



**UNAP**



**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TESIS**

**“COMPORTAMIENTO DE DOS VARIABLES EN EL CRECIMIENTO DE LOS  
ÁRBOLES DE TRES FAMILIAS BOTÁNICAS DEL ARBORETUM “EL HUAYO”.  
PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ”.**

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

**PRESENTADO POR:**

**CARLOS JAVIER FREITAS GARCIA**

**ASESOR:**

**Ing°. JORGE ELIAS ALVÁN RUIZ, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2019**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

**DE TESIS Nº 880**

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por el bachiller **CARLOS JAVIER FREITAS GARCIA**, titulada: **"COMPORTAMIENTO DE DOS VARIABLES EN EL CRECIMIENTO DE LOS ARBOLES DE TRES FAMILIAS BOTÁNICAS DEL ARBORETUM "EL HUAYO". PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ"**, formuladas las observaciones y analizadas las respuestas,

Lo declaramos:

.....*APROBADO*.....

Con el calificativo de:

.....*Buena*.....

En consecuencia queda en condición de ser calificado:

.....*Apto*.....

Y, recibir el Título de Ingeniero Forestal.

Iquitos, 25 de mayo 2019

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.  
Presidente

Ing. ABRAHAM CABUDIVO MOENA, Dr.  
Miembro

Ing. ÁNGEL EDUARDO MAURY LAURA, Dr.  
Miembro

Ing. JORGE ELÍAS ALVAR RUIZ, Dr.  
Asesor

## TESIS

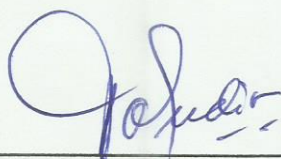
“Comportamiento de dos variables en el crecimiento de los árboles de tres familias botánicas del Arboretum “El Huayo”. Puerto Almendra, Loreto, Perú”.

Aprobado el día 25 de mayo 2019. Según Acta de Sustentación N° 880



---

Ing°. Ronald Burga Alvarado, Dr.  
C.I.P. 45725  
Presidente



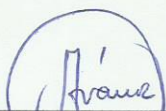
---

Ing. Abraham Cabudivo Moena, Dr.  
C.I.P. 40295  
Miembro



---

Ing°. Ángel Eduardo Maury Laura, Dr.  
C.I.P. 44895  
Miembro



---

Ing°. Jorge Elías Alván Ruiz, Dr.  
C.I.P. 28387  
Asesor

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
Portada	i
Acta de sustentación	ii
Jurados	iii
Índice	iv
Lista de cuadros	vi
Lista de figura	viii
Resumen	ix
Abstract	x
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I: MARCO TEÓRICO</b>	<b>3</b>
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	5
1.3. Definición de términos básicos	8
<b>CAPITULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	<b>9</b>
2.1. Formulación de la hipótesis	9
2.2. Variables y su operacionalización	9
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA</b>	<b>10</b>
3.1. Diseño metodológico	10
3.2. Diseño muestral	10
3.3. Procedimiento de recolección de datos	11
3.4. Procesamiento y análisis de datos	13
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS</b>	<b>14</b>
4.1. Familia Botánica Moraceae	14
4.2. Familia Botánica Rubiaceae	17
4.3. Familia Botánica Annonaceae	21

	<b>Pág.</b>
<b>CAPITULO V: DISCUSIÓN</b>	26
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES</b>	30
<b>CAPITULO VII: RECOMENDACIONES</b>	31
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	32
<b>ANEXO</b>	37

## LISTA DE CUADROS

N°	Título	Pág.
1	Formato para registro de datos de campo	11
2	Ecuaciones aplicadas a la relación altura total - diámetro de plantas de <i>Brosimum utile</i> (Kunth) “chingonga”	14
3	Valores de los parámetros de la ecuación seleccionada para la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Brosimum utile</i> (Kunth) “chingonga”.	15
4	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Perebea guianensis</i> Aubl. “chimicua”	16
5	Valores de los parámetros de la ecuación seleccionada para la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Perebea guianensis</i> Aubl. “chimicua”.	16
6	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Remijia pedunculata</i> (H. Karst.) Flueck “cascarilla”	18
7	Valores de los parámetros de la ecuación seleccionada para la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Remijia pedunculata</i> (H. Karst.) Flueck “cascarilla.	18
8	Modelos alométricos aplicados a la relación altura total – diámetro de las plantas de <i>Ladenbergia amazonensis</i> Ducke “palo fundo”	20
9	Valores de los parámetros de la ecuación seleccionada para la relación diámetro – altura total de las plantas de	

	<b>Pág.</b>
	20
10	22
11	22
12	24
13	24

## LISTA DE FIGURAS

N°	Título	Pág.
1	Relación altura total – diámetro de <i>Brosimum utile</i> (Kunth) “chingonga”	15
2	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Perebea guianensis</i> Aubl. “chimicua”	17
3	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Remijia pedunculata</i> (H. Karst.) Flueck “cascarilla”	19
4	Relación altura total – diámetro en las plantas de <i>Ladenbergia amazonensis</i> Ducke “palo fundo”	21
5	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Guatteria tomentosa</i> Rusby “espintana”	23
6	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Guatteria elata</i> R. E. Fr. “carahuasca”	25
7	Mapa de ubicación del área de estudio	38



## 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 la relación entre altura total y diámetro de los árboles de seis especies de las familias botánicas Moraceae, Rubiaceae y Annonaceae. Se registraron la altura total y diámetro a la altura del pecho (dap) de cada uno de los árboles de *Brosimum utile* (Kunth), *Perebea guianensis* Aubl., *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck, *Ladenbergia amazonensis* Ducke, *Guatteria tomentosa* Rusby, *Guatteria elata* R. E. Fr. con dap  $\geq$  10 cm. Los resultados indican que el modelo alométrico que más se ajustó a la relación altura total y diámetro fue la **potencia**; además la relación fue directa y excelente entre ellas, para las tres familias botánicas evaluadas; también, se presentó en todas las especies buena participación de la altura total (97% al 99%) en los cambios del diámetro en el crecimiento de las plantas evaluadas.

**Palabras claves:** Alometría, relación, familia botánica, especie.

## ABSTRACT

The study was carried out in the Arboretum “El Huayo” of the CIEFOR Puerto Almendra - FCF - UNAP, district of San Juan Bautista, Maynas province, Loreto region. The objective was to know the relationship between total height and diameter of the trees of six species of the botanical families Moraceae, Rubiaceae and Annonaceae. The total height and chest height diameter (dap) of each of the trees of *Brosimum utile* (Kunth), *Perebea guianensis* Aubl., *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck, *Ladenbergia amazonensis* Ducke, *Guatteria tomentosa* Rusby were recorded, *Guatteria elata* RE Fr. with dap  $\geq$  10 cm. The results indicate that the allometric model that best suited the total height and diameter ratio was the power; In addition, the relationship was direct and excellent among them, for the three botanical families evaluated; also, a good participation of the total height (97% to 99%) in the diameter changes in the growth of the plants evaluated was presented in all species.

