

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**CRECIMIENTO Y DENDROCRONOLOGÍA DE *Cedrela odorata* EN UN BOSQUE DE
LA AMAZONÍA ECUATORIANA**

Disertación previa a la obtención del título de Licenciada en Ciencias Biológicas

MAYRA ALEXANDRA NACIMBA CHICAIZA

QUITO, 2015

Certifico que la Disertación de Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Srta. Mayra Alexandra Nacimba Chicaiza ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Dr. Renato Valencia

Director de la Disertación

Quito, 27 de noviembre del 2015

A mi madre, mi única fuerza e inspiración, que pudo seguir adelante a pesar de las adversidades y dificultades que se le cruzaron en la vida. Y a mi padre que me cuida desde un mejor lugar fuera de este mundo.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Renato Valencia por abrirme las puertas de su laboratorio hace 5 años y brindarme la confianza y la oportunidad de trabajar con él en sus diferentes proyectos. Por su asistencia y dirección en esta tesis, por su guía en los análisis de datos y por darle forma a este estudio con sus concretas e importantes sugerencias. Al Dr. Hugo Romero-Saltos por toda su guía en la concepción de la idea de esta tesis. Al Dr. Roel Brienen, por permitirme utilizar las muestras digitales de los árboles estudiados en esta investigación. Al Lic. Álvaro Pérez por sus acertadas sugerencias. A la Mtr. Consuelo Hernández por su ayuda ofrecida en todo momento. A Pablo Alvia y Milton Pabón por su fundamental asistencia en la colección de datos en el campo. A mi madre por permanecer a mi lado siempre brindándome su apoyo. A mis amigas y amigos por ofrecerme su amistad en esta etapa de mi vida, en especial a Rosa Jiménez, Nathaly Espinel, Johanna Cobo, Rita Hidalgo y Diana Bautista.

El proyecto contó con financiamiento de la PUCE, fondos de proyectos de investigación 2015 ofrecidos al proyecto “Dinámica forestal de un bosque megadiverso de la Amazonía: flujos de carbono y descomposición de hojarasca (primera fase)”, dirigido por el Dr. Renato Valencia (código L13251).

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	iv
TABLA DE CONTENIDOS.....	v
LISTA DE ABREVIATURAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABLAS	viii
1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. MANUSCRITO PARA PUBLICACIÓN	3
4. NORMAS PARA PUBLICACIÓN	22
5. ANEXOS.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
°C	Grados Celsius
DAP	Diámetro a la altura del pecho
DE	Desviación estándar
ECY	Estación Científica Yasuní
ha	Hectárea
km	Kilómetro
m	Metro
mm	Milímetro
PDBY	Proyecto Dinámica del Bosque Yasuní
PNY	Parque Nacional Yasuní
REW	Reserva Étnica Waorani

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Crecimiento anual de <i>Cedrela odorata</i> en relación al clima en el periodo 1995–2013.....	14
Figura 2. Dendrofenograma de <i>Cedrela odorata</i> en relación con la precipitación.....	15
Figura 3. Variación de la tasa de crecimiento de <i>Cedrela odorata</i> con respecto a su edad.....	16
Figura 4. Relación entre la edad y el incremento acumulado en diámetro (n = 39) de <i>Cedrela odorata</i>	16
Figura 5. Crecimiento promedio anual de <i>Cedrela odorata</i> según su diámetro.....	17
Figura 6. Crecimiento histórico de <i>Cedrela odorata</i> entre los años 1865–2012.....	17

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución y crecimiento de <i>Cedrela odorata</i> según su habitat.....	18
--	----

1. RESUMEN

El estudio de anillos de crecimiento en bosques no estacionales de la Amazonía es todavía incipiente. Se conoce que la mayoría de árboles no forman anillos de crecimiento anual en estos bosques. En cedro (*Cedrela odorata*, Meliaceae), sin embargo, se ha reportado la formación de anillos anuales en un bosque ligeramente estacional de la Amazonía boliviana. Mediante este método, el presente estudio explora si es posible establecer la edad y la dinámica de crecimiento del cedro en el bosque no estacional del Parque Nacional Yasuní. Para esto se obtuvieron muestras de barreno de 44 árboles y se tomaron mediciones diamétricas de 110 individuos entre 2013 y 2015. La correlación entre anillos de crecimiento y precipitación fue positiva y significativa en 28 de los 44 árboles estudiados. Se determinó que el cedro en el área de estudio sí forma anillos de crecimiento anual y que el período hidrológico va de julio a junio. En promedio el crecimiento histórico del cedro (1865–2012) fue de 6,27 mm al año, mientras que la tasa medida entre 2013 y 2015 fue de apenas 4,7 mm. El tamaño de los anillos de un mismo año varió ampliamente entre los individuos estudiados, de tal manera que árboles de edad similar tuvieron diámetros muy distintos. Por ejemplo, los árboles de 600 mm de diámetro tuvieron edades comprendidas entre 48 y más de 140 años. Las tasas de crecimiento más altas se encontraron en individuos con diámetros entre 400 y 800 mm. Los resultados evidencian que el ciclo de corte de 20 años para árboles con diámetro ≥ 600 mm, sugerido para el cedro en la normativa ecuatoriana, no parece sostenible. Algunos árboles pueden tardar más de 100 años en alcanzar el diámetro mínimo de corte. El presente estudio muestra que el uso de anillos de crecimiento es un método ingenioso para conocer la dinámica de las especies en épocas pasadas y entender el crecimiento de los árboles en el bosque no estacional de la Amazonía ecuatoriana.

Palabras clave: Anillos de crecimiento, diámetro, tasa de crecimiento, precipitación, Amazonía no estacional, Ecuador.

2. ABSTRACT

The study of growth rings in non-seasonal forests is still incipient. Most trees in seasonal forest do not form annual growth rings. The tropical cedar (*Cedrela odorata*, Meliaceae) form annual rings in the slightly seasonal forest of the Bolivian Amazon. Using this method, the present study explores the possibility to estimate the age and growth dynamics of tropical cedar in a non-seasonal forest of Yasuni National Park. To do this, samples of increment cores of 44 trees and diametric measurements of 110 individuals were taken, between 2013 and 2015. The correlation between growth rings and precipitation was positive and significant in 28 of the 44 trees studied. It was determined that tropical cedar in the study area forms annual growth rings and that the hydrologic period goes from July to June. In average, the historic growth of cedar (1865–2012) was 6,27 mm per year, while the average rate between 2013 and 2015 was only 4,7 mm. The size of rings of individuals of a same year varied widely, such that trees of similar age had very different diameters. For example, trees of 600 mm of diameter had ages between 48 and over 140 years. The highest growth rates were found in individuals with diameters between 400 and 800 mm. Results show that the cutting cycle of 20 years for trees with diameter ≥ 600 mm, suggested for tropical cedar in the Ecuadorian legislation, does not seem sustainable. Some trees can take over 100 years to reach the minimum cutting diameter. The present study indicates that the use of growth rings is a ingenious method to learn about the species dynamics in the past and understand the trees growth in a non-seasonal forest in the Ecuadorian Amazon.

Keywords: Growth rings, diameter, growth rate, precipitation, non-seasonal Amazon, Ecuador.

3. MANUSCRITO PARA PUBLICACIÓN

REVISTA

Árvore Journal of Brazilian Forest Science

TÍTULO

Crecimiento y dendrocronología de *Cedrela odorata* en un bosque de la Amazonía ecuatoriana.

