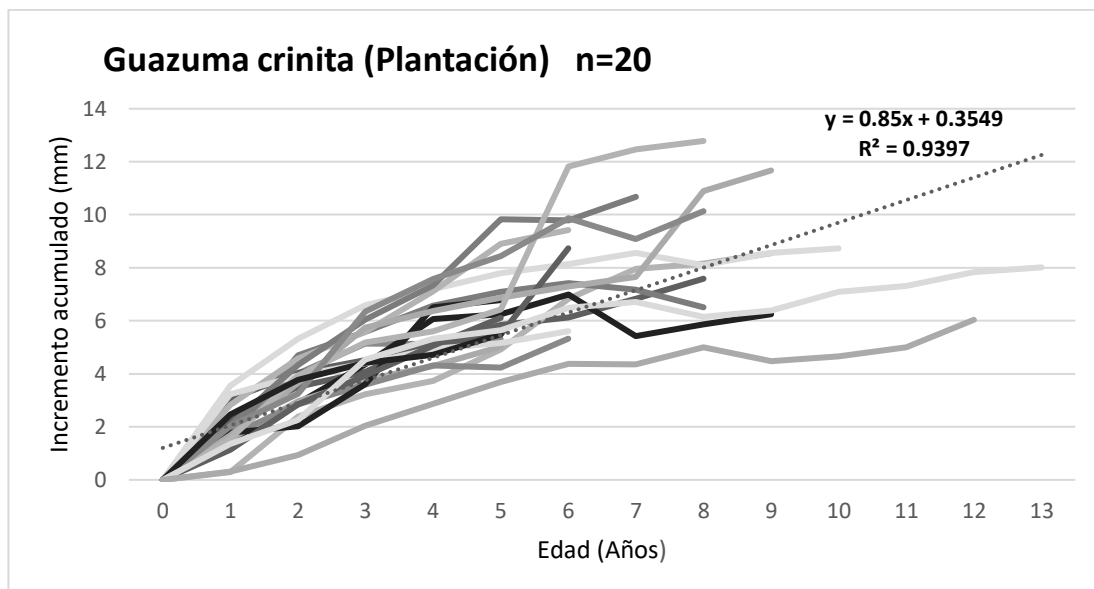
#### Plantación (Comunidad Madama)

Los árboles de *Guazuma crinita* Mart., mostraron una variación de los anillos de crecimiento entre los individuos estudiados (20 árboles), siendo el árbol más joven de cuatro y el más viejo con trece anillos de crecimientos (Figura 13).

La variación del diámetro a la altura del pecho “DAP”, de los veinte árboles de *Guazuma crinita* Mart., fue de 13,5 a 27,4 cm. en la cual se observa que la plantación no cuenta con un desarrollo homogéneo (Figura 12). El crecimiento en diámetros encontrados de los veinte árboles promedio, mínimo, y máximo fue de 1,10, 0,73 y 1,64 cm/año respectivamente. El crecimiento anual de *Guazuma crinita* Mart en los primeros cuatro años fueron similares en los 20 árboles, luego de ese tiempo cada árbol definió su propio crecimiento de manera diferenciada.



**Figura 012.** Incremento corriente anual (ICA) de los 20 árboles de *Guazuma crinita* Mart en Plantación (Comunidad Madama)



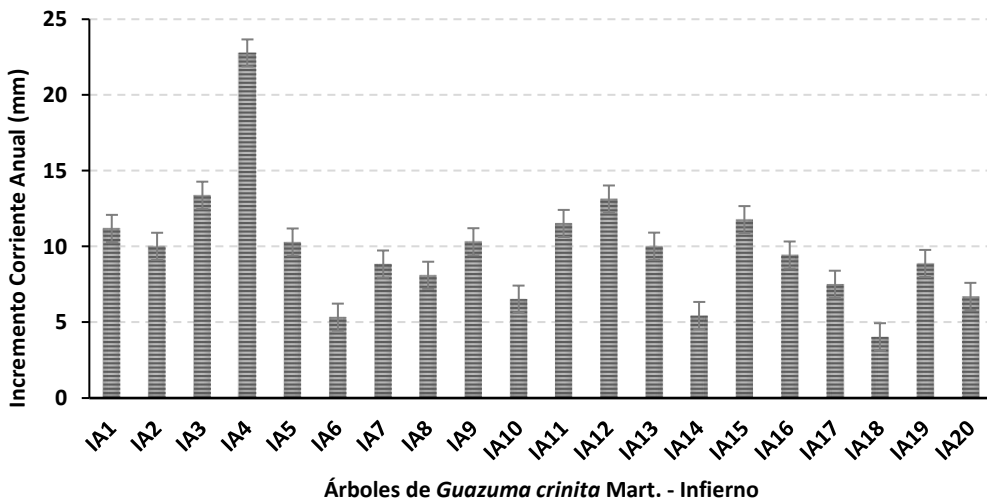
**Figura 013.** Incremento corriente anual acumulado (ICAA) de diámetro de los 20 árboles de *Guazuma crinita* Mart en Plantación (Comunidad Madama).

### **Bosque natural (Comunidad Nativa Infierno)**

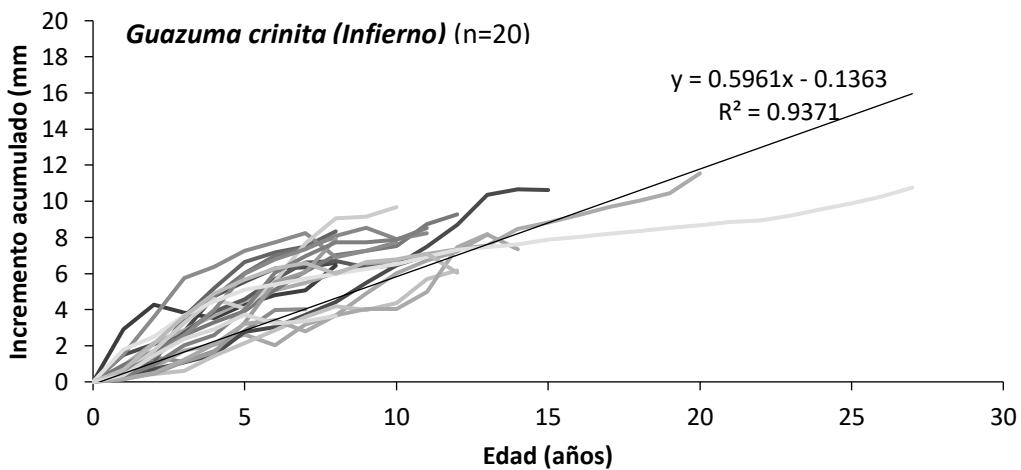
Los árboles de *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural, también mostraron una variación de los anillos de crecimiento entre los individuos estudiados (20 árboles), siendo el árbol más joven de cinco y el más viejo con veinte y siete anillos de crecimientos (Figura 15).

