



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

“PREDICCIÓN DE LA RELACIÓN DIÁMETRO-ALTURA TOTAL DE
Ocotea aciphylla (Nees) Mez. SEGÚN TAMAÑO DE MUESTRA EN
BOSQUE NATURAL. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ, 2021”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:
ROY PAUL CANDIOTTI NORIEGA

ASESOR
Ing. JORGE ELIAS ALVÁN RUIZ, Dr.

IQUITOS, PERÚ
2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 001-CTG-FCF-UNAP-2023

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, al 04 día del mes de enero del 2023, a horas 10:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis titulada: "PREDICCIÓN DE LA RELACIÓN DIÁMETRO-ALTURA TOTAL DE *Ocotea acalphylla* (Nees) Mez. SEGÚN TAMAÑO DE MUESTRA EN BOSQUE NATURAL. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ, 2021", aprobada con R.D. N° 0436-2022-FCF-UNAP presentado por el bachiller ROY PAUL CANDIOTTI NORIEGA, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El Jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 0523-2022-FCF-UNAP, está integrado por:

- Ing. Jose Antonlo Escobar Díaz, Dr. : Presidente
- Ing. Abel Yafet Benites Sánchez, M.Sc. : Miembro
- Ing. José Luis Padilla Castro, M.Sc. : Miembro
- Ing. Jorge Ellas Alvan Ruiz, Dr. : Asesor

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

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

La sustentación pública y la tesis han sido: *Aprobado* con la calificación *Bueno*

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

Siendo las *11.32* Se dio por terminado el acto *académico*

Ing. JOSE ANTONLO ESCOBAR DÍAZ, Dr. .
Presidente

Ing. ABEL YAFET BENITES SÁNCHEZ, M.Sc.
Miembro

Ing. JOSE LUIS PADILLA CASTRO, M.Sc.
Miembro

Ing. JORGE ELLAS ALVAN RUIZ, Dr.
Asesor

Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡NO lo destruyas!
Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú
www.unapliquitos.edu.pe
Teléfono: 065-225303

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

**“PREDICCIÓN DE LA RELACIÓN DIÁMETRO-ALTURA TOTAL DE *Ocotea
aciphylla* (Nees) Mez. SEGÚN TAMAÑO DE MUESTRA EN BOSQUE
NATURAL. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ, 2021”**

(Aprobado el día 04 de enero del 2023 según Acta de Sustentación N°001)

MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR



Ing. JOSÉ ANTONIO ESCOBAR DÍAZ, Dr.
C.P.I. 18610
PRESIDENTE



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



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



Ing. JORGE ELÍAS ALVARÁN RUIZ, Dr.
C.I.P. 28367
ASESOR



Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

Fecha de comprobación:
08.09.2022 14:58:57 -05

Fecha del informe:
08.09.2022 15:00:44 -05

ID de Comprobación:
72821281

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: **TESIS RESUMEN ROY PAUL CANDIOTTI NORIEGA**

Recuento de páginas: **31** Recuento de palabras: **5598** Recuento de caracteres: **34418** Tamaño de archivo: **7.33 MB** ID de archivo: **838704**

12.1% de Coincidencias

La coincidencia más alta: **28.1%** con la fuente de Internet (<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/>)

12.1% Fuentes de Internet

420

Página 33

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

67.7% de Citas

Citas

77

Página 34

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

DEDICATORIA

A mi abuelita Augusta y que en paz descanse abuelo Godo, A mi padre Roy y a mi madre Olga, a mi hermana Daniela y Laura, a la familia Noriega Ruiz, a la familia Noriega Gonzales, a mis primos Miguel Noriega, Elmer Saldaña, Jorge Toro, a mi asesor Ing. Jorge Alván y a todas las personas anónimas, que dan sin esperar nada a cambio.

AGRADECIMIENTO

Al creador de esta realidad por sobre todas las cosas.

INDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	ii
JURADO Y ASESOR	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	5
1.3. Definición de términos básicos	6
CAPITULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	8
2.1. Formulación de la hipótesis	8
2.2. Variables y su operacionalización	8
CAPITULO III: METODOLOGÍA	9
3.1. Diseño metodológico	9
3.2. Diseño muestral	10

	Pág.
3.3. Procedimiento de recolección de datos	10
3.4. Procesamiento y análisis de datos	12
CAPITULO IV: RESULTADOS	15
CAPITULO V: DISCUSIÓN	26
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	29
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES	30
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	31
ANEXOS	37

Índice de cuadros

N°	Título	Pág.
1	Modelos alométrico probados en la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez Huber - Muestra 1.	15
2	Modelos alométrico utilizados en la relación diámetro – altura total en las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez Huber. Muestra 2.	18
3	Modelos alométrico aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez Huber. Muestra 3. Muestra representativa con clase diamétrica.	20
4	Modelos alométrico de la relación diámetro – altura total, de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez Huber. Muestra representativa sin clase diamétrica.	23
5	Formato de campo.	40

Índice de figuras

N°	Título	Pág.
1	Medición del diámetro del árbol de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez.	11
2	Medición de la altura total del árbol de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez.	12
3	Tendencia de los modelos alométrico probados en la relación diámetro – altura total en las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez Huber. Muestra 1.	16
4	Relación diámetro – altura total del modelo alométrico potencia en las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez Huber. Muestra 1.	17
5	Relación diámetro – altura total en las plantas de <i>Ocoteaaciphylla</i> (Nees) Mez Huber. Muestra 2.	19
6	Relación diámetro – altura total del modelo alométrico potencia en las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez Huber. Muestra 2.	19
7	Relación diámetro – altura total en las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez Huber de los modelos alométrico probados en la muestra 3.	21

	Pág.
8 Relación diámetro – altura total del modelo alométrico potencia en las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez Huber. Muestra 3.	22
9 Relación diámetro – altura total de los modelos alométrico aplicados a las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez Huber. Muestra representativa sin clase diamétrica.	24
10 Relación diámetro – altura total del modelo alométrico potencia para las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez Huber. Muestra 4. Muestra representativa sin clase diamétrica.	25
11 Mapa de ubicación, Arboretum “El Huayo”, CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú.	38
12 Mapa de distribución de las parcelas 1 al 8, Arboretum “El Huayo”, CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú.	39

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la Facultad de Ciencias Forestales - UNAP, en San Juan Bautista, Maynas, Loreto. Su objetivo fue determinar la predicción de la relación diámetro-altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. según tamaño de muestra en bosque natural. Puerto Almendra, Loreto, Perú. Los datos fueron del diámetro y altura total de los árboles de la especie en estudio con $dap \geq 10$ cm; las muestras fueron, Muestra 1: 30 individuos distribuidos en clases diamétrica; Muestra 2 = 50 datos distribuidos en clase diamétrica; Muestra 3 = Muestra representativa con clase diamétrica (40 datos) y la Muestra representativa sin clase diamétrica (40 datos). Los resultados de la relación diámetro – altura total definieron al modelo alométrico potencia porque tuvo mejor ajuste y el grado de relación fue excelente; las ecuaciones para la predicción de la relación diámetro – altura total son: Muestra 1: $Y = 3,477 \times (t^{0,495})$; Muestra 2: $Y = 3,300 \times (t^{0,529})$; Muestra Representativa Con clase diamétrica: $Y = 3,300 \times (t^{0,532})$; Muestra Representativa Sin clase diamétrica: $Y = 2,776 \times (t^{0,598})$

Palabras claves: Alometría, muestra, ecuación.

ABSTRACT

The research was developed at the Faculty of Forest Sciences - UNAP, in San Juan Bautista, Maynas, Loreto. Its objective was to determine the prediction of the total diameter-height relationship in *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. according to sample size in natural forest. Puerto Almendra, Loreto, Peru. The data were of the diameter and total height of the trees of the species under study with $DAP \geq 10$ cm; the samples were, Sample 1: 30 individuals distributed in diameter classes; Sample 2 = 50 data distributed in diametric class; Sample 3 = Representative sample with diameter class (40 data) and Representative sample without diameter class (40 data). The results of the diameter - total height relationship defined the power allometric model because it had a better fit and the degree of relationship was excellent; The equations for the prediction of the diameter-total height relationship are: Sample 1: $Y = 3,477 \times (t 0,495)$; Sample 2: $Y = 3,300 \times (t 0,529)$; Representative Sample With diameter class: $Y = 3,300 \times (t 0,532)$; Representative Sample Without diameter class: $Y = 2.776 \times (t 0,598)$.

Keywords: Allometry, sample, equation.

INTRODUCCIÓN

“aún existe escasa información de los recursos naturales de la amazonia peruana por lo que se debe realizar estudios en los bosques amazónicos para que la información sirva de guía para el aprovechamiento forestal (INADE, 2004, p. 255).