Keywords: Allometry, relationship, botanical family, species.

## INTRODUCCIÓN

El escaso conocimiento sobre la composición florística y dinámica del bosque de la amazonia peruana dificulta ampliamente la orientación para su uso sostenible.

La complejidad del bosque tropical en su composición florística y dinámica de las plantas la cual obstaculiza considerablemente todo tipo de gestiones de evaluación y aprovechamiento forestal (Loja, 2010, p. 23).

La escasa información que se tiene de los recursos naturales de la amazonia peruana debido a su complejidad dificulta enormemente la aplicación de los planes de manejo (INADE, 2004, p. 255).

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. 13).

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. 12).

En este estudio se evaluó la relación entre las variables altura total y diámetro de las plantas con  $dap \geq 10$  cm de tres familias botánicas en un bosque de terraza media; la obtención de nuevos conocimientos referente al tema

planteado en el presente estudio hará posible mejorar la información existente sobre la relación de las variables altura total y diámetro de las plantas de un bosque de terraza media que serán útiles para los planes de manejo.

## CAPITULO I. MARCO TEÒRICO

### 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). Con los modelos Zelig y Facet se han establecido grupos funcionales de acuerdo a los requerimientos de claro (dependencia de la luz) y capacidad de creación de claros (altura máxima) de las especies (Acevedo, 1980, p. 219).

Se definió 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). 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). Una característica interesante de las poblaciones de plantas es que los intervalos individuales de tamaño son muy amplios como resultado de la competencia asimétrica por la luz o por la distribución poco uniforme de otros recursos (Weiner *et al.* 2001, p. 438).

El DAP explica mucha de las variaciones en altura (Zeide y Vanderschaaf, 2002, p.463). La relación alométrica DAP- altura ha sido utilizada como uno de los factores en el estudio de la dinámica de crecimiento del bosque; esta relación 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).

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).

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 ( $R^2$ ): 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). El mismo autor manifiesta que los modelos matemáticos exponencial, cuadrático y cúbico se ajustaron a la estructura diamétrica por especie para los tres tipos de bosque. Asimismo, revela que en el bosque húmedo de terraza baja, las especies *Iryanthera grandis* “cumala colorada” (1,00) y *Ruptiliocarpon caracolito* “topa caspi” (1,00) son las que presentan el más alto grado de asociación; mientras que para el bosque húmedo de terraza alta están representados por las especies *Brosimum lactescens* “chimicua” y *Virola peruviana* “cumala blanca” con 0,99; asimismo las especies

*Couepia bracteosa* “parinari” con 0,96 y *Eschweilera coriacea* “machimango blanco” con 0,97 son las que reportan el más alto coeficiente de determinación para el bosque húmedo de colina baja (Villacorta, 2012, p. 78).

## **1.2. Bases teóricas**

### **Bosque**

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 y la estructura de un bosque secundario cambian con el paso del tiempo (Finegan, 1992, p.96).

La topografía del suelo es una gradiente importante que influye en la estructura y composición de las especies (Nebel *et al.* 2000, p. 91).

Las masas irregulares al envejecer en cada uno de los pequeños grupos uniformes disminuyen el número de árboles, al principio rápidamente y luego más despacio, puede llegar el momento en que, de un grupo inicial de un centenar de individuos, no sobrevivirá más que uno (Hawley y Smith, 1972, p. 210).

Si un bosque no es absolutamente de la misma edad, en su fase de plantitas hay miles de aquellos por ha, a medida que los arbolitos van aumentando de tamaño compiten unas con otras cada vez con mayor intensidad para conseguir luz y humedad hasta que llega el momento en que los individuos más débiles mueren suprimidos por sus vecinos más robustos; de la lucha continúa durante toda la vida el resultado es que el número de árboles por ha disminuye muchísimo hasta que en la madurez queda a menudo menos del 1% de los árboles que había al comienzo (Burga, 1993, p. 18).

Los bosques tropicales presentan una composición fuertemente mixta, con una gran cantidad de especies por unidad de superficie, varía de un lugar a otro del bosque, lo cual está ligado a las diferencias del patrón o tipo de distribución de las especies arbóreas individuales, relacionadas a su vez a las condiciones del medio (principalmente el suelo) y a las características inherentes a las especies (Gómez, 1992, p. 762).

Señalan que el bosque tropical es una mezcla de pequeños y grandes árboles con una gran variedad de diámetros (DAP) semejante a los que se observan en países templados de desigual edad, donde todavía la variación del diámetro es menor, Heinsdijk y Miranda (1963, p. 83). En el estudio se consideran que el crecimiento en diámetro de los árboles es más variable que la altura (Hawley y Smith, 1980, p. 21).

Por lo general, las especies más abundantes poseen altos valores de frecuencia, es decir, que pertenecen a grupos con distribución horizontal continua; a pesar de la gran abundancia de individuos, son relativamente pocas las especies que caracterizan florísticamente al bosque y las restantes son más bien “acompañantes” o poco importantes (Lamprecht, 1990, p. 227). 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 y la estructura de un bosque secundario cambian con el paso del tiempo (Finegan, 1992, p. 96).

### **Inventario forestal**

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. 34).

El inventario es un instrumento de planificación, pues ofrece datos estadísticos seguros en lo referente a la cuantificación y distribución de los individuos vegetales, como también la caracterización de la población vegetal y la evaluación de la diversidad biológica (Moscovich *et al.* 2003, p. 7).

El Inventario forestal es un procedimiento útil para obtener información necesaria para la toma de decisiones sobre el manejo y aprovechamiento forestal (Orozco y Brumer, 2002, pp.35). También 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. 12).

### **Relación de las variables**

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. 108).

Por otro lado, la alometría es una herramienta que permite relacionar características físicas o fisiológicas de las especies forestales para predecir su comportamiento en el futuro (Leite, 1999, p. 79 y 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. 384); (Ramírez y Zepeda, 1994, p. 16).

La alometría es una herramienta que permite relacionar características físicas o biológicas de las especies for estales 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).

### **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. 10).

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

**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 (Loetsch, 1973, p. 53).

**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).

**Inventario forestal:** Se define como el conjunto de procedimientos destinado a proveer información cualitativa y cuantitativa de un bosque (Wabo, 2003, p. 4).

**Composición florística.** - Es la relación de especies y familias de los árboles forestales comerciales que se registrarán en el área de estudio (Loumam, 2001, p. 175).

## CAPITULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1. Formulación de la hipótesis

Existe relación entre las variables altura total y diámetro en el crecimiento de las plantas de las familias botánicas Moraceae, Rubiaceae y Annonaceae en un bosque de terraza media, Loreto – Perú.

