



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE
BOSQUES TROPICALES

TESIS

**“INFLUENCIA DE LA MUESTRA EN LA RELACIÓN DIÁMETRO-ALTURA
TOTAL EN LAS PLANTAS DE *Tapirira retusa* Ducke EN BOSQUE
NATURAL, PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ - 2023”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES

PRESENTADO POR:

NORY AITANA RAMIREZ GALLARDO

ASESOR:

Ing. JORGE ELIAS ALVÁN RUIZ, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2024



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 068-CCGyT-FCF-UNAP-2024

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 11 días del mes de diciembre del 2024, a horas 08:00 a.m., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis: "INFLUENCIA DE LA MUESTRA EN LA RELACIÓN DIÁMETRO-ALTURA TOTAL EN LAS PLANTAS DE *Tapirira retusa* Ducke EN BOSQUE NATURAL, PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ - 2023", aprobado con R.D. N° 0400-2023-FCF-UNAP, presentado por la bachiller, NORY AITANA RAMIREZ GALLARDO, para optar el Título Profesional de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 0341-2024-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Ronald Burga Alvarado, Dr.	:	Presidente
Ing. José Luis Padilla Castro, Dr.	:	Miembro
Ing. Jorge Solignac Ruiz, M.Sc.	:	Miembro

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

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

La sustentación pública y la tesis han sido: aprobadas con la calificación de bueno.

Estando la bachiller apta para obtener el Título Profesional de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales.

Siendo las 09:40 Se dio por terminado el acto académico


Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Presidente


Ing. JOSÉ LUIS PADILLA CASTRO, Dr.
Miembro


Ing. JORGE SOLIGNAC RUIZ, M.Sc.
Miembro


Ing. JORGE ELÍAS ALVÁN RUIZ, Dr.
Asesor

Conservar los bosques beneficia a la humanidad ¡No lo destruyas!

Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú
www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: 065-225303

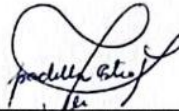
**"INFLUENCIA DE LA MUESTRA EN LA RELACIÓN DIÁMETRO-ALTURA
TOTAL EN LAS PLANTAS DE *Tapirira retusa* DUCKE EN BOSQUE
NATURAL, PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ - 2023".**

Aprobado el día 11 de diciembre del 2024 según Acta de Sustentación N° 068

MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR



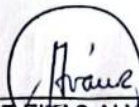
Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
C.I.P. 45725
Presidente



Ing. JOSÉ LUIS PADILLA CASTRO, Dr.
C.I.P. 31141
Miembro



Ing. JORGE SOLIGNAC RUIZ, M.Sc.
C.I.P. 113740
Miembro



Ing. JORGE ELÍAS ALVÁN RUIZ, Dr.
C.I.P. 28387
Asesor

NORY AITANA RAMIREZ GALLARDO

FCF_TESIS_RAMIREZ GALLARDO.pdf

16-20DIC

16-20DIC

Universidad Nacional De La Amazonia Peruana

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::20208:418615830

Fecha de entrega

24 dic 2024, 9:38 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

26 dic 2024, 10:51 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

FCF_TESIS_RAMIREZ GALLARDO NORY AITANA.pdf

Tamaño de archivo

335.3 KB

30 Páginas

5,310 Palabras

27,709 Caracteres



Página 2 of 34 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::20208:418615830

34% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 33% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 13% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mi familia con mucho cariño y amor a mis padres Horacio y Bertha por su apoyo en todo momento, por enseñarme lo valioso de la vida, a siempre luchar y jamás darme por rendida ante cualquier obstáculo que se pueda presentar.

A mis hermanos por la comprensión y cariño, por sus consejos que siempre me han sabido guiar, por siempre estar ahí conmigo en todo momento alentándome a seguir adelante.

A mi enamorado por su aliento y compañía en mis desvelos dándome ánimos, a no rendirme en este proceso de elaboración de este proyecto de trabajo de tesis.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud y sincero reconocimiento:

En primer lugar, agradecer a Dios por haberme permitido lograr satisfactoriamente el desarrollo de este trabajo de investigación, por haberme proporcionado buena salud, darme las fuerzas necesarias y el entusiasmo para poder cumplir con el objetivo de este trabajo realizado.

A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, facultad de ciencias forestales, escuela de ingeniería en ecología de bosques tropicales, por haberme acogido durante toda mi instancia, por brindarme buenos docentes lo cuales me brindaron sus conocimientos que hoy me forjan como buena profesional.

A mi asesor Ing. Jorge Elías Alvan Ruiz, por su comprensión y apoyo incondicional en el asesoramiento durante la elaboración del presente trabajo.

A mis padres y hermanos que siempre estuvieron en todo momento brindándome sus apoyos en todo este proceso de elaboración de mi proyecto de tesis.

INDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
FIRMA DE JURADOS	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TÓRICO	2
1.2. Antecedentes	2
1.2. Bases teóricas	4
1.3. Definición de términos básicos.	7
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	9
2.1. Formulación de la hipótesis	9
2.2. Variables y su operacionalización	9
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	10
3.1. Diseño metodológico	10
3.2. Diseño muestral	10
3.3. Procedimiento de recolección de datos	10
3.4. Procesamiento y análisis de datos	13
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	15
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	25
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	27
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	28
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	29
ANEXOS	36

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Título	Pág.
1	Evaluación alométrico del diámetro – altura total de los árboles de <i>Tapirira retusa</i> Ducke en bosque natural. Muestra 1.	15
2	Evaluación alométrico del diámetro – altura total de los árboles de <i>Tapirira retusa</i> Ducke en bosque natural. Muestra 2.	18
3	Evaluación alométrico del diámetro – altura total de los árboles de <i>Tapirira retusa</i> Ducke en bosque natural. Muestra 3.	21

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Título	Pág.
1	Árbol de <i>Tapirira retusa</i> Ducke del Arboretum “El Huayo”.	11
2	Medición del diámetro del árbol de <i>Tapirira retusa</i> Ducke	12
3	Medición de la altura total del árbol de <i>Tapirira retusa</i> Ducke.	12
4	Tendencia de los modelos alométricos en la relación diámetro – altura total en los árboles de <i>Tapirira retusa</i> Ducke en bosque natural. Muestra 1.	16
5	Tendencia de la ecuación de predicción de la relación diámetro – altura total en árboles de <i>Tapirira retusa</i> Ducke en bosque natural. Muestra 1.	17
6	Tendencia de los modelos alométricos en la relación diámetro – altura total en los árboles de <i>Tapirira retusa</i> Ducke en bosque natural. Muestra 2.	19
7	Tendencia de la ecuación de predicción de la relación diámetro – altura total en árboles de <i>Tapirira retusa</i> Ducke en bosque natural. Muestra 2.	20
8	Tendencia de los modelos alométricos en la relación diámetro – altura total en los árboles de <i>Tapirira retusa</i> Ducke en bosque natural. Muestra 3.	23
9	Tendencia de la ecuación de predicción de la relación diámetro – altura total en árboles de <i>Tapirira retusa</i> Ducke en bosque natural. Muestra 3.	24
10	Mapa de ubicación del área de estudio.	37

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la influencia de la muestra en la relación diámetro-altura total en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural, Puerto Almendra, Loreto, Perú – 2023. Se utilizaron los datos de diámetro y altura total de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke con $dap \geq 10$ cm del Arboretum “El Huayo” - UNAP; se aplicaron la muestra 1 (M_1) con 9 clases diamétrica; muestra 2 (M_2) con 30 datos elegidos al azar y la Muestra 3 (M_3) como Muestra representativa con 32 datos. En el resultado se observó que la muestra 1 tuvo mayor influencia en la relación diámetro – altura total para los árboles de *Tapirira retusa* Ducke donde el modelo alométrico de mejor ajuste fue el **cúbico** con coeficiente de correlación $\Pi = 0,936$ que indica grado de relación **excelente** y con 88% de variaciones comunes entre el diámetro y la altura total de la especie en estudio; la ecuación de predicción elegida fue: $Y = -29,216 + (5,632 \cdot X) + (-0,196 \cdot X^2) + (0,002 \cdot X^3)$.

