



**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TESIS**

**“RELACIÓN ALTURA TOTAL- DIÁMETRO EN PLANTAS DE DOS ESPECIES  
FORESTALES EN DOS CONDICIONES: BOSQUE NATURAL Y PLANTACIÓN.  
PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ - 2020”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR:**

**JAIRO VASQUEZ FLORES**

**ASESOR:**

**Ing. SEGUNDO CORDOVA HORNA, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2022**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 002-CTG-FCF-UNAP-2022**

En Iquitos, al 12 día del mes de enero del 2022, a horas 11:00 am., se dio inicio a la sustentación virtual de la tesis: "RELACIÓN ALTURA TOTAL – DIÁMETRO EN PLANTAS DE DOS ESPECIES FORESTALES EN DOS CONDICIONES: BOSQUE NATURAL Y PLANTACIÓN. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ - 2020", aprobada con R.D. N° 0345-2020-FCF-UNAP, presentado por el bachiller JAIRO VASQUEZ FLORES, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 0359-2021-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Ronald Burga Alvarado, Dr.	: Presidente
Ing. Ángel Eduardo Maury Laura, Dr.	: Miembro
Ing. Jorge Elías Alvan Ruiz, Dr.	: Miembro
Ing. Segundo Córdova Horna, Dr.	: Asesor

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: Satisfactoriamente

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación virtual y la tesis han sido: Aprobadas con la calificación de Bueno

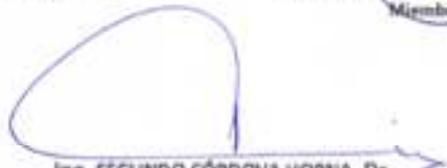
Estando el bachiller apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Siendo las 12:03 Se dio por terminado el acto Académico.

  
Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.  
Presidente

  
Ing. ÁNGEL EDUARDO MAURY LAURA, Dr.  
Miembro

  
Ing. JORGE ELÍAS ALVAN RUIZ, Dr.  
Miembro

  
Ing. SEGUNDO CÓRDOVA HORNA, Dr.  
Asesor

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

\*Relación altura total- diámetro en plantas de dos especies forestales en dos condiciones: bosque natural y plantación. Puerto Almendra, Loreto, Perú-2020\*

MIEMBROS DEL JURADO



.....  
Ing. Ronald Burga Alvarado, Dr.  
Presidente

REGISTRO CIP N° 45725



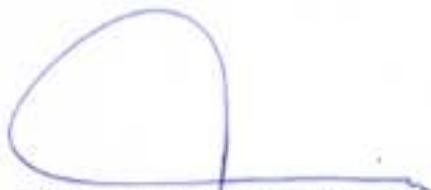
.....  
Ing. Jorge Elias Alvarn Ruiz, Dr.  
Miembro

REGISTRO CIP N° 28387



.....  
Ing. Angel Eduardo Maury Laura, Dr.  
Miembro

REGISTRO CIP N° 44895



.....  
Ing. Segundo Cordova Horna, Dr.  
Asesor

REGISTRO CIP N° 65032

## DEDICATORIA

A mis padres Gabino Vásquez Catashunga y  
Anita Flores Paima por sus sabios consejos.

A mi esposa Gina Magaly Meza  
Ruiz y a mis hijas Cataleya y  
Fernanda quienes son el motivo de  
mi existencia.

## **AGRADECIMIENTO**

- A Dios por brindarme vida y salud, virtud suprema que inspira a obrar con justicia y moral en toda su magnitud.
- A los ingenieros de la facultad de ciencias forestales por su gran labor de enseñanza y pasión por la carrera, nutrieron mi formación académica durante los años de estudio.
- A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en la culminación del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	5
1.3. Definición de términos básicos	9
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	10
2.1. Formulación de la hipótesis	10
2.2. Variables y su operacionalización	10
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	11

3.1.	Tipo y diseño	11
3.2.	Diseño muestral	11
3.3.	Procedimientos de recolección de datos	12
3.4.	Procesamiento y análisis de los datos	13
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		15
4.1.	Relación diámetro - altura total en las plantas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke “tornillo” en bosque natural	15
4.2.	Relación diámetro - altura total en las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez “canela moena” en bosque natural	16
4.3.	Relación diámetro - altura total en las plantas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke “tornillo” en plantación	18
4.4.	Relación diámetro - altura total en las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez “canela moena” en plantación	20
CAPITULO V: DISCUSIÓN		23
5.1.	Asociación entre las variables diámetro - altura total de las plantas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke “tornillo” en plantación	23
5.2.	Asociación entre las variables diámetro - altura total de las plantas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke “tornillo” en plantación	23
CAPITULO VI: CONCLUSIONES		26
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES		27
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN		28
ANEXOS		33

Anexo 1. Mapa de ubicación del área de estudio – Arboretum “El Huayo”	34
Anexo 2. Mapa de ubicación del área de estudio – Plantación FCF – UNAP	35
Anexo 3. Instrumento de recolección de datos	36
Anexo 4. Constancia de identificación de muestras botánicas	37

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total en las plantas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke “tornillo” en bosque natural	15
2.	Modelos alométricos probados en la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez “canela moena” en plantación	17
3.	Modelos alométricos en la relación diámetro – altura total en las plantas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke “tornillo” en plantación	19
4.	Modelos alométricos en la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez “canela moena” en plantación	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Relación diámetro – altura total en las plantas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke “tornillo” en bosque natural	16
2.	Relación diámetro - altura total en las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez “canela moena” en plantación	18
3.	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke “tornillo” en plantación	20
4.	Relación diámetro – altura total en las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez “canela moena” en plantación	22

## RESUMEN

El estudio se realizó en bosque natural y una plantación en el CIEFOR Puerto Almendra FCF - UNAP, San Juan Bautista, Maynas, Loreto, Perú. El objetivo fue determinar si es diferente el grado de la relación altura total – diámetro en el crecimiento de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en bosque natural y plantación. Se utilizaron las parcelas 8 - fajas “E” y “G” (“tornillo”) y parcela 9 – Fajas “A” y “F” (“canela moena”) de la plantación y el Arboretum “El Huayo” bosque natural. Los resultados indican que en la relación diámetro - altura total para las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en bosque natural y plantación el modelo alométrico que más se ajustó fue el **S - Curva**; con grado de relación **excelente**. Referente a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” presentan como modelo alométrico que más se ajusta a esta relación al **Cúbico** en ambas condiciones, con grado de relación entre bueno y excelente.

**Palabras claves:** Relación, plantación, bosque natural, modelo alométrico.

## ABSTRACT

The study was carried out in natural forest and a plantation at CIEFOR Puerto Almendra FCF – UNAP, San Juan Bautista, Maynas, Loreto, Perú. The objective was to determine if the degree of the total height-diameter relationship is different in the growth of *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” and *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” plants in natural forest and plantation. Plots 8 – strips “E” and “G” (“tornillo”) and plot 9-strips “A” and “F” (“canela moena”) of the plantation and the Arboretum “El Huayo” natural forest were used. The results indicate that in the diameter-total height relationship for the *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” plants in natural forest and plantation, the allometric model that best adjusted was the S-Curve; with excellent degree of relationship. Regarding the diameter- total height relationship of the *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” plants, the allometric model that best adjusts to this relationship is Cubic in both conditions, with good to excellent relationship.

**Keywords:** Relationship, plantation, natural forest, allometric model

## INTRODUCCIÓN

INADE (2004, p. 255), reporta que aún existe escasa información de los recursos naturales de la amazonia peruana, por lo tanto, se debe estudiar a los bosques para que sirva de guía, debido a que la complejidad del bosque tropical en su composición florística dificulta enormemente todo tipo de acciones de evaluación y aprovechamiento forestal.

