



## **FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TESIS**

**“ASOCIACIÓN DE TRES VARIABLES EN LAS PLANTAS DE DOS FAMILIAS  
BOTÁNICAS: FABACEAE Y LAURACEAE. PUERTO ALMENDRA, LORETO -  
PERÚ”.**

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

**PRESENTADO POR:**

**ALAIN ANDRÉ SOPLÍN PEREZ**

**ASESOR:**

**ING. JORGE ELIAS ALVAN RUIZ, DR.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2019**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

**DE TESIS Nº 875**

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por el bachiller **ALAIN ANDRÉ SOPLÍN PEREZ**, titulada: **"ASOCIACIÓN DE TRES VARIABLES EN LAS PLANTAS DE DOS FAMILIAS BOTÁNICAS: Fabaceae y Lauraceae. PUERTO ALMENDRA, LORETO-PERU"**, formuladas las observaciones y analizadas las respuestas,

La declaramos:

APROBADO

Con el calificativo de:

BUENO

En consecuencia queda en condición de ser calificado:

APTO

Y, recibir el Título de Ingeniero Forestal.

Iquitos, 08 de marzo 2019

**Ing. ABRAHAM CABUDIVO MOENA, Dr.**  
Presidente

**Ing. ANGEL EDUARDO MAURY LAURA, Dr.**  
Miembro

**Ing. RILDO ROJAS TUANAMA, Dr.**  
Miembro

**Ing. JORGE ELIAS ALVAN RUIZ, Dr.**  
Asesor

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE  
INGENIERIA FORESTAL

TESIS

"ASOCIACIÓN DE TRES VARIABLES EN LAS PLANTAS DE DOS  
FAMILIAS BOTÁNICAS: FABACEAE Y LAURACEAE. PUERTO  
ALMENDRA, LORETO PERÚ"

(Aprobado el 08 de Marzo del 2019, según el Acta de sustentación N° 875)



.....  
Ing° ABRAHAM CABUDIVO MOENA Dr.  
Reg. CIP N° 40295  
Presidente



.....  
Ing° ANGEL EDUARDO MAURY LAURA Dr.  
Reg. CIP N° 44895  
Miembro



.....  
Ing° RILDO ROJAS TUANAMA Dr.  
Reg. CIP N° 86706  
Miembro



.....  
Ing° JORGE ELIAS ALVAN RUIZ Dr.  
Reg. CIP N° 28387  
Asesor

## DEDICATORIA

*A Dios, por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.*

*A mis padres Rosario y Arnulfo, porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy gracias a ellos.*

*A mis hermanos Mauro y Lahisa por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.*

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, por brindarme las enseñanzas en la ética profesional en el servicio para la sociedad y protección del medio ambiente.
- A mis padres Rosario y Arnulfo, por el apoyo económico, y logístico durante todo mi proyecto de tesis.
- Al Ingeniero Forestal Jorge Elias Alvan Ruiz, por brindarme el asesoramiento necesario con conocimientos de alta investigación para el desarrollo de mi tesis.
- A todas las personas que de una u otra manera han contribuido en la ejecución y culminación del presente trabajo de tesis.

## ÍNDICE

	Pág.
Portada	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
Índice	vi
Índice de cuadros	viii
Índice de figuras	x
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	1
<b>CAPITULO I. MARCO TEÓRICO</b>	<b>3</b>
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	4
1.3. Definición de términos básicos	5
<b>CAPITULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	<b>7</b>
2.1. Formulación de la hipótesis	7
2.2. Variables y su operacionalización	7
<b>CAPITULO III. METODOLOGÍA</b>	<b>8</b>
3.1. Diseño metodológico	8
3.2. Diseño muestral	8
3.3. Procedimiento de recolección de datos	9

3.4. Procesamiento y análisis de datos	11
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS</b>	13
4.1. Familia Botánica Fabáceae	13
4.2. Familia Botánica Lauraceae	26
<b>CAPITULO V. DISCUSIÓN</b>	40
5.1. Relación entre las variables altura total, altura comercial y diámetro de la Familia Fabaceae	44
5.2. Relación entre las variables altura total, altura comercial y diámetro de la Familia Lauraceae	41
<b>CAPITULO VI. CONCLUSIONES</b>	44
<b>CAPITULO VII. RECOMENDACIONES</b>	45
<b>CAPITULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	46
ANEXO	

## Índice de cuadros

N°	Título	Pág.
1	Formato de campo para registro de datos.	9
2	Ecuaciones aplicadas a la relación altura total con altura comercial de plantas de <i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber “Azúcar huaillo”.	13
3	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber “Azúcar huaillo”	15
4	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las plantas de <i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber “Azúcar huaillo”.	16
5	Modelos alométricos aplicados a la relación altura total – altura Comercial de las plantas de <i>Ormosia coccinea</i> Rudd. “huairuro”	18
6	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Ormosia coccinea</i> Rudd. “huairuro”.	19
7	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las plantas de <i>Ormosia coccinea</i> Rudd. “huairuro”.	21
8	Modelos alométricos aplicados a la relación altura total – altura comercial de las plantas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke. “tornillo”.	22
9	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de “huairuro”	24
10	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las plantas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke. “tornillo”.	25
11	Ecuaciones aplicadas a la relación altura total con altura comercial de	



<b>N°</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
	plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez “canela moena”	27
12	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez “canela moena”	28
13	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez “canela moena”.	30
14	Modelos alométricos aplicados a la relación altura total – altura comercial de las plantas de <i>Anaueria brasiliensis</i> Kosterm.”añuje rumo”.	31
15	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Anaueria brasiliensis</i> Kosterm.”añuje rumo”	33
16	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las plantas de <i>Anaueria brasiliensis</i> Kosterm.”añuje rumo”.	34
17	Modelos alométricos aplicados a la relación altura total – altura comercial de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez. “moena”.	36
18	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez. “moena”.	37
19	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez. “moena”.	39

## Índice de figuras

N°	Título	Pág.
1	Mapa de ubicación del área de estudio	51
2	Relación altura total – altura comercial de <i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber “Azúcar huaillo”.	14
3	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber “Azúcar huaillo”.	15
4	Relación diámetro – altura comercial de las plantas de <i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber “Azúcar huaillo”.	17
5	Relación altura total – altura comercial en las plantas de <i>Ormosia coccinea</i> Rudd. “huairuro”..	18
6	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Ormosia coccinea</i> Rudd. “huairuro”.	20
7	Relación diámetro – altura comercial de las plantas de <i>Ormosia coccinea</i> Rudd. “huairuro”.	21
8	Relación altura total – altura comercial en las plantas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke. “tornillo”.	23
9	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke. “tornillo”.	24
10	Relación diámetro – altura comercial de las plantas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke. “tornillo”.	26
11	Relación altura total – altura comercial de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez “canela moena”	27

<b>N°</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
12	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez “canela moena”.	29
13	Relación diámetro – altura comercial de las plantas de <i>Ocotea</i> <i>aciphylla</i> (Nees) Mez “canela moena”.	30
14	Relación altura total – altura comercial en las plantas de <i>Anaueria</i> <i>brasiliensis</i> Kosterm.”añuje rumo”.	32
15	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Anaueria</i> <i>brasiliensis</i> Kosterm.”añuje rumo”.	33
16	Relación diámetro – altura comercial de las plantas de <i>Anaueria</i> <i>brasiliensis</i> Kosterm.”añuje rumo”.	35
17	Relación altura total – altura comercial en las plantas de <i>Ocotea</i> <i>aciphylla</i> (Nees) Mez. “moena”.	36
18	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez.	38
19	Relación diámetro – altura comercial de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez. “moena”.	39

## RESUMEN

El estudio se realizó en el Arboretum “El Huayo” del CIEFOR Puerto Almendra – FCF - UNAP, distrito de San Juan Bautista, provincia Maynas, región Loreto. El objetivo fue conocer las relaciones entre altura total, altura comercial y diámetro de los árboles de las familias botánicas Fabaceae y Lauraceae. En el inventario forestal se registró la altura total, altura comercial y diámetro a la altura del pecho (dap) de cada uno de los árboles de las seis especies elegidas con  $dap \geq 10$  cm. Los resultados indican que las variables altura total, altura comercial y diámetro presentaron relación entre ellas en los once modelos alométricos aplicados, para las especies “azúcar huaillo”, “huairuro”, “tornillo”, “añuje rumo” y “moena”. Las familias botánicas Fabaceae y Lauraceae, en las relaciones entre altura total, altura comercial y diámetro de las plantas evaluadas, el modelo alométrico que más se ajustó es la **cúbica**.

**Palabras claves:** Relación, familia botánica, especie , modelo alométrico.

## ABSTRACT

The study was carried out in the “El Huayo” Arboretum of CIEFOR Puerto Almendra - FCF - UNAP, San Juan Bautista district, Maynas province, Loreto region. The objective was to know the relationships between total height, commercial height and diameter of the trees of the botanical families Fabaceae and Lauraceae. In the forest inventory the total height, commercial height and diameter at chest height (dap) of each of the trees of the six species chosen with dap  $\geq$  10 cm were recorded. The results indicate that the variables total height, commercial height and diameter showed a relationship between them in the eleven allometric models applied, for the species “sugar huaillo”, “huairuro”, “screw”, “rumo añuje” and “moena”. The botanical families Fabaceae and Lauraceae, in the relationships between total height, commercial height and diameter of the evaluated plants, the most adjusted allometric model is the cubic one.

Keywords: Relationship, botanical family, species, allometric model

## INTRODUCCIÓN

Los bosques primarios son bosques vírgenes o formaciones vegetales poco alteradas por disturbios naturales o antropogénicos; de acuerdo a la variedad ambiental existe una amplia gama de tipos de bosque con diferente estructura y vegetación; en zonas tropicales la riqueza en especies es alta y el mismo tipo de bosque puede tener cientos de especies arbóreas (Budowski, 1985, p. 269).

La medición del diámetro y la altura de las plantas se utilizan para estimar, a través del uso de modelos estadístico estimativas de difícil medición, tales como biomasa y volumen de madera, número de individuos, relación entre variables, entre otros.

Se 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 (Fontes, 1999, p. 79).

En diversos estudios sobre silvicultura, ecología del bosque y fisiología de árboles se han utilizado una variedad de instrumentos de medición que a menudo difieren en exactitud, precisión, costo o simplicidad operacional (López *et al.* 2006, p. 139).

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 (Álvarez, 2008, p.18).

El empleo de los modelos matemáticos para la estimación de la relación diámetro y altura comercial de las especies comerciales, son muy escasos y presentan limitaciones debido a las distintas condiciones que rigen el crecimiento de los

árboles 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.14).

Por tal razón, en este estudio se evaluó la relación entre la variable altura y la variable diámetro de los árboles con  $dap \geq 10$  cm de las familias botánicas Fabaceae y Lauraceae. La obtención de nuevos conocimientos referente al tema planteado en este estudio hace posible mejorar la información existente sobre la relación de las variables altura total, altura comercial y diámetro de los árboles de las especies forestales de un bosque de terraza media, para los planes de manejo.

## CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

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).

El DAP explica mucha de las variaciones en altura, 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 (Zeide y Vanderschaaf, 2002, p. 463).

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, p. 8).

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 (Alves y Santos, 2002, p. 245).



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, 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 (Villacorta, 2012, p. 76).

## **1.2. Bases teóricas**

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 inventario forestal no solo es un registro cualitativo y cuantitativo de las características de los árboles, sino que se amplía a todos los elementos que conforman el bosque, según el cual está compuesto por el capital vuelo, suelo y demás elementos o individuos que se desarrollan y viven en la masa forestal (Malleux, 1982, p. 165). También, es un procedimiento útil para obtener información necesaria para la toma de decisiones sobre el manejo y aprovechamiento forestal (Orozco y Brumér, 2002, p. 35). Mientras que otro autor indica que consiste en extraer información, es decir es para saber cómo aprovecharlo, es como una radiografía del bosque, un resumen de su situación en un tiempo dado (Israel, 2004, p. 13).

Los modelos pueden ser evaluados por el coeficiente de determinación ( $\Pi^2$ ), el coeficiente de determinación ajustado ( $\Pi^2$  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. 156).

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, 1990, p. 27).

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 (Davis y Johnson, 1987, p. 410).

### **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. 6).

**Bosques:** Es toda área cubierta de árboles sean o no reproductivos. En su condición natural o en plantaciones (Malleux, 1982, p. 183).

**Inventario forestal:** Se define como el conjunto de procedimientos destinado a proveer información cualitativa y cuantitativa de un bosque (Wabo, 2003, p. 12).

**Composición florística.-** Es la relación de especies y familias de los árboles forestales comerciales que se registrarán en el área de estudio (Louman, 2001, p. 135).

**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/o la 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. 17).

## CAPITULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1. Formulación de la hipótesis

Existe asociación entre la altura total, altura comercial y el diámetro de los árboles de las seis especies elegidas de dos familias botánicas en el bosque de terraza media del Arboretum “El Huayo”.

### 2.2. Variables y su operacionalización

En este estudio se plantea como variable independiente (X) a la altura y como variable dependiente (Y) al diámetro a la altura del pecho (dap) de los árboles  $\geq 10$ cm de dap de las especies elegidas en el bosque de terraza media del Arboretum “El Huayo”, los indicadores fueron las mediciones de altura comercial, altura total y e dap; como índices tuvimos al metro y el centímetro.

#### Operacionalidad de las variables

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza.	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
<b>V. Independiente (X)</b>					
Altura de los árboles $\geq 10$ cm de dap, de seis especies en dos familias botánicas, del bosque de terraza media del Arboretum “El Huayo”.	Medición de la altura total de los árboles seleccionados	Cuantitativa	Altura total de los árboles en metros.	Nominal	Lista de datos de altura total en metros.
<b>V. Dependiente (Y)</b>					
Dap de los árboles $\geq 10$ cm de seis especies en dos familias botánicas, del bosque de terraza media del Arboretum “El Huayo”	Medición del diámetro de los árboles seleccionados	Cuantitativa	Diámetro de los árboles en centímetros.	Nominal	Lista de datos de diámetro en centímetros.

## **CAPITULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Diseño metodológico**

El tipo y diseño del estudio para alcanzar el objetivo propuesto es Cuantitativo y Analítico, debido a que se va demostrar la relación entre tres variables en el crecimiento de las plantas de seis especies forestales en dos familias botánicas del Arboretum “El Huayo”.

#### **Lugar de ejecución**

Según Valderrama (2002, p. ), 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).

#### **Accesibilidad**

El CIEFOR Puerto Almendras es accesible por dos medios, teniendo como referencia 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 km adicionales hasta el lugar del estudio.

### **3.2. Diseño muestral**

#### **Población y muestra**

Para la evaluación de las variables en este estudio se tuvo en cuenta como población a todas las plantas del Arboretum “El Huayo” y, como muestra se tomará a los árboles con dap  $\geq$  10 cm de las seis especies forestales elegidas para el estudio.

### 3.3. Procedimiento de recolección de datos

#### Registro de datos

Para el registro de datos se utilizó los árboles que corresponden a las seis especies forestales de dos familias botánicas (3 de cada una) con dap  $\geq$  10 cm, para lo cual se utilizó el siguiente Formato:

**Cuadro 1.** Formato de campo para registro de datos.

Familia Botánica	N°ARBOL	ESPECIE	DAP (cm)	H <sub>T</sub> (m)	H <sub>c</sub> (m)	Observaciones
	1					

Descripción del formato de campo:

Nombre de la Familia Botánica.- Se colocó el nombre de la familia botánica de acuerdo a lo que corresponda, considerando las dos familias botánicas.

Nombre de la especie.- Se identificó a los árboles, de las seis especies elegidas, por el nombre común y/o taxonómico, de acuerdo a la base de datos del Arboretum “El Huayo”.

Medición del diámetro.- El diámetro de los árboles se midió a la altura del pecho (dap) aproximadamente a 1,30 m del nivel del suelo, para clasificar a los árboles  $\geq$  10 cm de dap, se utilizó como material a la forcípula de metal graduada con aproximación al centímetro, colocada siempre en dirección opuesta a la pendiente.

Medición de la Altura Total.- La altura total de los árboles comprendió desde el nivel del suelo y el punto más alto de la copa, esta medición se efectuó con aproximación al metro; se utilizó clinómetro suunto.

Medición de la Altura Comercial.- La altura comercial de los árboles comprendió desde el nivel del suelo hasta la primera rama del fuste, esta medición se efectuó con aproximación al metro; se utilizó clinómetro suunto

**Relación entre variables de los árboles.**

Se utilizó la altura total, altura comercial y diámetro a la altura del pecho (dap) de cada uno de los árboles de las especies elegidas con  $dap \geq 10$  cm; se efectuó las siguientes comparaciones Altura total & Dap; Altura comercial & Dap y Altura total & Altura comercial; el análisis fue tanto a nivel de especie y a nivel general por familia botánica. Se aplicó los modelos alométricos lineal y curvilíneos para definir la existencia o no de la relación entre las dos variables; la correlación se aplicó para definir el grado de relación entre dos variables y, el coeficiente de determinación fue para determinar la participación de la variable independiente en las variaciones de la variable dependiente. Los cálculos se realizarán utilizando el software IBM SPSS Statistics 23.

Para determinar el grado de relación entre las dos variables se utilizó la siguiente tabla:

	Valor de “r” (+ ó -)	Grado de Relación
	1,00	Perfecta
< 1	a $\geq 0,75$	Excelente
< 0,75	a $\geq 0,50$	Buena
< 0,50	a > 0,00	Regular
	0,00	Nula

Los modelos alométricos considerados para el estudio fueron:

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	$Y = e^{(b_0 / (b_1 + t))}$
9	CRECIMIENTO	$Y = e^{(b_0 \times (b_1^t))}$
10	EXPONENCIAL	$Y = b_0 \times (e^{(b_1 \times t)})$
11	LOGISTICA	$Y = 1 / (1/u + b_0 \times (b_1^t))$

Donde:

$b_0$  = Constante (Parámetros a estimarse)

$b_1$  = Constante (Parámetros a estimarse)

$b_2$  = Constante (Parámetros a estimarse)

$b_3$  = Constante (Parámetros a estimarse)

$\ln$  = logaritmo (Parámetros a estimarse)

### Instrumentos

Para el registro de los datos del diámetro del fuste a la altura del pecho (DAP) de todos los árboles de las especies elegidas con  $\geq 10$  cm de DAP fueron medidos con el calibrador forestal (forcípula); la altura total ( $H_T$ ) se midió utilizando clinómetro suunto. La identificación de las especies se realizó con la ayuda de un matero con experiencia quien proporcionó el nombre común de las especies elegidas y se verificó de acuerdo a la base de datos del Arboretum "El Huayo"; los datos obtenidos se procesaron en el software IBM SPSS Statistics 23 y Excel.



### **3.4. Procesamiento y análisis de datos**

#### **Análisis estadístico**

Para el procesamiento estadístico de los datos que se registraron en la evaluación se utilizó la estadística básica y, los métodos de correlación y coeficiente de determinación, para determinar la existencia de la relación o asociación entre las variables en estudio y su calificación respectiva (Beiguelman, 1994, p. 183).

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.3. Familia Botánica Fabaceae

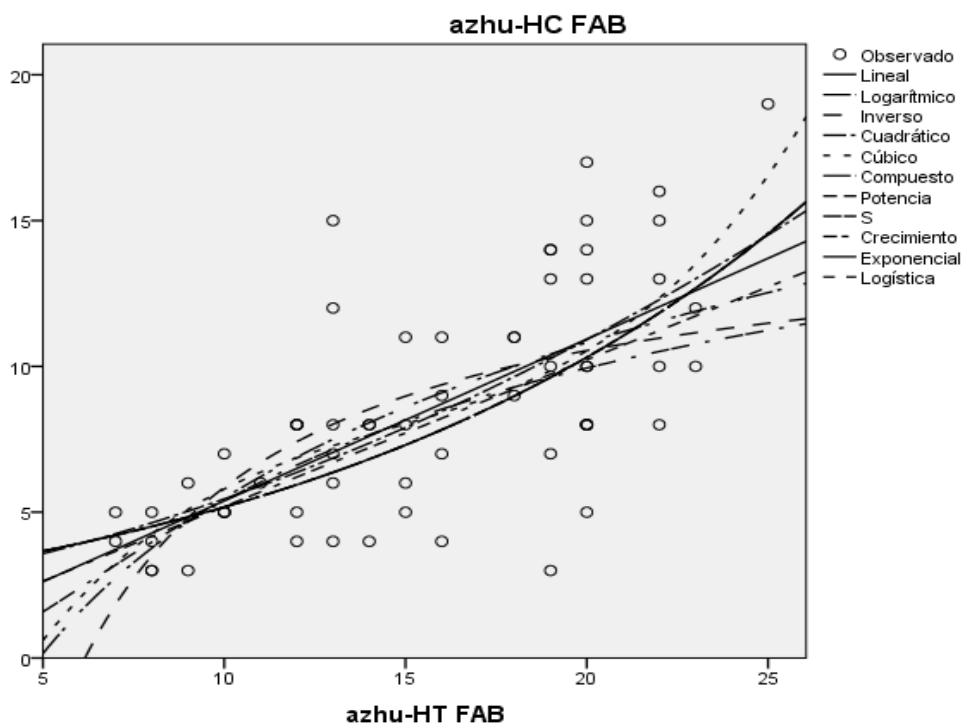
#### **Asociación de la altura total con altura comercial de las plantas de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo”.**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación altura total y altura comercial de las plantas de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo” en el cuadro 2 indican que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la del modelo **cúbico** en el cual se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,691$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,478$ , o sea que el 47,8% de los cambios producidos en la altura comercial se atribuye a la altura total.