El estudio de las relaciones entre diferentes variables de la planta puede ser útil para el conocimiento del crecimiento; dentro de ellos tenemos el principio de crecimiento alométrico que determina el crecimiento de una parte del organismo en relación con otra parte del mismo (Gayon, 2000, p. 51).

La alometría es una herramienta que hace posible relacionar características de los seres vivos como son las especies forestales para predecir su comportamiento futurístico y planificar sistemas de aprovechamiento intensivo de los recursos naturales (King, 1996, p. 25).

Según la teoría de muestreo, el tamaño de la muestra se elige por la experiencia de forma empírica. El principio general indica que el tamaño de la muestra depende de la variabilidad de los datos del material de investigación (Picard, 2012, p. 40).

El uso de los modelos matemáticos en la predicción de la relación diámetro y altura de las especies forestales, son muy escasos y presentan limitaciones debido a la alta diversidad florística que presenta los bosques amazónicos debido a diversos factores que son determinantes en el crecimiento de las plantas por ello es importante la generación y eficiencia de los modelos alométrico (Álvarez (2008, p. 17).

Para el tamaño del árbol la regla general es medir la misma cantidad de árboles en cada clase de tamaño o diámetro, considerar un número de árboles por clase proporcional a la magnitud de esa clase en el rodal sería un error (Pardé & Bouchon, 1988, p.108).

En este estudio se evaluó la relación diámetro - altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez con $dap \geq 10$ cm del Arboretum "El Huayo" de Puerto Almendra de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP en diferentes tamaños de muestra utilizando clases diamétrica. Los nuevos conocimientos que proporciona este estudio mejora la escasa información existente sobre el efecto del tamaño de muestra en la relación diámetro - altura total de la especie en evaluación, también es útil para los planes de manejo.

El estudio presentó el siguiente objetivo, determinar la predicción de la relación diámetro-altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. según tamaño de muestra en bosque natural. Puerto Almendra, Loreto, Perú.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En 1999 se desarrolló una investigación descriptiva – analítica donde se indica la existencia de patrones alométrico en cinco especies arbóreas pioneras tropicales, encontrando dos patrones distintos: uno relacionado con un mayor crecimiento de la altura, asegurando un espacio en el dosel, y el otro más ligado al crecimiento del diámetro y de la copa, ocupando mayor espacio horizontal (Fontes, 1999, p.79).

En los estudios Alométrico se sabe que la tendencia es a buscar ecuaciones predictores 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. 65).

“en Gran Bretaña se encontró que las especies forestales tienen mejor relación diámetro de copa-diámetro de fuste (DAP) cuando son jóvenes, pero la proporción se reduce a medida que aumenta el diámetro del fuste, comenzando a estabilizarse en torno a 30 cm de DAP (Hemery *et al.*, 2005, p. 291).

En el 2012 se realizó un estudio del tipo cuantitativo y correlacional donde se menciona que la ecuación matemática exponencial se ajustó a los tres tipos de bosque del área de estudio; el bosque húmedo de terraza alta es el que presentó el mejor coeficiente de determinación (0,89) y el valor menor apareció en el bosque húmedo de colina baja con 0,85 (Villacorta, 2012, p. 35).

El 2020 se ejecutó una investigación cuantitativo – correlacional con plantas de *Calycophyllum spruceanum* “capirona” con intensidad de luz, donde se determinó que el modelo alométrico que más se ajustó a la relación diámetro – altura fue la Cúbica, con coeficiente de correlación $\Pi = 0,539$ y coeficiente de determinación $R^2 = 0,291$ para Iluminación regular y, con coeficiente de correlación $\Pi = 0,599$ y coeficiente de determinación $R^2 = 0,359$ para Iluminación buena (Canaquiri, 2020, p. 36).

El 2019 se desarrolló una investigación cuantitativa – correlacional encontrándose que el modelo alométrico que más se ajustó a la relación altura total - diámetro de los árboles de las familias botánicas Moraceae, Rubiaceae y Annonaceae fue la potencia; además fue excelente la relación altura total - diámetro en los árboles evaluados (Freitas, 2019, p. 31).

El 2018 se ejecutó una investigación cuantitativa – correlacional donde se determinó que los árboles de las especies de las familias botánicas Lecythidaceae y Myristicaceae en la relación altura total – diámetro presentaron al modelo alométrico potencia con mejor ajuste para esta relación; con relación excelente (Babilonia, 2018, p. 26).

El 2019 se desarrolló un estudio cuantitativo – correlacional de la asociación altura total - diámetro de las plantas de las familias botánicas Chrysobalanaceae y Clusiaceae donde se observó que el modelo alométrico que más se ajustó fue la cubica con grado de asociación buena (Dávila, 2019, p. 48).

El 2019 se efectuó una investigación cuantitativa – correlacional con las plantas de las familias botánicas Fabaceae y Lauraceae referente

a la relación altura total – diámetro; el modelo alométrico que más se ajustó fue la cubica con grado de relación buena en la familia Fabaceae y entre regular y excelente para la familia Lauraceae (Soplín, 2019, p. 44).

1.2. Bases teóricas.

En el 2005 se efectuó una investigación descriptiva – analítica donde se determinó que las alometría varían para los distintos grupos funcionales, revelando relaciones alométrico asociadas a las características de tolerancia a la luz y altura máxima de las especies (Delgado *et al.* 2005, p. 5).

El 2000 se desarrolló un estudio descriptivo – analítico donde se presentó una definición más restrictiva de alometría que consiste en una relación de la proporcionalidad entre los aumentos relativos de las medidas (Gayon, 2000, p. 752)

En 1998 se efectuó una investigación descriptiva – analítica donde se manifiesta que las ecuaciones alométrico que relacionan al DAP con otras características que es una importante y frecuente herramienta usada en investigaciones ecológicas (Martin *et al.* 1998, p. 1653).

En 1999 se desarrolló una investigación descriptiva – analítico donde la Alometría ha sido empleada para demostrar que el diámetro se incrementa a una tasa más rápida que la altura en el proceso de crecimiento, como lo predicho por los modelos biomecánicos (Henry y Aarssen, 1999, p. 89).

El 2002 se realizó una investigación descriptiva – analítica donde encontraron que no es posible predecir las relaciones alométrico sólo por

el tamaño de los árboles adultos y su posición en el dosel; dicha variación pudiera estar relacionada con cambios del tamaño dependientes de respuestas diferentes a la disponibilidad de luz y rasgos demográficos (Alves y Santos, 2002, p. 234).

1.3. Definición de términos básicos

Bosque. - Área cubierta de plantas sean o no reproductivos, en condición natural o plantaciones (Malleux, 1982, p. 216).

Muestreo. - Elegir un grupo de datos del total para obtener la muestra representativa de las características de los integrantes de una población (Malleux, 1982, p. 248)

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

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

Diámetro de la planta. - Medición de la amplitud horizontal del tallo de la planta teniendo en cuenta el nivel del suelo (García, 2019, p. 13).

Alometría. - Es una ecuación que permite predecir el crecimiento de una característica en una planta en función de otra característica (Archibald & Bond, 2003, p. 9)

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

Regresión. - Se define como la forma probable de las relaciones entre las variables, con esta prueba se predice y se estima el valor de una variable dada por otra variable (Daniel 2004, p. 131).

Asociación diámetro - Altura. - Es una aplicación importante en la estimación de la altura del árbol a partir de su diámetro (Zeide y Vanderschaaf, 2002, p. 461),

Correlación. - Se utiliza para determinar el grado de asociación que exista entre dos variables de un material de investigación. (Beiguelman, 1994, p. 194).

Grado de asociación. - Es la categoría que se define para una relación entre dos variables mediante el valor del coeficiente de correlación (Freese, 1970, p. 123).

Variable independiente. - Es la característica del material de investigación que se utilizará para predecir el comportamiento de otra variable del mismo material (Vanderlei, 1991, p. 351).

Variable dependiente. - Es una característica del material de investigación cuyo valor se obtendrá a partir de otra característica del mismo material en una predicción ((Vanderlei, 1991, p. 352).

CAPITULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES.

2.1. Formulación de la hipótesis

La predicción de la relación diámetro-altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. varía según tamaño de muestra en bosque natural. Puerto Almendra, Loreto, Perú.

2.2. Variables y su operacionalización

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza.	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
V. Independiente (X)					
Diámetro de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez. en bosque natural.	Diámetro. Amplitud del fuste de la planta.	Cuantitativa y correlacional	Medición del diámetro de las plantas en centímetros.	Razón	Formato para registro de datos de diámetro de las plantas en centímetros.
V. Dependiente (Y)					
Altura total de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez. en bosque natural.	Altura total. Amplitud desde la base del fuste de la planta hasta el final de la copa.	Cuantitativa y correlacional	Medición de la altura total de las plantas en metros.	Razón	Formato para registro de datos de altura total de las plantas en metros.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

El tipo y diseño del estudio fue cuantitativo y analítico, teniendo en cuenta la predicción de la relación diámetro – altura total en las plantas *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. en diferente tamaño de muestra en bosque natural (Arboretum “El Huayo”), Puerto Almendra, Loreto, Perú y, corresponde al nivel básico.