Palabras clave: Especie, modelos alométricos, muestra, ecuación.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the influence of the sample on the diameter-total height relationship in *Tapirira retusa* Ducke trees in natural forest, Puerto Almendra, Loreto, Peru - 2023. The diameter and total height data of the trees were used. of *Tapirira retusa* Ducke with DAP \geq 10 cm from the "El Huayo" Arboretum - UNAP; Sample 1 (M1) with 9 diameter classes were applied; sample 2 (M2) with 30 data chosen at random and Sample 3 (M3) as a representative sample with 32 data. In the result, it was observed that sample 1 had the greatest influence on the diameter - total height relationship for the *Tapirira retusa* Ducke trees where the allometric model with the best fit was the cubic one with a correlation coefficient $\Pi = 0,936$, which indicates an excellent degree of relationship and with 88% of common variations between the diameter and total height of the species under study; The prediction equation chosen was: $Y = -29.216 + (5.632 \cdot X) + (-0.196 \cdot X^2) + (0.002 \cdot X^3)$.

Keywords: Species, allometric models, sample, equation.

INTRODUCCIÓN

El análisis y evaluación de los bosques desempeña un papel fundamental en la determinación del uso sostenible de los recursos naturales, lo que contribuye a la conservación de la biodiversidad presente en los ecosistemas del bosque húmedo tropical. Este enfoque busca, además, mejorar la calidad de vida de las comunidades amazónicas (Pérez, 2010, p. 13).

En términos prácticos, cuando se utiliza el diámetro a la altura del pecho (DAP) como variable principal, una estrategia empírica consiste en seleccionar un número constante de árboles por clase de área basal. Este método asegura una representación más precisa de los árboles de mayor diámetro (CTFT, 1989, p. 256). Asimismo, se ha establecido que las relaciones entre las variables en las plantas derivan del desarrollo ontogénico de los individuos, el cual es uniforme entre ellos. De este modo, las proporciones entre altura y diámetro, tamaño de la copa y diámetro, así como entre biomasa y diámetro, responden a una regla común para todos los árboles que se desarrollan bajo las mismas condiciones ambientales, independientemente de su tamaño (Dietze *et al.*, 2008, p. 1943).

En este contexto, el objetivo principal de la investigación fue determinar si la relación diámetro-altura total en las plantas de *Tapirira retusa* Ducke difiere en función del tipo de muestra, tomando como caso de estudio el bosque natural de Puerto Almendra, Loreto, Perú, en el año 2023.

CAPÍTULO I: MARCO TÓRICO

1.2. Antecedentes

En el año 2018, se llevó a cabo un estudio cuantitativo y correlacional que incluyó como población a todos los árboles con un DAP igual o superior a 10 cm pertenecientes a seis especies de las familias Lecythidaceae y Myristicaceae en el arboreto “El Huayo”. Dicho análisis determinó que el modelo alométrico que mejor describió la relación entre la altura total y el diámetro de los árboles evaluados fue el modelo de potencia, evidenciándose una relación excelente entre estas variables (Babilonia, 2018, p. 26).

Por su parte, un estudio previo identificó que la ecuación exponencial era la que mejor se ajustaba a la relación diámetro-altura total en tres tipos de bosque del área de estudio. Los estadísticos de ajuste, como el coeficiente de correlación (r) y el coeficiente de determinación (R^2), señalaron que el bosque húmedo de terraza alta presentó el mayor coeficiente de determinación (0,89), mientras que el bosque húmedo de colina baja registró el menor valor (0,85) (Villacorta, 2012, p. 73).

De manera similar, una investigación centrada en las especies *Protium crassipetalum* Cuatrec. (“copal blanco”) y *Protium hebetatum* Daly (“copal colorado”) determinó que la ecuación cúbica ofrecía el mejor ajuste en la relación diámetro-altura total (Flores, 2021, p. 21). Además, se encontró que el modelo alométrico de potencia fue el más adecuado para describir la relación entre la altura total y el diámetro de los árboles de las familias Moraceae, Rubiaceae y Annonaceae, mostrando una relación excelente entre estas variables (Freitas, 2019, p. 31).

En el caso del crecimiento de *Calycophyllum spruceanum* (“capirona”) en plantaciones, tanto en condiciones de buena como de regular intensidad de luz, el modelo cúbico se identificó como el mejor para describir la relación diámetro-altura total, con un grado de asociación calificado como bueno (Canaquiri, 2020, p. 36).

Asimismo, para las familias Chrysobalanaceae y Clusiaceae, el modelo cúbico mostró el mejor ajuste, con un nivel de asociación considerado bueno (Dávila, 2019, p. 48).

En relación a las familias botánicas Fabaceae y Lauraceae, se identificó que el modelo alométrico cúbico fue el que mejor se ajustó a la asociación entre la altura total y el diámetro de las plantas evaluadas. En el caso de la familia Fabaceae, la relación entre las variables se calificó como buena, mientras que para la familia Lauraceae varió entre regular y excelente (Soplin, 2019, p. 44).

En un estudio realizado sobre *Guarea macrophylla* M. Vahl. (“requia blanca”) en un bosque natural, se determinó que el modelo de potencia era el que mejor describía la relación diámetro-altura total en las tres muestras analizadas, con un grado de asociación excelente (García, 2022, p. 22). Asimismo, para *Perebea guianensis* Aubl. (“chimicua”), el tamaño de muestra óptimo, que incluyó 50 árboles, presentó los mayores valores de coeficiente de correlación y coeficiente de determinación. Por otro lado, en el análisis de la asociación diámetro-altura total en *Guatteria elata* R.E.Fr. (“carahuasca”) en bosque natural, el modelo alométrico cúbico ofreció el mejor ajuste en las tres muestras evaluadas (López, 2023, p. 34).

Por último, en el caso de *Guarea macrophylla* M. Vahl. (“requia blanca”), se confirmó que el modelo de potencia fue el más adecuado para describir la relación diámetro-altura total en cuatro grupos de muestras con tamaños de 20, 30, 40 y 66 individuos, sin considerar clases específicas. En todas las muestras evaluadas, se evidenció una excelente asociación entre las variables estudiadas (Vásquez, 2022, p. 25).

1.2. Bases teóricas

Las alometrías presentan variaciones significativas entre diferentes grupos funcionales, lo que evidencia asociaciones específicas entre las relaciones alométricas y características como la tolerancia a la luz y la altura máxima alcanzable por las especies. Este hallazgo ha permitido el desarrollo de prototipos para distintos grupos ecológicos, los cuales pueden utilizarse para identificar patrones generales de crecimiento y mejorar las predicciones sobre el desarrollo de los bosques (Delgado *et al.*, 2005, p. 8).

La alometría se constituye como una herramienta analítica clave para establecer relaciones entre características físicas y biológicas de las especies forestales, permitiendo prever su comportamiento futuro. Este enfoque resulta particularmente útil para investigadores y gestores que trabajan en la planificación de sistemas intensivos de manejo y aprovechamiento de los recursos naturales (King, 1990, p. 27).

El diámetro a la altura del pecho (DAP) se identifica como una variable explicativa significativa de las variaciones en la altura de los árboles. Por esta razón, la relación alométrica entre el DAP y la altura es ampliamente utilizada en estudios sobre la dinámica del crecimiento forestal (Zeide y Vanderschaaf,

2002, p. 463). Además, las medidas morfométricas de los árboles están interrelacionadas, generando relaciones alométricas que permiten expresar proporcionalmente el desarrollo de una parte del organismo en función de otra (Mora-Delgado, 2018, p. 128).

La evaluación de modelos alométricos puede realizarse a través de indicadores como 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, en particular, mide la proporción de la variabilidad de la variable dependiente explicada por la independiente o por el modelo en su conjunto (Di Rienzo *et al.*, 2001, p. 156).

No obstante, las relaciones alométricas no siempre pueden predecirse únicamente a partir del tamaño de los árboles adultos y su posición en el dosel. Estas variaciones pueden estar relacionadas con respuestas diferenciadas a factores como la disponibilidad de luz y los rasgos demográficos de las especies (Alves y Santos, 2002, p. 245). Asimismo, variables dasométricas como la altura, el diámetro y el volumen suelen seguir patrones de crecimiento descritos por curvas logísticas, las cuales se representan mediante ecuaciones matemáticas específicas (Ramírez y Zepeda, 1994, p. 12).