**Cuadro 2.** Ecuaciones aplicadas a la relación altura total con altura comercial de plantas de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo”.

Ecuación	$\Pi$	$\Pi^2$
Lineal	0,678	0,460
Logarítmica	0,664	0,441
Inversa	0,634	0,402
Cuadrático	0,681	0,464
<b>Cúbico</b>	<b>0,691</b>	<b>0,478</b>
Compuesto	0,686	0,471
Potencia	0,688	0,473
S	0,673	0,453
Crecimiento	0,686	0,471
Exponencial	0,686	0,471
Logística	0,686	0,471

Así como también, se presenta en la figura 2 la tendencia cúbica de la relación altura total con la altura comercial de las plantas de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo”.



**Figura 2.** Relación altura total – altura comercial de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo”.

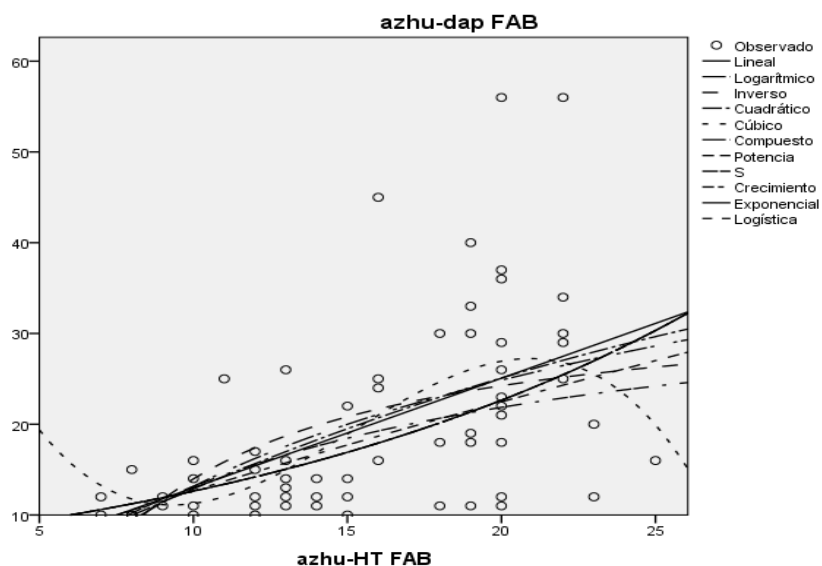
**Relación del diámetro con la altura total de las plantas de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo”.**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura total de las plantas de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo” indican en el cuadro 3 que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la de los modelos **Compuesto, Crecimiento, Exponencial y Logística** en los cuales se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,589$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,347$ , o sea que el 34,7% de los cambios producidos en el diámetro se atribuye a la altura total.

**Cuadro 3:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo”.

Ecuación	$\Lambda$	$\Lambda^2$
Lineal	0,532	0,283
Logarítmica	0,525	0,276
Inversa	0,500	0,250
Cuadrático	0,534	0,285
<b>Cúbico</b>	<b>0,572</b>	0,327
Compuesto	0,589	0,347
Potencia	0,588	0,346
S	0,567	0,321
Crecimiento	0,589	0,347
Exponencial	0,589	0,347
Logística	0,589	0,347

Así mismo, se presenta en la figura 3 las tendencias Compuesto, Crecimiento, Exponencial y Logística de la relación diámetro con altura total de las plantas de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo”.



**Figura 3.** Relación diámetro – altura total de las plantas de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo”.

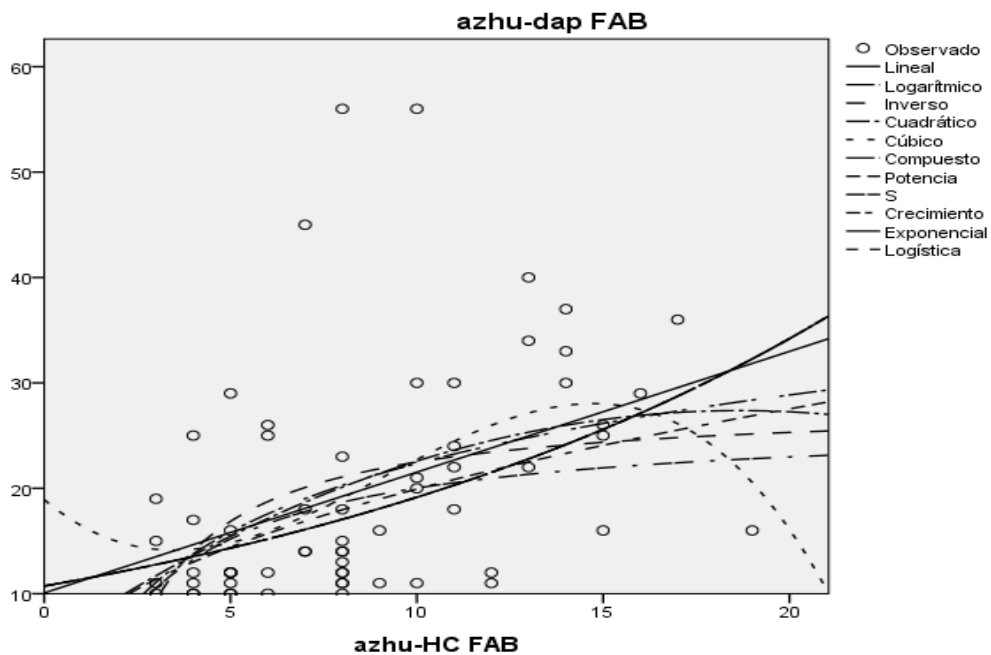
**Relación del diámetro con la altura comercial de las plantas de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo”.**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura comercial de las plantas de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo” indican en el cuadro 4 que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la de los modelos **Compuesto, Crecimiento, Exponencial y Logística** en el cual se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,479$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,229$ , o sea que el 22,9% de los cambios producidos en el diámetro se atribuye a la altura comercial.

**Cuadro 4:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las plantas de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo”.

Ecuación	$\Pi$	$\Pi^2$
Lineal	0,412	0,170
Logarítmica	0,415	0,172
Inversa	0,383	0,147
Cuadrático	0,424	0,180
<b>Cúbico</b>	0,446	0,199
<b>Compuesto</b>	<b>0,479</b>	<b>0,229</b>
Potencia	0,472	0,223
S	0,430	0,185
<b>Crecimiento</b>	<b>0,479</b>	<b>0,229</b>
<b>Exponencial</b>	<b>0,479</b>	<b>0,229</b>
<b>Logística</b>	<b>0,479</b>	<b>0,229</b>

Así mismo, se presenta en la figura 4 las tendencias **Compuesto, Crecimiento, Exponencial y Logística** de la relación diámetro con la altura comercial de las plantas de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo”.



**Figura 4.** Relación diámetro – altura comercial de las plantas de *Hymenaea oblongifolia* Huber “Azúcar huaillo”.

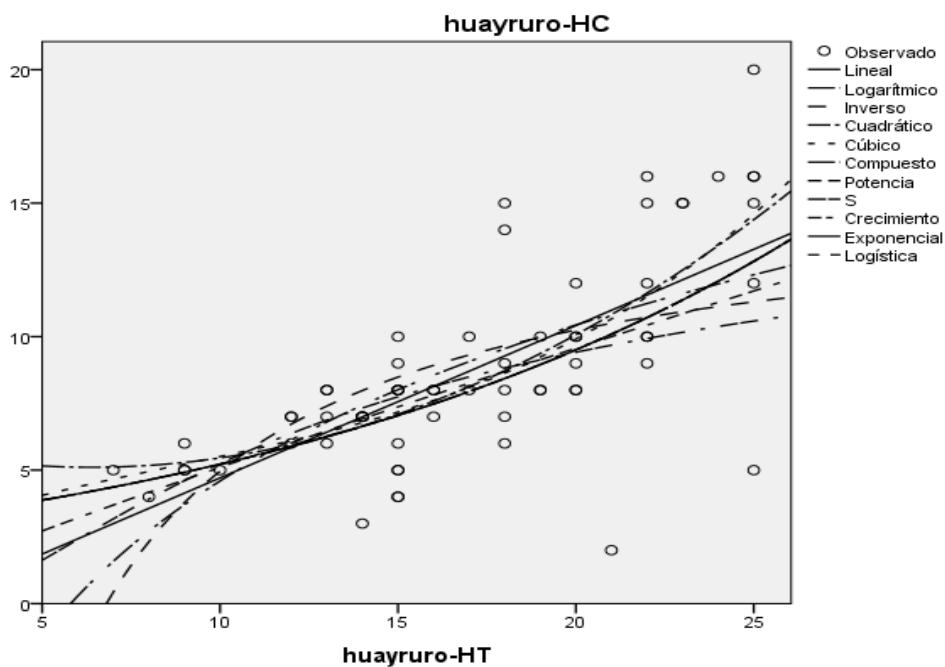
**Relación entre altura total y altura comercial de las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro”.**

De los modelos alométricos aplicados a la relación altura total y altura comercial de las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro” registradas en el área de estudio; los resultados indican que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la del modelo **cúbico** donde se observa el mayor coeficiente de correlación  $r = 0,724$  y el coeficiente de determinación  $r^2 = 0,524$  que se muestra en el cuadro 5. O sea que el 52,4% de los cambios producidos en la altura comercial se atribuye a la altura total.

**Cuadro 5.** Modelos alométricos aplicados a la relación altura total – altura comercial de las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro”.

Ecuación	$\Lambda$	$\Lambda^2$
Lineal	0,701	0,492
Logarítmica	0,661	0,437
Inversa	0,596	0,355
Cuadrático	0,722	0,522
<b>Cúbico</b>	<b>0,724</b>	<b>0,524</b>
Compuesto	0,634	0,402
<b>Potencia</b>	<b>0,612</b>	0,375
S	0,568	0,323
Crecimiento	0,634	0,402
Exponencial	0,634	0,402
Logística	0,634	0,402

También se presenta en la figura 5 la tendencia **cúbica** de la relación altura total – altura comercial de las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro”.