RESUMEN

El estudio de anillos de crecimiento en bosques no estacionales de la Amazonía es todavía incipiente. Se conoce que la mayoría de árboles no forman anillos de crecimiento anual en estos bosques. En cedro (*Cedrela odorata*, Meliaceae), sin embargo, se ha reportado la formación de anillos anuales en un bosque ligeramente estacional de la Amazonía boliviana. Mediante este método, el presente estudio explora si es posible establecer la edad y la dinámica de crecimiento del cedro en el bosque no estacional del Parque Nacional Yasuní. Para esto se obtuvieron muestras de barreno de 44 árboles y se tomaron mediciones diamétricas de 110 individuos entre 2013 y 2015. La correlación entre anillos de crecimiento y precipitación fue positiva y significativa en 28 de los 44 árboles estudiados. Se determinó que el cedro en el área de estudio sí forma anillos de crecimiento anual y que el período hidrológico va de julio a junio. En promedio el crecimiento histórico del cedro (1865–2012) fue de 6,27 mm al año, mientras que la tasa medida entre 2013 y 2015 fue de apenas 4,7 mm. En los individuos estudiados el tamaño de los anillos de un mismo año varió ampliamente, de tal manera que árboles de edad similar tuvieron diámetros muy distintos. Por ejemplo, los árboles de 600 mm de diámetro tuvieron edades comprendidas entre 48 y más de 140 años. Las tasas de crecimiento más altas se encontraron en individuos con diámetros entre 400 y 800 mm. Los resultados evidencian que el ciclo de corte de 20 años para árboles con diámetro ≥ 600 mm, sugerido para el cedro en la normativa ecuatoriana, no parece sostenible. Algunos árboles pueden tardar más de 100 años en alcanzar el diámetro mínimo de corte. El presente estudio muestra que el uso de anillos de crecimiento es un método ingenioso para conocer la dinámica de las especies en épocas pasadas y entender el crecimiento de los árboles en el bosque no estacional de la Amazonía ecuatoriana.

Palabras clave: Anillos de crecimiento, diámetro, tasa de crecimiento.

TÍTULO

Crecimiento e dendrocronología *Cedrela odorata* em uma floresta na Amazônia equatoriana.

RESUMO

O estudo dos anéis de crescimento na floresta amazônica não sazonal ainda é incipiente. Sabe-se que a maioria das árvores não formam anéis de crescimento anuais nessas florestas. Cedar (*Cedrela odorata*, Meliaceae), no entanto, relatou a formação de anéis anuais em uma floresta estacional da Amazônia boliviana. Por este método, o presente estudo investiga se é possível estabelecer a idade ea dinâmica de crescimento na floresta não sazonal cedro Parque Nacional Yasuní. Para este exercício amostras buracos foram obtidos a partir de 44 árvores e medições diamétrais de 110 pessoas entre 2013 e 2015 foram tomadas correlação entre anéis de crescimento e precipitação foi significativa e positiva em 28 dos 44 árvores estudadas. Foi determinado que o cedro na área de estudo se anéis de crescimento anuais forma e período hidrológico de Julho a Junho. Em média cedro crescimento histórico (1865–2012) foi 6,27 milímetro por ano, enquanto a taxa entre 2013 e 2015 foi de apenas 4,7 mm. Em indivíduos estudados o tamanho dos anéis do mesmo ano variar amplamente, de modo que as árvores de idade semelhante foram muito diferentes diâmetros. Por exemplo, árvores de 600 mm de diâmetro tinham idades entre 48 e mais de 140 anos. As maiores taxas de crescimento foram encontradas em indivíduos com diâmetros entre 400 e 800 mm. Os resultados mostram que o ciclo de corte de 20 anos para árvores com diâmetro ≥ 600 mm, sugerido para o cedro na legislação equatoriana não parece sustentável. Algumas árvores podem levar mais de 100 anos para alcançar o diâmetro mínimo de corte. O presente estudo mostra que a utilização de anéis de crescimento é um engenhoso método para compreender a dinâmica da espécie no passado e compreender o crescimento das árvores na floresta não sazonal na Amazônia equatoriana.

Palavras-chave: anéis de crescimento, diâmetro, a taxa de crescimento.

1. INTRODUCCIÓN

Los anillos de crecimiento de las plantas leñosas proporcionan información respecto a la edad, la fijación de carbono y la autoecología de las especies (TOMAZELLO, 2009; GIMÉNEZ et al.,

2013). En zonas templadas, los anillos anuales se forman cuando los árboles experimentan latencia cambial durante el invierno. En bosques tropicales esto puede ocurrir debido a condiciones ambientales desfavorables para el crecimiento, como inundaciones periódicas, fluctuaciones en la salinidad de los manglares y estacionalidad climática (ROZENDAAL, 2011), lo que puede inducir latencia cambial y formación de anillos en los árboles (BRIENEN, 2005). Sin embargo en los bosques tropicales lluviosos, que carecen de estacionalidad, los árboles generalmente, no forman anillos de crecimiento anual (PEREYRA, 2014).

Afortunadamente, existen excepciones. Algunas especies de árboles como *Hura crepitans*, *Cedrela odorata*, *Jacaranda copaia*, *Ceiba petandra*, *Swietenia macrophylla* y *Hevea brasiliensis* (BRIENEN, 2006; BELTRÁN y VALENCIA, 2013), tienden a hacer anillos anuales incluso en bosques no estacionales. Estas excepciones se dan generalmente en especies deciduas que presentan abscisión de sus hojas (BRIENEN, 2006).

En los últimos años se han desarrollado algunas investigaciones sobre los anillos de crecimiento y su aplicación para el manejo de especies tropicales maderables (BRIENEN, 2005). La interpretación de tales anillos permite conocer sus tasas de crecimiento y la dinámica de las poblaciones, con lo cual se puede procurar un manejo sostenible y minimizar el impacto de su cosecha. En este sentido, el presente estudio examina los anillos de crecimiento del cedro (*Cedrela odorata*, Meliaceae). Se trata de una especie cuya madera es altamente valorada en el mercado local e internacional. La gran demanda de cedro ha provocado su cosecha desmedida y explotación ilegal. Actualmente el cedro está extinto en algunas localidades y en otras sus poblaciones naturales se han reducido a estados críticos, especialmente en la costa ecuatoriana (CITES, 2014).

En este estudio se investigó si el cedro forma anillos de crecimiento anual en un bosque no estacional de la Amazonía ecuatoriana y se formularon las siguientes preguntas: ¿Cuánto se relaciona el crecimiento del cedro con la lluvia y la temperatura? ¿Cuál es la relación entre la formación de anillos y la producción de hojas, flores y frutos? ¿Existen ambientes donde el cedro es más abundante y crece más? ¿Es posible estimar la edad de los cedros y sus tasas de crecimiento diamétrico? Y por último ¿Existe relación entre el diámetro y la edad del cedro?

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

El Parque Nacional Yasuní (PNY) se encuentra ubicado entre las provincias de Pastaza y Orellana en un área de 9820 km², siendo la reserva más grande del Ecuador. Al igual que toda la Amazonía ecuatoriana, el PNY está dominado por un bosque tropical lluvioso no estacional. Dentro de la reserva se encuentran bosques de tierra firme, bosques inundables y pantanos (PÉREZ et al., 2014), los cuales albergan una biodiversidad considerada entre las más altas del planeta (DANGLES, 2010).

La Estación Científica Yasuní (ECY) está ubicada en el sector noroccidental del PNY, en la ribera derecha del río Tiputini (sentido oeste–este) y a poca distancia de su confluencia con el río Tivacuno (QUENDEZ, 2010). El bosque alrededor de la ECY es siempreverde, dominado por colinas bien drenadas. Quinientos metros hacia el sur de la ECY se encuentra una parcela de investigación permanente de 50 ha, establecida en 1995 por el Proyecto Dinámica del Bosque Yasuní (PDBY). Esta parcela se ubica entre los 216 y 250 m de altitud e incluye un sistema de colinas separadas por valles (VALENCIA et al., 2004), un pequeño pantano de 1,7 ha y un parche de bosque secundario de 0,48 ha (PÉREZ et al., 2014) (Anexo 1). Los cedros que se encuentran en esta parcela fueron considerados para investigar su crecimiento y preferencias de hábitat.

