



**UNAP**



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

**TESIS  
“RELACIÓN DIÁMETRO – ALTURA TOTAL EN EL CRECIMIENTO DE LAS  
PLANTAS DE *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez EN BOSQUE NATURAL Y EN  
PLANTACIÓN. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ - 2022”**

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

**PRESENTADO POR:**

**REYNA DEL PILAR HUANAQUIRI BARDALES**

**ASESOR:**

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

**IQUITOS, PERÚ**

**2023**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 073-CTG-FCF-UNAP-2023**

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 13 días del mes de diciembre del 2023, a horas 12:00 m., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis: "**RELACIÓN DIÁMETRO - ALTURA TOTAL EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS DE *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez EN BOSQUE NATURAL Y EN PLANTACIÓN. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ - 2022**", aprobado con R.D. Nº 0474-2022-FCF-UNAP, presentado por la bachiller **REYNA DEL PILAR HUANAQUIRI BARDALES**, 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. Nº 0556-2023-FCF-UNAP, está integrado por:

<b>Ing. Angel Eduardo Maury Laura, Dr.</b>	<b>: Presidente</b>
<b>Ing. Segundo Córdova Horna, Dr.</b>	<b>: Miembro</b>
<b>Ing. Juan De La Cruz Bardales Meléndez, Dr.</b>	<b>: Miembro</b>
<b>Ing. Jorge Elías Alvan Ruiz, Dr.</b>	<b>: Asesor</b>

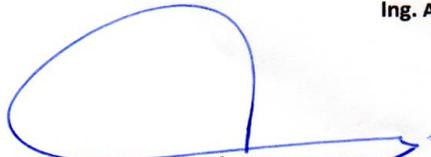
Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE

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 Buena

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

Siendo las 13:30 pm Se dio por terminado el acto Académico

 <b>Ing. SEGUNDO CÓRDOVA HORNA, Dr.</b> Miembro	 <b>Ing. ANGEL EDUARDO MAURY LAURA, Dr.</b> Presidente	 <b>Ing. JUAN DE LA CRUZ BARDALES MELÉNDEZ, Dr.</b> Miembro
	 <b>Ing. JORGE ELÍAS ALVAN RUIZ, Dr.</b> Asesor	

ESCUELA DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES

TESIS

“Relación diámetro – altura total en el crecimiento de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez en bosque natural y en plantación. Puerto Almendra, Loreto, Perú - 2022”.

(Aprobado el día 13 de diciembre de 2023 según Acta de Sustentación N°073)

MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR

Ing. ÁNGEL EDUARDO MAURY LAURA, Dr.  
C.I.P. 44895  
PRESIDENTE

Ing. SEGUNDO CÓRDOVA HORNA, Dr.  
C.I.P. 65032  
MIEMBRO

Ing. JUAN DE LA CRUZ BARDALES MELÉNDEZ, Dr.  
C.I.P. 45893  
MIEMBRO

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

NOMBRE DEL TRABAJO

FCF\_TESIS\_HUANAQUIRI BARDALES.pdf

AUTOR

REYNA DEL PILAR HUANAQUIRI BARDAL  
ES

RECuento DE PALABRAS

**3310 Words**

RECuento DE CARACTERES

**16784 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**24 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**377.2KB**

FECHA DE ENTREGA

**Mar 10, 2024 10:24 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Mar 10, 2024 10:24 PM GMT-5****● 35% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 34% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 18% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

## DEDICATORIA

A mis padres, Lis Bardales y Pablo Huanaquiri, por brindarme su apoyo incondicional porque cada día confiaron en mí, gracias a su esfuerzo llegué a ser una profesional.

A mis hermanos Wendy y Jorge por ser mis compañeros durante todo este trayecto llamado vida.

Para mis pequeños ángeles Pirata y Blanco que me acompañaron durante las noches de desvelo con mucho amor para ustedes.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme llegar a este momento tan importante en mi formación como profesional.

A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Ciencias Forestales por el apoyo brindado y el aporte académico en mi formación.

Al Ing. Jorge Elías Alvan Ruiz, por brindarme su consejo y aporte en la culminación de la presente Tesis.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADOS 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	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPITULO I: MARCO TEÓRICO</b>	<b>2</b>
1.1. Antecedentes	2
1.2. Bases teóricas	3
1.3. Definición de términos básicos	3
<b>CAPITULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	<b>5</b>
2.1. Formulación de la hipótesis	5
2.2. Variables y su operacionalización	5
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA</b>	<b>6</b>
3.1. Diseño metodológico	6
3.2. Diseño muestral	6
3.3. Procedimiento de recolección de datos	6

3.4. Procesamiento y análisis de datos	7
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS</b>	10
<b>CAPITULO V: DISCUSIÓN</b>	19
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES</b>	21
<b>CAPITULO VII: RECOMENDACIONES</b>	22
<b>CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	23
<b>ANEXO</b>	27
1. Instrumento de recolección de datos	30
2. Muestra 1 – Bosque Natural	31
3. Muestra 2 – Bosque Natural	32
4. Muestra 1 – Plantación	33
5. Muestra 2 – Plantación	34
6. Constancia de Determinación Botánica	35

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Resultados de la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez en bosque natural.	10
2	Resultados de la relación diámetro – altura total de plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez "canela moena" en bosque natural.	12
3	Resultados de la relación diámetro – altura total de plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez en plantación. Muestra 1.	15
4	Resultados de la relación diámetro – altura total de plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez "canela moena" en plantación – muestra 2.	17

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Modelos alométrico del estudio en bosque natural. Muestra 1.	11
2	Ecuación de predicción de la relación evaluada en bosque natural. Muestra 1.	11
3	Modelos alométrico probados en bosque natural. Muestra 2.	13
4	Ecuación de predicción de la relación en bosque natural. Muestra 2.	14
5	Modelos alométrico en plantación. Muestra 1.	15
6	Ecuación de predicción de la relación evaluada en plantación. Muestra	16
7	Modelos alométrico en plantación. Muestra 2.	17
8	Ecuación de predicción en plantación. Muestra 2.	18
9	Mapa de ubicación del estudio - Arboretum "El Huayo"	28
10	Mapa de ubicación del área de estudio – Plantación FCF – UNAP	29
11	Formato de registro de datos para el Arboretum " El Huayo"	30
12	Formato de registro para la Plantacion de la Parcela 9	30

## RESUMEN

El estudio se ejecutó en Puerto Almendra, San Juan Bautista, Loreto, Perú. El material de estudio fueron las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez y su objetivo fue estudiar la relación diámetro – altura total de las plantas en bosque natural y plantación. Se utilizaron dos muestras (azar) por condición. En los resultados el modelo alométrico **cúbico** fue el que destacó en la relación para el bosque natural con buen **grado** de relación; en la plantación el modelo alométrico fue **S-curva**, con **excelente** grado de relación.

**Palabras claves:** Alometría, muestra, especie, diámetro, altura total.

## **ABSTRACT**

The study was carried out in Puerto Almendra, San Juan Bautista, Loreto, Peru. The study material was the *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez plants and its objective was to study the relationship diameter - total height of the plants in natural forest and plantation. Two samples (random) were used per condition. In the results, the cubic allometric model was the one that stood out in the relationship for the natural forest with a good degree of relationship; in the plantation the allometric model was S-curve, with an excellent degree of relationship.

Keywords: Allometry, sample, species, diameter, total height.

## INTRODUCCIÓN

La deforestación selectiva de árboles forestales da como consecuencia la disminución de materia prima para las industrias madereras, por tanto se produce el aumento de los costos de extracción; aplicando la silvicultura se obtendrá una producción forestal sostenible (Angulo, 2015, p. 15).

