



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

“INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE MUESTRA EN LA RELACIÓN DIÁMETRO-
ALTURA TOTAL EN PLANTAS DE DOS ESPECIES FORESTALES EN BOSQUE
NATURAL, PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ - 2021”

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

PRESENTADO POR:

JACK ROBINSON LOPEZ CHUQUIPIONDO

ASESOR

Ing. JORGE ELIAS ALVÁN RUIZ, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 006-CTG-FCF-UNAP-2023

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 18 días del mes de enero del 2023, a horas 10:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis titulada: "INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE MUESTRA EN LA RELACIÓN DIÁMETRO-ALTURA TOTAL EN PLANTAS DE DOS ESPECIES FORESTALES EN BOSQUE NATURAL, PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ - 2021", aprobada con R.D. Nº 0326-2021-FCF-UNAP presentado por el bachiller JACK ROBINSON LÓPEZ CHUQUIPIONDO, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El Jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. Nº 0489-2022-FCF-UNAP, está integrado por:

- Ing. Richer Rios Zumaeta, Dr. : Presidente
- Ing. José Luis Padilla Castro, M.Sc. : Miembro
- Ing. Abel Yafet Benites Sánchez, M.Sc. : Miembro
- Ing. Jorge Elias Alván Ruiz, Dr. : Asesor

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

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

La sustentación pública y la tesis han sido: *Aprobada* con la calificación *Buena*

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

Siendo las *11:15 am* Se dio por terminado el acto *Académico*

[Signature]
Ing. RICHER RÍOS ZUMAETA, Dr.
Presidente

[Signature]
Ing. JOSÉ LUIS PADILLA CASTRO, M.Sc.
Miembro

[Signature]
Ing. ABEL YAFET BENITES SÁNCHEZ, M.Sc.
Miembro

[Signature]
Ing. JORGE ELIAS ALVÁN RUIZ, Dr.
Asesor

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

"INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE MUESTRA EN LA RELACIÓN DIÁMETRO-ALTURA
TOTAL EN PLANTAS DE DOS ESPECIES FORESTALES EN BOSQUE NATURAL,
PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ - 2021".

(Aprobado el día 18 de enero del 2023 según Acta de Sustentación N°006)

MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR



Ing. RICHER RÍOS ZUMAETA, Dr.
C.I.P. 50411
PRESIDENTE



Ing. JOSÉ LUÍS PADILLA CASTRO, M. Sc.
C.I.P. 31141
MIEMBRO



Ing. ABEL YAFET BENITES SÁNCHEZ, M.Sc.
C.I.P. 66049
MIEMBRO



Ing. JORGE ELÍAS ALVAN RUIZ, Dr.
C.I.P. 28387
ASESOR



Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

ID de Comprobación:
71074696

Fecha de comprobación:
05.08.2022 09:02:18 -05

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

Fecha del informe:
05.08.2022 09:06:00 -05

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: **TESIS RESUMEN JACK ROBINSON LOPEZ CHUQUIPIONDO**

Recuento de páginas: **43** Recuento de palabras: **7357** Recuento de caracteres: **45037** Tamaño de archivo: **1,11 MB** ID de archivo: **82111E**

28.6% de Coincidencias

La coincidencia más alta: **25.7%** con la fuente de Internet (<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/>)



28.6% Fuentes de Internet 324

Página 45

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

21.3% de Citas

Citas 31

Página 46

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

DEDICATORIA

A mi Dios quien guía mis pasos, a mis padres Betzi y Jack Magno quienes me han apoyado económica y moralmente, para poder llegar a esta instancia profesional.

También la dedico a mi hijo Leandro Gabriel quien es mi mayor motivación para seguir adelante y poder llegar a ser un ejemplo para él.

A mi hermano Diego, por estar conmigo en las buenas y malas, por el apoyo moral y buenos consejos en la ejecución de mi presente tesis.

AGRADECIMIENTO

A mi Facultad de Ingeniería Forestal- UNAP, por albergarme durante toda mi instancia, por los conocimientos adquiridos que me forjan como profesional ingeniero forestal. Por permitirme usar las instalaciones del Arboretum El Huayo-CIEFOR; para el desarrollo de la presente tesis.

A toda la plana docente de la facultad de Ciencias Forestales por brindarme los conocimientos, apoyo académico para poder desempeñar mi carrera profesional y en especial a mi asesor de tesis Ing. Jorge Elías Alvan por su enseñanzas y guía profesional en la realización de esta tesis y a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron con la culminación de este trabajo.

Agradecer a mi Dios por la salud y la sabiduría dada, el que guía mis pasos para cumplir todos mis proyectos de vida.

INDICE

	Pág.
Portada	i
Acta de sustentación	ii
Firma de Jurados	iii
Resultado del informe de similitud	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice	vii
Índice de cuadros	ix
Índice de figuras	x
Resumen	xi
Abstract	xii
Introducción	1
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	6
1.3. Definición de términos básicos	7
CAPITULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES	8
2.1. Formulación de la hipótesis	8
2.2. Variables y su operacionalización	8
CAPITULO III: METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño	10
3.2. Diseño muestral	10
3.3. Procedimientos de recolección de datos	11
3.4. Procesamiento y análisis de los datos	13

CAPITULO IV:	RESULTADOS	15
CAPITULO V:	DISCUSIÓN	31
CAPITULO VI:	CONCLUSIONES	34
CAPITULO VII:	RECOMENDACIONES	35
CAPITULO VIII:	FUENTES DE INFORMACIÓN	36
ANEXO		41
1.	Mapa de ubicación del estudio	42
2.	Instrumento de recolección de datos	43
3.	Compromiso de Asesoramiento de tesis	44
4.	Base de datos.	45

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Título	Pág.
1	Modelos alométrico para la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Perebea guianensis</i> Aubl. “chimicua”, Muestra 1.	15
2	Modelos alométrico aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Perebea guianensis</i> Aubl. “chimicua” - Muestra 2.	17
3	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Perebea guianensis</i> Aubl. “chimicua” – Muestra 3.	19
4	Modelos alométricos usados en la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Perebea guianensis</i> Aubl. “chimicua”. Muestra 4.	21
5	Modelos matemáticos probados en la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Tachigali poeppigiana</i> Tul. “tangarana blanca” – Muestra 1.	23
6	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Tachigali poeppigiana</i> Tul. “tangarana blanca”, Muestra 2.	25
7	Modelos alométricos usados en la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Tachigali poeppigiana</i> Tul. “tangarana blanca” – Muestra 3.	27
8.	Modelos alométrico usados en la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Tachigali poeppigiana</i> Tul. “tangarana blanca” – Muestra 4.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Título	Pág.
1	Medición del diámetro de los árboles en la tesis	11
2	Medición de la altura total de los árboles en la tesis.	12
3	Relación diámetro – altura total en las plantas de <i>Perebea guianensis</i> Aubl. “chimicua”. Modelo alométrico cuadrático. Muestra 1.	16
4	Relación diámetro – altura total en las plantas de <i>Perebea guianensis</i> Aubl. “chimicua” del modelo alométrico compuesta. Muestra 2.	18
5	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Perebea guianensis</i> Aubl. “chimicua” con los modelos alométrico cuadrático y cúbico. Muestra 3.	20
6	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Perebea guianensis</i> Aubl. “chimicua” para el modelo alométrico cúbico - Muestra 4.	22
7	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Tachigali poeppigiana</i> Tul. “tangarana blanca” – Muestra 1.	24
8	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Tachigali poeppigiana</i> Tul. “tangarana blanca” en la Muestra 2.	26
9	Relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Tachigali poeppigiana</i> Tul. “tangarana blanca” del modelo alométrico elegido - Muestra 3.	28
10	Relación diámetro – altura total en las plantas de <i>Tachigali poeppigiana</i> Tul. “tangarana blanca” del modelo alométrico elegido - Muestra 4.	30

RESUMEN

La tesis se ejecutó en el Arboretum “El Huayo” – FCF - UNAP, San Juan Bautista, Maynas, Loreto. El objetivo fue determinar si el grado de relación diámetro-altura total es diferente en el crecimiento de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” y *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” según tamaño de muestra en bosque natural. Los datos fueron diámetro (DAP) y altura total de los árboles con $dap \geq 10$ cm de las 2 especies estudiadas. Los resultados muestran que el grado de relación entre estas variables para ambas especies fue **regular** en todas las muestras evaluadas; los modelos alométrico de mejor ajuste para la especie *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” fueron **cuadrático, compuesto y cúbico**; para la especie *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” fueron: **cúbico y S-curva**.

Palabras claves: Relación, especie, variables.

ABSTRACT

The thesis was carried out at the Arboretum "El Huayo" - FCF - UNAP, San Juan Bautista, Maynas, Loreto. The objective was to determine if the degree of relationship diameter-total height is different in the growth of plants of *Perebea guianensis* Aubl."chimicua" and *Tachigali poeppigiana* Tul."tanganara blanca" according to sample size in natural forest. The data were diameter (DAP) and total height of the trees with $DAP \geq 10$ cm of the 2 species studied. The results show that the degree of relationship between these variables for both species was regular in all the samples evaluated; the best fit allometric models for the species *Perebea guianensis* Aubl."chimicua" were quadratic, composite and cubic; for the species *Tachigali poeppigiana* Tul."white tanganara" were: cubic and S-curve.

Keywords: Relationship, species, variables.

INTRODUCCIÓN

“La tendencia del uso de la alometría es buscar ecuaciones predictoras específicas para las diferentes especies, en este sentido, todo estudio cumple con una función básica de la alometría, que radica en predecir una medida de un atributo basado en otra medida” (Picard *et al.* 2012, p. 79).