Álvarez (2008, p.18), manifiesta que los modelos matemáticos tienen numerosa aplicación en el campo forestal porque presentan mucha flexibilidad en su uso; las variables más usadas son: diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro a la altura del tocón (dht), altura comercial (hc), altura total (ht) y combinaciones de ellas.

Una aplicación importante es la estimación de la altura del árbol a partir de su diámetro medido a la altura de pecho (DAP); el DAP explica mucha de las variaciones en altura, Zeide y Vanderschaaf (2002, pp. 463), y como resultado, la relación alométrica DAP- altura ha sido utilizada como uno de los factores en el estudio de la dinámica de crecimiento del bosque.

El empleo de los modelos matemáticos para la estimación de la relación diámetro y altura total de las especies forestales, son muy escasos y presentan limitaciones debido a las distintas condiciones que rigen el crecimiento de las plantas entre las cuales se incluyen la genética, las subpoblaciones locales, el clima y los suelos; estos factores son determinantes en el desarrollo de las plantas de ahí la importancia de la generación y eficiencia de modelos alométricos, Álvarez (2008, p. 17).

Sobre el crecimiento del bosque, el Instituto Nacional de Bosques - INB (2014, p.181), indica que el crecimiento de los arboles individuales está determinado por

factores internos (genéticos), externos (sitio) y por el tiempo; el crecimiento del árbol y del bosque es similar, sin embargo no son iguales, pues en el crecimiento del bosque como en toda población interviene un nuevo factor que es la mortalidad, consecuencia de la ley de la competencia.

El objetivo del estudio fue determinar si es diferente el grado de relación entre altura total – diámetro en el crecimiento de las plantas de dos especies forestales en dos condiciones: bosque natural y plantación. Puerto Almendra, Loreto, Perú.

## CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

En la relación diámetro-altura comercial de los árboles de las especies comerciales del bosque de terraza baja se ajustó el modelo alométrico potencial  $Y = b_0 \times (t^{b_1})$  con coeficiente de correlación de 0,998 (excelente relación) y coeficiente de determinación de 0,996 es decir 99,60% de variaciones es de ambas variables; así mismo, la “lupuna” en la relación diámetro – altura comercial la ecuación que se ajustó fue la cúbica  $Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2) + (b_3 \times t^3)$ , para “capirona” y “cumala” en la relación diámetro – altura comercial las ecuaciones que se ajustaron fueron cuadrática  $Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2)$  y cúbica  $Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2) + (b_3 \times t^3)$ ; la asociación entre diámetro – altura comercial de los árboles de la especie “lupuna” fue Buena con coeficiente de correlación  $\Pi = 0,531$ , de la especie “capirona” fue Excelente con coeficiente de correlación  $\Pi = 0,824$ , en la especie “cumala” fue Excelente con coeficiente de correlación  $\Pi = 0,800$  (Márquez, 2015, p. 40).

Se obtuvieron relaciones alométricas diámetro-altura para 34 especies de árboles de la Reserva Forestal Imataca con alto valor de importancia, para ser incorporadas al modelo de base individual FACET para simular el establecimiento, crecimiento y mortalidad de árboles en la Reserva. Las alometrías varían para los distintos grupos funcionales, revelando relaciones alométricas asociadas a las características de tolerancia a luz y altura máxima de las especies. Este resultado permitió generar prototipos por grupo ecológico que pueden ser usados para revelar patrones generales de crecimiento y facilitar las predicciones acerca del desarrollo del bosque, Delgado *et al.* (2005, pp. 4).

Fontes (1999, p.79), estudió la existencia de patrones alométricos en cinco especies arbóreas pioneras tropicales, encontrando dos patrones distintos: uno

relacionado con un mayor crecimiento de la altura, asegurando un espacio en el dosel, y el otro más ligado al crecimiento del diámetro y de la copa, ocupando mayor espacio horizontal.

Villacorta (2012, p. 35), indica que la ecuación matemática exponencial fue la que se ajustó a los tres tipos de bosque del área de estudio con sus estadígrafos del coeficiente de correlación ( $r$ ) y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). Asimismo, manifiesta que el bosque húmedo de terraza alta es el que presenta el más alto coeficiente de determinación (0,89) y el menor exhibe el bosque húmedo de colina baja (0,85). Asimismo, indica que la especie *Parkia igneiflora* "pashaco" con  $r=0,165$  es la especie del bosque húmedo de colina baja que presenta el coeficiente de correlación menor de todo el grupo, pero 4 especies (40%) tienen un grado de asociación superior a 0,80. Así mismo, las especies *Parkia igneiflora* "pashaco" ( $r=0,695$ ) y *Tachigali tessmannii* "tangarana" (0,684) del bosque húmedo de terraza baja son las que tienen el menor coeficiente de correlación, en 5 especies hacen el 50% del total de este bosque presentan un coeficiente de correlación mayor a 0,82. Por su parte en el bosque húmedo de terraza alta la especie *Parkia igneiflora* "pashaco" en la que alcanza el más bajo coeficiente de correlación con  $r=0,710$ ; sin embargo 5 especies muestran un coeficiente de determinación superior a 0,82.

Canaquiri (2020, p. 36), indica que en la relación diámetro - altura total en el crecimiento de las plantas de *Calycophyllum spruceanum* "capirona" en plantación el modelo alométrico que más se ajustó fue la **cúbica** tanto para intensidad de luz buena y regular; así mismo, manifiesta que la relación entre las variables fue **buena**.

Babilonia (2019, p. 26), manifiesta que en los árboles de las especies *Eschweilera coriacea* (A. DC.) S. A. Mori, *Eschweilera grandiflora* (Aubl.) Sandwith, *Eschweilera*

*tessmannii* Knuth, *Iryanthera macrophylla* (Benth) Warb., *Osteophloeum platyspermum* (A. DC.) Warb. y *Virola elongata* (Benth.) Warb. de las familias botánicas Lecythidaceae y Myristicaceae. determinó la relación altura total – diámetro el modelo alométrico que más se ajustó fue la **potencia** ; además la relación fue **excelente**.

Dávila (2019, p. 48), reporta que en la asociación altura total - diámetro de las plantas de las familias botánicas Chrysobalanaceae y Clusiaceae el modelo alométrico que más se ajustó fue la **cubica** y el grado de asociación fue **buena**.

## **1.2. Bases teóricas**

En bosques con alta diversidad de especies, los diferentes modelos matemáticos pueden ser simplificados por agrupamiento de especies estableciendo criterios adecuados, aunque esta simplificación reduce el contenido de información, revela los patrones generales y facilita las predicciones acerca del desarrollo del bosque (Swaine y Whitmore, 1988, p. 81).

Coral (1999, p. 97) indica que, “el manejo forestal presente requiere de estimaciones objetivas del crecimiento e incremento de los árboles del bosque. Esta información es clave en la planeación de la cosecha sustentable y en la implementación de las mejores alternativas silvícolas. El crecimiento del bosque puede ser entendido como un proceso dinámico, que incluye una entrada (incorporación), un movimiento (crecimiento) y una salida (mortalidad y cosecha)”. El incremento es la magnitud del crecimiento y consiste en la diferencia de tamaño entre el comienzo y final de un periodo de crecimiento. El incremento se define como el aumento en volumen, área basal, diámetro o altura de un árbol o de una masa forestal en un periodo de tiempo determinado (Instituto Nacional de bosques, 2014, p. 189).