La alometría estudia la relación entre características de un ser vivo para predecir su crecimiento futuro (King, 1990, p. 29).

Los usuarios potenciales de los resultados de esta investigación son todos los productores forestales que podrían utilizar los tratamientos silviculturales con la finalidad de tener producción permanente de madera en sus bosques (Angulo, 2015, p.18).

Se estudió la relación diámetro - altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez en bosque natural y en plantación, la información que se obtuvo servirá para ser utilizada en la parte silvicultural de las concesiones forestales.

El objetivo fue estudiar la relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez en bosque natural y en plantación. Puerto Almendra, Loreto, Perú – 2022.

## CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

En la relación diámetro – altura comercial en 5 especies forestales el modelo alométrico **cúbico** destacó, con el 21% de variaciones que son comunes en ambas variables. Finalmente, la relación fue **Buena - excelente** (Wong, 2017, p. 49).

El 2019 en un estudio de la relación altura total - diámetro de los árboles de tres familias botánicas se determinó a la **potencia** como modelo alométrico que destacó; presentando además **excelente** relación (Freitas, 2019, p. 31).

En el 2020 se identificó como mejor modelo alométrico al **cúbico** en la relación diámetro - altura total en las plantas de *Calycophyllum spruceanum* en plantación; el grado de relación fue **buena** (Canaquiri, 2020, p. 36).

El 2019 se ha definido como mejor modelo alométrico a la **POTENCIA** utilizando las plantas de tres especies forestales; la relación fue **EXCELENTE** (Babilonia, 2019, p. 26),

Otra investigación en el 2019 determinó en la asociación altura total - diámetro al modelo alométrico **cubico** como el de mayor afinidad para las plantas de dos familias botánicas y el grado de asociación fue **buena** (Dávila, 2019, p. 48).

El 2019 se efectuó un estudio de la relación diámetro – altura total en las plantas de *Calycophyllum spruceanum* donde se identificó que el modelo alométrico de mejor ajuste fue la **potencia**; el grado de asociación fue **Excelente** (Chung, 2019, p. 27).

En una investigación del 2019 en la relación diámetro – altura total en las plantas de *Aspidosperma spruceanum* con iluminación Buena y regular, los mejores modelos alométrico fueron **Cuadrático y Cúbico** para la iluminación buena y para la regular fue la **potencia**; con relación **Excelente** (Ruiz, 2019, p. 25).

## 1.2. Bases teóricas

“El bosque tropical posee alta diversidad de diámetros que se asemeja a lo que ocurre en países templados con edades diferentes y posiblemente las variaciones del diámetro son menores” (Heinsdijk y Miranda, 1963, p. 84).

En las relaciones alométrico se asocian a las diferentes características de las plantas; por los resultados se pueden conocer prototipos de diferentes maneras que permitan las predicciones del crecimiento del bosque (Delgado *et al.*, 2005, p. 6).

## 1.3. Definición de términos básicos

**Bosque natural.** - son plantas que crecen en forma natural en un área determinada (FAO, 2012, p. 99).

**Árboles.**- plantas dominantes en un bosque natural o artificial (Lindorf *et al.*, 1991, p. 53).

**Alometría.**- es la predicción del crecimiento de una variable en función de otra variable (Archibald & Bond, 2003, p. 9).

**Ecuación alométrico.**- es una fórmula que hace posible cuantificar la relación entre dos variables de un mismo material (Bohlman & O'Brien, 2006, p. 131).

**Altura de la planta.-** Medición de la planta desde el nivel del suelo hasta la parte más alta de la planta (Chávez y Huaya, 1997, p. 86).

**Diámetro de la planta.-** Medición horizontal del tallo de la planta (plantación o bosque natural) (García, 2019, p. 13).

**Grado de asociación.-** Es la afinidad que existe entre las variables evaluadas definido por el coeficiente de correlación (Freese, 1970, p. 123).

**Correlación.-** Es una herramienta matemática para definir el grado de afinidad entre dos variables (Beiguelman, 1994, p. 194).

**Regresión.** – Es una herramienta matemática que permite conocer la existencia o no de relación entre dos variables (Beiguelman, 1994, p.190).

**Variable independiente.-** Es la variable que servirá para hacer la predicción de la variable dependiente (Vanderlei, 1991, p. 351).

**Variable dependiente.-** Es la variable que se obtiene a partir de la variable independiente en una relación ((Vanderlei, 1991, p. 352).

## CAPITULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1. Formulación de la hipótesis

La relación diámetro – altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees)

Mez es diferente entre bosque natural y plantación.

### 2.2. Variables y su operacionalización

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza.	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
<b>V. Independiente (X)</b>					
Diámetro en plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez, bosque natural y plantación.	Diámetro. – Medida horizontal del tallo de la planta.	Cuantitativa y analítica	Valor del diámetro en centímetros para bosque natural y en milímetro para plantación.	Razón	Formato de registro de datos del diámetro.
<b>V. Dependiente (Y)</b>					
Altura total en plantas de <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez, bosque natural y plantación.	Altura total.-. Medida vertical desde el nivel del suelo hasta el final de la copa de la planta.	Cuantitativa y Analítica	Valor de la altura total en metros para bosque natural y en centímetro para plantación.	Razón	Formato de registro de datos de la altura total.

## CAPITULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Diseño metodológico

Se consideró el diseño cuantitativo - analítico, considerando que se evaluó el diámetro y la altura total en la especie *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez para obtener el grado de la relación diámetro - altura total en las plantas evaluadas en bosque natural y plantación.

La ejecución fue en el CIEFOR Puerto Almendras, con coordenadas 04° 05' L.S y 73° 40' L.O.; altitud 120 m.s.n.m.; Maynas, Loreto (ver figura 1 y 2 - anexo) (Valderrama, 2002, p. 28).

### 3.2. Diseño muestral

La **población** estuvo formada por las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez que se registraron en ocho parcelas del Arboretum "El Huayo" y de una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra; la **Muestra** fueron las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez con DAP  $\geq$  10 cm para el bosque natural y para la plantación fueron las plantas que se registraron en la parcela 9: Faja "A" y Faja "F" de la plantación (Beiguelman, 1994, p. 20).

### 3.3. Procedimiento de recolección de datos

La recolección de datos se hizo en un formato que se encuentra en el anexo.

El formato:

Parcela.- Se utilizó un código del 1 al 8 en bosque natural o el número 09 y las letras "A" o "F" en plantación.

Especie.- Se identificó al árbol por el nombre común – taxonómico en bosque natural y plantación.

Diámetro.- Se midió a 1,30 m de altura del nivel del suelo utilizando la forcípula de metal bosque natural y la medición fue a 20 cm del nivel del suelo en la plantación con vernier.

Altura total.- Fue medido desde el nivel del suelo y la parte más alta de la planta y se utilizó el clinómetro en el bosque natural y huincha de metal para la plantación.

### 3.4. Procesamiento y análisis de datos

Muestras consideradas para bosque natural, muestra 1: 30 individuos elegidos al azar del total de individuos registrados en la evaluación y para la muestra 2: se utilizaron también al azar 24 individuos – muestra representativa; para la plantación fueron las plantas que se registraron en la parcela 9: Faja “A” y Faja “F” de la plantación, siendo la muestra 1: 30 individuos elegidos al azar y la muestra 2: fueron 15 individuos – muestra representativa que se determinó de acuerdo al procedimiento estadístico, para ambas condiciones del procedimiento estadístico se presenta a continuación.