En general, el desarrollo de especies animales y vegetales se modela exitosamente mediante ecuaciones lineales o exponenciales. Estas ecuaciones son capaces de simular procesos físicos, químicos o biológicos, y permiten comprender cómo y por qué se generan ciertas respuestas particulares. En este sentido, muchos modelos de crecimiento de cultivos, y en particular de biomasa arbustiva, utilizan dichas ecuaciones para estimar parámetros clave

como la biomasa sin necesidad de cosechar las plantas (Santiago-García, 2016, p. 102; Gálvez *et al.*, 2010, p. 63; Riofrío *et al.*, 2013, p. 9).

Los estudios sobre la composición florística y la estructura del bosque pueden realizarse tanto en áreas extensas como en parcelas de muestreo específicas (Lamprecht, 1990, p. 173). Sin embargo, los modelos de biomasa suelen basarse en un menor número de observaciones en comparación con los modelos de volumen. Por ejemplo, en algunos casos, se han desarrollado modelos de biomasa a partir de tan solo 8 árboles en Brasil (Brown *et al.*, 1995), 12 árboles en la República Democrática del Congo (Ebuy Alipade *et al.*, 2011, p. 128), 14 árboles en otros estudios (Deans *et al.*, 1996, p. 221) y 15 árboles en trabajos previos (Russell, 1983, p. 236).

1.3. Definición de términos básicos.

Bosques: Se definen como cualquier área cubierta por árboles, independientemente de su estado reproductivo. Estos pueden encontrarse en su condición natural o en plantaciones establecidas por intervención humana (Malleux, 1982, p. 114).

Árboles: Son plantas perennes de madera que poseen un fuste definido y una copa diferenciada, lo que les otorga características estructurales únicas (Lindorf *et al.*, 1991, p. 18).

Alometría: Constituye una herramienta fundamental que permite estimar el crecimiento de una variable de una planta en función del desarrollo de otra, facilitando análisis predictivos (Archibald & Bond, 2003, p. 9).

Modelo alométrico: Se refiere a ecuaciones matemáticas diseñadas para estimar parámetros biológicos o estructurales de las plantas (Segura y Andrade, 2008, p. 93).

Muestreo: Es el proceso de seleccionar y obtener muestras representativas de una población, con el propósito de caracterizar sus principales atributos. Además, se considera una herramienta esencial en la investigación científica (Macedo, 2012, p. 14).

Altura de la planta: Corresponde a la medición de la planta desde la base del tronco hasta el extremo apical de su parte aérea, como en el caso de las plántulas (Chávez y Huaya, 1997, p. 86).

Diámetro de la planta: Se mide en el tallo de la planta, tomando como referencia el nivel del suelo, donde se marca un punto para facilitar mediciones consistentes en evaluaciones futuras (García, 2019, p. 13).

Relación diámetro-altura total: Es una herramienta clave para la estimación de la altura total de un árbol a partir de la medición de su diámetro, utilizada ampliamente en estudios forestales (Zeide y Vanderschaaf, 2002, p. 461).

Grado de relación: Representa una categoría que describe la magnitud y la dirección de la asociación entre dos variables, basada en el valor obtenido del coeficiente de correlación (Freese, 1970, p. 123).

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

La relación entre el diámetro y la altura total de las plantas de *Tapirira retusa* Ducke en un bosque natural ubicado en Puerto Almendra, Loreto, Perú, está influenciada por el tipo de muestra utilizada en el estudio, según análisis realizados durante el año 2023.

2.2. Variables y su operacionalización

Variable Independiente (X)	Definición	Tipo por su naturaleza.	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
Tipo de muestra	Es el grupo de individuos del material de estudio con característica determinada.	Cuantitativa y analítica	Muestra 1. Se utilizará ≥ 8 clases diamétrica; Muestra 2. Sin clase diamétrica; Muestra 3. Muestra representativa.	Razón	Registro de datos de las 3 muestras del estudio.
V. Dependiente (Y)					
Relación – diámetro – altura total en las plantas de <i>Tapirira retusa</i> Ducke	Se refiere a la correlación o grado de relación que puede existir entre el diámetro y la altura total en las plantas de <i>Tapirira retusa</i> Ducke.	Cuantitativa y correlacional.	Obtener el grado de relación diámetro – altura total por tipo de muestra.	Razón	Presentar la ecuación de predicción de la relación en estudio por tipo de muestra.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

El tipo y diseño del estudio fue cuantitativo - correlacional, teniendo en cuenta que se registraron el diámetro y altura total de las plantas de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural – Arboretum “El Huayo” – FCF - UNAP.

3.2. Diseño muestral

Población y muestra

La **población** estuvo conformada por todos los árboles de *Tapirira retusa* Ducke del bosque de terraza media perteneciente a las ocho primeras parcelas del Arboretum “El Huayo” y, las **muestras** que se utilizaron para demostrar la influencia de ellas en la relación diámetro – altura total para los árboles de *Tapirira retusa* Ducke con DAP ≥ 10 cm de la misma área de la población; en la muestra 1 se utilizaron clases diamétrica con amplitud de 3, de acuerdo con los datos fueron 9; la muestra 2 fue sin clase diamétrica con 30 individuos elegidos al azar del total que fueron 38 individuos y, la muestra 3 fue la representativa con 32 individuos que se determinó aplicando los procedimientos estadísticos y posteriormente fueron elegidos al azar del total de datos.

3.3. Procedimiento de recolección de datos

La información fue registrada utilizando un formato específico, detallado en el anexo correspondiente.

Descripción del formato de campo:

Número de orden: Se asignaron números enteros consecutivos, comenzando desde 1 hasta 8.

Nombre de la especie: Se identificaron los árboles de *Tapirira retusa* Ducke mediante su nombre común y/o su denominación taxonómica, en concordancia con la base de datos del Arboretum "El Huayo".



Figura 1. Árbol de *Tapirira retusa* Ducke del Arboretum "El Huayo".

La medición del diámetro de los árboles se realizó a la altura del pecho (DAP), equivalente a 1,30 metros desde el nivel del suelo. Para clasificar los árboles con un DAP igual o superior a 10 cm, se empleó una forcípula de metal graduada, la cual permite registrar medidas con una precisión de hasta un centímetro. Esta herramienta fue posicionada de manera sistemática en dirección opuesta a la pendiente del terreno, garantizando la uniformidad en los procedimientos.



Figura 2. Medición del diámetro del árbol de *Tapirira retusa* Ducke.

La determinación de la altura total consistió en medir la distancia desde el nivel del suelo hasta el punto más alto de la copa del árbol. Este proceso se realizó con una aproximación de un metro, empleando como herramienta principal un clinómetro, lo que garantizó la obtención de datos precisos y uniformes.



Figura 3. Medición de la altura total del árbol de *Tapirira retusa* Ducke.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Se tuvo en cuenta el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total de cada uno de los árboles de la especie evaluada; se consideró como muestra 1 a los datos distribuidos en 9 clases diamétrica que para el procesamiento de datos se utilizó la media aritmética de cada una de las clases diamétricas tanto del diámetro como de la altura total del individuo; en la muestra 2 no se utilizó clases diamétrica sino se eligió 30 individuos al azar del total de individuos registrados en el estudio que fueron 38; para la muestra 3 que fue considerada como muestra representativa también se utilizó inicialmente una muestra piloto de 30 individuos elegidos al azar del total de individuos registrados en la toma de datos luego se realizó el procedimiento estadístico para determinar el número de individuos para la muestra 3 la misma que fue de 32 individuos, estos individuos fueron elegidos al azar utilizando todos los individuos registrados para este estudio. Posteriormente se efectuó la relación diámetro – altura total para los árboles de *Tapirira retusa* Ducke para cada una de las muestras planteadas en el estudio, se probaron los modelos alométricos Lineal, Logaritmica, Inversa, Cuadratica, Cubica, Compuesta, Potencia, S-curva, Crecimiento, Exponencial y Logístico que sirvió para definir la relación entre las dos variables de estudio; también se aplicó el coeficiente de correlación para determinar el grado de relación entre el diámetro y la altura total y se utilizó además la siguiente tabla:

Valor de “ Π ” (+ 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

Donde : “ Π ” = coeficiente de correlación

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

y, además, se aplicó el coeficiente de determinación para evaluar el grado de influencia de la variable independiente, representada por el diámetro, sobre las variaciones de la variable dependiente, que corresponde a la altura total.