El crecimiento del bosque puede ser entendido como un proceso dinámico, que incluye una entrada (incorporación), un movimiento (crecimiento) y una salida (mortalidad y cosecha)". Para relacionar las variables, el análisis de regresión es una de las técnicas estadísticas más utilizadas. Es flexible y permite abordar la modelización de estructuras complejas de datos. (Di Rienzo, 2011, p. 23). Para relacionar las variables, el análisis de regresión es una de las técnicas estadísticas más utilizadas. Es flexible y permite abordar la modelización de estructuras complejas de datos. Estas notas no pretenden cubrir toda la problemática del análisis de regresión sino servir como una introducción general y tratar con algún nivel de detalle algunas aplicaciones. El software con el que se hace la ejemplificación es InfoStat" (Di Rienzo, 2011, p. 38).

La alometría es una herramienta que permite relacionar características físicas o biológicas de las especies forestales para predecir su comportamiento en el futuro; esta técnica permite obtener parámetros de interés para investigadores y planificadores de sistemas de aprovechamiento intensivo de los recursos naturales, King (1996, p. 25).

FAO (2012, p. 40), considera como la definición más amplia de la alometría a una relación (lineal o no) entre los aumentos de las medidas de los árboles. Independientemente de la definición adoptada, la alometría se refiere al desarrollo ontogénico de los individuos, es decir, al crecimiento de los árboles.

Diéguez-Aranda (2005, p. 237), evaluaron nueve modelos altura-diámetro compatibles, es decir, que predicen la altura dominante cuando se introduce como diámetro normal el diámetro dominante de la masa, con el objetivo de incluir el mejor de ellos en un modelo dinámico de crecimiento de la especie en estudio. E indica también que la estimación precisa de esta relación es importante debido a

que la altura es una variable más difícil y costosa de medir en campo que el diámetro, y generalmente se mide sólo en una muestra de árboles.

Las variables necesarias para utilizar el modelo requieren un bajo esfuerzo de muestreo, siendo sólo necesario medir los diámetros y una muestra de alturas. Además, dichas variables se recogen en la mayoría de los inventarios forestales y pueden proyectarse hacia el futuro con ecuaciones de crecimiento de uso habitual (Diéguez-Aranda *et al*, 2005, p. 232).

Las ecuaciones alométricas que relacionan al DAP con otros atributos, tales como biomasa, volumen de carbono y área foliar, son una importante y frecuente herramienta usada en investigaciones ecológicas (Martin *et al.*, 1998, p. 1651).

De este modo las ecuaciones alométricas, que permiten predecir la biomasa de un árbol a partir de las características dendrométricas más fáciles de medir (como su diámetro o su altura) son elementales para estimar la contribución de los ecosistemas forestales al ciclo del carbono, FAO (2012, p. 46)

Alves y Santos (2002, p. 245), encontraron que no es posible predecir las relaciones alométricas sólo por el tamaño de los árboles adultos y su posición en el dosel, dicha variación pudiera estar relacionada con cambios del tamaño dependientes de respuestas diferentes a la disponibilidad de luz y rasgos demográficos.

La relación diámetro - altura ha sido también empleada para demostrar que el diámetro se incrementa a una tasa más rápida que la altura durante el crecimiento, como lo predicho por los modelos biomecánicos, Henry y Aarssen (1999, p. 89).

Los modelos pueden ser evaluados por el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), el coeficiente de determinación ajustado ( $R^2$  ajustado) y el error cuadrático medio de

predicción (ECMP). El coeficiente de determinación se interpreta como la proporción de la variabilidad total en Y explicable por la variación de la variable independiente o la proporción de la variabilidad total explicada por el modelo, Di Rienzo *et al.* (2001, p. 74).

Ramírez y Zepeda (1994, p. 9), manifiestan que las variables dasométricas como la altura, el diámetro normal o el volumen, como una función de la edad del árbol, es una relación que sigue un patrón que puede ser representada por una curva logística, que a su vez es descrita por una ecuación.

Campos (2002, p. 5), encontró que el crecimiento de las plantas es muy lento cuando existen escasas de humedad en el suelo, sin embargo cuando esta humedad sobrepasa las condiciones óptimas las plantas se vuelven raquíticas y amarillentas.

En general, los bosques jóvenes tienen una estructura más simple y son mucho más pobres en especies que los bosques primarios del mismo medio ambiente; tanto la composición florística y la estructura de un bosque secundario cambian con el paso del tiempo, Finegan (1992, p. 96).

El Número de plantas debido a los límites de la teoría de muestreo, el número de plantas evaluadas (en otras palabras, el tamaño de la muestra) se suele elegir de forma empírica, a partir de reglas resultantes de la experiencia. Un principio general es que, a igualdad de precisión, el tamaño de la muestra debe ser mucho mayor cuanto más variable sea el material: hacen falta menos árboles para una plantación de clones que para un bosque tropical natural, para una especie dada que para un grupo de especies, o para una parcela de 10 ha que para una región natural (FAO, 2012, p.35).

### 1.3. Definición de términos básicos

**Árboles:** Son plantas leñosas perennes que tienen un fuste y una copa bien diferenciada, Lindorf *et al.* (1991, p. 53).

**Bosques:** Es toda área cubierta de árboles sean o no reproductivos, en su condición natural o en plantaciones, Malleux (1982, p. 216).

**Modelo.** Es la representación abstracta de algún aspecto de la realidad, Regalado *et al.* (2005, p. 14).

**Modelo alométrico:** Son ecuaciones matemáticas que permiten realizar estimaciones en función de unas pocas variables de fácil medición, tales como el diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total (Segura y Andrade, 2008, p. 89).

**Muestreo:** Se conceptualiza como elegir y obtener muestras representativas de las características de los integrantes de una población. También se define como la herramienta de la investigación científica (Macedo, 2012, p. 16).

**Plantación:** Sembrío de plantas en un terreno definido (Chávez, 2019, p. 21).

**Altura de la planta:** Es la medición de la plántula, desde la base del tallo hasta la yema terminal de la plántula (Chávez y Huaya, 1997, p. 86).

**Diámetro de la planta:** Se mide el diámetro del tallo de las plántulas teniendo en cuenta el nivel del suelo donde se coloca una marca para posteriores evaluaciones (García, 2019, p. 13).

## CAPITULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1. Formulación de la hipótesis

Es diferente la relación entre la altura total-diámetro en el crecimiento de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en bosque natural y plantación, Puerto Almendra, Loreto, Perú - 2020.

### 2.2. Variables y su operacionalización

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza.	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
<b>V. Independiente (X)</b>					
Diámetro de las plantas de 2 especies forestales en bosque natural y plantación.	Amplitud del fuste de las plantas elegidas.	Cuantitativa y Correlacional.	Diámetro de las plantas en centímetros (Arboretum) y mm (plantación).	Nominal	Formato de registro del diámetro de las plantas.
<b>V. Dependiente (Y)</b>					
Altura total de las plantas de 2 especies forestales en bosque natural y plantación.	Amplitud desde la base del fuste hasta la parte más alta de la copa de las plantas elegidas.	Cuantitativa y Correlacional	Altura total de las plantas en metros.(Arboretum) y cm (plantación).	Nominal	Formato de registro de datos de altura total de las plantas.

## CAPITULO III. METODOLOGÍA

### 1.1. Tipo y diseño

El tipo y diseño considerado para el estudio fue cuantitativo y correlacional teniendo en cuenta que se evaluó las variables altura total y diámetro en el crecimiento de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” y su relación entre ellos en bosque natural y en plantación.

El área de estudio está localizada a los 04° 05´ L.S y 73° 40´ L.O., 120 m.s.n.m. políticamente se ubica en la provincia de Maynas, región Loreto (ver figura 1-anexo). Forma parte del bosque húmedo tropical, con precipitaciones anuales de 2,480 mm; temperatura 34 °C – 17,5 °C (Valderrama, 2002, p. 28).