“Para un plan de aprovechamiento de madera comercial en los bosques privados y/o de libre disponibilidad el interesado requiere de información confiable y que ésta sea obtenida con un costo mínimo, para ello se requiere de un tamaño de muestra ideal para cada uno de los tipos de bosques que tiene la amazonia peruana y que sirva para la toma de decisión” (Ruiz, 2013 p. 5)

“La evaluación de los bosques es muy importante para definir el uso adecuado de los recursos naturales que permitan la conservación de la biodiversidad de los diferentes ecosistemas del bosque húmedo tropical, con la finalidad de mejorar la calidad de vida del poblador amazónico” (Pérez, 2010, p. 13).

“Los bosques amazónicos presentan vegetación heterogénea la misma que no cuenta con la suficiente información que pueda ser utilizada en el desarrollo sostenible de las actividades forestales en esta parte del País” (Ruiz, 2013, p. 4).

“Los inventarios forestales las unidades de muestreo poseen un tamaño determinado que se expresa en función del área; la decisión de cuál es el tamaño y forma de la unidad de muestreo en los inventarios forestales inciden considerablemente en la precisión de los mismos” (Sing, 1994, p. 49).

“La relación entre las variables en las plantas se deriva del desarrollo ontogénico de los individuos que es la misma para todos, salvo la variabilidad

asociada a la historia de cada uno de ellos. Así, las proporciones entre altura y diámetro, entre tamaño de la copa del árbol y el diámetro, entre la biomasa y el diámetro, obedecen a una regla que es la misma para todos los árboles que viven en las mismas condiciones, desde el más pequeño al más grande” (Dietze *et al.*, 2008, p. 1943).

“El tamaño de la muestra debe ser mucho mayor cuanto más variada sea el material de estudio: serán menos los árboles para una plantación de una misma especie que para un bosque tropical natural, para una especie dada que para un grupo de especies; algunos modelos de biomasa se elaboran solamente a partir de unas pocas mediciones (8 árboles para Brown *et al.*, 1995 en Brasil, 12 árboles para Ebuy Alipade *et al.*, 2011 en la República Democrática del Congo, 14 árboles para Deans *et al.*, 1996, 15 árboles para Russell, 1983 en Brasil). Los modelos para las raíces, que exigen todavía más trabajo de medición, suelen basarse en tamaños de muestras aún menores” (Picard, 2012, p. 40).

El objetivo fue determinar si el grado de relación diámetro-altura total es diferente en el crecimiento de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” y *Tachigali poeppigiana* Tul. “tanganana blanca” según tamaño de muestra en bosque natural, Puerto Almendra, Loreto, Perú – 2021.

CAPÍTULO I: MARCO TÓRICO

1.1. Antecedentes.

“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 comercial de los árboles de las especie comerciales del bosque en estudio fue **excelente** con coeficiente de correlación $0,75 < r < 1,00$; las especies comerciales que tienen mayor presencia en el bosque de colina baja son, “cumala” con 253 individuos, “cumala aguanillo” con 224 individuos, “estoraque” con 81 individuos y “tahuari” con 77 individuos” (Vásquez, 2016, p. 41).

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

“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 autor manifiesta que el bosque húmedo de terraza alta es el que presenta el más alto coeficiente de determinación (0,89) y el menor exhibe el bosque húmedo de colina baja con 0,85” (Villacorta, 2012, p. 73).

“El modelo alométrico que más se ajustó a la relación altura total -y diámetro de los árboles de las familias botánicas Moraceae, Rubiaceae y Annonaceae fue la potencia; así mismo indicó que presentaron **excelente** relación entre la altura total y el diámetro en los árboles evaluados (Freitas, 2019, p. 31).

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

“En los árboles de las especies *Eschweilera coriacea* (A. DC.) S. A. Mori, *Eschweilera grandiflora* (Aubl.) Sandwith, *Eschweilera tessmannii* Knuth, *Iryanthera macrophylla* (Benth) Warb., *Osteophloeum platyspermum* (A. DC.) Warb. y *Virola elongata* (Benth.) Warb. de las familias botánicas Lecythidaceae y Myristicaceae determinó la relación altura total – diámetro el modelo alométrico que más se ajustó fue la **POTENCIA**; además la relación fue EXCELENTE” (Babilonia, 2019, p. 35).

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

“Las familias botánicas Fabaceae y Lauraceae, en la relación altura total – diámetro de las plantas evaluadas, el modelo alométrico que más se ajustó fue es la **cúbica** y también presentó **buena** relación entre ellos para la familia Fabaceae y entre **regular** y **excelente** para la familia Lauraceae” (Soplin (2019, p. 44),

“La relación altura comercial - diámetro los modelos alométricos que tuvieron mejor ajuste en la familia botánica **Apocynaceae** fue: la **Inversa** (*Couma macrocarpa* Barb. Rodr. “leche caspi” y **Cuadrática** (*Lacmellea peruviana* (Van Heurck & Mull Arg.) Markgr. “chicle huayo” y *Macoubea guianensis* Aubl.” jarabe huayo”); para la familia botánica **Meliaceae** las que más se ajustaron fueron **Cúbica** (*Guarea macrophylla* M. Vahl “requia blanca”, *Trichilia euneura* C. DC. “requia colorada” y *Trichilia micrantha* Benth. “requia”) y **Cuadrática** (*Trichilia euneura* C. DC. “requia colorada”); además, las especies de la familia botánica Apocynaceae registraron buena relación entre el diámetro y la altura comercial de las plantas evaluadas y, en las especies de la familia botánica Meliaceae mostraron de buena a excelente relación” (Chuquipiondo, 2020, p. 42).

“En el estudio asociación entre altura total y diámetro de las plantas de *Calycophyllum spruceanum* “capirona” encontró los siguientes resultados:

1. En la Parcela 1 – Fajas “E₁”, repeticiones 1 y 2 la ecuación que más se ajusta a la asociación entre altura total y diámetro fue la **potencia**, tanto para iluminación Buena como para iluminación Regular de las plantas.
2. El grado de asociación fue Excelente entre altura total - diámetro en las plántulas de *Calycophyllum spruceanum* “capirona” en condiciones de iluminación Regular y Buena” (Chung, 2019, p. 27).

1.2. Bases teóricas

“El diámetro a la altura del pecho se considera que está relacionado con las variaciones en altura, esta situación hace que la relación alométrica DAP- altura es tomada en cuenta para el estudio de la dinámica de crecimiento del bosque (Zeide y Vanderschaaf, 2002, p. 463).

“Las alometría varían para los distintos grupos de características, produciéndose relaciones alométrico considerando la tolerancia a la luz y altura máxima de las especies, por ejemplo; el resultado genera prototipos por grupo ecológico que manifiestan patrones generales de crecimiento que permiten predicciones acerca del desarrollo del bosque” (Delgado *et al.* 2005, p. 8).

“La alometría es una herramienta que nos permite asociar a las características físicas o biológicas de las especies forestales para predecir su desarrollo en el futuro” (King, 1990, p. 27).

“Las medidas morfo métricas están relacionadas entre ellas, produciendo asociaciones alométrico que indican el crecimiento de una característica expresado proporcionalmente con el desarrollo de otra parte del organismo” (Mora-Delgado, 2018, p. 128).

“No es posible predecir las asociaciones alométrico sólo por el tamaño de las plantas y su posición en el bosque, las variaciones podrían estar relacionadas a la disponibilidad de luz y rasgos demográficos” (Alves y Santos, 2002, p. 245).

“Cualquiera que sea el tamaño de la planta, la regla es medir la misma cantidad de plantas en cada clase de tamaño; para la muestra, considerar un número de plantas de acuerdo a la magnitud de la clase de tamaño sería un error” (Pardé & Bouchon, 1988, p. 108).

“El número de elementos de acuerdo a los límites de la teoría de muestreo (tamaño de muestra) se suele designar por la experiencia. Un principio general es que el tamaño de la muestra debe ser mayor de acuerdo a la variabilidad del material: por ejemplo, serán menos plantas para una plantación de una sola especie que para un bosque natural” (Picard *et al.* 2012, p. 40).

1.3. Definición de términos básicos

Bosques: Área cubierta de plantas de diferentes edades sean o no reproductivas. En su condición natural o en plantaciones (Malleux, 1982, p. 114).

Árboles: Plantas leñosas perennes con fuste y copa bien diferenciada (Lindorf *et al.* 1991, p. 18).

Modelo alométrico. Ecuaciones matemáticas que hacen posible realizar estimaciones en función de variables de fácil medición, tales como el diámetro (DAP) y/o la altura total - comercial (Segura y Andrade, 2008, p. 93).

Muestreo: Se define como la elección de datos para obtener muestras representativas de las características de los elementos de una población. También se define como la herramienta de la investigación científica (Macedo, 2012, p.14).

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

El grado de relación diámetro-altura total en las plantas de las especies *Perebea guianensis* Aubl." chimicua" y *Tachigali poeppigiana* Tul." tangarana blanca" en bosque natural varía según tamaño de muestra, Puerto Almendra, Loreto, Perú – 2020.

2.2. Variables y su operacionalización

Variable Independiente (X)	Definición	Tipo por su naturaleza.	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
Muestra	Es el grupo de individuos de un material de estudio	Cuantitativa y analítica	Muestra 1. Con 20 individuos; Muestra 2. Con 30 individuos; Muestra 3. Con 40 individuos y Muestra 4. Con 50 individuos.	Ordinal	Formato de registro de datos de las 4 muestras del estudio/especie.
V. Dependiente (Y)					
Relación diámetro - altura total en las plantas de dos especies forestales de un bosque natural.	Es la afinidad que pueden presentar el diámetro y la altura total en las plantas de dos especies forestales de un bosque natural.	Cuantitativa y analítica.	Obtener el grado de relación diámetro – altura total en las muestras evaluadas	Razón	Presentar el modelo alométrico que más se ajusta a la relación en estudio en las 4 muestras evaluadas/especie.