**Figura 5.** Relación altura total – altura comercial en las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro”.

**Relación del diámetro con la altura total de las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro”.**

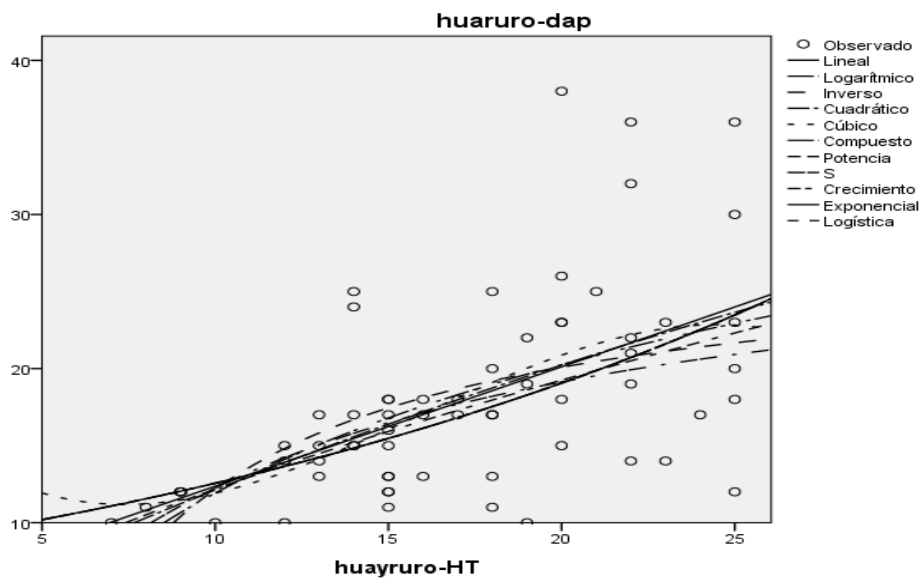
Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura total de las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro” indican en el cuadro 6 que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la del modelo **Potencial** en el cual se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,597$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,357$ , o sea que el 35,7% de los cambios producidos en el diámetro se atribuye a la altura total.

**Cuadro 6:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro”.

<b>Ecuación</b>	<b><math>\Pi</math></b>	<b><math>\Pi^2</math></b>
Lineal	0,560	0,314
Logarítmica	0,554	0,307
Inversa	0,525	0,276
Cuadrático	0,561	0,315
<b>Cúbico</b>	0,568	0,323
Compuesto	0,592	0,350
<b>Potencia</b>	<b>0,597</b>	<b>0,357</b>
S	0,581	0,337
Crecimiento	0,592	0,350
Exponencial	0,592	0,350
Logística	0,592	0,350

Así mismo, se presenta en la figura 6 las tendencia **Potencial** de la relación diámetro con la altura total de las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro”.





**Figura 6.** Relación diámetro – altura total de las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro”.

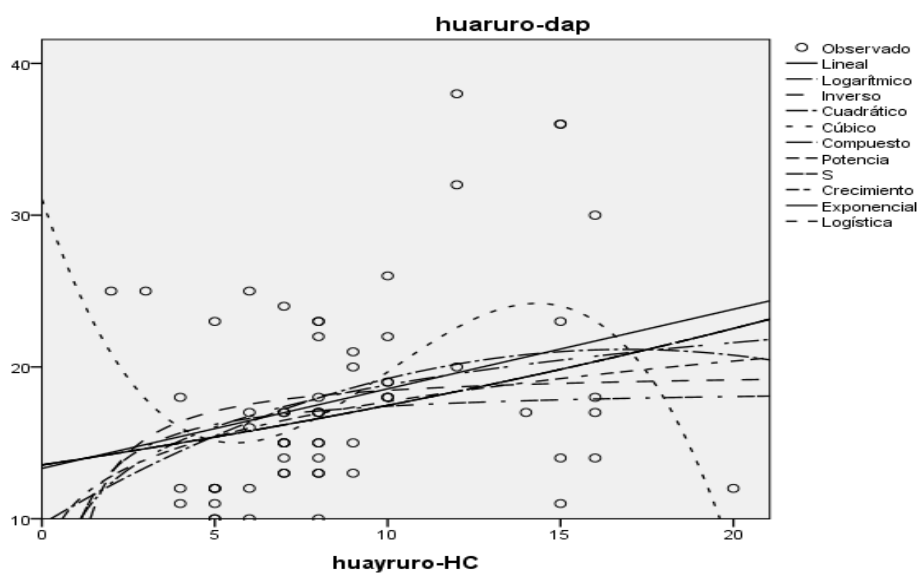
**Relación del diámetro con la altura comercial de las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro”.**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura comercial de las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro” indican en el cuadro 7 que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la del modelo **cúbico** en el cual se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,515$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,265$ , o sea que el 26,5% de los cambios producidos en el diámetro se atribuye a la altura comercial.

**Cuadro 7:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro”.

Ecuación	$\Lambda$	$\Lambda^2$
Lineal	0,308	0,095
Logarítmica	0,274	0,075
Inversa	0,152	0,023
Cuadrático	0,327	0,107
<b>Cúbico</b>	<b>0,515</b>	<b>0,265</b>
Compuesto	0,293	0,086
Potencia	0,270	0,073
S	0,155	0,024
Crecimiento	0,293	0,086
Exponencial	0,293	0,086
Logística	0,293	0,086

Así mismo, se presenta en la figura 7 la tendencia **cúbica** de la relación diámetro con la altura comercial de las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro”.



**Figura 7.** Relación diámetro – altura comercial de las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro”.

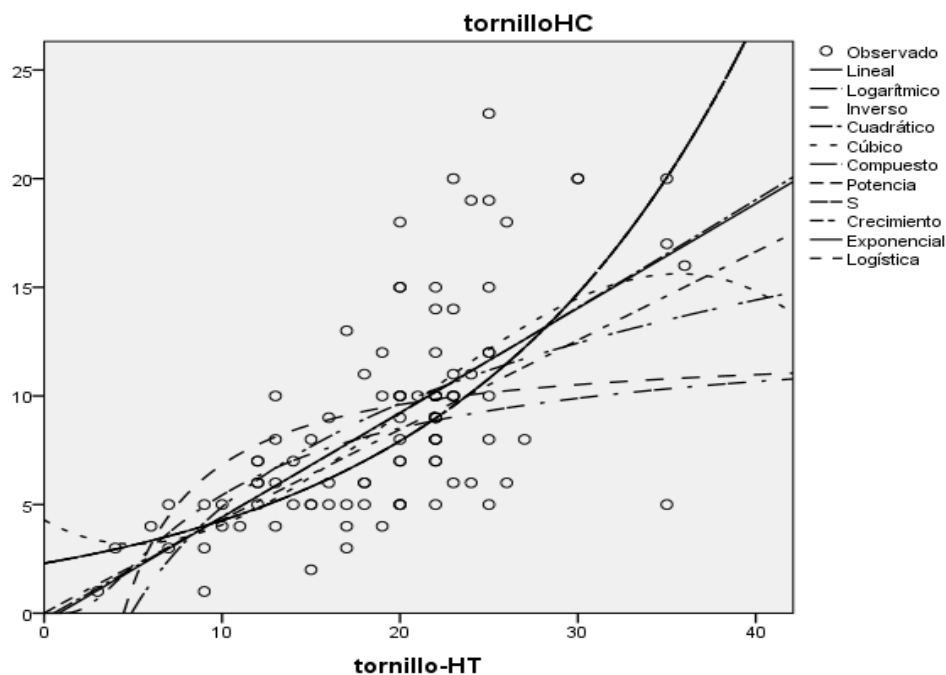
**Relación entre altura total y altura comercial de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. “tornillo”.**

De los modelos alométricos aplicados a la relación altura total y altura comercial de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. “tornillo” registradas en el área de estudio; los resultados indican que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la del modelo **Potencia** donde se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,701$  y el coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,491$  que se muestra en el cuadro 8. O sea que el 49,1% de los cambios producidos en la altura comercial se atribuye a la altura total.

**Cuadro 8.** Modelos alométricos aplicados a la relación altura total – altura comercial de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. “tornillo”.

Ecuación	$\Pi$	$\Pi^2$
Lineal	0,647	0,418
Logarítmica	0,603	0,364
Inversa	0,477	0,228
Cuadrático	0,647	0,418
Cúbico	0,655	0,429
Compuesto	0,680	0,462
<b>Potencia</b>	<b>0,701</b>	<b>0,491</b>
S	0,636	0,404
Crecimiento	0,680	0,462
Exponencial	0,680	0,462
Logística	0,680	0,462

También se presenta en la figura 8 la tendencia **Potencia** de la relación altura total – altura comercial de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. “tornillo”.



**Figura 8.** Relación altura total – altura comercial en las plantas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. “tornillo”.

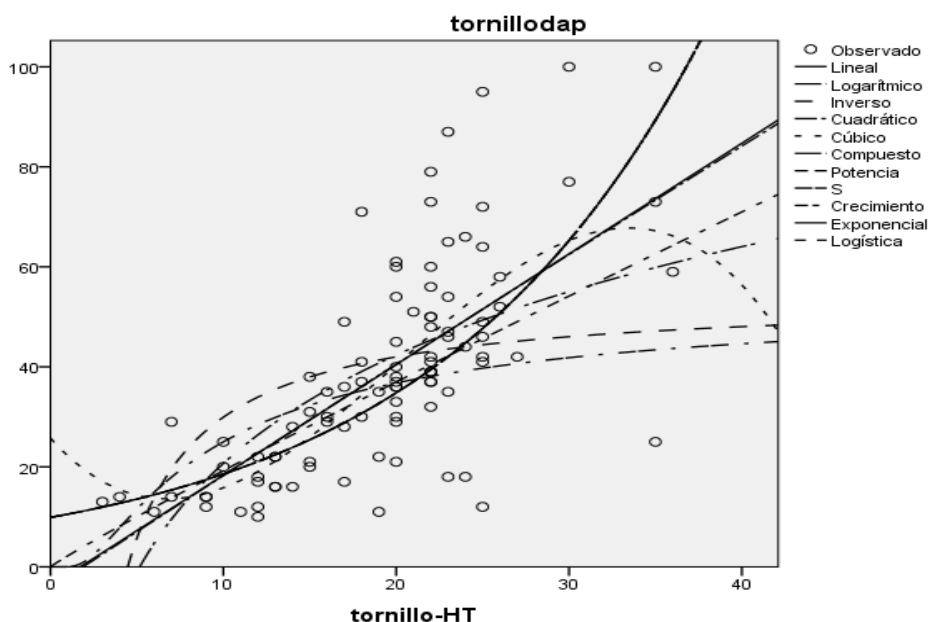
**Relación del diámetro con la altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. “tornillo”.**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. “tornillo” indican en el cuadro 9 que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la de los modelos **Compuesto, Crecimiento, Exponencial y Logística** en el cual se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,711$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,506$ , o sea que el 50,6% de los cambios producidos en el diámetro se atribuye a la altura total.

**Cuadro 9:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de “huairuro”.

Ecuación	$\Lambda$	$\Lambda^2$
Lineal	0,685	0,469
Logarítmica	0,632	0,400
Inversa	0,481	0,231
Cuadrático	0,685	0,469
<b>Cúbico</b>	0,704	0,495
<b>Compuesto</b>	<b>0,711</b>	<b>0,506</b>
Potencia	0,696	0,485
S	0,563	0,317
<b>Crecimiento</b>	<b>0,711</b>	<b>0,506</b>
<b>Exponencial</b>	<b>0,711</b>	<b>0,506</b>
<b>Logística</b>	<b>0,711</b>	<b>0,506</b>

Así mismo, se presenta en la figura 9 las tendencias **Compuesto, Crecimiento, Exponencial y Logística** de la relación diámetro con la altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. “tornillo”.