2.1.1. Clima

Para determinar si existe una relación entre el crecimiento del cedro, la precipitación y temperatura anual, se utilizaron datos climáticos de la ECY. Los datos corresponden a 19 años (1995–2013) de registros diarios. Sin embargo, debido a daños en los sensores electrónicos, no existen datos completos de precipitación de 66 meses. Estos meses tenían <20 días de medición. Para solucionar este vacío de información, se realizó una correlación entre la precipitación y los registros diarios del nivel del río Tiputini, tomados en la ECY desde 1995, con muy pocas excepciones. Se encontró una correlación mensual entre la precipitación y el nivel del río altamente significativa ($r^2 = 0,55$; $p = <0,001$). Mediante regresiones lineales, se extrapolaron los

datos de precipitación faltantes. Entre 1995 a 2013 (228 meses), el promedio de la precipitación anual fue de 2778 mm, siendo mayo el mes de mayor precipitación (378,79 mm) (Anexo 1).

Los registros de temperatura de la ECY fueron incompletos (<20 días) en 70 meses. Sin embargo, la temperatura mensual promedio fue relativamente estable. La diferencia entre el mes más frío y el más caliente es 1,25 °C, siendo enero el mes con la temperatura promedio más alta (25,26 °C) y junio el mes más frío (24,01 °C). Si bien la diferencia entre meses fue relativamente pequeña, la variación diaria fue alta (11,38 °C en promedio). Mientras la temperatura mínima promedio fue 21,3 °C y la máxima de 32,8 °C. Dentro de un mismo día los registros más extremos fueron 14,1 °C y 40,5 °C (variación de 26,4 °C).

2.2. Metodología

Entre abril y mayo del 2013 se estudiaron 110 árboles de *Cedrela odorata*, 44 ubicados en los senderos de investigación de la ECY y 66 árboles registrados dentro de la parcela de investigación de gran escala del PDBY. Para cada árbol se documentó el estado de las hojas (jóvenes, maduras y senescentes), la fenología (producción de flores y frutos) y el tipo de ambiente donde se encuentra (pantano, valle y colina).

2.2.1. Anillos de crecimiento

En los árboles localizados en los senderos de la ECY se colectaron muestras de secciones radiales de madera, tomadas con barrenos de incremento. La toma de estas muestras se realizó dentro de otro proyecto de investigación (BRIENEN, datos no publicados).

Debido a la presencia de raíces tablares, mayormente ubicadas en la sección basal del tronco, las muestras se tomaron a alturas entre 1,30 m y 4,50 m. A cada árbol se le extrajo 2 o 3 secciones (series) de madera. Se recolectaron 78 muestras en los 44 árboles.

Las muestras fueron montadas sobre regletas de madera acanaladas, las cuales fueron pulidas, utilizando lijas de distinto grosor, para que los anillos sean más visibles (BRIENEN, 2005). Posteriormente, las muestras fueron escaneadas y las imágenes resultantes fueron analizadas para identificar y analizar los anillos de crecimiento.

Se utilizó el programa ImageJ para procesar las imágenes escaneadas de las series, contar el número de anillos de crecimiento y medir su ancho. Para establecer la correspondencia de los anillos con los registros anuales de clima se asignó, para cada anillo, un año calendario, comenzando la cuenta regresiva desde el último anillo formado en el año en el que se tomó la muestra (BRIENEN y ZUIDEMA, 2003), en este caso el año 2012. De esta manera se estableció una correspondencia entre anillo y su año de conformación.

Debido a que el ancho de los anillos puede variar entre las series de un mismo individuo, el ancho de los anillos correspondiente a un año determinado fue promediado entre las series. La correcta interpretación del fechado y la precisa medición fueron controladas calculando índices de correlación entre las series, por medio del programa estadístico PAST 3.07. Para conocer el ciclo hidrológico del cedro en el área de estudio, se realizó correlaciones entre la precipitación y su crecimiento radial anual entre 1995 y 2012, tomando periodos de tiempo de doce meses (enero–diciembre, febrero–enero, marzo–febrero, abril–marzo, mayo–abril, junio–mayo, julio–junio, agosto–julio, septiembre–agosto, octubre–septiembre, noviembre–octubre y diciembre–noviembre).

2.2.2. Medición diamétrica

El diámetro de todos los árboles fue medido con cinta diamétrica y mediante la instalación de dendrómetros fabricados manualmente, con un protocolo estándar. El dendrómetro consiste de una banda plástica que envuelve el tronco y un resorte sujeto a los extremos de la banda (MULLER–LANDAU y LARJAVAARA, 2009). A medida que el árbol crece, el resorte se estira y la banda muestra una mayor separación entre sus extremos. La distancia que aumentó o decreció entre los extremos de la banda corresponde a la nueva circunferencia del árbol. Para medir la separación de extremos de la banda se utilizó un calibrador digital modelo 3416 (Control Company) con una precisión de 0,03 mm. El uso de dendrómetros es apropiado cuando los intervalos de tiempo entre cada medición son muy cortos (menos de un año), ya que proporcionan una mayor precisión en la lectura de los datos (CARVALHO y FELFILI, 2011).

Se realizaron tres mediciones con cinta diamétrica y dendrómetros: en abril–mayo del 2013, la segunda en octubre del 2014, y la tercera en mayo–junio del 2015.

2.2.3. Relación entre anillos de crecimiento anual y clima

Para determinar la relación entre el crecimiento radial anual y el clima, se realizó una correlación de Pearson entre el ancho de los anillos con los datos de precipitación y temperatura anuales, para el periodo 1995–2013, utilizando el programa PAST 3.07. Se eliminaron del análisis 16 individuos que presentaron una correlación negativa entre crecimiento y precipitación.

2.2.4. Crecimiento diamétrico

Para el análisis de crecimiento se clasificó a los individuos en seis clases diamétricas: (1) <200 mm, (2) 200–400 mm, (3) 400–600 mm, (4) 600–800 mm, (5) 800–1000 mm y (6) 1000–1200 mm. El valor promedio del diámetro, dentro de cada intervalo diamétrico fue correlacionado con la tasa de crecimiento anual de los cedros.

El crecimiento diamétrico anual (Δd) calculado con las mediciones de cinta diamétrica se estimó con la siguiente fórmula:

$$\Delta d = \frac{d2 - d1}{\Delta t}$$

donde: $d1$ = diámetro del penúltimo censo,

$d2$ = diámetro del último censo.

Δt = tiempo transcurrido entre las dos mediciones.

El crecimiento anual registrado en los dendrómetros se calculó con la siguiente fórmula:

$$\Delta d = \frac{d2 - d1/\Delta t}{\pi}$$

3. RESULTADOS

Las imágenes escaneadas de las muestras de barreno mostraron anillos de crecimiento anual claramente diferenciados por la porosidad de mayor diámetro al inicio del periodo vegetativo

(madera temprana) y menor diámetro hacia el final del periodo (madera tardía). Se encontró que el ciclo hidrológico del cedro tiene un periodo julio–junio.

3.1. Relación entre crecimiento, temperatura y precipitación

Hubo una correlación positiva en 28 (58 series) de los 44 individuos estudiados (64%) entre crecimiento y precipitación. La correlación entre la precipitación y el crecimiento anual (julio a junio), desde el año 1995 hasta el 2012, fue positiva y altamente significativa ($r = 0,71$; $p = <0,001$), mientras que el crecimiento tuvo una relación negativa con la temperatura mínima ($r = -0,6191$; $p = <0,05$) (Figura 1).

3.2. Influencia del hábitat y la fenología

Dentro de la parcela de 50 ha el cedro no presenta tasas de crecimiento anuales muy diferentes entre hábitats, sin embargo, el valle presenta 67 % más individuos por hectárea que la colina y el 29 % más que el pantano. Sin embargo, los cedros de las colinas de los senderos crecieron el doble (6,63 mm) que sus equivalentes de la parcela (3,46 mm) (Tabla 1).

En cuanto a la fenología, se observó en mayo y junio hojas maduras y presencia de frutos; caída de hojas senescentes y ausencia de frutos en septiembre y octubre (Figura 2).

3.3. Edad y crecimiento diamétrico

En promedio, el crecimiento anual del cedro en el periodo 1865–2012 fue de 6,27 mm con un rango de 0,3 mm a 36,58 mm. Las tasas de crecimiento del cedro tuvieron una correlación negativa con la edad. Aunque el valor de r^2 fue de 0,2646 existe una tendencia negativa (Figura 3). Sin embargo, los anillos de crecimiento muestran que existe una gran variación del diámetro en árboles de edad similar. Por ejemplo, los individuos con diámetro >60 cm tienen edades entre 48 y 148 años (Figura 4).

