

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



**TESIS**

**“Coeficiente mórfico de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal en Tambopata- Madre de Dios”**

PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE:

**AUTOR(ES):**

**Bach. FLOREZ CASTILLO, Lili Patricia**

**ASESOR(A):**

**MSc. GARATE QUISPE, Jorge Santiago.**

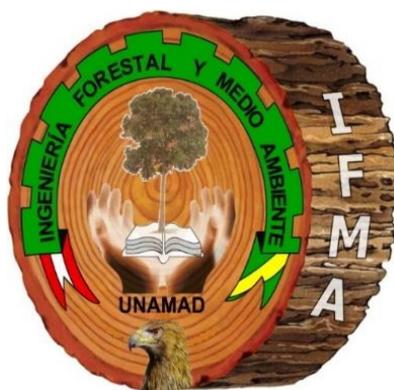
**Puerto Maldonado, noviembre 2023**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



**TESIS**

**“Coeficiente mórfico de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos  
tipos de cobertura vegetal en Tambopata- Madre de Dios”**

PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE:

**AUTOR(ES)**

**Bach. FLOREZ CASTILLO, Lili Patricia**

**ASESOR(A):**

**MSc. GARATE QUISPE, Jorge Santiago**

**Puerto Maldonado, noviembre 2023**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación va dedicado a cada uno de los miembros de mi familia, en especial a mis padres; Lili Katia Castillo Hidalgo y Edgar Florez Ocharo; por haberme inculcado valores, principios éticos y morales; por haberme motivado y enseñado que todo con esfuerzo y dedicación es posible. A mis queridos profesores quienes fueron fuente de inspiración y ejemplo a seguir.

Dedico también este trabajo de investigación a mis compañeros y amigos quienes me apoyaron en mi formación profesional, muchas gracias.

Lili Florez.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer en primera instancia a Dios por permitirme lograr mis sueños y encaminarme en cada paso de mi vida, agradecer a mi madre Lili Katia Castillo Hidalgo y mi padre Edgar Florez Ocharo quienes fueron mi motivación e impulso para lograr mis objetivos, Agradecer también por el apoyo incondicional de mi querido hermano Gorky Florez Castillo.

Mi más grande agradecimiento a la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios por formarme profesionalmente; a la escuela profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, por permitir me ser parte de esta profesión y a cada uno de los profesores que a lo largo de mi formación me brindaron su apoyo y la oportunidad de poder ser parte de esta gran carrera profesional.

De igual forma, agradecer a mi asesor de tesis, el M.Sc. Jorge Santiago Garate Quispe, que gracias a sus orientaciones y asesoramiento logré culminar este trabajo de investigación. Agradecimiento especial a los propietarios de las concesiones para manejo y aprovechamiento de productos diferentes a la madera N° 17-TAM/C-OPB-J-209-03 y el contrato de concesión para manejo y aprovechamiento de productos diferentes a la madera N° 17-TAM/C-OPB-J-005-04; por permitirme realizar la presente investigación en su concesión, por el apoyo y las facilidades que se me fue otorgado, que sin ella la elaboración de la tesis no hubiera sido posible.

# TURNITIN\_LILI FLOREZ CASTILLO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://agris.fao.org">agris.fao.org</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://repositorio.unamad.edu.pe">repositorio.unamad.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.unapiquitos.edu.pe">repositorio.unapiquitos.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="http://www.scielo.org.ar">www.scielo.org.ar</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://bibliotecadigital.exactas.uba.ar">bibliotecadigital.exactas.uba.ar</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="http://transparencia.regionmadrededios.gob.pe">transparencia.regionmadrededios.gob.pe</a> Fuente de Internet	

## Resumen

El objetivo del estudio fue determinar y comparar el coeficiente mórfico y modelos alométricos para la estimación del volumen comercial de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal en Tambopata-Madre de Dios. Para el estudio se evaluaron 42 árboles apeados de *A. leiocarpa* ubicados en dos tipos bosque, 22 en bosques de colina baja y 20 en bosque de terraza baja. De cada individuo se midió su diámetro, la altura fustal, y se realizaron mediciones de diámetro del fuste cada 2 m. En cada tipo de bosque se determinó el coeficiente mórfico de *A. leiocarpa* y se evaluaron 11 modelos de regresión para volumen del fuste. Se encontró que los árboles de *A. leiocarpa* en el bosque de colina baja tiene un coeficiente mórfico significativamente superior a los encontrado en el bosque de terraza baja (T-Student,  $P < 0,01$ ). El ANCOVA mostró que el coeficiente mórfico de *A. leiocarpa* varía significativamente entre los dos tipos bosque evaluados, el tipo bosque es responsable del 22% de la variabilidad explicada en el coeficiente mórfico ( $P < 0,001$ ). El diámetro no influyó de forma significativa en el coeficiente mórfico (P-value  $> 0,05$ ), aunque si la interacción entre Bosque x Diámetro ( $P < 0,05$ ). En los tipos de cobertura vegetal, el modelo Spurr Logaritmizado fue el mejor modelo para estimar el volumen fustal de *A. leiocarpa*

**Palabras clave:** Amazonia, ecuaciones de volumen, factor de forma, regresión.

## Abstract

The objective of the study was to determine and compare the morphic coefficient and allometric models to estimate the commercial volume of *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr in two forest types in the Madre de Dios Amazon (Peru). For the study, 42 felled trees of *A. leiocarpa* located in two forest types were evaluated, 22 in low hill forest and 20 in low terrace forest. The diameter and height of each individual was measured, as well as the diameter of the trunk every 2 meters. In each forest type, the morphic coefficient of *A. leiocarpa* was determined and 11 regression models for stem volume were evaluated. It was found that *A. leiocarpa* trees in the low hill forest have a significantly higher morphic coefficient than those found in the low terrace forest (T-Student,  $P < 0,01$ ). The ANCOVA showed that the morphic coefficient of *A. leiocarpa* varied significantly between the two forest types evaluated, the forest type being responsible for 22% of the variability explained in the morphic coefficient ( $P < 0,001$ ). Diameter did not significantly influence the morphic coefficient ( $P > 0,05$ ), although the interaction between Forest  $\times$  Diameter ( $P < 0,05$ ) did. Across cover types, the Spurr Logarithmized model was the best model for estimating *A. leiocarpa* crown volume.

**Keywords:** Amazonia, volume equations, form factor, regression.

## Presentación

La presente investigación, el cual titula “**Coefficiente mórfico de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal en Tambopata- Madre de Dios**” se realizó para obtener el título profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente, en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, la cual está basado en Determinar el coeficiente mórfico para la especie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal.

En la actualidad las especies tropicales utilizan un coeficiente mórfico de 0,75 sin embargo, en el Perú la autoridad forestal establece un coeficiente mórfico de 0,65 para todas las especies tropicales de la amazonia peruana. Por lo tanto, los volúmenes estimados se podrían sobreestimar o subestimar. Debido a esto, son escasos los estudios de coeficiente mórfico para cada especie, y los pocos que existen se enfocan en especies con alto interés comercial. Sin embargo, las investigaciones sobre coeficiente mórfico de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr son muy escasas, incluso siendo una de las especies más aprovechadas en el Perú.

El tipo de estudio es cuantitativo de tipo correlacional y se realizó mediante el método destructivo, realizando mediciones cuantitativas de forma directa para la estimación de volumen de la especie en dos tipos de cobertura vegetal. La altura se midió utilizando una wincha y el diámetro cada 2 m con una forcípula Haglölf, obteniendo los datos en los procesos de aprovechamiento, en cada concesión forestal, se realizará un muestreo no probabilístico por conveniencia y según clase diamétrica.

## Introducción

Los bosques tropicales de la amazonia son los ecosistemas más complejos del planeta y que soporta a la mayor biodiversidad y productividad del mundo (Esquivel-Muelbert et al. 2019). Estos bosques brindan importantes servicios para el mantenimiento de los ecosistemas y desarrollo económico-social peruano, como la industria forestal (Führer 2000). Con el incremento de la demanda de madera la mejor manera para mantener la existencia de especies forestales es la combinación de la predicción de incremento de volumen derivados de modelos de crecimiento, esenciales para asegurar el manejo forestal (Fan et al. 2020; Zhang et al. 2020).

A nivel mundial el Perú ocupa el noveno puesto en superficie forestal, posee 73,3 millones de hectáreas de bosques tropicales (Rojas et al. 2020). Del total de bosques tropicales peruanos, el 10 % ( $7,6 \times 10^6$  ha) están considerados como concesiones de aprovechamiento maderable (MINAM 2016). Madre de Dios es la segunda región, después de Loreto, con mayor producción de madera rolliza ( $>300000$  m<sup>3</sup>/año), mientras que *Ana caspi* (*Apuleia leiocarpa* (J. Vogel) J. F. Macbr) es una de las especies más extraídas (4300 m<sup>3</sup>/año) (SERFOR 2015a). Esto generó que *Apuleia leiocarpa* sea actualmente una de las especies con alto aprovechamiento, por su alta densidad 0,70 g/cm<sup>3</sup> y alto valor extractivo, por lo que una evaluación correcta y precisa del cálculo de su volumen puede asegurar su aprovechamiento sostenible.

El cálculo del volumen de los árboles comúnmente se deriva del diámetro, altura del fuste y coeficiente mórfico (CM) (Zhang et al. 2020; Tamarit et al. 2014). El CM de los árboles es considerado como un componente importante para la estimación del volumen comercial (Colgan et al. 2014). Sin embargo, el CM debería ser determinado para cada especie, debido a que variaciones en las características del fuste en distintas especies influyen en el CM (Aguilar, Sequeira y Peralta 2017). El CM es considerado como un factor de reducción de un sólido de referencia hacia la forma real de un árbol (Ikonen et al. 2006), siendo el de forma cilíndrica el más usado (Cancino 2012a; Tlaxcala-Méndez et al. 2016). El CM se define como el volumen real del tallo dividido por el volumen de un cuerpo geométrico convencional con el mismo diámetro y

altura que la sección normal de un árbol (Gama, Dos Santos y Mura 2010), este modelo matemático viene siendo utilizado desde hace varias décadas en muchos países dedicados a la actividad forestal maderable (Cysneiros et al. 2016; Fan et al. 2020).

## Índice

<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	1
1.1. Descripción del problema .....	1
1.2. Formulación del problema .....	2
1.3. Objetivos .....	2
1.3.1. Objetivo general .....	2
1.3.2. Objetivos específicos .....	2
1.4. Variables.....	2
1.5. Operacionalización de variable .....	3
1.6. Hipótesis.....	5
1.7. Justificación.....	5
1.8. Consideraciones éticas.....	7
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	9
2.1. Antecedentes de estudio .....	9
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	9
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	11
2.1.3. Antecedentes locales.....	12
2.2. Marco teórico .....	12
2.2.1. Descripción de la especie .....	12
2.2.2. Distribución y hábitat.....	13
2.2.3. Descripción del árbol.....	13
2.2.4. Propiedades físicas.....	13
2.2.5. Propiedades mecánicas .....	14
2.2.6. Aserrío y secado .....	14
2.3. Definición de términos .....	14
2.3.5. Altura comercial:.....	15

2.3.6.	Volumen de árbol en pie:.....	15
2.3.7.	Cubicación de madera:.....	15
2.3.8.	Determinación de volumen en árboles en pie: .....	15
2.3.9.	Determinación de volumen en fuste y troza: .....	16
2.3.10.	Coeficiente mórfico:.....	16
2.3.11.	Cobertura vegetal:.....	16
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....</b>		<b>17</b>
3.1.	Tipo de estudio .....	17
3.2.	Diseño de estudio .....	17
3.3.	Delimitación espacial y temporal .....	17
3.4.	Población y muestra.....	18
3.5.	Métodos y técnicas.....	19
3.5.1.	Materiales y herramientas .....	19
3.5.2.	Mediciones.....	20
3.5.3.	Ecuaciones para utilizar .....	20
3.6.	Tratamiento de datos.....	23
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....</b>		<b>24</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>47</b>
<b>SUGERENCIAS.....</b>		<b>48</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>49</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>60</b>
	<b>Anexo 1:</b> Matriz de Operacionalización de las Variables (De acuerdo con el esquema propuesto).....	61
	<b>Anexo 2:</b> Matriz de consistencia (De acuerdo con el esquema propuesto). .....	62
	<b>Anexo 3:</b> Instrumento (tabla de campo).....	66

<b>Anexo 4:</b> Solicitud de autorización para realización de estudio .....	67
Anexo 5: Autorización para ingreso a la concesione N° 17-TAM/C-OPB-J-209-03. ....	68
<b>Anexo 6:</b> Autorización para ingreso a la concesión N° 17-TAM/C-OPB-J-005-04. ....	69
<b>Anexo 7:</b> Autorización resolutive de parte la Autoridad regional forestal y fauna silvestre (ARFFS) o SERFOR, según lo indicado en la ley forestal y fauna silvestre. ....	70
<b>Anexo 8:</b> Mapa de ubicación y tipo de bosque de la concesión N° 17-TAM/C-OPB-J-209-03 (Maritza Callo Ccorca).....	75
<b>Anexo 9:</b> Mapa de ubicación y tipo de bosque de la concesión N° 17-TAM/C-OPB-J-005-04 (Fredy Abel Turpo Cama).....	76
<b>Anexo 10:</b> Mapa de Cobertura Vegetal.....	77
<b>Anexo 11:</b> Dispersión de árboles apeados de la concesión N° 17-TAM/C-OPB-J-209-03 (Maritza Callo Ccorca). ....	78
<b>Anexo 12:</b> Dispersión de árboles apeados de la concesión de la concesión N° 17-TAM/C-OPB-J-005-04 (Fredy Abel Turpo Cama).....	79

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables para el presente estudio.....	3
<b>Tabla 2.</b> Estadísticos descriptivos de los árboles apeados de <i>Apuleia leiocarpa</i> , evaluados según tipo de cobertura vegetal. Letras diferentes muestran diferencias significativas al 5% de probabilidad de error, utilizando la prueba de t-student (†) y mann-whitney (*). .....	24
<b>Tabla 3.</b> Estadísticos descriptivos del coeficiente mórfico de <i>Apuleia leiocarpa</i> en dos tipos de cobertura vegetal. Letras diferentes muestran diferencias significativas al 5% de probabilidad de error, utilizando la prueba de T-student. ....	25
<b>Tabla 4.</b> Resultados del ANCOVA, teniendo como variable respuesta al coeficiente mórfico de <i>Apuleia leiocarpa</i> , al bosque como factor y al diámetro de los árboles como covariable.....	29
<b>Tabla 5.</b> Matriz de correlación entre el espesor de corteza, diámetro y altura de árboles de <i>A. leiocarpa</i> según tipo de cobertura vegetal. Los valores numéricos corresponden al coeficiente de correlación de Pearson. n.s. = no significativo al 5% de probabilidad de error. ....	32
<b>Tabla 6.</b> Estadísticos descriptivos albura y duramen de los árboles apeados de <i>Apuleia leiocarpa</i> según tipo de cobertura vegetal. Letras diferentes muestran diferencias significativas al 5% de probabilidad de error, utilizando la prueba de T-Student (†) y Mann-Whitney (*). ....	37
<b>Tabla 7.</b> Matriz de correlación entre las características dasométricas y la albura y duramen de los árboles apeados de <i>Apuleia leiocarpa</i> en el bosque de colina baja, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson (¥) y Spearman (†). .....	38
<b>Tabla 8.</b> Matriz de correlación entre las características dasométricas y la albura y duramen de los árboles apeados de <i>Apuleia leiocarpa</i> en el bosque de terraza baja, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson (¥) y Spearman (†). .....	38
<b>Tabla 9.</b> Estadísticos de ajuste y comparación de once modelos ajustados para la relación entre diámetro-altura vs volumen de <i>Apuleia leiocarpa</i> en el bosque de colina baja. CME = cuadrado medio del error. RCME = raíz del cuadrado medio del error. AIC = Criterio de información de Akaike. BIC =	