### 2.2. Variables y su operacionalización

En este estudio se planteó como variable independiente (X) a la altura total y como variable dependiente (Y) se consideró al diámetro a la altura del pecho (dap) de las plantas con  $dap \geq 10$  cm de las familias botánicas Moraceae, Rubiaceae y Annonaceae de un bosque de terraza media, Loreto – Perú; los indicadores fueron las mediciones de altura total y diámetro (dap); como índices metro y centímetro.

#### Operacionalización de las variables

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza.	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
<b>V. Independiente (X)</b>					
Altura total de las plantas con $dap \geq 10$ cm de tres familias botánicas en un bosque de terraza media, Loreto – Perú.	Medición de la altura total de los árboles.	Cuantitativa	Altura total de los árboles en metros.	Nominal	Lista de datos de altura total en metros.
<b>V. Dependiente (Y)</b>					
Dap de las plantas con $dap \geq 10$ cm de tres familias botánicas en un bosque de terraza media, Loreto – Perú.	Medición del diámetro de los árboles.	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 demuestra la relación entre dos variables (altura total y diámetro) en el crecimiento de las plantas de las familias botánicas Moraceae, Rubiaceae y Annonaceae.

#### Lugar de ejecución

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

El Centro de Investigación y Enseñanza Forestal Puerto Almendra 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.

### 3.2. Diseño muestral

#### Población y muestra

Para la evaluación se tuvo en cuenta como **población** a todos los árboles de las familias botánicas que conforman el bosque de terraza media del Arboretum “El Huayo” y, como **muestra** se consideró a los árboles con dap  $\geq$  10 cm de las

especies *Brosimum utile* (Kunth), *Perebea guianensis* Aubl., *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck, *Ladenbergia amazonensis* Ducke, *Guatteria tomentosa* Rusby, *Guatteria elata* R. E. Fr. de tres familias botánicas (Moraceae, Rubiaceae y Annonaceae).

### 3.3. Procedimiento de recolección de datos

#### Registro de datos

Para el registro de los datos se utilizó los árboles que corresponden a seis especies elegidas de las tres familias botánicas (2 de cada una) con dap  $\geq$  10 cm, para lo cual se utilizó el Formato 1 que se presenta a continuación en el cuadro 1:

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

Familia Botánica	N°ARBOL	ESPECIE	DAP (cm)	H <sub>T</sub> (m)	OBSERVACIÓN
	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 tres familias botánicas.

Nombre de la especie. - Se identificó a los árboles por el nombre común y/o taxonómica, 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.

**Relación altura total con el diámetro de los árboles.**

Se tuvo en cuenta la altura total 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 la comparación Altura total Vs. Dap; el análisis fue a nivel de especie y 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 las dos variables y el coeficiente de determinación fue para determinar cuanto es la participación de la variable independiente en las variaciones de la variable dependiente. Los cálculos se realizaron utilizando el software IBM SPSS Statistics 23 Excel.

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

Valor de "r"			Grado de Relación
( + ó - )			
	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 evaluadas y se verificó de acuerdo a la base de datos del Arboretum “El Huayo”.

### 3.4. Procesamiento y análisis de datos

#### Análisis estadístico

Para el procesamiento estadística 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 o no de relación o asociación entre las variables en estudio y su calificación respectiva; los datos obtenidos se procesaron en el software IBM SPSS Statistics 23 y Excel, Beiguelman, (1994, p. 183).

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Familia Botánica Moraceae.

#### Asociación altura total - diámetro de las plantas de *Brosimum utile* (Kunth) “chingonga”.

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación altura total y diámetro de las plantas de *Brosimum utile* (Kunth) “chingonga” 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  $\Pi = 0,840$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,705$  o sea que el 70,5% de los cambios producidos en la altura total se atribuye al diámetro.

**Cuadro 2.** Ecuaciones aplicadas a la relación altura total - diámetro de plantas de *Brosimum utile* (Kunth) “chingonga”.

Ecuación	$\Pi$	$\Pi^2$
Lineal	0,799	0,639
Logarítmica	0,839	0,704
Inversa	0,829	0,688
Cuadrático	0,826	0,682
<b>Cúbico</b>	<b>0,840</b>	<b>0,705</b>
Compuesto	0,742	0,551
Potencia	0,804	0,647
S	0,823	0,678
Crecimiento	0,742	0,551
Exponencial	0,742	0,551
Logística	0,742	0,551

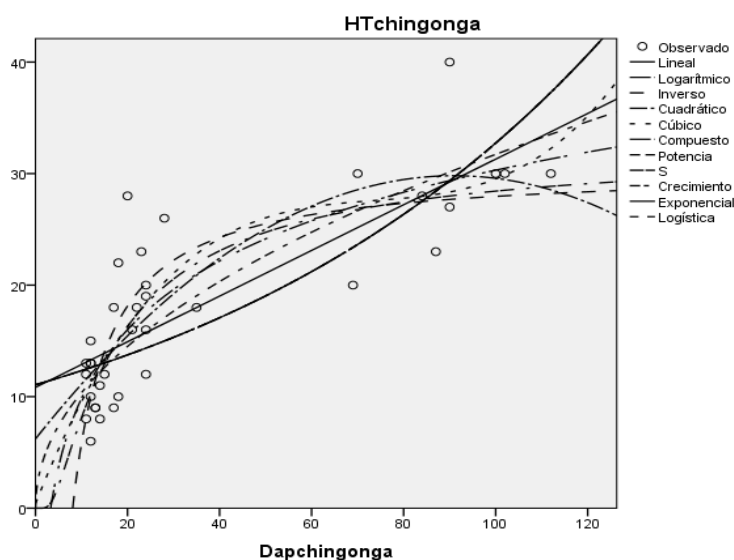
En el cuadro 3 se presenta los valores que corresponden a la estimativa de los parámetros de la ecuación que más se ajusta a la relación altura total - diámetro de las plantas de *Brosimum utile* (Kunth) “chingonga”.



**Cuadro 3.** Valores de los parámetros de la ecuación seleccionada para la relación diámetro – altura total de las plantas de *Brosimum utile* (Kunth) “chingonga”.

Ecuación	Constante	b1	b2	b3
Cúbico	0,401	1,046	-0,014	6,232E-5

Así como también, se presenta en la figura 2 la tendencia cúbica de la relación altura total con diámetro de las plantas de *Brosimum utile* (Kunth) “chingonga”.



**Figura 1.** Relación altura total – diámetro de *Brosimum utile* (Kunth) “chingonga”.

**Relación altura total - diámetro de las plantas *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua”**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” indican en el cuadro 4 que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es el modelo **Cúbico**

en los cuales se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,742$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,551$  o sea que el 55,1% de los cambios producidos en la altura total se atribuye al diámetro.