La variación del diámetro a la altura del pecho "DAP", de los veinte árboles de *Guazuma crinita* Mart., fue de 10,51 a 33,4 cm. en la cual también se observa que no cuenta con un desarrollo homogéneo (Figura 14). El crecimiento en diámetros encontrados de los veinte árboles promedio, mínimo, y máximo fue de 0,99, 0,40 y 2,27 cm/año respectivamente.

El crecimiento de la Bolaina blanca *Guazuma crinita* Mart. depende de la calidad de suelo para su establecimiento y desarrollo, se establece en suelos fértiles de tipo franco, franco-arcilloso o arcilloso y con buen drenaje, inundables temporalmente (Ushiñahua, 2016).



**Figura 014.** Incremento corriente anual (ICA) de los 20 árboles de *Guazuma crinita* Mart en Bosque natural (Comunidad Nativa de Infierno).



**Figura 015.** Incremento corriente anual acumulado (ICAA) de diámetro de los 20 árboles de *Guazuma crinita* Mart en Bosque natural (Comunidad Nativa de Infierno).

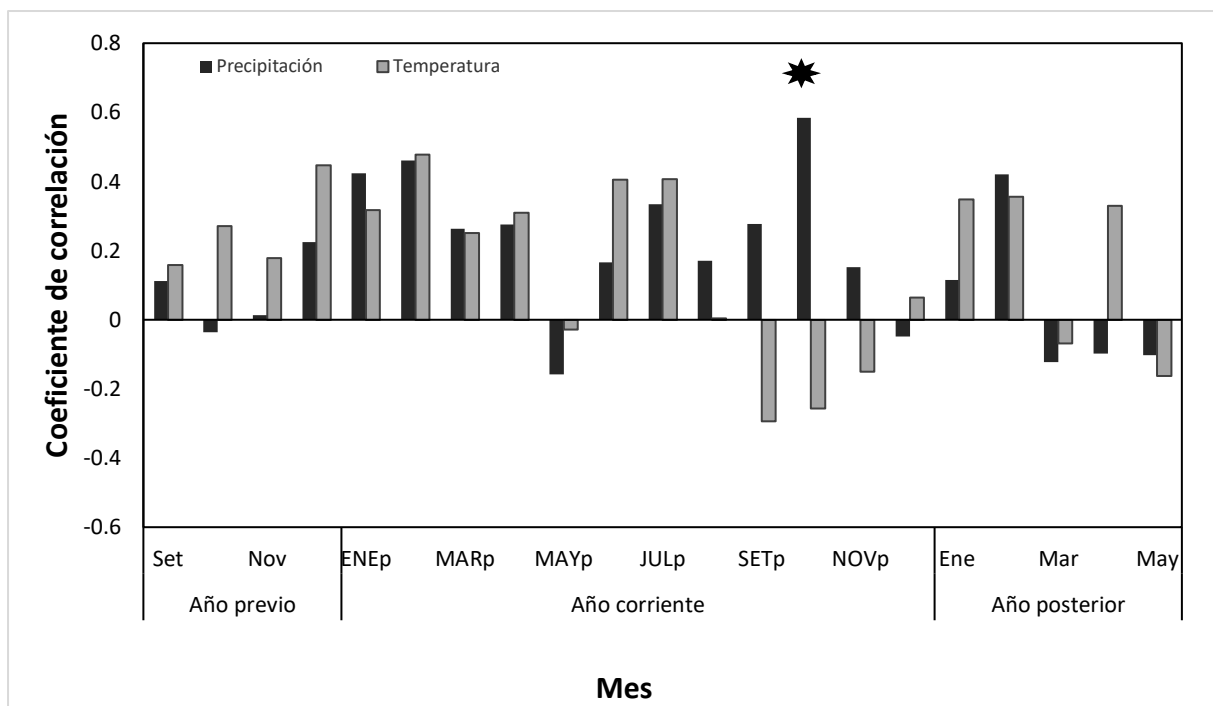
Si bien *Guazuma crinita* Mart. en plantación (Comunidad Madama) tuvo un IMA promedio de 1,10 cm/año es relativamente bajo al comparar con lo reportado por Villalva (2011) quien en su investigación menciona el crecimiento medio anual de *Guazuma crinita* Mart. con 6,17 cm/año, esto puede ser debido a que la plantación no se encuentra en mantenimiento, ni cuidados silviculturales. Sin embargo es similar a *Amburana cearensis* 1,8 cm/año y *Bertholletia excelsa* 1,9 cm/año (Brienen & Zuidema, 2005).

#### **4.4 Relación clima - crecimiento *Guazuma crinita* Mart., plantación forestal (Comunidad Madama)**

En el programa COFECHA se observó que la intercorrelación de bosque natural fue de 0,242 siendo ésta por debajo de lo estandarizado dejándola inhabilitada para la relación con el clima y el fenómeno del niño. Entonces sólo se tomará en cuenta para estas relaciones las muestras de *Guazuma crinita* Mart de la plantación forestal (Comunidad Madama)

En *G. crinita* Mart, presento correlaciones positivas y significativas entre la cronología y la precipitación media anual, en el mes de octubre ( $r=0,58$ ;  $p<0,05$ ) del año corriente (Figura 16).