El CIEFOR Puerto Almendras es accesible por dos medios, desde la ciudad de Iquitos, por vía fluvial a través del río Nanay aproximadamente 45 minutos de viaje en bote deslizador y, por vía terrestre utilizando la carretera Iquitos-Nauta hasta el caserío Quistococha, luego se utiliza una carretera afirmada de más o menos 4,5 km adicionales hasta el lugar del estudio.

### 1.2. Diseño muestral

La **población** estuvo conformada por todas las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” que se ubican en el bosque natural (Arboretum “El Huayo”) y, en una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra; la **Muestra** corresponde al total de plantas elegidas al azar de las especies *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” del bosque natural y de la plantación de acuerdo a la muestra representativa, la misma que fue definida según el procedimiento estadístico establecido para estos casos (Beiguelman, 1994, p. 115).

### 1.3. Procedimiento de recolección de datos

Para el registro de los datos de altura total y diámetro de las plantas de las especies *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” se utilizó el Formato que se presenta en el anexo.

Descripción del formato:

Código de la Parcela.- Se utilizó la numeración de la parcela tanto del Arboretum “El Huayo” como de la plantación.

Nombre de la especie.- Se identificaron a las plantas de las dos especies en estudio por el nombre taxonómica y fueron verificadas en la base de datos del Arboretum “El Huayo” y de la plantación de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Medición del diámetro.- El diámetro de las plantas se midieron a la altura del pecho (dap) aproximadamente a 1,30 m de altura del nivel del suelo para ello se utilizó como material a la forcípula de metal graduada con aproximación al centímetro (Arboretum “El Huayo”), para la plantación se efectuó la medición a 20 cm del nivel del suelo, utilizando pie de rey graduada con aproximación a milímetros.

Medición de la Altura total.- La altura total de las plantas comprendió desde el nivel del suelo y el punto más alto de la copa, esta medición se efectuó con aproximación al metro, se realizará la medición utilizando el clinómetro (Arboretum “El Huayo”); para el caso de la plantación se utilizó 14 incha graduada con aproximación a centímetros

La fórmula para calcular el tamaño óptimo de muestra fue:

$$n = \frac{(t_c)^2 S^2}{E^2}$$

Donde:

n = número de elementos de la muestra representativa

$t_c$  = valor de la tabla de “t”, con  $\alpha = 0,05$

$S^2$  = Variancia de los datos evaluados

E = Error aceptable y será calculado mediante la siguiente fórmula:

$E = (t_c) (S_x)$ . (Beiguelman, 1994, p. 115).

#### 1.4. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento estadística de los datos que se registraron en la evaluación del diámetro y la altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” de un bosque natural y de una plantación se utilizó la estadística básica y los métodos de regresión, correlación y coeficiente de determinación (Beiguelman, 1994, p. 183), para determinar la existencia o no de relación entre las variables en estudio y su calificación respectiva; los datos obtenidos se procesaran en el software IBM SPSS Statistics 23 y el programa Excel. Se probaron los modelos alométricos Lineal, Logarítmica, Inversa, Cuadrática, Cubica, Compuesta, Potencia y S-Curva.

Nº	MODELOS ALOMÉTRICOS	ECUACIONES
1	LINEAL	$Y = b_0 + (b_1 \times t)$
2	LOGARITMICA	$Y = b_0 + (b_1 \times \ln(t))$
3	INVERSA	$Y = b_0 + (b_1 / t)$
4	CUADRATICA	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2)$
5	CUBICA	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2) + (b_3 \times t^3)$
6	COMPUESTA	$Y = b_0 \times (b_1^t)$
7	POTENCIAL	$Y = b_0 \times (t^{b_1})$
8	S-CURVA	$Y = e^{(b_0 + (b_1 / t))}$

**Donde:**

$b_0$  = Constante,  $b_1$  = Constante,  $b_2$  = Constante,  $b_3$  = Constante,  $\ln$  = logaritmo,  $Y$  = valor esperado de la variable dependiente (altura total);  $t$  = valor de la variable independiente (diámetro) que se considere en la Ecuación.

Se seleccionó el modelo alométrico que más se ajustó a los datos de la relación entre altura total - diámetro en las condiciones de bosque natural y plantación

mediante el mayor valor del coeficiente la correlación en cada una de las especies estudiadas (2).en ambas condiciones. Con el método de regresión se obtuvo la ecuación que corresponde al Modelo Alométrico que más se ajustó a la relación entre las dos variables estudiadas; la correlación también se aplicó para determinar el grado de relación entre las dos variables y, el coeficiente de determinación fue para demostrar cuanto es la participación de la variable independiente (diámetro) en los cambios de la variable dependiente (altura total). Los cálculos se realizaron utilizando el Programa estadístico SPSS 23 y el software Excel.

Para determinar el grado de relación entre las dos variables de acuerdo al valor del coeficiente de correlación se utilizó la siguiente tabla:

<b>Valor de “r” (+ ó -)</b>	<b>Grado de Asociación</b>
1,00	Perfecta
< 1,00 a ≥ 0,75	Excelente
< 0,75 a ≥ 0,50	Buena
< 0,50 a > 0,00	Regular
0,00	Nula

Donde: “r” = Coeficiente de correlación.

Fuente: Freese, (1970, p. 123).

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 1.1. Relación diámetro - altura total en las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en bosque natural

La evaluación de los modelos alométricos que fueron considerados para el estudio de la relación diámetro - altura total en las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en bosque natural se presenta en el cuadro 1 donde se observa que el modelo alométrico que más se ajusta a ésta relación es la **S- Curva** que mostró el mayor coeficiente de correlación con  $\Pi = 0,851$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,724$  o sea que el 72,4% de los cambios que se producen en el crecimiento en altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo en bosque natural se atribuye al diámetro.

**Cuadro 1.** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total en las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en bosque natural

Modelo Alométrico	$\Pi$	$\Pi^2$
Lineal	0,749	0,561
Logarítmica	0,805	0,648
Inversa	0,791	0,625
Cuadrático	0,782	0,611
Cúbico	0,803	0,645
Compuesto	0,716	0,512
Potencia	0,823	0,678
<b>S - curva</b>	<b>0,851</b>	<b>0,724</b>

La ecuación que más se ajustó a la relación estudiada fue el modelo alométrico S - Curva que servirá para efectuar la predicción del crecimiento de la altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” a partir del diámetro de la planta, tal como se muestra a continuación:

Modelo alométrico	Ecuación
S-CURVA	$Y = e^{(b_0 (b_1 / t))}$

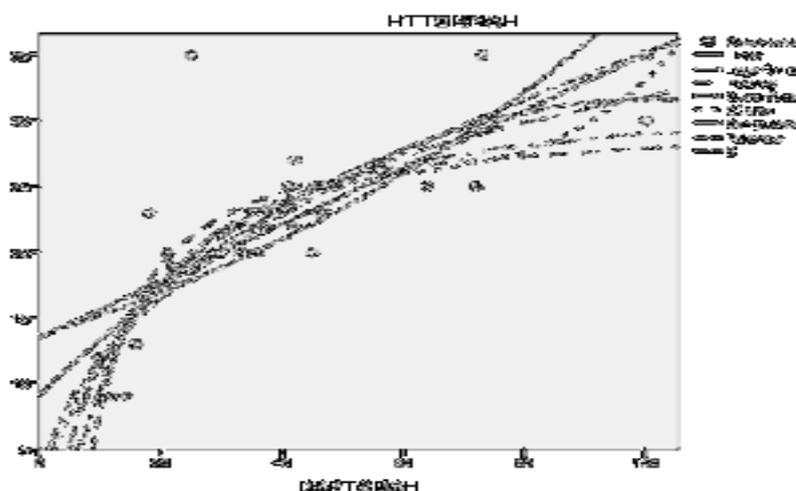
Los datos estimados de las constantes de la ecuación se presentan a continuación.