Fórmula General:

$$n = \frac{(t)^2 s^2}{E^2}$$

**Donde:**

n = muestra representativa

s<sup>2</sup> = Variancia

E = Error esperado

t = Valor de la tabla de “t” (Grados de libertad; nivel de significación 0,05)

Las fórmulas que se utilizaron fueron las siguientes:

Variación.

$$s^2 = \frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n-1}$$

Error

$$E = (2,042) (s_{\bar{x}})$$

$$S_{(\bar{x})} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Donde:

$S_{(x)}$  = Desviación estándar media.

S = Desviación estándar

n = Total de observaciones

**Fuente:** Beiguelman (1994, p. 115)

La relación diámetro & altura total fue probado con los modelos alométrico: Lineal, Logarítmica, Inversa, Cuadrática, Cúbico, Compuesta, Potencia y S-Curva (ver cuadro).

Nº	MODELOS ALOMÉTRICO	ECUACIONES
1	LINEAL	$Y = b_0 + (b_1 \times t)$
2	LOGARITMICA	$Y = b_0 + (b_1 \times \ln(t))$
3	INVERSA	$Y = b_0 + (b_1 / t)$
4	CUADRATICA	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2)$
5	CUBICA	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2) + (b_3 \times t^3)$
6	COMPUESTA	$Y = b_0 \times (b_1^t)$
7	POTENCIAL	$Y = b_0 \times (t^{b_1})$
8	S-CURVA	$Y = e^{(b_0 (b_1 / t))}$

Fuente: Programa estadístico SPSS 23.

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.

Además, para el grado de relación se utilizó la tabla:

Valor de “ $\Pi$ ” (+ ó -)	Grado de Asociación
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: “ $\Pi$ ” = Coeficiente de correlación.

Fuente: Freese, (1970, p. 123).

Con el método de regresión se determinó la ecuación de predicción para la relación evaluada en bosque natural y en plantación.

El coeficiente de determinación Sirvió para definir la afinidad entre las variables evaluadas en el ensayo.

La evaluación de los datos se realizó por medio de los Programa SPSS 23 y Excel.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

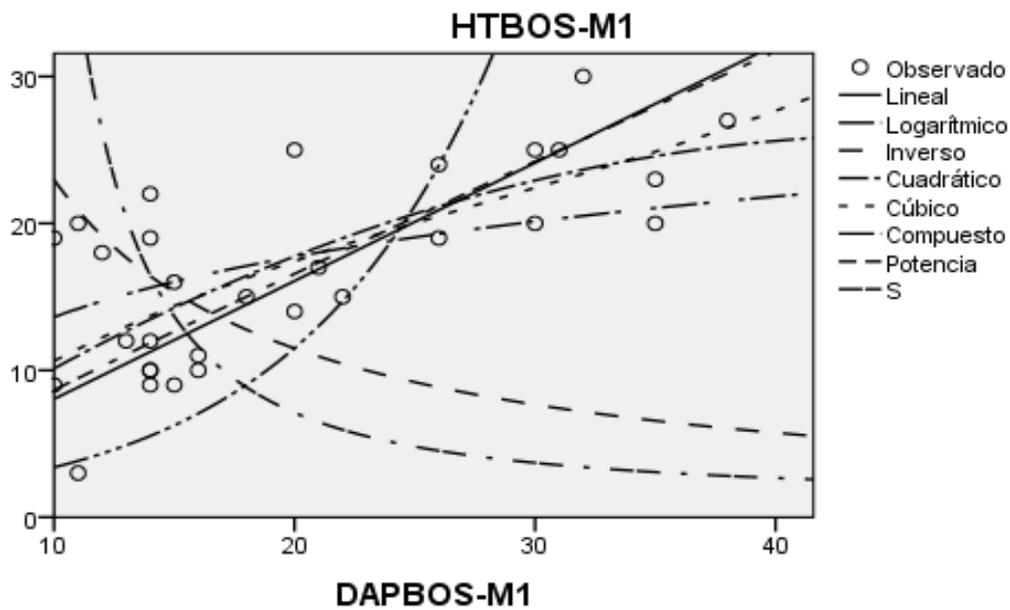
### Relación diámetro - altura total en plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en bosque natural. Muestra 1.

Se probaron ocho modelos alométrico (cuadro 1) en este estudio en bosque natural; destacó el modelo alométrico **cúbico** que presentó mejor ajuste con **buena** relación entre las variables;  $\Lambda^2 = 0,510$  indica que el 51% de los cambios son comunes entre las variables.

**Cuadro 1:** Resultados de la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez en bosque natural.

<b>Modelo Alométrico</b>	<b><math>\Lambda</math></b>	<b><math>\Lambda^2</math></b>
Lineal	0,696	0,485
Logarítmico	0,677	0,458
Inverso	0,631	0,398
Cuadrático	0,696	0,485
<b>Cúbico</b>	<b>0,714</b>	<b>0,510</b>
Compuesto	0,618	0,382
Potencia	0,618	0,382
S- curva	0,595	0,354

En la siguiente figura se observa la tendencia de los modelos alométrico utilizados en el estudio.



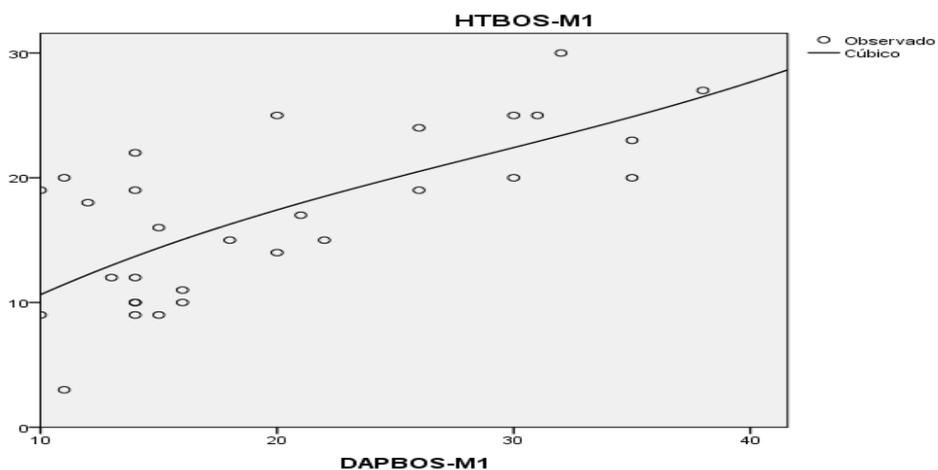
**Figura 1.** Modelos alométrico del estudio en bosque natural. Muestra 1.

La ecuación de predicción se presenta a continuación:

Cúbico:

$$Y = 29,028 + (-2,909 \times t) + (0,158 \times t^2) + (-0,002 \times t^3)$$

En la siguiente figura se presenta la tendencia de la ecuación de predicción de la relación evaluada en bosque natural.



**Figura 2.** Ecuación de predicción de la relación evaluada en bosque natural.

Muestra 1.