El área de estudio se localiza a 04° 05´ L.S y 73° 40´ L.O., 120 m.s.n.m.; provincia de Maynas, región Loreto. Forma parte del bosque húmedo tropical, con precipitación anual de 2,480 mm; temperatura actual entre 32,9°C y 21,3°C. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle&dp=16&localidad=0021> – 22:00 pm – 23/04/2021.

La investigación se efectuó en los bosques del centro de investigación y Enseñanza forestal (CIEFOR), Puerto, Almendras. (Ver Anexo figura 11). El cual cuenta con un área de aproximadamente 1300 ha, con bosques naturales de diferentes tipos, entre los cuales destacan los bosques de varillal de terrazas medias y de "tahuampa" y bosques inundables. Sirve como banco de germoplasma (semillas, plántones por regeneración natural) para su tratamiento y comercialización, propiciando un sistema jurídico para velar la propiedad intelectual del JBAH.

http://www.siturismo.org.pe/Amazónica/Conservacion/arbor_huayo.htm.

15/05/2021 Hora: 20:35’.

El CIEFOR Puerto Almendras es accesible por dos medios, desde la ciudad de Iquitos, por vía fluvial a través del río Nanay aproximadamente 45 minutos de viaje en bote deslizador y, por vía

terrestre utilizando la carretera Iquitos-Nauta hasta el caserío Quistococha, luego se utiliza una carretera afirmada de más o menos 5 km adicionales hasta el lugar del estudio.

3.2. Diseño muestral

La población estuvo constituida por todas las plantas de la especie forestal *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez de un bosque natural (Arboretum “El Huayo”) de Puerto Almendra y, como Muestra se consideró a las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez con $DAP \geq 10$ cm del Arboretum “El Huayo” agrupados en 4 tamaños de muestra: Muestra 1: 30 individuos - con clase diamétrica, Muestra 2: 50 individuos - con clase diamétrica. Muestra 3: muestra representativa – con clase diamétrica y Muestra 4: muestra representativa – azar.

3.3. Procedimiento de recolección de datos

Para el registro de los datos en la evaluación de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez con $DAP \geq 10$ cm” en un bosque natural (Arboretum “El Huayo”) se utilizó un formato que se presenta en el anexo 2.

La evaluación del diámetro y altura de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez

se realizó en las parcelas del 1 al 8 del Arboretum “El Huayo” de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Se identificó a las plantas por el nombre común y/o taxonómico y fue verificada en la base de datos del Arboretum “El Huayo” de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Se efectuó la medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) a 1,30 m de altura del fuste desde el nivel del suelo para las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez, para ello se utilizó como material a la forcípula de metal graduada con aproximación al centímetro (figura 1).



Figura 1. Medición del diámetro del árbol de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. La altura total de las plantas comprendió desde el nivel del suelo y el punto más alto de la copa de las plantas, esta medición se efectuó con aproximación al metro, se realizó la medición utilizando el clinómetro (figura 2).



Figura 2. Medición de la altura total del árbol de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez.

La fórmula para calcular el tamaño de la muestra representativa fue:

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

Donde:

n = número de elementos de la muestra representativa

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

S^2 = Variancia de los datos evaluados

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

$$E = (t_c) (S_{\bar{x}}).$$

Fuente: Beiguelman (1994, p. 115).

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Se tuvo en cuenta el diámetro y la altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez con $DAP \geq 10$ cm en un bosque natural; se evaluó la relación diámetro – altura total utilizando los modelos alométrico Lineal,

Logarítmica, Inversa, Cuadrática, Cubica, Compuesta, Potencia y S-Curva, tal como se observa en el siguiente cuadro:

Nº	MODELOS ALOMÉTRICOS	ECUACIONES
1	LINEAL	$Y = b_0 + (b_1 \times t)$
2	LOGARITMICA	$Y = b_0 + (b_1 \times \ln(t))$
3	INVERSA	$Y = b_0 + (b_1 / t)$
4	CUADRATICA	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2)$
5	CUBICA	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_1 \times t^2) + (b_1 \times t^3)$
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; t = Valor propuesto de la variable independiente.

Se definió el modelo alométrico que más se ajustó a los datos de la relación en estudio mediante el coeficiente de correlación y, se determinó la ecuación de predicción por medio de la regresión; para determinar el grado de relación entre las dos variables se utilizó la tabla de calificación que se presenta a continuación:

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. 123).

El coeficiente de determinación R^2 sirvió para demostrar cuanto es la participación de la variable independiente (diámetro) en los cambios de la variable dependiente (altura total) (Beiguelman, 1994, p. 183). Los cálculos se realizaron mediante el Programa estadístico SPSS 23 y el software Excel.

CAPITULO IV. RESULTADOS

Relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez. Muestra 1. Con clase diamétrica.

En el estudio de la relación entre diámetro y altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber en un bosque natural de Puerto Almendra se ha encontrado que el modelo alométrico que más se ajustó a ésta relación fue la potencia, con coeficiente de correlación $\Pi = 0,995$ que indica que existe excelente relación entre las variables evaluadas; el coeficiente de determinación fue $R^2 = 0,990$ que representa el 99% de cambios comunes en las variables diámetro y altura total en el crecimiento de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber (ver cuadro 1).

Cuadro 1: Modelos alométrico probados en la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber - Muestra 1.

Modelo alométrico	" Π "	R^2
Lineal	0,958	0,917
Logarítmico	0,974	0,949
Inverso	0,848	0,719
Cuadrático	0,975	0,951
Cúbico	0,976	0,952
Compuesto	0,951	0,905
Potencia	0,995	0,990
S - Curva	0,914	0,836

La ecuación de predicción de la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber servirá para predecir el comportamiento del crecimiento de la altura total de la especie en estudio a partir de su diámetro, esta ecuación corresponde al del modelo alométrico potencia, la misma que se presenta a continuación:

Potencia: $Y = b_0 \times (t^{b_1})$

Datos obtenidos de la muestra 1 para la ecuación de predicción:

Modelo alométrico	Constantes	
	b_0	b_1
Potencia	3,477	0,495

Reemplazando las constantes en la muestra 1 del estudio se encontró la siguiente ecuación:

$$Y = 3,477 \times (t^{0,495})$$

En la figura 3 se muestra las tendencias de los modelos alométrico probados en el estudio.

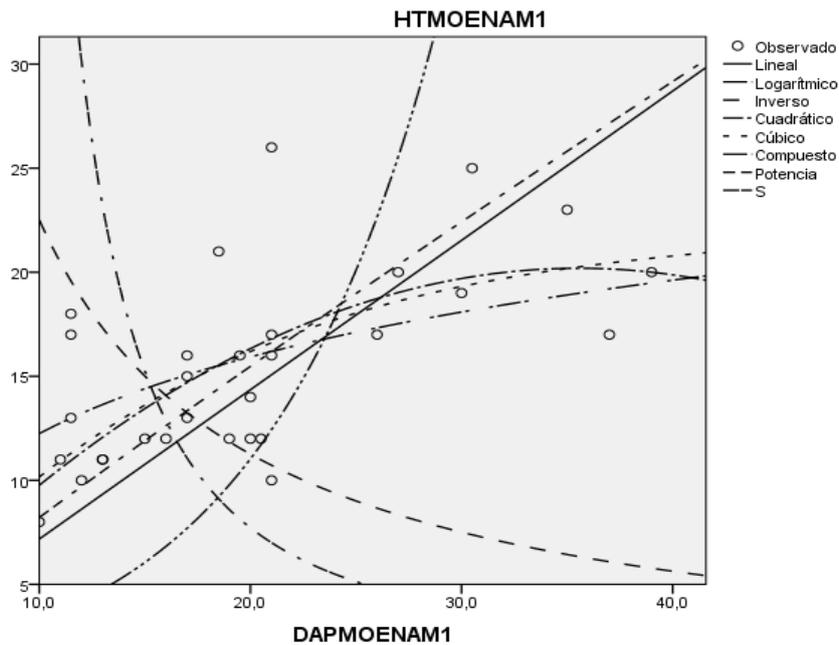


Figura 3. Tendencia de los modelos alométrico probados en la relación diámetro – altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber. Muestra 1.

También, en la figura 4 se comparte la tendencia del modelo alométrico potencia que tuvo mayor ajuste a los datos de la relación diámetro – total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber.