Modelo alométrico	Constantes	
	$b_0$	$b_1$
S - Curva	3,492	-12,471

Reemplazando los datos estimados para las constantes en la ecuación tenemos:

S - Curva  $Y = 2,718282^{(3,492 (-12,471 / t))}$

En la figura 1 se muestra la tendencia de la ecuación del modelos alométricos S-Curva que es la que más se ajusta a la relación diámetro – altura total en las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en bosque natural..



**Figura 1.** Relación diámetro – altura total en las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en bosque natural

**1.2. Relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en bosque natural**

Los modelos alométricos que se probaron en la relación diámetro - altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” se presentan en el

cuadro 2 donde se observa que el modelo alométrico que más se ajusta a ésta relación es el **cúbico** donde se observa el mayor coeficiente de correlación con  $r = 0,593$  y coeficiente de determinación  $r^2 = 0,352$  o sea que el 35,2% de los cambios producidos en el crecimiento en altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en bosque natural se atribuye al diámetro de la planta.

**Cuadro 2.** Modelos alométricos probados en la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en plantación

Modelo Alométrico	$r$	$r^2$
Lineal	0.582	0,339
Logarítmica	0,554	0,307
Inversa	0,505	0,255
Cuadrático	0,592	0,351
<b>Cúbico</b>	<b>0,593</b>	<b>0,352</b>
Compuesto	0,518	0,268
Potencia	0,518	0,268
S – curva	0,500	0,250

La ecuación que más se ajustó a la relación diámetro - altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” fue la del modelo alométrico **cúbico** por medio del cual se podrá realizar la predicción del crecimiento de la altura total de las plantas de la especie *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” a partir de su diámetro, el procedimiento se presenta a continuación:

Modelo alométrico	Ecuación
Cúbico	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2) + (b_3 \times t^3)$

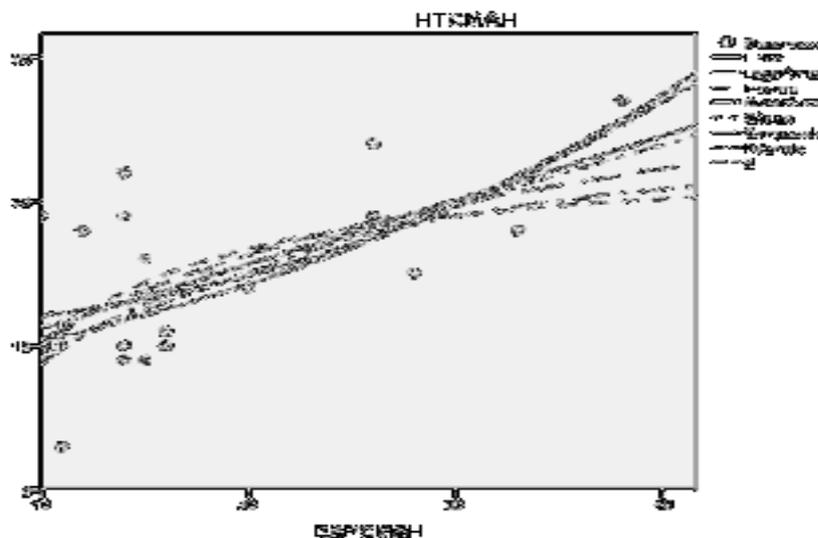
Los datos estimados de las constantes de la ecuación se presentan a continuación.

Reemplazando los datos de la evaluación tenemos:

Modelo	Estimaciones de parámetro			
	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>
Cúbico	9,500	0,264	-0,004	0,000

$$Y = 9,500 + (0,264 \times t) + (-0,004 \times t^2) + (0,000 \times t^3)$$

Además, se presenta en la figura 2 la tendencia de la ecuación del modelo alométrico **cúbico** de la relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”.



**Figura 2.** Relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en plantación

### 1.3. Relación diámetro - altura total en las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en plantación

Los modelos alométricos que fueron probados en el estudio de la relación diámetro - altura total en las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en plantación se muestran en el cuadro 3 observándose que el modelo alométrico que más se ajusta a ésta relación es la **S- Curva** que mostró el mayor coeficiente de

correlación con  $\Pi = 0,863$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,745$  o sea que el 74,5% de los cambios que se producen en el crecimiento en altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo en plantación se atribuye al diámetro.

**Cuadro 3.** Modelos alométricos en la relación diámetro – altura total en las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en plantación

Modelo Alométrico	$\Pi$	$\Pi^2$
Lineal	0,814	0,662
Logarítmica	0,835	0,697
Inversa	0,802	0,643
Cuadrático	0,829	0,688
Cúbico	0,841	0,708
Compuesto	0,778	0,605
Potencia	0,851	0,724
<b>S - curva</b>	<b>0,863</b>	<b>0,745</b>

El modelo alométrico que más se ajustó a la relación diámetro - altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en plantación fue la **S-Curva** La ecuación por medio de la cual se podrá predecir el crecimiento de la altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en plantación a partir de su diámetro se presenta <sup>21</sup> continuación:

$$Y = e^{(b_0 + (b_1 / t))}$$

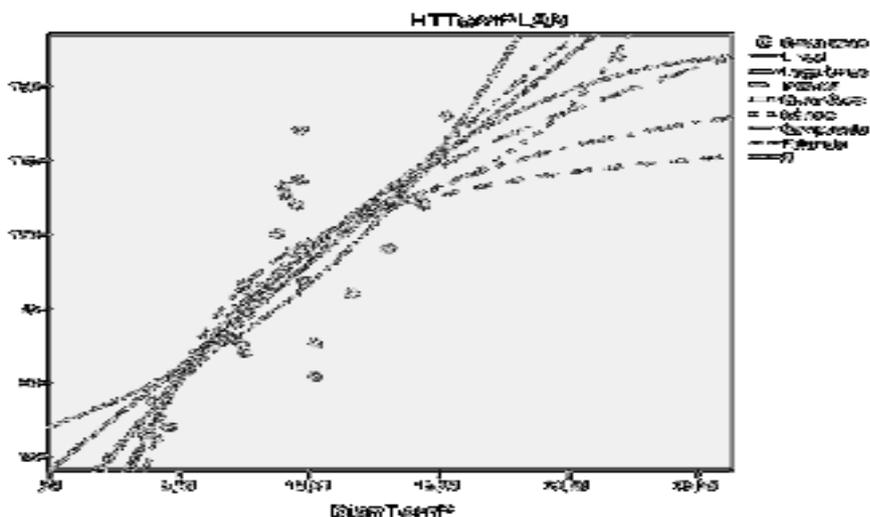
Los valores de las constantes para la ecuación son:

Modelo alométrico	Constantes	
	$b_0$	$b_1$
<b>S-Curva</b>	5,180	-6,368

Reemplazando los datos en la ecuación, se tiene:

$$Y = 2,718282(5,180 (-6,368 / t))$$

Así mismo, se presenta en la figura 3 la tendencia del modelo alométrico **S- Curva** de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en plantación.



**Figura 3.** Relación diámetro – altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en plantación

#### 1.4. Relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en plantación

Los modelos alométricos que se probaron en la relación diámetro - altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” se presentan en el cuadro 4 donde se observa que los modelos alométricos que más se ajusta a ésta relación fueron **cuadrático** y **cúbico** con el mayor coeficiente de correlación con  $\Pi = 0,778$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,606$  o sea que el 60,6% de los cambios producidos en el crecimiento en altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en plantación se atribuye al diámetro de la planta.