Se utilizaron los programas IBM SPSS Statistics 23 y Microsoft Excel, asegurando precisión en los resultados obtenidos.

A continuación, se mencionan a los modelos alométrico con sus respectivas ecuaciones generales:

Nº	MODELOS ALOMÉTRICOS	ECUACIONES
1	Lineal	$Y = b_0 + (b_1 \cdot X)$
2	Logarítmica	$Y = b_0 + (b_1 \cdot \ln(X))$
3	Inversa	$Y = b_0 + (b_1 / X)$
4	Cuadrática	$Y = b_0 + (b_1 \cdot X) + (b_2 \cdot X^2)$
5	Cubica	$Y = b_0 + (b_1 \cdot X) + (b_2 \cdot X^2) + (b_3 \cdot X^3)$
6	Compuesta	$Y = b_0 \cdot (b_1^X)$
7	Potencial	$Y = b_0 \cdot (t^{b_1})$
8	S-curva	$Y = e^{(b_0 \cdot (b_1 / X))}$
9	Crecimiento	$Y = e^{(b_0 \cdot (b_1 \cdot X))}$
10	Exponencial	$Y = b_0 (e^{(b_1 \cdot X)})$
11	Logística	$Y = 1 / (1/u + b_0 \cdot (b_1^X))$

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Relación diámetro – altura total para los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural. Muestra 1.

Fue evaluado la relación diámetro – altura total para los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural en la muestra 1 que utilizó **clases diamétrica** cuyos resultados se observan en el cuadro 1, donde el modelo alométrico cúbico fue el que mejor ajuste presentó en la relación estudiada con coeficiente de correlación $\Pi = 0,936$ el cual indica **excelente** grado de relación entre el diámetro y la altura total en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural de terraza media; el coeficiente de determinación que fue $R^2 = 0,876$ que representa 88% de participación del diámetro en los cambios producidos en la altura total en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural.

Cuadro 1. Evaluación alométrico del diámetro – altura total de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural. Muestra 1.

Resultados por Modelo Alométrico		
	Coef. de Correlación (Π)	Coef. de Determinación (R^2)
LINEAL	0,576	0,332
LOGARITMICA	0,694	0,482
INVERSA	0,788	0,621
CUADRATICA	0,706	0,499
CUBICA	0,936	0,876
COMPUESTA	0,575	0,331
POTENCIAL	0,706	0,499
S-CURVA	0,812	0,660
CRECIMIENTO	0,575	0,331
EXPONENCIAL	0,575	0,331
LOGISTICA	0,575	0,331

Además, se observa en el cuadro 1 que el modelo alométrico S-curva es el que está más próximo al modelo alométrico de *mejor* ajuste en la relación evaluada; los demás modelos presentan menor afinidad entre las dos variables estudiadas de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural.

Para observar la tendencia de los modelos alométricos probados, se consigna en la figura 4.

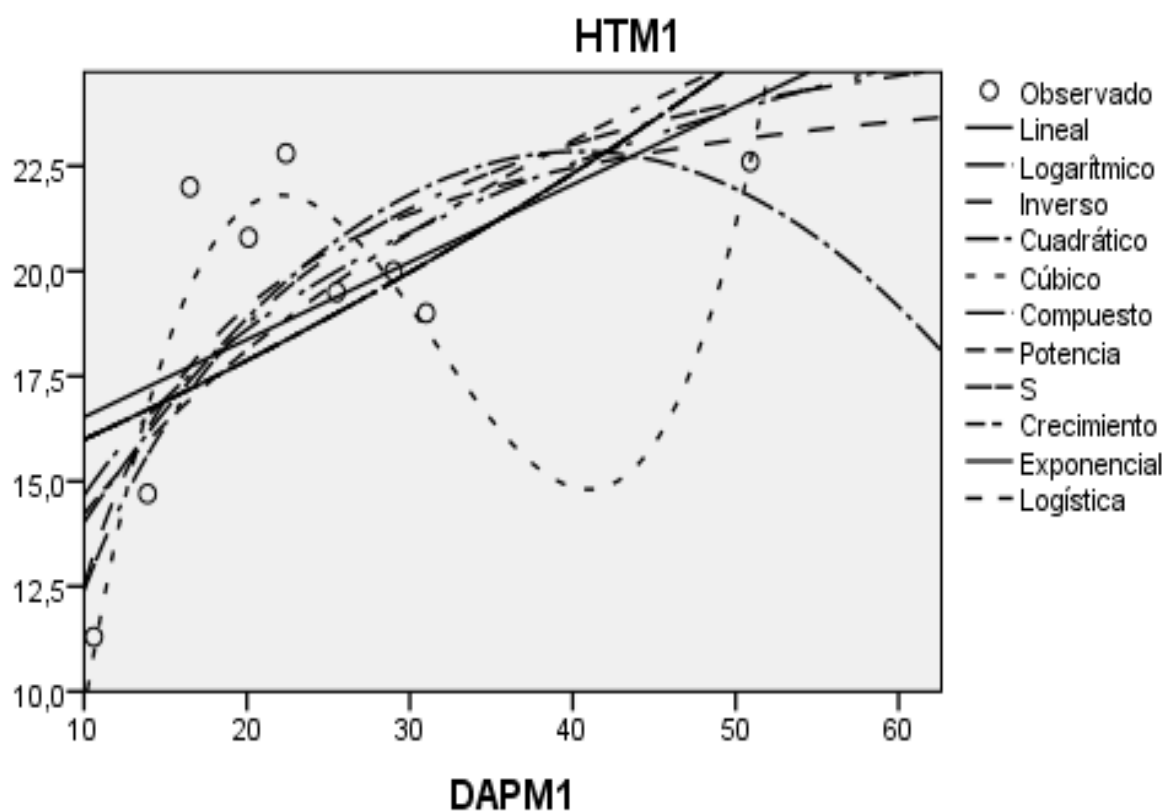


Figura 4. Tendencia de los modelos alométricos en la relación diámetro – altura total en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural. Muestra 1.

Con respecto a la ecuación de predicción para la relación diámetro – altura total en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural para la muestra 1 se

utilizó como base a la ecuación del modelo alométrico cúbico tal como se aprecia a continuación:

$$Y = b_0 + (b_1 \cdot X) + (b_2 \cdot X^2) + (b_3 \cdot X^3)$$

Las constantes obtenidas en el estudio de la relación diámetro – altura total en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural de la muestra 1, se consigna a continuación:

Modelo alométrico	Constantes			
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
Cúbico	-29,216	5,632	-0,196	0,002

Reemplazando en la ecuación base se obtiene la Ecuación de predicción de la relación estudiada:

$$Y = -29,216 + (5,632 \cdot X) + (-0,196 \cdot X^2) + (0,002 \cdot X^3)$$

Gráficamente, se consigna a continuación (figura 5).

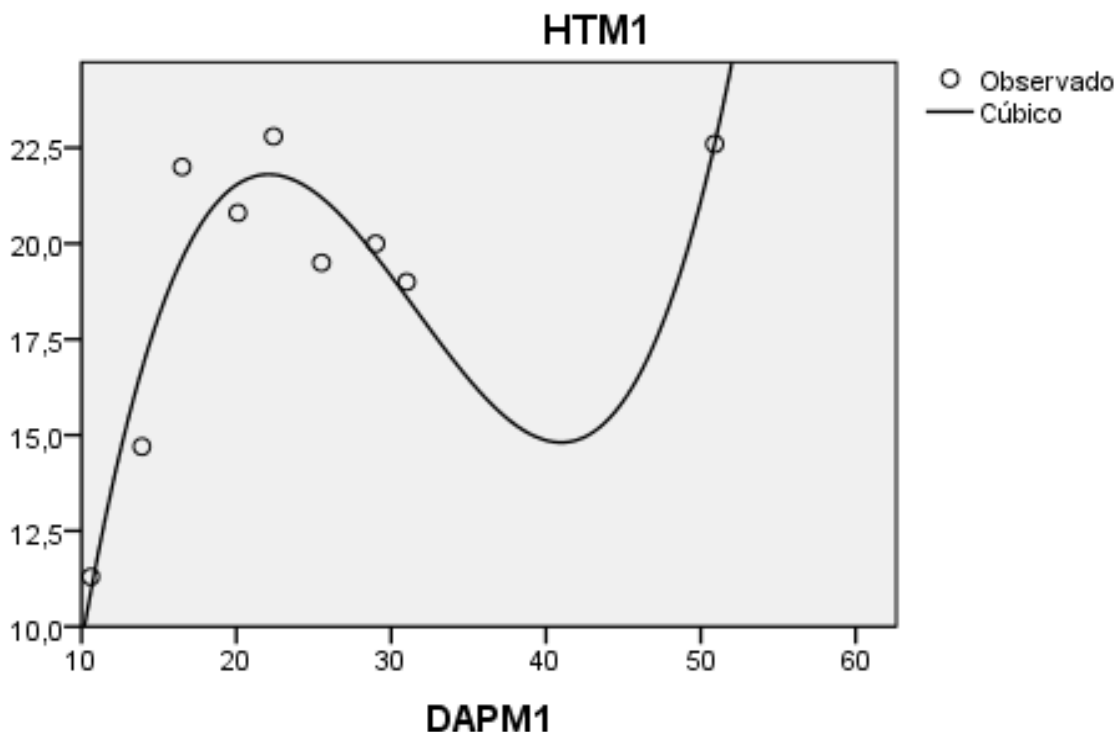


Figura 5. Tendencia de la ecuación de predicción de la relación diámetro – altura total en árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural. Muestra 1.