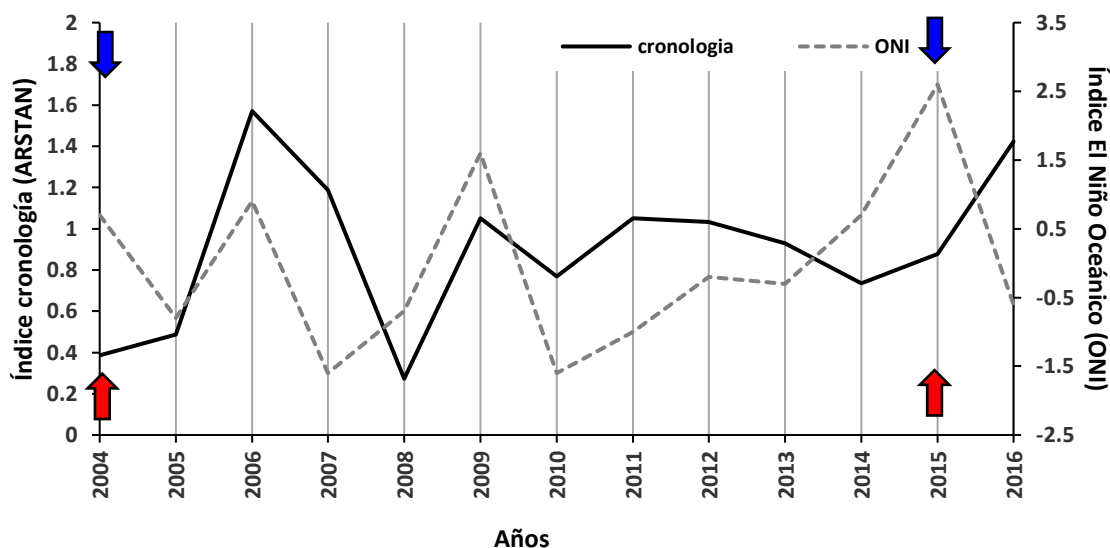
**Figura 016.** Sensibilidad climatológica de la cronología de *Guazuma crinita* Mart., con la precipitación media mensual y la temperatura del aire. (\*) Denota significancia de 0,05.

La especie *Guazuma crinita* Mart. respondió positivamente al clima al igual que la especie *Guazuma ulmifolia* en un bosque seco (Suntaxi & Jiménez, 2011), *Amburana cearensis*, *Cedrela odorata*, *Cedrelinga catenaeformis* y *Tachigali vasquezii* (Brienen & Zuidema, 2005) donde cada una de ellas han respondido positivamente a la precipitación dado que esta es un factor determinante para el crecimiento y desarrollo de los árboles.

#### 4.5 Relación de la cronología con el fenómeno del niño de la especie *Guazuma crinita* Mart., plantación forestal (Comunidad Madama).

En la Figura 17, se observa la cronología obtenida de la especie *Guazuma crinita* Mart., donde se observa una secuencia de episodios donde se tiene una fluctuación entre disminución y aumento considerable en el ancho de los anillos de crecimiento en los veinte árboles de *Guazuma crinita* Mart., más marcadamente en los años: 2004 y 2014. Esta reducción es reflejada en un bajo porcentaje 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 *Guazuma crinita* Mart., fue correlacionado positivamente ( $r=0,0058$ ) con el Índice de El Niño Oceánico (ONI), del trimestre (noviembre, diciembre y enero).



**Figura 017.** Relación entre los eventos de El Niño (línea trazada ceniza) y el ancho de los anillos de crecimiento de *Guazuma crinita* Mart (línea negra), con detalles de los anillos más cortos (flecha roja) y los de los eventos más severos de El Niño (flecha azul).

La especie *Guazuma crinita* Mart. y especies de las cuales se hicieron estudios dendrocronológicos como *Cordia alliodora* quien tuvo disminución del ancho de anillos de crecimiento en los años en 2006 y 2015 en Madre de Dios (Mamani 2018) y *Guazuma ulmifolia* quien tuvo influencia del fenómeno El Niño, sobre todo la precipitación provocando mayor cantidad de lluvias, la cual tuvo sus efectos en el ancho de los anillos de crecimiento en Ecuador (Suntaxi & Jiménez, 2011), dan a entender que este fenómeno afecta en el crecimiento de los árboles en los bosques tropicales.

## V. CONCLUSIONES

Se acepta la hipótesis alterna ya que el potencial dendrocronológico que presenta la especie *Guazuma crinita* Mart., es diferente en un bosque natural y en una plantación.

La anatomía de los anillos de crecimiento de la especie *Guazuma crinita*, ayudó en el conteo y la correcta identificación los límites de los anillos de la especie.

Para la cronología de los árboles estudiados se obtuvo una alta correlación en los árboles de la plantación forestal determinando que estas son aptas para estudios dendrocronológicos.

El incremento medio anual fue mayor en plantación que en bosque natural con 1,10 cm/año, esto puede ser por el gran crecimiento que tiene *Guazuma crinita* Mart. en suelos aluviales.

La especie *Guazuma crinita*, presenta correlación positiva con la precipitación pluvial local. Y además el leño de *Guazuma crinita*, es influenciado por el fenómeno El Niño.

## VI. SUGERENCIAS

Con la experiencia adquirida en el desarrollo de la tesis de grado, se sugiere lo siguiente:

Que es necesario trabajar con rodajas de madera de la especie *G. crinita*, que ayuden a mejorar la intercorrelación sobre todo en el bosque natural. No todas las muestras, pero si un porcentaje, por ejemplo, de los 20 árboles 05 sean muestras de rodajas (destrutivo).

Se sugiere también utilizar la especie *Guazuma ulmifolia*, y hacer una comparación sobre el potencial dendrocronológico de estas dos especies del mismo género.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, M., & Mori Zerpa, I. (2013). *Propiedades Físicas de Guazuma crinita "Bolaina blanca."* SCRIBD.  
<https://es.scribd.com/doc/223271972/Investigacion-Prop-Fisicas-Guazuma-Crinita>
- AIDER. (2012). *Plan de acción para la gestión del boaque de la Comunidad Nativa de Infierno.*  
[http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/2944/Technical/Plan\\_Gestión\\_Bosque\\_Comunal\\_CNI.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2944/Technical/Plan_Gestión_Bosque_Comunal_CNI.pdf)
- ANA. (2010). *Diagnostico hidrológico de la cuenca Madre de Dios.*  
[https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/diagnostico\\_hidrologico\\_-madre\\_de\\_dios\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/diagnostico_hidrologico_-madre_de_dios_0.pdf)
- Briceño J, A. M., Rangel Ch, J. orlando, & Marys Bogino, S. (2016). ESTUDIO DE LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO DE *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken EN COLOMBIA. *Clombia Forestal*, 19(2), 13.  
[https://www.researchgate.net/publication/305621810\\_Study\\_of\\_tree\\_rings\\_of\\_Cordia\\_alliodora\\_in\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/305621810_Study_of_tree_rings_of_Cordia_alliodora_in_Colombia)
- Brienen, R. J. W., & Zuidema, P. A. (2005). Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: A test for six species using tree ring analysis. *Oecologia*, 146(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0160-y>
- Colaca casado, S. (2008). *Los anillos de crecimiento de los árboles son indicadores climáticos.* Serdioclima Wed Site.  
<http://serdioclima.blogspot.pe/2008/11/los-anillos-de-crecimiento-de-los.html>.
- Cook, E., & HOLmes, R. (1986). *Program ARSTAN.* 50–65.  
<https://www.mendeley.com/catalogue/program-arstan/>
- Díaz, R. (2017). *Productividad en la economía peruana: ¿Qué sectores ¿tienen potencial? (Blog).* Gestion.  
<https://gestion.pe/economia/productividad-economia-peruana-sectores->