**Cuadro 4.** Modelos alométricos en la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en plantación

<b>Modelo Alométrico</b>	<b>л</b>	<b>л<sup>2</sup></b>
Lineal	0,777	0,604
Logarítmica	0,769	0,591
Inversa	0,730	0,533
<b>Cuadrático</b>	<b>0,778</b>	<b>0,606</b>
<b>Cúbico</b>	<b>0,778</b>	<b>0,606</b>
Compuesto	0,756	0,571
Potencia	0,773	0,597
S - curva	0,761	0,579

La ecuación que más se ajustó a la relación diámetro - altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” fue la de los modelos alométricos **cuadrático** y **cúbico** por medio de los cuales se podrá realizar la predicción del crecimiento de la altura total de las plantas de la especie *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” a partir de su diámetro, el procedimiento se presenta a continuación:

<b>Modelo alométrico</b>	<b>Ecuación</b>
Cuadrática	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2)$
Cúbico	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2) + (b_3 \times t^3)$

Los datos estimados de las constantes de las ecuaciones se presentan a continuación.

<b>Modelo Alométrico</b>	<b>Estimaciones de parámetro</b>			
	<b>b<sub>0</sub></b>	<b>b<sub>1</sub></b>	<b>b<sub>2</sub></b>	<b>b<sub>3</sub></b>
<b>Cuadrático</b>	10,083	9,913	-0,094	
<b>Cúbico</b>	13,153	8,909	0,002	-0,003

Reemplazando los datos de la evaluación tenemos:

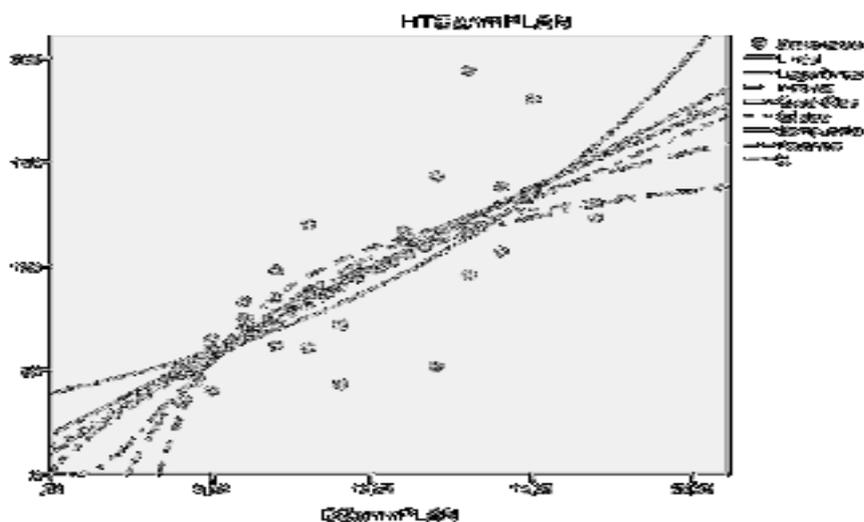
Cuadrático

$$Y = 10,083 + (9,913 \times t) + (- 0,094 \times t^2)$$

Cúbico

$$Y = 13,153 + (8,909 \times t) + (0,002 \times t^2) + (- 0,003 \times t^3)$$

Además, se presenta en la figura 4 la tendencia de los modelos alométricos **cuadrático** y **cúbico** de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en plantación.



**Figura 4.** Relación diámetro – altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en plantación

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

### 5.1. Asociación entre las variables diámetro - altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en plantación

En los cuadros 1 y 3 se muestran los resultados de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en dos tipos de ambientes: en bosque natural – Jardín botánico “El HUAYO” y en una plantación - Parcela Permanente de Muestreo (PPM) 080 – Fajas “E” y “G”, ambos ambientes se ubican en el CIEFOR Puerto Almendra – FCF - UNAP observándose que en ambos casos el modelo alométrico que más se ajustó a esta relación fue la **S - curva**; también se pudo observar que el grado de relación entre estas dos variables fue **excelente** con coeficiente de correlación  $r = 0,8$ . Así mismo, se reporta que el crecimiento de la altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” están influenciadas por el comportamiento del diámetro en aproximadamente 73% y el 27% se atribuye a otros factores diferentes al diámetro de la planta. La ecuación del modelo alométrico **S – curva** que permitirá realizar las predicciones de la altura total de las plantas o árboles a partir del diámetro es la siguiente:

$$Y = 2,718282^{(3,492 (-12,471 / t))} \text{ (Bosque natural)}$$

$$Y = 2,718282^{(5,180 (-6,368 / t))} \text{ (Plantación)}$$

### 5.2. Asociación entre las variables diámetro - altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en plantación

En los cuadros 2 y 4 se presentan los resultados de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en dos tipos de ambientes: bosque natural – Jardín botánico “El HUAYO” y en una plantación - Parcela Permanente de Muestreo (PPM) 09 – Fajas “A” y “F”, ambos ambientes se

ubican en el CIEFOR Puerto Almendra – FCF - UNAP notándose que en ambos casos el modelo alométrico que más se ajustó a esta relación fue el **Cúbico**; además, los resultados muestran que la relación entre las dos variables fue entre **buena** y **excelente** con coeficiente de correlación entre 0,59 y 0,78. También, los resultados indican que el diámetro influye en las variaciones de la altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” entre 35% (b- natural) y 61% (plantación)-. La ecuación del modelo alométrico **Cúbico** que permitirá realizar las predicciones de la altura total de las plantas o árboles a partir del diámetro es la siguiente:

$$Y = 9,500 + (0,264 \times t) + (-0,004 \times t^2) + (0,000 \times t^3) \quad (\text{Bosque natural})$$

$$Y = 13,153 + (8,909 \times t) + (0,002 \times t^2) + (-0,003 \times t^3) \quad (\text{Plantación})$$

A nivel general, con respecto a la especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke se puede mencionar que el comportamiento del crecimiento en altura total de las plantas de esta especie está estrechamente relacionada con el diámetro, porque presentan excelente relación entre estas dos variables, donde el diámetro tiene aproximadamente el 73% de influencia en los cambios de la altura total de las plantas de esta especie en ambos ambientes; además registran al modelo alométrico **S – Curva** como la que más se ajusta a los datos de esta relación, sin embargo es importante indicar que cada uno de los ambientes presenta su ecuación independiente para la pred <sup>26</sup> de la altura total de las plantas a partir del diámetro.

Referente a las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” se puede indicar que el crecimiento en altura total de las plantas de esta especie presentan entre buena y excelente relación con el diámetro, esto se manifiesta en la participación que tiene el diámetro en los cambios que se producen en la altura total

de la planta de la especie en estudio con aproximadamente 50% y el otro 50% se atribuye a otros factores diferentes al diámetro; además muestran al modelo alométrico **cubico** como la que más se ajusta a los datos de esta relación, sin embargo es necesario indicar que las plantas de cada uno de los ambientes presentansu ecuación independiente para la predicción de la altura total de las plantas a partir del diámetro.

Otros estudios presentan los siguientes resultados, Vásquez (2016, p. 35), determinó que la relación diámetro – altura comercial de los árboles de un bosque de colina baja de la amazonia peruana se ajustó al modelo alométrico **potencial**, con coeficiente de determinación de 0,997 es decir 99,7% de variaciones es de ambas variables; la asociación entre diámetro – altura total de los árboles de las especie comerciales del bosque en estudio fue **excelente** con coeficiente de correlación  $0,75 < r < 1,00$ ; también, Soplín (2018), indica que las familias botánicas Fabaceae y Lauraceae, en la relación altura total – diámetro de las plantas evaluadas, el modelo alométrico que más se ajustó fue la **cubica** y también presentó **buena** relación entre ellos para la familia Fabaceae y entre **regular** y **excelente** para la familia Lauraceae.