**Cuadro 4:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua”.

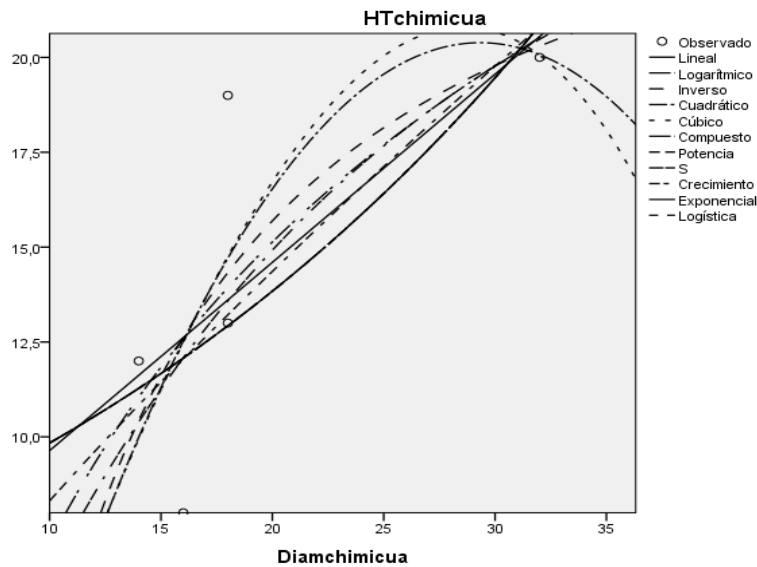
Ecuación	$\Pi$	$\Pi^2$
Lineal	0,703	0,494
Logarítmica	0,720	0,519
Inversa	0,729	0,531
Cuadrático	0,740	0,547
<b>Cúbico</b>	<b>0,742</b>	<b>0,551</b>
Compuesto	0,650	0,422
Potencia	0,666	0,444
S	0,674	0,454
Crecimiento	0,650	0,422
Exponencial	0,650	0,422
Logística	0,650	0,422

En el cuadro 5 se presenta los valores que corresponden a la estimativa de los parámetros de la ecuación que más se ajusta a la relación altura total - diámetro de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua”.

**Cuadro 5.** Valores de los parámetros de la ecuación seleccionada para la relación diámetro – altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua”.

Ecuación	Constante	b1	b2	b3
Cúbico	-12,687	1,757	0,000	-0,001

Así mismo, se presenta en la figura 3 la tendencia potencia de la relación diámetro con altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua”.



**Figura 2.** Relación diámetro – altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua”.

#### 4.2. Familia Botánica Rubiaceae.

##### Relación del diámetro con la altura total de las plantas de *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck “cascarilla”.

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura total de las plantas de *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck “cascarilla” indican en el cuadro 6 que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es el modelo **Cúbico** en el cual se observa el mayor coeficiente de correlación  $\Pi = 0,382$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,146$  o sea que el 14,6% de los cambios producidos en la altura total se atribuye al diámetro.

**Cuadro 6:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck “cascarilla”.

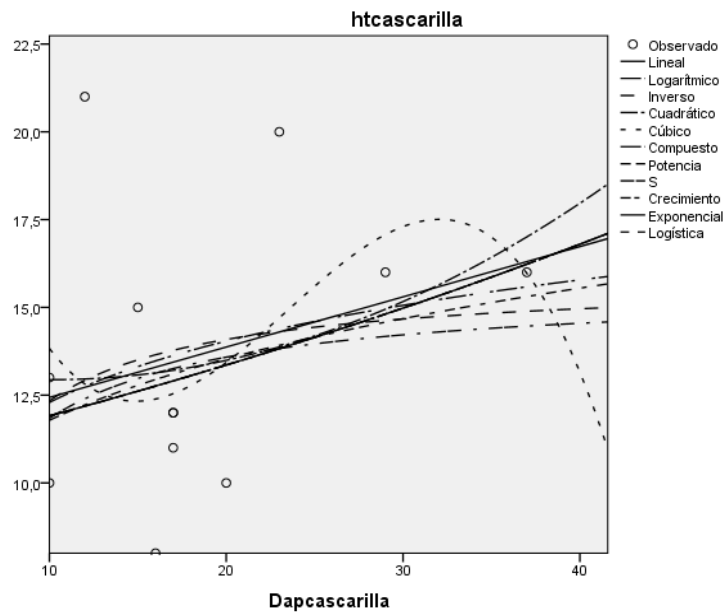
Ecuación	$\Lambda$	$\Lambda^2$
Lineal	0,281	0,079
Logarítmica	0,247	0,061
Inversa	0,200	0,040
Cuadrático	0,297	0,088
<b>Cúbico</b>	<b>0,382</b>	<b>0,146</b>
Compuesto	0,310	0,096
Potencia	0,270	0,073
S	0,217	0,047
Crecimiento	0,310	0,096
Exponencial	0,310	0,096
Logística	0,310	0,096

En el cuadro 7 se presenta los valores que corresponden a la estimativa de los parámetros de la ecuación que más se ajusta a la relación altura total - diámetro de las plantas de *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck “cascarilla”.

**Cuadro 7.** Valores de los parámetros de la ecuación seleccionada para la relación diámetro – altura total de las plantas de *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck “cascarilla”.

Ecuación	Constante	b1	b2	b3
Cúbico	30,793	-2,934	0,144	-0,002

También, se presenta en la figura 4 la tendencia Cúbica la relación diámetro con la altura total de las plantas de *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck “cascarilla”.



**Figura 3.** Relación diámetro – altura total de las plantas de *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck “casarilla”.

**Relación entre altura total y diámetro de las plantas de *Ladenbergia amazonensis* Ducke “palo fondo”.**

De los modelos alométricos aplicados a la relación altura total y diámetro de las plantas de *Ladenbergia amazonensis* Ducke “palo fondo” 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  $\Pi = 0,410$  y el coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,168$  que se muestra en el cuadro 8. O sea que el 97,7% de los cambios producidos en la altura total se atribuye al diámetro.

**Cuadro 8.** Modelos alométricos aplicados a la relación altura total – diámetro de las plantas de *Ladenbergia amazonensis* Ducke “palo fundo”.