Los árboles con mayores tasas de crecimiento tuvieron entre 400 y 800 mm de diámetro, mientras los individuos más grandes 1000 a 1200 mm de diámetro crecieron menos (Figura 5). El crecimiento histórico del cedro entre los años 1865–2012, muestra que las tasas de crecimiento en

los últimos 50 años han incrementado, en el periodo 1865–1912, en promedio la tasa de crecimiento fue de 4,67, en 1913–1962 fue de 5,06 y en 1963–2012 fue de 6,94 (Figura 6).

4. DISCUSIÓN

Según Brienen (2003), los meses con precipitación menor a 60 mm influyen en la formación de anillos de crecimiento. Se encontró que la formación de anillos anchos y angostos está estrechamente limitada a la cantidad de lluvia que cae en la zona, (BRIENEN, 2005). En Yasuní no existen meses con precipitación tan baja (Anexo 1), sin embargo, el cedro sí forma anillos de crecimiento. El valor de la correlación que se encontró en este estudio es comparable al de otros estudios realizados con cedro en bosques tropicales (BRIENEN, 2006; ROZENDAAL, 2010; WORBES, 1999). A su vez, las bajas temperaturas parecen favorecer el crecimiento del cedro y la formación de anillos. Es probable que las temperaturas bajas eviten que las hojas de los árboles pierdan agua a través de sus estomas durante el día lo cual podría favorecer el crecimiento de los árboles, aunque esto es todavía muy discutido en los estudios dendrocronológicos en árboles tropicales (BURIN, 2012).

Según Brienen y Zuidema (2006) el crecimiento del cedro comienza dos o tres meses después de la estación menos lluviosa. En Yasuní la estación menos lluviosa termina en enero, por lo que es probable que la latencia se rompa en abril o mayo y que el crecimiento se vuelva evidente en julio. Los resultados muestran que el ciclo hidrológico de los cedros, en esta zona, podría ir de julio a junio. Este ciclo hidrológico no comienza específicamente en el mes más lluvioso, mayo, sino que lo hace dos meses después, cuando el crecimiento es mayor y más evidente en la anatomía del tallo. Esto podría deberse a la necesidad que tienen los árboles de acumular reservas antes de crecer (BRIENEN, 2005).

Las observaciones fenológicas en el cedro también contribuyen, en cierta forma, para explicar su crecimiento. El cedro comenzaría a crecer cuando inicia la fructificación (julio), mientras que, su defoliación comienza a mediados de septiembre y termina en enero, coincidiendo con los meses de menor precipitación en Yasuní. Por lo tanto, se estima que el cedro finalizaría su crecimiento en el mes de enero (Figura 2). Observaciones similares fueron encontradas por

Marcatti (2006), quien explica que el crecimiento de la madera temprana se daría 30 días después de la floración del cedro.

Los anillos de crecimiento anuales permitieron conocer la edad de cada individuo y sus tasas de crecimiento, desde juveniles hasta adultos. Los cedros en los que se investigó sus anillos de crecimiento crecieron en promedio 6,23 mm, lo cual es el doble de lo reportado por Pérez et al. (2014) para los cedros que crecen en la parcela de investigación permanente. Esta diferencia se debe en primer lugar a que los periodos de estudio fueron diferentes en las dos investigaciones. Los anillos de crecimiento abarcaron 148 años mientras que los estudios de Pérez et al. (2014) muestran datos de 12 años (1995–2007). Aunque según el análisis de crecimiento histórico, se observó que en los últimos cincuenta años la tasa de crecimiento ha incrementado, este hallazgo no es un acontecimiento aislado, ya que el mismo patrón se ha visto en diversos estudios en toda la región amazónica y se ha propuesto que estos cambios se deben al aumento atmosférico de CO₂ que estimula el crecimiento (ROZENDAAL, 2010).

Se observó, además, una tendencia a que los árboles crezcan menos según aumenta su edad (Figura 2). Esto podría deberse a que los individuos adultos gastan sus recursos energéticos en la producción de flores y frutos, mientras los juveniles gastan energía en su crecimiento vertical para alcanzar el dosel (ROZENDAAL, 2010). También puede deberse a que algunos de los árboles más longevos son senescentes y han dejado de crecer. Contrariamente en el intervalo 2013–2015 se encontró una correlación muy baja entre crecimiento y edad y esta no fue significativa. Esto puede deberse a que el intervalo de medición es muy corto o que la muestra es muy pequeña (25 individuos).

El diámetro del cedro permitió inferir diferencias en las tasas de crecimiento. El crecimiento óptimo se alcanzó en los árboles con diámetros intermedios (400–600 mm), mientras que árboles de mayor diámetro crecen menos. Como se explicó anteriormente esto puede explicarse por altos costos de reproducción sexual y senescencia de los árboles más grandes (BRIENEN, 2003).

Otro aspecto destacable es la gran variación de diámetro en árboles con edades parecidas, se registró, por ejemplo, que un individuo de edad similar a otro tuvo el doble de su diámetro.

Resultados similares encontró en otro estudio en la Amazonía boliviana Brien (2003). A su vez, hay individuos que pueden alcanzar un diámetro de 600 mm en ~50 años, mientras otros de más de 140 años aún no llegan a este diámetro (Figura 4). Esto sugiere que el crecimiento del cedro podría estar influenciado por factores que afectan a cada individuo en forma diferente. Es bien conocido que la luz y los nutrientes pueden variar en distancias pequeñas (<30 m) incluso dentro del mismo bosque, lo que puede favorecer o dificultar el crecimiento del cedro (JOHN et al, 2007; ROZENDAAL, 2010), este rasgo se evidencia en la tasa de crecimiento anual entre los individuos que crecen en la colina dentro de la parcela (3,46 mm) y los que crecen en la colina de los senderos de la ECY (6,63).

Con la tasa de crecimiento anual encontrada en este estudio (6,27 mm), se observa claramente que los turnos de rotación para la cosecha del cedro, impuestos por la normativa ecuatoriana, no pueden ser cumplidos ya que según Ecuador Forestal (2012), los turnos de rotación en la cosecha del cedro se dan cada 20 años y su diámetro mínimo de corte es de 600 mm. Por lo tanto en promedio, el cedro alcanzaría el diámetro mínimo de corte a los 96 años, al menos en bosques naturales de donde se extrae típicamente la madera del cedro.

4. CONCLUSIONES

La posibilidad de discriminar los anillos de crecimiento anual en el bosque lluvioso no estacional en el área de estudio permite investigar la dendrocronología de *Cedrela odorata* en estos bosques. Se demostró que es posible determinar la edad de los cedros y los patrones de crecimiento de la especie. Esta investigación es fundamental para buscar el manejo adecuado del cedro y corregir la norma de extracción, que sugiere rotación y tamaños de corte insostenibles para la especie.