potencial-153397

- En Perú. (2017). *Clima*. En Perú. <http://www.enperu.org/clima-madre-de-dios-temperaturas-pronosticos-de-clima-puerto-altitud-en-la-selva.html>
- Figueiredo Latorraca, J. V., Teixeira de Souza, M., Baptista da Silva, L., & Alves Ramos, L. M. (2015). DENDROCRONOLOGIA DE ÁRVORES DE *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake DE OCORRÊNCIA NA REBIO DE TINGUÁ-RJ1. *RevistaÁrbore*, 39(2), 11.  
<http://www.redalyc.org/pdf/488/48839479018.pdf>
- Figueroa, J., & Stucchi, M. (2010). *Biodiversidad de los Alrededores de Puerto Maldonado*. [https://issuu.com/aicb/docs/0-8\\_introduccion](https://issuu.com/aicb/docs/0-8_introduccion)
- Flores, Y. (2014). *Plantaciones forestales de bolaina blanca (Guazuma crinita) (Blog)*. Bosques de Ucayali.  
<http://vonhumboldtunia.blogspot.com/2014/11/plantaciones-forestales-de-bolaina.html>.
- Génova Fuster, M. (2004). Anillos de crecimiento como indicadores climaticos. *Asociación Meteorológica Española*, V(5), 2. <https://pub.ame-web.org/index.php/TyC/article/view/626/626>
- Giraldo Ilmenes, J. (2010). Dendrocronología en el Trópico: Aplicaciones actuales y potenciales. *Revista Colombia Forestal*, 14.  
<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/colfor/article/view/3554/5155>
- Grissino -Mayer, H. D. (2001). *EVALUATING CROSSDATING ACCURACY: A MANUAL AND TUTORIAL FOR THE COMPUTER PROGRAM COFECHA* (Vol. 57, Issue 2).  
<https://www.mendeley.com/catalogue/evaluating-crossdating-accuracy-manual-tutorial-computer-program-cofecha/>
- Gutierrez Beltrán, L., & Valencia Ramos, G. (2013). Anatomía de anillos de crecimiento de 80 especies arbóreas potenciales para estudios dendrocronológicos en la Selva Central, Perú. *Biología Tropical*, 61(3), 14. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/11778>
- Gutierrez, E. (2016). *La dendrocronología: Metodos y aplicaciones*. Researchgate.  
[https://www.researchgate.net/publication/228769173\\_La\\_dendrocronolo](https://www.researchgate.net/publication/228769173_La_dendrocronolo)

gia\_metodos\_y\_aplicaciones

- Gutierrez Merino, E. (2009). *La dendrocronología: métodos y aplicaciones*.  
[https://www.researchgate.net/publication/228769173\\_La\\_dendrocronologia\\_metodos\\_y\\_aplicaciones](https://www.researchgate.net/publication/228769173_La_dendrocronologia_metodos_y_aplicaciones)
- IIAP. (2009). *Evaluación económica de parcelas de regeneración natural y plantaciones de Bolaina blanca (Guazuma Crinita), en el departamento de Ucayali. Iquitos, Perú* (Primera ed).  
[http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/225/1/Alvarez\\_documentotecnico\\_2009\\_11.pdf](http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/225/1/Alvarez_documentotecnico_2009_11.pdf)
- INACAL. (2016). *Madera y Carpintería para construcción. Selección y colección de muestras* (2da ed.).
- ITTO. (2017). *Bolaina blanca (Guazuma crinita)*. International Tropical Timber Organization. <http://www.tropicaltimber.info/es/specie/bolaina-blanca-guazuma-crinita/>
- Mamani Luque, E. M. (2018). *Dendrocronología en Árboles de Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken., en el Sector La Joya – Tambopata – Madre de Dios*. Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios.
- Martinez, L. (2000). *Crossdating - The Basic Principle of Dendrochronology*.  
<https://www.ltrr.arizona.edu/lorim/basic.html>
- Meléndez, F. (2013). *La otra cara de las actividades extractivas en Madre de Dios: Contexto sociocultural*. Pontificia Universidad Católica Del Perú.  
<https://es.slideshare.net/fcomelendez/la-otra-cara-de-las-actividades-extractivas-en-madre-de-dios-un-analisis-sociocultural>
- MINAM. (n.d.). *El Perú, cuarto país con más bosques tropicales | Conservación de bosques para la mitigación del cambio climático*. Retrieved June 12, 2019, from <http://www.minam.gob.pe/programa-bosques/el-peru-cuarto-pais-con-mas-bosques-tropicales/>
- Paredes Villanueva, K., López, L., Brookhouse, M., & Navarro Cerrillo, R. M. (2015). La variabilidad de la lluvia y la temperatura en Bolivia deriva del ancho del anillo de árbol de *Amburana Cearensis* ( Padre Allem) AC. Smith. *Elsevier*, 35, 6.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1125786515000454?via%3Dihub>