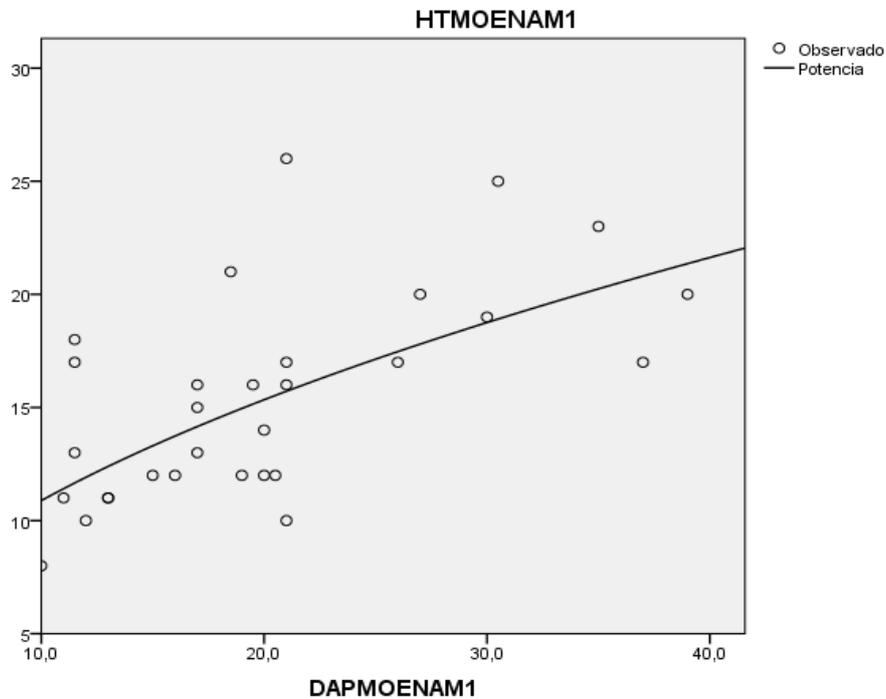


Figura 4. Relación diámetro – altura total del modelo alométrico potencia en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber. Muestra 1.

Relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber. Muestra 2. Con clase diamétrica.

En la relación diámetro – altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber en la muestra 2 se identificó que el modelo alométrico que más se ajustó a esta relación fue la potencia donde se observa el mayor coeficiente de correlación fue $\Pi = 0,993$ que representa una excelente relación entre el diámetro y la altura total; en tanto el coeficiente de determinación presentó el valor de $R^2 = 0,987$ que considera 98,7%

de afinidad entre ambas variables en el crecimiento de las plantas de la especie en estudio.

Cuadro 2: Modelos alométrico utilizados en la relación diámetro – altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber. Muestra 2.

Modelo alométrico	“П”	R ²
Lineal	0,942	0,888
Logarítmico	0,966	0,933
Inverso	0,807	0,651
Cuadrático	0,970	0,940
Cúbico	0,970	0,940
Compuesto	0,931	0,867
Potencia	0,993	0,987
S - Curva	0,893	0,797

Para la predicción de la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber se consideró a la ecuación del modelo alométrico que más se ajustó a la relación en estudio la misma que se presenta a continuación.

Potencia: $Y = b_0 \times (t^{b_1})$

Datos para la ecuación de predicción:

Modelo alométrico	Constantes	
	b ₀	b ₁
Potencia	3,300	0,529

Reemplazando las constantes por sus valores queda la siguiente ecuación:

Potencia:

$Y = 3,300 \times (t^{0,529})$

La tendencia de los modelos alométrico utilizados en la evaluación de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber se muestra en la figura 5.

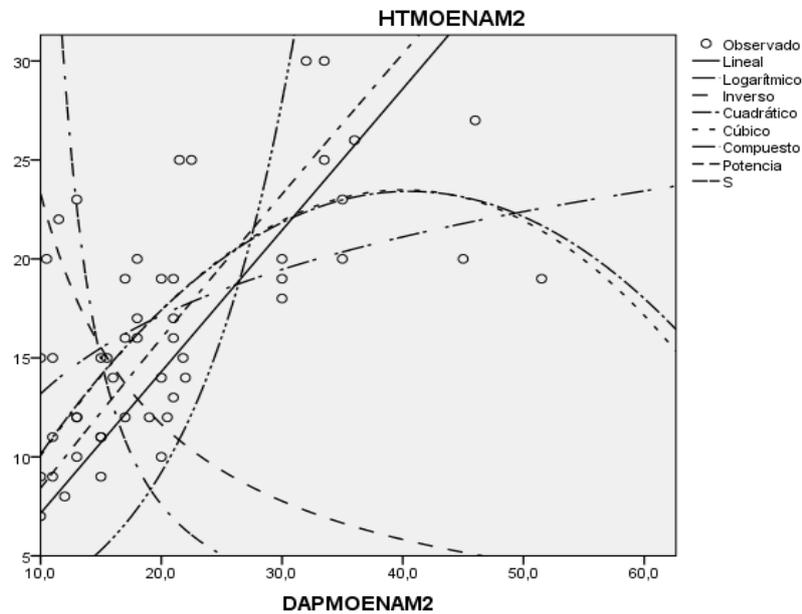


Figura 5. Relación diámetro – altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber. Muestra 2.

La tendencia del modelo alométrico potencia se presenta en la figura 6.

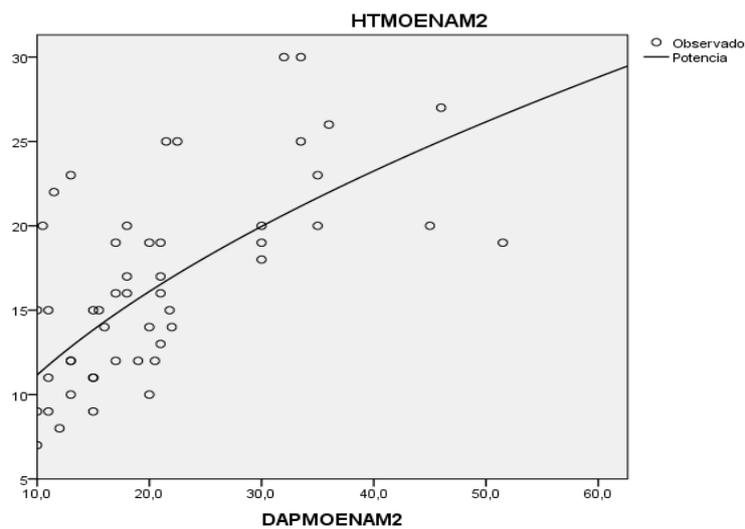


Figura 6. Relación diámetro – altura total del modelo alométrico potencia en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber. Muestra 2.

Relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber. Muestra 3. Muestra Representativa – Con clases diamétrica.

En la evaluación de la relación diámetro – altura total en el crecimiento de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber en la muestra 3 se ha determinado que el modelo alométrico potencia es el que presentó mejor ajuste a esta relación con coeficiente de correlación $\Pi = 0,993$ que indica excelente grado de relación entre las variables diámetro – altura total en las plantas de la especie en estudio; el coeficiente de determinación fue de $R^2 = 0,986$ el cual explica que el 98,6% de los cambios en el crecimiento en altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber se le atribuye a su diámetro (cuadro 3).

Cuadro 3: Modelos alométrico aplicados a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber. Muestra 3. Muestra representativa con clase diamétrica.

Modelo alométrico	“ Π ”	R^2
Lineal	0,927	0,860
Logarítmico	0,961	0,924
Inverso	0,819	0,670
Cuadrático	0,967	0,936
Cúbico	0,968	0,937
Compuesto	0,935	0,874
Potencia	0,993	0,986
S - Curva	0,900	0,810

El modelo alométrico que más se ajustó a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber fue la potencia cuya ecuación será utilizada para las predicciones del crecimiento en altura total de las plantas de la especie en estudio a partir de su diámetro. La ecuación se presenta a continuación.

Potencia: $Y = b_0 \times (t^{b_1})$

Datos de la ecuación tenemos:

Modelo alométrico	Constantes	
	b ₀	b ₁
Potencia	3,300	0,532

Sustituyendo los datos en la Ecuación se tiene:

$$Y = 3,300 \times (t^{0,532})$$

En la figura 7 se presenta la tendencia de cada uno de los modelos alométrico aplicados en la relación diámetro – altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber en la muestra 3.