6. FIGURAS

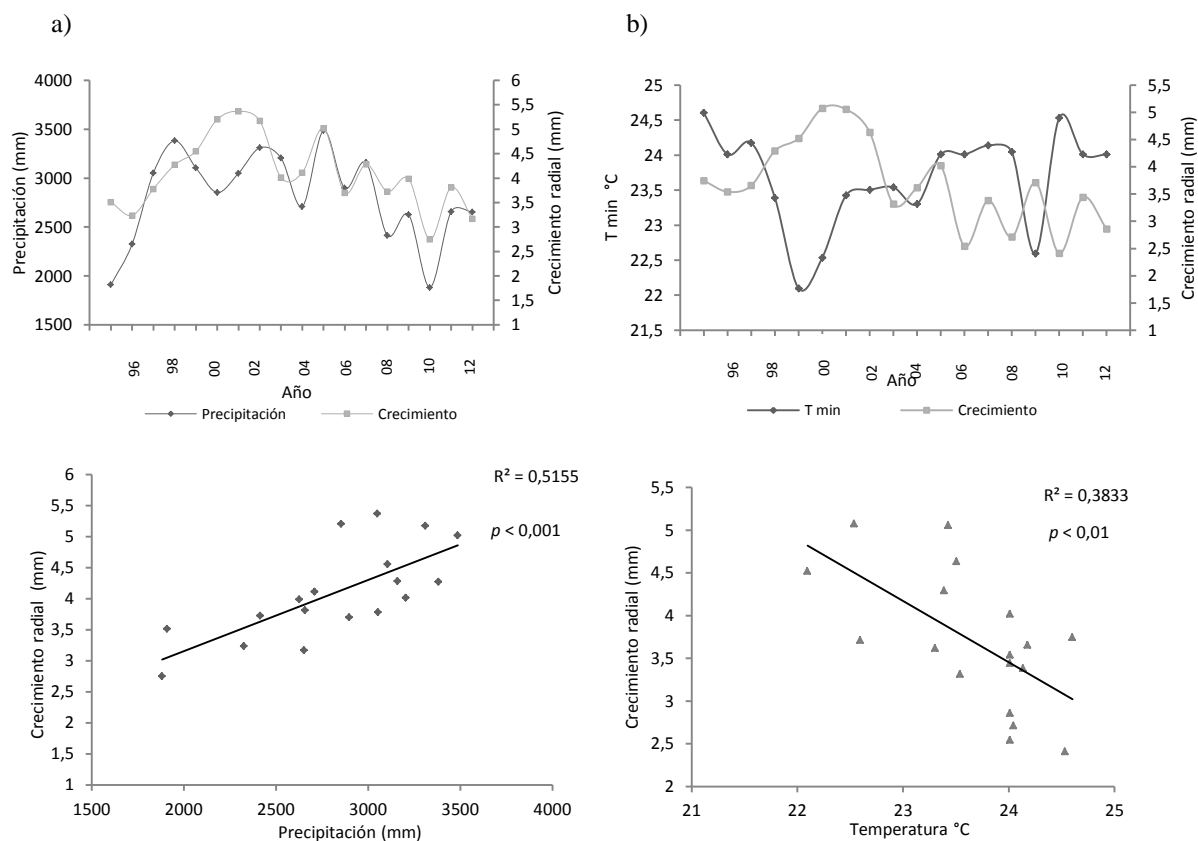


Figura 1: Crecimiento anual de *Cedrela odorata* en relación al clima en el periodo 1995–2013. a) Correlación entre la cronología final de ancho de anillo y la precipitación. b) Correlación entre la cronología final de ancho de anillo y el promedio de la temperatura mínima.

Figura 1: Crescimento anual de *Cedrela odorata* em relação ao clima no período 1995–2013. a) Correlação entre a cronologia final largura do anel e precipitação. b) Correlação entre a largura do anel tempo final ea temperatura média mínima.

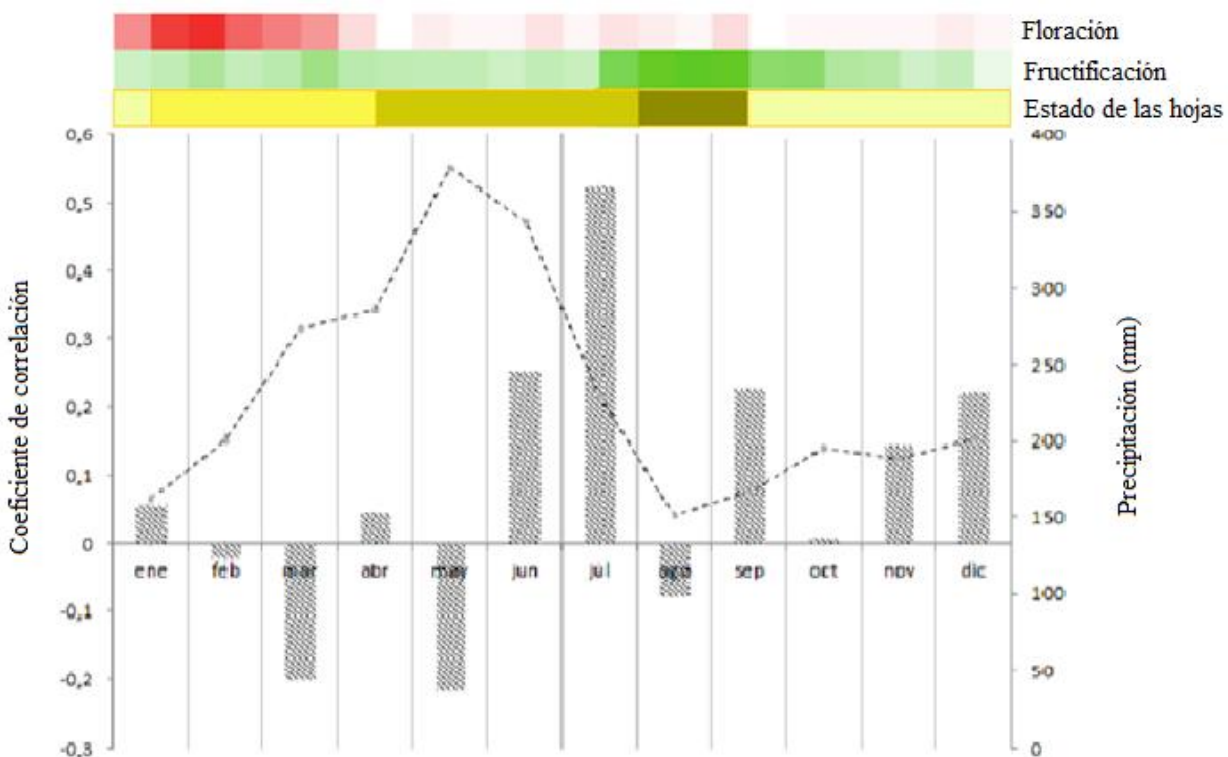


Figura 2: Dendrofenograma de *Cedrela odorata* en relación con la precipitación. Los colores representan los periodos fenológicos del cedro. La intensidad del color representa mayor o menor frecuencia. En las hojas la tonalidad más débil representa la ausencia de hojas, seguido por hojas nuevas, hojas maduras y hojas senescentes (los registros de producción de hojas son observaciones de campo realizadas por Pablo Alvia). La línea entrecortada representa el promedio de la precipitación en el periodo 1995–2013. Las barras indican la correlación entre la precipitación promedio mensual con la tasa de crecimiento anual (1995–2012).

Figura 2: Dendrofenograma de *Cedrela odorata* sobre precipitação. As cores representam os períodos fenológicos de cedro. A intensidade da cor é mais ou menos frequência. Em folhas o tom mais fraco representa sem folhas, seguido de folhas novas, folhas maduras e folhas senescentes (os registros de produção folhas são observações de campo por Pablo Alvia). A linha tracejada representa a precipitação média no período 1995–2013. As barras indicam a correlação entre a taxa média mensal de precipitação anual de crescimento (1995–2012).

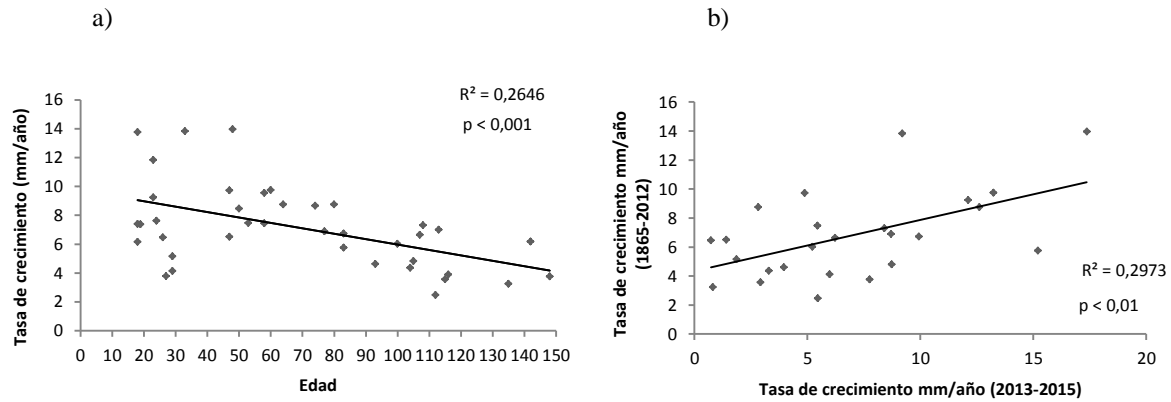


Figura 3: Variación de la tasa de crecimiento de *Cedrela odorata* con respecto a su edad. a) Tasa de crecimiento histórico en el periodo 1865–2012 a partir de anillos de crecimiento ($n = 39$). b) Correlación entre la tasa de crecimiento histórico y la tasa de crecimiento medido con dendrómetro en el periodo 2013–2015 ($n = 25$).