Criterio de información bayesiano. PRESS = suma de cuadrados del error de predicción. ....	41
<b>Tabla 10.</b> Valores estadísticos de ajuste considerados en el análisis de jerarquización y elección del mejor modelo para volumen <i>Apuleia leiocarpa</i> en el bosque de colina baja. ....	41
<b>Tabla 11.</b> Estadísticos de ajuste y comparación de once modelos ajustados para la relación entre diámetro-altura vs volumen de <i>Apuleia leiocarpa</i> en el bosque de terraza baja. CME = cuadrado medio del error. RCME = raíz del cuadrado medio del error. AIC = Criterio de información de Akaike. BIC = Criterio de información bayesiano. PRESS = suma de cuadrados del error de predicción. ....	43
<b>Tabla 12.</b> Valores estadísticos de ajuste considerados en el análisis de jerarquización y elección del mejor modelo para volumen <i>Apuleia leiocarpa</i> en el bosque de terraza baja. ....	44

### Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Mapa de dispersión de <i>Apuleia leiocarpa</i> según tipo de cobertura vegetal (Bosque de colina Baja y Bosque de terraza baja).....	18
<b>Figura 2.</b> Levantamiento de datos de diámetro en secciones ( $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ ) a cada 2m. ....	20
<b>Figura 3.</b> Boxplot de la comparación del coeficiente mórfico de <i>Apuleia leiocarpa</i> entre dos tipos de cobertura vegetal. ....	26
<b>Figura 4.</b> Correlograma de la relación entre el coeficiente mórfico y las variables de los árboles evaluados en el bosque de colina baja, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. ....	27
<b>Figura 5.</b> Correlograma de la relación entre el coeficiente mórfico y las variables de los árboles evaluados en el bosque de terraza baja, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. ....	28
<b>Figura 6.</b> Representación gráfica de la interacción encontrada entre el diámetro y coeficiente mórfico de <i>Apuleia leiocarpa</i> según tipo de cobertura vegetal. ....	29

<b>Figura 7.</b> Gráfico de dispersión y línea de regresión simple ajustada, del modelo entre diámetro y coeficiente mórfico según tipo de cobertura vegetal. ....	30
<b>Figura 8.</b> Boxplot de la comparación del coeficiente mórfico de <i>Apuleia leiocarpa</i> encontrado en el presente estudio en dos tipos de cobertura vegetal con el valor reportado de un estudio previo y el determinado por la autoridad forestal nacional peruana.....	31
<b>Figura 9.</b> Gráfico de dispersión de la altura fustal con el espesor de corteza del fuste y modelo de regresión ajustada en <i>Apuleia leiocarpa</i> del bosque de colina baja.....	33
<b>Figura 10.</b> Gráfico de barras del coeficiente de correlación entre la altura fustal con el espesor de corteza del fuste en <i>Apuleia leiocarpa</i> del bosque de colina baja. Los asteriscos (*) representan una relación significativa entre las variables. ....	34
<b>Figura 11.</b> Gráfico de dispersión de la altura fustal con el espesor de corteza del fuste y modelo de regresión ajustada en <i>Apuleia leiocarpa</i> del bosque de terraza baja. ....	35
<b>Figura 12.</b> Gráfico de barras del coeficiente de correlación entre la altura fustal con el espesor de corteza del fuste en <i>Apuleia leiocarpa</i> del bosque de colina baja. Los asteriscos (*) representan una relación significativa entre las variables. ....	36
<b>Figura 13.</b> Gráfico de dispersión y línea de regresión simple ajustada, del modelo entre diámetro vs la albura y duramen según tipo de cobertura vegetal. ....	39
<b>Figura 14.</b> Gráfico de dispersión de residuos de once modelos ajustados para la relación entre diámetro-altura vs volumen de <i>Apuleia leiocarpa</i> en el bosque de colina baja.....	42
<b>Figura 15.</b> Gráfico de dispersión de residuos de once modelos ajustados para la relación entre diámetro-altura vs volumen de <i>Apuleia leiocarpa</i> en el bosque de terraza baja.....	45

## CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del problema

La estimación precisa del volumen comercial de árboles en pie es fundamental para el aprovechamiento sostenible de los bosques (Zhang et al. 2020; Nascimento et al. 2020), el coeficiente mórfico es ampliamente utilizado para este fin. Para especies tropicales se utiliza un coeficiente mórfico de 0,75 (Guzmán et al., 2020), sin embargo, en el Perú la autoridad forestal establece un coeficiente mórfico de 0,65 (SERFOR 2016a). Por lo tanto, tener un coeficiente mórfico general para todas las especies podría sobreestimar o subestimar el volumen maderable (Azevêdo et al. 2014).

Por otro lado, el coeficiente mórfico generalmente se determina utilizando métodos destructivos (Díaz et al. 2016), esto implica la tala de árboles (Guzmán, Aguirre-Calderón y Vargas-Larreta 2020). Debido a esto son escasos los estudios de coeficiente mórfico para cada especie, y los pocos que existen se enfocan en especies tradicionales de alto interés comercial. Sin embargo, las investigaciones sobre coeficiente mórfico de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr son muy escasas, incluso siendo una de las especies más aprovechadas en Madre de Dios.

Actualmente, para estimar el volumen maderable se utilizan modelos alométricos generales que consideran un único coeficiente mórfico para todas las especies (Malata, Ngulube y Missanjo 2017). Además, la mayoría de los estudios previos, en la Amazonia y en Madre de Dios, han utilizado métodos destructivos para determinar el coeficiente mórfico y generar ecuaciones alométricas (Figuroa 2018; Jara y Fernandez 2019; Tuesta 2020). Para la estimación del volumen comercial es importante considerar que las especies tienen diferente respuesta de crecimiento a diferentes condiciones de sitio

(Molina et al. 2019; Nascimento et al. 2020), por lo tanto, el coeficiente mórfico puede variar según estas características. Por lo que en el presente estudio se comparará el coeficiente mórfico de *A. leiocarpa* obtenido de dos tipos de cobertura vegetal en Tambopata- Madre de Dios.

## **1.2. Formulación del problema**

La presente investigación busca resolver la siguiente interrogante:

¿Cuál es el coeficiente mórfico y la ecuación de volumen que permita evaluar el volumen comercial de manera fiable de la especie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar y comparar del coeficiente mórfico y modelos alométricos para estimar volumen comercial de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal en Tambopata- Madre de Dios.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar y comparar el coeficiente mórfico para la especie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal.
- b. Analizar el ahusamiento del espesor de corteza de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal.
- c. Analizar la relación albura-duramen en *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal.
- d. Generar y comparar ecuaciones para estimación de volumen para *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal.

## **1.4. Variables**

Para la ejecución de la investigación se utilizó variables independientes que viene a ser especie, altura comercial, diámetro de fuste y en dependientes considerando el volumen, coeficiente mórfico (CM) y el ahusamiento (AHUS).

### 1.5. Operacionalización de variable

En la Tabla 1 se muestra la operacionalización de variables para el presente estudio.

**Tabla 1.** Operacionalización de variables para el presente estudio.

<b>Variables</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Definición para el estudio</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Escala</b>
<b>Independientes</b>	Especie	Nombre científico	Unidad básica de la clasificación de plantas	Especialista en reconocimiento de especies	Taxonomía
	Altura comercial	HC	Mediciones de longitud que se realizan en campo de una troza o tronco desde un extremo al otro	Wincha de 50 m	Metros (m)
	Diámetro del fuste	DAP	Medición del Diámetro a la altura del pecho (DAP) del árbol	Cinta diamétrica Forcípula	Centímetro (cm)
Diámetro en secciones (D1, D2, D3... Dn)			Medición del diámetro de las trozas, a cada 2 metros de distancia	Cinta diamétrica Forcípula Distanciómetro	Centímetro (cm)

Continuación Tabla 1. Operacionalización de variables para el presente estudio.

Variables	Dimensión	Indicador	Definición para el estudio	Instrumento	Escala
Dependientes	Volumen	Volumen real	Es el procedimiento de medir diámetros equidistantes a lo largo del tronco que generalmente la distancia utilizada es de 2 metros.	Formula de Smalian $Vm^3 = \frac{(AB_1m^2 + AB_2m^2)}{2} \times L$	m <sup>3</sup>
		Volumen del cilindro	Volumen de un cuerpo geométrico del cilindro	$VCm^3 = ABm^2 * Lm$	m <sup>3</sup>
		Volumen en función de modelos matemáticos	Modelos o ecuaciones volumétricas que predicen el volumen de un árbol a partir del DAP.	$V = \ln(V) = a + b * \ln(DAP) + c * \ln(H)$ $V = a + b * (DAP^2 * H)$ $V = a + b * \ln(Ff * DAP^2 * H)$	m <sup>3</sup>
	Coeficiente Mórico	CM	El coeficiente mórico es la relación que existe entre el volumen real de un fuste y el volumen de un cuerpo geométrico convencional.	$CM = \frac{Volumen\ del\ árbol}{Volumen\ del\ cilindro}$	coeficiente
Ahusamiento	AHUS	Es la reducción de la conicidad del árbol por cada unidad de longitud.	$AHUS = \frac{Djcm - Dfcm}{HC - HA}$	cm/m	

## 1.6. Hipótesis

Se espera que el coeficiente mórfico de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr sea significativamente superior al establecido por la autoridad forestal peruana. Esto debido a la respuesta de crecimiento es distinto en las especies tropicales (Molina et al. 2019). Asimismo, esperamos encontrar variaciones en el coeficiente mórfico de *A. leiocarpa* según tipo de cobertura vegetal, esto debido a que una misma especie puede tener diferente respuesta de crecimiento según diferentes condiciones del sitio (Uranga-Valencia et al. 2015; Nascimento et al. 2020), de esta manera el coeficiente mórfico puede variar según el tipo de cobertura vegetal en el cual se encuentren los individuos de una misma especie (Malata, Ngulube y Missanjo 2017).

Se espera encontrar un ahusamiento significativo en el espesor de corteza, es decir una reducción significativa del espesor de corteza a lo largo del fuste. Se espera encontrar que la relación albura y duramen de *A. leiocarpa* varía según tipo de cobertura vegetal, y que el diámetro del árbol se correlacione significativamente con el espesor de albura, duramen y sus proporciones. Se espera encontrar que las ecuaciones que consideren diámetro y altura tengan un mejor ajuste para las estimaciones de volumen.

## 1.7. Justificación

### Ambiental

Los bosques tropicales de la Amazonia son los ecosistemas más complejos del planeta y que soporta a la mayor biodiversidad y productividad del mundo (Esquivel-Muelbert et al. 2019). Estos bosques brindan importantes servicios para el mantenimiento de los ecosistemas y desarrollo económico-social peruano, como la industria forestal (Führer 2000). Con el incremento de la demanda de madera la mejor manera para mantener la existencia de especies forestales es la combinación de la predicción de incremento de volumen derivados de modelos de crecimiento, esenciales para asegurar el manejo forestal (Fan et al. 2020; Zhang et al. 2020).

A nivel mundial el Perú ocupa el noveno puesto en superficie forestal, posee 73,3 millones de hectáreas de bosques tropicales (Rojas et al. 2020). Del total de bosques tropicales peruanos, el 10% ( $7,6 \times 10^6$  ha) están considerados como concesiones de aprovechamiento maderable (MINAM 2011).

Los bosques brindan diversos tipos de servicios eco sistemáticos que son importantes para mantener tanto como un medio de vida y desarrollo nacional, incluida la producción de madera (Führer 2000). Con el incremento de la demanda de madera la mejor manera para mantener la existencia de especies forestales es la combinación de la predicción de incremento de volumen derivados de modelos de crecimiento para asegurar manejo forestal (Martin 1981; Tarp-Johansen et al. 1997).

### **Económico**

Madre de Dios es la segunda región, después de Loreto, con mayor producción de madera rolliza ( $>300\,000$  m<sup>3</sup>/año), mientras que *Ana caspi* (*A. leiocarpa*) es una de las especies más extraídas (4300 m<sup>3</sup>/año) (SERFOR 2015b). Esto generó que *A. leiocarpa* sea actualmente una de las especies con mayor aprovechamiento intensivo, principalmente debido a su alta densidad 0,70 g/cm<sup>3</sup> y alto valor extractivo, por lo que una evaluación correcta y precisa del cálculo de su volumen puede asegurar su aprovechamiento sostenible.

El cálculo del volumen de los árboles comúnmente se deriva del diámetro, altura del fuste y coeficiente mórfico (CM) (Zhang et al. 2020; Tamarit et al. 2014). El CM de los árboles es considerado como un componente importante para la estimación del volumen comercial (Colgan, Swemmer y Asner 2014). Sin embargo, el CM debería ser determinado para cada especie, debido a que variaciones en las características del fuste en distintas especies influyen en el CM (Aguilar, Sequeira y Peralta 2017). El CM es considerado como un factor de reducción de un sólido de referencia hacia la forma real de un árbol (Ikonen et al. 2006), siendo el de forma cilíndrica el más usado (Cancino 2012b; Tlaxcala-Méndez et al. 2016). El CM se define como el volumen real del tallo dividido por el volumen de un cuerpo geométrico convencional con el mismo

diámetro y altura que la sección normal de un árbol (Gama, Dos Santos y Mura 2010), este modelo matemático viene siendo utilizado desde hace varias décadas en muchos países dedicados a la actividad forestal maderable (Cysneiros et al. 2016; Fan et al. 2020).

El cálculo del volumen de los árboles comúnmente se deriva del diámetro a la altura del pecho (DAP), altura (h) y factor de forma o coeficiente mórfico (Ff); la cuál podría ser visto como un factor de reducción de un cilindro hacia la forma real de un árbol (Ikonen et al. 2006). La forma del tallo es un componente importante para la estimación del volumen (Colgan, Swemmer y Asner 2014) ya que los árboles difieren en forma debido a diferentes prácticas de manejo forestal (Larson 1963).

## **Social**

En los últimos años la especie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr (Ana Caspi) ha sido una de las especies que se han venido aprovechando de manera intensiva y los modelos de volumen se pueden definir como el cálculo de la cantidad de volumen de los fustes de los árboles de un bosque. Siendo estos modelos matemáticos utilizados desde hace varias décadas en muchos países dedicados a la actividad forestal maderable (CM) (Zhang et al. 2020; Tamarit et al. 2014).