Relación diámetro – altura total para los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural. Muestra 2.

En la evaluación de la relación diámetro – altura total para los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural en la muestra 2 **sin clases diamétrica** los resultados se registraron en el cuadro 2, donde el modelo alométrico S - curva fue el que presentó mejor ajuste en la relación estudiada con coeficiente de correlación $\Pi = 0,672$ el cual indica **buen** grado de relación entre el diámetro y la altura total en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural de terraza media; el coeficiente de determinación fue $R^2 = 0,452$ que representa aproximadamente 45% de participación del diámetro en los cambios producidos en la altura total en el crecimiento de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural.

Cuadro 2. Evaluación alométrico del diámetro – altura total de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural. Muestra 2.

Resultados por Modelo Alométrico		
	Coef. de Correlación (Π)	Coef. de Determinación (R^2)
Lineal	0,474	0,225
Logarítmica	0,559	0,313
Inversa	0,603	0,364
Cuadrática	0,605	0,366
Cubica	0,611	0,373
Compuesta	0,530	0,281
Potencial	0,624	0,390
S-curva	0,672	0,452
Crecimiento	0,530	0,281
Exponencial	0,530	0,281
Logística	0,530	0,281

También se observa en el cuadro 2 que los modelos alométricos probados en la relación de estudio según el coeficiente de correlación el grado de relación entre las 2 variables evaluadas está entre regular y bueno para los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural en la muestra 2.

La tendencia de los modelos alométricos probados en la relación diámetro – altura total de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural se presenta en la figura 6.

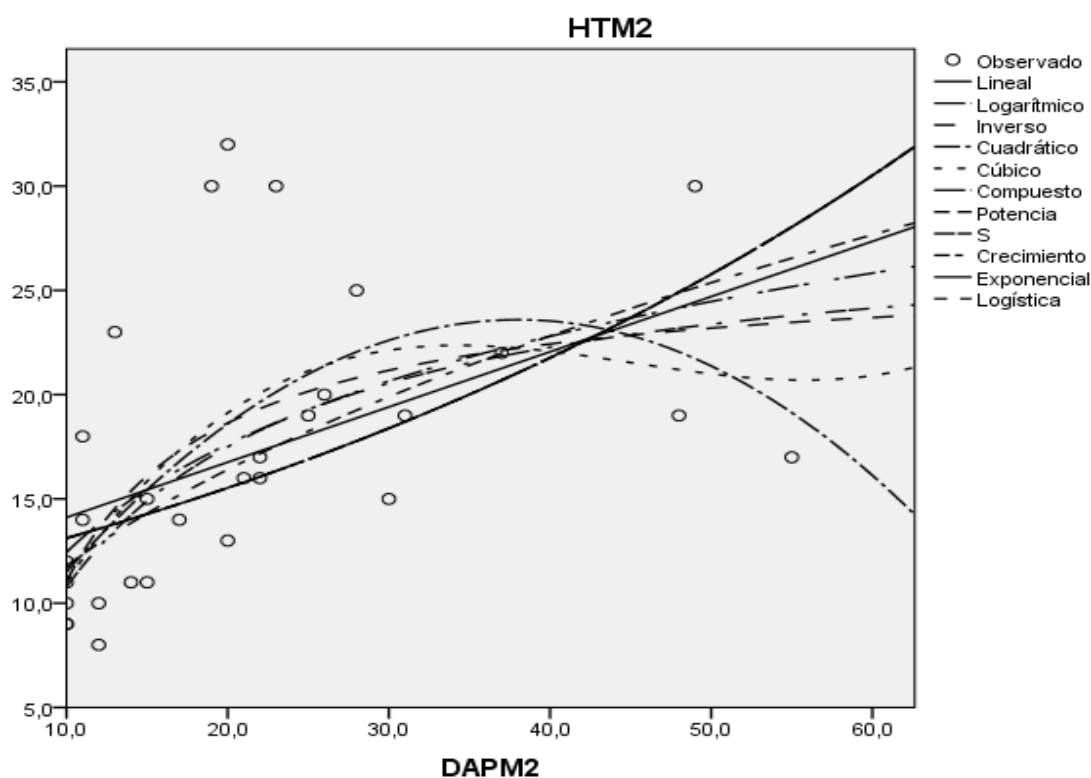


Figura 6. Tendencia de los modelos alométricos en la relación diámetro – altura total en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural. Muestra 2.

Para la ecuación de predicción de la relación diámetro – altura total en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural para la muestra 2 se utilizó como base a la ecuación del modelo alométrico S - curva tal como se aprecia a continuación: $Y = e^{(b_0 + (b_1 / x))}$

Las constantes obtenidas en el procesamiento de los datos de la muestra 2 de la relación diámetro – altura total de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural se presenta a continuación:

Modelo alométrico	Constantes	
	b ₀	b ₁
S - curva	3,345	-9,658

Reemplazando en la ecuación base se obtiene la Ecuación de predicción de la relación estudiada:

$$Y = 2,718 (3,345 (-9,658 / t))$$

La figura se presenta a continuación (figura 7).

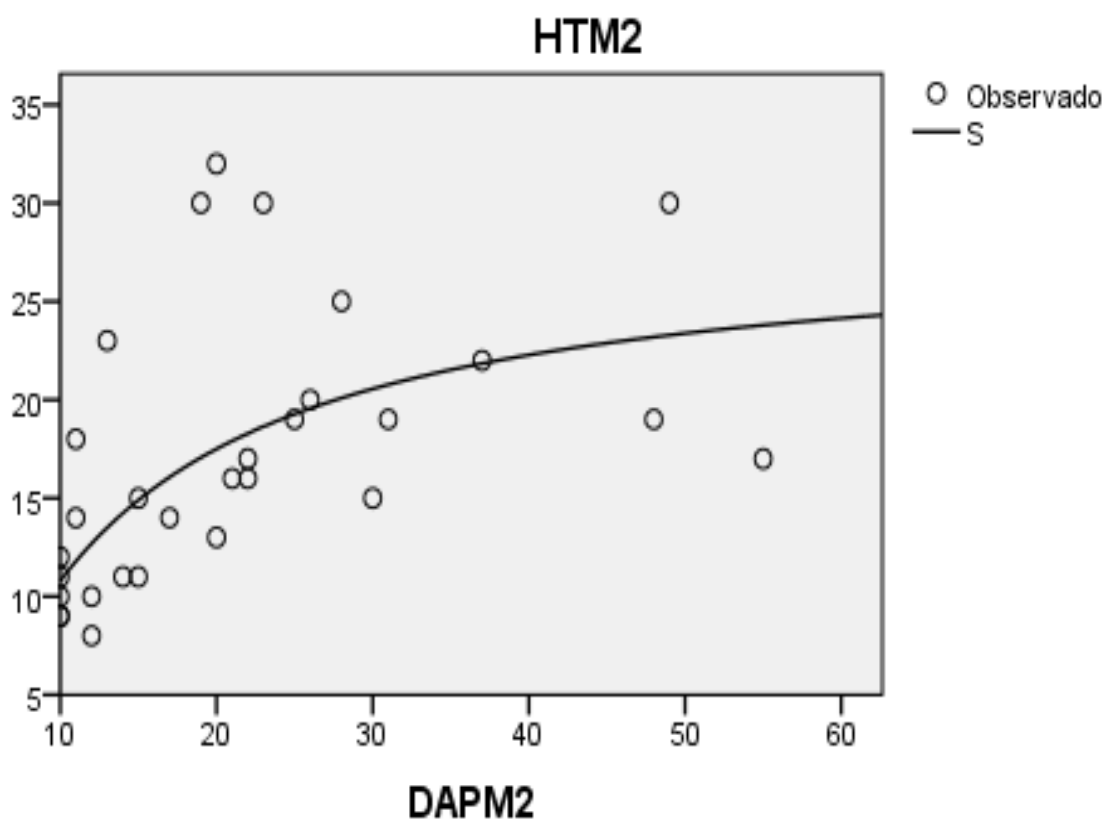


Figura 7. Tendencia de la ecuación de predicción de la relación diámetro – altura total en árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural. Muestra 2.