Figura 3: Variação da taxa de crescimento de *Cedrela odorata* em relação à sua idade. a) taxa de crescimento histórico ao longo do período 1865–2012 a partir de anéis de crescimento ($n = 39$). b) Correlação entre a taxa de crescimento histórico e a taxa de crescimento medido dendrometer no período 2013–2015 ($n = 25$).

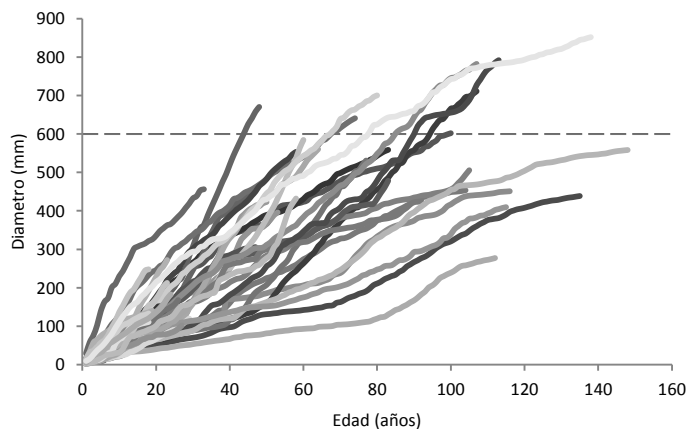


Figura 4: Relación entre la edad y el incremento acumulado en diámetro ($n = 39$) de *Cedrela odorata*. La línea horizontal indica el diámetro mínimo de corta para el cedro en Ecuador.

Figura 4: Relação entre a idade eo aumento acumulado de diâmetro ($n = 39$) de *Cedrela odorata*. A linha horizontal indica o diâmetro mínimo de corte para o cedro no Equador.

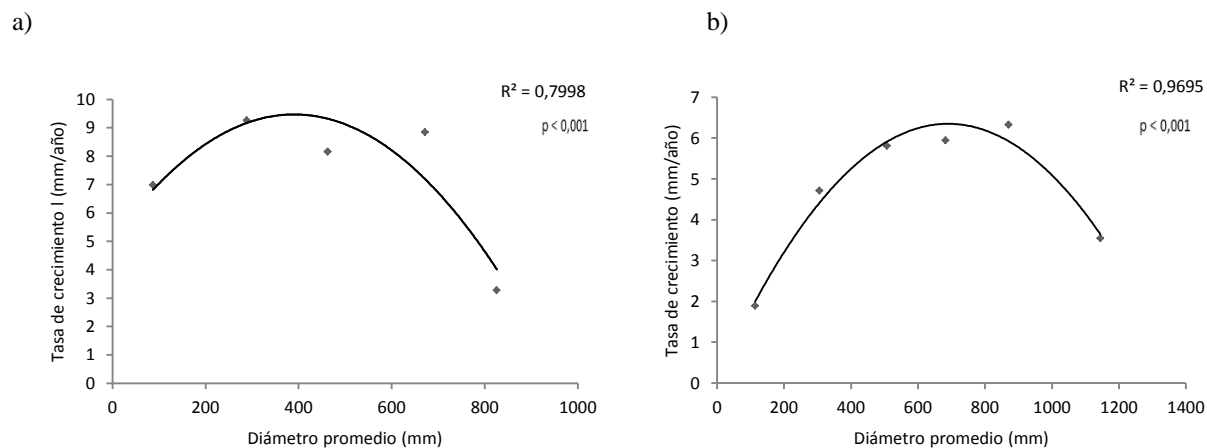


Figura 5: Crecimiento promedio anual de *Cedrela odorata* según su diámetro. a) Tasa de crecimiento (1865–2012) medida a partir de anillos de crecimiento anuales (n = 39). b) Tasa de crecimiento (2013–2015) medida con dendrómetro (n = 87).

Figura 5: O crescimento médio anual de *Cedrela odorata* de acordo com o seu diâmetro. a) Taxa de crescimento (1865–2012) medido a partir de anéis de crescimento anuais (n = 39). b) Taxa de crescimento (2013–2015) dendrómetro medido (n = 87).

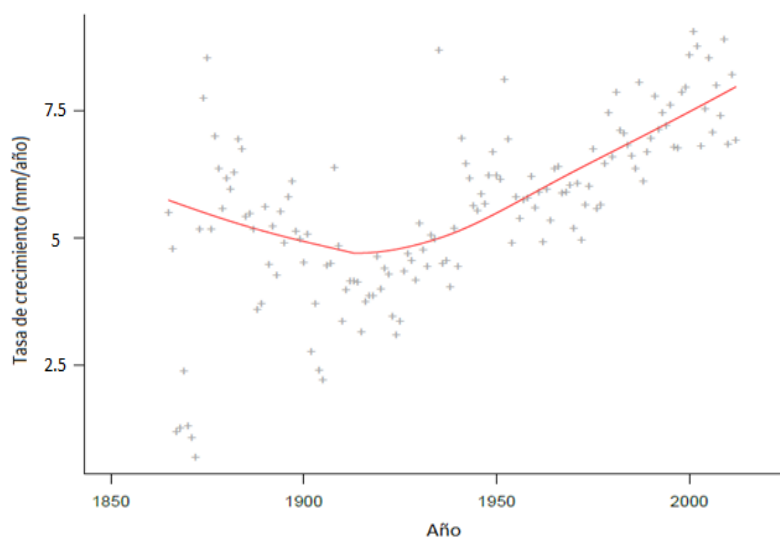


Figura 6: Crecimiento histórico de *Cedrela odorata* entre los años 1865–2012. La línea de tendencia indica un incremento en el crecimiento en los últimos 50 años.

Figura 6: Crescimento histórico de *Cedrela odorata* entre os anos de 1865–2012. A linha de tendência indica um aumento no crescimento ao longo dos últimos 50 anos.

7. TABLAS

Tabla 1: Distribución y crecimiento de *Cedrela odorata* según su hábitat.

Tabela 1: Distribuição e crescimento de *Cedrela odorata* de acordo com seu habitat.

Hábitat	N° individuos	N° individuos/ha	DAP Promedio (mm)	Tasa de crecimiento (mm/año)	Rango (mm)	DE
Parcela PDBY						
Colina 40 ha	36	1,1	376	3,46	0–10,44	3,27
Valle 8,3 ha	26	3,13	81,5	3,49	0,5–12,63	3,47
Pantano 1,7 ha	4	2,35	323	3,35	1,81–4,88	2,16
Senderos ECY						
Colina	30		523	6,63	0,15–17,36	4,71
Valle	7		664	3,1	0,39–9,19	3,22

(PDBY) Proyecto Dinámica del Bosque Yasuní, (ECY) Estación Científica Yasuní, (DAP) diámetro a la altura del pecho, (DE) desviación estándar.

7. REFERENCIAS

ANDREACCI, F., BOTOSSO, P., GALVÃO, F. Sinais climáticos em anéis de crescimento de *Cedrela fissilis* em diferentes tipologias de florestas ombrófilas do sul do Brasil. FLORESTA, Curitiba, PR, Vol. 44, n. 2, p. 323–332, 2014.

BELTRÁN, L., VALENCIA, G. Anatomía de anillos de crecimiento de 80 especies arbóreas potenciales para estudios dendrocronológicos en la Selva Central, Perú. . Rev. Biol. Trop Vol. 61 (3): 1025–1037, 2013.