Aplicado en la Relación de estudio.

Variable Independiente (X)	Definición	Tipo por su naturaleza.	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
Diámetro de las plantas de dos especies forestales de un bosque natural.	Diámetro. - es la amplitud horizontal del fuste de las plantas evaluadas.	Cuantitativa y correlacional .	Medición del Diámetro de las plantas evaluadas en centímetro.	Razón	Registro de datos del diámetro de las plantas evaluadas en centímetro/ especie.
V. Dependiente (Y)					
Altura total de las plantas de dos especies forestales de un bosque natural.	Altura total. - es la amplitud del fuste desde la base hasta la parte final de la copa de la planta evaluada.	Cuantitativa y correlacional	Medición de la Altura total de las plantas evaluadas en metro.	Razón	Registro de datos de la altura total de las plantas evaluadas en metro/ especie.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

4.1. Diseño metodológico

El tipo y diseño del estudio para cumplir con el objetivo propuesto fue cuantitativo, correlacional y descriptivo debido a que se determinó la relación entre el diámetro (cm) y la altura total (m) en el crecimiento de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” y *Tachigali poeppigiana* Tul “tanganarana blanca” en un bosque natural en diferentes tamaños de muestra.

Según Valderrama (2002, p. 14), el área de estudio está localizada en el bosque de terraza media del Arboretum “El Huayo” con coordenadas UTM de referencia es 680659m E y 9576297m N zona 18S. Datum WGS84, a una altitud aproximada de 120 m.s.n.m., políticamente se ubica en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, región Loreto (ver figura 1 - anexo).

El lugar de investigación es accesible por dos medios, siendo la referencia la ciudad de Iquitos, por vía fluvial a través del río Nanay aproximadamente en 45 minutos de viaje en bote deslizador de 90 HP y por vía terrestre utilizando la carretera Iquitos-Nauta hasta el caserío Quistococha, luego se utiliza una carretera afirmada de más o menos 5 km adicionales hasta el lugar del estudio.

4.2. Diseño muestral

Para el estudio se tuvo en cuenta como **población** a todas las plantas de las especies *Perebea guianensis* Aubl.

“chimicua” y *Tachigali poeppigiana* Tul.” tangaranarana blanca” que pertenecen al bosque de terraza media del Arboretum “El Huayo” y, como **muestra** se tomaron diferentes tamaños de muestra: Muestra 1 con 20 individuos; Muestra 2: con 30 individuos; Muestra 3 con 40 individuos y muestra 4 con 50 individuos o plantas de

Perebea guianensis Aubl. “chimicua” o *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” con DAP \geq 10 cm.

4.3. Procedimientos de recolección de datos.

Se anotaron los datos de las variables de los árboles evaluados de las especies *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” y *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” con DAP \geq 10 cm del Arboretum “El Huayo” utilizando el Formato que se presenta en el anexo 3.

Descripción del formato:

Nombre de la especie. - Se identificó a los árboles de las dos especies elegidas para el estudio 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 1,30 m del nivel del suelo, se utilizó como material a la forcípula de metal graduada con aproximación al centímetro (Figura 1).



Figura 1. Medición del diámetro de los árboles en la tesis.

Medición de altura total. - La medición comprendió desde el nivel del suelo y el punto más alto de la copa, esta medición se efectuó con aproximación al metro; se utilizó el clinómetro (Figura 2).



Figura 2. Medición de la altura total de los árboles en la tesis.

Para la evaluación de la relación diámetro – altura total en las 2 especies en estudio se definieron las muestras de la siguiente manera: Muestra 1, se utilizaron 20 individuos que se extrajeron al azar del total de datos que fueron 51 para *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” y 52 para *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua”; similar procedimiento se efectuó para Muestra 2 con 30 individuos; Muestra 3 con 40 individuos y Muestra 4 con 50 individuos o árboles con DAP \geq 10 cm. Cabe indicar que los resultados de la evaluación son independientes para cada especie.

4.4. Procesamiento y análisis de datos

Para el análisis estadístico de los datos que se registraron en la evaluación se utilizó la estadística básica y el método de regresión, correlación y coeficiente de determinación (Beiguelman, 1994, p. 183).

Se tuvo en cuenta la altura total y el DAP de cada uno de los árboles de las especies en estudio con $DAP \geq 10$ cm; se efectuó la relación Altura total - DAP para el crecimiento de las plantas de las especies *Perebea guianensis* Aubl. "chimicua" y *Tachigali poeppigiana* Tul. "tangarana blanca" en forma independiente para cada una de ellas. Se probaron los modelos alométricos LINEAL, LOGARITMICA, INVERSA, CUADRATICA, CUBICA, COMPUESTA, POTENCIA y S-CURVA para definir cual de ellos se ajusta más a la relación diámetro - altura total de cada una de las especies en estudio. Para definir el grado de relación se aplicó el coeficiente de correlación y también se utilizó la siguiente tabla de calificación.

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

Dónde: "r" = coeficiente de correlación

Fuente: Freese, (1970, p. 120).

El coeficiente de determinación se aplicó para cuantificar la participación de la variable independiente (diámetro) en los cambios de la variable dependiente (altura total) en el crecimiento de la planta. Los cálculos se efectuaron utilizando el software IBM SPSS Statistics 23 y Excel.

Los modelos alométricos y sus ecuaciones que fueron considerados para el estudio se presentan a continuación.

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	CUADRÁTICA	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2)$
5	CUBICA	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2) + (b_3 \times t^3)$
6	COMPUESTA	$Y = b_0 \times (b_1^t)$
7	POTENCIAL	$Y = b_0 \times (t^{b_1})$
8	S-CURVA	$Y = e^{(b_0 (b_1 / t))}$

Donde:

b_0 = Constante;

b_1 = Constante;

b_2 = Constante;

b_3 = Constante;

\ln = Logaritmo natural;

e = Logaritmo neperiano;

Y = Valor esperado de la variable dependiente (altura total);

t = Valor propuesto de la variable independiente (diámetro).

Las predicciones de la relación diámetro - altura total en el crecimiento de las plantas de las dos especies consideradas para este estudio se obtuvo a partir del modelo alométrico de mejor ajuste a los datos en cada una de las especies estudiadas; las constantes para aplicar en las ecuaciones se obtuvieron por medio de la regresión en el programa estadístico SPSS 23.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

1. *Perebea guianensis* Aubl. "chimicua".

a. Relación diámetro - altura total en las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. "chimicua". Muestra 1.

Los modelos alométrico que fueron probados en el estudio relación diámetro - altura total en las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. "chimicua" se muestran en el Cuadro 1, donde se observa que el modelo alométrico **cuadrático** fue el que más se ajustó a la relación por el mayor coeficiente de correlación $\Pi = 0,095$ que indica **regular** relación entre ellos y mayor coeficiente de determinación $R^2 = 0,009$ que muestra que el 0,9% de los cambios que se producen en el crecimiento en altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. "chimicua" se atribuye al diámetro de la planta.

Cuadro 1: Modelos alométrico de la relación diámetro – altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. "chimicua", Muestra 1.

Modelo Alométrico	Π	R^2
Lineal	0,055	0,003
Logarítmica	0,055	0,003
Inversa	0,045	0,002
Cuadrático	0,095	0,009
Cúbica	0,089	0,008
Compuesto	0,000	0,000
Potencia	0,000	0,000
S – curva	0,000	0,000

El modelo alométrico cuadrático será la ecuación que servirá para efectuar las predicciones del crecimiento de la altura total de las plantas de la especie *Perebea guianensis* Aubl. "chimicua", a partir de su diámetro de la planta; el cual se presenta a continuación:

$$\hat{Y} = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2)$$

Reemplazando los valores de las constantes tenemos:

$$\hat{Y} = 35,832 + (-3,848 \times t) + (0,163 \times t^2)$$

En la Figura 3 se presenta la tendencia de la ecuación del modelo alométrico cuadrático teniendo en cuenta que fue la que más se ajustó a esta relación diámetro – altura total en las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. "chimicua".

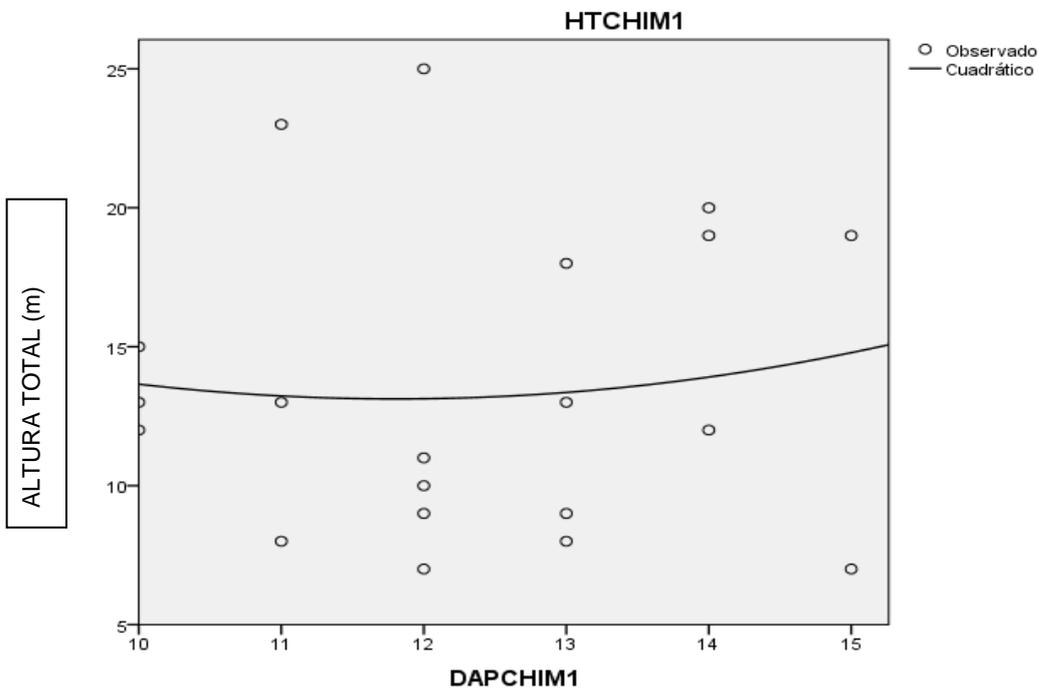


Figura 3. Relación diámetro – altura total en las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. "chimicua" Modelo alométrico cuadrático. Muestra 1.

b. Relación diámetro - altura total en las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua”. Muestra 2.