Zeide y Vanderschaaf (2002, p. 461), mencionan que el diámetro de los árboles a la altura del pecho explica mucho de las variaciones en altura. Hawley y Smith (1980, p. 28), consideran que el crecimiento en diámetro de los árboles es más variable que la altura.

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

1. El modelo alométrico que más se ajustó a la relación diámetro - altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke en bosque natural y en plantación fue S – curva.
2. El modelo alométrico que más se ajustó a la relación diámetro - altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en bosque natural y en plantación fue el cubico.
3. El grado de la relación diámetro - altura total en las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke en bosque natural y en plantación .fue excelente.
4. El grado de la relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en bosque natural fue bueno y en plantación .fue excelente.
5. En la relación diámetro - altura total en las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke en bosque natural el diámetro influye en los cambios de la altura total en 72% y en plantación el 74%.
6. En la relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en bosque natural el diámetro influye en los cambios de la altura total en 35% y en plantación el 61%.

## CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES

1. Los resultados de este estudio deben ser tomados en cuenta para ser aplicados en los planes de manejo forestal considerando que existe excelente relación entre las variables diámetro – altura total para las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, así como de buena a excelente para las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”.
2. Aplicar la ecuación del modelo alométrico que más se ajuste a los datos de las especies de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, u *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”. para las predicciones de la altura total de las plantas a partir del diámetro.
3. Es importante para manejar las especies forestales tener conocimiento del comportamiento de las diferentes características en el crecimiento de las plantas, por tanto es necesario efectuar estudios con prioridad para las especies de mayor importancia económica y/o ecológica,

## CAPÍTULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Álvarez. 2008. Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Escuela de Postgrado. Tesis Magíster Scientiae en manejo y conservación de bosques naturales y biodiversidad. Turrialba, Costa Rica. 76 p.
- Alves, L. F. y Santos F. A., 2002. Tree allometry and crown shape of four tree species in Atlantic rain forest, south-east Brazil. *J. Trop. Ecol.* 18. 245-260.
- Babilonia, J. 2019. “Relación altura total y diámetro de los árboles de dos familias botánicas. Puerto Almendra, Loreto, Perú”. Tesis de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales, F. C. F – UNAP, Iquitos. 50 p.
- Beiguelman, B., 1994. Curso práctico de bioestadística. 3era. Edición. Sociedade Brasileira de genética. Brasil. 231 p
- Campos, E. 2002. Densidades de siembra y distancias entre plantas e hileras. 12 p.
- Canaquiri, Y. 2020. “Relación diámetro – altura total y su predicción en el crecimiento de las plantas de *Calycophyllum spruceanum* “capirona” según intensidad de luz, Puerto Almendra, Loreto, Perú - 2019”. Tesis de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales, FCF – UNAP, Iquitos. 52 p.
- Chavez, S. F. 2019. “Asociación entre diámetro y Amplitud de copa de las plantas de *Calophyllum brasiliense* Camb. “lagarto caspi”. CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú- 2019”. Práctica Preprofesional 2 de la Escuela Profesional de Ecología de la FCF – UNAP. Iquitos. 31 p.
- Chavez, J. y Huaya, M. 1997. Manual de vivero forestal volante para la amazonia peruana. COTESU – CENFOR XIII. Pucallpa. Perú. 104 p.

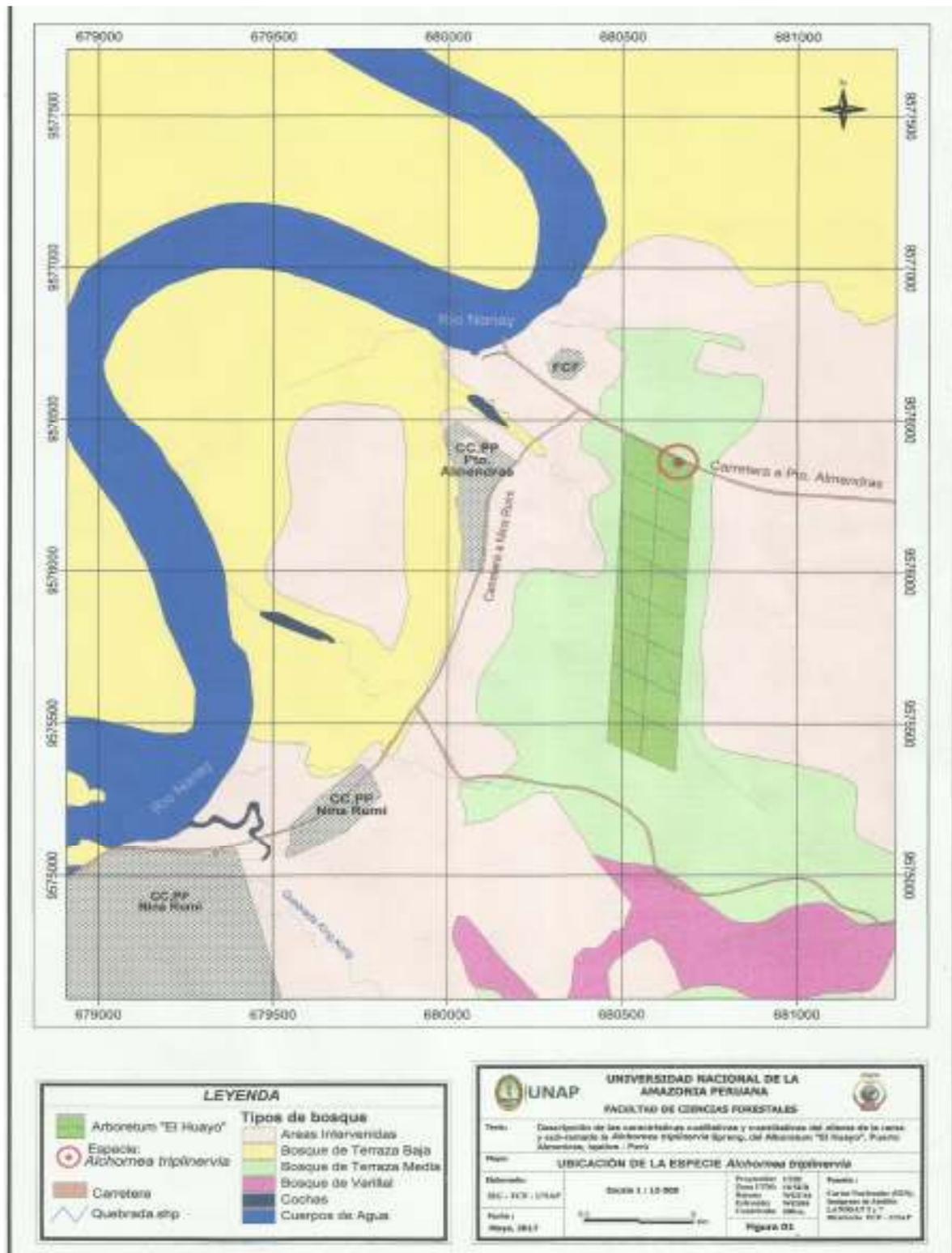
- Coral R. 1999. Tecnologías matemáticas para el desarrollo de modelos de crecimiento de bosques mixtos e irregulares de Durango, México. Tesis de maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. UANL 162 p.
- Dávila, A. 2019. "RELACIÓN DE TRES VARIABLES EN LOS ÁRBOLES DE DOS FAMILIAS BOTÁNICAS DEL ARBORETUM "EL HUAYO" Y PROPORCIONALIDAD DE INDIVIDUOS. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ". Tesis de Ingeniero Forestal, F.C. F. – UNAP, Iquitos. 69 p.
- Delgado, L. A., Acevedo, F. M., Castellanos, H., Ramírez, H. y Serrano, J., 2005. Relaciones alométricas y patrones de crecimiento para especies de árboles de la reserva forestal Imataca, Venezuela. 8 p.
- Diéguez-Aranda. 2005. Relación altura-diámetro generalizada para masas de *Pinus sylvestris* L. procedentes de repoblación en el noroeste de España. Invest Agrar: Sist Recur For (2005) 14(2), 229-241.
- Di Rienzo, J. A., Balzarini, M. G, Casanoves, F., Tablada, L. A., Diaz, E. M. y Robledo, C. W., 2001. Estadística para las ciencias agropecuarias. 4ta. Edición. Cordova Argentina. 322 p.
- Di Rienzo. J. A. Análisis de regresión. 2011. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba. p.1-45.  
<http://sites.google.com/site/dirienzojulio>
- Finegan, 1992. Bases ecológicas para la silvicultura. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Programa de producción y desarrollo agropecuario sostenido. Área de producción forestal y agroforestal. Proyecto silvicultura de bosques naturales. Turrialba, Costa Rica. p. 96-120.
- Freese, F. 1970. Métodos Estadísticos Elementales para Técnicos Forestales. Ministerio de Agricultura de EEUU. 420 p.