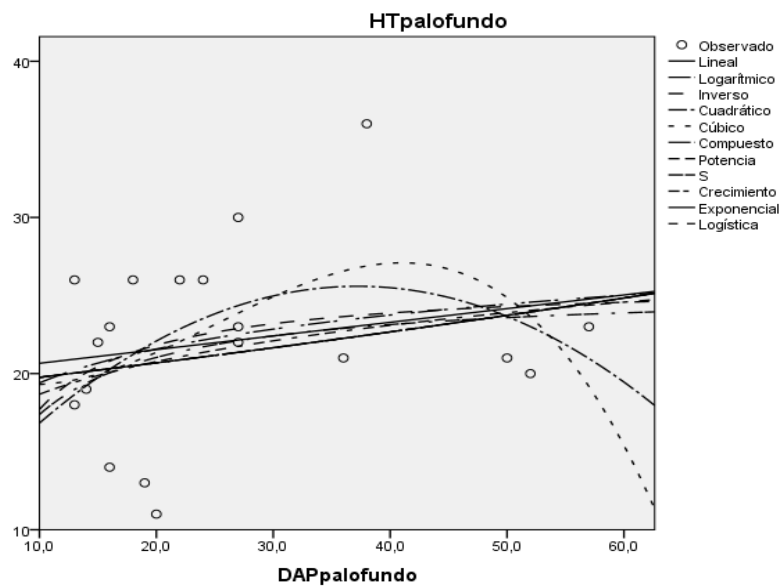
Ecuación	$\Lambda$	$\Lambda^2$
Lineal	0,205	0,042
Logarítmica	0,253	0,064
Inversa	0,274	0,075
Cuadrático	0,383	0,147
<b>Cúbico</b>	<b>0,410</b>	<b>0,168</b>
Compuesto	0,221	0,049
Potencia	0,255	0,065
S	0,261	0,068
Crecimiento	0,221	0,049
Exponencial	0,221	0,049
Logística	0,221	0,049

Los valores que corresponden a la estimativa de los parámetros de la ecuación que más se ajusta a la relación altura total - diámetro de las plantas de *Ladenbergia amazonensis* Ducke “palo fundo” se presenta en el cuadro 9.

**Cuadro 9.** Valores de los parámetros de la ecuación seleccionada para la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ladenbergia amazonensis* Ducke “palo fundo”.

Ecuación	Constante	b1	b2	b3
Cúbico	21,689	-0,557	0,037	0,000

También se presenta en la figura 5 la tendencia **Cúbico** de la relación altura total – diámetro de las plantas de *Ladenbergia amazonensis* Ducke “palo fundo”.



**Figura 4.** Relación altura total – diámetro en las plantas de *Ladenbergia amazonensis* Ducke “palo fundo”.

### 4.3. Familia Botánica Annonaceae.

#### Relación diámetro - altura total de las plantas de *Guatteria tomentosa* Rusby “espintana”.

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura total de las plantas de *Guatteria tomentosa* Rusby “espintana” indican en el cuadro 10 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  $\Pi = 0,470$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,221$  o sea que el 22,1% de los cambios producidos en la altura total se atribuye al diámetro.

**Cuadro 10:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Guatteria tomentosa* Rusby “espintana”.

Ecuación	$\lambda$	$\lambda^2$
Lineal	0,381	0,145
Logarítmica	0,409	0,167
Inversa	0,425	0,181
Cuadrático	0,435	0,189
<b>Cúbico</b>	<b>0,470</b>	<b>0,221</b>
Compuesto	0,381	0,145
<b>Potencia</b>	<b>0,405</b>	0,164
S	0,418	0,175
Crecimiento	0,381	0,145
Exponencial	0,381	0,145
Logística	0,381	0,145

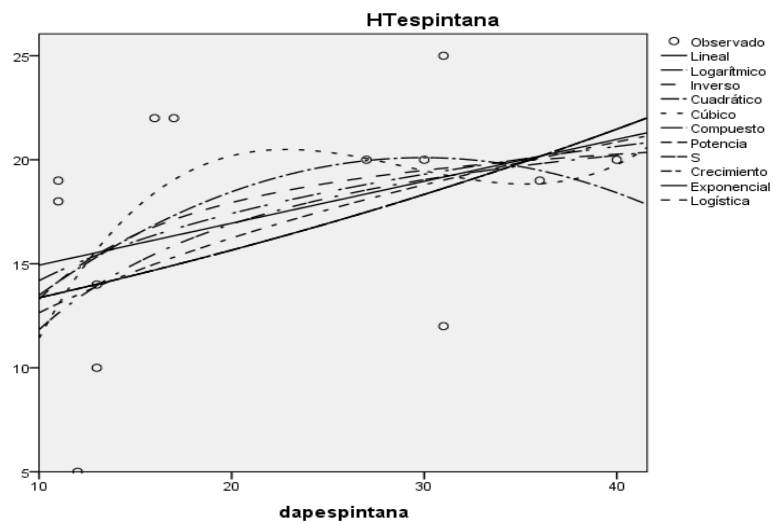
Los valores que corresponden a la estimativa de los parámetros de la ecuación que más se ajusta a la relación altura total - diámetro de las plantas de *Guatteria tomentosa* Rusby “espintana” se presenta en el cuadro 11.

**Cuadro 11.** Valores de los parámetros de la ecuación seleccionada para la relación diámetro – altura total de las plantas de *Guatteria tomentosa* Rusby “espintana”.

Ecuación	Constante	b1	b2	b3
Cúbico	-17,326	4,224	-0,152	0,002

Así mismo, se presenta en la figura 6 la tendencia del modelo **Cúbico** de la relación diámetro con altura total de las plantas de *Guatteria tomentosa* Rusby “espintana”.





**Figura 5.** Relación diámetro – altura total de las plantas de *Guatteria tomentosa* Rusby “espintana”.

**Relación diámetro - altura total de las plantas de *Guatteria elata* R. E. Fr. “carahuasca”.**

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura total de las plantas de *Guatteria elata* R. E. Fr. “carahuasca” indican en el cuadro 12 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  $\Pi = 0,707$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,500$  o sea que el 50% de los cambios producidos en la altura total se atribuye al diámetro.

**Cuadro 12:** Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Guatteria elata* R. E. Fr. “carahuasca”.

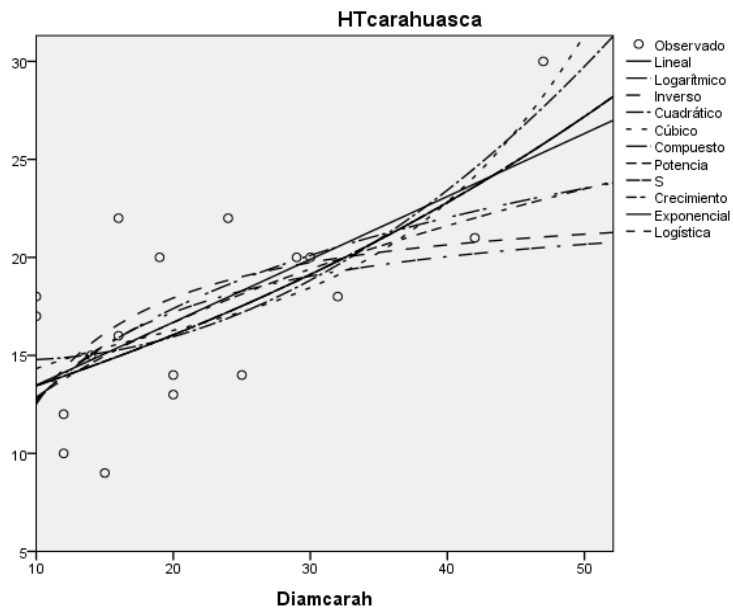
Ecuación	$\Pi$	$\Pi^2$
Lineal	0,675	0,455
Logarítmica	0,612	0,375
Inversa	0,522	0,272
Cuadrático	0,704	0,495
Cúbico	0,707	0,500
Compuesto	0,622	0,387
Potencia	0,577	0,333
S	0,497	0,247
Crecimiento	0,622	0,387
Exponencial	0,622	0,387
Logística	0,622	0,387

En el cuadro 13 se presenta los valores que corresponden a la estimativa de los parámetros de la ecuación que más se ajusta a la relación altura total - diámetro de las plantas de *Guatteria elata* R. E. Fr. “carahuasca”.