En el Cuadro 2 se presenta los modelos alométrico que fueron probados en la evaluación de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” donde se observa que el modelo alométrico que más se ajusta a esta relación fue la **compuesta** por el mayor coeficiente de correlación $\Pi = 0,138$, que explica **regular** relación entre las variables evaluadas y mayor coeficiente de determinación $R^2 = 0,019$ que representa el 1,9% de los cambios producidos en el crecimiento en altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” se atribuye al diámetro de la planta.

Cuadro 2: Modelos alométrico aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” - Muestra 2.

Modelo Alométrico	Π	R^2
Lineal	0,095	0,009
Logarítmica	0,089	0,008
Inversa	0,077	0,006
Cuadrática	0,130	0,017
Cúbica	0,130	0,017
Compuesta	0,138	0,019
Potencia	0,122	0,015
S – curva	0,105	0,011

Para realizar las predicciones del crecimiento de la altura total de las plantas de la especie *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” se aplicará la ecuación compuesta, pues es el modelo alométrico que más se ajustó a la relación diámetro - altura total de las plantas evaluadas en este estudio (muestra 2). La ecuación se presenta a continuación:

$$Y = b_0 \times (b_1^t)$$

Reemplazando los datos de la evaluación tenemos:

$$\hat{Y} = 10,119 \times 1,017^t$$

En la figura 4 se muestra la tendencia de la ecuación del modelo alométrico **compuesta** de la relación diámetro - altura total en las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. "chimicua".

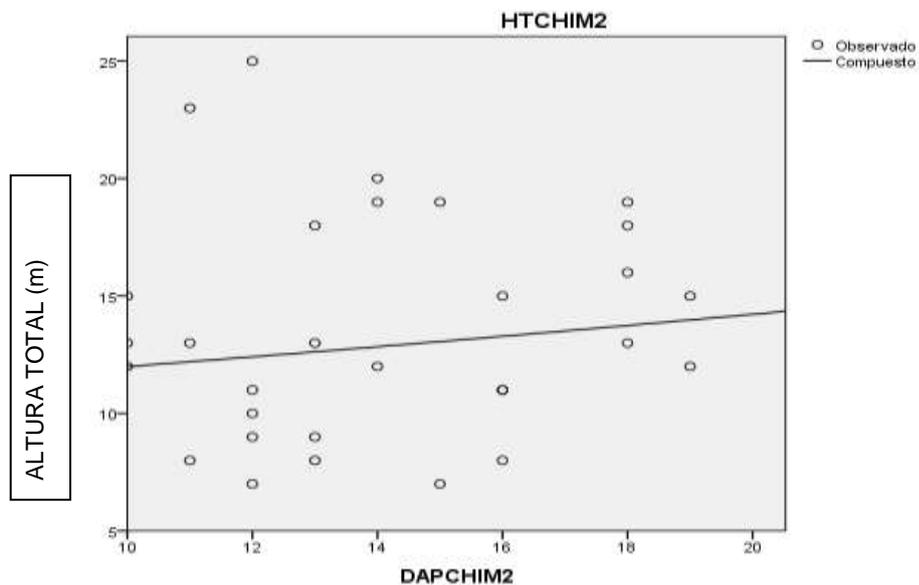


Figura 4. Relación diámetro – altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. "chimicua" del modelo alométrico compuesta - Muestra 2.

C. Relación diámetro - altura total en las plantas de *Perebea guianensis* Aubl.

“chimicua”. Muestra 3.

De los modelos alométrico probados en la evaluación de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” la **cuadrática** y el **cúbico** son los que más se ajustaron a la relación de estudio con coeficiente de correlación $\Pi = 0,315$ que indican **regular** grado de relación entre las variables diámetro y altura total de las plantas evaluadas y coeficiente de determinación fue de $R^2 = 0,099$ que indica que el 9,9% de los cambios producidos en la altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” se atribuye al diámetro de la planta.

Cuadro 3: Modelos alométrico aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” – Muestra 3.

Modelo Alométrico	Π	R^2
Lineal	0,302	0,091
Logarítmica	0,228	0,083
Inversa	0,270	0,073
Cuadrática	0,315	0,099
Cúbica	0,315	0,099
Compuesta	0,313	0,098
Potencia	0,298	0,089
S – curva	0,279	0,078

Las ecuaciones de los modelos alométrico **cuadrática** y **cúbica** se aplicarán para determinar las predicciones del crecimiento de la altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” a partir del diámetro de la planta. Las ecuaciones se presentan a continuación:

Cuadrático	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2)$
Cubica	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2) + (b_3 \times t^3)$

Reemplazando las constantes por sus valores, tenemos las ecuaciones:

Cuadrático	$Y = 16,308 + (-0,611 \times t) + (0,030 \times t^2)$
------------	---

Cubica	$Y = 13,530 + (-0,100 \times t) + (0,000 \times t^2) + (0,001 \times t^3)$
--------	--

En la figura 5 se observa la tendencia de los modelos alométrico cuadrático y cubica seleccionados para la relación diámetro - altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” de la muestra 3.

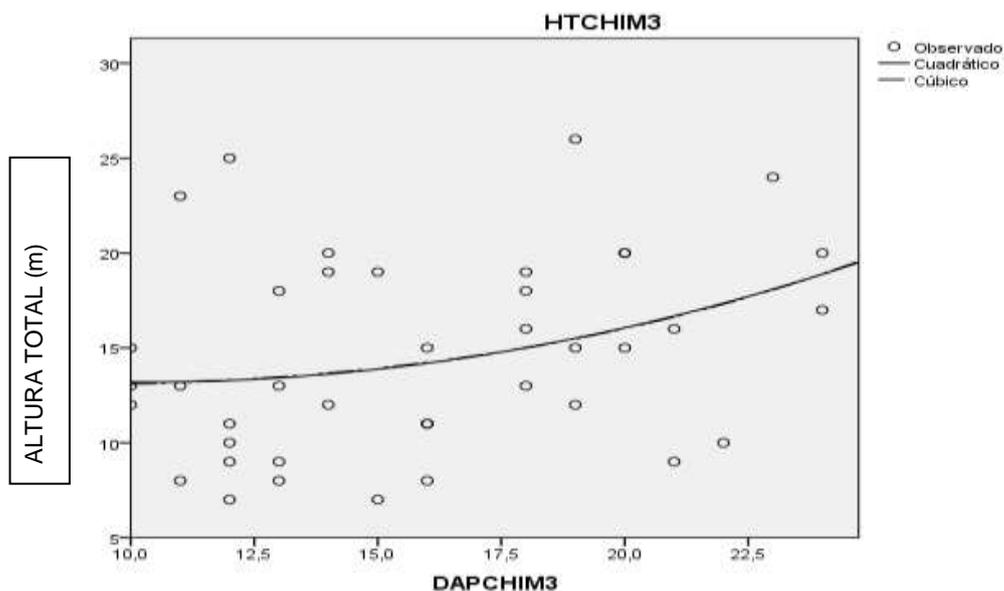


Figura 5. Relación diámetro – altura total en las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” con los modelos alométrico cuadrático y cúbica – Muestra 3.

d. Relación diámetro - altura total en las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua”. Muestra 4.

Los modelos alométrico que fueron utilizados en la evaluación de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” en la muestra 4 se presenta en el Cuadro 4, allí se observa que el modelo alométrico **cúbico** fue la que más se ajustó a ésta relación con coeficiente de correlación $\Pi = 0,464$ que califica como **regular** al grado de relación entre las variables evaluadas y coeficiente de determinación $R^2 = 0,215$ que representa el 21,5% de los cambios producidos en la altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” por efecto del diámetro de la planta según la Muestra 4.

Cuadro 4: Modelos alométrico usados en la relación diámetro – altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua”. Muestra 4.

Modelo Alométrico	Π	R^2
Lineal	0,457	0,209
Logarítmica	0,437	0,191
Inversa	0,404	0,163
Cuadrática	0,463	0,214
Cúbica	0,464	0,215
Compuesta	0,454	0,206
Potencia	0,439	0,193
S – curva	0,410	0,168

La ecuación del modelo alométrico **cúbica** será utilizado para las predicciones de la relación diámetro – altura total en el crecimiento de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua”, Muestra 4. La ecuación se presenta a continuación:

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

Reemplazando los datos de la ecuación tenemos:

$$\text{Ecuación Cúbica: } ^{\wedge} \\ Y = 7,872 + (0,668 \times t) + (- 0,022 \times t^2) + (0,000 \times t^3)$$

En la figura 6 se presenta la tendencia del modelo alométrico cúbico de la relación diámetro - altura total en las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. "chimicua" - Muestra 4.