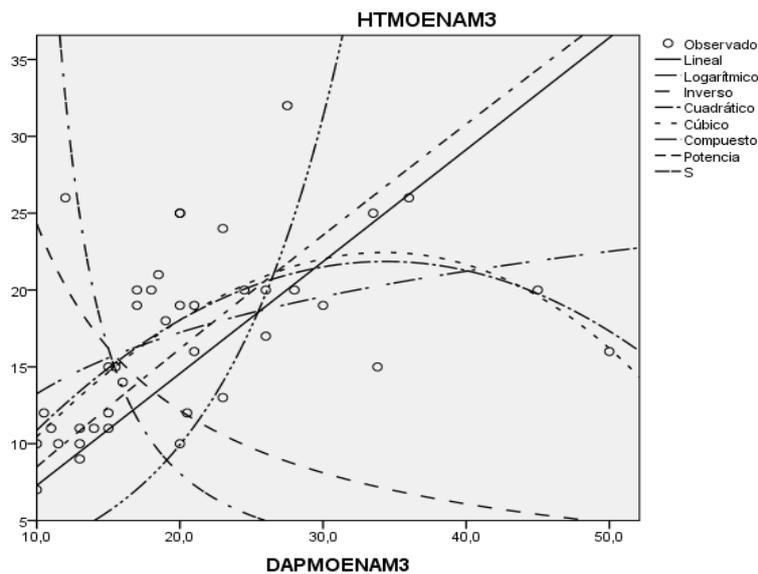


Figura 7. Relación diámetro – altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber de los modelos alométrico probados en la muestra 3.

En la figura 8 se muestra la tendencia del modelo alométrico potencia el cual destacó en la evaluación de la muestra 3.

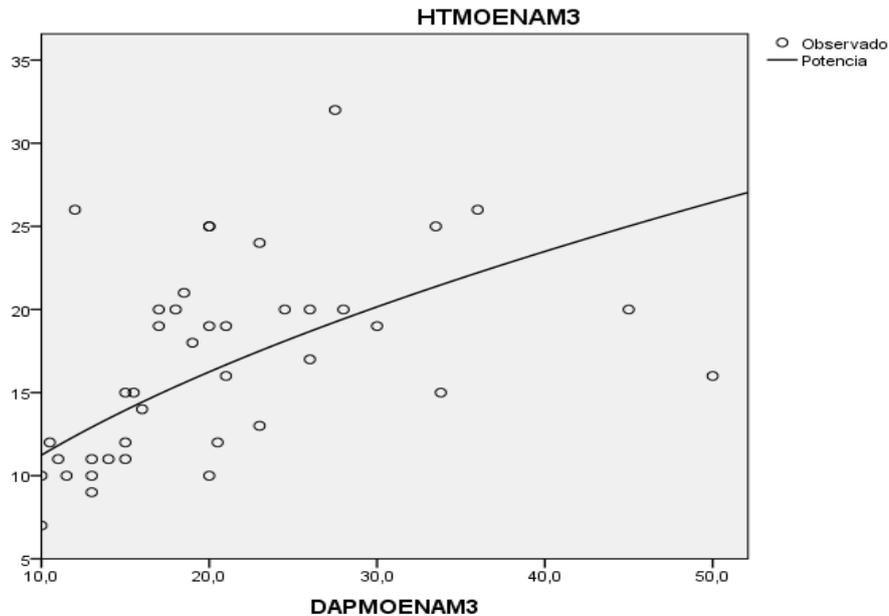


Figura 8. Relación diámetro – altura total del modelo alométrico potencia en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber. Muestra 3.

Relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber. Muestra 4. Muestra Representativa – Sin clases diamétrica.

De los modelos alométrico aplicados a la relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber en la muestra representativa sin clase diamétrica cuyos resultados se presenta en el cuadro 4 se observó que el modelo alométrico que tuvo mejor afinidad a la relación en estudio fue la potencia donde el coeficiente de correlación fue de $r = 0,994$ que representa excelente grado de relación entre el diámetro y la altura total; el coeficiente de determinación presentó el valor de $r^2 = 0,989$ esto quiere decir que el 98,9% de las variaciones que ocurren en el crecimiento de la altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber se atribuye al diámetro de la planta.

Cuadro 4: Modelos alométrico de la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber Huber. Muestra representativa sin clase diamétrica.

Modelos alométrico	“П”	R ²
Lineal	0,943	0,890
Logarítmico	0,962	0,925
Inverso	0,829	0,688
Cuadrático	0,967	0,936
Cúbico	0,970	0,941
Compuesto	0,948	0,899
Potencia	0,994	0,989
S – Curva	0,915	0,837

Para las predicciones del crecimiento en altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber Huber a partir de su diámetro se utilizará la ecuación del modelo alométrico potencia para la relación diámetro - altura total de la especie en estudio, la ecuación se muestra a continuación:

$$\text{Potencia: } Y = b_0 \times (t^{b_1})$$

Los datos de la ecuación son:

Modelo alométrico	Constante	
	b ₀	b ₁
Potencia	2,776	0,598

Reemplazando en la Ecuación tenemos:

$\text{Potencia: } Y = 2,776 \times (t^{0,598})$
--

En la figura 9 se muestra la tendencia de los modelos alométrico probados en el estudio de la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea*

aciphylla (Nees) Mez Huber en la muestra representativa sin clase diamétrica.

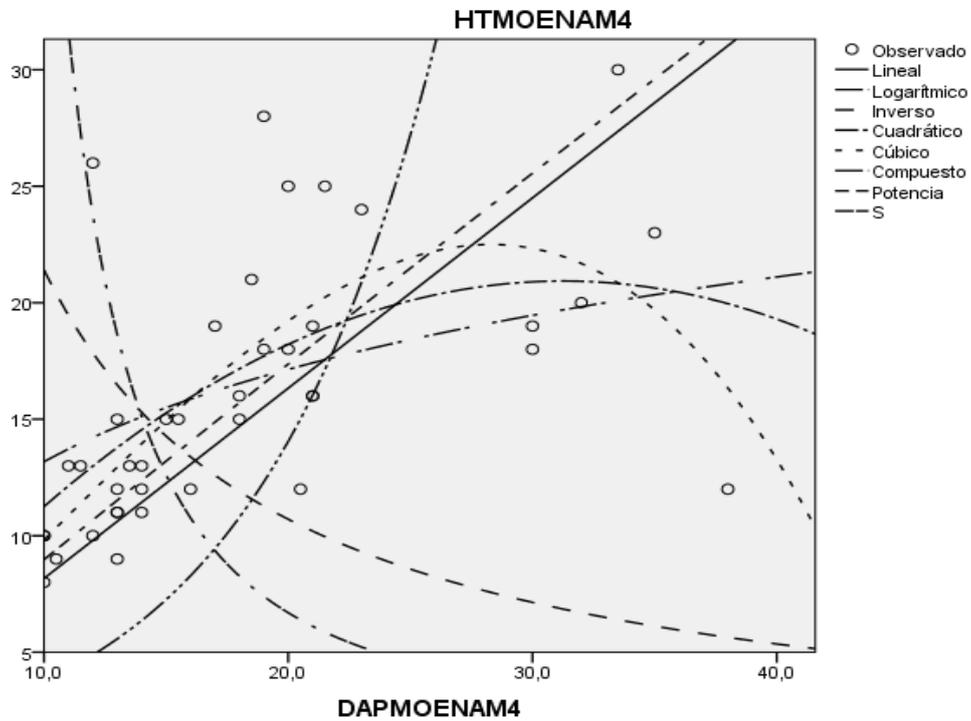


Figura 9. Relación diámetro – altura total de los modelos alométrico aplicados a las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber. Muestra representativa sin clase diamétrica.

Para mejor comprensión de la tendencia que presentó el modelo alométrico que se ajustó mejor a la relación diámetro – altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber en la muestra representativa sin clase diamétrica se muestra la figura 10.