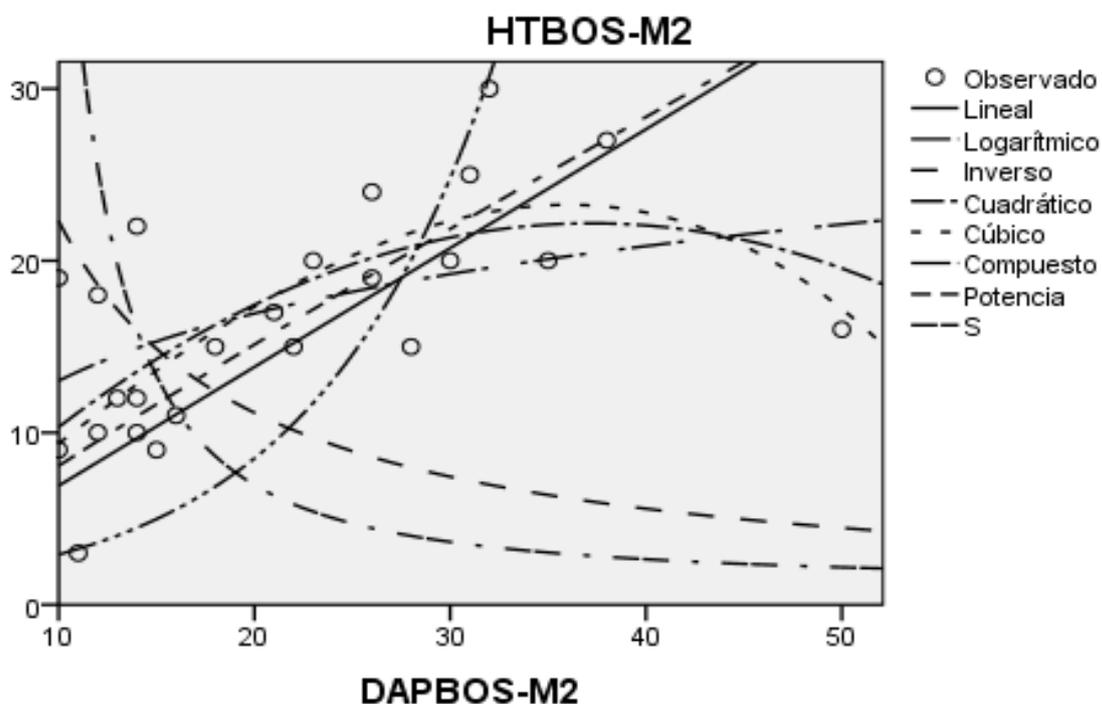
**Relación diámetro - altura total en plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en bosque natural. Muestra 2.**

Utilizando una muestra representativa del bosque natural se probaron 8 modelos alométrico donde el **cúbico** destacó y el coeficiente de correlación fue **buena**. El 54% de los cambios fueron comunes entre las variables, cuadro 2.

**Cuadro 2:** Resultados de la relación diámetro – altura total de plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en bosque natural.

<b>Modelo Alométrico</b>	<b>Л</b>	<b>Л<sup>2</sup></b>
Lineal	0,586	0,343
Logarítmico	0,635	0,403
Inverso	0,632	0,399
Cuadrático	0,693	0,480
<b>Cúbico</b>	<b>0,737</b>	<b>0,543</b>
Compuesto	0,549	0,301
Potencia	0,606	0,367
S- curva	0,618	0,382

En la figura 3 se observa a los modelos alométrico probados en la relación evaluada del bosque natural muestra 2.



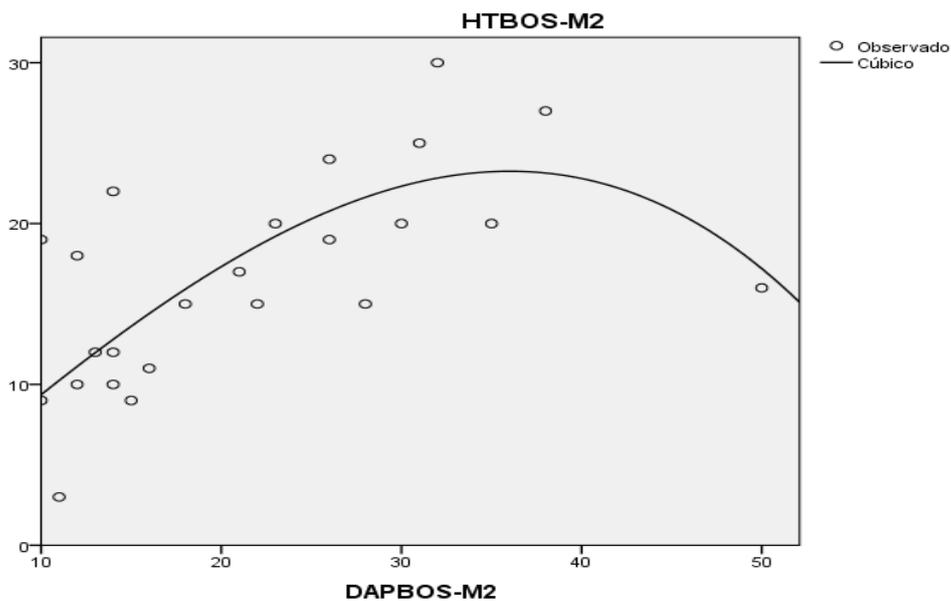
**Figura 3.** Modelos alométrico probados en bosque natural. Muestra 2.

La ecuación de predicción de la relación evaluada en bosque natural muestra 2 se presenta a continuación:

Cúbico:

$$Y = 19,430 + (-1,549 \times t) + (0,093 \times t^2) + (-0,001 \times t^3)$$

En la figura 4 se observa la tendencia de la ecuación de predicción de la relación evaluada en bosque natural – muestra 2.



**Figura 4.** Ecuación de predicción de la relación en bosque natural. Muestra 2.

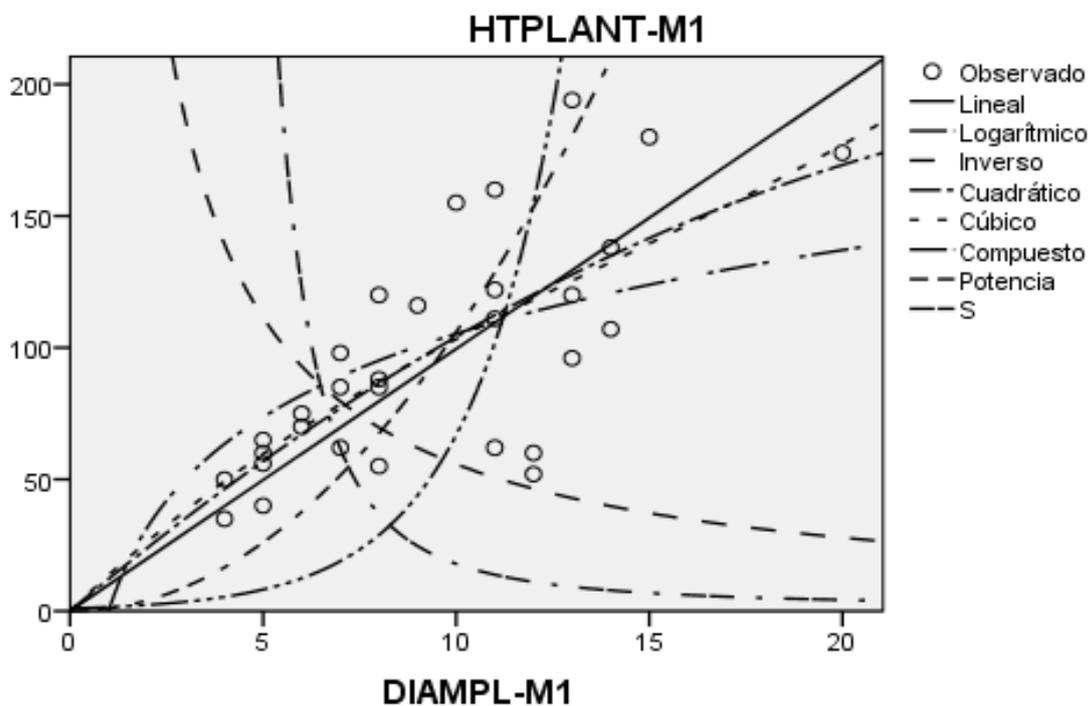
**Relación diámetro - altura total en plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en plantación. Muestra 1.**

Se probaron ocho modelos alométrico en la relación de estudio en plantación, observándose en el cuadro 3 que el modelo alométrico que destacó fue **S-curva** que presentó  $\Lambda=0,734$  demostrando **buena** relación entre las variables evaluadas en plantación y,  $\Lambda^2 = 0,539$  indica que el 54% de las variaciones son comunes entre las variables evaluadas en plantación.