- Pereyra Espinoza, M. J., Guillen Inga, G. J., Santos Morales, M., & Rodríguez Arisméndiz, R. (2013). Potencialidad de *Cedrela odorata* (Meliaceae) para estudios dendrocronológicos en la selva central del Perú. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 13.  
<http://www.redalyc.org/pdf/449/44931383031.pdf>
- Peter Cronkleton, L. P., Larson, A., Pinedo Vásquez, M., Salazar, O., & Sears, R. (2013, October). producción y comercialización de bolaina (*Guazuma crinita*), una especie amazónica de rapido crecimiento. *Brief-CIFOR*, 6. [https://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/infobrief/4483-infobrief.pdf](https://www.cifor.org/publications/pdf_files/infobrief/4483-infobrief.pdf)
- Pollito Zevallos, P. A. (2014). *Dendrocronología en el Perú: Experiencias exitosas para el manejo forestal de los bosques amazónicos del Sur Peruano*. Researchgate.  
[https://www.researchgate.net/publication/268212411\\_DENDROCRONOLOGIA\\_EN\\_EL\\_PERU\\_EXPERIENCIAS\\_EXITOSAS\\_PARA\\_EL\\_MANEJO\\_FORESTAL\\_DE\\_LOS\\_BOSQUES\\_AMAZONICOS\\_DEL\\_SUR\\_PERUANO](https://www.researchgate.net/publication/268212411_DENDROCRONOLOGIA_EN_EL_PERU_EXPERIENCIAS_EXITOSAS_PARA_EL_MANEJO_FORESTAL_DE_LOS_BOSQUES_AMAZONICOS_DEL_SUR_PERUANO)
- Portal Cahuana, L. A. (2010). *Características macroscópicas de 20 maderas comerciales del Perú*.
- Quimicas Thái. (2010). *Anillos de crecimiento*. Quimicas Thái.  
<https://quimicasthai.wordpress.com/2010/03/16/la-madera-anillos-de-crecimiento/anillos-de-crecimiento/>
- Quitorán Davila, G. F. (2010). *Determinación del potencial de captura de carbono en cinco especies forestales de dos años de edad, cedro nativo (*Cedrela odorata*), caoba (*Sweitenia macrophylla*), bolaina (*Guazuma crinita*), teca (*Tectona grandis*) y capirona (*Calycophyllum sprucearum*)* [Universidad Nacional de San Martín].  
[http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM\\_1f25c484d661d801443fdb843287315b/Description#tabnav](http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_1f25c484d661d801443fdb843287315b/Description#tabnav)
- Reforesta Perú. (2016). *Reforesta Perú S.A.C: Una caso de éxito en plantaciones forestales con fines comerciales e industriales*. Reforesta Perú S.A.C. <http://reforestaperu.com.pe/2016/wp-content/uploads/2016/09/NotaAgroenfoque.pdf>.



- Rodriguez Ortega, D. R. (2014). *Evaluación de la influencia del raleo en el crecimiento de Pinus patula Schl. et Cham. aplicando técnicas dendrocronológicas en plantaciones de Cajamarca - Perú* [Universidad Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/867>
- Roig, F., Fernandez, M., Gareca, E., Altamirano, S., & Monge, S. (2001). ESTUDIOS DENDROCRONOLÓGICOS EN LOS AMBIENTES HÚMEDOS DE LA PUNA BOLIVIANA. *EVISTA BOLIVIANA DE ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN AMBIENTAL*, 9, 11.  
[https://www.researchgate.net/publication/242385108\\_ESTUDIOS\\_DENDROCRONOLOGICOS\\_EN\\_LOS\\_AMBIENTES\\_HUMEDOS\\_DE\\_LA\\_PUNA\\_BOLIVIANA\\_DENDROCHRONOLOGICAL\\_STUDIES\\_IN\\_THE\\_HUMID\\_PUNA\\_ENVIRONMENTS\\_OF\\_BOLIVIA](https://www.researchgate.net/publication/242385108_ESTUDIOS_DENDROCRONOLOGICOS_EN_LOS_AMBIENTES_HUMEDOS_DE_LA_PUNA_BOLIVIANA_DENDROCHRONOLOGICAL_STUDIES_IN_THE_HUMID_PUNA_ENVIRONMENTS_OF_BOLIVIA)
- Salazar, M. (2017, March 4). Calor y sequía récords en la Amazonía durante El Niño 2015-16. *Mongabay Latam*.  
<https://es.mongabay.com/2017/03/calor-sequia-records-la-amazonia-nino-2015-16/>
- Soares Cardozo, J., & Portal Cahuana, L. A. (2014). *Característica principales de 10 especies forestales de la región de Madre de Dios* (Editores e Impresores Noriega (ed.)).
- Suntaxi, F., & Jiménez, E. (2011). Aproximación dendroclimatológica, en un Bosque Seco utilizando la Especie Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) y su Relación con la Precipitación y la Temperatura en el Período 1974 - 2007. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 24(1).  
<http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/77/40>
- UACH. (2017). *Anillos de arboles como archivos ambientales*.  
<http://www.dendrocronologia.cl/cronosecuencias.html>
- Ushiñahua, D. (2016). *Comportamiento fenológico preliminar de Bolaina en la provincia de san Martín, región San Martín*. Inia.  
<http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/216/1/HD-1-2016-Bolaina.pdf>
- Villalva Romeri, N. (2011). *Evaluación del crecimiento de la Guazuma crinita Mart (bolaina blanca) en tres estratos de la comunidad nativa de Puerto Ocopa* [Universidad Nacional del Centro del Perú].  
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3978/Villalva>

Romero.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zúñiga Carrillo, C. (2012). *Aplicación de la dendrocronología para evaluar la influencia de la precipitación y la temperatura en el crecimiento de Tectona grandis L.f. procedente del Fundo Génova- Junin* [Universidad Nacional Agraria La Molina].

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/556/K10.Z9-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## ANEXO

### Anexo 01: Matriz de consistencia de la investigación “Evaluación dendrocronológica de la especie *Guazuma crinita* Mart. en bosque natural y plantación, Tambopata-Madre de Dios”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables
<p>¿Cuál será el potencial que presentará la especie <i>Guazuma crinita</i> Mart. luego de los estudios dendrocronológicos?</p>	<p><b>Objetivo General.</b> Evaluar dendrocronológica de la especie <i>Guazuma crinita</i> Mart. en plantación y bosque natural, Tambopata –Madre de dios.</p>	<p><b>Problema</b> ¿Qué potencialidades presentará la especie <i>Guazuma crinita</i> Mart. luego de los estudios dendrocronológicos?</p> <p><b>Hipótesis alterna</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La limitación de los anillos de crecimiento de <i>Guazuma crinita</i> Mart. presenta</li> </ul>	<p><b>Variables Independientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características anatómicas.</li> <li>• Fisiología.</li> <li>• La especie <i>Guazuma crinita</i> Mart.</li> </ul> <p><b>Variables Dependientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El incremento medio anual.</li> </ul>

	<p><b>Objetivos Específicos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar del incremento anual de <i>Guazuma crinita</i> Mart.</li> <li>• Determinar de la cronología e influencia del fenómeno del niño la especie <i>Guazuma crinita</i> Mart. en plantación y en bosque natural.</li> <li>• Describir anatómicamente de los anillos de crecimiento en la especie <i>Guazuma crinita</i> Mart. en plantación y bosque natural.</li> </ul>	<p>potencial dendrocronológico para estudios en la región Madre de Dios.</p> <p><b>Hipótesis nula</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La limitación de los anillos de crecimiento de <i>Guazuma crinita</i> Mart. no presenta potencial dendrocronológico para estudios en la región Madre de Dios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcación de los anillos de crecimiento.</li> </ul>
--	---	---	--

## Anexo 02. Certificado de identificación Taxonómica de la especie *Guazuma crinita* Mart

"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.