### **1.8. Consideraciones éticas**

El presente proyecto fue redactado siguiendo el reglamento de grados y títulos establecido por la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD). Las citas y referencias se realizaron siguiendo el estilo ISO-690 (autor-año), establecido por el reglamento de la UNAMAD. La metodología se realizó siguiendo lo establecido en las fórmulas y la recolección de datos obtenidos en campo fue recopilado verídicamente sin cometer ninguna modificación en esta. Previo al ingreso a las concesiones se solicitaron los permisos correspondientes a los titulares de las concesiones y a la autoridad Regional Forestal y de Fauna Silvestre, teniendo la autorización de la concesión con número de contrato 17-TAM/C-OPB-J-209-03 (Anexo 5) y el

número de contrato 17-TAM/C-OPB-J-005-04 (Anexo 6) también se solicitó autorización resolutive (Anexo 4) de parte la Autoridad regional forestal y fauna silvestre (ARFFS) o SERFOR , según lo indicado en la ley forestal y fauna silvestre, sabiendo que es una concesión dada por el estado peruano (Anexo 7).

Durante el proceso de levantamiento de datos en campo se evitó provocar la menor cantidad de impacto negativo en el ambiente y tomando las medidas de bio-seguridad para garantizar el cuidado de todo el personal de campo.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de estudio

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

La investigación realizada en Argentina para la estimación de volumen comercial de *Prosopis alba* Griseb tuvo como objetivo proporcionar información del coeficiente mórfico del fuste comercial con corteza para la estimación del volumen de árboles en pie (Michela, Kees y Skoko 2018). En este estudio evaluaron 244 individuos en pie y para la cubicación de cada individuo se empleó el método sugerido por Trincado et al. (1997), según el cual el fuste fue dividido en 3 secciones, la primera hasta los 0,3 m (d0,3) desde la superficie del suelo, la segunda entre 0,3 y 1,3 m (DAP) y la tercera entre 1,3 y 2,3 m. Dicho estudio demuestra que se puede estimar el volumen de árboles en pie y además permite que los cálculos puedan ser realizados en el campo con una tabla de volumen estandarizada (Michela, Kees y Skoko 2018).

También se realizaron estudios relacionados con la estimación del volumen total y el ahusamiento en tres condiciones de bosque, (1) en plantaciones de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. Et Cham. y (2) en dos poblaciones de bosque natural (Uranga-Valencia et al. 2015). Los datos obtenidos por Uranga et al. (2015) para *P. patula* tuvieron un mejor ajuste con el modelo de Fang, mediante el cual estima el volumen y ahusamiento de esta especie. De esta manera el coeficiente mórfico varió para las tres condiciones, los valores más altos del coeficiente mórfico fueron de los individuos provenientes de las plantaciones (0,50) que en el bosque natural (0,46 bajo manejo intensivo y 0,44 bajo manejo extensivo). Los resultados de este estudio sugieren que las

variaciones en el coeficiente mórfico estarían relacionadas con el manejo silvicultural que se le da, esto debido a que mediante podas y aclareos se puede modificar la estructura de los árboles, permitiendo que el árbol sea más cilíndrico y con mayor volumen comercial (Uranga-Valencia et al. 2015).

En México se analizó la variación del factor de forma y ahusamiento de siete procedencias de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) según el mayor rendimiento de aserrío. Para esto muestrearon 211 árboles y utilizaron el método destructivo tomando los datos en diferentes alturas del fuste con corteza la primera a 0,25 m la segunda a 1,05 m y las demás cada 2 m hasta tener un diámetro mínimo de 3 cm. Asimismo, para estimar el coeficiente mórfico se utilizó el modelo de Spurr de variables combinadas obteniendo el valor de 0,45 (Tlaxcala-Méndez et al. 2016).

Por otro lado, el coeficiente mórfico o factor de forma se determina utilizando métodos destructivos (Díaz et al. 2016), esto implica la tala de árboles (Guzmán, Aguirre-Calderón y Vargas-Larreta 2020). Debido a esto son escasos los estudios de coeficiente mórfico o factor de forma para cada especie, y los pocos que existen se enfocan en especies tradicionales de alto interés. Mientras que, a nuestro conocimiento, no existen estudios sobre el coeficiente mórfico o factor de forma de *A. leiocarpa*, una de las especies más aprovechadas en el Perú.

Actualmente, para estimar el volumen maderable se utilizan modelos alométricos generales que consideran un único coeficiente mórfico o factor de forma para todas las especies (Malata, Ngulube y Missanjo 2017). Además, la mayoría de los estudios previos, en la Amazonia y en Madre de Dios, han utilizado métodos destructivos para determinar el factor de forma y generar ecuaciones alométricas (Figuroa 2018; Tuesta 2020; Jara y Fernandez 2019). Sin embargo, no siempre es posible utilizar este método destructivo (Díaz et al. 2016), debido a diferentes factores logísticos, económicos y ecológicos.

Para la estimación del volumen comercial es importante considerar que las especies tienen diferente respuesta de crecimiento a diferentes condiciones

de sitio (Molina et al. 2019; Nascimento et al. 2020), por lo tanto, el coeficiente mórfico o factor de forma varía según estas características. Además, los métodos destructivos a pesar de generar una información ligeramente mejor que los métodos no destructivos (Guzmán, Aguirre-Calderón y Vargas-Larreta 2020), tienen limitaciones. De esta manera surge como alternativa el método no destructivo, el cual no considera la tala de árboles y la información dasométrica se obtiene de forma indirecta con distanciómetros láser de alta precisión (Espinoza et al. 2016; Fan et al. 2020). Por lo que en el presente estudio se comparará el coeficiente mórfico o factor de forma de *A. leiocarpa* obtenido en dos tipos de cobertura vegetal en Tambopata- Madre de Dios.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

En el Perú (región Ucayali) se determinó el factor de forma y ahusamiento utilizando un método no destructivo en cuatro sitios. Los muestreos lo realizaron en dos bosques (terrazza media y terraza alta) (Figuroa 2018). En este estudio consideraron una muestra de 201 árboles de *Caryocar amygdaliforme* Ruiz & Pav. ex G. Don, clasificados según clase diamétrica. La toma de datos se realizó a través métodos indirectos, no destructivos, mediante distanciómetros láser de medición como trupulse 360 R que se encontraba integrado al software “data collector” de la tecnología Field Map y la altura a través de hipsómetro laser. Mediante este método obtuvieron un factor de forma en 0,75 y un ahusamiento promedio de 2,13 cm/m por zona de estudio, comprobando una diferencia significativa entre el factor de forma obtenido con este método indirecto con el factor de forma de 0,65 recomendado por las autoridades forestales peruanas (Figuroa 2018).

Otra aplicación interesante del método no destructivo es para generar ecuaciones alométricas. Díaz et al. (2017) determinaron el contenido aéreo de biomasa y carbono mediante un método no destructivo para generar ecuaciones alométricas de biomasa y carbono de aire (*Alnus acuminata* K.), para lo cual seleccionaron 10 árboles donde se podaron algunas ramas y se obtuvo el peso fresco promedio por componente y tipo de rama; se calcularon

la densidad de la madera, volumen de los fustes, alturas de fuste limpio (Afl) y el factor de forma (Ffp= 0,66) (Díaz et al. 2017).

Mientras que en Iquitos se determinó que existe diferencia significativa entre el Factor de Forma en seis familias (Leguminosae, Lecythidaceae, Moraceae, Lauraceae, Myristicaceae y Sapotaceae) comprobando que existen diferencias significativas obteniendo a un margen de diferencia de 0,183 o sea un 18,3 % entre la familia Leguminosae y la familia Lauraceae (Ojeda 1997).

### **2.1.3. Antecedentes locales**

A nivel local se realizaron investigaciones con la finalidad de determinar las ecuaciones de volumen, entre ellas tenemos la investigación realizada el año 2021 (Huanca y Camala 2021), titulado “Ecuaciones de volumen y factor de forma para *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. y *Myroxylon balsamum* (L.) Harms, en bosques naturales de Tahuamanu, Madre de Dios” donde para la especie *A. leiocarpa* determinaron un factor de forma de 0,83 y 0,76 para la especie *M. balsamum* demostrando la diferencia significativa al factor de forma sugerido por el SERFOR (0,65); se obtuvo también un ahusamiento de 12 mm/m para *A. leiocarpa* y para la especie *Myroxylon balsamum* (L.) Harms (Estoraque) fue de 11 mm/m, la ecuación de volumen seleccionada para ambas especies fue el modelo logarítmico Shumacher – Hall.

Se tiene también investigación en la especie Quinilla Colorada (*Manilkara bidentata*) en el consolidado otorongo- provincia de Tahuamanu obteniendo un coeficiente mórfico de 0,82 , con una reducción del fuste en un 18%, usando la ecuación logarítmica  $V = 1.450633 \cdot D^2 \cdot 0.690 \cdot H^{0.7217}$  (Schumacher-Hall) (Estremadoyro 2014).

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Descripción de la especie**

El nombre científico válido para la especie es: *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. (IPNI 2012; MBG 2012; IUCN 2012) y su clasificación taxonómica actual es (APG IV et al. 2016).

<b>División</b>	: Magnoliophyta
<b>Clase</b>	: Magnoliopsida
<b>Subclase</b>	: Rosidae
<b>Orden</b>	: Fabales
<b>Familia</b>	: Fabaceae
<b>Subfamilia</b>	: Caesalpinioideae
<b>Tribu</b>	: Cassieae
<b>Género</b>	: <i>Apuleia</i>
<b>Especie</b>	: <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.
<b>Sinónimos</b>	: <i>Apoleya leiocarpa</i> (Vogel) Gleason

### 2.2.2. Distribución y hábitat

*A. leiocarpa* tiene una distribución a lo largo de América del Sur, encontrándose distribuida por Brasil, Argentina, Perú, Paraguay y Venezuela. En Perú se encuentra en los departamentos de Ucayali, San Martín y Madre de Dios, esta especie se encuentra en una altitud entre 0 hasta 1000 m.s.n.m. y es característica de bosques primarios no inundables con suelos arcillosos y con un buen drenaje (Reynel y Pennington 2016).

### 2.2.3. Descripción del árbol

El árbol es dominante y alcanza una altura total media de 30 metros, una altura comercial de 22 metros y un diámetro de 75 centímetros a la altura del pecho. Posee un tallo lineal con estructuras radiculares complejas, onduladas, ininterrumpidas y ocasionalmente contorsionadas. La corteza externa presenta un tono gris parduzco, una textura gruesa y placas enormes de forma irregular. La capa interna de la corteza presenta una textura fibrosa, parecida a la arena (CPM 2008).

### 2.2.4. Propiedades físicas

Contenido de humedad: 79%

Densidad básica: 995 kg/mt<sup>3</sup>

Densidad al 12% de humedad: 890 kg/mt<sup>3</sup>

Contracción radial: 2,8%  
Contracción tangencial: 4,9%  
Contracción volumétrica: 7,9%  
Relación t/r: 2

### **2.2.5. Propiedades mecánicas**

Módulo de elasticidad: 123 x 1000 kg/cm<sup>2</sup>  
Módulo de rotura: 985 kg/cm<sup>2</sup>  
Compresión paralela: 789 kg/cm<sup>2</sup>  
Corte radial: 126 kg/cm<sup>2</sup>  
Dureza lateral: 784 kg  
Tenacidad: 2,58 kg-m

### **2.2.6. Aserrío y secado**

La madera presenta dificultad al momento del aserrío, su trabajabilidad es dificultosa por el tipo de grano entrecruzado que presenta, cuenta con presencia de sílice y alta dureza. Presenta un práctico secado, madera estable, presenta defectos, grietas y deformaciones leves (CPM 2008).

## **2.3. Definición de términos**

### **2.3.1. Tronco:**

Parte del árbol considerada por encima del cuello de la raíz descontando la parte de ramas (Diéguez et al. 2003).

### **2.3.2. Fuste:**

Parte del árbol considerada entre el cuello de la raíz hasta un determinado diámetro en punta delgada (Diéguez et al. 2003).

### **2.3.3. Diámetro:**

Se suele expresar en centímetros o milímetro, es la medida a cualquier punto del árbol siempre y cuando sea circular, en caso de no serlo se toman 2 a más diámetros por sección, el diámetro a la altura del pecho se toma la media a partir de 1,30 m sobre el nivel del suelo, la medición se realiza en dirección

perpendicular al eje del tronco tomando los dos extremos a esta (Diéguez et al. 2003).

#### **2.3.4. Circunferencia:**

Es la longitud del perímetro de la sección considerada, se medición debe ser perpendicular al eje del tronco y se expresa al igual que el diámetro en centímetros o milímetros (Diéguez et al. 2003).

#### **2.3.5. Altura comercial:**

Es la dimensión en altura que se estima como aprovechable comercialmente, sin considerar las ramas ni malformaciones o partes afectadas del individuo (Encinas 2008).

#### **2.3.6. Volumen de árbol en pie:**

Es la estimación del volumen de madera estimada en metros cúbicos a partir del tocón hasta el ápice del árbol (Gutiérrez, Moreno y Villota 2011).

#### **2.3.7. Cubicación de madera:**

Es el cálculo del volumen que hay ya sea en rollo, trozas o bolillo o también se cubica en madera procesada (Gutiérrez, Moreno y Villota 2011).

#### **2.3.8. Determinación de volumen en árboles en pie:**

La estimación precisa del volumen comercial de árboles en pie es fundamental para el aprovechamiento sostenible de los bosques (Nascimento et al. 2020; Zhang et al. 2020). Para determinar el volumen de los árboles en pie se necesita los datos del DAP, altura comercial y coeficiente mórfico de la especie, o algún factor de forma establecido que en el caso de Perú es de 0,65 (Sánchez 2012), el coeficiente mórfico o factor de forma es ampliamente utilizado para este fin. Para especies tropicales se utiliza un coeficiente mórfico o factor de forma de 0,75 (Guzmán, Aguirre-Calderón y Vargas-Larreta 2020), en el Perú la autoridad forestal establece un CM de 0,65 (SERFOR 2016b). Por lo tanto, tener un coeficiente mórfico o factor de forma

general para todas las especies podría sobreestimar o subestimar del volumen maderable (Azevêdo et al. 2014).

#### **2.3.9. Determinación de volumen en fuste y troza:**

Según Romahn y Ramirez (2010) el cálculo de volumen en fustes o troncos se realizan mediante fórmulas establecidas de Smalian, Huber y Newton, y los de Kuntze, Heyer o Simpson que determinan el volumen de manera precisa.

#### **2.3.10. Coeficiente mórfico:**

Según Garcia (1995) el factor de forma, también llamado como coeficiente mórfico, es el ajuste entre el volumen del árbol y el volumen de un cilindro de referencia.

#### **2.3.11. Cobertura vegetal:**

El término se refiere a la capa de vida vegetal que existe en la superficie de la Tierra. Esta capa está formada por varios tipos de comunidades vegetales, como praderas y bosques, que difieren en su aspecto físico y condiciones ambientales. La vegetación natural se categoriza y clasifica en función de factores como la ubicación, el aspecto físico, los niveles de humedad y las especies vegetales únicas presentes (MINAM 2015). Según MINAM (2015) y Colina et al. (2020) el Perú cuenta con tipos de cobertura vegetal en las cuatro regiones del Perú; región andina con 10 tipos, la región costa con 11, la región yunga o selva alta con 12 tipos y por último la región Amazonía o selva baja con 18 tipos de cobertura vegetal.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Tipo de estudio**

El estudio es cuantitativo de tipo correlacional (Hernández-Sampieri y Mendoza 2018).