**Figura 9.** Relación diámetro – altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. “tornillo”.

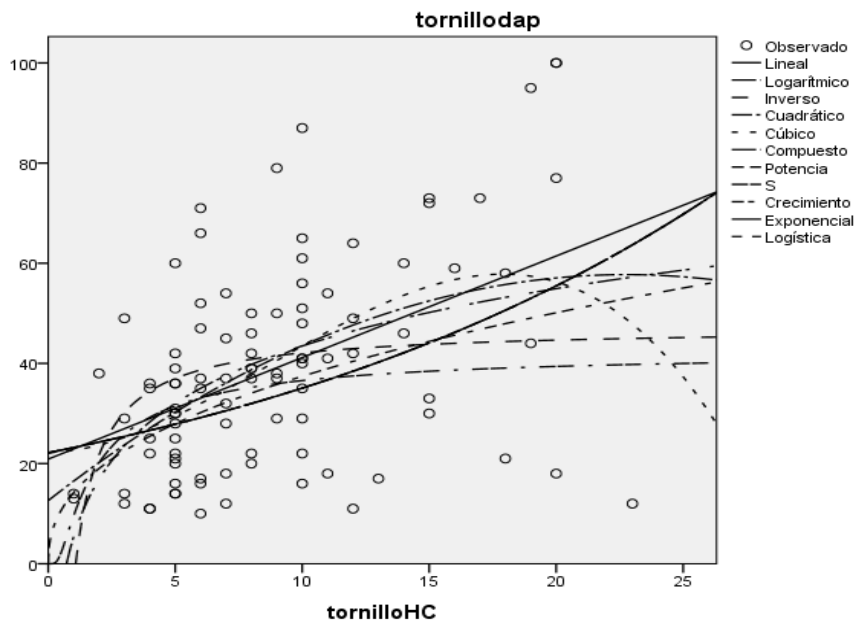
**Relación del diámetro con la altura comercial de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. “tornillo”.**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura comercial de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. “tornillo” indican en el cuadro 10 que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es el modelo **cúbico** en el cual se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,489$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,239$ , o sea que el 23,9% de los cambios producidos en el diámetro se atribuye a la altura comercial.

**Cuadro 10:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. “tornillo”.

<b>Ecuación</b>	<b><math>\Pi</math></b>	<b><math>\Pi^2</math></b>
Lineal	0,467	0,218
Logarítmica	0,466	0,217
Inversa	0,351	0,123
Cuadrático	0,481	0,231
<b>Cúbico</b>	<b>0,489</b>	<b>0,239</b>
Compuesto	0,386	0,149
Potencia	0,434	0,188
S	0,374	0,140
Crecimiento	0,386	0,149
Exponencial	0,386	0,149
Logística	0,386	0,149

Así mismo, se presenta en la figura 10 la tendencia **cúbica** de la relación diámetro con la altura comercial de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. “tornillo”.



**Figura 10.** Relación diámetro – altura comercial de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. “tornillo”.

#### 4.4. Familia Botánica Lauraceae

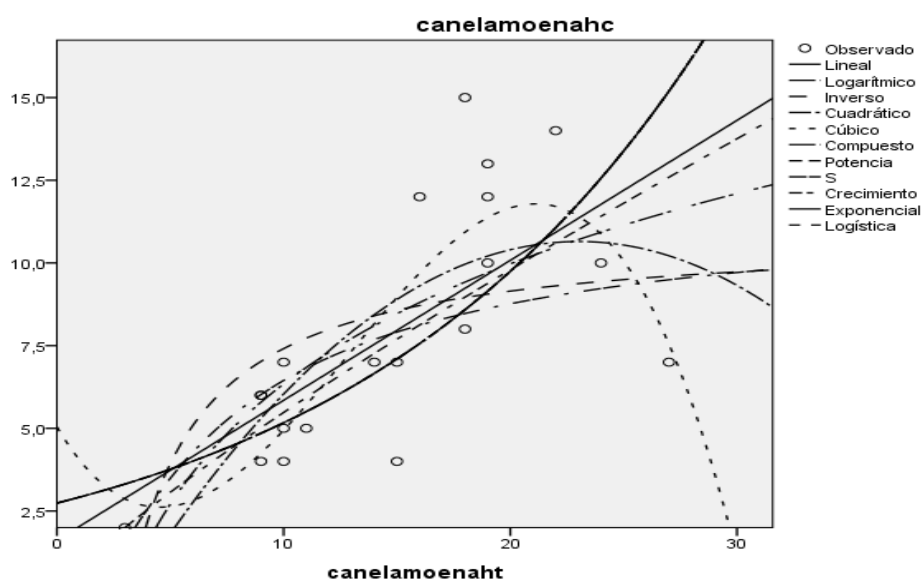
##### **Asociación de la altura total con altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”.**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación altura total y altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en el cuadro 11 indican que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la del modelo **cúbico** en el cual se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,691$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,478$ .

**Cuadro 11.** Ecuaciones aplicadas a la relación altura total con altura comercial de plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”.

Ecuación	$\Lambda$	$\Lambda^2$
Lineal	0,682	0,465
Logarítmica	0,699	0,488
Inversa	0,592	0,351
Cuadrático	0,748	0,560
<b>Cúbico</b>	<b>0,826</b>	<b>0,682</b>
Compuesto	0,736	0,542
Potencia	0,804	0,647
S	0,754	0,568
Crecimiento	0,736	0,542
Exponencial	0,736	0,542
Logística	0,736	0,542

Así como también, se presenta en la figura 11 la tendencia **cúbica** de la relación altura total con la altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”.



**Figura 11.** Relación altura total – altura comercial de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”.



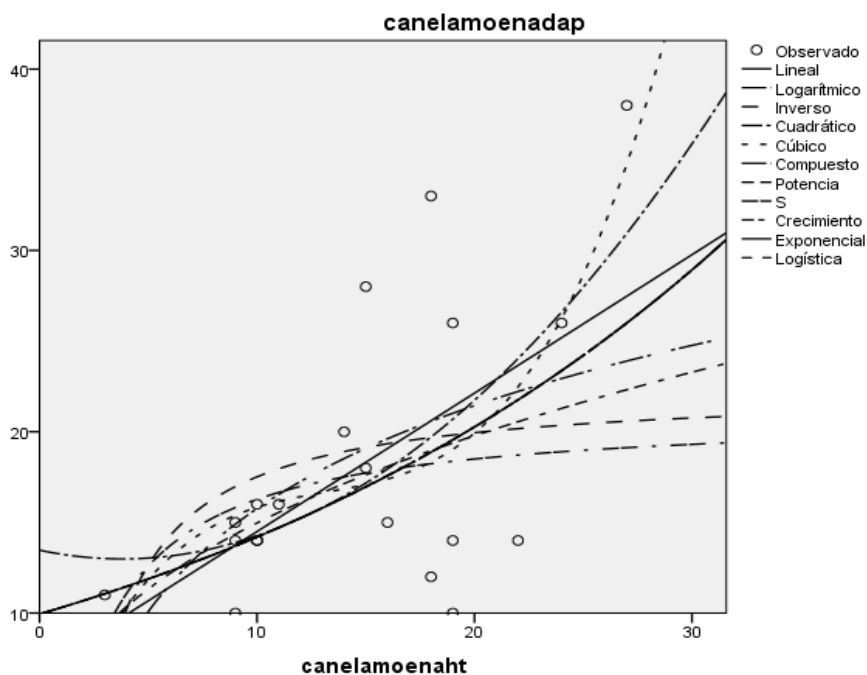
**Relación del diámetro con la altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”.**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” indican en el cuadro 12 que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la de los modelos **Compuesto, Crecimiento, Exponencial y Logística** en los cuales se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,589$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,347$ .

**Cuadro 12:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”.

Ecuación	$\Pi$	$\Pi^2$
Lineal	0,582	0,339
Logarítmica	0,518	0,268
Inversa	0,392	0,154
Cuadrático	0,609	0,371
<b>Cúbico</b>	<b>0,654</b>	<b>0,428</b>
Compuesto	0,554	0,307
Potencia	0,518	0,268
S	0,421	0,177
Crecimiento	0,554	0,307
Exponencial	0,554	0,307
Logística	0,554	0,307

Así mismo, se presenta en la figura 12 las tendencias Compuesto, Crecimiento, Exponencial y Logística de la relación diámetro con altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”.



**Figura 12.** Relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”.

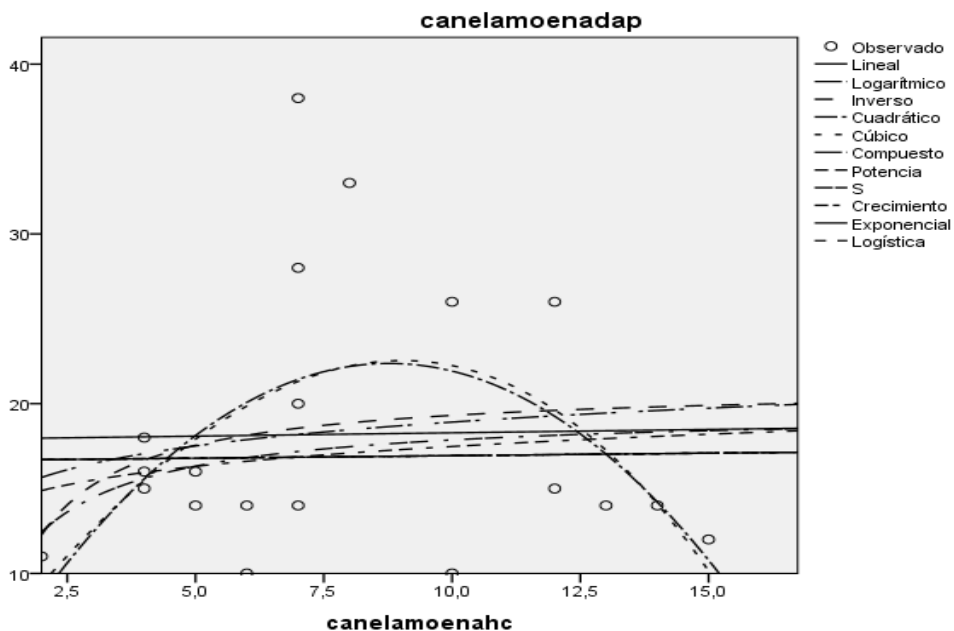
**Relación del diámetro con la altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”.**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” indican en el cuadro 13 que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la del modelo **Cúbico** en el cual se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,489$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,239$ .