Relación diámetro – altura total para los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural. Muestra 3.

La relación diámetro – altura total de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke de un bosque natural fue evaluado utilizando la muestra 3 que fue la muestra representativa **sin clases diamétrica** cuyos resultados se reportan en el cuadro 3, observándose que el modelo alométrico de mejor ajuste fue S – curva con coeficiente de correlación $\Pi = 0,663$ que califica como grado de relación **buena** entre el diámetro y la altura total en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en un bosque natural de terraza media; así mismo el coeficiente de determinación fue $R^2 = 0,440$ que demuestra que 44% de los cambios que se producen en la altura total en el crecimiento de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural se atribuye al diámetro de la planta.

Cuadro 3. Evaluación alométrico del diámetro – altura total de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural. Muestra 3.

Resultados por Modelo Alométrico		
	Coef. de Correlación (Π)	Coef. de Determinación (R^2)
Lineal	0,476	0,227
Logarítmica	0,568	0,323
Inversa	0,617	0,381
Cuadrática	0,587	0,345
Cubica	0,637	0,406
Compuesta	0,522	0,273
Potencial	0,617	0,381
S-curva	0,663	0,440
Crecimiento	0,522	0,273
Exponencial	0,522	0,273
Logística	0,522	0,273

En el cuadro 3 se observa que los modelos alométricos probados en la relación de estudio de **acuerdo** con el coeficiente de correlación el grado de relación entre las 2 variables de estudio es regular en el modelo alométrico lineal y es buena en los modelos alométricos curva en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural en la muestra 3.

La tendencia de los modelos alométricos probados en la relación diámetro – altura total de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural se observa en la figura 8.

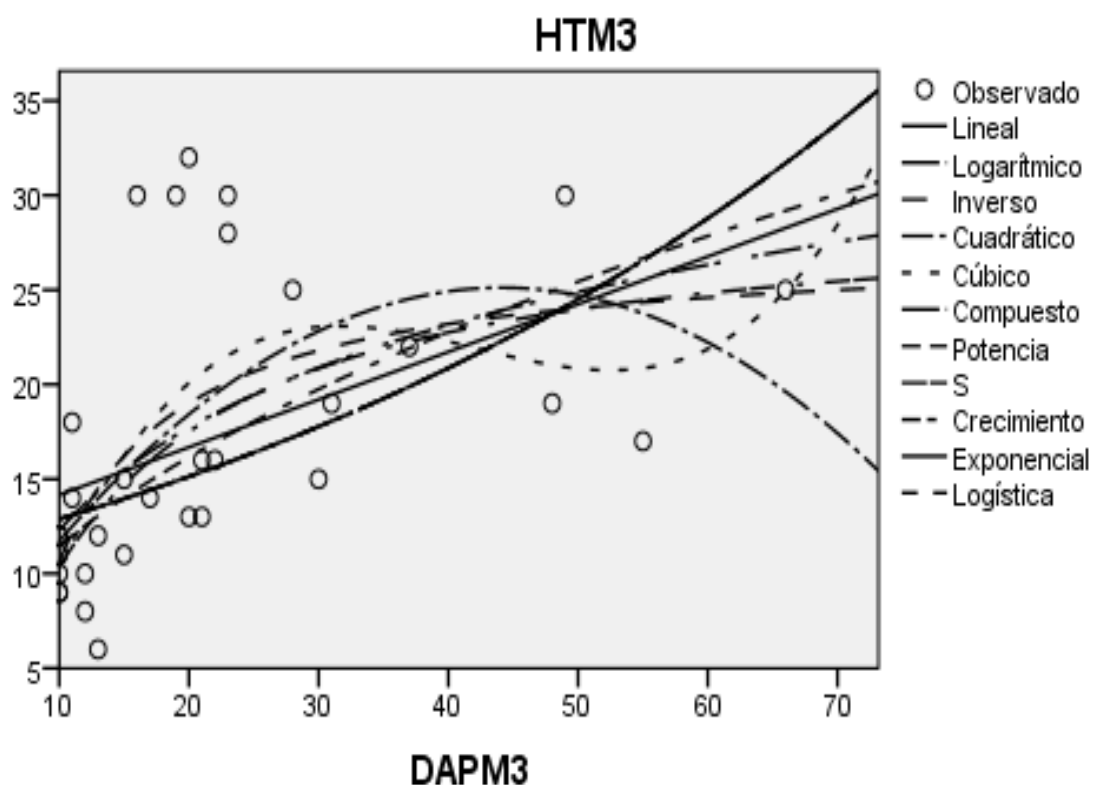


Figura 8. Tendencia de los modelos alométricos en la relación diámetro – altura total en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural. Muestra 3.

Para la ecuación de predicción de la relación diámetro – altura total en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural de terraza media utilizando la muestra 3 se utilizó como base a la ecuación del modelo alométrico S - curva tal como se aprecia a continuación: $Y = e^{(b_0 (b_1 / x))}$

Las constantes obtenidas en el estudio de la relación diámetro – altura total en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural de la muestra 3 se presenta a continuación:

Modelo alométrico	Constantes	
	b ₀	b ₁
S - curva	3,387	-10,482

Reemplazando en la ecuación base se obtiene la Ecuación de predicción de la relación estudiada:

$$Y = 2,718 (3,387 (-10,482 / x))$$

La gráfica de presenta a continuación (figura 9).

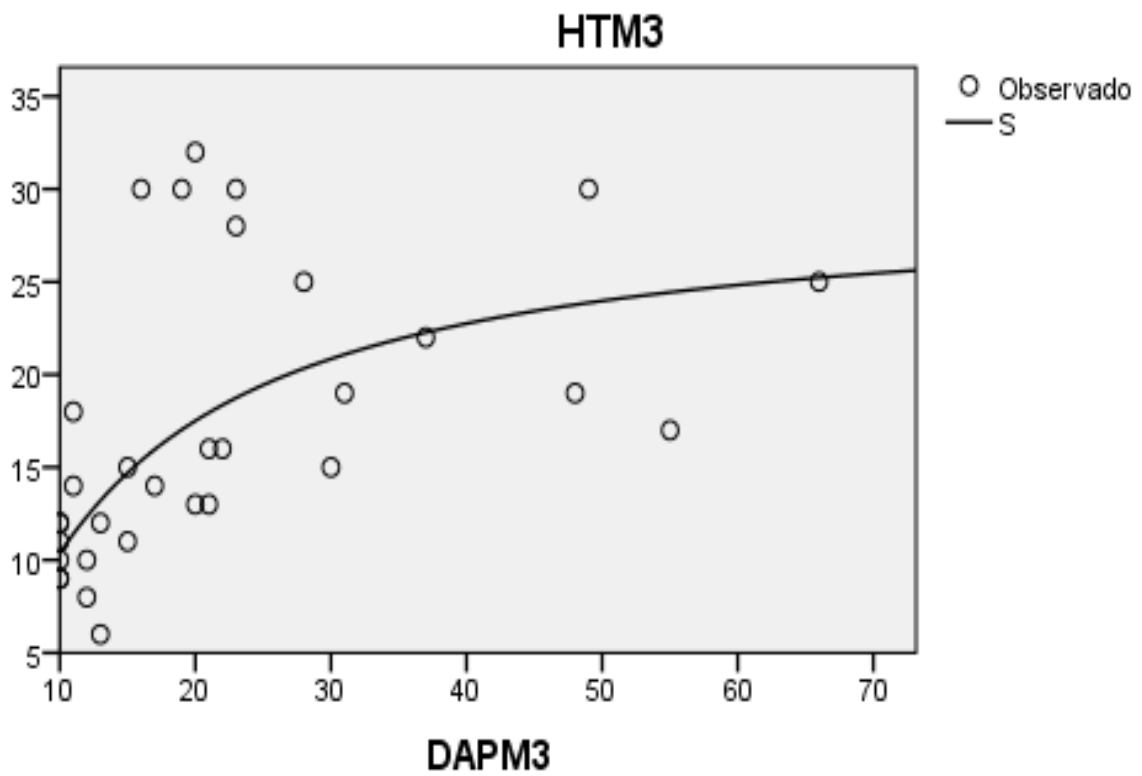


Figura 9. Tendencia de la ecuación de predicción de la relación diámetro – altura total en árboles de *Tapirira retusa* Ducke en bosque natural. Muestra 3.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Relación diámetro – altura total para los árboles de *Tapirira retusa* Ducke en un bosque natural de terraza media.