### **3.2. Diseño de estudio**

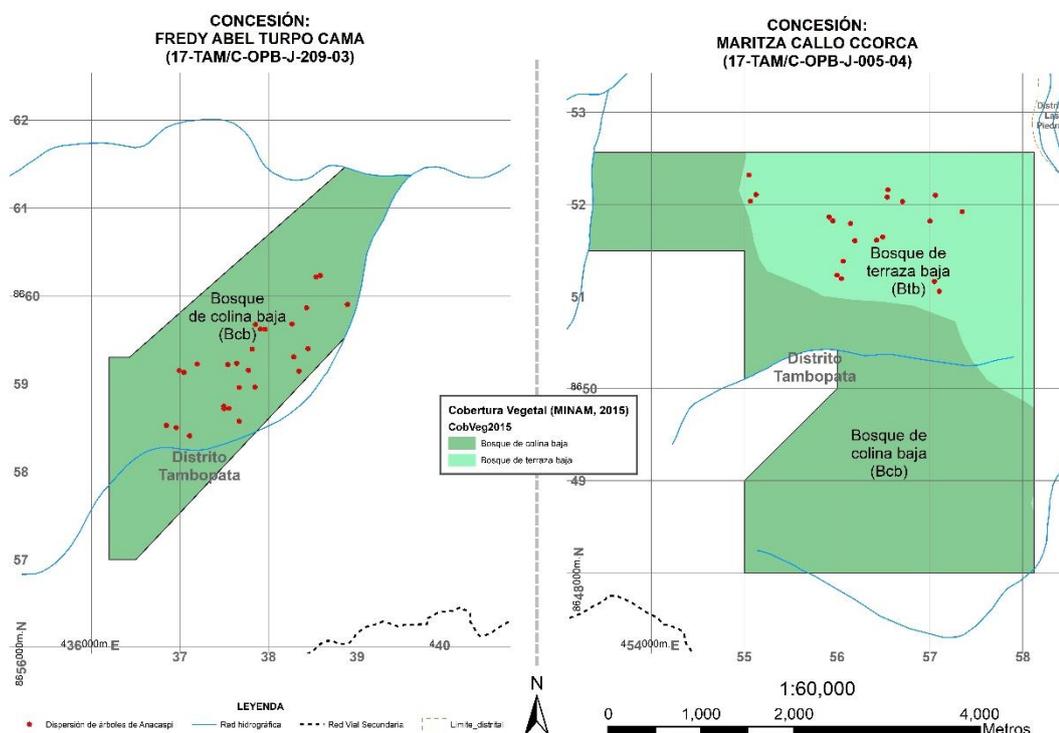
El diseño de estudio es no experimental, de corte transversal. Se efectuó la medición de las variables de manera directa, con una sola intervención en el tiempo, para la medición de sus características en forma independiente (Hernández-Sampieri y Mendoza 2018).

### **3.3. Delimitación espacial y temporal**

El área de estudio comprende bosques de la Amazonia de Madre de Dios (Perú) donde en la provincia de Tambopata se identificaron dos concesiones forestales que contaron con un plan de aprovechamiento forestal de la especie *Apuleia leiocarpa* (Ana caspi); siendo la concesión castañera con contrato N° 17-TAM/C-OPB-J-209-03 (Fredy Abel Turpo Cama) cuya área de estudio se encuentra ubicada en el sector QDA. Pariamarca y la concesión castañera con contrato N° 17-TAM/C-OPB-J-005-04 (Maritza Callo Ccorca) ubicada en el sector las piedras como se puede precisar en el Mapa de ubicación de los Anexos 8 y 9.

Mediante la memoria descriptiva del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal se logró obtener los tipos de cobertura vegetal para las áreas de estudio (MINAM 2015b) (Anexo 10); una en bosque de colinas bajas y la otra en un bosque de terraza baja que se encuentren dentro de un plan de aprovechamiento forestal. En la concesión castañera con contrato N° 17-TAM/C-OPB-J-209-03

tiene el tipo de cobertura vegetal de colina baja y la concesión castañera con contrato N° 17-TAM/C-OPB-J-005-04 el tipo de bosque de terraza baja.



**Figura 1.** Mapa de dispersión de *Apuleia leiocarpa* según tipo de cobertura vegetal (Bosque de colina Baja y Bosque de terraza baja).

### 3.4. Población y muestra

La población corresponde a todos los individuos (DAP > 41 cm) de *A. leiocarpa*, censados en parcela de corta en dos concesiones forestales que se encuentren dentro de un plan de aprovechamiento forestal, teniendo un total de 58 árboles, 30 en terraza baja y 28 en colina baja. Los estudios previos sugieren un mínimo de 29 árboles generar ecuaciones alométricas y estimar el coeficiente mórfico (Leão et al. 2021) y un mínimo de 3 árboles por categoría de diámetro (Michela, Kees y Skoko 2018).

La muestra de estudio fue de 42 árboles apeados en las concesiones forestales de *A. leiocarpa*, de los cuales 22 fueron en bosque de colina baja y 20 en bosque de terraza baja, como se puede observar en el Anexo 11 y 12, Donde se puede apreciar la dispersión de árboles de la dispersión de árboles

apeados en las concesiones forestales de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr.

### **3.5. Métodos y técnicas**

#### **3.5.1. Materiales y herramientas**

##### **Materiales**

- Pilas Duracell
- Libreta de campo
- Tablero
- Lápiz, borrador y otros
- Tiza blanca

##### **Equipos**

- Cinta diamétrica
- Wincha de 5 m
- Laptop
- Cámara digital
- GPS Garmin 64s
- Machete
- Forcípula
- Distanciómetro Leica Disto D5

##### **Programas**

- ArcGIS versión 10.5
- Google Earth Pro
- Microsoft Office Word 2019
- Microsoft Office Excel 2019
- Past

### 3.5.2. Mediciones

#### Para el levantamiento de datos.

La altura se midió utilizando un wincha y el diámetro cada 2 m con una forcípula Haglöf levantamiento de datos de Diámetro en secciones (D1, D2, D3,... Dn) (Aguilar, Sequeira y Peralta 2017).

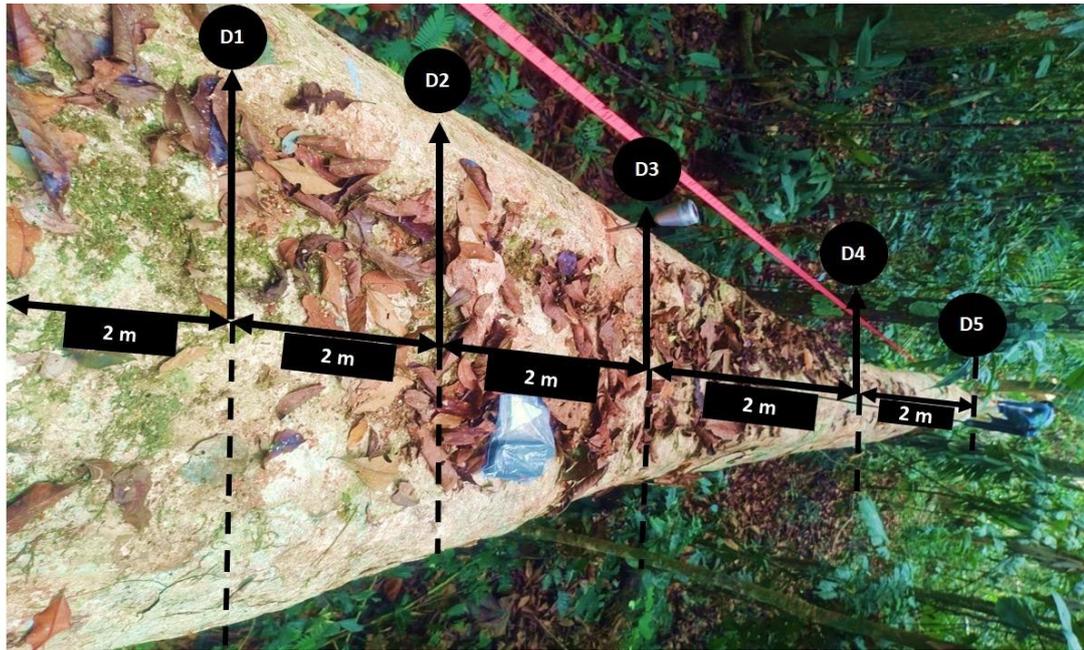


Figura 2. Levantamiento de datos de diámetro en secciones (d1, d2, d3, ...dn) a cada 2m.

### 3.5.3. Ecuaciones utilizadas

#### a. Ecuación de Smalian

$$V = \frac{(g_i + g_{s+1})}{2} * L + \varepsilon \quad \text{Ecuación 1}$$

$$V = g_m * L + e \quad \text{Ecuación 2}$$

$$V = \frac{(g_i + 4g_m + g_s)}{6} * L + \varepsilon \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

V = Volumen (m<sup>3</sup>).

g<sub>i</sub> = Área seccional de un extremo de la sección (m<sup>2</sup>).

g<sub>s+1</sub> = Área seccional del otro extremo de la sección (m<sup>2</sup>).

g<sub>m</sub> = Área seccional tomada en el medio de la sección (m<sup>2</sup>).

L = Longitud (m).  
e = error del modelo.

### b. De coeficiente Mórfo constante

$$CM = \frac{V_R}{V} \quad \text{Ecuación 4}$$

En donde:

CM = Coeficiente mórfo.

$V_R$  = Volumen real del fuste

$V$  = Volumen del sólido de referencia (p.e. un cilindro, paraboloides, cono, etc.).

Considerando la forma de del fuste observado en campo, se seleccionó como cuerpo dendrométrico para el cálculo del factor de forma al cilindro, uno de los más utilizado en la regiones tropicales (Guzmán, Aguirre-Calderón y Vargas-Larreta 2020).

### c. Modelos matemáticos para ecuaciones de volumen

Se consideró las ecuaciones sugeridas en estudios previos (Honorato 2011; Guzmán, Aguirre-Calderón y Vargas-Larreta 2020; Espinoza et al. 2016; Costa et al. 2020), a continuación se muestran algunos de estos modelos alométricos para ecuaciones de volumen. En todos los modelos ajustados:  $\beta$  = coeficientes del modelo,  $D$  = diámetro y  $H$  = altura.

#### a. Husch

$$\ln V = \beta_0 + \beta_1 \ln D + \varepsilon \quad \text{Ecuación 5}$$

#### b. Kopecky-Gehrhardt

$$V = \beta_0 + \beta_1 D^2 + \varepsilon \quad \text{Ecuación 6}$$

#### c. Hohenald-Krenm

$$V = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^2 + \varepsilon \quad \text{Ecuación 7}$$

**d. Brenac**

$$\ln V = \beta_0 + \beta_1 \ln D + \beta_2 \ln D^{-1} + \varepsilon \quad \text{Ecuación 8}$$

**e. Berkhout**

$$V = \beta_0 + \beta_1 D + \varepsilon \quad \text{Ecuación 9}$$

**f. Spurr**

$$V = \beta_0 + \beta_1 (D^2 \times H) + \varepsilon \quad \text{Ecuación 10}$$

**g. Schumacher-Hall**

$$\ln V = \beta_0 + \beta_1 \ln D + \beta_2 \ln H + \varepsilon \quad \text{Ecuación 11}$$

**h. Stoa**

$$V = \beta_0 + \beta_1 (D^2) + \beta_2 (D^2 \times H) + \beta_3 H + \varepsilon \quad \text{Ecuación 12}$$

**i. Spurr Logaritmizado**

$$\ln(V) = \beta_0 + \beta_1 \ln(D^2 \times H) + \varepsilon \quad \text{Ecuación 13}$$

**j. Korsun**

$$\ln(V) = \beta_0 + \beta_1 \ln D \left( \frac{D}{H} \right) + \ln(D^2 \times H) + \varepsilon \quad \text{Ecuación 14}$$

**k. Thornber**

$$V = \beta_0 + \beta_1 \ln(D + 1) + \beta_1 \ln H + \varepsilon \quad \text{Ecuación 15}$$

### 3.6. Tratamiento de datos

Se utilizaron estadísticos descriptivos para caracterizar las poblaciones de *Apuleia leiocarpa*. Para el cálculo de volumen se utilizaron el método de cubicación rigurosa (Guzmán, Aguirre-Calderón y Vargas-Larreta 2020) utilizando la fórmula de Smalian (Ecuación 1). El CM de cada individuo se calculará utilizando la Ecuación 2.

Para comparar el coeficiente mórfico entre los dos tipos de cobertura se utilizó la prueba de T-Student a un 5% de probabilidad de error.

Previo al análisis estadístico se evaluó los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Se comparó los promedios de CM según tipo de bosque y método de estimación. Se utilizaron modelos de regresión múltiple ( $> 20$ ) para la estimación del volumen (ver Anexo cronograma). Para evaluar y comparar los modelos ajustados se utilizaron en  $R^2$ , EMC y el AIC. Los análisis y las figuras se generaron en los paquetes estadísticos R, Systat y SigmaPlot.

Para discriminar entre los mejores modelos para estimación de volumen se utilizaron los siguientes criterios: coeficiente de determinación ajustado ( $R^2$  ajustado), cuadrado medio del error (CME), raíz del cuadrado medio del error (RCME), Criterio de información de Akaike (AIC), Criterio de información Bayesiano (BIC) y suma de cuadrados del error de predicción (PRESS). Para seleccionar entre los mejores modelos se utilizó el criterio de jerarquización de modelos, según este criterio se asignó el mejor valor para cada criterio, asignándole el número uno y después en orden progresivo al resto de los modelos. Para la valorización final se sumó todos los valores obtenidos y se considerará el mejor modelo al que tenga el valor más bajo durante la jerarquización (Costa et al. 2020).

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para el estudio se evaluaron 42 árboles apeados de *A. leiocarpa*, de los cuales 22 fueron en bosque de colina baja (concesión Fredy Abel Turpo Cama) y 20 en bosque de terraza baja (concesión Maritza Callo Ccorca). Los estadísticos descriptivos de las características de los individuos evaluados, según concesión, se muestran en la Tabla 2. Estos se compararon, para evaluar similitudes en la morfometría de los árboles según tipo de cobertura vegetal, utilizando la prueba de T-Student cuando se cumplían con los supuestos paramétricos y la prueba de Mann-Whitney cuando no (albura y duramen).

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos de los árboles apeados de *Apuleia leiocarpa*, evaluados según tipo de cobertura vegetal. Letras diferentes muestran diferencias significativas al 5% de probabilidad de error, utilizando la prueba de t-student (†) y mann-whitney (\*).