**Cuadro 13:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”.

Ecuación	$\Lambda$	$\Lambda^2$
Lineal	0,000	0,000
Logarítmica	0,134	0,018
Inversa	0,221	0,049
Cuadrático	0,487	0,237
<b>Cúbico</b>	<b>0,489</b>	<b>0,239</b>
Compuesto	0,000	0,000
Potencia	0,134	0,018
S	0,232	0,054
Crecimiento	0,000	0,000
Exponencial	0,000	31 000
Logística	0,000	0,000

Así mismo, se presenta en la figura 13 la tendencia **Cúbica** de la relación diámetro con la altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”.



**Figura 13.** Relación diámetro – altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena”.

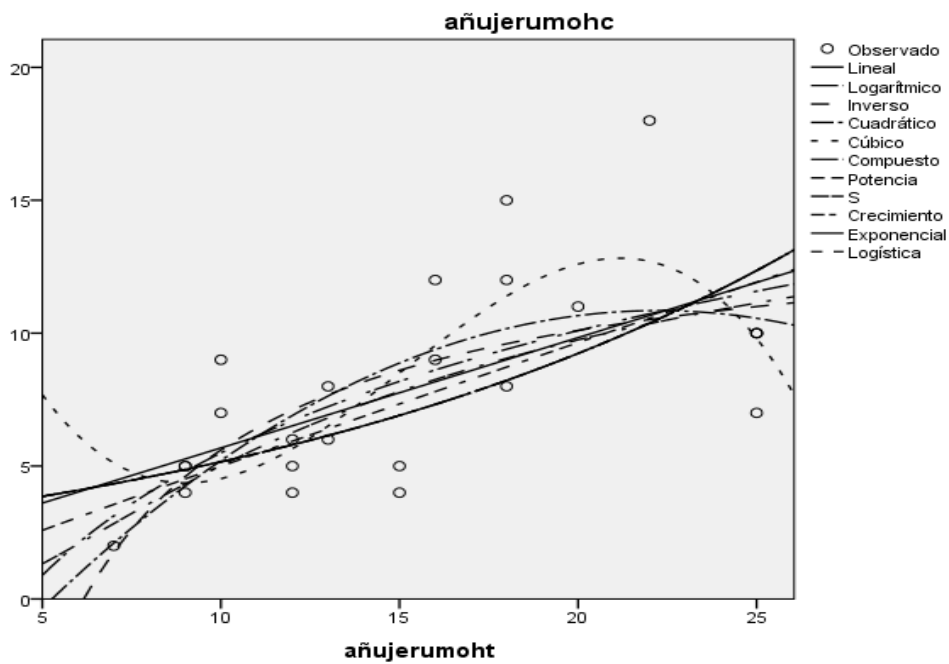
**Relación entre altura total y altura comercial de las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm.**

De los modelos alométricos aplicados a la relación altura total y altura comercial de las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm."añuje rumo" registradas en el área de estudio; los resultados indican que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la del modelo **cúbico** donde se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,752$  y el coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,566$  que se muestra en el cuadro 14.

**Cuadro 14.** Modelos alométricos aplicados a la relación altura total – altura comercial de las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm."añuje rumo".

<b>Ecuación</b>	<b><math>\Pi</math></b>	<b><math>\Pi^2</math></b>
Lineal	0,623	0,388
Logarítmica	0,654	0,428
Inversa	0,659	0,434
Cuadrático	0,687	0,472
<b>Cúbico</b>	<b>0,752</b>	<b>0,566</b>
Compuesto	0,663	0,439
<b>Potencia</b>	<b>0,711</b>	0,505
S	0,739	0,546
Crecimiento	0,663	0,439
Exponencial	0,663	0,439
Logística	0,663	0,439

También se presenta en la figura 14 la tendencia **cúbica** de la relación altura total – altura comercial de las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm."añuje rumo".



**Figura 14.** Relación altura total – altura comercial en las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm. "añuje rumo".

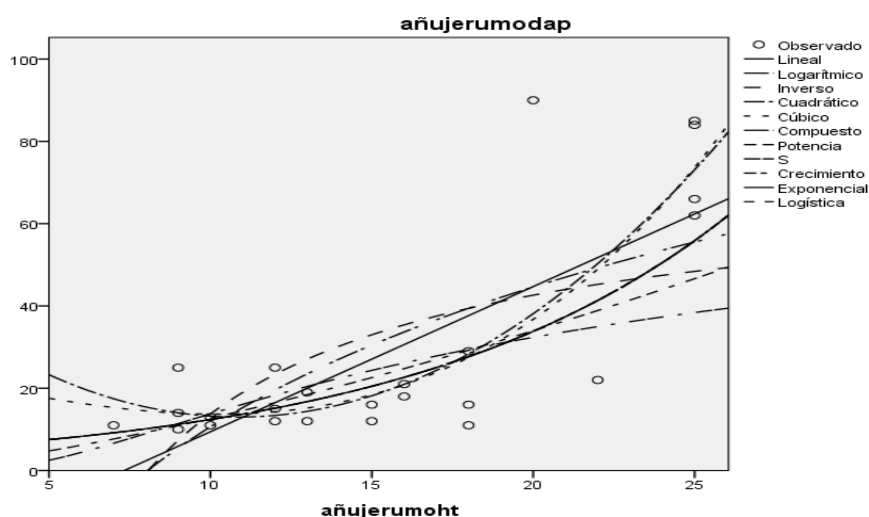
**Relación del diámetro con la altura total de las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm. "añuje rumo".**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura total de las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm. "añuje rumo" indican en el cuadro 15 que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la del modelo **Potencial** en el cual se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,837$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,701$ .

**Cuadro 15:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm.”añuje rumo”.

Ecuación	$\Lambda$	$\Lambda^2$
Lineal	0,767	0,588
Logarítmica	0,700	0,490
Inversa	0,613	0,376
Cuadrático	0,836	0,700
<b>Cúbico</b>	<b>0,837</b>	<b>0,701</b>
Compuesto	0,792	0,628
Potencia	0,736	0,542
S	0,659	0,434
Crecimiento	0,792	0,628
Exponencial	0,792	0,628
Logística	0,792	0,628

Así mismo, se presenta en la figura 15 las tendencia **Potencial** de la relación diámetro con la altura total de las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm.”añuje rumo”.



**Figura 15.** Relación diámetro – altura total de las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm.”añuje rumo”.

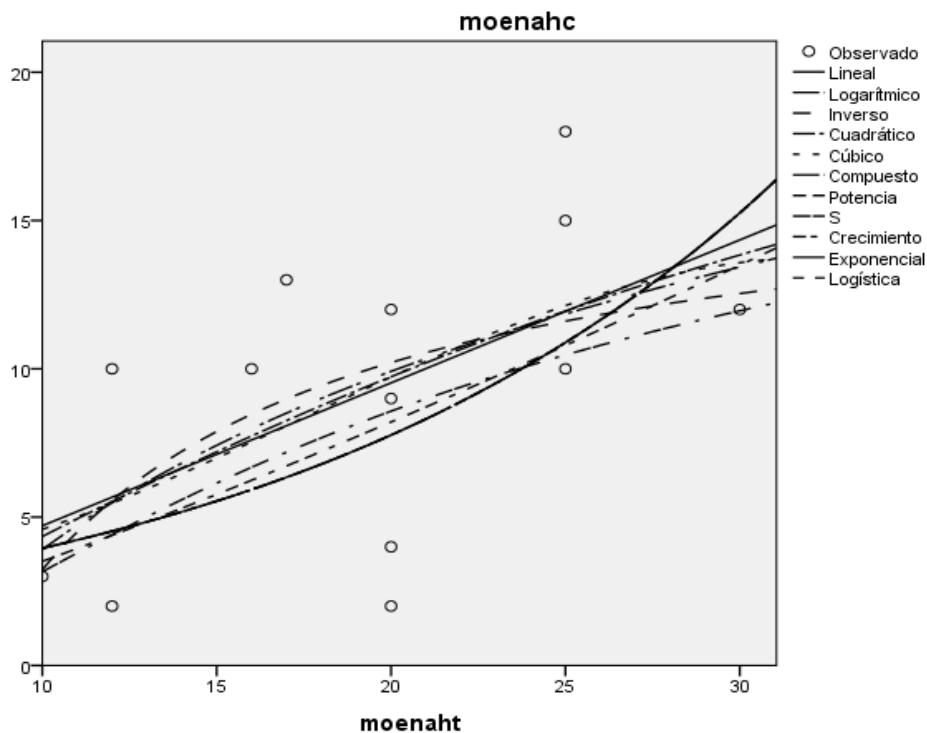
**Relación del diámetro con la altura comercial de las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm."añuje rumo".**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura comercial de las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm."añuje rumo" indican en el cuadro 16 que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la del modelo **cúbico** en el cual se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,482$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,232$ .

**Cuadro 16:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm."añuje rumo".

<b>Ecuación</b>	<b><math>\Pi</math></b>	<b><math>\Pi^2</math></b>
Lineal	0,302	0,091
Logarítmica	0,366	0,134
Inversa	0,354	0,125
Cuadrático	0,467	0,218
<b>Cúbico</b>	<b>0,482</b>	<b>0,232</b>
Compuesto	0,399	0,159
Potencia	0,454	0,206
S	0,431	0,186
Crecimiento	0,399	0,159
Exponencial	0,399	0,159
Logística	0,399	0,159

Así mismo, se presenta en la figura 16 la tendencia **cúbica** de la relación diámetro con la altura comercial de las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm."añuje rumo".



**Figura 16.** Relación diámetro – altura comercial de las plantas de *Anaueria brasiliensis* Kosterm. "añuje rumbo".

**Relación entre altura total y altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. "moena".**

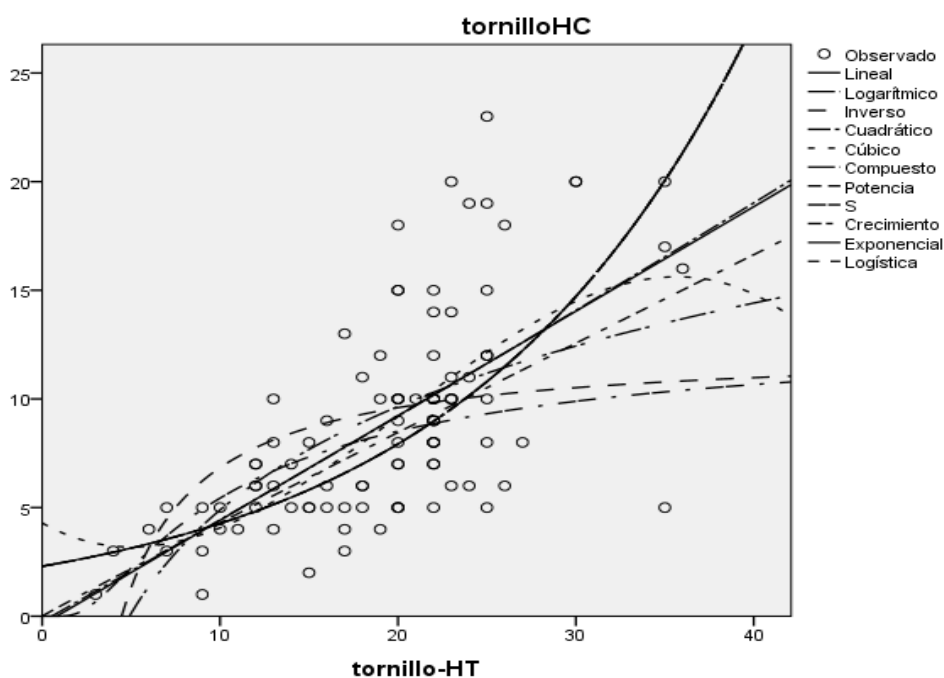
De los modelos alométricos aplicados a la relación altura total y altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. "moena" registradas en el área de estudio; los resultados indican que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la del modelo **Cúbico** donde se observa el mayor coeficiente de correlación  $r = 0,564$  y el coeficiente de determinación  $r^2 = 0,318$  que se muestra en el cuadro 17.