- Fontes, L. M., 1999. Padrões alométricos em espécies arbóreas pioneiras tropicais. Allometric patterns for tropical pioneer tree species. *Scientia Forestalis* 55. 79-87.
- García, W. 2019. "Asociación entre diámetro y amplitud de copa de las plántulas de *Calycophyllum spruceanum* "capirona" en PPM 1 – Faja E. CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú- 2019". Practica PreProfesional II – FCF – UNAP. 30 p.
- Hawley, C. y M. Smith. 1980. La dinámica de los bosques neotropicales. San José de Costa Rica. Centro Científico Tropical. 27 p.
- Henry, H. A. y L. W. Aarssen. 1999 The interpretation of stem diameter-height allometry in trees: biomechanical constraints, neighbour effects or biased regression. *Ecol. Lett.* 2. 89-97.
- Instituto Nacional de Bosques. 2014. Dinámica de crecimiento y productividad de 28 especies forestales en plantaciones en Guatemala, Serie Técnica No. DT-002(2015). Guatemala 212 p
- Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), 2004. Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del río Putumayo (PEDICP). Propuesta final de zonificación ecológica económica, sector: Mazan – El Estrecho, Iquitos – Perú. 255 – 398.
- King, D. A., 1996. Allometry and life history of tropical trees. *J. Tropical Ecol.* 12.
- Leite, F. M. A., 1999. Padrões alométricos em espécies arbóreas pioneiras tropicais. *Scientia Forestalis* 55. 25-44.
- Márquez, K.P. 2015. "Relación altura comercial – diámetro y abundancia – clase diamétrica en los árboles de un bosque de terraza baja. Distrito Putumayo, Loreto, Perú - 2014". Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal – FCF – UNAP. 63 p.

- Lindorf, H., De Parisca L. y Rodríguez, P., 1991. Botánica, clasificación, estructura y reproducción. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 38 p.
- Macedo, C. J. F. 2012. Tamaño óptimo de la unidad de muestreo para inventarios forestales en la comunidad campesina de Tres Unidos, Distrito del Alto Nanay. Región Loreto. Borrador de Tesis de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 49 p.
- Malleux, J., 1982. Inventario forestal en bosques tropicales. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 414 p.
- Martin J. G, Kloeppel BD, Schaefer T. L, Kimbler D. L, McNulty S. G. 1998. Aboveground biomass and nitrogen allocation of ten deciduous southern Appalachian tree species. Can. J. Forest Res. 28: 1648-1659.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO. 2012. Manual de construcción de ecuaciones alométricas para estimar el volumen y la biomasa de los árboles Del trabajo de campo a la predicción Nicolas Picard Departamento del Medioambiente y Sociedad Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement Laurent Saint-André UMR Eco&Sols Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement & UR1138 BEF Institut National de la Recherche Agronomique Matieu Henry Departamento Forestal.223 p.
- Ramírez, M. H. y Zepeda, M. B., 1994. “Rendimientos maderables de especies forestales; actualidades en México”. In: IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. SF y de FS/INIFAP. México, D.F. s/p.
- Regalado, M. A., Peralta, R. E. y González, R. C. A., 2005. Como hacer un modelo matemático. 18 p.

- Segura, M. y Andrade, H., 2008. Como construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes. *Agroforestería en las Américas* N° 46. 89-96.
- Soplín, A. “Asociación de tres variables en las plantas de dos familias botánicas: Fabaceae y Lauraceae. Puerto Almendra, Loreto Perú”. Tesis de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. F.C. F. – UNAP, Iquitos. 61 p.
- Swaine, M. D. y Whitmore, T. C., 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. *Vegetation*. 75. 81-86.
- Valderrama, H., 2002. Plan de desarrollo del jardín botánico – Arboretum el “El Huayo”. En el CIEFOR Puerto Almendra. Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonia Peruana (BIODAMAZ), Perú – Finlandia. Instituto de investigaciones de la amazonia peruana. (IIAP). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP). Iquitos, Perú. 152 p.
- Vásquez, H. G. 2016. “Asociación altura comercial - diámetro de árboles de especies comerciales de importancia ecológica, bosque colina baja. Yavarí, Loreto, Perú - 2014”. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal – FCF – UNAP. 59 p.
- Villacorta, F. M., 2012. Relación de la abundancia y estructura diamétrica en tres tipos de bosque y especies más importantes en la cuenca media del río Arabela. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales-UNAP. 90 p.
- Zeide, B. y Vanderschaaf, C., 2002. The effect of density on the height-diameter relationship. En Outcalt KW (Ed.) *Proceedings of the eleventh biennial southern silvicultural research conference*. Gen. Tech. Rep. SRS-48. USDA. Asheville, NC, EEUU. 463-466.

## **ANEXO**



Anexo 1. Mapa de ubicación del área de estudio – Arboretum “El Huayo”



### Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

#### Bosque natural

Código Parcela	N° árbol	Especie	Diámetro (cm)	Altura total (m )	Observación
1	1				

#### Plantación

Código Parcela	N° Planta	Especie	Diámetro (mm)	Altura total (cm )	Observación
1	1				

## Anexo 4. Constancia de identificación de muestras botánicas



Centro de Investigación de  
Recursos Naturales  
Herbarium Amazonense - AMAZ

INSTITUCION CIENTIFICA NACIONAL DEPOSITARIA DE MATERIAL BIOLÓGICO  
CODIGO DE AUTORIZACION AUT-ICND-2017-005

### CONSTANCIA

El Coordinador del Herbarium Amazonense (AMAZ) del CIRNA, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

### HACE CONSTAR:

Que, las muestras botánicas presentado por **JAIRO VASQUEZ FLORES**, bachiller de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Forestal, **Facultad de Ciencias Forestales**, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, pertenecen a la tesis titulado: **"RELACION ALTURA TOTAL - DIAMETRO EN PLANTAS DE DOS ESPECIES FORESTALES EN DOS CONDICIONES, BOSQUE NATURAL Y PLANTACION. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERU - 2020"**; han sido **DETERMINADAS** en este Centro de Investigación y Enseñanza, **Herbarium Amazonense-AMAZ**, del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la **UNAP-CIRNA-UNAP**, como se indica a continuación:

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia
canela moena	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez	Lauraceae
tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae

Se expide la presente constancia al interesado, para los fines que estime conveniente.

Atentamente,

Iquitos, 13 de enero del 2022

  
  
Richard J. Huamante Acostupe  
Coordinador Herbarium Amazonense