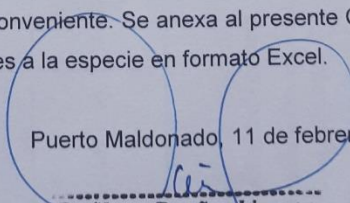
**CERTIFICA**, que los ejemplares (02) presentados por La señorita: **BACHILLER TANIA LUZ DÁVILA GUTIÉRREZ**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios para su identificación y/o determinación, para efectos del proyecto de tesis de investigación de tesis intitulado: "**DENDROCRONOLOGÍA DE LA ESPECIE *Guazuma crinita* Mart., EN BOSQUE NATURAL Y PLANTACIÓN FORESTAL DE LA PROVINCIA DE TAMBOPATA-MADRE DE DIOS**". Corresponden a los siguientes taxa aceptados oficialmente:

✓ *Guazuma crinita* Mart.

**FAMILIA MALVACEAE**

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 v4.0. (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, 11 de febrero de 2019

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

**IDENTIFICACION TAXONOMICA DE ESPECIMENES VEGETALES  
FEBRERO, 2019**

**"DENDROCRONOLOGÍA DE LA ESPECIE *Guazuma crinita* Mart., EN BOSQUE NATURAL Y PLANTACIÓN FORESTAL DE LA PROVINCIA DE  
DE TAMBOPATA-MADRE DE DIOS"**

**Señorita: BACHILLER TANIA LUZ DÁVILA GUTIÉRREZ  
UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	COORDENADAS		FAMILIA	HABITO	HABITAT	LOCALIDAD	Colector	Fecha Coll	ID	FECHA ID
			ESTE	NORTE								
1	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	"Bolaína blanca"	474850	8591488	MALVACEAE	Árbol	Bosque Terreza Alta	Comunidad Nativa de Infierno, Tambopata.	Tania Luz Dávila Gutiérrez TDG	3/09/2018	HDL	11/02/2019
2	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	"Bolaína blanca"	489818	8614244	MALVACEAE	Árbol	Bosque Terreza Alta	Comunidad Madama, Tambopata.	Tania Luz Dávila Gutiérrez TDG	3/09/2018	HDL	11/02/2019

**Referencias:**  
 Vouchers colección TDG, 3/09/2018  
 Vouchers Herbario San Marcos (HSM), 2019  
 Vouchers Herbario MOL, 2019  
 APG IV, 2016  
 Voucher Herbario "Alwyn Gentry"  
 Taxonomic Resolution Service v4.0, 2019  
 The Plant List, 2019  
 Tropicos, Missouri Botanical Garden, 2019

**Puerto Maldonado, 11 de Febrero 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 03. Medición en promedio de anillos de crecimiento en Bosque natural (Comunidad Nativa Infierno) y plantación (Comunidad Madama).**

**Comunidad Nativa Infierno**

N°	Árbol	DMC (cm)	Altura (m)	Número de Radio	Ancho de anillo (mm)
1	1	33,4	10	1	11.0209407
2				20.978994	
3				8.24359475	
4				4.53641	
5	2	29,43	9	1	8.74323217
6				7.5420351	
7				18.099815	
8				5.669023	
9	3	22,26	15	1	10.4178214
10				11.54376	
11				14.410121	
12				17.168637	
13	4	29,94	12	1	8.05044388
14				15.68675	
15				35.9694415	
16				31.3882735	
17	5	19,78	8,5	1	10.2832221
18				9.793078	
19				11.9431957	
20				9.16526457	
21	6	14,65	10	1	6.98830725
22				4.81552932	
23				4.5586	
24				4.98772408	
25	7	22,29	12	1	11.4089134
26				10.0753495	
27				6.34613245	
28				7.54104544	
29	8	13,69	8	1	5.23976532
30				6.30822546	
31				13.5626862	
32				7.29716431	
33	9	20,03	10	1	11.5842608

34				2	12.1595797
35				3	9.78323711
36				4	7.72886382
37				1	7.92789
38	10	17,26	13	2	7.07912907
39				3	6.17091858
40				4	4.927827
41				1	7.94672211
42	11	21,97	12	2	7.7231278
43				3	13.84958
44				4	16.5646341
45				1	20.664442
46	12	11,5	8	2	12.0904833
47				3	9.6782633
48				4	10.1012636
49				1	10.024607
50	13	21,66	12	2	12.6547447
51				3	9.91962267
52				4	7.48689455
53				1	5.14210567
54	14	20,02	12	2	4.35266547
55				3	
56				4	6.847921
57				1	15.1293046
58	15	10,51	7	2	9.905285
59				3	11.6362736
60				4	10.4242897
61				1	11.5830999
62	16	19,7	12	2	10.3034211
63				3	7.74370336
64				4	8.12127825
65				1	5.2266455
66	17	20	14	2	7.09236694
67				3	6.29442747
68				4	11.4216927
69				1	2.88126948
70	18	21,02	14	2	4.52710365
71				3	4.54487096
72				4	4.22944992
73				1	11.5522626
74	19	22,92	11	2	5.03308258
75				3	7.618941
76				4	11.3200436
77	20	22	10	1	5.82624875



78				2	4.54950413
79				3	9.6336208
80				4	6.826486

### Comunidad Madama

N°	Arbol	DMC (cm)	Altura (m)	Número de Radio	Ancho de anillo (mm)
1	1	18,9	10	1	15.8560756
2				2	9.0268565
3				3	9.79290713
4				4	9.17480675
5	2	27,4	11	1	9.05011575
6				2	9.78092883
7				3	9.500631
8				4	3.76263
9	3	16	11	1	12.81708
10				2	21.0653507
11				3	13.0936448
12				4	10.6094642
13	4	19	10	1	12.6702413
14				2	11.494267
15				3	6.94200773
16				4	14.7455246
17	5	21,8	10	1	8.73182174
18				2	12.7387367
19				3	12.8040668
20				4	12.9500328
21	6	20,7	10	1	10.192249
22				2	12.240996
23				3	7.7017128
24				4	8.37476908
25	7	21,9	11	1	12.2562715
26				2	13.9794229
27				3	15.3795568
28				4	4.040975
29	8	20,7	9	1	
30				2	14.5564572
31				3	8.644072
32				4	7.3676758
33	9	21,5	10	1	11.87189
34				2	10.486249
35				3	16.6537962
36				4	14.7613266