**Cuadro 13.** Valores de los parámetros de la ecuación seleccionada para la relación diámetro – altura total de las plantas de *Guatteria elata* R. E. Fr. “carahuasca”.

Ecuación	Constante	b1	b2	b3
Cúbico	10,660	0,518	-0,018	0,000

Además, se presenta en la figura 7 la tendencia cúbica de la relación diámetro – altura total de las plantas de *Guatteria elata* R. E. Fr. “carahuasca”.



**Figura 6.** Relación diámetro – altura total de las plantas de *Guatteria elata* R. E. Fr. "carahuasca".

## CAPITULO V. DISCUSIÓN

### 5.1. Relación entre las variables altura total y diámetro de la Familia Moraceae.

En el cuadro 2 se muestra los resultados de la relación altura total - diámetro donde se observa que el modelo alométrico **Cúbico** es el que tiene mayor valor en el coeficiente de correlación con  $\Pi = 0,840$  el cual indica **excelente** relación entre estas dos variables y el coeficiente de determinación con  $\Pi^2 = 0,705$  esto indica que existe 70,5% de participación de la variable diámetro en los cambios producidos en la altura total de las plantas en la especie *Brosimum utile* (Kunth) “chingonga”.

En los cuadros 4 se muestran los resultados de la relación del diámetro con la altura total donde se observa que el modelo alométrico **Cúbico** es el que más se ajusta a esta relación en la especie *Perebea guianensis* Aubl., con coeficiente de correlación  $\Pi = 0,742$  que indica **Buena** relación entre ellas y, con coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,551$  que explica que existe 55,1% de participación del diámetro en los cambios producidos en la altura total durante el crecimiento de la planta.

### 5.2. Relación entre las variables altura total y diámetro de la Familia Rubiaceae.

En el cuadro 6 se muestra los resultados de la relación diámetro - altura total donde se observa que el modelo alométrico **Cúbico** presenta mayor valor en el coeficiente de correlación con  $\Pi = 0,382$  demostrando que existe **regular** relación entre estas dos variables y el coeficiente de determinación con  $\Pi^2 = 0,146$

indica que el diámetro tiene 14,6% de participación en los cambios que se producen en la altura total de las plantas en la especie *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck.

En el cuadro 8 se muestran los resultados de la relación de la altura total con el diámetro donde se observa que el modelo alométrico **Cúbico** presenta los mayores valores en los coeficientes de correlación y determinación con  $\Pi = 0,410$  y  $\Pi^2 = 0,168$  por tanto la relación de estas dos variables fue **regular** y con 16,8% de participación del diámetro en los cambios producidos en la altura total durante el crecimiento de las plantas de la especie *Ladenbergia amazonensis* Ducke.

### 5.3. Relación entre las variables altura total y diámetro de la Familia Annonaceae.

En el cuadro 10 se presentan los resultados de la relación diámetro - altura total donde se observa que el modelo alométrico **Cúbico** es la que presenta mejores valores en los coeficientes de correlación y determinación con  $\Pi = 0,470$  y  $\Pi^2 = 0,221$  lo cual indica que la relación entre estas dos variables fue **regular** con 22,1% de participación del diámetro en los cambios que se producen en la altura total durante el crecimiento de la planta en la especie *Guatteria tomentosa* Rusby.

En el cuadro 12 se registraron los resultados de la relación diámetro con altura total de la especie *Guatteria elata* R. E. Fr. observándose como la ecuación que más se ajusta a esta relación es la **Cúbica**. La relación entre estas dos variables fue **buena** con coeficiente de correlación  $\Pi = 0,707$  y coeficiente de determinación  $\Pi^2 = 0,500$  que demuestra que el 50% de los cambios producidos

en la altura total se atribuyen al diámetro en las plantas de la especie *Guatteria elata* R. E. Fr. durante su crecimiento.

A nivel general se puede mencionar que en la familia botánica **Moraceae** las relaciones entre las variables altura total 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 **excelente**; donde el diámetro tiene mucha influencia en los cambios que se producen en la altura total de las plantas en esta familia botánica, siendo la participación entre 55% y 70%; 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 Moraceae en general. Con respecto a la familia botánica **Rubiaceae** no ocurrió similar situación, donde la relación de las variables altura total y diámetro de los árboles de las dos especies forestales de un bosque de terraza media que corresponde al Arboretum “El Huayo” de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP fue **regular** para las especies “casarilla” y “palo fundo”, por otro lado, en el proceso de crecimiento de las plantas el diámetro tuvo poca influencia en las variaciones producidas en la altura total de las plantas, que fue de aproximadamente entre 38% y 41% de participación. 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. En la familia botánica **annonaceae** en las especies “espintana” y “carahuasca” se observó entre regular y buena la relación entre las dos variables evaluada; pero es baja la participación del diámetro en los cambios producidos en la altura total en el crecimiento de las plantas con 22% a 50%.

En otros estudios, Gongora (2017, p. 38), menciona que la relación altura total – diámetro de las plantas “macho” 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**; además, Niklas y Enquist (2002, p. 482), afirman que la variable dap es utilizada 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. Así mismo, Henry y Aarssen (1999, p. 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. López (1988, p. 17), menciona que la alometría, es conocida como análisis dimensional, lo cual consiste en el estudio del cambio de proporción de varias partes de un organismo como resultado de su crecimiento.

## CAPITULO VI. CONCLUSIONES

1. Las variables altura total y diámetro **presentaron relación** entre ellos en los once modelos alométricos aplicados en el estudio, para *Brosimum utile* (Kunth), *Perebea guianensis* Aubl., *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck, *Ladenbergia amazonensis* Ducke, *Guatteria tomentosa* Rusby, *Guatteria elata* R. E. Fr. de tres familias botánicas Moraceae, Rubiaceae y Annonaceae.
2. El modelo alométrico que más se ajustó a la relación entre altura total y diámetro de los árboles de las especies evaluadas fue la **Cúbica**.
3. Las familias botánicas **Moraceae, Rubiaceae y Annonaceae** en las seis especies evaluadas presentaron entre **regular y excelente** relación entre la altura total y el diámetro de las plantas.
4. La participación del diámetro en los cambios producidos en la altura total de los árboles en su crecimiento, para la familia **Moraceae** fue entre 55% y 70%; para la familia **Rubiaceae** 15% a 17% y para la familia **Annonaceae** fue entre 22% y 50%.



## CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

1. En los planes de manejo se deben aplicar estos nuevos conocimientos obtenidos a partir de este estudio, referente a la relación entre la altura total y el diámetro de los árboles de las especies y familias evaluadas, considerando que el grado de relación entre ellos fue de **regular** a **excelente**; así mismo considerar como el modelo alométrico que más se ajusta a esta relación fue la **Cúbica**.
2. Efectuar estudios similares en otras localidades para el bosque de terraza media y poder de esa manera realizar comparaciones con los resultados de este estudio.
3. Realizar estudios similares con otras especies forestales y/o familias botánicas de la amazonia peruana, principalmente de especies de alto valor comercial y/o en vías de extinción, para obtener información que sea útil para los planes de manejo.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Acevedo M. F. 1980. Tropical rain forest dynamics: a simple mathematical model. En Furtado JI (Ed.) Tropical ecology and development. International Society of Tropical Ecology. Kuala Lumpur, Malasia.
- 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 Santos F. A. 2002. Tree allometry and crown shape of four tree species in Atlantic rain forest, south-east Brazil. *J. Trop. Ecol.* 18.
- Beiguelman, B. 1994. Curso práctico de bioestadística. 3era. Edición. Sociedade Brasileira de genética. Brasil.
- Burga R. 1993. Determinación de la estructura total y por especie en tres tipos de bosques en Iquitos-Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad nacional de la Amazonía Peruana.
- Davis S. L. y Johnson K. N. 1987. *Forest Management*". Third edition. McGraw-Hill. New York.
- Delgado L. A. y Acevedo M., Castellanos H., Ramírez H., 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., Díaz E.M., Robledo C.W. 2001. Estadística para las ciencias agropecuarias. 4ta. Edición. Cordova Argentina.
- 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.
- 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.
- 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.
- Fontes L. M. 1999. Padrões alométricos em espécies arbóreas pioneiras tropicais. Allometric patterns for tropical pioneer tree species. Scientia Forestalis 55.
- Gómez, P. 1972. The tropical rain forest: a non reweable recurse. En: Science. 177.
- Hawley C. y Smith M. 1980. La dinámica de los bosques neotropicales. San José de Costa Rica. Centro Científico Tropical.
- Hawley C. y Smith M. 1972. Silvicultura práctica. Omega S.A. Barcelona.

- Henry H. A. y Aarssen L. 1999. The interpretation of stem diameter-height allometry in trees: biomechanical constraints, neighbour effects or biased regression.. *Ecol. Lett.* 2.
- Heinsdijk D, Miranda A. 1963. Inventarios forestais na amazonía. Irmaos Di Giargio. Cí. Río de Janeiro. 100 p.
- Israel G. 2004. Conflict refers to the series of battles between Palestinian militants and the Israel Defense Forces.
- King D. A. 1990. Allometry of saplings and understory trees of a Panamanian forest.. *Functional Ecol.* 4.
- King D. A. 1996. Allometry and life history of tropical trees. *J. Tropical Ecol.* 12.
- Lamprecht H. 1990. Silvicultura en los trópicos; los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Instituto de silvicultura de la universidad de Gottingen – Alemania. Traducido por Antonia Garrido. Gottingen, Alemania.
- Leite F.M.A. 1999. Padrões alométricos em espécies arbóreas pioneiras tropicais. *Scientia Forestalis* 55.
- Lindorf H. y DE Parisca L., Rodríguez P. 1991. Botánica, clasificación, estructura y reproducción. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Loetsch F. 1973. Forest inventori. Manchen. BLV.2.
- Loja W. 2010. Potencial maderable de un bosque de colina baja del censo forestal de la comunidad nativa San Antonio, río Pintuyacu-Alto Nanay, Loreto, Perú. Borrador de tesis para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad

Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos, Perú.

López, R. C. 1988. Modelos para estimación de biomasa de *Pinus cembroides*

Louman 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.

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.

Malleux J. 1982. Inventario forestal en bosques tropicales. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Moscovich A., Keller H., Martiarena R., Fernandez R., Borhen A. 2003. Determinación del tamaño óptimo de parcelas para estudios de composición florística de selva y forestaciones de coníferas de la provincia de Misiones, Argentina. Décimas jornadas técnicas forestales y ambientales. Facultad de Ciencias Forestales.

Nebel G., Kvist P., Vanclay J., Christensen H., Freitas L., Ruiz J. 2000. Estructura y composición florística del bosque de la llanura aluvial en la Amazonía Peruana: I. El Bosque Alto. IIAP. Folia Amazónica.

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).
- 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.
- 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 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.
- 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.
- Weiner J., Stoll P. H., Müller L., Jansentulyan A., Müller E., Hara. T. 2001. Spatial pattern, competitive symmetry and size variability in a spatially-explicit, individual-based plant competition model. *Am. Naturalist* 158.
- 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.