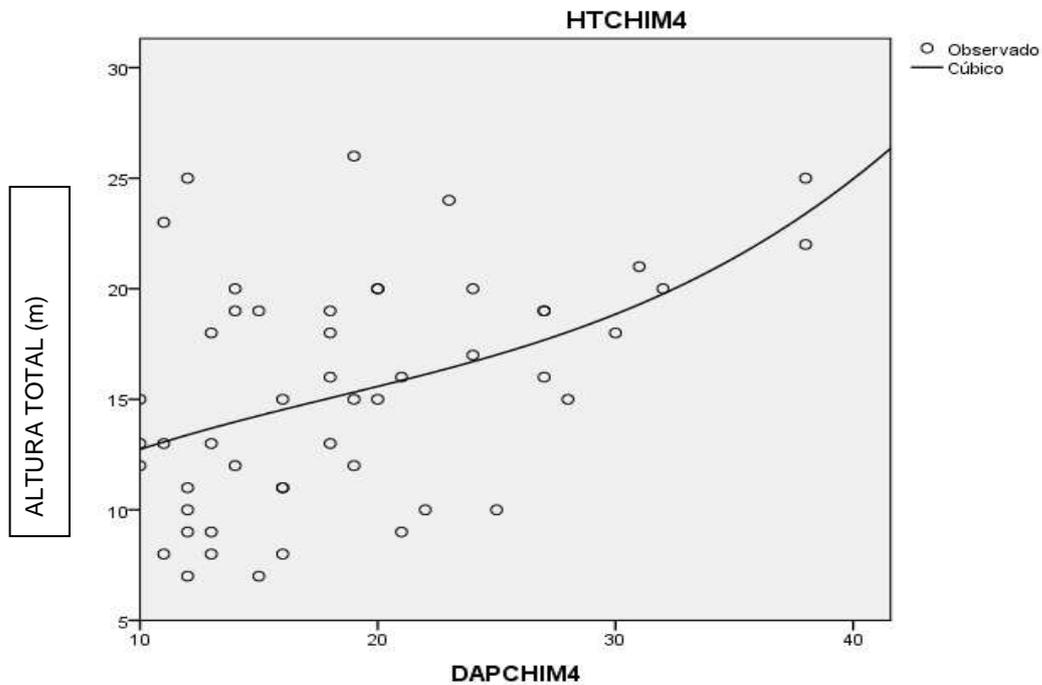


Figura 6. Relación diámetro – altura total en las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. "chimicua" para el modelo alométrico cúbica - Muestra 4.

2. ***Tachigali poeppigiana* Tul. “tanganrana blanca”**

a. **Relación diámetro - altura total en las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tanganrana blanca”. Muestra 1.**

Para la relación diámetro - altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tanganrana blanca” se probaron 8 modelos alométrico cuyos resultados se muestra en el Cuadro 5, siendo el modelo alométrico **cúbica** el que presentó mejor ajuste a la relación con coeficiente de correlación $\Pi = 0,266$ que representa **regular** grado de relación entre las variables estudiadas y el coeficiente de determinación $R^2 = 0,071$ que indica que 7,1% de las variaciones que se presentan en la altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tanganrana blanca” se atribuye al diámetro de la planta. Muestra 1.

Cuadro 5: Modelos matemáticos probados en la relación diámetro – altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tanganrana blanca” – Muestra 1.

Modelo Alométrico	Π	R^2
Lineal	0,249	0,062
Logarítmica	0,255	0,065
Inversa	0,257	0,066
Cuadrático	0,265	0,070
Cúbica	0,266	0,071
Compuesto	0,259	0,067
Potencia	0,257	0,066
S – curva	0,255	0,065

La ecuación de predicción para la relación altura total – diámetro en el crecimiento de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tanganrana blanca” en la muestra 1 es la cúbica el cual se presenta a continuación:

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

Reemplazando las constantes por sus valores tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Ecuación Cúbica: } & ^{\wedge} \\ & Y = -16,642 + (3,386 \times t) + (0,000 \times t^2) + (- 0,005 \times t^3) \end{aligned}$$

En la Figura 7 se observa la tendencia **cúbica** de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. "tanganrana blanca" - Muestra 1.

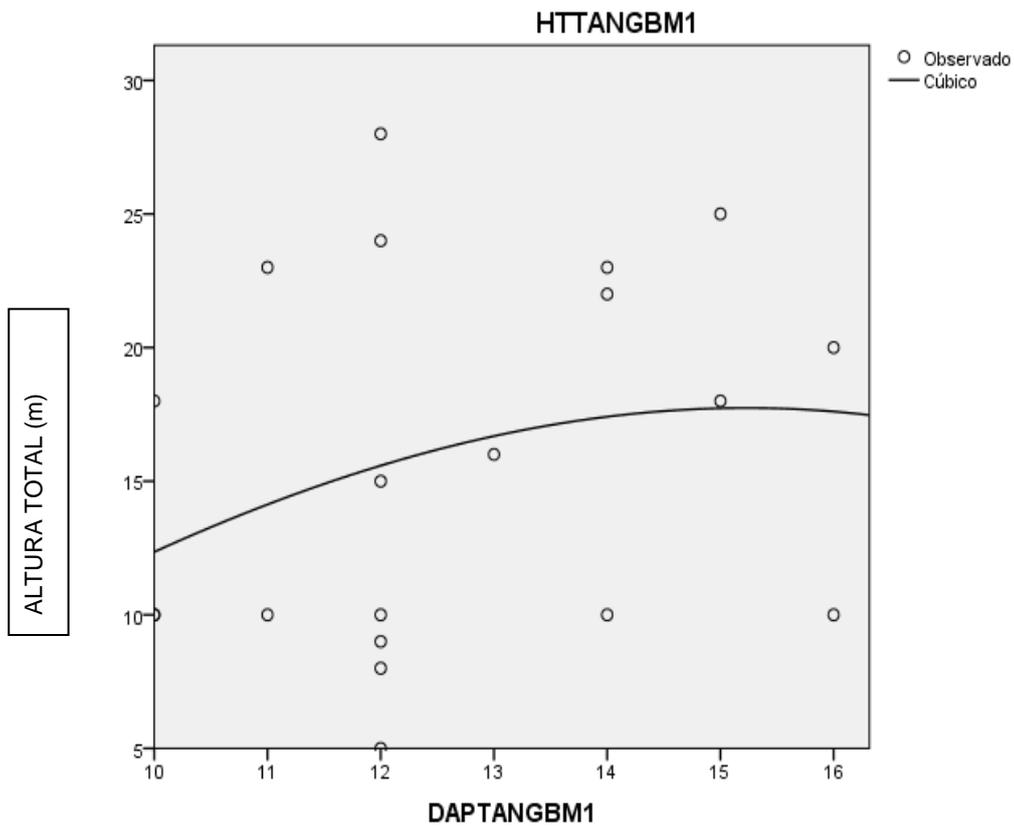


Figura 7. Relación diámetro – altura total en las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. "tanganrana blanca" - Muestra 1.

b. Relación diámetro - altura total en las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca”. Muestra 2.

Para el estudio de la relación diámetro - altura total en las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” se probaron los modelos alométrico que se indican en el Cuadro 6. Los resultados muestran que el modelo alométrico **S-curva** destacó en el ajuste de la relación en estudio, con coeficiente de correlación $\Pi = 0,319$ que indica **regular** relación entre el diámetro y la altura total y coeficiente de determinación $R^2 = 0,102$ que indica que el 10% de los cambios producidos en la altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” se atribuye al diámetro de la planta.

Cuadro 6. Modelos alométrico aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca”, Muestra 2.

Modelo	Π	R^2
Alométrico		
Lineal	0,214	0,046
Logarítmica	0,243	0,059
Inversa	0,266	0,071
Cuadrático	0,315	0,099
Cúbica	0,316	0,100
Compuesto	0,272	0,074
Potencia	0,298	0,089
S - curva	0,319	0,102

La ecuación elegida para la relación diámetro - altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” fue **S-curva** para las predicciones del

crecimiento en altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tanganrana blanca” a partir del diámetro de la planta. Muestra 2. La ecuación es:

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

La ecuación de predicción es:

$$\hat{Y} = 2,7183 (3,224 (-7,112 / t))$$

En la Figura 8 se muestra la tendencia de la ecuación elegida (S-curva) para la relación diámetro - altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tanganrana blanca”.