37				1	15.0296113
38	10	19,5	12	2	9.91052917
39				3	7.8431915
40				4	5.4532374
41				11	15,5
42	2	13.5628785			
43	3	7.887161			
44	4	6.878215			
45	12	13,5	9	1	8.8290322
46				2	11.9414954
47				3	9.348074
48				4	9.9930544
49	13	21,8	11	1	12.374565
50				2	14.9916298
51				3	12.9673316
52				4	6.930502
53	14	25,5	10	1	24.7979922
54				2	15.2507287
55				3	15.5155867
56				4	10.333885
57	15	17,5	9	1	10.4171707
58				2	14.0488714
59				3	13.0087034
60				4	9.6141062
61	16	24,8	11	1	15.9805031
62				2	8.9833528
63				3	12.8996838
64				4	6.3209426
65	17	24,2	11	1	10.6376434
66				2	12.8782419
67				3	20.1073585
68				4	12.6686038
69	18	18,2	10	1	14.7608988
70				2	5.62789222
71				3	12.5669664
72				4	8.94189505
73	19	17,1	11	1	11.1377494
74				2	12.734625
75				3	6.46963836
76				4	6.16622388
77	20	18,6	10	1	9.51071567
78				2	5.03140883
79				3	7.65616313
80				4	7.25430014

### Anexo 04. Determinación de la cronología

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	1990 to 2016 27 years
Continuous time span is	1990 to 2016 27 years
Portion with two or more series is	1990 to 2016 27 years
*****	
*C* Number of dated series	64 *C*
*O* Master series 1990 2016	27 yrs *O*
*F* Total rings in all series	595 *F*
*E* Total dated rings checked	595 *E*
*C* Series intercorrelation	.242 *C*
*H* Average mean sensitivity	.649 *H*
*A* Segments, possible problems	33 *A*
*** Mean length of series	9.3 ***
*****	

**Figura 01. Resultado de la cronología de Guazuma crinita Mart. con programa Cofecha para la Comunidad de Infierno**

INFORCOF: Bloc de notas															
Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda											
1	I1R1	2011 2016	6	1	1	.151	11.02	40.24	14.488	-.246	1.021	3.20	1.052	-.194	0
2	I1R2	2014 2016	3	1	0	.967	20.98	47.14	22.944	1.000	1.068	2.71	1.054	1.000	0
3	I1R3	2009 2016	8	1	0	.690	8.24	19.07	5.926	.532	.545	2.63	.943	-.088	2
4	I1R4	2014 2016	3	1	1	.112	4.54	6.31	2.019	-1.000	.818	2.27	.495	-1.000	0
5	I2R1	2011 2016	6	1	1	.190	8.75	16.82	5.228	.813	.363	2.19	.280	-.732	0
6	I2R2	2010 2016	7	1	1	.268	8.43	20.50	6.477	.673	.614	2.65	.847	.141	0
7	I2R3	2015 2016	2	1	1	1.000	18.10	18.56	.651	-9.000	.051	1.97	.031	-9.000	0
8	I2R4	2009 2016	8	1	0	.592	5.67	16.99	4.893	-.216	.763	3.24	1.148	-.219	1
9	I3R1	2009 2016	8	1	1	.676	10.42	23.67	8.037	-.049	.962	2.89	1.254	-.187	1
10	I3R2	2010 2016	7	1	1	.513	11.54	20.73	7.035	-.040	.788	2.51	.537	-.420	0
11	I3R3	2011 2016	6	1	1	.343	14.41	29.03	10.431	.025	.811	2.61	.802	-.167	0
12	I3R4	2012 2016	5	1	1	.292	17.17	59.30	23.726	-.334	1.204	3.21	1.201	-.403	0
13	I4R1	2009 2016	8	1	1	.281	8.05	25.15	7.875	-.292	.805	2.85	.859	-.132	1
14	I4R2	2014 2016	3	1	0	.995	15.69	17.04	1.173	.998	.065	2.02	.067	1.000	0
15	I4R3	2015 2016	2	1	1	1.000	35.97	49.99	19.827	-9.000	.780	2.23	.491	-9.000	0
16	I4R4	2015 2016	2	1	1	1.000	31.39	47.21	22.380	-9.000	1.008	2.30	.654	-9.000	0
17	I5R2	2009 2016	8	1	1	.578	9.79	23.52	7.407	.393	.636	3.00	.951	.119	2
18	I5R3	2010 2016	7	1	0	.547	11.94	22.05	6.514	.181	.539	2.46	.481	.156	0
19	I5R4	2010 2016	7	1	1	.367	9.17	16.42	5.134	.093	.447	2.36	.808	.596	0
20	I6R1	1997 2016	20	1	1	.133	6.99	38.70	8.699	.177	.727	2.93	.865	-.022	1
21	I6R2	1998 2016	19	1	1	.090	4.81	19.62	3.985	-.070	.509	3.28	.853	.002	1
22	I6R3	1997 2016	20	1	1	.308	4.56	9.94	2.170	.141	.533	2.84	.794	.135	2
23	I6R4	2004 2016	13	1	1	.531	4.99	27.57	7.055	-.314	.577	2.54	.639	-.276	1
24	I7R1	2010 2016	7	1	1	.341	11.41	20.30	6.849	.290	.481	2.57	.493	.144	0
25	I7R2	2009 2016	8	1	0	.770	10.08	16.40	4.964	-.133	.468	2.42	.946	.031	1
26	I7R3	2006 2016	11	1	1	.400	6.35	17.43	4.720	-.166	.702	3.08	.929	-.147	1
27	I8R1	2003 2016	14	1	1	.559	5.24	21.95	5.353	.344	.635	3.11	.724	-.126	1
28	I8R2	2005 2016	12	1	1	.268	6.31	21.52	6.014	.053	.917	2.98	.851	-.097	2
29	I8R3	2012 2016	5	1	1	.534	13.56	23.96	8.354	-.404	.922	2.51	.789	-.408	0
30	I9R1	2009 2016	8	1	1	.245	11.58	29.24	9.638	.519	.569	2.54	.774	.430	1
31	I10R1	2003 2016	14	1	0	.660	7.93	23.18	7.229	.451	.684	2.87	.776	-.151	1
32	I10R2	2002 2016	15	1	1	.481	7.08	17.12	5.408	.347	.724	2.59	.748	-.181	1
33	I10R4	2010 2016	7	1	0	.828	4.93	6.42	1.140	-.052	.266	2.14	.215	-.205	0
34	I11R4	2010 2016	7	1	1	.166	16.57	64.87	22.962	.107	.885	3.05	.979	-.016	0
35	I12R1	2013 2016	4	1	1	.044	20.67	36.67	15.310	-.370	.936	2.43	.731	-.496	0