Con los datos obtenidos de las ocho primeras parcelas del Arboretum “El Huayo”, se realizó la evaluación de la relación diámetro – altura total de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke “huira caspi” en 3 tipos de muestra, los resultados indican que en la muestra 1 que utilizó **clases diamétrica** (M_1) se presentó la mayor influencia en los resultados de la investigación considerando que en ella se observó el mayor valor del coeficiente de correlación con $\Pi = 0,936$ que indica **excelente grado** de relación entre el diámetro y la altura de los árboles evaluados; así mismo, el coeficiente de determinación fue mayor con 88% de variaciones comunes entre las variables de estudio información que corresponde al modelo alométrico **cúbico**; por lo tanto las muestras que utilizaron **el azar** (M_2 y M_3) o sea no usaron clases diamétrica los resultados fueron menores tanto en el coeficiente de correlación con $\Pi = 0,672$ y $\Pi = 0,663$ que indican **buena relación** entre la altura total y el diámetro y, el coeficiente de determinación con 45% y 44% que nos da a conocer cuál es el grado de influencia que ejerce la variable independiente, representada por el diámetro, sobre las variaciones observadas en la variable dependiente, que corresponde a la altura total en la relación diámetro – altura total de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke “huira caspi”; estos resultados comparados con otros estudios encontramos de existen diferencias en los modelos alométricos de mejor ajuste así como en el grado de relación entre las variables de estudio. En este estudio, se recopilaron datos relacionados con el diámetro a la altura del pecho (DAP) y

la altura total en árboles cuyo DAP era igual o superior a 10 cm, abarcando ambas especies estudiadas. Los resultados obtenidos revelaron que la relación entre estas dos variables presentó un grado de asociación moderado en todas las muestras evaluadas. Para *Perebea guianensis*, los modelos alométricos que mejor se ajustaron fueron el cuadrático, compuesto y cúbico, mientras que para *Tachigali poeppigiana*, los modelos de mejor ajuste fueron el cúbico y la S-curva (López, 2023, p. 41).

Asimismo, en el caso de *Guarea macrophylla* M. Vahl ("requia blanca"), los resultados obtenidos en diferentes muestras en bosques naturales demostraron que el modelo alométrico potencial fue el más adecuado para describir la relación diámetro-altura total, con un grado de relación excelente (Vásquez, 2022, p. 25).

La alometría, entendida como el estudio de la variación en las dimensiones anatómicas y fisiológicas de los seres vivos en función de sus correlaciones, permite interpretar a los organismos como sistemas integrados en lugar de simples sumas de partes independientes. A partir del modelo dinámico basado en el principio de alometría, se argumenta que la estructura autosemejante de las redes de transporte e intercambio de materiales puede explicar estos patrones. Además, se reflexiona sobre cómo este entramado alométrico sustenta la evolución biológica como un proceso de transformaciones integrales en la arquitectura de los organismos, en lugar de la acumulación de cambios aislados en órganos específicos (Sánchez et al., 2020, p. 17).

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

De acuerdo con las evaluaciones realizadas a la relación diámetro – altura total de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke “huira caspi” del Arboretum “El Huayo” en las 3 muestras consideradas en este estudio se concluye que la muestra que utilizó clases diamétrica (M_1) presentó mayor influencia en la relación diámetro – altura total con respecto a las muestras que no utilizaron clases diamétrica (M_2 y M_3) demostrado por los mejores resultados obtenidos en el Coeficiente de correlación fue $\Pi = 0,936$, determinado en el modelo alométrico **cúbico**, el cual indica **excelente** grado de relación entre el diámetro y la altura total en los árboles de *Tapirira retusa* Ducke “huira caspi” en bosque natural; así mismo, en el coeficiente de determinación se observó que el 88% de las variaciones son comunes entre el diámetro y la altura total en los árboles de la especie estudiada.

La ecuación de predicción para la relación diámetro – altura total de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke “huira caspi” es la que corresponde al modelo alométrico cúbico que presentó mayor ajuste en la mencionada relación:

$$Y = - 29,216 + (5,632 \times t) + (-0,196 \times t^2) + (0,002 \times t^3)$$

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

1. Utilizar la ecuación de predicción del **modelo alométrico cúbico** para la relación diámetro – altura total en el crecimiento de los árboles de *Tapirira retusa* Ducke “huida caspi” el cual se presenta a continuación:

$$Y = - 29,216 + (5,632 \cdot X) + (-0,196 \cdot X^2) + (0,002 \cdot X^3)$$

2. Utilizar mayor cantidad de individuos con diámetros menores hasta el máximo valor que se pueda obtener de la especie en estudio.
3. Continuar con estudios similares con otras especies forestales para obtener nuevos conocimientos.

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.
- Archibald, S. & Bond, W.J. 2003. Growing tall vs growing wide: tree architecture and allometry of *Acacia karroo* in forest, savanna, and arid environments. *Oikos*, 102(1): 3–14.
- Beiguelman, B. 1994. Curso práctico de bioestadística. 3era. Edición. Sociedade Brasileira de genética. Brasil. 231 p.
- Bohlman, S. & O'Brien, S. 2006. Allometry, adult stature and regeneration requirement of 65 tree species on Barro Colorado Island, Panama. *Journal of Tropical Ecology*, 22(2): 123–136.
- 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.
- CTFT. 1989. Mémento du forestier. Paris, France, Ministère de la Coopération et du Développement, 3rd edn. 1266 pp.

- Chavez, J. y Huaya, M. 1997. Manual de vivero forestal volante para la amazonia peruana. COTESU – CENFOR XIII. Pucallpa. Perú. 104 p.
- Dávila, A. 2019. “RELACIÓN DE TRES VARIABLES EN LOS ÁRBOLES DE DOS FAMILIAS BOTÁNICAS DE 30 RBORETUM “EL HUAYO” Y PROPORCIONALIDAD DE INDIVIDUOS. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ”. Tesis de Ingeniero Forestal, F.C. F. – UNAP, Iquitos. 69 p.
- Delgado, L. A. F. M. Acevedo, H. Castellanos, H. Ramírez y J. Serrano. 2005. Relaciones alométricas y patrones de crecimiento para especies de árboles de la Reserva Forestal Imataca, Venezuela. 8 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.
- Di Rienzo, J. A. M. G. Balzarini.; F. Casanoves.; L. A. Tablada.; E. M. Diaz. y C. W. Robledo. 2001. Estadística para las ciencias agropecuarias. 4ta. Edición. Cordova Argentina. 322 p.
- 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.
- Flores, E. M. 2021. “Relación de dos variables y su predicción en el crecimiento de las plantas de tres especies de la familia Burseraceae, Puerto Almendra,

- Loreto, Perú”. Tesis para título profesional de Ingeniero Forestal. Iquitos. 38 p.
- 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.
- Freese, F. 1970. Métodos Estadísticos Elementales para Técnicos Forestales. Ministerio de Agricultura de EEUU.420 p.
- Gálvez, G.; Sigarroa, A.; López, T.; Fernández, J. 2010. Modelación de cultivos agrícolas. Algunos ejemplos. Cultivos Tropicales. 31(3):60-65. [[Links](#)]
- García, W. 2019. “Asociación entre diámetro y amplitud de copa de las plántulas de *Calycophyllum spruceanum* "capirona" en PPM 1 – Faja E. CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú- 2019”. Practica PreProfesional II – FCF – UNAP. 30 p.
- García, W. 2022. “MUESTRA IDEAL PARA LA PREDICCIÓN DE LA RELACIÓN DIÁMETRO – ALTURA TOTAL EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS DE *Guarea macrophylla* M. Vahl. EN BOSQUE NATURAL. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ - 2021”. Tesis para optar el título de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales – UNAP, Iquitos. 45 p.
- King, D. A. 1990. Allometry of saplings and understory trees of a Panamanian forest. Functional Ecol. 4: 27-32.
- 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. 335 p.