Variable	Tipo de cobertura vegetal	Número de árboles	Valor mínimo	Valor máximo	Promedio	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Altura del fuste (m) †	Bosque de colina baja	22	8,15	21,17	14,97 <b>b</b>	15,14	2,83	18,93
	Bosque de terraza baja	20	11,84	24,86	17,58 <b>a</b>	18,60	2,95	16,81
Diámetro (cm) †	Bosque de colina baja	22	56,00	151,00	86,55 <b>a</b>	80,00	22,10	25,53
	Bosque de terraza baja	20	54,00	133,00	87,85 <b>a</b>	85,00	20,36	23,17
Albura (cm) *	Bosque de colina baja	22	2,00	7,00	3,45 <b>a</b>	3,00	1,22	35,43
	Bosque de terraza baja	20	2,00	6,00	3,85 <b>a</b>	4,00	0,99	25,66
Duramen (cm) *	Bosque de colina baja	22	26,00	77,00	41,59 <b>a</b>	40,00	11,63	27,96
	Bosque de terraza baja	20	25,00	57,00	39,05 <b>a</b>	38,00	8,00	20,49
Espesor corteza (mm) †	Bosque de colina baja	22	0,50	2,55	1,38 <b>a</b>	1,51	0,50	35,89
	Bosque de terraza baja	20	0,70	2,20	1,28 <b>a</b>	1,19	0,44	34,58

En promedio, los árboles de *A. leiocarpa* en el bosque de terraza baja tuvieron un mayor diámetro, altura de fuste y espesor de albura que los árboles evaluados en el bosque de colina baja. Aunque solo la altura de fuste de *A. leiocarpa* fue significativamente superior (T-Student,  $P$ -valor  $< 0,01$ ) en el bosque de terraza baja que, en los bosques de colina baja, mientras que no se encontraron diferencias significativas para el diámetro del fuste (Mann-Whitney,  $P$ -valor  $> 0,05$ ) y espesor de albura (Mann-Whitney,  $P$ -valor  $> 0,05$ ). Sin embargo, en el bosque de colina los árboles de *A. leiocarpa* baja tuvieron, en promedio, un espesor de corteza y duramen ligeramente superior a los árboles encontrados en el bosque de terraza baja, y esta diferencia no fue estadísticamente significativa ( $P$ -valor  $> 0,05$ ) (Tabla 2). Por lo tanto, previo a los cálculos de coeficiente mórfico se ha verificado que los árboles tienen similares características, con excepción de la altura del fuste.

#### 4.1 Comparación del coeficiente mórfico de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal

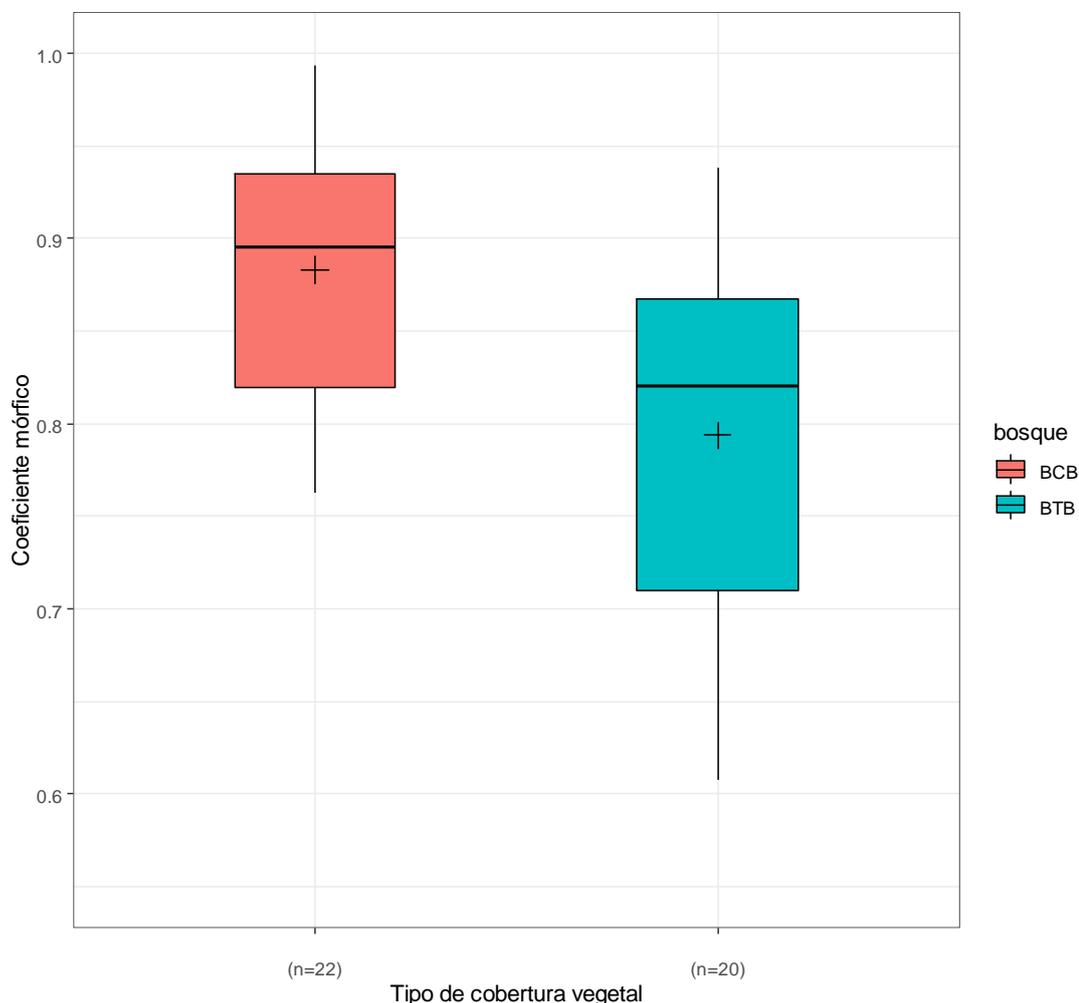
En la Tabla 3 se muestran los estadísticos descriptivos y la comparación entre estos para el coeficiente mórfico de *A. leiocarpa* entre los dos tipos de cobertura vegetal. El valor más bajo de coeficiente mórfico se encontró en el bosque de terraza baja (0,61), mientras que el más alto se encontró en el bosque de colina baja (0,99). Las medidas de dispersión de los datos fueron similares entre los sitios, aunque con valores ligeramente superiores en el bosque de terraza baja.

**Tabla 3.** Estadísticos descriptivos del coeficiente mórfico de *Apuleia leiocarpa* en dos tipos de cobertura vegetal. Letras diferentes muestran diferencias significativas al 5% de probabilidad de error, utilizando la prueba de T-student.

Tipo de cobertura vegetal	Número de árboles	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Coeficiente de variación (%)	Valor mínimo	Valor máximo
Bosque de colina baja	22	0,88 a	0,07	0,90	7,95	0,76	0,99
Bosque de terraza baja	20	0,79 b	0,10	0,82	12,34	0,61	0,94

Mediante la prueba de T-student se demostró que los árboles de *A. leiocarpa* en el bosque de colina baja ( $0,88 \pm 0,07$ ) tiene un coeficiente mórfico

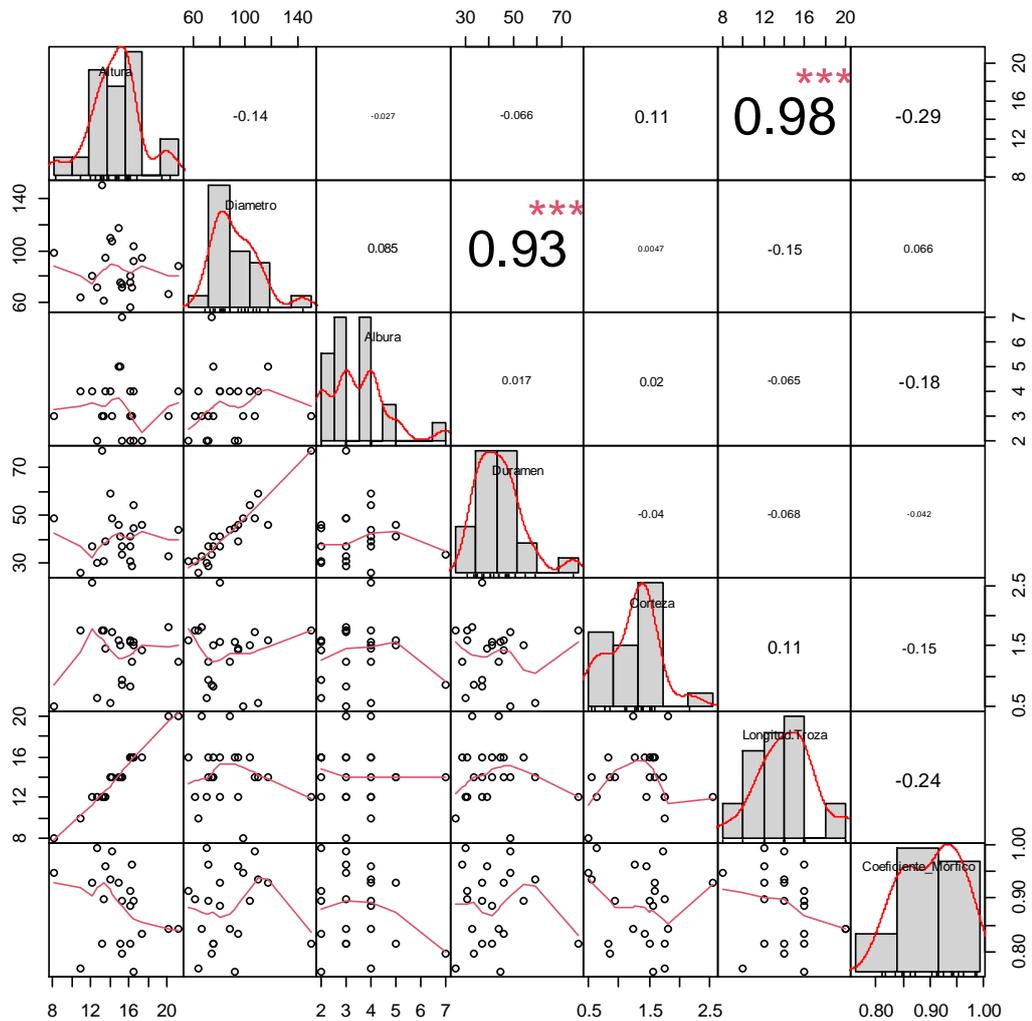
significativamente superior (T-Student,  $T = 3,42$ ;  $P\text{-valor} < 0,01$ ) a los encontrado en el bosque de terraza baja ( $0,79 \pm 0,10$ ) (Tabla 3 y Figura 3).



**Figura 3.** Boxplot de la comparación del coeficiente mórfico de *Apuleia leiocarpa* entre dos tipos de cobertura vegetal.

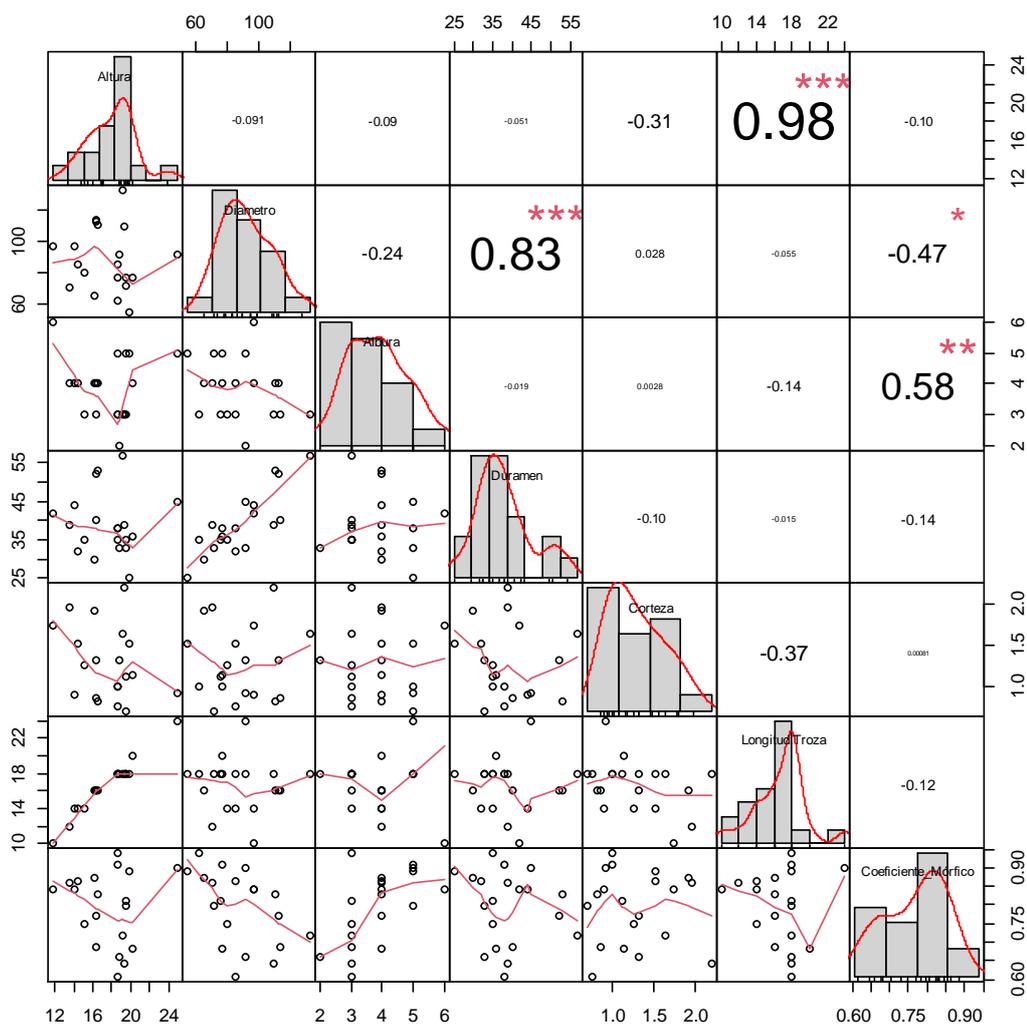
Para analizar la relación entre el coeficiente mórfico obtenido y las variables de los árboles evaluados se utilizó el análisis de correlación para cada tipo de cobertura vegetal, representado en un correlograma.

En el bosque de colina baja, ninguna de variables se correlacionó de forma significativa con el coeficiente mórfico (correlación de Pearson,  $P\text{-valor} > 0,05$ ) (Figura 4).



**Figura 4.** Correlograma de la relación entre el coeficiente mórfito y las variables de los árboles evaluados en el bosque de colina baja, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson.

Para el bosque de terraza baja si se encontró una relación inversa y significativa entre el coeficiente mórfito con el diámetro del fuste ( $r = -0,47$ ,  $P\text{-valor} < 0,05$ ) y entre el coeficiente mórfito y el espesor de albura ( $r = 0,58$ ,  $P\text{-valor} < 0,01$ ) (Figura 3). Esto nos sugiere que en los bosques de terraza baja los individuos de menor diámetro tienden a tener un mayor coeficiente mórfito.



**Figura 5.** Correlograma de la relación entre el coeficiente mórfico y las variables de los árboles evaluados en el bosque de terraza baja, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson.