**Cuadro 3:** Resultados de la relación diámetro – altura total de plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez en plantación. Muestra 1.

Modelo Alométrico	$\Lambda$	$\Lambda^2$
Lineal	0,714	0,510
Logarítmico	0,715	0,511
Inverso	0,689	0,475
Cuadrático	0,716	0,513
Cúbico	0,720	0,519
Compuesto	0,704	0,496
Potencia	0,732	0,536
S-curva	0,734	0,539

En la figura 5 se observa los modelos alométrico en plantación - muestra 1.



**Figura 5.** Modelos alométrico en plantación. Muestra 1.

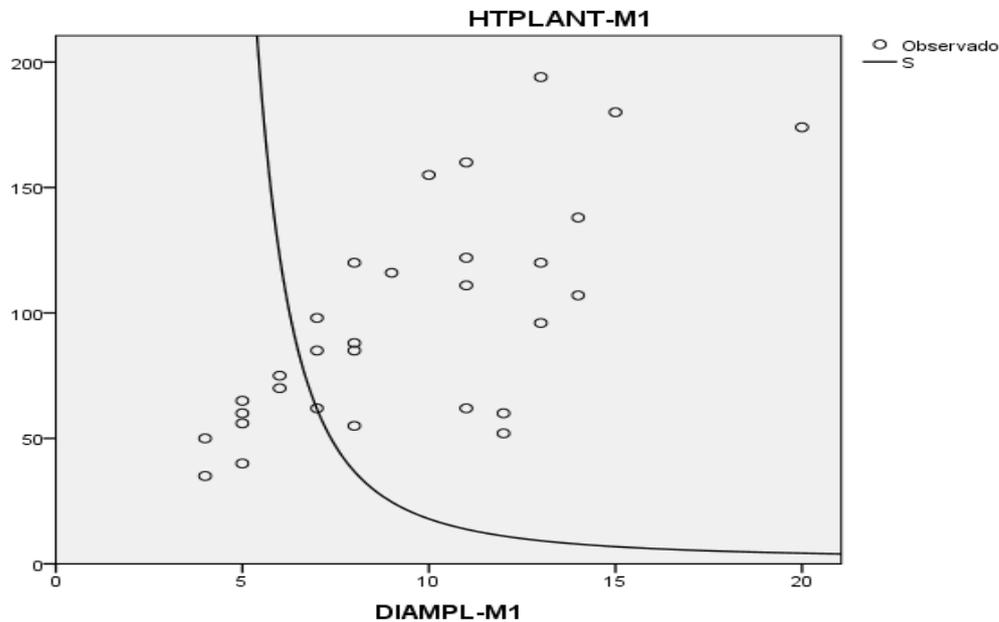
Ecuación de predicción de la muestra 1:

S-curva:

$$Y = 2,7183 (5,241 (-6,121 / t))$$

En la figura 6 se presenta la ecuación de predicción de la relación en plantación.

Muestra 1.



**Figura 6.** Ecuación de predicción de la relación evaluada en plantación. Muestra

1.

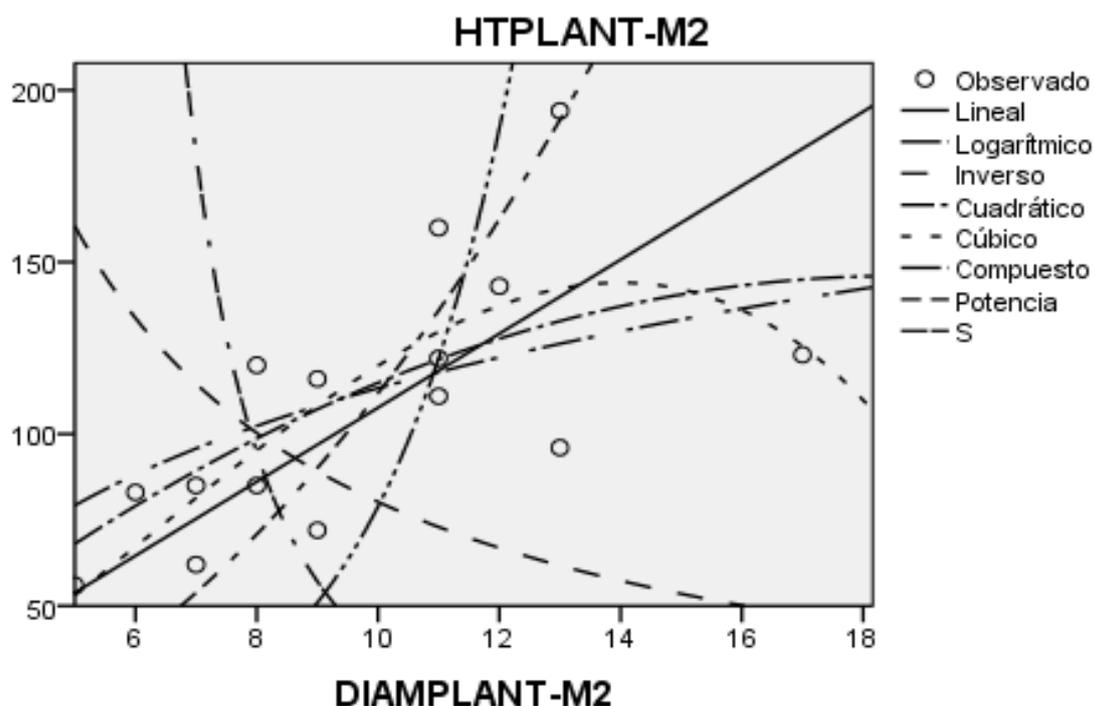
**Relación diámetro - altura total en plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez "canela moena" en plantación. Muestra 2.**

Se utilizaron 8 modelos alométrico para evaluar esta relación. Los resultados del cuadro 4 muestran al modelo alométrico **S-curva** con el mejor ajuste y **excelente** relación entre las dos variables; así mismo  $\Lambda^2 = 0,571$  reporta el 57% de variaciones comunes entre las variables en la muestra 2.

**Cuadro 4:** Resultados de la relación diámetro – altura total de plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez "canela moena" en plantación – muestra 2.

Modelo Alométrico	Л	Л²
Lineal	0,644	0,415
Logarítmico	0,688	0,473
Inverso	0,697	0,486
Cuadrático	0,729	0,532
Cúbico	0,748	0,560
Compuesto	0,683	0,466
Potencia	0,736	0,541
S- curva	0,756	0,571

En la siguiente figura se encuentran los modelos alométrico utilizados en la evaluación de la muestra 2.