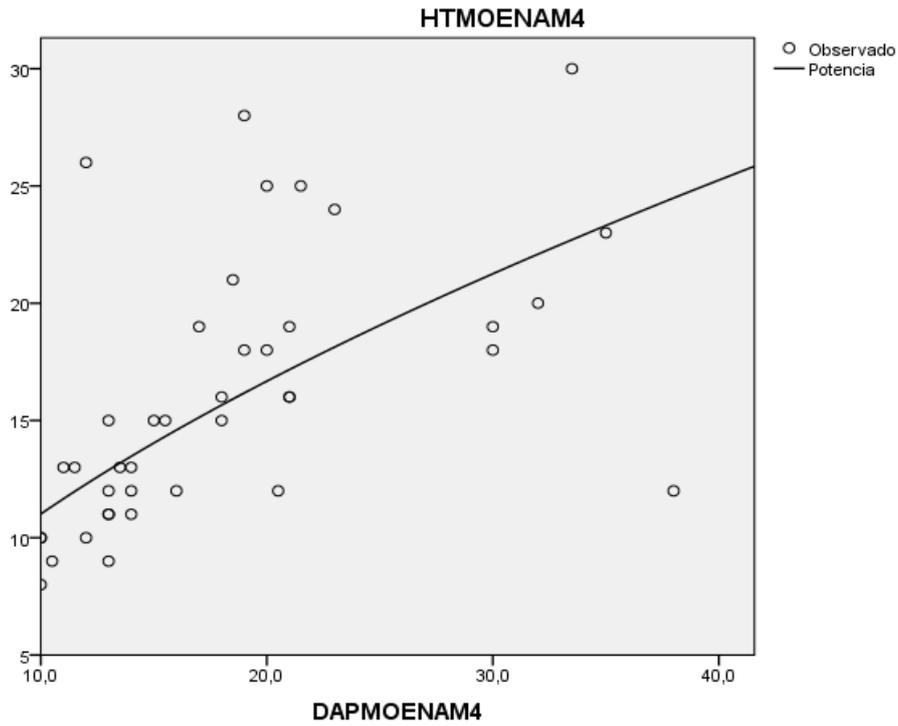


Figura 10. Relación diámetro – altura total del modelo alométrico potencia para las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber. Muestra 4. Muestra representativa sin clase diamétrica.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber.

La evaluación efectuada a la relación diámetro - altura total en el crecimiento de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber en bosque natural en Puerto Almendra utilizando 4 muestras diferentes con y sin clases diamétrica, en los resultados se observó que el modelo alométrico que más se ajustó a esta relación en todas las muestras fue la potencia por tanto aparentemente en esta especie no se presenta mayor dificultad al utilizar o no las clases diamétrica; además se nota que tampoco el número de elementos de la muestra no tiene mayor efecto en los resultados, solamente que sea no menos de 30 datos; cabe indicar que si analizamos los datos nos encontramos que existe variabilidad de diámetros a partir de 10 cm hasta 51,5 cm lo cual permitió posiblemente que se produzca este tipo de resultados o sea con resultados similares en el coeficiente de correlación con valores de 0,995; 0,994; 0,993 los cuales indican excelente grado de relación entre las variables diámetro – altura total en el crecimiento de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber en bosque natural; en cuanto al coeficiente de determinación se puede mencionar que los valores obtenidos en las diferentes muestras también son bastante altos tales como 0,990; 0,989; 0,987; 0,986 los mismos que dan a entender que existe bastante afinidad entre las variables evaluadas con 99%; 98,9%; 98,7%; 98,6% de relación entre ellos en el crecimiento de las plantas de la especie evaluada.

Con respecto a las ecuaciones determinadas en cada una de las muestras (4) con la aplicación de un ejemplo considerando 20 cm de DAP se han obtenidos los siguientes resultados, para la muestra 1 la altura total de la planta fue 14,3 metros; en la muestra 2 el resultado fue 16,1 metros de altura total para la planta; para la muestra 3 el resultado fue 16,2 metros de altura total para la planta y por ultimo para la muestra 4 el resultado fue de 16,7 metros de altura total; teniendo en cuenta que el promedio de altura total de las plantas evaluadas con DAP de 20 centímetros fue de 15,8 metros, lo que significa que los resultados obtenidos están muy próximos a los datos reales, por tanto es posible utilizar cualquiera de las ecuaciones para la predicción de la altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber en bosque natural.

Otros estudios indican que “al no tener el tamaño de muestra estandarizada para las predicciones, en la práctica, considerar en el muestreo árboles de diferentes tamaños con la finalidad de garantizar el resultado de la relación entre el diámetro y su altura (Box & Draper, 1987, p.427; Goupy, 1999, p.128; Myers & Montgomery, 2002, p.627). En otras experiencia los resultados fueron: Freitas (2019, p. 31), encontró que el modelo alométrico potencia es el que presentó mejor ajuste a la relación altura total -y diámetro en los árboles de las familias botánicas Moraceae, Rubiaceae y Annonaceae; con grado de relación excelente Canaquiri (2020, p. 36), determinó en la relación diámetro - altura total en el crecimiento de las plantas de *Calycophyllum spruceanum* “capirona” en plantación al modelo alométrico cúbica que más destacó considerando las intensidades de luz buena y regular; así mismo, manifiesta que la relación

entre las variables fue buena. Babilonia (2018, p. 26), definió en los árboles de las especies de las familias botánicas Lecythidaceae y Myristicaceae en la relación altura total – diámetro al modelo alométrico potencia como el de mejor ajuste; así mismo la relación fue excelente. Dávila (2019, p. 48), en su investigación determinó que en la asociación altura total - diámetro de las plantas de las familias botánicas Chrysobalanaceae y Clusiaceae el modelo alométrico que más se ajustó fue el cubico y el grado de asociación fue buena. Soplín (2019, p. 44), manifestó que las plantas de las familias botánicas Fabaceae y Lauraceae en la relación altura total – diámetro el modelo alométrico que más se ajustó fue el cubico; el grado de relación fue buena para la familia Fabaceae y, entre regular y excelente para la familia Lauraceae. Según Ruiz (2019, p. 25), en un estudio con “quillobordón” se identificó que los modelos alométrico que más se ajustaron a la relación altura total – diámetro para las plantas de *Aspidosperma spruceanum* "quillobordón" con iluminación Buena fueron Cuadrático y Cúbico; para el caso de la iluminación regular se observó al modelo Potencia; además el grado de relación en ambas iluminaciones fue Excelente.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

1. En la evaluación de la relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber en bosque natural en 4 muestras diferentes se observó que el modelo alométrico que más se ajustó fue la potencia.
2. El grado de relación entre las variables diámetro - altura total para las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber en las 4 muestras evaluadas fue excelente.
3. Las ecuaciones que fueron definidas en este estudio para la relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber fueron las siguientes:

Muestra 1 : $Y = 3,477 \times (t^{0,495})$

Muestra 2 : $Y = 3,300 \times (t^{0,529})$

Muestra Representativa

Con clase diamétrica : $Y = 3,300 \times (t^{0,532})$

Muestra Representativa

Sin clase diamétrica : $\text{Potencia: } Y = 2,776 \times (t^{0,598})$

CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES

1. Teniendo en cuenta los resultados del estudio se puede recomendar considerar al modelo alométrico potencia para definir el grado de relación entre el diámetro y la altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber.
2. Se recomienda utilizar para las predicciones de las relaciones diámetro – altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez Huber a la ecuación del modelo alométrico potencia por presentar mejor ajuste para los datos de esta relación; pero de la muestra 3 por ser una muestra representativa y que considera a las clases diamétrica que es muy importante para la distribución de los diferentes diámetros de las plantas, la misma que se presenta a continuación:

$$Y = 3,300 \times (t^{0,532})$$

3. Sería bueno continuar con estudios similares en las diferentes especies forestales de los bosques Amazónico, principalmente de las especies comerciales y ecológicas con la finalidad de obtener información para el mejor manejo del bosque.

VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Álvarez, 2008. Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Escuela de Postgrado. Tesis Magíster Scientiae en manejo y conservación de bosques naturales y biodiversidad. Turrialba, Costa Rica. 76 p.
- Alves, L. F. y Santos F. A., 2002. Tree allometry and crown shape of four tree species in Atlantic rain forest, south-east Brazil. *J. Trop. Ecol.* 18: 245 - 260
- 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.
- Babilonia, J. 2019. “Relación altura total y diámetro de los árboles de dos familias botánicas. Puerto Almendra, Loreto, Perú”. Tesis de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales, F. C. F – UNAP, Iquitos. 50 p.
- Beiguelman, B., 1994. Curso práctico de bioestadística. 3era. Edición. Sociedade Brasileira de genética. Brasil. 231 p.
- Box, G.E.P. & Draper, N.R. 1987. Empirical model building and response surfaces. Wiley series in probability and mathematical statistics. New York, NY, Wiley. 669 p.
- Budowski, G., 1985. Aspectos ecológicos del bosque húmedo. La conservación como instrumento para el desarrollo. San José, Costa Rica. UNED/MAG/USAID/FPN. 269 – 279 p.

- Canaquiri, Y. SH. 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 para optar el Título de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales. Iquitos – Perú. 56 p.
- Chávez, J. y Huaya, M. 1997. Manual de vivero forestal volante para la amazonia peruana. 30 ÑU – CENFOR XIII. Pucallpa. Perú. 104 p.
- Daniel, W. 2004. Bioestadística. 4 ed., en español, México, D.F. – México. 755 p.
- Dávila, A. 2019. "RELACIÓN DE TRES VARIABLES EN LOS ÁRBOLES DE DOS FAMILIAS BOTÁNICAS DEL ARBORETUM "EL HUAYO" Y PROPORCIONALIDAD DE INDIVIDUOS. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ". Tesis de Ingeniero Forestal, F.C. F. – UNAP, Iquitos. 69 p.
- Delgado, L. A., Acevedo, F. M., Castellanos, H., Ramírez, H. y Serrano, J., 2005. Relaciones alométricas y patrones de crecimiento para especies de árboles de la reserva forestal Imataca, Venezuela. 8 p.
- Freese, F. 1970. Métodos Estadísticos Elementales para Técnicos Forestales. Ministerio de Agricultura de EEUU. 420 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.