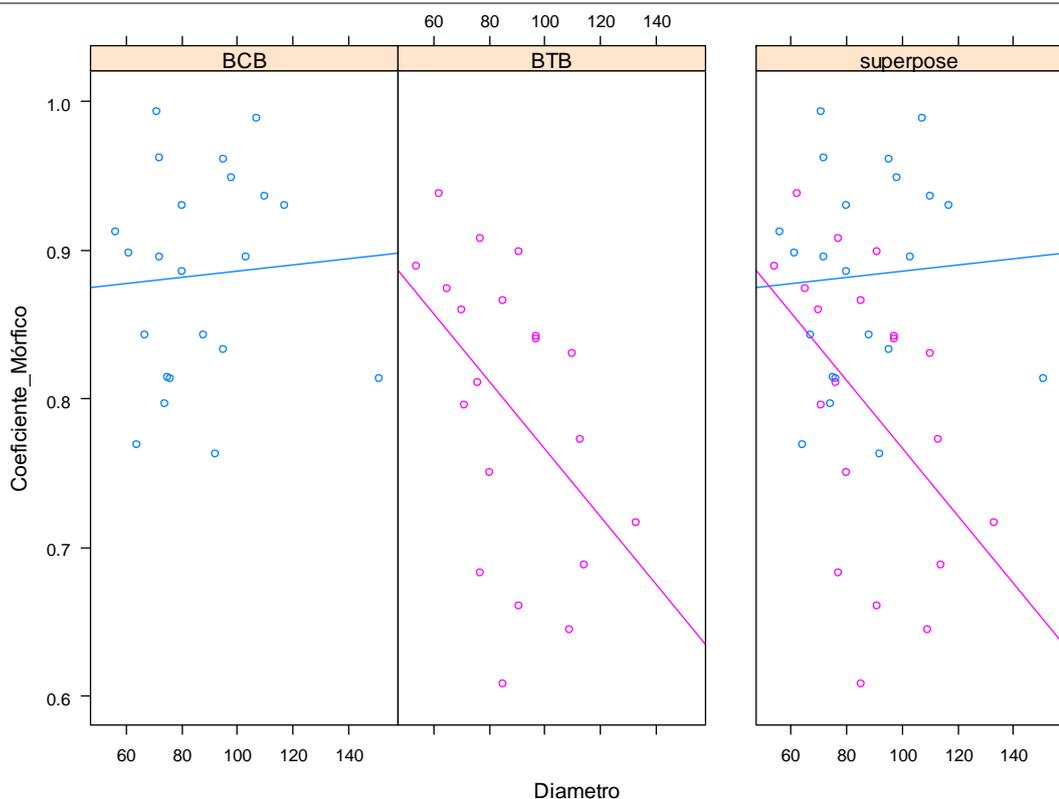
Por lo tanto, como encontramos que, en el bosque de terraza baja, el diámetro está relacionado con el coeficiente mórfico, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) con la finalidad de analizar la influencia del tipo de cobertura vegetal en el coeficiente mórfico de *A. leiocarpa*, teniendo como covariable al diámetro, y considerando la interacción entre el tipo de cobertura vegetal y el diámetro.

El ANCOVA mostró que el coeficiente mórfico de *A. leiocarpa* varía de forma significativa entre los dos tipos de cobertura vegetal evaluados y que el tipo de cobertura es responsable del 22% de la variabilidad explicada en el coeficiente mórfico ( $P\text{-value} < 0,001$ ; Tabla 4). El diámetro no influyó de forma

significativa en el coeficiente mórfico ( $P$ -value > 0,05; Tabla 4), aunque la interacción entre Bosque x Diámetro si influyó de forma significativa en el coeficiente mórfico ( $P$ -value < 0,05; Tabla 4). Esto sugiere que la relación entre el diámetro y el coeficiente mórfico varía de forma significativa según el tipo de cobertura vegetal (Figura 4), siendo directa en el bosque de colina baja e inversa en el bosque de terraza baja (Figura 4 y Figura 5).

**Tabla 4.** Resultados del ANCOVA, teniendo como variable respuesta al coeficiente mórfico de *Apuleia leiocarpa*, al bosque como factor y al diámetro de los árboles como covariable.

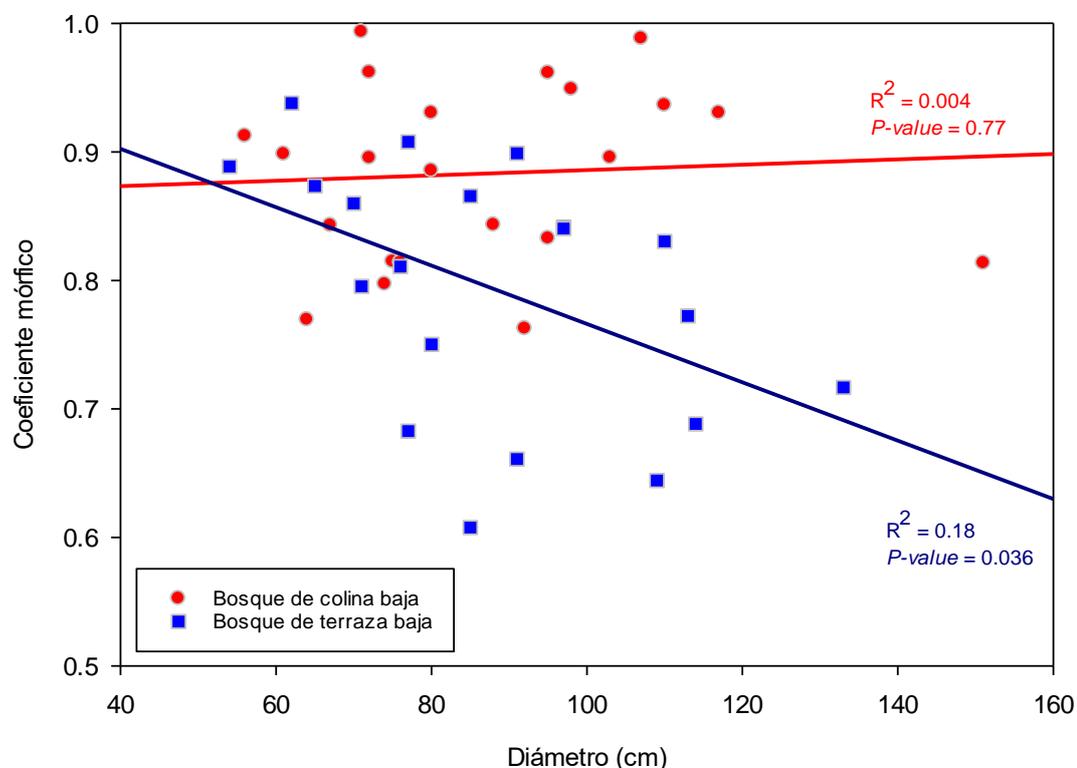
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	F value	P-value
Bosque	1	0,084	12,99	< 0,001
Diámetro	1	0,014	2,12	0,153
Bosque x Diámetro	1	0,027	4,26	0,046
Residuales	38	0,245		



**Figura 6.** Representación gráfica de la interacción encontrada entre el diámetro y coeficiente mórfico de *Apuleia leiocarpa* según tipo de cobertura vegetal.

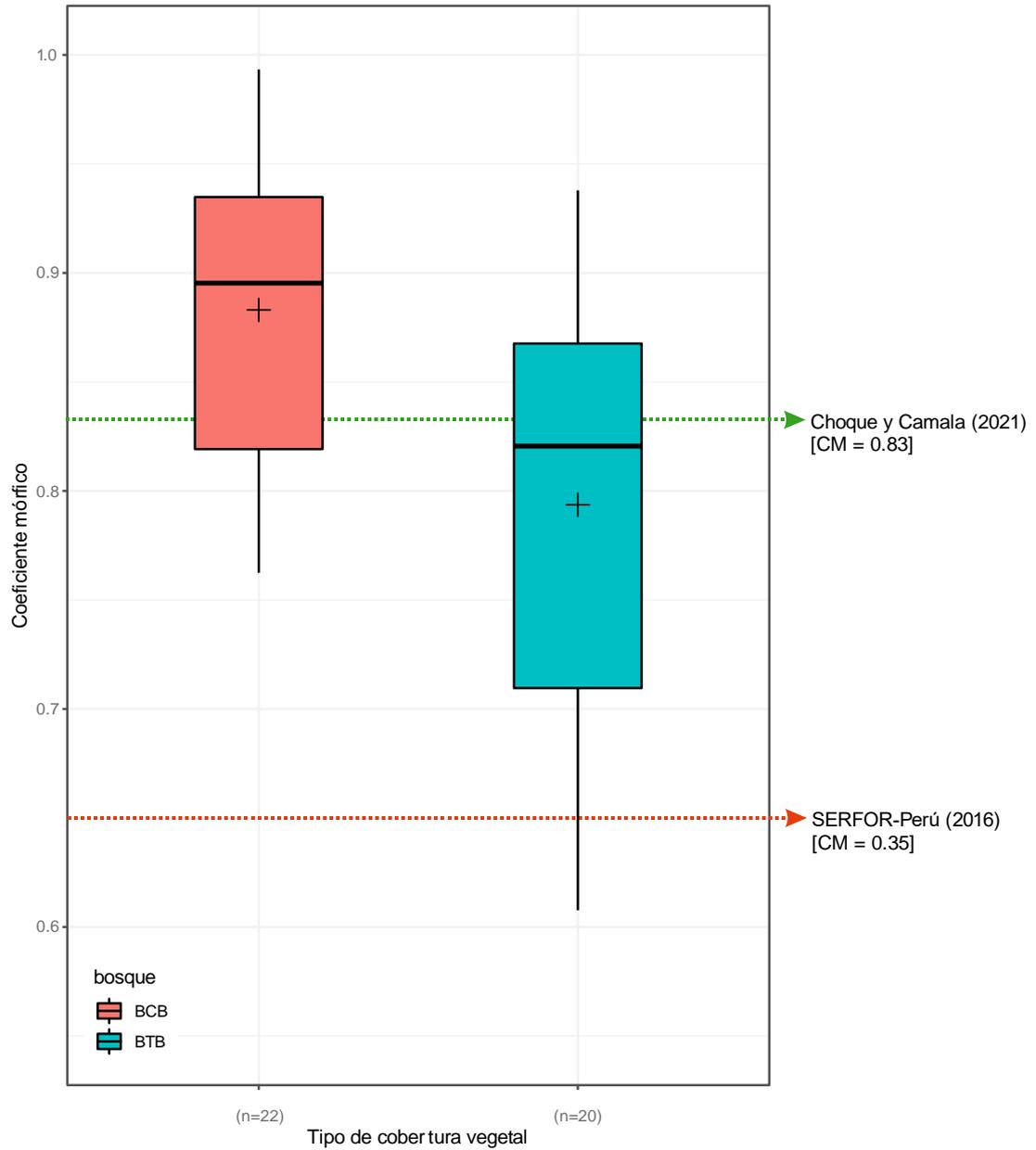
Esto cambios en la naturaleza de la relación entre el diámetro y coeficiente mórfico se observan de forma clara en la Figura 5. El modelo de regresión

ajustado solo fue significativo para el bosque de terraza baja ( $R^2 = 0,18$  y  $P\text{-value} < 0,05$ ).



**Figura 7.** Gráfico de dispersión y línea de regresión simple ajustada, del modelo entre diámetro y coeficiente mórfico según tipo de cobertura vegetal.

Los promedios de coeficiente mórfico obtenidos en el presente estudio (0,79 a 0,88), son significativamente superiores al determinado por la autoridad forestal peruana (0,65) (Figura 7). Esto se demostró mediante la prueba de T-Student para una muestra, se encontró que el promedio de coeficiente mórfico de *A. leiocarpa* obtenido para el bosque de colina baja ( $t = 15,7$ ;  $P\text{-value} < 0,01$ ) y bosque de terraza baja ( $t = 6,5$ ;  $P\text{-value} < 0,01$ ) fueron significativamente superiores al 0,65 establecido para el Perú (SERFOR 2016b). Por otro lado, comparando los valores encontrados con un estudio reciente en bosques de la provincia de Tahuamanu, Huanca y Camala (2021) reportaron un promedio de 0,83 para el coeficiente mórfico de *A. leiocarpa*. Este valor es superior al encontrado bosque de terraza baja (promedio = 0,79;  $t = -1,6$ ;  $P\text{-value} < 0,01$ ) y significativamente inferior al encontrado en el bosque de colina baja (promedio = 0,88;  $t = 3,5$ ;  $P\text{-value} < 0,01$ ).



**Figura 8.** Boxplot de la comparación del coeficiente mórfico de *Apuleia leiocarpa* encontrado en el presente estudio en dos tipos de cobertura vegetal con el valor reportado de un estudio previo y el determinado por la autoridad forestal nacional peruana.

## 4.2 Ahusamiento del espesor de corteza de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal en Tambopata- Madre de Dios

### Correlación entre el espesor de corteza con el diámetro y altura de árboles de *A. leiocarpa*

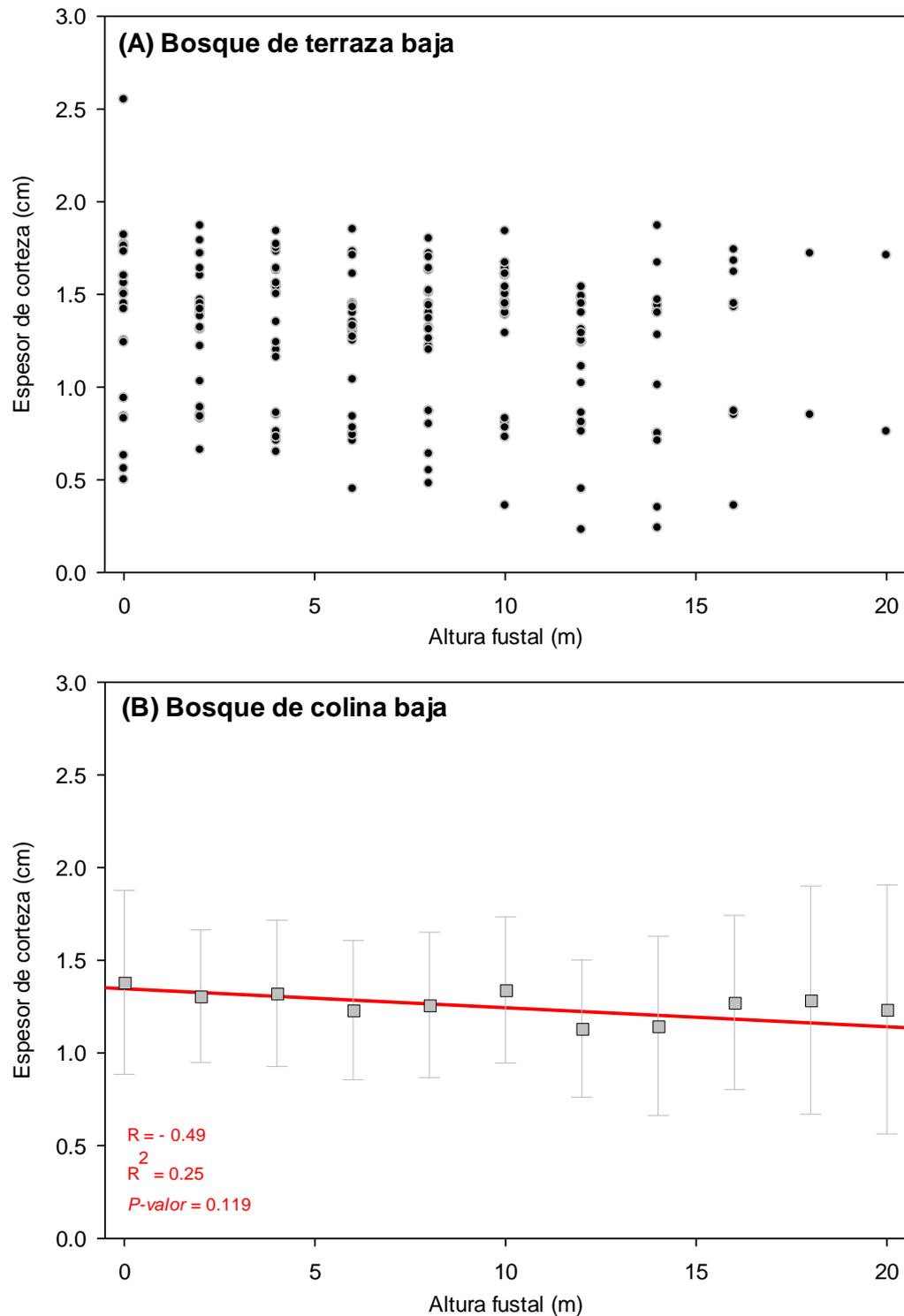
En los dos tipos de cobertura vegetal evaluados, no se encontró una correlación significativa entre el espesor de corteza con el diámetro y altura fustal de árboles de *A. leiocarpa*. Los resultados difieren de lo reportado en estudios previos, que mencionan que el espesor de corteza suele tener una correlación directa con el diámetro (Costa et al. 2021; Berrill, O'Hara y Kichas 2020).