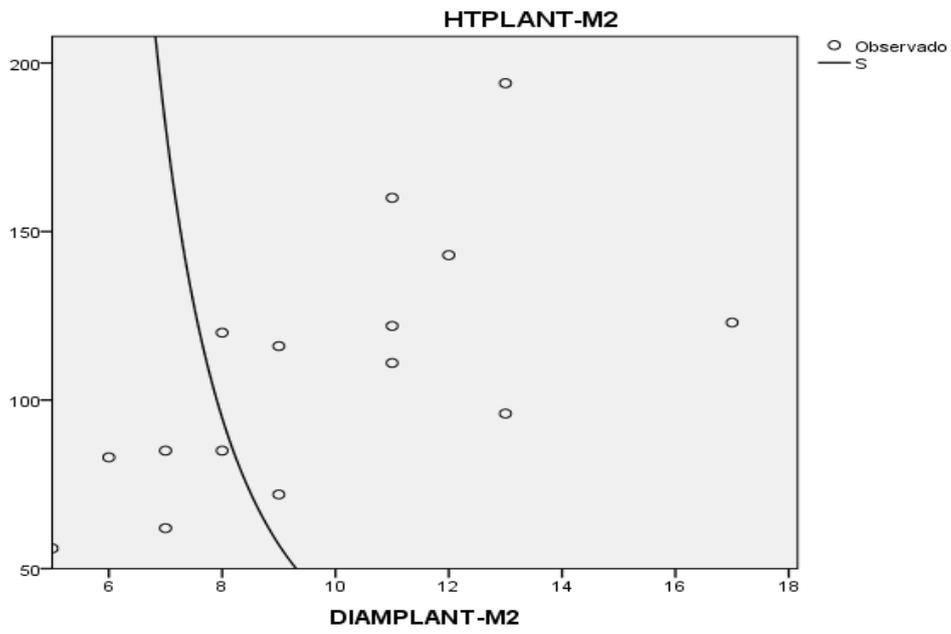
**Figura 7.** Modelos alométrico en plantación. Muestra 2.

La ecuación de predicción de la relación evaluada en plantación – muestra 2 se presenta a continuación:

S-curva:

$$Y = 2,7183^{(5,407 - 6,874 / t)}$$

La tendencia de la ecuación de predicción definida se muestra en la figura 8.



**Figura 8.** Ecuación de predicción en plantación. Muestra 2.

## V. DISCUSIÓN

### A. Relación diámetro - altura total en plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez "canela moena" bosque natural.

La evaluación de esta relación en dos muestras indica que destacó el modelo **cúbico** que demostró **buena** relación entre las dos variables; en cuanto al coeficiente de determinación se puede indicar que en la muestra 2 (muestra representativa con 24 individuos) de acuerdo con los resultados la relación común entre ambas variables es de 3% más en la muestra 2 (54%) comparado con la muestra 1 (51%). Con respecto a las ecuaciones de predicción considerando que la muestra 2 presentó mejor relación entre las 2 variables evaluadas sería de ésta la ecuación más eficiente.

### B. Relación diámetro - altura total en plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez "canela moena" en una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra – UNAP.

Los resultados de la evaluación indican que en las dos muestras utilizadas el modelo alométrico **S-curva** presentó mejor ajuste y demostró entre **buena** y **excelente** afinidad entre las variables de estudio; la relación común entre ambas variables es de 3% más en la muestra 2 (57%) comparado con la muestra 1 (54%). Referente a las ecuaciones de predicción se considera como la muestra 2 presentó mayor afinidad entre las variables evaluadas por la que su ecuación sería la de mayor confianza.

### C. Relación diámetro - altura total en las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez "canela moena" en bosque natural y en plantación.

Si comparamos los resultados de la relación evaluada en este estudio en bosque natural y en plantación - CIEFOR Puerto Almendras encontramos que en las dos muestras del bosque natural se presentó como modelo alométrico de mejor ajuste en la relación evaluada al **cúbico** mientras que en la plantación se determinó al modelo alométrico **S-curva** demostrándose que en la plantación se presentó mejor relación entre las variables evaluadas que fue entre **buena** y **excelente**; También se puede indicar que en la muestra 2 (muestra representativa) la afinidad entre las variables estudiadas en ambas condiciones fue de 3% más con respecto a la muestra 1 (muestra al azar con 30 individuos). Con respecto a las ecuaciones de predicción para la relación estudiada en ambas condiciones la muestra 2 presentó mejor relación entre las 2 variables evaluadas por tanto se considera que las ecuaciones de estas muestras son la más efectivas para las predicciones.

Otros estudios con modelos alométrico con las mismas variables obtuvieron los resultados similares, Freitas (2019, p. 41), determinó a la **potencia** como el modelo de mejor ajuste para tres familias botánicas, con **excelente** relación entre ellos; Canaquiri (2020, p. 38), definió al modelo **cúbico** por tener mejor ajuste para la especie ***Calycophyllum spruceanum*** “capirona” en plantación y relación **buena**. Vásquez (2016, p. 35), concluyó que en la asociación diámetro – altura total en bosque de colina baja fue **excelente**. Las poblaciones con clases de tamaño variado tiene mucha amplitud es consecuencia de la competencia por la luz o por la variada distribución de los otros recursos (Weiner *et al.* 2001, p. 446).

## VI. CONCLUSIONES

1. En el estudio se identificó como modelos alométrico de mejor ajuste para las plantas evaluadas para bosque natural fue el **cúbico** y para la plantación **S-curva**.
2. El grado de relación fue **buena** - bosque natural y entre **buena** y **excelente** - plantación.
3. La afinidad entre las variables de estudio fue mayor en plantación con 57% y en bosque natural fue 54%.
4. Las ecuaciones de predicción para la relación estudiada en ambas condiciones se decidió por la muestra 2 (muestra representativa) considerando que presentaron mayor afinidad entre las variables evaluadas.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar en el estudio de la relación diámetro – altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez "canela moena" el modelo alométrico **cúbico** para el bosque natural y **S-curva** para plantación; así mismo, aplicar la ecuación de predicción de la muestra representativa en bosque natural y plantación.
2. Continuar con investigaciones utilizando la Alometría que nos permitan conocer mejor a los componentes del bosque de la cuenca amazónica con respecto al comportamiento de las diferentes características de las plantas que ayuden al manejo del bosque.

## CAPITULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN

- 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.
- Angulo, J.C.2015. Relación entre el diámetro de copa y del fuste de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, en la zona de Atalaya, Región Ucayali. Tesis para optar el título de ingeniero agroforestal acuícola. Yarinacocha – Perú. 48 p.
- Babilonia, J. G. 2019. “Relación altura total y diámetro de los árboles de dos familias botánicas. Puerto Almendra, Loreto, Perú”. Tesis para título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. Iquitos, Perú. 50 p.
- Beiguelman, B., 1994. Curso práctico de bioestadística. 3era. Edición. Sociedade Brasileira de genética. Brasil. 231 p.
- 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.
- 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.
- Chávez, J. y Huaya, M. 1997. Manual de vivero forestal volante para la amazonia peruana. COTESU – CENFOR XIII. Pucallpa. Perú. 104 p.

- Chung, B. 2019. "Evaluar la asociación entre Altura total y diámetro, según intensidad de luz, de las plantas de *Calycophyllum spruceanum* "capirona" en el CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú". Practica Pre Profesional 2 – FCF – UNAP. Iquitos. 32 p.
- Dávila, A. 2019. "RELACIÓN DE TRES VARIABLES EN LOS ÁRBOLES DE DOS FAMILIAS BOTÁNICAS DEL ARBORETUM "EL HUAYO" Y PROPORCIONALIDAD DE INDIVIDUOS. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ". Tesis de Ingeniero Forestal, F.C. F. – UNAP, Iquitos. 69 p.
- 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..
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 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.
- 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.
- 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.
- Heinsdijk, D. Y A. Miranda. 1963. Inventarios forestais na amazonía. Irmaos Di Giargio Cí. Río de Janeiro. 100 p.
- King, D. A. 1990. Allometry of saplings and understory trees of a Panamanian forest. *Functional Ecol.* 4: 27-32.
- Lindorf, H., De Parisca L. y Rodríguez, P., 1991. Botánica, clasificación, estructura y reproducción. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 38 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.
- 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.
- Valderrama, H., 2002. Plan de desarrollo del jardín botánico – Arboretum el "El Huayo". En el CIEFOR Puerto Almendra. Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonia Peruana (BIODAMAZ), Perú – Finlandia. Instituto de investigaciones de la amazonia peruana. (IIAP). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP). Iquitos, Perú. 152 p.
- Varderlei, P. 1991. *Estadística Experimental Aplicada à Agronomía*. Maceió: EDUFAL. Brasil. 440 P.
- Weiner, J.; P. Stoll.; H. Müller-Landau.; A. Jansentulyan.; E. Müller. y T. Hara. 2001. Spatial pattern, competitive symmetry and size variability in a spatially-

explicit, individual-based plant competition model. *Am. Naturalist* 158: 438-450.