- Fontes, L. M., 1999. Padrões alométricos em espécies arbóreas pioneiras tropicais. Allometric patterns for tropical pioneer tree species. *Scientia Forestalis* 55: 79 - 87
- García, W. 2019. "Asociación entre diámetro y amplitud de copa de las plántulas de *Calycophyllum spruceanum* "capirona" en PPM 1 – Faja E. CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú- 2019". Practica PreProfesional II – FCF – UNAP. 30 p.
- Gayon J. 2000. History of the concept of allometry. *Am. Zool.* 40: 748-758.
- Goupy, J. 1999. Plans d'expériences pour surfaces de réponse. Paris, Dunod. 409 p. 31
- Hemery, E; Savill, S; Pryor, N. 2005. Applications of the crown diameterstem diameter relationship for different species of broadleaved trees. *Forest Ecology and Management* 215(1-3):285-294 p.
- Henry, H. A. y L. W. Aarssen. 1999 The interpretation of stem diameter-height allometry in trees: biomechanical constraints, neighbour effects or biased regression. *Ecol. Lett.* 2: 89 - 97
- Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), 2004. Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del río Putumayo (PEDICP). Propuesta final de zonificación ecológica económica, sector: Mazan – El Estrecho, Iquitos – Perú. 255 – 398 p.
- King, D. A., 1996. Allometry and life history of tropical trees. *J. Tropical Ecol.* 12: 25 - 44

- Lindorf, H., L. de Parisca y P. Rodríguez. 1991. Botánica, clasificación, estructura y reproducción. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 38 p.
- López, A. J. L., Valdez, J. I., Terrazas, H. T. y Valdez, J. R., 2006. Crecimiento endiámetro de especies arbóreas en una selva mediana subcaducifolia en Colima, México. *Agrociencia* 40 (1): 139 - 147
- 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.
- Martin JG, Kloeppel BD, Schaefer TL, Kimbler DL, McNulty SG. 1998. Aboveground biomass and nitrogen allocation of ten deciduous southern Appalachian tree species. *Can. J. Forest Res.* 28: 1648-1659.
- Myers, R.H. & Montgomery, D.C. 2002. *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments.* Wiley series in probability and statistics. New York, NY, Wiley. 824 p.
- 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 Alimentación y la Agricultura y el

- Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Rome, Montpellier, 223 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. Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Rome, Montpellier, 223 p.
- 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.
- 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.
- Segura, M. y Andrade, H., 2008. Como construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes. Agroforestería en las Américas N° 46: 89 - 96
- Vanderlei, P. 1991. Estadística Experimental Aplicada à Agronomia. Maceió: EDUFAL. Brasil. 440 p.
- Villacorta, F. M., 2012. Relación de la abundancia y estructura diamétrica en tres tipos de bosque y especies más importantes en la cuenca media del río Arabela. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales-UNAP. 90 p.

Zeide, B. y Vanderschaaf, C., 2002. The effect of density on the height-diameter relationship. En Outcalt KW (Ed.) Proceedings of the eleventh biennial southern silvicultural research conference. Gen. Tech. Rep. SRS-48. USDA. Asheville, NC, EEUU. 463 – 466.

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico->

[detalle&dp=16&localidad=0021](#) – 22:00 pm – 23/04/2021.

(http://www.siturismo.org.pe/Amazónica/Conservacion/arbor_huayo.htm).

15/05/2021 Hora: 20:35

A N E X O S

ANEXO 1. Mapas de ubicación y distribución de las parcelas de estudio (parcelas del 1 al 8)
Arboretum “El Huayo”, CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú.

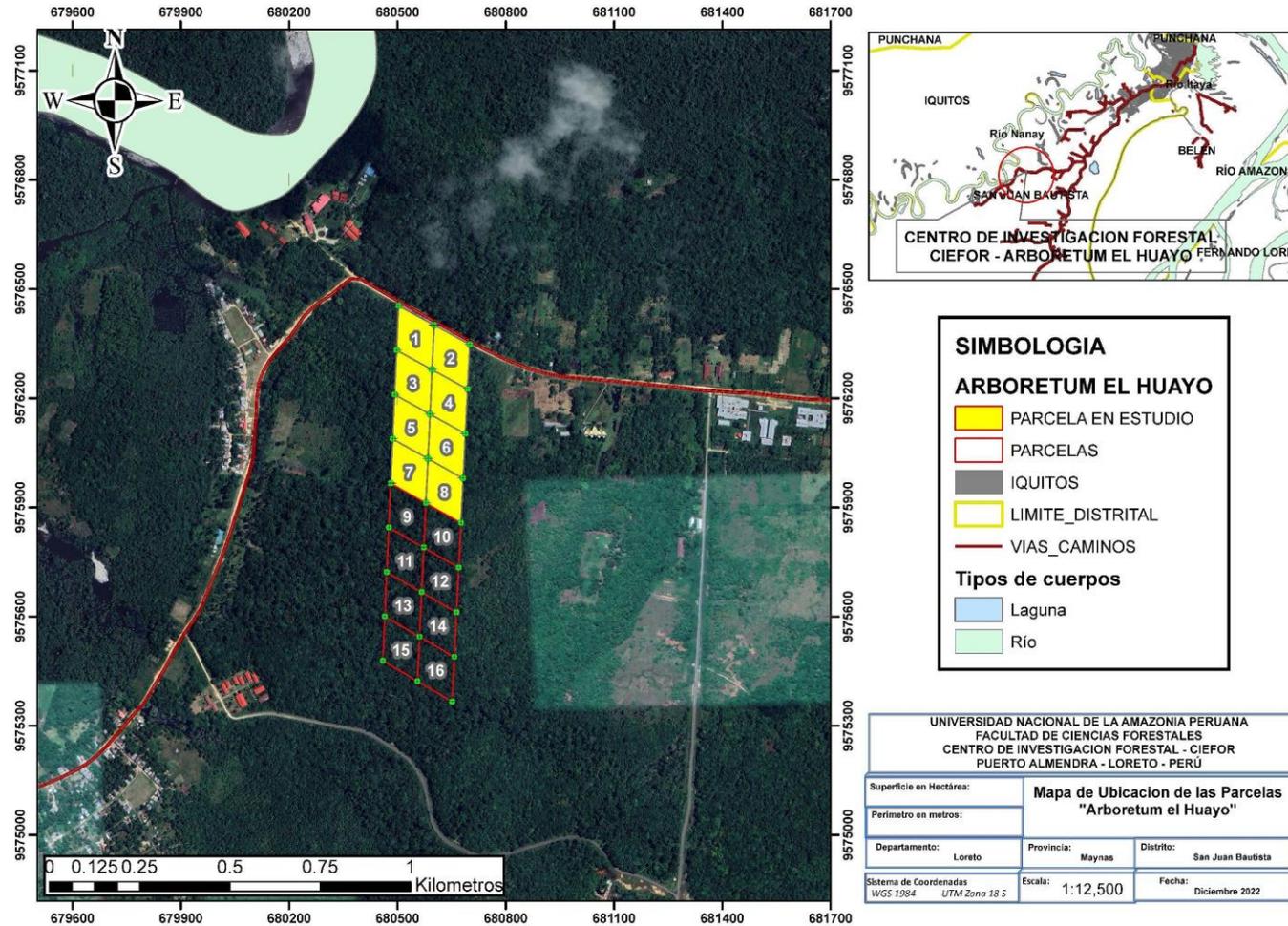
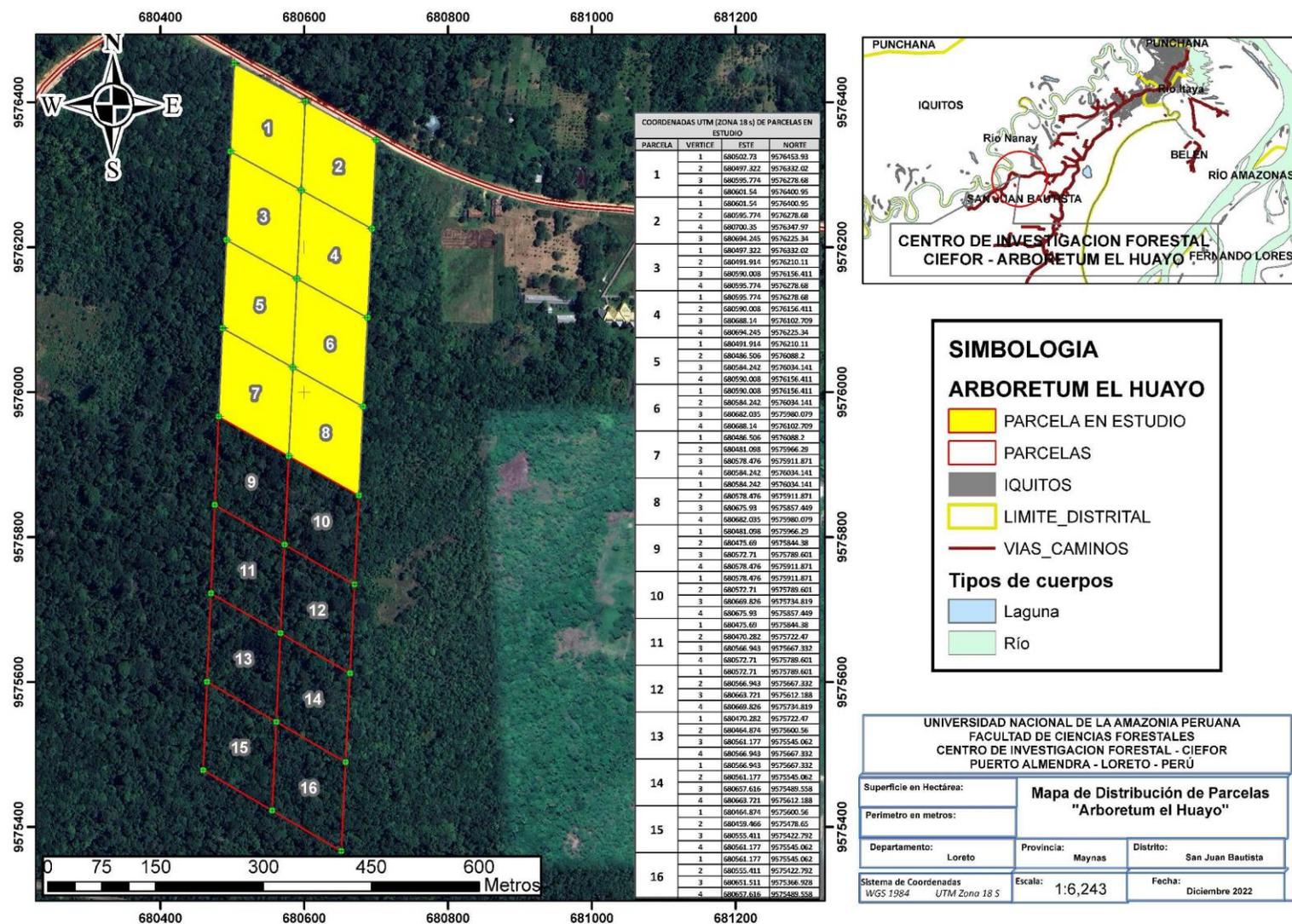