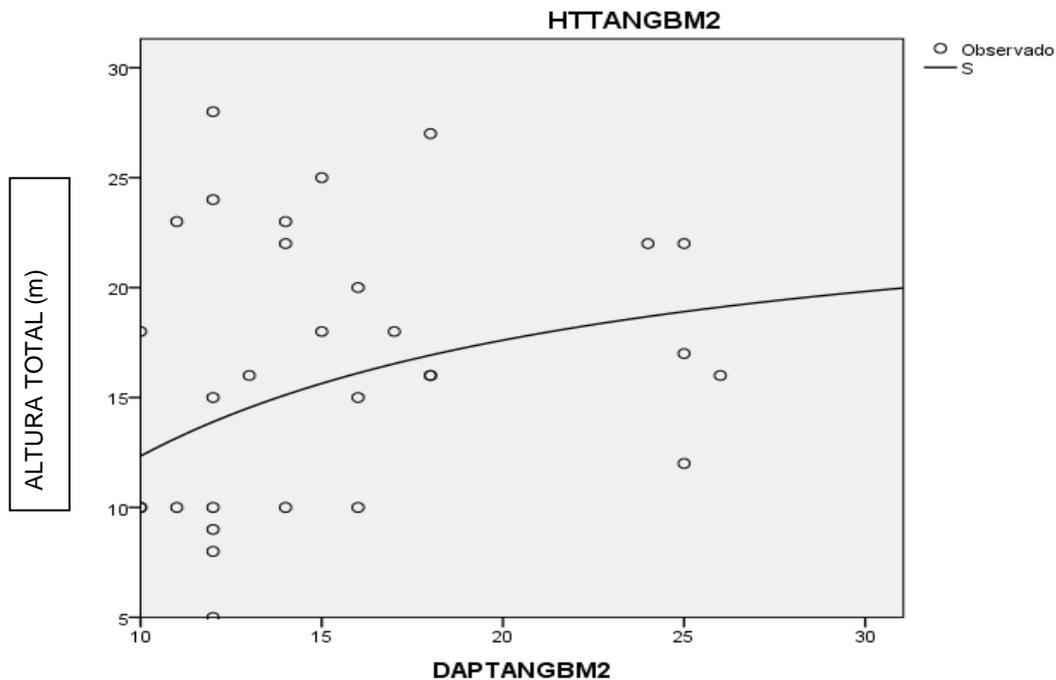


Figura 8. Relación diámetro – altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tanganrana blanca” en la Muestra 2.

C. Relación diámetro - altura total en *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca”. Muestra 3.

La relación diámetro - altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” fue evaluada en 8 modelos alométrico cuyos resultados se muestran en el Cuadro 7, donde se observa que el **cúbico** tuvo mejor ajuste a esta relación, con coeficiente de correlación $\Pi = 0,344$ que indica **regular** relación entre el diámetro y la altura total, coeficiente de determinación $R^2 = 0,118$ por tanto existe 12% de participación del diámetro en los cambios producidos en la altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca”.

Cuadro 7. Modelos alométrico usados en la relación diámetro – altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” – Muestra 3.

Modelo Alométrico	Π	R^2
Lineal	0,214	0,046
Logarítmica	0,253	0,064
Inversa	0,285	0,081
Cuadrático	0,339	0,115
Cúbica	0,344	0,118
Compuesto	0,263	0,069
Potencia	0,303	0,092
S - curva	0,336	0,113

La ecuación que presentó mayor afinidad a la relación diámetro - altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” fue la **cúbica** y servirá para las predicciones del crecimiento en altura total de las plantas de *Tachigali*

poeppigiana Tul. “tangarana blanca” a partir del diámetro de la planta, Muestra 3. La ecuación se muestra a continuación:

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

La ecuación de predicción es:

$$\hat{Y} = -7,248 + (2,895 \times t) + (-0,097 \times t^2) + (0,001 \times t^3)$$

En la figura 9 se tiene la tendencia de la ecuación seleccionada (cúbico) para la relación diámetro - altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” en la muestra 3.

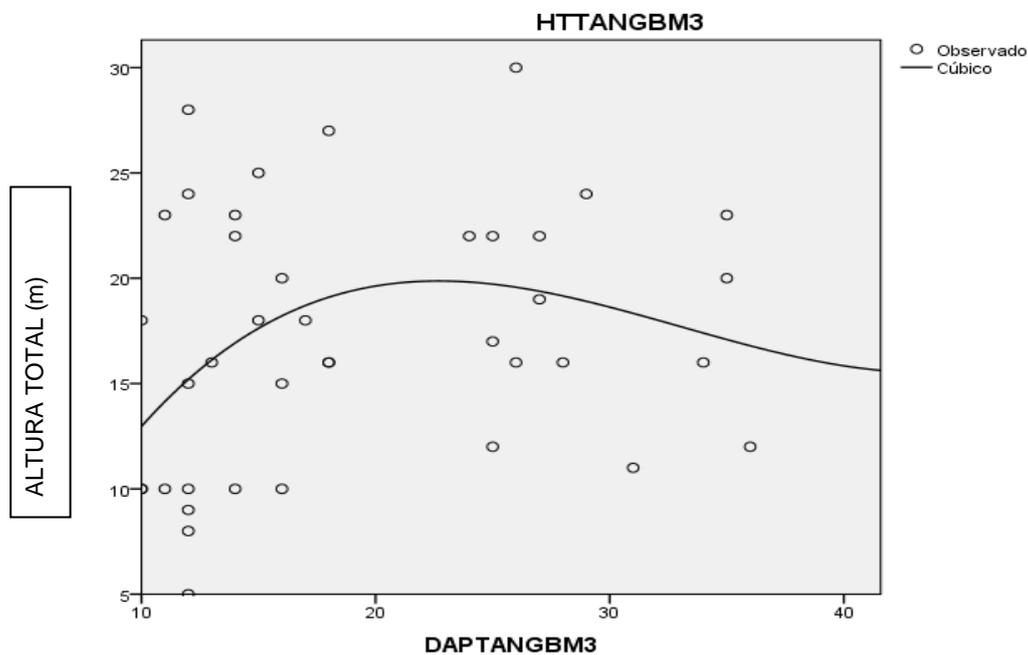


Figura 9. Relación diámetro – altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” del modelo elegido – muestra 3.

d. Relación diámetro - altura total en *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca”. Muestra 4.

En la evaluación de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” se consideraron 8 modelos alométrico de los

cuales se observó que el **S-curva** fue el que presentó mejor ajuste en la muestra 4 con coeficiente de correlación de $\Pi = 0,464$ (Cuadro 8) que indica **regular** relación entre el diámetro y la altura total, coeficiente de determinación $R^2 = 0,215$ el cual indica que existe 22% de participación del diámetro en los cambios de la altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. "tanganara blanca".

Cuadro 8. Modelos alométrico usados en la relación diámetro – altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. "tanganara blanca" – Muestra 3.

Modelo	Π	R^2
Alométrico		
Lineal	0,414	0,171
Logarítmica	0,435	0,189
Inversa	0,436	0,190
Cuadrático	0,428	0,183
Cúbica	0,429	0,184
Compuesto	0,418	0,175
Potencia	0,452	0,204
S - curva	0,464	0,215

La ecuación **S-curva** fue seleccionada para la relación diámetro - altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. "tanganara blanca" y se utilizará para realizar las predicciones del crecimiento en altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. "tanganara blanca" a partir del diámetro, Muestra 4. La ecuación de predicción es:

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

La ecuación de predicción es:

$$\hat{Y} = 2,7183 (3,211 (-6,954 / t))$$

La tendencia de la ecuación elegida (S-curva) para la predicción de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” en la muestra 4 se muestra en la Figura 10.

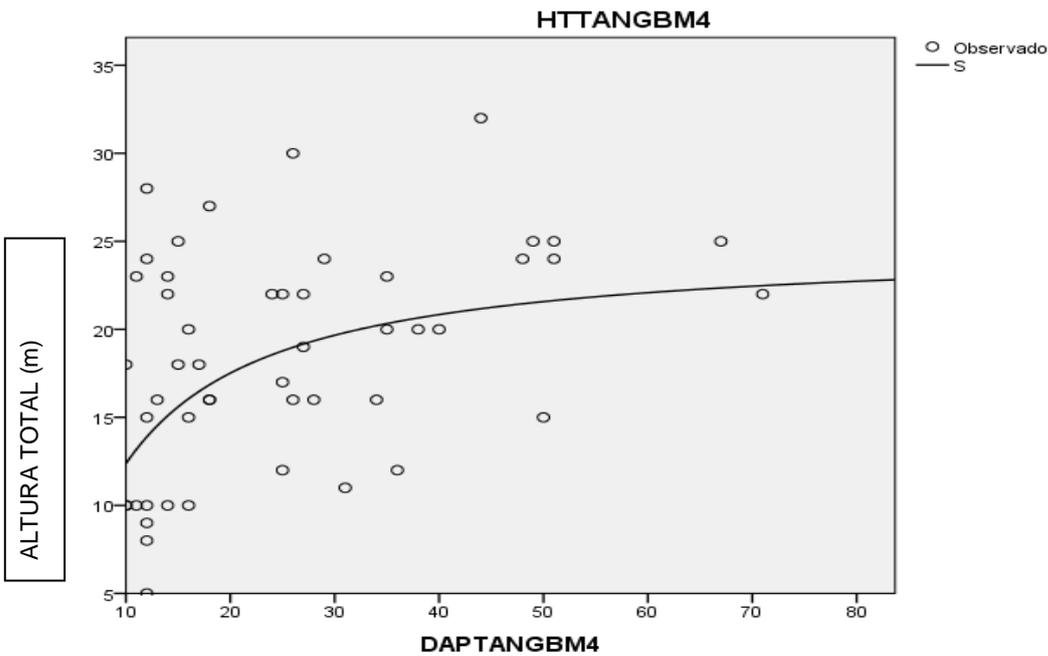


Figura 10. Relación diámetro – altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” del modelo seleccionado – muestra 4.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

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

En los resultados de las muestras de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” del Arboretum “El Huayo” se observó que se produjeron cambios estadísticos en los modelos alométrico en las diferentes muestras; finalmente fueron el **cuadrático** en la **Muestra 1**; **compuesto** en la **Muestras 2**; **cuadrático y cúbico** en la **Muestra 3** y, **cúbico** en la **Muestra 4**. El grado de relación en todas las muestras fue **regular**, sin embargo, como fue aumentando el número de individuos por muestra la afinidad entre el diámetro y la altura total fue mejorando de un coeficiente de correlación $\Pi = 0,095$ (20 individuos) a $\Pi = 0,464$ en la muestra 4 (50 individuos); por lo tanto, es posible que el tamaño de muestra sea importante para obtener ecuaciones más confiables para la predicción de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua”.