Wong J. V. 2017. "Relación altura comercial y diámetro de especies de mayor importancia ecológica, bosque de terraza media. Distrito de San Juan Bautista, Loreto, Perú". Tesis de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. UNAP – Iquitos. 69 p.

# **A N E X O**

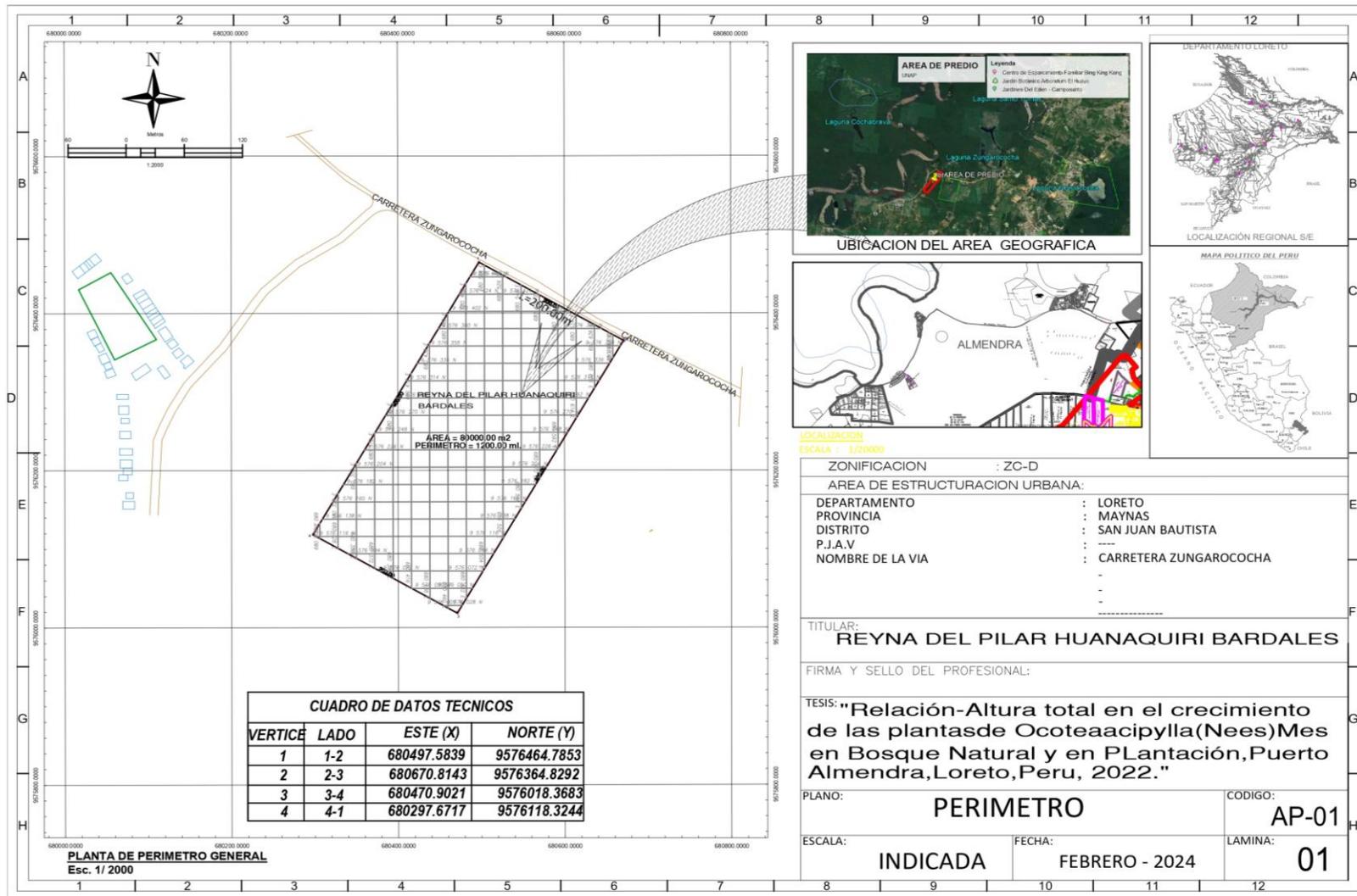


Figura 9. Mapa de ubicación del área de estudio – Arboretum “El Huayo”.