Figura 11. Mapa de ubicación, Arboretum “El Huayo”, CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú.

Figura 12. Mapa de distribución de las parcelas de estudio (parcelas del 1 al 8), Arboretum “El Huayo”, CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú



Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos.

Cuadro 5. Formato de campo

N° Planta	ESPECIE	DAP (cm)	H _T (m)	Observaciones
1				
2				

Anexo 3. Compromiso de Asesoría de Tesis

COMPROMISO DE ASESORIA DEL PLAN DE TESIS

El presente compromiso establece la asesoría del Plan de tesis titulada:
"Predicción de la relación diámetro-altura total de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez.
según tamaño de muestra en bosque natural. Puerto Almendra, Loreto, Perú".

En los siguientes términos:

1. El asesor del presente Plan de trabajo de tesis es el **Ing. JORGE ELIAS ALVAN RUIZ, Dr.** Profesor ordinario adscrito a la FCF.
2. El asesorado del trabajo de tesis es el **Bach. ROY PAUL CANDIOTTI NORIEGA.**
3. El asesor es co-autor de la tesis por asumir la responsabilidad de formulación, ejecución y publicación de la investigación.
4. El asesorado es el autor principal quien será orientado por el asesor y tiene la mayor responsabilidad sobre la ejecución del trabajo.

Iquitos, 01 de marzo de 2021



ASESOR



ASESORADO

Anexo 4. Base de Datos

Muestra 1

Orden	Especie	Diámetro	Altura total
1	Moena	10	8
2	Moena	11	11
3	Moena	11,5	13
4	Moena	11,5	18
5	Moena	11,5	17
6	Moena	12	10
7	Moena	13	11
8	Moena	13	11
9	Moena	15	12
10	Moena	16	12
11	Moena	17	15
12	Moena	17	16
13	Moena	17	13
14	Moena	18,5	21
15	Moena	19	12
16	Moena	19,5	16
17	Moena	20	12
18	Moena	20	14
19	Moena	20,5	12
20	Moena	21	17
21	Moena	21	16
22	Moena	21	26
23	Moena	21	10
24	Moena	26	17
25	Moena	27	20
26	Moena	30	19
27	Moena	30,5	25
28	Moena	35	23
29	Moena	37	17
30	Moena	39	20

Muestra 2.

Orden	Especie	Diámetro	Altura total
1	Moena	10	9
2	Moena	10	7
3	Moena	10	15
4	Moena	10,5	20
5	Moena	11	11
6	Moena	11	15
7	Moena	11,5	22
8	Moena	12	8
9	Moena	13	12
10	Moena	13	12
11	Moena	13	10
12	Moena	13	23
13	Moena	11	9
14	Moena	15	11
15	Moena	15	11
16	Moena	15	9
17	Moena	15	15
18	Moena	15,5	15
19	Moena	16	14
20	Moena	17	12
21	Moena	17	16
22	Moena	17	19
23	Moena	18	20
24	Moena	18	16
25	Moena	18	17
26	Moena	19	12
27	Moena	20	10
28	Moena	20	19
29	Moena	20	14
30	Moena	20,5	12
31	Moena	21	13
32	Moena	21	16
33	Moena	21	19
34	Moena	21,5	25
35	Moena	21,8	15
36	Moena	22	14
37	Moena	22,5	25
38	Moena	21	17
39	Moena	30	18
40	Moena	30	19
41	Moena	30	20
42	Moena	32	30
43	Moena	33,5	25
44	Moena	33,5	30
45	Moena	35	20
46	Moena	35	23
47	Moena	36	26
48	Moena	45	20
49	Moena	46	27
50	Moena	51,5	19

Muestra 3.

Orden	Especie	Diámetro	Altura total
1	Moena	10	10
2	Moena	10	7
3	Moena	10,5	12
4	Moena	11	11
5	Moena	11,5	10
6	Moena	12	26
7	Moena	13	9
8	Moena	13	11
9	Moena	13	10
10	Moena	14	11
11	Moena	15	11
12	Moena	15	12
13	Moena	15	15
14	Moena	15,5	15
15	Moena	16	14
16	Moena	17	20
17	Moena	17	19
18	Moena	18	20
19	Moena	18,5	21
20	Moena	19	18
21	Moena	20	10
22	Moena	20	19
23	Moena	20	25
24	Moena	20	25
25	Moena	20,5	12
26	Moena	21	16
27	Moena	21	19
28	Moena	23	13
29	Moena	23	24
30	Moena	24,5	20
31	Moena	26	17
32	Moena	26	20
33	Moena	27,5	32
34	Moena	28	20
35	Moena	30	19
36	Moena	33,5	25
37	Moena	33,8	15
38	Moena	36	26
39	Moena	45	20
40	Moena	50	16

Muestra 4.

Orden	Especie	Diámetro	Altura total
1	Moena	10	10
2	Moena	10	10
3	Moena	10	8
4	Moena	10,5	9
5	Moena	11	13
6	Moena	11,5	13
7	Moena	12	10
8	Moena	12	26
9	Moena	13	9
10	Moena	13	11
11	Moena	13	11
12	Moena	13	12
13	Moena	13	15
14	Moena	13,5	13
15	Moena	14	12
16	Moena	14	11
17	Moena	14	13
18	Moena	15	15
19	Moena	15,5	15
20	Moena	16	12
21	Moena	17	19
22	Moena	18	15
23	Moena	18	16
24	Moena	18,5	21
25	Moena	19	18
26	Moena	19	28
27	Moena	20	18
28	Moena	20	25
29	Moena	20,5	12
30	Moena	21	16
31	Moena	21	16
32	Moena	21	19
33	Moena	21,5	25
34	Moena	23	24
35	Moena	30	18
36	Moena	30	19
37	Moena	32	20
38	Moena	33,5	30
39	Moena	35	23
40	Moena	38	12