**Tabla 5.** Matriz de correlación entre el espesor de corteza, diámetro y altura de árboles de *A. Leiocarpa* según tipo de cobertura vegetal. Los valores numéricos corresponden al coeficiente de correlación de Pearson. n.s. = no significativo al 5% de probabilidad de error.

<b>(A) Bosque de colina baja</b>		
	Altura (m)	Diámetro (m)
Diámetro (m)	-0,135 (n.s.)	
Espesor corteza (mm)	0,112 (n.s.)	0,005 (n.s.)
<b>(A) Bosque de terraza baja</b>		
	Altura (m)	Diámetro (m)
Diámetro (m)	-0,091 (n.s.)	
Espesor corteza (mm)	-0,305 (n.s.)	0,028 (n.s.)

### Ahusamiento de corteza según altura del fuste de *A. leiocarpa* en bosque de colina baja

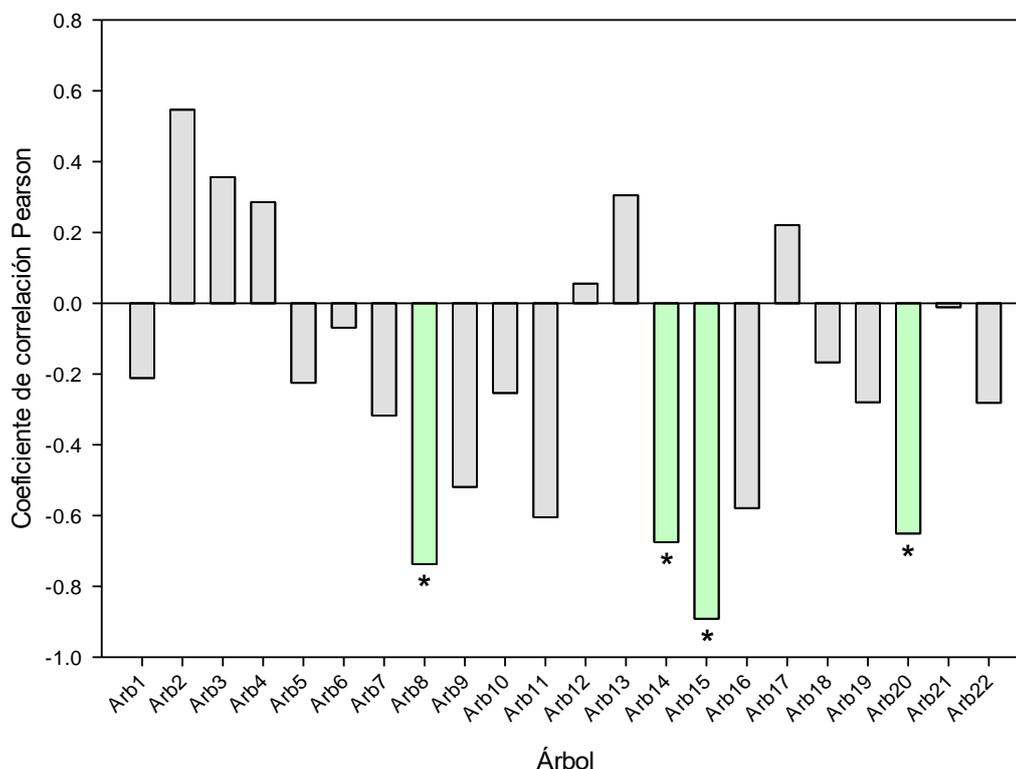
El análisis del ahusamiento de la corteza de *A. leiocarpa* en bosque de colina baja, demostró una relación inversa y no significativa entre la altura fustal y espesor promedio de corteza según ( $r = -0,49$ ; P-valor = 0,119). En la Figura 6 se muestra el gráfico de dispersión de todos los pares según árbol y la línea de regresión lineal ajustada para la relación entre la altura fustal y el espesor de corteza.



**Figura 9.** Gráfico de dispersión de la altura fustal con el espesor de corteza del fuste y modelo de regresión ajustada en *Apuleia leiocarpa* del bosque de colina baja.

Sin embargo, mediante un análisis individual de la variación de la corteza según la altura, se encontró una relación inversa y significativa ( $P\text{-valor} < 0,05$ )

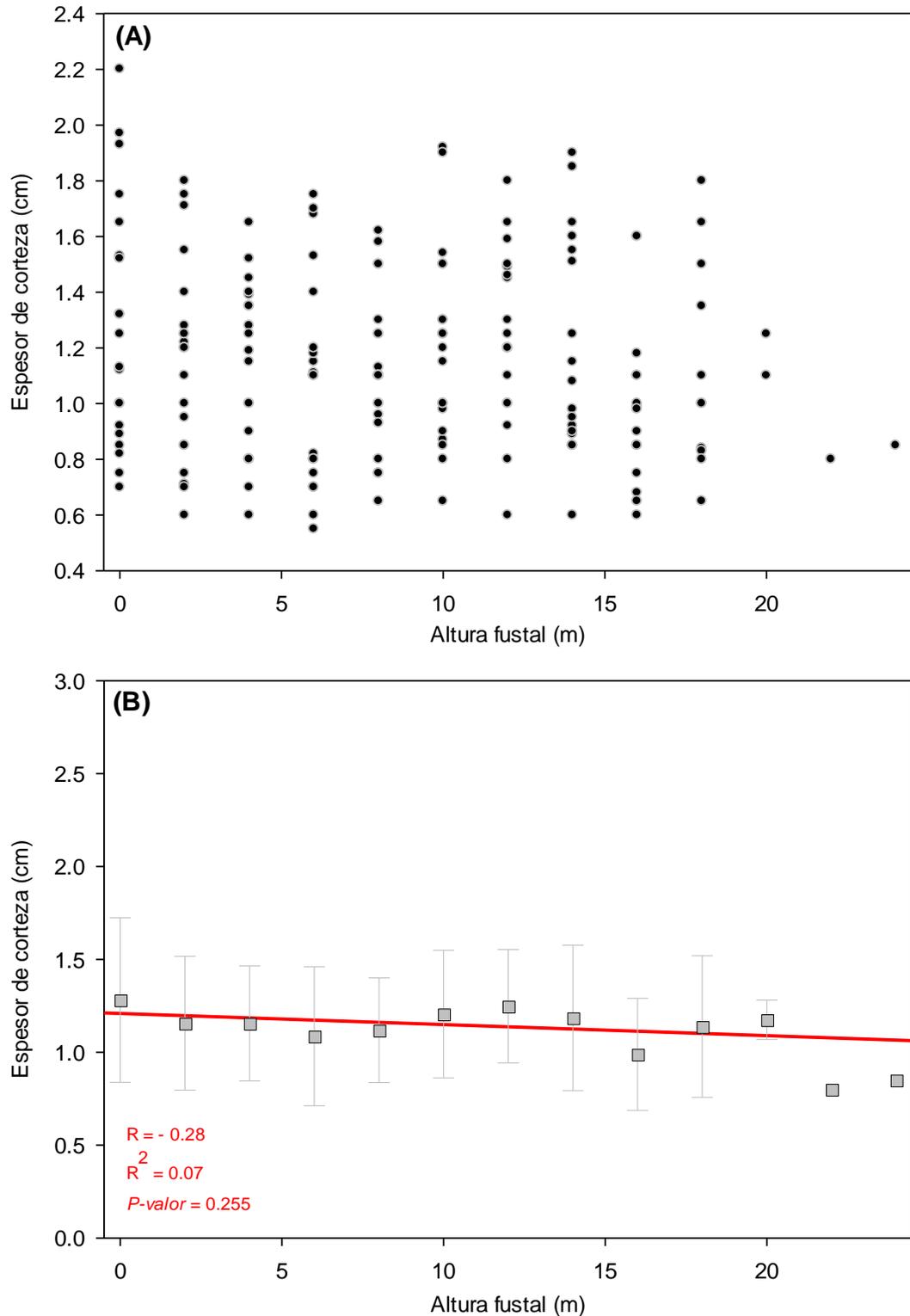
solo para cuatro de los 22 árboles evaluados en el bosque de colina baja. Esto sugiere que en estos árboles el espesor de corteza disminuye significativamente a lo largo del fuste. Asimismo, el 72% de los árboles tuvieron una relación inversa entre estas variables.



**Figura 10.** Gráfico de barras del coeficiente de correlación entre la altura fustal con el espesor de corteza del fuste en *Apuleia leiocarpa* del bosque de colina baja. Los asteriscos (\*) representan una relación significativa entre las variables.

### Ahusamiento de corteza según altura del fuste de *A. leiocarpa* en bosque de terraza baja

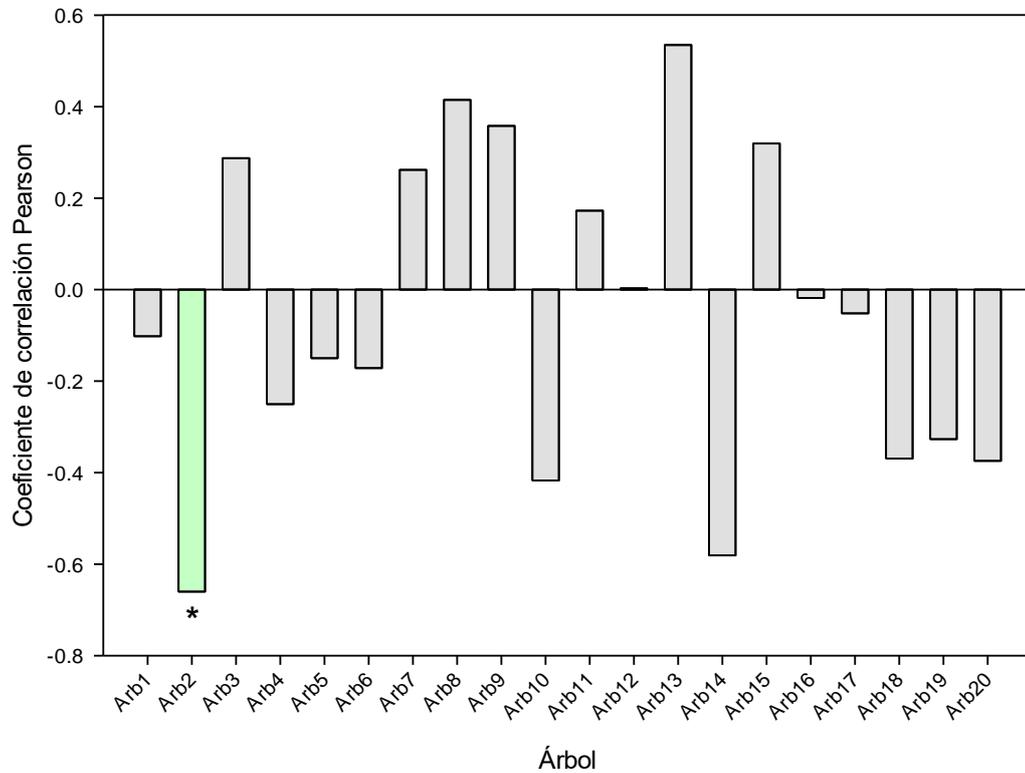
El análisis del ahusamiento de la corteza de *A. leiocarpa* en bosque de colina baja, demostró una relación inversa y no significativa entre la altura fustal y espesor de corteza ( $r = -0,49$ ; P-valor = 0,119). En la Figura 6 se muestra el gráfico de dispersión de todos los pares según árbol y la línea de regresión lineal ajustada para la relación entre la altura fustal y el espesor de corteza.



**Figura 11.** Gráfico de dispersión de la altura fustal con el espesor de corteza del fuste y modelo de regresión ajustada en *Apuleia leiocarpa* del bosque de terraza baja.

Mediante un análisis individual de la variación de la corteza según la altura, se encontró una relación inversa y significativa ( $P\text{-valor} < 0,05$ ) solo para uno de los 20 árboles evaluados en el bosque de terraza baja. Esto sugiere que

solo en este árbol el espesor de corteza disminuye significativamente a lo largo del fuste. Similar a lo encontrado en el bosque de colina baja, solo el 60% de los árboles tuvieron una relación inversa entre estas variables.



**Figura 12.** Gráfico de barras del coeficiente de correlación entre la altura fustal con el espesor de corteza del fuste en *Apuleia leiocarpa* del bosque de colina baja. Los asteriscos (\*) representan una relación significativa entre las variables.

### 4.3 Relación albura-duramen en *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal.

No se encontraron diferencias significativas para la albura, duramen, proporción de albura y proporción de duramen en los árboles de *A. leiocarpa* entre los dos tipos de cobertura vegetal ( $P$ -value < 0,05, Tabla 6).

**Tabla 6.** Estadísticos descriptivos albura y duramen de los árboles apeados de *Apuleia leiocarpa* según tipo de cobertura vegetal. Letras diferentes muestran diferencias significativas al 5% de probabilidad de error, utilizando la prueba de T-Student (†) y Mann-Whitney (\*).

Variable	Tipo de cobertura vegetal	Número de árboles	Valor mínimo	Valor máximo	Promedio	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Albura (cm) *	Bosque de colina baja	22	2,00	7,00	3,45 a	3,00	1,22	35,43
	Bosque de terraza baja	20	2,00	6,00	3,85 a	4,00	0,99	25,66
Proporción de albura (%) †	Bosque de colina baja	22	3,80	17,10	8,00 a	7,90	3,13	39,13
	Bosque de terraza baja	20	5,00	16,70	9,22 a	8,10	2,89	31,32
Duramen (cm) *	Bosque de colina baja	22	26,00	77,00	41,59 a	40,00	11,63	27,96
	Bosque de terraza baja	20	25,00	57,00	39,05 a	38,00	8,00	20,49
Proporción de duramen (%) †	Bosque de colina baja	22	82,90	96,30	92,01 a	92,10	3,14	3,41
	Bosque de terraza baja	20	83,30	95,00	90,78 a	91,90	2,89	3,18

Los resultados de la correlación entre la altura, diámetro y el espesor de corteza de *A. leiocarpa* versus el espesor de albura, duramen y las proporciones de albura y duramen, para el bosque colina baja (Tabla 7) y bosque de terraza baja (Tabla 8). La altura del fuste y el espesor de corteza no se correlacionaron de forma significativa con el espesor de albura, duramen y sus proporciones ( $P$ -valor < 0,05) (Tabla 8). Sin embargo, el diámetro si se correlacionó significativamente con la proporción de albura, duramen y proporción de duramen, aunque este varió según tipo de cobertura vegetal (Tabla 7 y Tabla 8). Para el bosque de colina baja, solo se encontró relación significativa entre el diámetro y el espesor de duramen de árboles de *A. leiocarpa* ( $\rho = 0,93$ ;  $P$ -valor < 0,05) (Tabla 7). Mientras que, en el bosque de terraza baja, el diámetro se correlacionó de forma significativa como la

proporción de albura ( $r = -0,66$ ;  $P\text{-valor} < 0,05$ ), con el espesor de duramen ( $r = 0,83$ ;  $P\text{-valor} < 0,05$ ) y con la proporción de duramen ( $r = 0,66$ ,  $P\text{-valor} < 0,05$ ) (Tabla 8).