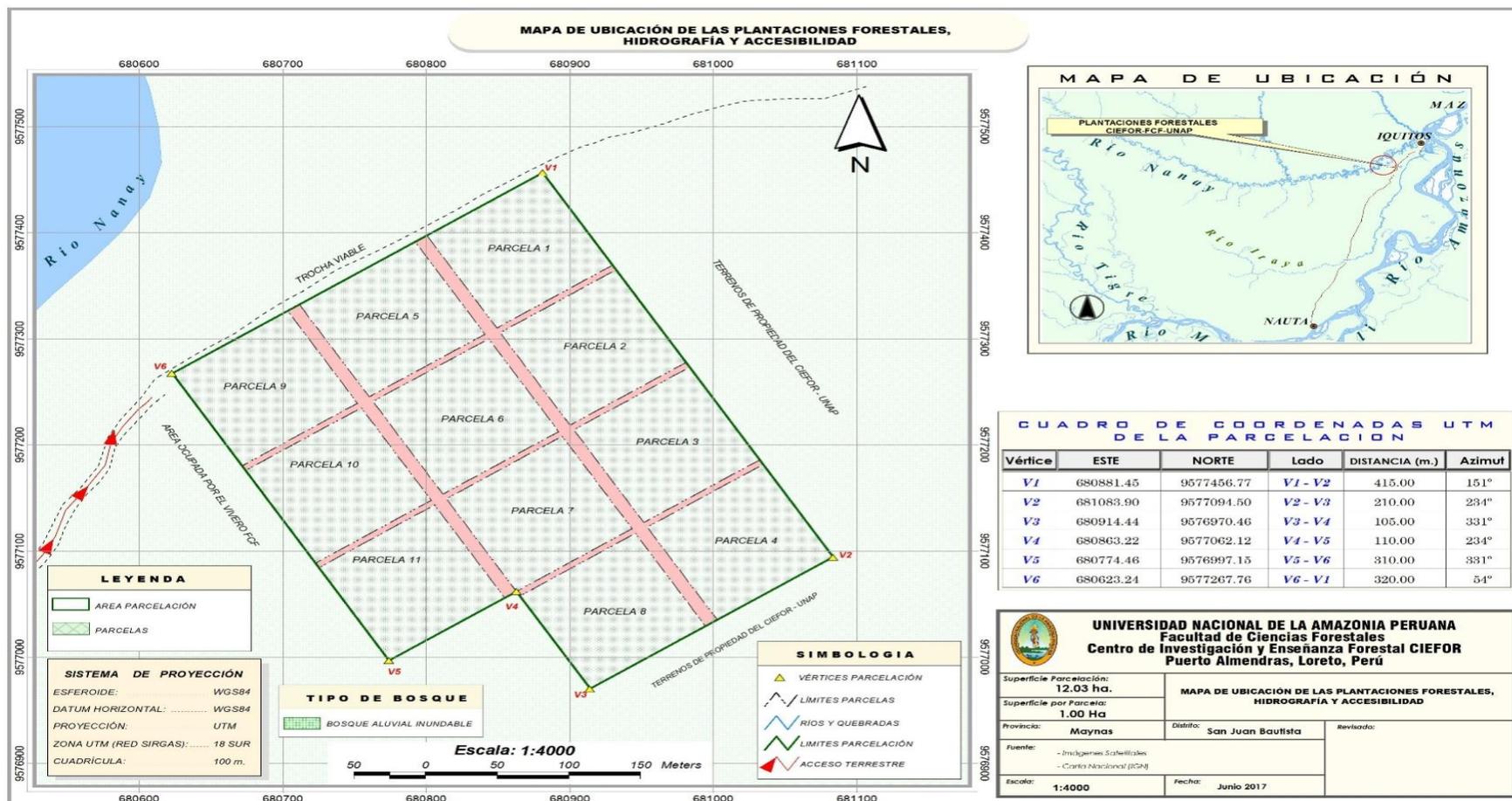


Figura 10. Mapa de ubicación del área de estudio – Plantación FCF – UNAP.

**Anexo 1.** Instrumentos de recolección de datos.

Número de Parcela	N° Planta	Especie	Diámetro (cm)	Altura total (m)
1	1			

**Figura 11.** Formato de registro de datos para el Arboretum “El Huayo”.

Faja	N° Planta	Especie	Diámetro (mm)	Altura (cm)
	1			

**Figura 12.** Formato de registro de datos para la Plantación de la Parcela 9

## Anexo 2. Muestra 1 – Bosque Natural

Número de Parcela	N° Planta	Especie	Diámetro (cm)	Altura total (m)
1	1	Canela moena	10	9
1	2	Canela moena	10	19
1	3	Canela moena	11	20
1	4	Canela moena	11	3
1	5	Canela moena	12	18
1	6	Canela moena	13	12
1	7	Canela moena	14	9
1	8	Canela moena	14	10
2	9	Canela moena	14	10
3	10	Canela moena	14	19
3	11	Canela moena	14	22
4	12	Canela moena	14	12
4	13	Canela moena	15	9
4	14	Canela moena	15	16
4	15	Canela moena	16	10
4	16	Canela moena	16	11
5	17	Canela moena	18	15
5	18	Canela moena	20	14
5	19	Canela moena	20	25
5	20	Canela moena	21	17
5	21	Canela moena	22	15
5	22	Canela moena	26	24
6	23	Canela moena	26	19
7	24	Canela moena	30	25
7	25	Canela moena	30	20
7	26	Canela moena	31	25
7	27	Canela moena	32	30
7	28	Canela moena	35	20
7	29	Canela moena	35	23
7	30	Canela moena	38	27

### Anexo 3. Muestra 2 – Bosque Natural

<b>Número de Parcela</b>	<b>N° Planta</b>	<b>Especie</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Altura total (m)</b>
1	1	Canela moena	10	9
1	2	Canela moena	10	19
1	3	Canela moena	11	3
1	4	Canela moena	12	18
1	5	Canela moena	12	10
2	6	Canela moena	13	12
3	7	Canela moena	14	10
4	8	Canela moena	14	22
4	9	Canela moena	14	12
5	10	Canela moena	15	9
5	11	Canela moena	16	11
6	12	Canela moena	18	15
6	13	Canela moena	21	17
6	14	Canela moena	22	15
7	15	Canela moena	23	20
7	16	Canela moena	26	24
7	17	Canela moena	26	19
7	18	Canela moena	28	15
7	19	Canela moena	30	20
8	20	Canela moena	31	25
8	21	Canela moena	32	30
8	22	Canela moena	35	20
8	23	Canela moena	38	27
8	24	Canela moena	50	16

#### Anexo 4. Muestra 1 – Plantación

<b>Numero de Faja</b>	<b>Orden</b>	<b>Especie</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Altura total (m)</b>
9	1	Canela Moena	4	35
9	2	Canela Moena	4	50
9	3	Canela Moena	5	56
9	4	Canela Moena	5	40
9	5	Canela Moena	5	60
9	6	Canela Moena	5	65
9	7	Canela Moena	6	70
9	8	Canela Moena	6	75
9	9	Canela Moena	7	85
9	10	Canela Moena	7	62
9	11	Canela Moena	7	98
9	12	Canela Moena	8	55
9	13	Canela Moena	8	88
9	14	Canela Moena	8	85
9	15	Canela Moena	8	120
9	16	Canela Moena	9	116
9	17	Canela Moena	10	155
9	18	Canela Moena	11	122
9	19	Canela Moena	11	62
9	20	Canela Moena	11	160
9	21	Canela Moena	11	111
9	22	Canela Moena	12	60
9	23	Canela Moena	12	52
9	24	Canela Moena	13	120
9	25	Canela Moena	13	96
9	26	Canela Moena	13	194
9	27	Canela Moena	14	107
9	28	Canela Moena	14	138
9	29	Canela Moena	15	180
9	30	Canela Moena	20	174

## Anexo 5. Muestra 2 – Plantación

<b>Numero de Faja</b>	<b>Orden</b>	<b>Especie</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Altura total (m)</b>
9	1	Canela moena	5	56
9	2	Canela moena	6	83
9	3	Canela moena	7	85
9	4	Canela moena	7	62
9	5	Canela moena	8	85
9	6	Canela moena	8	120
9	7	Canela moena	9	116
9	8	Canela moena	9	72
9	9	Canela moena	11	122
9	10	Canela moena	11	160
9	11	Canela moena	11	111
9	12	Canela moena	12	143
9	13	Canela moena	13	96
9	14	Canela moena	13	194
9	15	Canela moena	17	123

## Anexo 6. Constancia de Determinación Botánica.



**UNAP**

Centro de Investigación de  
Recursos Naturales  
Herbarium Amazonense — AMAZ

INSTITUCIÓN CIENTÍFICA NACIONAL DEPOSITARIA DE MATERIAL BIOLÓGICO  
CÓDIGO DE AUTORIZACIÓN AUT-ICND-2017-005

### CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA n.º 011-2024 AMAZ-UNAP

El Coordinador del Herbarium Amazonense (AMAZ) del Centro de Investigación de Recursos Naturales (CIRNA), de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

#### HACE CONSTAR:

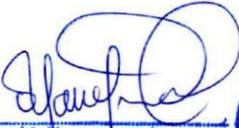
Que, la muestra botánica presentada por **REYNA DEL PILAR HUANAQUIRI BARDALES**, bachiller de la **Escuela Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales** de la **Facultad de Ciencias Forestales** de la **Universidad Nacional de la Amazonía Peruana** pertenece al proyecto de tesis de pre grado titulado **“RELACIÓN DIÁMETRO-ALTURA TOTAL EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS DE *Ocotea aciphylla* (Nees & Mart.) Mez EN BOSQUE NATURAL Y EN PLANTACIÓN. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ-2022.”**; ha sido **DETERMINADA** en este centro de investigación y enseñanza **Herbarium Amazonense-AMAZ-CIRNA-UNAP**, como se indica a continuación:

Nº	FAMILIA	ESPECIE	AUTOR
1	LAURACEAE	<i>Ocotea aciphylla</i>	(Nees & Mart.) Mez

Determinador: Ing. Dario Davila Paredes

A los nueve días del mes de febrero del año dos mil veinticuatro, se expide la presente constancia a los interesados para los fines que se estime conveniente.

Atentamente,

  
**Richard J. Huaranca Acostupa**  
Coordinador Herbarium Amazonense  
CIRNA - UNAP