# **A N E X O**

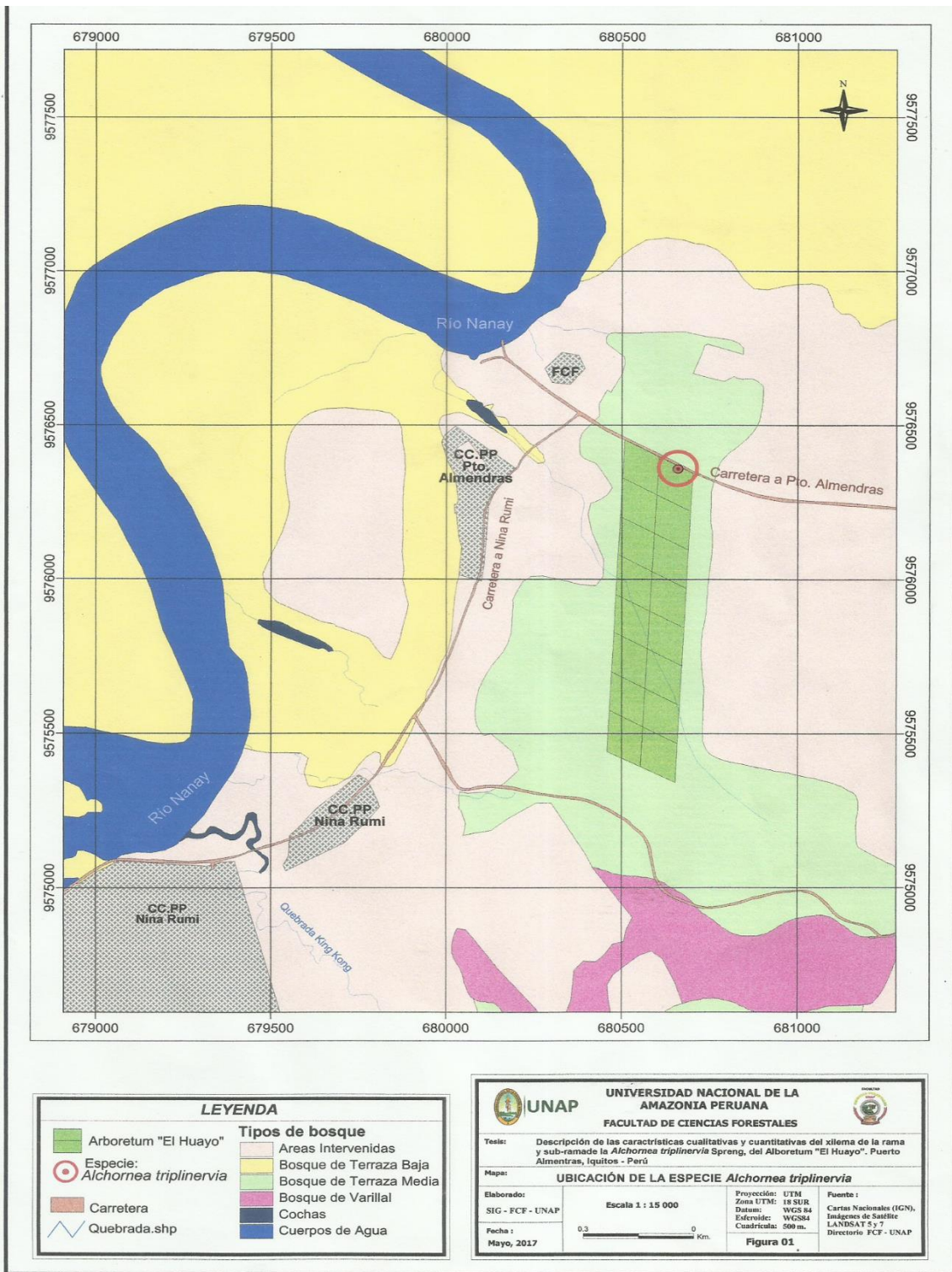


Figura 7: Mapa de ubicación del área de estudio.



## BASE DE DATOS

N°Árbol	Parcela	N. Común	N. Científico	F. Botánica	DAP	HT
377	3	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	112	30
102	3	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	102	30
601	7	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	100	30
588	2	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	90	27
438	5	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	90	40
511	1	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	87	23
376	7	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	84	28
189	1	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	70	30
428	2	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	69	20
591	7	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	35	18
86	4	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	28	26
153	7	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	24	12
543	1	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	24	16
333	4	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	24	20
437	8	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	24	19
189	4	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	23	23
320	7	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	22	18
146	3	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	21	16
92	4	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	20	28
55	2	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	18	10
315	5	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	18	22
48	2	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	17	9
320	8	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	17	18
503	6	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	15	12
29	2	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	14	8
574	2	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	14	11
431	1	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	13	9
432	1	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	13	9
39 A	2	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	12	6
215	7	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	12	10
455	3	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	12	13
211	4	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	12	15
424	8	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	12	13
355	2	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	11	8
7	4	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	11	12
129	5	Chingonga	Brosimum utile	MORACEAE	11	13

N°Árbol	Parcela	N. Común	N. Científico	F. Botánica	DAP	HT
344	3	Chimicua	Perebea guianensis	MORACEAE	32	20
607	3	Chimicua	Perebea guianensis	MORACEAE	18	19
82	8	Chimicua	Perebea guianensis	MORACEAE	18	13
296	6	Chimicua	Perebea guianensis	MORACEAE	16	8
553	3	Chimicua	Perebea guianensis	MORACEAE	14	12

N°Árbol	Parcela	N. Común	N. Científico	F. Botánica	DAP	HT
200	2	Cascarilla	Remijia pedunculata	RUBIACEAE	37	16
199	2	Cascarilla	Remijia pedunculata	RUBIACEAE	29	16
143	5	Cascarilla	Remijia pedunculata	RUBIACEAE	23	20
149	1	Cascarilla	Remijia pedunculata	RUBIACEAE	20	10
150	1	Cascarilla	Remijia pedunculata	RUBIACEAE	17	12
127	2	Cascarilla	Remijia pedunculata	RUBIACEAE	17	11
24	3	Cascarilla	Remijia pedunculata	RUBIACEAE	17	12
372	2	Cascarilla	Remijia pedunculata	RUBIACEAE	16	8
154	1	Cascarilla	Remijia pedunculata	RUBIACEAE	15	15
219	3	Cascarilla	Remijia pedunculata	RUBIACEAE	12	21
560	8	Cascarilla	Remijia pedunculata	RUBIACEAE	10	13
409	5	Cascarilla	Remijia pedunculata	RUBIACEAE	10	10

N°Árbol	Parcela	N. Común	N. Científico	F. Botánica	DAP	HT
123A	5	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	57	23
606	8	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	52	20
636	8	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	50	21
533	5	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	38	36
621	8	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	36	21
156	3	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	27	22
486	5	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	27	23
506	5	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	27	30
210B	5	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	24	26
564	5	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	22	26
328	1	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	20	11
546	2	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	19	13
210	5	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	18	26
4	3	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	16	14
123	5	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	16	23
405	5	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	15	22
138	6	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	14	19
242	5	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	13	18
210A	5	Palo de fundo	Ladenbergia amazonensis	RUBIACEAE	13	26

N°Árbol	Parcela	N. Común	N. Científico	F. Botánica	DAP	HT
583	2	Espintana	Guatteria tomentosa	ANNONACEAE	40	20
460	8	Espintana	Guatteria tomentosa	ANNONACEAE	36	19
55	1	Espintana	Guatteria tomentosa	ANNONACEAE	31	12
133	3	Espintana	Guatteria tomentosa	ANNONACEAE	31	25
115	6	Espintana	Guatteria tomentosa	ANNONACEAE	30	20
158	4	Espintana	Guatteria tomentosa	ANNONACEAE	27	20
67	5	Espintana	Guatteria tomentosa	ANNONACEAE	17	22
200	5	Espintana	Guatteria tomentosa	ANNONACEAE	16	22
429	7	Espintana	Guatteria tomentosa	ANNONACEAE	13	10
446	6	Espintana	Guatteria tomentosa	ANNONACEAE	13	14
88	1	Espintana	Guatteria tomentosa	ANNONACEAE	12	5
547	5	Espintana	Guatteria tomentosa	ANNONACEAE	11	19
365	5	Espintana	Guatteria tomentosa	ANNONACEAE	11	18

N°Árbol	Parcela	N. Común	N. Científico	F. Botánica	DAP	HT
623	4	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	47	30
539	3	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	42	21
150	7	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	32	18
634	8	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	30	20
392	7	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	29	20
83	8	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	25	14
503	8	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	24	22
7	3	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	20	13
180	3	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	20	14
356	5	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	19	20
44	6	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	16	16
60	6	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	16	22
287	1	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	15	9
672	3	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	14	15
227	3	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	12	12
518	6	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	12	10
215	4	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	10	18
386	5	Carahuasca	Guatteria elata	ANNONACEAE	10	17