**Figura 02. Resultado de control de calidad de Guazuma crinita Mart. Con programa Cofecha para la Comunidad de Infierno.**

```

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 2004 to 2016 13 years
Continuous time span is 2004 to 2016 13 years
Portion with two or more series is 2005 to 2016 12 years

*****
*C* Number of dated series 54 *C*
*O* Master series 2004 2016 13 yrs *O*
*F* Total rings in all series 336 *F*
*E* Total dated rings checked 335 *E*
*C* Series intercorrelation .496 *C*
*H* Average mean sensitivity .762 *H*
*A* Segments, possible problems 32 *A*
    
```

**Figura 03. Resultado de la cronología de Guazuma crinita Mart. Con programa Cofecha para la Comunidad de Madama.**

MADAMCOF: Bloc de notas															
Archivo Edición Formato Ver Ayuda															
Seq	Series	Interval	No. Years	No. Segmt	No. Flags	Corr with Master	Mean msmt	Max msmt	Std dev	Unfiltered Auto corr	Mean sens	Max value	Std dev	Filtered Auto corr	AR ( )
1	A1 R2	2011 2016	6	1	0	.810	9.03	30.38	11.007	.845	.844	2.70	.941	.118	0
2	A1 R3	2009 2016	8	1	1	-.599	9.80	18.56	7.113	-.218	.921	2.57	.973	-.045	1
3	A1 R4	2009 2016	8	1	1	.394	9.18	14.45	4.276	-.509	.777	2.76	.911	-.439	1
4	A2 R3	2008 2016	9	1	0	.515	9.50	48.99	15.144	-.051	.888	2.96	1.102	-.010	1
5	A2 R4	2012 2016	5	1	1	.416	3.76	5.81	1.711	.700	.282	2.09	.211	-.417	0
6	A3 R3	2013 2016	4	1	0	.827	13.09	28.37	10.492	.876	.568	2.54	.641	-.046	0
7	A4 R1	2014 2016	3	1	1	.741	12.67	17.23	7.614	1.000	.636	2.23	.734	1.000	0
8	A4 R2	2014 2016	3	1	1	.450	11.50	19.54	8.040	-1.000	1.236	2.50	.963	-1.000	0
9	A4 R3	2008 2016	9	1	0	.530	6.94	16.48	5.182	-.141	.821	2.78	1.025	.031	1
10	A4 R4	2011 2016	6	1	0	.943	14.75	41.59	14.391	.910	.787	2.93	1.350	.061	0
11	A5 R1	2007 2016	10	1	0	.721	8.73	28.45	10.134	-.393	1.025	3.61	1.007	-.014	1
12	A5 R2	2010 2016	7	1	1	.285	12.74	51.72	18.260	.759	1.081	2.68	.872	.157	0
13	A5 R3	2010 2016	7	1	1	.618	12.80	36.47	11.524	.365	.560	2.56	.848	-.556	0
14	A5 R4	2011 2016	6	1	0	.863	12.95	51.21	19.366	.985	.547	2.76	1.016	-.274	0
15	A6 R1	2012 2016	5	1	1	.233	10.19	17.97	5.961	.357	.509	2.20	.302	-.626	0
16	A6 R2	2012 2016	5	1	0	.893	12.24	23.40	8.261	.981	.459	2.42	.304	.761	0
17	A6 R3	2012 2016	5	1	1	.153	7.70	14.79	4.431	.242	.518	2.33	.335	-.443	0
18	A7 R1	2009 2016	8	1	1	-.395	12.26	47.68	15.438	-.241	.963	2.73	1.056	.076	1
19	A7 R2	2010 2016	7	1	0	.895	13.98	53.77	18.082	-.137	.692	2.77	.780	-.168	0
20	A7 R3	2011 2016	6	1	0	.822	15.38	56.27	20.731	.944	.660	2.65	.994	.281	0
21	A7 R4	2009 2016	8	1	1	.137	4.04	6.42	2.051	.146	.592	2.40	.792	-.288	2
22	A8 R2	2011 2016	6	1	0	.817	14.56	52.20	18.774	.922	.574	2.78	1.073	.304	0
23	A8 R3	2012 2016	5	1	1	.712	8.64	23.02	8.222	.020	.635	2.62	1.002	.008	0
24	A8 R4	2012 2016	5	1	1	.344	7.37	16.38	5.900	.779	.468	2.55	.979	.456	0
25	A9 R1	2013 2016	4	1	1	.141	11.87	16.83	4.446	.882	.274	2.01	.076	-.833	0
26	A9 R3	2011 2016	6	1	0	.927	16.66	46.70	15.753	.969	.405	2.83	1.144	.195	0
27	A9 R4	2011 2016	6	1	1	.716	14.76	31.53	11.923	.887	.428	2.44	.997	.083	0
28	A10 R1	2013 2016	4	1	1	.509	15.03	21.56	4.782	-1.000	.412	2.08	.249	-.444	0
29	A10 R2	2011 2016	6	1	1	.629	9.91	24.37	10.923	.579	.464	2.42	.921	-.065	0
30	A10 R3	2011 2016	6	1	1	.741	7.84	18.56	5.497	.207	.578	2.29	.431	-.010	0
31	A11 R2	2012 2016	5	1	1	.772	13.56	44.10	17.683	-.461	1.118	2.82	.943	-.341	0

**Figura 04. Resultado de control de calidad de Guazuma crinita Mart. Con programa Cofecha para la Comunidad de Madama.**



### Anexo 08. Fotos de fase campo y Gabinete



**Figura 01.** Plantación forestal en la Comunidad Madama



**Figura 02.** Inventario en la plantación forestal- Comunidad Madama



**Figura 03.** Extracción de muestras radiales



**Figura 04.** Aplicación de cicatrizante Sanix luego de la extracción de las muestras



**Figura 05.** Tubetes para el traslado de las muestras



**Figura 06.** Comunidad Nativa Infierno





**Figura 07.** Pegado de muestras



**Figura 08.** Clavado de muestras para su lijado.



**Figura 09.** Lijas de diferentes granulaciones



**Figura 10.** Lijado de muestras



**Figura 10.** Utilizando soplete para evitar obstrucción de los poros.



**Figura 11.** Muestras ya lijadas