**Cuadro 17.** Modelos alométricos aplicados a la relación altura total – altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. “moena”.

Ecuación	$\Lambda$	$\Lambda^2$
Lineal	0,560	0,314
Logarítmica	0,562	0,316
Inversa	0,553	0,306
Cuadrático	0,563	0,317
<b>Cúbico</b>	<b>0,564</b>	<b>0,318</b>
Compuesto	0,524	0,275
Potencia	0,531	0,282
S	0,527	0,278
Crecimiento	0,524	0,275
Exponencial	0,524	0,275
Logística	0,524	0,275

También se presenta en la figura 17 la tendencia **Cúbico** de la relación altura total – altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. “moena”.



**Figura 17.** Relación altura total – altura comercial en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. “moena”.

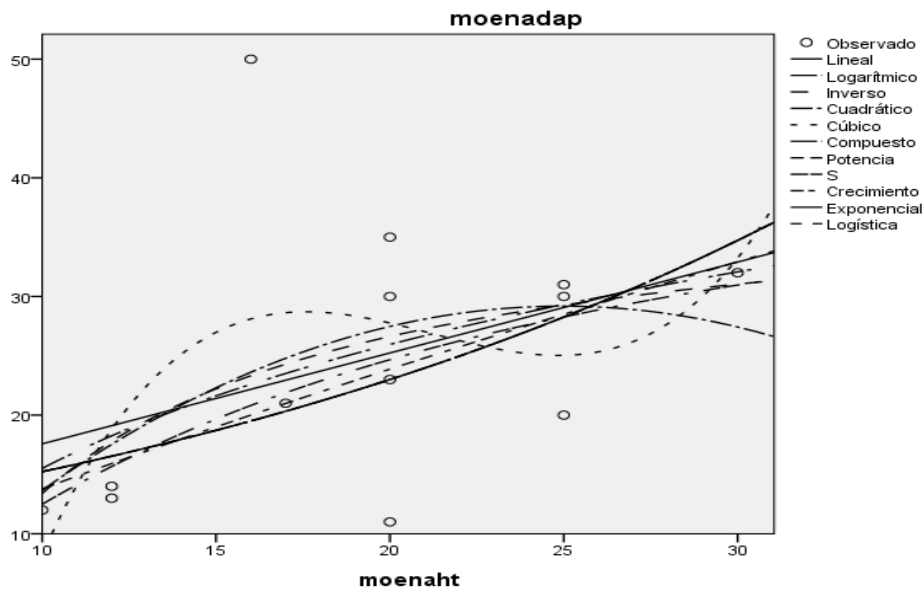
**Relación del diámetro con la altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. “moena”.**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. “moena” indican en el cuadro 18 que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la del modelo **S - curva** en el cual se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,582$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,339$ .

**Cuadro 18:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. “moena”.

<b>Ecuación</b>	<b><math>\Pi</math></b>	<b><math>\Pi^2</math></b>
Lineal	0,402	0,162
Logarítmica	0,440	0,194
Inversa	0,472	0,223
Cuadrático	0,459	0,211
<b>Cúbico</b>	0,558	0,311
Compuesto	0,518	0,268
Potencia	0,555	0,308
<b>S - curva</b>	<b>0,582</b>	<b>0,339</b>
Crecimiento	0,518	0,268
Exponencial	0,518	0,268
Logística	0,518	0,268

Así mismo, se presenta en la figura 18 las tendencias **S-curva** de la relación diámetro con la altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. “moena”.



**Figura 18.** Relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. “moena”.

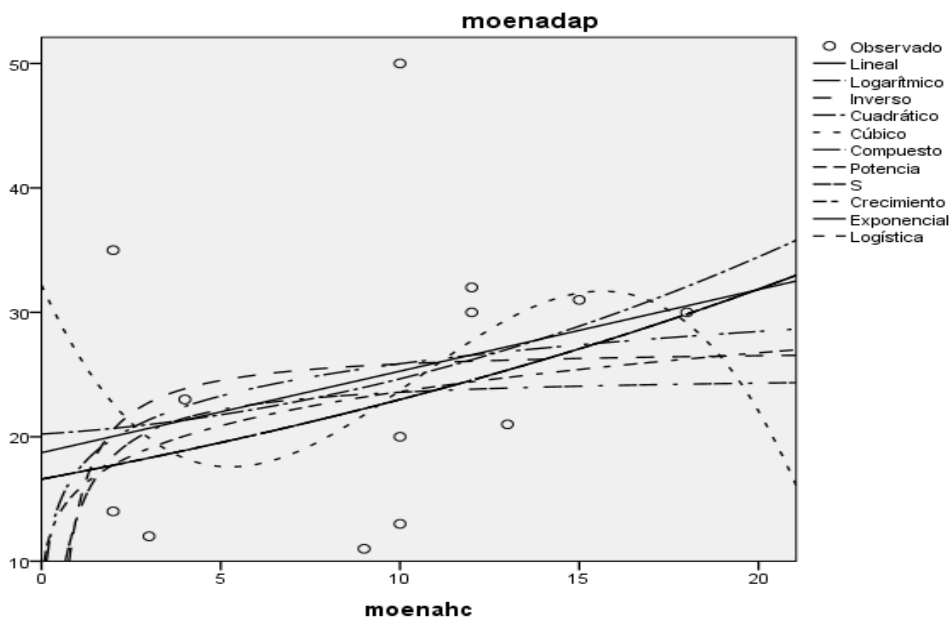
**Relación del diámetro con la altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. “moena”.**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. “moena” indican en el cuadro 19 que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es el modelo **cúbico** en el cual se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,354$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,125$ .

**Cuadro 19:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. “moena”.

Ecuación	$\Lambda$	$\Lambda^2$
Lineal	0,295	0,087
Logarítmica	0,253	0,064
Inversa	0,190	0,036
Cuadrático	0,302	0,091
<b>Cúbico</b>	<b>0,354</b>	<b>0,125</b>
Compuesto	0,352	0,124
Potencia	0,288	0,083
S	0,210	0,044
Crecimiento	0,352	0,124
Exponencial	0,352	0,124
Logística	0,352	0,124

Así mismo, se presenta en la figura 19 la tendencia **cúbica** de la relación diámetro con la altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. “moena”.



**Figura 19.** Relación diámetro – altura comercial de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. “moena”.

## CAPITULO V. DISCUSIÓN

### 5.1. Relación entre las variables altura total, altura comercial y diámetro de la Familia Fabaceae.

#### Relación altura total - altura comercial

En los cuadros 2, 5 y 8 se muestran los resultados de la relación de la altura total con la altura comercial donde se observa que el modelo alométrico **cúbico** (“azúcar huaillo” y “huairuro”) tiene mayor presencia que la **potencia** (“tornillo”), pero en ambos casos la relación entre estas dos variables es **buena**, con coeficiente de correlación entre 0,70 a 0,72.

#### Relación diámetro - altura total

En los cuadros 3, 6 y 9 se muestran los resultados de la relación del diámetro con la altura total donde se observa que los modelos alométricos **Compuesto, Crecimiento, Exponencial y Logística** (“azúcar huaillo” y “tornillo”) tiene mayor presencia que la **potencia** (“huairuro”), pero en ambos casos la relación entre estas dos variables es **buena**, con coeficiente de correlación entre 0,59 a 0,71.

#### Relación diámetro - altura comercial

En los cuadros 4, 7 y 10 se muestran los resultados de la relación diámetro con altura comercial donde se observa que el modelo alométrico **cúbico** (“huairuro” y “tornillo”) tiene mayor presencia que los modelos alométricos **Compuesto, Crecimiento, Exponencial y Logística** (“azúcar huaillo”), pero en ambos casos la relación entre estas dos variables fue de **regular a buena**, con coeficiente de correlación entre 0,48 a 0,52.

A nivel general se puede mencionar que en la familia botánica **Fabaceae** en las relaciones de las variables altura total, altura comercial y diámetro de los árboles

de un bosque de terraza media que corresponde al Arboretum “El Huayo” de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP es de **regular a buena**, esta información es importante para la toma de decisiones en el plan de manejo de las especies evaluadas en particular y, para la familia botánica Fabaceae en general.

## **5.2. Relación entre las variables altura total, altura comercial y diámetro de la Familia Lauraceae.**

### **Relación altura total - altura comercial**

En los cuadros 11, 14 y 17 se muestran los resultados de la relación de la altura total con la altura comercial donde se observa que el modelo alométrico **cúbico** (“añuje rumo” y “moena”) tiene mayor presencia que los modelos alométricos **Compuesto, Crecimiento, Exponencial y Logística** (“canela moena”), pero en ambos casos la relación de estas dos variables fue **regular** en “canela moena”, **buena** en “moena” y **excelente** en “añuje rumo”, con coeficiente de correlación entre 0,48 a 0,75.

### **Relación diámetro - altura total**

En los cuadros 12, 15 y 18 se presentan los resultados de la relación del diámetro con la altura total donde se observa que el modelo alométrico **cúbico** (“canela moena” y “añuje rumo”) tiene mayor presencia que la **S-curva** (“moena”), pero en ambos casos la relación de estas dos variables fue de **buena** a **excelente**, con coeficiente de correlación entre 0,58 a 0,84.

### **Relación diámetro - altura comercial**

En los cuadros 13, 16 y 19 se registraron los resultados de la relación diámetro con altura comercial de las especies “canela moena”, “añuje rumo” y “moena” observándose como la ecuación que más se ajusta a esta relación es la **cúbica**. La

relación entre estas dos variables fue **regular**, con coeficiente de correlación entre 0,35 a 0,49.