BRIENEN, R., ZUIDEMA, P. Anillos de crecimiento de árboles maderables en Bolivia: su potencial para el manejo de bosques y una guía metodológica. PROMAB/ IGEMA Informe Técnico Nro. 7, 2003.

BRIENEN, R., ZUIDEMA, P. Lifetime growth patterns and ages of Bolivian rain forest trees obtained by tree ring analysis. *Journal of Ecology* 94, 481–493, 2006.

BRIENEN, R., ZUIDEMA, P. Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis. *Oecologia* 146: 1–12, 2005.

BRIENEN, R., ZUIDEMA, P. The use of tree rings in tropical forest management: Projecting timber yields of four Bolivian tree species. *Forest Ecology and Management* 226: 256–267, 2006.

BURIN, G. Dendroclimatological analysis of cedro (*Cedrela fissilis* L. Meliaceae) for the reconstruction of recent environmental scenario from São Paulo, SP. Dissertação (Mestrado) Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Botânica, 2012.

CAMPOS, L. E. Dendrocronología en árboles de Tornillo, *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Fabaceae), del Centro de Investigaciones Jenaro Herrera en el noreste de la Amazonia, Región Loreto–Perú. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria de la Molina, Lima, 2009.

CARVALHO, F., Y FELFILI, J. Cost-benefit analysis of industrial and homemade dendrometer bands. *Acta Botánica Brasilica* 25 (3): 566–570, 2011.

CITES. Vigésima primera reunión del Comité de Flora Veracruz (México). América Central, del Sur y el Caribe. PC21 Doc. 21.3, 2014.

DANGLES, O., NOWICKI, F. BIOTA MAXIMA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Institut de Recherche pour le Développement. Imprenta Mariscal. Quito–Ecuador, 2010.

ECUADOR FORESTAL Ficha Técnica N° 5: CEDRO. <<http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-5-cedro/>> [Consulta: Septiembre del 2015], 2012.

GIMÉNEZ, A., HERNÁNDEZ, P., RÍOS, N., CALATAYU, F. Growth of individual trees of *Geoffreea decorticans* Burk. in a forest from the Semiarid Chaco, Argentina. *Madera y Bosques* 19(1), 37–51, 2013.

JOHN, R., DALLING, J., HARMS K., YAVITT, J., STALLARD, R., MIRABELLO, M., HUBBELL, S., VALENCIA, R., NAVARRETE, H., VALLEJO, M. Y FOSTER, R. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. *PNAS*, Vol. 104 (3) 864–869, 2007.

MARCATI, C., ANGYALOSSY, V., EVERT, R. Seasonal variation in wood formation of *Cedrela fissilis* (Meliaceae). *IAWA Journal*, Vol. 27 (2), 2006: 199–211, 2006.

MULLER-LANDAU, H. Y LARJAVAARA, M. Plastic Band Dendrometer Protocol. CTFS Global Forest Carbon Research Initiative Version: November 7, 2008.

PEREYRA, M., INGA, G., SANTOS, M. & RODRÍGUEZ, R. Potencialidad de *Cedrela odorata* (Meliaceae) para estudios dendrocronológicos en la selva central del Perú. *Trop. Biol* Vol. 62 (2): 783–793, 2014.

PÉREZ, A.J., HERNÁNDEZ, C., ROMERO-SALTOS, H., VALENCIA, R. Árboles emblemáticos de Yasuní Ecuador 337 especies. Publicaciones del Herbario QCA. Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2014.

QUENDEZ, N. ESTACIÓN CIENTÍFICA YASUNÍ.
<<http://www.yasuni.ec/yasuni.php?c=1246>> [Consulta: Septiembre del 2015], 2010.

ROZENDAAL, D., ZUIDEMA, P. Dendroecology in the tropics: a review. *Trees* 25:3–16, 2011.

ROZENDAAL, D., BRIENEN R., SOLIZ-GAMBOA, C. Y ZUIDEMA, P. Tropical tree rings reveal preferential survival of fast-growing juveniles and increased juvenile growth rates over time. *New Phytologist* 185: 759–769, 2010.

TOMAZELLO, F., ROIG, F., ZEVALLOS, P. Dendrochronology and tropical dendroecology: history and successful experiences in Latin American countries. *Ecología en Bolivia* 44(2): 73–82, 2009.

VALENCIA, R., FOSTER, R., VILLA G., CONDIT, R., SVENNING, J., HERNÁNDEZ C., ROMOLEROUX, K., LOSOS E., MAGARD E. & BALSLEV H. Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: large forest plot in eastern Ecuador. *Journal of Ecology* 92: 214–229, 2004.

WORBES, M. Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. *J Ecol* 87:391–403, 1999.

4. NORMAS PARA PUBLICACIÓN

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

- Scope and policy
- Form and preparation of manuscripts
- Manuscript submission

Scope and policy

Revista Árvore is a bimonthly journal of the Society of Forest Investigations (SIF) that publishes high-quality original articles addressing scientific research in the field of Forestry Science including Silviculture, Forest Management, Technology and Use of Forest Products, Environment and Nature Conservation. Manuscripts will be reviewed by the Executive Editor and scientific merit reviewed by a scientific editor. The Chief Editor will select three independent referees expert in the field. If the manuscript is approved by the three referees, the editorial board will carry out a final review for acceptance for publication, changes or rejection. Manuscripts submitted to the journal must not have been previously published and cannot be concurrently considered by another publication with the same purpose; must also contribute to the advancement of the scientific knowledge in the field. Contributions in Portuguese, English or Spanish are subjected to review and approval by the Editorial Board as long as the text is written in accordance with the lexicology and syntax of the chosen language. Objectivity is the basic principle for manuscript preparation that should result in articles within the limits set by the journal.

Editorial policy

Revista Árvore maintains high ethical standards regarding publications and collaborators and strict quality criteria for published articles. The journal chooses ethical referees that are qualified and able to perform impartial review, always seeking constructive and professional criticism.

Target Audience

The target audience consists of professors, researchers, post-graduate students and professionals in the public and private sectors

in the field of Forestry Science at local, national and international levels.

Form and preparation of manuscripts

Manuscript preparation

- **Revista Árvore** is not responsible for the content and opinions expressed in the published articles and these do not necessarily reflect the opinions of the Society of Forest Investigation (SIF), being the author entirely responsible for the scientific content in the paper.

- When submitting an article, the author (s) should agree that the copyright of published manuscripts (if and when the paper is accepted) will be held by the Society of Forest Investigation- SIF.

The manuscript in English should be divided into sections, in the following order: TITLE in English; ABSTRACT (followed by Keywords); MANUSCRIPT TITLE in Portuguese; RESUMO (followed by Palavras-chave); 1. INTRODUCTION (including literature review); 2.MATERIALS AND METHODS; 3.RESULTS; 4. DISCUSSION; 5.CONCLUSIONS; 6.ACKNOWLEDGEMENTS (if necessary) and 7. REFERENCES.

The subtitles, when necessary should be written with initial capital letters, preceded by two Arabic numbers in a new paragraph.

References in the text must be cited as follows: cited author's surname with only the first capital letter, followed by the year in parentheses, when the author is part of the text Author (2008). When the author is not part of the text, the last name in parentheses in capital letters, followed by the year and separated by a comma (AUTHOR, 2008). The cited references should be preferentially from A/B Qualis level national or international journals. **Revista Árvore** follows ABNT 2002 - NBR 6023 standards.

Do not use "et al." in italics and the "&" should be replaced by "and" between authors. Original research papers are conventionally structured: Introduction, Methods, Results and Discussion, although other formats may be accepted. The Introduction should be brief, with a definition of the studied problem, synthesizing its importance and highlighting knowledge gaps ("state of the art") that will be addressed. Methods for the studied population, data source and selection criteria, among others, should provide necessary and complete information without prolixity. Results

should contain a concise presentation of data obtained without interpretations or comparisons. Tables or figures should not repeat the information contained in the text, these must be separated from the Discussion. Discussion should begin by appreciating the limitations of the study (when appropriate), followed by an analysis of the obtained results, taking current literature into consideration, without introduction of new data. It should also contain the author's interpretation, drawing conclusions and indicating the paths for further research.