Relación entre diámetro - altura total en las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca”.

En la evaluación de las muestras utilizadas para la relación diámetro - altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” del Arboretum “El Huayo” se produjeron cambios estadísticos en los modelos alométrico probados. Los resultados indican lo siguiente, el modelo **cúbico** en la **Muestra 1** y en la **Muestra 3**; en las **Muestras 2 y 4** fue el modelo **S – curva**. El grado de relación en todas las muestras fue **regular**, sin embargo, como fue aumentando el número de individuos en las muestras se notó que la afinidad entre el diámetro y la altura total

fue aumentando de un coeficiente de correlación $\Pi = 0,095$ a $\Pi = 0,464$; Esto demuestra que es posible que el tamaño de muestra es importante para obtener resultados más confiables para la predicción de la relación diámetro - altura total en las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca”.

En otras experiencias las plantas de *Ormosia coccinea* Rudd. “huairuro” presentaron como representante al modelo alométrico **cúbico** con 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, siendo el grado de relación **Buena**.

Un modelo alométrico utilizados en la evaluación de la relación diámetro y altura comercial de las plantas de *Ocotea* sp. (Nees) Mez. “moena” indican que la ecuación que más se ajustó a esta relación es el **cúbico** donde se observó el mayor coeficiente de correlación con $\Pi = 0,354$ y mayor coeficiente de determinación $\Pi^2 = 0,125$ (Soplín, 2019, p. 29).

Chuquipiondo (2020, p. 34), indica que el modelo alométrico que se ajustó a la relación diámetro – altura comercial de las especies de la familia botánica **Meliaceae** fue la **Cúbica** (*Guarea macrophylla* M. Vahl “requia blanca”, *Trichilia euneura* C. DC. “requia colorada” y *Trichilia micrantha* Benth. “requia”) y **Cuadrática** (*Trichilia euneura* C. DC. “requia colorada”).

Según Ruiz (2019, p. 25), en un estudio con “quillobordón” se identificó que las ecuaciones que más se ajustan a la relación altura total – diámetro para las plántulas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordón” con iluminación Buena, se observó en los modelos **Cuadrático y Cúbico**; para el caso de la iluminación regular se observó en la ecuación **Potencia**; además el grado de relación entre

altura total - diámetro de las plántulas de *Aspidosperma spruceanum* "quillobordón" con iluminación buena y regular fue **Excelente**. En la relación diámetro - altura total en la Faja B₁ para las plantas de *Calycophyllum spruceanum* "capirona" con intensidad de luz buena la ecuación que más se ajustó fue la Cúbica y, con intensidad de luz regular la ecuación que más se ajustó fue **S – curva** (Canaquiri, 2020, p. 36).

Henry y Aarssen (1999, p. 82), opinan que en la asociación diámetro – altura de los árboles se observó que el diámetro se incrementa a una tasa más rápida que la altura en el proceso de crecimiento; A este respecto, Zeide y Vanderschaaf (2002, p. 461), mencionan que el diámetro de los árboles está relacionado con las variaciones en altura.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. La ecuación del modelo **cúbico** fue considerada para las predicciones de la relación diámetro - altura total en las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua”, cuya fórmula es la siguiente:

$$Y = 7,872 + (0,668 \times t) + (- 0,022 \times t^2) + (0,000 \times t^3)$$

2. La relación diámetro - altura total para las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” en las 4 muestras presentó grado **regular**.
3. El tamaño de la muestra seleccionada para la relación diámetro – altura total de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” fue la muestra de 50 árboles por tener mayor coeficiente de correlación y mayor coeficiente de determinación.
4. La ecuación para las predicciones de la relación diámetro - altura total en las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” es la **S - curva** cuya ecuación de predicción es la siguiente:

$$Y= 2,7183^{(3,211 (-6,954 / t))}$$

5. El grado de relación entre el diámetro y la altura total de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” en las 4 Muestras fue **regular**.
6. El tamaño de la muestra seleccionada para la relación diámetro - altura total en las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” fue la muestra de 50 árboles por tener mayor coeficiente de correlación y mayor coeficiente de determinación.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

1. Teniendo en cuenta los resultados se recomienda aplicar la ecuación del modelo alométrico **cúbico** para las predicciones de la relación diámetro - altura total en el crecimiento de las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua”, a continuación, se presenta la ecuación:

$$Y = 7,872 + (0,668 \times t) + (- 0,022 \times t^2) + (0,000 \times t^3)$$

2. Para las predicciones de la relación diámetro - altura total en el crecimiento de las plantas de *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca” es la **S - curva** y se presenta a continuación:

$$Y = 2,7183^{(3,211 (-6,954 / t))}$$

3. Seleccionar un mínimo de 50 individuos para la relación diámetro – altura total en las plantas de *Perebea guianensis* Aubl. “chimicua” y *Tachigali poeppigiana* Tul. “tangarana blanca”.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alves, L.F. y F.A. Santos. 2002. Tree allometry and crown shape of four tree species IN Atlantic rain forest, south-east Brazil. *J. Trop. Ecol.* 18: 245-260.
- Babilonia, J. G. 2019. “Relación altura total y diámetro de los árboles de dos familias botánicas. Puerto Almendra, Loreto, Perú”. Tesis para título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. Iquitos, Perú. 50 p.
- Beiguelman, B. 1994. Curso práctico de bioestadística. 3era. Edición. Sociedade Brasileira de genética. Brasil. 231 p.
- Brown, I.F., Martinelli, L.A., Thomas, W.W., Moreira, M.Z., Victoria, R.A. & Ferreira, C.A.C. 1995. Uncertainty in the biomass of Amazonian forests: An example from Rondônia, Brazil. *Forest Ecology and Management*, 75(1-3): 175–189.
- Canaquiri, Y. 2020. “Relación diámetro – altura total y su predicción en el crecimiento de las plantas de *Calycophyllum spruceanum* “capirona” según intensidad de luz, Puerto Almendra, Loreto, Perú - 2019”. Tesis de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales, FCF – UNAP, Iquitos. 52 p.
- Chuquipiondo M. J. A. 2020. “Asociación de variables en árboles de dos familias botánicas y proporcionalidad de individuos por especie. Arboretum “El Huayo”- Puerto Almendra, Loreto, Perú”. Tesis para título de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales. UNAP – Iquitos. 51 p.
- Chung, B. 2019. “Evaluar la asociación entre Altura total y diámetro, según intensidad de luz, de las plantas de *Calycophyllum spruceanum* “capirona” en el CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú”. Practica Pre Profesional 2 – FCF – UNAP. Iquitos. 32 p.

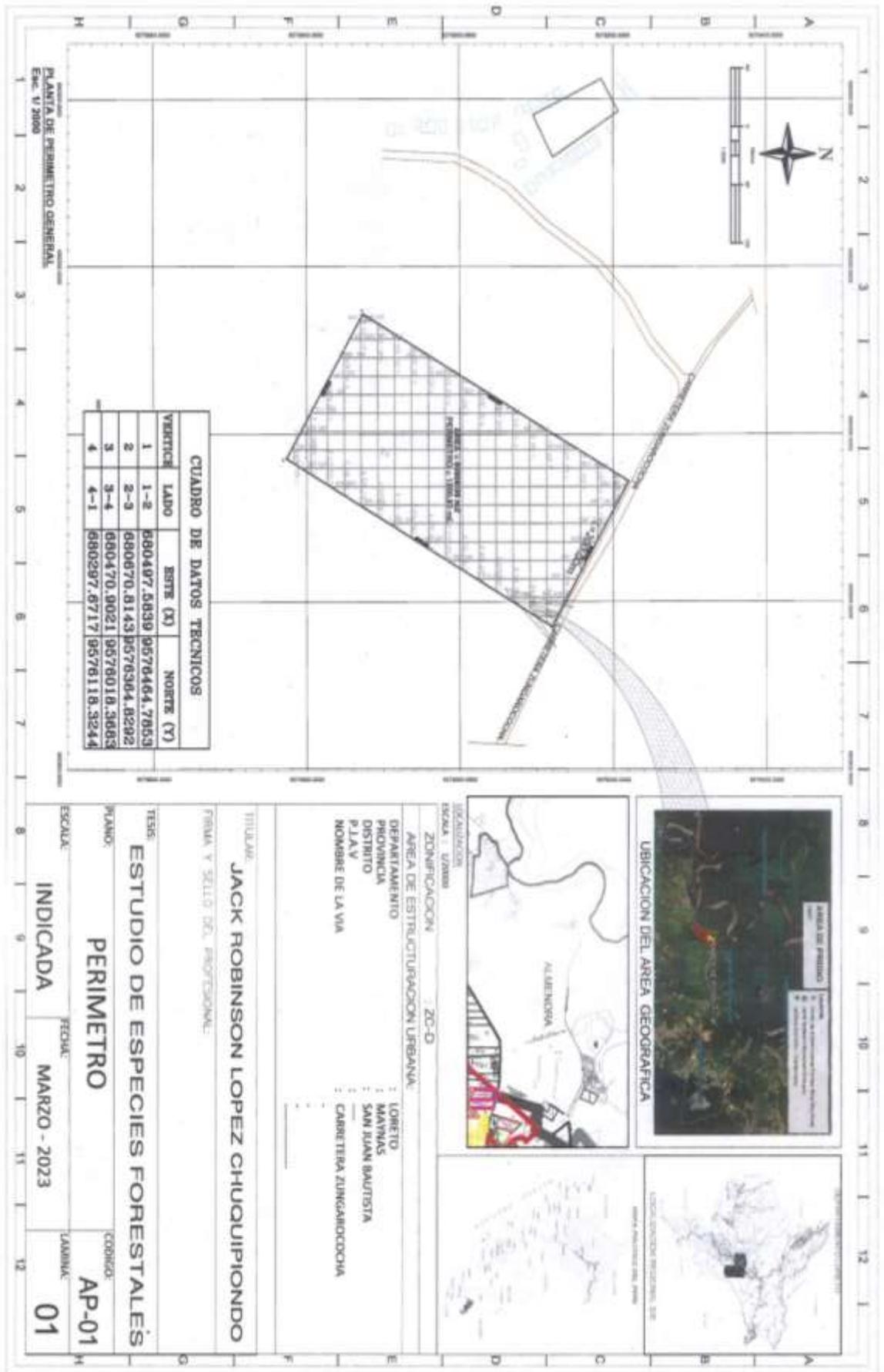
- Dávila, A. 2019. "RELACIÓN DE TRES VARIABLES EN LOS ÁRBOLES DE DOS FAMILIAS BOTÁNICAS DEL ARBORETUM "EL HUAYO" Y PROPORCIONALIDAD DE INDIVIDUOS. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ". Tesis de Ingeniero Forestal, F.C. F. – UNAP, Iquitos. 69 p.
- Deans, J.D., Moran, J. & Grace, J. 1996. Biomass relationships for tree species in regenerating semi-deciduous tropical moist forest in Cameroon. *Forest Ecology and Management*, 88(3): 215–225.
- Dietze, M.C., Wolosin, M.S. & Clark, J.S. 2008. Capturing diversity and interspecific variability in allometries: A hierarchical approach. *Forest Ecology and Management*, 256(11): 1939–1948.
- Ebuy Alipade, J., Lokombé Dimandja, J.P., Ponette, Q., Sonwa, D. & Picard, N. 2011. Biomass equation for predicting tree aboveground biomass at Yangambi, DRC. *Journal of Tropical Forest Science*, 23(2): 125–132.
- Freitas, C. 2019. "Comportamiento de dos variables en el crecimiento de los árboles de tres familias botánicas del Arboretum "El Huayo". Puerto Almendra, Loreto, Perú". Tesis de Ingeniero Forestal, FCF – UNAP, Iquitos. 52 p.
- Gálvez, G.; Sigarroa, A.; López, T.; Fernández, J. 2010. Modelación de cultivos agrícolas. Algunos ejemplos. *Cultivos Tropicales*. 31(3):60-65. [[Links](#)]
- 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.
- King, D. A. 1990. Allometry of saplings and understory trees of a Panamanian forest. *Functional Ecol.* 4: 27-32.