A nivel general se puede indicar que en la familia botánica **Lauraceae** en las relaciones de las variables altura total, altura comercial y diámetro de los árboles de tres especies forestales de un bosque de terraza media que corresponde al Arboretum “El Huayo” de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP es de **regular a buena** para las especies “canela moena” y “moena” y, **regular** en la especie “añuje rumo” para la relación diámetro - altura comercial y **excelente** en las relaciones altura total – altura comercial y diámetro – altura total. La información obtenida en este estudio servirá para la aplicación en los planes de manejo con la finalidad de conservar la biodiversidad de los bosques amazónicos. Otros autores, Gongora (2017, pp. 38), indica que la relación altura total – diámetro de las plantas macho y, macho – hembra de “ungurahui” se ajustó al modelo de distribución de tipo **cúbico**; así mismo, manifiesta que la relación altura total – diámetro de las plantas hembra de “ungurahui” se ajustó al modelo de distribución de los tipos **cuadrático** y **cúbico**. También, Vásquez (2015, pp. 41), encontró que la asociación diámetro – altura comercial de los árboles del bosque de colina baja se ajustó al modelo de distribución de tipo **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  $0,75 < r < 1,00$ . Además, Niklas y Enquist (2002, pp. 482), afirman que la variable dap es utilizado en la biología vegetal para el desarrollo de relaciones correlativas entre variables vinculadas al tamaño para aplicaciones en agricultura, funcionamiento de ecosistemas y manejo de bosques.

Loetsch (1973, pp. 453), indica que el diámetro de los árboles es un parámetro esencialmente variable y que el incremento en diámetro a diferentes alturas del tronco no es igual; así mismo, Henry y Aarssen (1999, pp. 89) manifiestan que la relación diámetro – altura de los árboles ha sido también empleada para demostrar que el diámetro se incrementa a una tasa más rápida que la altura durante el crecimiento.



## CAPITULO VI. CONCLUSIONES

1. Los variables altura total, altura comercial y diámetro presentaron relación entre ellos en los once modelos alométricos aplicados, para las especies “azúcar huaillo”, “huairuro”, “tornillo”, “añuje rumo” y “moena”.
2. La especie “canela moena” registró relación entre la altura total con la altura comercial y el diámetro con la altura total; pero la relación es nula en el diámetro con la altura comercial en los modelos alométricos lineal, compuesto, crecimiento, exponencial y logística.
3. Las familias botánicas Fabaceae y Lauraceae, en las relaciones entre altura total, altura comercial y diámetro de las plantas evaluadas, el modelo alométrico que más se ajustó es la **cubica** y, esporádicamente otras opciones.
4. El modelo alométrico que más se ajusta a las relaciones entre la altura total, altura comercial y el diámetro de los árboles de la especie “añuje rumo” fue la **cúbica**.

## CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

1. Aplicar en los planes de manejo los nuevos conocimientos obtenidos en este estudio referente a la asociación o relación que existe entre la altura total, altura comercial y diámetro, considerando que el grado de asociación entre ellos es de **regular** hasta **excelente**; así mismo considerar como el modelo alométrico que más se ajusta a estas relaciones es del tipo **cúbico**.
2. Continuar con estudios similares en otras localidades para el bosque de terraza media para determinar el grado de asociación entre las variables altura total, altura comercial y diámetro, con la finalidad de realizar comparaciones.
3. Efectuar estudios similares con otras especies forestales y/o familias botánicas, principalmente de las especies de alto valor comercial, para obtener información del comportamiento de las diferentes características de cada una de ellas, para ser utilizadas en los planes de manejo.

## CAPITULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN

Álvarez, G. 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.

Alves, L. F. y F. A. Santos, 2002. Tree allometry and crown shape of four tree species in Atlantic rain forest, south-east Brazil.

Beiguelman, B., 1994. Curso práctico de bioestadística. 3era. Edición. Sociedade Brasileira de genética. Brasil.

Budowski, G., 1985. Aspectos ecológicos del bosque húmedo. La conservación como instrumento para el desarrollo. San José, Costa Rica. UNED/MAG/USAID/FPN.

Davis, S. L. y K. N. Johnson, 1987. Forest Management". Third edition. McGraw-Hill. New York.

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.

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.

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.

Fontes, L. M. 1999. Padrões alométricos em espécies arbóreas pioneiras tropicais. Allometric patterns for tropical pioneer tree species. *Scientia Forestalis* 55.

Góngora, D. A. 2017. “Asociación entre altura y diámetro en las plantas de *oenocarpus bataua* mart “ungurahui”. Distrito San Juan Bautista, Loreto, Perú – 2014”. Tesis para optar el título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. FCF-UNAP.

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.

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.

Lindorf, H., de Parisca, L. y Rodríguez, P., 1991. Botánica, clasificación, estructura y reproducción. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Loetsch, F. 1973. Forest inventory. Manchen. BLV. 2. 469 p.

López, A.J.L., Valdez, J. I., Terrazas H.T., y Valdez, J. R., 2006. Crecimiento endiámetro de especies arbóreas en una selva mediana subcaducifolia en Colima, México.

Loumam, B., 2001, Bases ecológicas. En: Louman Bastiaan, David Quirós Dávila, y Margarita Nilsoon (editores). Silvicultura de bosques latifoliados con énfasis en América Central. Turrialba - Costa Rica. Serie técnica. Manual técnico/ Catie; N°46.

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.
- Niklas, K. J. y B. J. Enquist. 2002. On the vegetative biomass partitioning of seed plant leaves, stems, and roots. *Am. Naturalist* 159: 482-497.
- Orozco, L. y Brumer, C., 2002. Medición y cálculo de bosque. Inventario forestal para bosques latifoliados en América Central. Serie técnica (CATIE) N° 50 Turrialba (Costa Rica).
- 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.
- Swaine, M. D. y Whitmore, T. C., 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. *Vegetation*. 75.
- Valderrama, H., 2002. Plan de desarrollo del jardín botánico – Arboretum el “El Vásquez, H.G. 2015. “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. Iquitos.
- 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.
- Wabo, E., 2003. Inventarios forestales. Consultor forestal. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.

# **A N E X O**

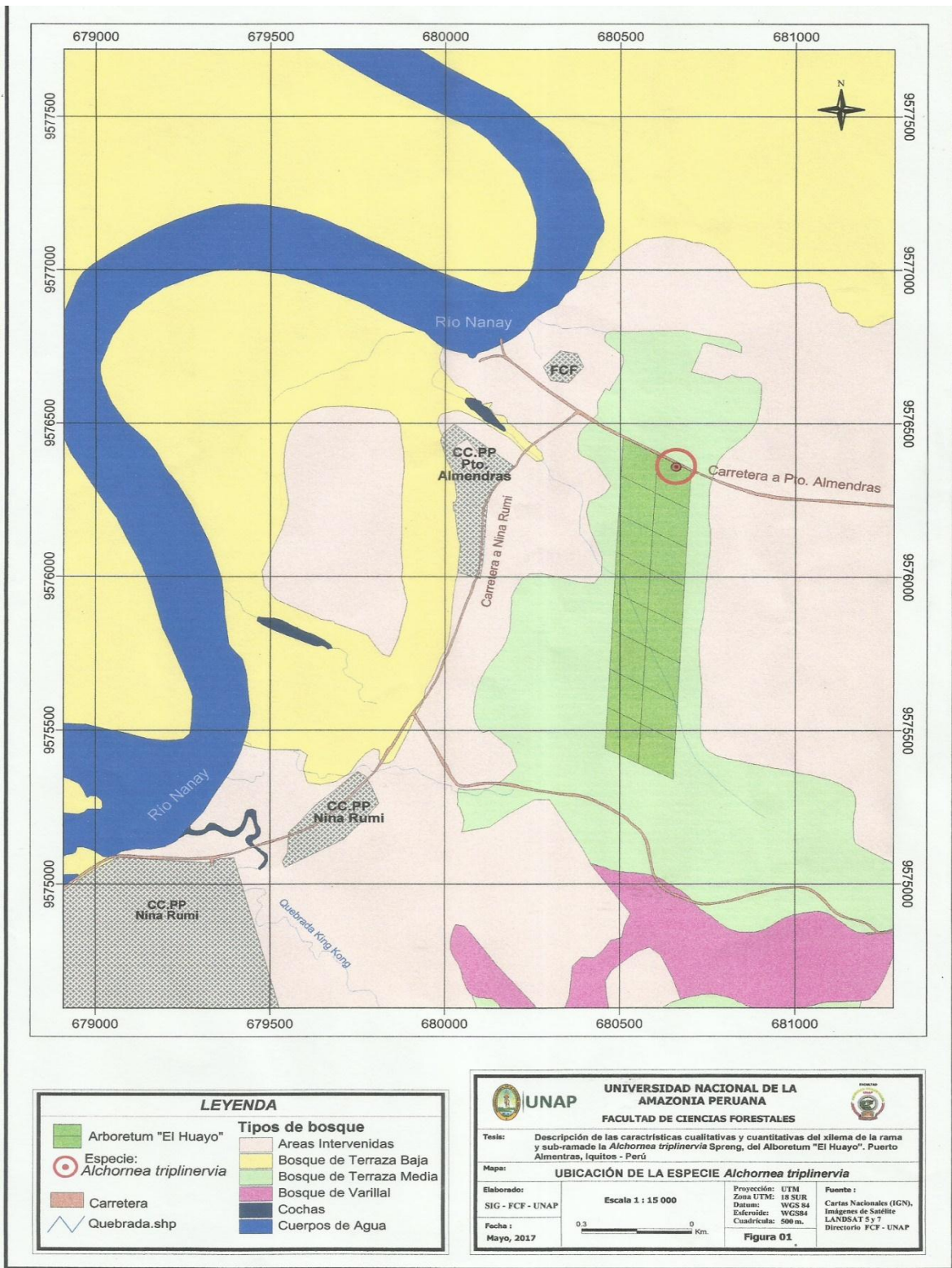


Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio.

## **INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Árboles de las especies “azúcar huaillo”, “huairuro”, “tornillo”, “añuje rumo” y “moena” del Arboretum “El Huayo”, libreta de campo, lápices, marcador indeleble rojo, machete, huincha de 50 m, forcípula, clinómetro.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE MANEJO FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

CONSENTIMIENTO INFORMATIVO

Mediante el presente documento, Yo, Ing° **JORGE ELIAS ALVÁN RUIZ, Dr.** Identificado con D.N.I. 06444170, DOCENTE Principal a dedicación exclusiva, adscrito al Departamento Académico de Manejo Forestal y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, doy mi consentimiento y me comprometo a ser el **ASESOR**, desde el inicio hasta la culminación del **PLAN DE TRABAJO DE TESIS**, titulado "Asociación de tres variables en las plantas de dos familias botánicas: Fabaceae y Lauraceae. Puerto Almendra, Loreto Perú" del Bach **ALAIN ANDRÉ SOPLÍN PEREZ**, egresado de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP.

Así mismo, manifiesto que luego de haber elaborado conjuntamente con el Tesista el Plan de Tesis mencionado, **DOY MI CONFORMIDAD**, para que pueda ser presentado y continuar con la ejecución del trabajo de Tesis.

En Fé de lo manifestado, firmo el presente documento.

Iquitos, 02 de agosto de 2018



.....  
Ing° JORGE ELIAS ALVÁN RUIZ, Dr.  
Docente Principal  
Adscrito al DAMFYMA – UNAP