Lindorf, H., L. de Parisca y P. Rodríguez. 1991. Botánica, clasificación, estructura y reproducción. Universidad Central de Venezuela. Caracas.38 p.

López, J. 2023. “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”. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal – UNAP, Iquitos. 2023. 59 p.

Macedo, C.J.F. 2012. Tamaño óptimo de la unidad de muestreo para inventarios forestales en la comunidad campesina de Tres Unidos, Distrito del Alto Nanay. Región Loreto. Borrador de Tesis de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.49 p.

Malleux, J. 1982. Inventario forestal en bosques tropicales. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 414 p.

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](#)]

- 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.
- Riofrío, J.; Grijalva, J.B. 2013. Modelos para estimar la biomasa de especies forestales en sistemas agroforestales de la Ecorregión andina del Ecuador. In Congresos Forestales. Memorias VI congreso Forestal Español. p. 2-13. [[Links](#)]
- Romero, P. 1986. Guía Práctica para la Elaboración de Planes de Manejo Forestal en Bosques Húmedos Tropicales. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002. Documento de trabajo N°12. Lima – Perú.112 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. Rutishauser, E., Wagner, F., Heralult, B., Nicolini, E.A. & Blanc, L. 2010. Contrasting above-ground biomass balance in a Neotropical rain forest. *Journal of Vegetation Science*, 21: 672–682.
- Sánchez G. F., Gutiérrez, S. J. L., Sánchez Garduño, F., & Gutiérrez Sánchez, J. L. 2020. La alometría, una ley de potencias ubicua en la estructura de los seres vivos. *Inter disciplina*, 8(20), 11-22. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2020.20.71181>
- Santiago-García, W.; De los Santos-Posadas, H.M.; Ángeles-Pérez, G.; Valdez-Lazalde, J.R.; Corral-Rivas, J.J.; Rodríguez-Ortiz, G.; Santiago-García, E. 2016. Modelos de crecimiento y rendimiento de totalidad del rodal para *Pinus patula*. *Madera y Bosques*, 21(3):95-110. <http://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/459/639> [[Links](#)]

- 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 p.
- Soplín, P. A. A. 2019. “Asociación de tres variables en las plantas de dos familias botánicas: Fabaceae y Lauraceae. Puerto Almendra, Loreto Perú”. Tesis para optar el título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. UNAP – Iquitos. 61 p.
- Valderrama, H.; P. Angulo; J. Alvan; J. de la C. Bardales. 1998. “Aspectos Ecológicos y Fitosociológicos de 31 especies forestales de la Parcela II del Arboretum – CIEFOR – Puerto Almendra. Vol. 4 No. 1. UNAP. Loreto. Perú”. 45 p.
- Vanderlei, P. 1991 *Estadística Experimental Aplicada à Agronomia*. Maceió: EDUFAL. Brasil. 440 p.
- Vásquez, M.M. 2022. “Grado de relación diámetro - altura total, según tamaño de muestra, en plantas de *Guarea macrophylla* M. Vahl en bosque natural. Puerto Almendra, Loreto, Perú”. Tesis para Título profesional de Ingeniero Forestal, UNAP, Iquitos. 46 p.
- <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/8731>
- Villacorta, F. M., 2012. Relación de la abundancia y estructura diamétrica en tres tipos de bosque y especies más importantes en la cuenca media del río Arabela. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales-UNAP. 90 p.

Zeide B. y Vanderschaaf, C., 2002. The effect of density on the height-diameter relationship. En Outcalt KW (Ed.) Proceedings of the eleventh biennial southern silvicultural research conference. Gen. Tech. Rep. SRS-48. USDA. Asheville, NC, EEUU.

ANEXOS

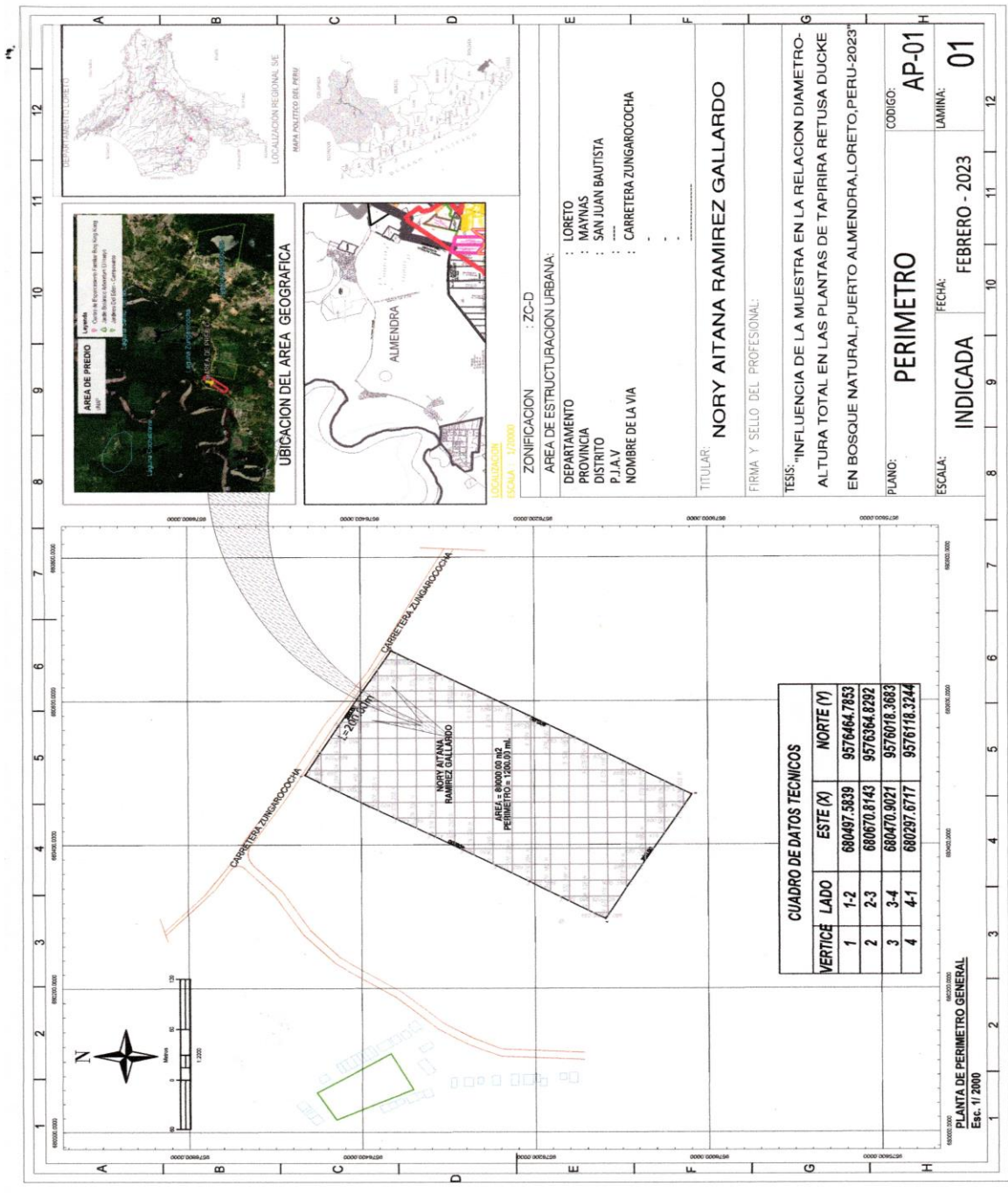


Figura 10: Mapa de ubicación del área de estudio.