- Lindorf, H., L. de Parisca y P. Rodríguez. 1991. Botánica, clasificación, estructura y reproducción. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Macedo, 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. 414 p.
- Márquez, K.P. 2015. Relación altura comercial – diámetro y abundancia – clase diamétrica en los árboles de un bosque de terraza baja. Distrito Putumayo, Loreto, Perú – 2014. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal – FCF – UNAP. 63 p.
- Mora-Delgado, J. 2018. Aplicación de modelos matemáticos no lineales para la estimación de parámetros de crecimiento de *Alnus acuminata* en sistemas silvopastoriles de Roncesvalles, Tolima. En: Holguín, V.A.; García, I.I.; Mora-Delgado, J. (Eds.) Árboles y arbustos para silvopasturas. Universidad del Tolima, Ibagué. p.121-132. [[Links](#)]
- Pardé, J. & Bouchon, J. 1988. Dendrométrie. Nancy, France, ENGREF, 2nd edn. 328 pp. Picard N., Saint-André L., Henry M. 2012. Manual de construcción de ecuaciones alométricas para estimar el volumen y la biomasa de los árboles: del trabajo de campo a la predicción. Las Naciones Unidas para la
- Pérez, I. J. 2010. Potencial maderero de un bosque natural de terraza baja, con fines de manejo, cuenca del río Itaya, Loreto, Perú. 70 p.

- Picard, N.; Saint-André, L.; Henry, M. 2012. Manual de construcción de ecuaciones alométricas para estimar el volumen y la biomasa de los árboles: del trabajo de campo a la predicción. Roma, Montpellier: FAO - CIRAD. 223p. [[Links](#)]
- Ruiz, T. A. 2019. “Relación diámetro – altura total en el crecimiento de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* Benth, según intensidad de luz. CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú- 2019”. Practica Pre Profesional 2 – FCF – UNAP. Iquitos. 31 p.
- Russell, C. 1983. Nutrient cycling and productivity of native and plantation forests at Jari Florestal, Para, Brazil. Ph.D. thesis, University of Georgia, Athens, GA, USA.
- Segura, M. y H. Andrade. 2008. Como construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes. Agroforestería en las Américas N° 46. p. 89-96.
- Sing, S. 1994. Gestión Forestal con participación popular para regenerar los Bosques de la India. V 3 Unasilva-Italia 45-52 pág.
- Soplín, A. 2019. “Asociación de tres variables en las plantas de dos familias botánicas: Fabaceae y Lauraceae. Puerto Almendra, Loreto Perú”. Tesis de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. F.C. F. – UNAP, Iquitos. 61 p.
- Valderrama, H., 2002. Plan de desarrollo del jardín botánico – Arboretum el “El Huayo”. En el CIEFOR Puerto Almendra. Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonia Peruana (BIODAMAZ), Perú – Finlandia. Instituto de investigaciones de la amazonia peruana. (IIAP). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP). Iquitos, Perú. 152 p.

- Vásquez, H. G. 2016. "Asociación altura comercial - diámetro de árboles de especies comerciales de importancia ecológica, bosque colina baja. Yavarí, Loreto, Perú - 2014". Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal – FCF – UNAP. 59 p.
- Villacorta, F. M., 2012. Relación de la abundancia y estructura diamétrica en tres tipos de bosque y especies más importantes en la cuenca media del río Arabela. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales-UNAP.
- 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.

ANEXO



ANEXO 1. Mapa de ubicación del área de estudio

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos.

Parcela	N° ARBOL	ESPECIE	DAP (cm)	HT (m)
1	1			
2	2			
3	.			
.	.			
.	.			
.	.			
8	n			

Anexo 3. Compromiso de Asesor de Tesis

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

COMPROMISO Y CONFORMIDAD DEL PLAN DE TESIS

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 de Manejo Forestal y Medio Ambiente, doy mi consentimiento y me comprometo ser ASESOR, desde el inicio del Plan de Tesis hasta la culminación de la tesis: "Influencia del tamaño de muestra en la relación diámetro – altura total en plantas de dos especies forestales en bosque natural. Puerto Almendra, Loreto, Perú - 2021" del Bach. JACK ROBINSON LÓPEZ CHUQUIPIONDO, egresado de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP.

De igual manera, manifiesto haber elaborado conjuntamente con el tesista el precitado Plan de Tesis, antes mencionado y **DOY MI CONFORMIDAD** para que puedas ser presentado y continuar con la ejecución del Trabajo de Tesis.

En Fe de lo manifestado, firmo el presente documento.

Iquitos, 25 de julio de 2021



ING. JORGE ELIAS ALVÁN RUIZ, Dr.
Docente Principal – UNAP – Asesor

Arch.

Anexo 4. BASE DE DATOS

N°	Nombre Común	Nombre Científico	DAP	H_T
1	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	10	10
2	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	10	10
3	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	10	18
4	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	11	10
5	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	11	23
6	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	12	15
7	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	12	5
8	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	12	10
9	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	12	9
10	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	12	8
11	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	12	24
12	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	12	28
13	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	13	16
14	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	14	10
15	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	14	23
16	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	14	22
17	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	15	25
18	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	15	18
19	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	16	20
20	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	16	10
21	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	16	15
22	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	17	18
23	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	18	27
24	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	18	16
25	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	18	16

26	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	24	22
27	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	25	12
28	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	25	22
29	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	25	17
30	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	26	16
31	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	26	30
32	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	27	22
33	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	27	19
34	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	28	16
35	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	29	24
36	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	31	11
37	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	34	16
38	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	35	23
39	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	35	20
40	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	36	12
41	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	38	20
42	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	40	20
43	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	44	32
44	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	48	24
45	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	49	25
46	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	50	15
47	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	51	24
48	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	51	25
49	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	67	25
50	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	71	22
51	Tangarana blanca	Tachigali poeppigiana Tul.	89	20

N°	Nombre Común	Nombre científico	DAP	H_T
1	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	10	12
2	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	10	13
3	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	10	15
4	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	11	8
5	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	11	23
6	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	11	13
7	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	12	11
8	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	12	10
9	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	12	7
10	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	12	9
11	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	12	25
12	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	13	9
13	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	13	8
14	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	13	18
15	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	13	13
16	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	14	12
17	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	14	19
18	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	14	20
19	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	15	7
20	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	15	19
21	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	16	11
22	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	16	8
23	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	16	11
24	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	16	15
25	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	18	16
26	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	18	13
27	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	18	19

28	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	18	18
29	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	19	15
30	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	19	12
31	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	19	26
32	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	20	20
33	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	20	20
34	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	20	15
35	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	21	9
36	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	21	16
37	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	22	10
38	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	23	24
39	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	24	17
40	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	24	20
41	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	25	10
42	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	27	19
43	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	27	16
44	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	27	19
45	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	28	15
46	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	30	18
47	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	31	21
48	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	32	20
49	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	38	25
50	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	38	22
51	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	43	16
52	"chimicua"	<i>Perebea guianensis</i>	54	22