The abstract should be informative and summarize relevant points of the study such as objectives, methodology, results and conclusions and should be composed of a current sentence sequence with maximum of 250 words. (ABNT-6028).

To submit manuscripts to this journal, authors must enter the following site: www.revistaarvore.ufv.br and click on ARTIGOS and then on SUBMETER MANUSCRITO. **Revista Árvore** publishes articles in Portuguese, English and Spanish. In the case of the foreign languages, a declaration of linguistic review from a specialist will be required.

Manuscript Publication (Second Stage)

After the manuscript has been reviewed by the editors, it can be returned to the author (s) to be reformatted according to the journal standards. Manuscripts may also be denied if Editors find it inappropriate for publication in the journal or if it shows lack of scientific merit. When approved by the editors, the manuscript will be addressed to three referees for scientific opinion. It is the author(s)'s responsibility to respond to suggestions and recommendations, if not, an explanation should be provided to the Editorial Board.

Manuscript submission

Papers must be submitted in Microsoft Word compatible formats. The system accepts files up to 10MB.

Manuscripts must be typed in Times New Roman 12, 1.5 spacing, A4 format (210 x 297 mm), page and line numbered, top, bottom, left and right margins 2.5 cm, up to 16 pages including tables and figures. Tables and figures must be

limited to 5 in the whole.

Title Page must contain title of manuscript, abstract and three (3) Keywords.

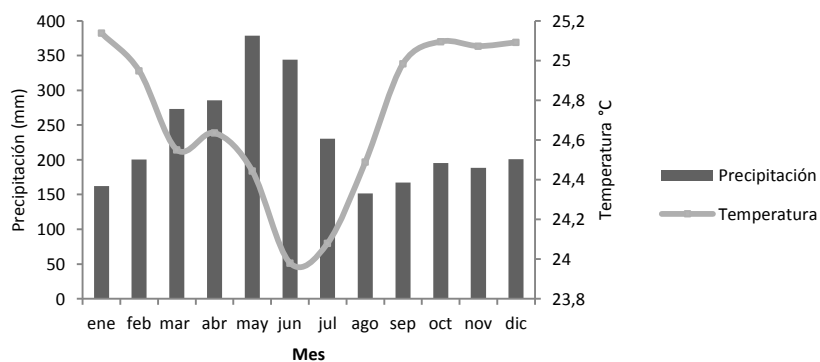
Name and footnote containing authors's information should not be included to avoid their identification by referees.

Manuscripts written in English, must contain table and figure titles also in Portuguese. Tables and figures consecutively numbered with Arabic numerals, indicated in the text and attached at the end of the manuscript. Figures/Graphs captions should appear below figures/graphs preceded by the word "Figure" and numbered consecutively. Table captions should appear above the table preceded by the word "Table" and numbered consecutively. "Source" should appear above captions in the figures, right aligned, no full stop. "Source" should appear below tables with full stop. Figures should be exclusively in gray. Color figures will be charged R\$ 100.00/page.

5. ANEXOS

Anexo 1: Datos climáticos y plano de ubicación y localización del área de estudio. a) Climograma que presenta la variación mensual promedio de temperatura y precipitación desde el año 1995 hasta el 2013. b) Ubicación del Parque Nacional Yasuní (PNY), la Reserva Étnica Waorani (REW), la Estación Científica Yasuní (ECY) y de la parcela de 50 ha dentro del Ecuador.

a)



b)

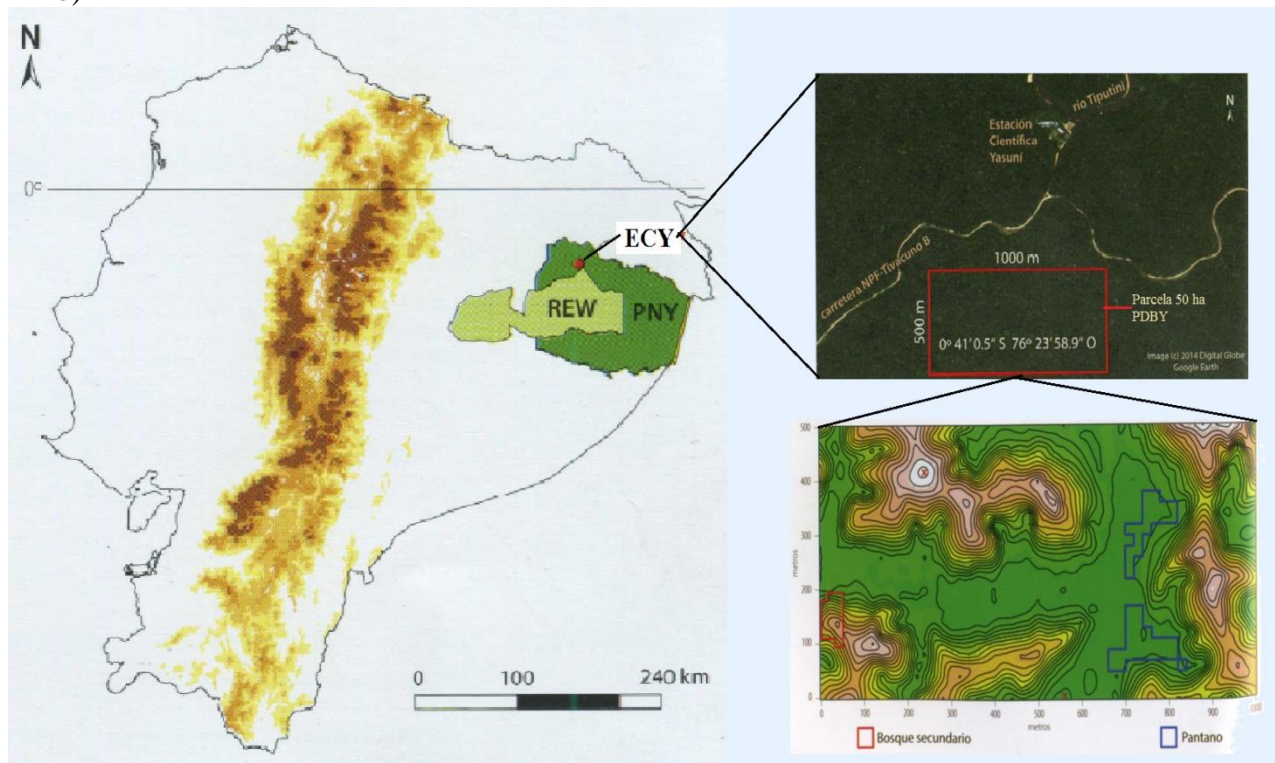


Imagen modificada de Pérez et al, 2014

Anexo 2: Tasa de crecimiento de *Cedrela odorata*.

N° individuos	Lugar	Periodo	Método	Tasa de crecimiento promedio (mm/año)	max	min
39	Senderos ECY	1865–2012	Anillos de crecimiento anual	6,27	36,58	0,3
35	Senderos ECY	2013–2015	Dendrómetro	5,38	17,36	0,15
37	Senderos ECY	2013–2015	Cinta diamétrica	8,25	28,72	0,93
52	Parcela PDBY	2013–2015	Dendrómetro	4,02	15,32	0
61	Parcela PDBY	2013–2015	Cinta diamétrica	6,09	12,63	0

PARA GRADOS ACADEMICOS DE LICENCIADOS (TERCER NIVEL)

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

DECLARACION Y AUTORIZACION

Yo, Mayra Alexandra Nacimba Chicaiza, C.I. 1718158221 autora del trabajo de graduación titulado: “CRECIMIENTO Y DENDROCRONOLOGÍA DE *Cedrela odorata* EN UN BOSQUE DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA”, previa a la obtención del grado académico de **LICENCIADA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** en la Facultad de **Ciencias Exactas y Naturales**:

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENECYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, 27 de Noviembre del 2015

Srta. Mayra Nacimba

C.I. 1718158221