**Tabla 7.** Matriz de correlación entre las características dasométricas y la albura y duramen de los árboles apeados de *Apuleia leiocarpa* en el bosque de colina baja, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson (¥) y Spearman (†).

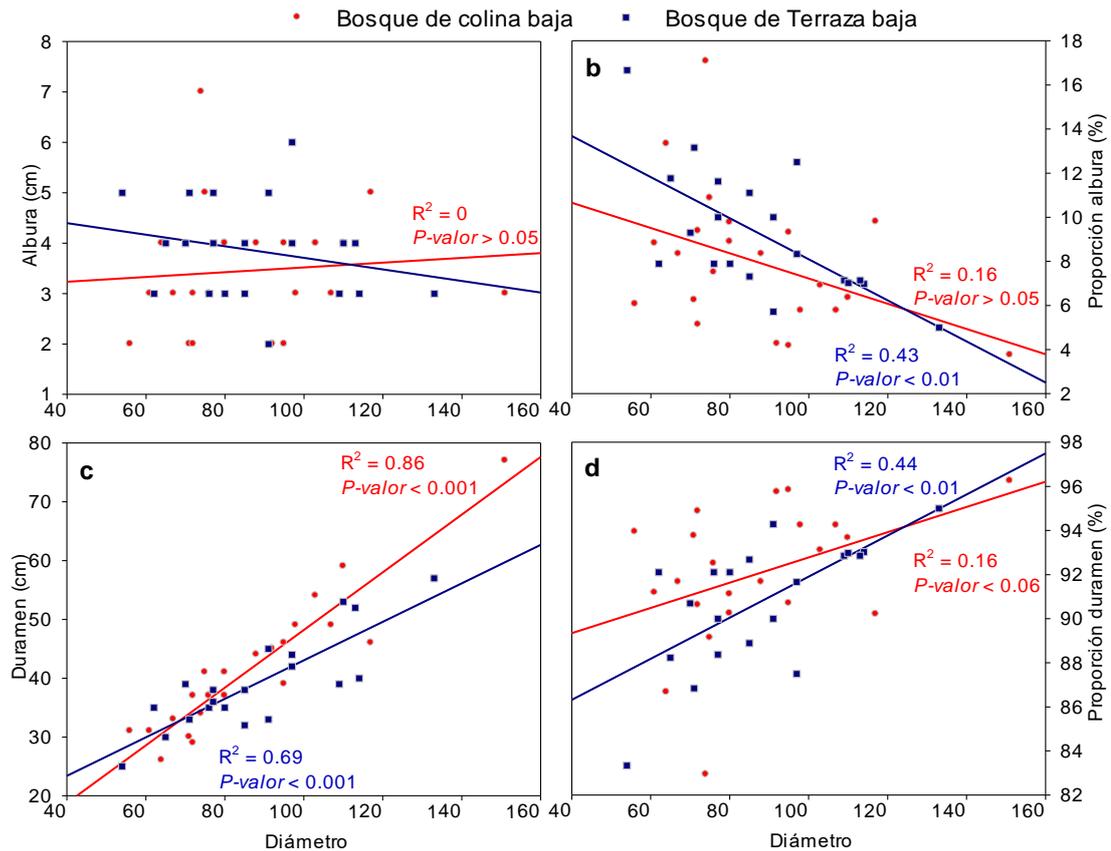
	Altura (m)	Diámetro	Espesor corteza (mm)	Albura (cm)	Proporción albura (%)	Duramen (cm)
Diámetro	-0,14 ¥					
Espesor corteza (mm)	0,11 ¥	0,00 ¥				
Albura (cm)	-0,13 †	0,25 †	0,08 †			
Proporción albura (%)	-0,06 ¥	-0,40 ¥	0,09 ¥	0,78 † *		
Duramen (cm)	0,04 †	<b>0,93 † *</b>	-0,14 †	0,15 †	-0,49 † *	
Proporción duramen (%)	0,06 ¥	0,40 ¥	-0,09 ¥	-0,78 †	-1,00 ¥ *	0,47 † *

**Tabla 8.** Matriz de correlación entre las características dasométricas y la albura y duramen de los árboles apeados de *Apuleia leiocarpa* en el bosque de terraza baja, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson (¥) y Spearman (†).

	Altura (m)	Diámetro	Espesor corteza (mm)	Albura (cm)	Proporción albura (%)	Duramen (cm)
Diámetro	-0,09 ¥					
Espesor corteza (mm)	-0,31 ¥	0,03 ¥				
Albura (cm)	-0,03 †	-0,22 †	-0,03 †			
Proporción albura (%)	0,00 ¥	<b>-0,66 ¥ *</b>	0,10 ¥	0,80 † *		
Duramen (cm)	-0,05 ¥	<b>0,83 ¥ *</b>	-0,10 ¥	0,03 †	-0,59 ¥ *	
Proporción duramen (%)	0,00 ¥	<b>0,66 ¥ *</b>	-0,10 ¥	-0,80 † *	-1,00 ¥ *	0,59 ¥ *

En la Figura 6 se muestra los modelos de regresión lineal ajustado entre el diámetro con la albura, duramen y sus proporciones. Se encontró que en los dos tipos de cobertura vegetal el radio de duramen de *A. leiocarpa* se incrementa en función del diámetro (Figura 6c), aunque el coeficiente de

determinación es mayor en el bosque colina baja ( $R^2 = 0,86$ ) que en bosque de terraza baja ( $R^2 = 0,69$ ). Esto se debería a que el diámetro está relacionado de forma directa con la edad de los árboles, y además la formación de duramen puede ser afectado por factores exógenos y endógenos (Gim y Moglia 2000).



**Figura 13.** Gráfico de dispersión y línea de regresión simple ajustada, del modelo entre diámetro vs la albura y duramen según tipo de cobertura vegetal.

El duramen suele determinar el valor de la madera, mientras que la albura está estrechamente relacionada con las funciones fisiológicas de los árboles (Meunpong et al. 2021). Por lo tanto, será importante para el aprovechamiento forestal realizar estimaciones de duramen a partir de variables de fácil medición, como el diámetro (Yang et al. 2020). En el presente estudio, el radio de duramen estuvo altamente relacionado con el diámetro y los modelos generados podrían utilizarse para realizar estimaciones del radio de duramen de *A. leiocarpa*.

#### 4.4 Ecuaciones para estimación de volumen para *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal.

Se consideraron modelos que consideren como variable independiente solo al diámetro y aquellos que consideran a diámetro y altura. Para comparar el ajuste de los modelos de volumen se utilizó los siguientes criterios de evaluación: Criterio de información de Akaike (AIC), criterio de información bayesiano (BIC), error medio cuadrático (RMSE), coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y error medio absoluto (MAE). Estos análisis se realizaron para cada tipo de cobertura vegetal.

##### **Bosque de Colina baja**

Todos los modelos ajustados para volumen fueron buenos y significativos ( $P$ -valor  $< 0,05$ ), con altos coeficientes de determinación ( $R^2$ ) que variaron entre 0,79 y 0,96; RCME y CME bajos, que variaron entre 0,10 a 1,59 y 0,01 a 2,5, respectivamente. Conforme a lo esperado las ecuaciones que incluyen diámetro y altura como variables independientes generan los modelos de mejor ajuste, es decir valores más altos de  $R^2$ , valores más bajos de RCME, CME, AIC y BIC. En la Figura 7 se observa los gráficos de residuos comparativos de los modelos ajustados para estimar el volumen de *A. leiocarpa* en el bosque de colina baja (Tabla 11).

Considerando los estadísticos de ajuste, se determinó que el mejor modelo para para volumen es la ecuación de Spurr Logaritmizado debido a que: (1) presenta uno de los valores más altos de coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.95$ ), (2) presenta los residuos más bajos (RCME y CME) y (3) genera los valores más bajos de AIC y BIC. AIC es un criterio de parsimonia de un modelo, es uno de los más utilizados para discriminar entre modelos, porque el AIC tiene la capacidad de lograr un mejor ajuste (Tabla 11).

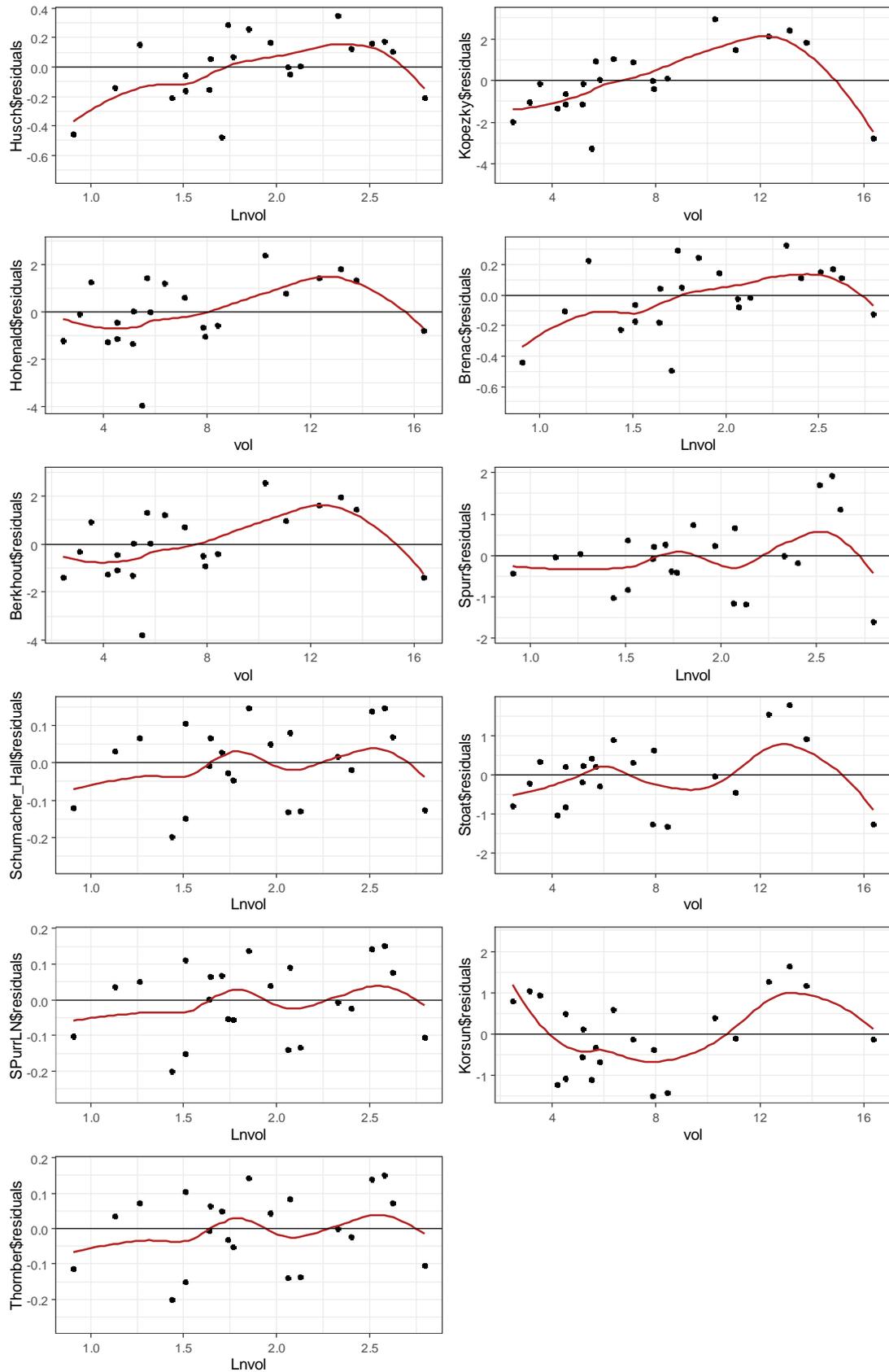
Considerando la jerarquización de modelos (Honorato 2011) utilizando cuatro criterios, se encontró que el mejor modelo fue el modelo 9 (Spurr Logaritmizado), debido a que presentó el valor más bajo de la calificación total de jerarquías (6 puntos); seguido por el modelo de Schumacher-Hall (8 puntos) y el modelo de Thornber (10 puntos) (Tabla 12).

**Tabla 9.** Estadísticos de ajuste y comparación de once modelos ajustados para la relación entre diámetro-altura vs volumen de *Apuleia leiocarpa* en el bosque de colina baja. CME = cuadrado medio del error. RCME = raíz del cuadrado medio del error. AIC = Criterio de información de Akaike. BIC = Criterio de información bayesiano. PRESS = suma de cuadrados del error de predicción.

Variables independientes	N	Ecuación	P-valor	R <sup>2</sup> -ajustado	RCME	CME	AIC	BIC	PRESS
diámetro	1	Husch	1,04E-08	0,8031	0,215	0,046	0,817	4,090	1,253
	2	Kopezky-Gehrhardt	7,36E-09	0,8097	1,587	2,519	88,759	92,033	98,709
	3	Hohenald-Krenm	9,88E-09	0,8412	1,413	1,997	85,652	90,016	137,236
	4	Brenac	1,03E-07	0,7968	0,213	0,045	2,376	6,740	1,519
	5	Berkhout	8,43E-10	0,8465	1,426	2,032	84,033	87,306	55,947
Diámetro y altura	6	Spurr	4,34E-14	0,9426	0,872	0,761	62,410	65,684	24,469
	7	Schumacher-Hall	8,30E-14	0,9536	0,102	0,010	-30,112	-25,748	0,299
	8	Stoat	8,77E-12	0,9399	0,846	0,716	65,083	70,538	39,879
	9	<b>Spurr Logaritmizado</b>	<b>3,74E-15</b>	<b>0,955</b>	<b>0,103</b>	<b>0,011</b>	<b>-31,666</b>	<b>-28,392</b>	<b>0,281</b>
	10	Korsun	2,21E-12	0,9344	0,908	0,825	66,189	70,553	24,454
	11	Thornber	9,35E-14	0,953	0,102	0,010	-29,836	-25,472	0,299

**Tabla 10.** Valores estadísticos de ajuste considerados en el análisis de jerarquización y elección del mejor modelo para volumen *Apuleia leiocarpa* en el bosque de colina baja.

Variables independientes	N	Ecuación	Rank R <sup>2</sup> -ajustado	Rank RCME	Rank AIC	Rank PRESS	Calificación total
diámetro	1	Husch	10	5	4	4	23
	2	Kopezky-Gehrhardt	9	11	11	10	41
	3	Hohenald-Krenm	8	9	10	11	38
	4	Brenac	11	4	5	5	25
	5	Berkhout	7	10	9	9	35
Diámetro y altura	6	Spurr	4	7	6	7	24
	7	Schumacher-Hall	2	1	2	3	8
	8	Stoat	5	6	7	8	26
	9	<b>Spurr Logaritmizado</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>
	10	Korsun	6	8	8	6	28
	11	Thornber	3	2	3	2	10



**Figura 14.** Gráfico de dispersión de residuos de once modelos ajustados para la relación entre diámetro-altura vs volumen de *Apuleia leiocarpa* en el bosque de colina baja.

## Bosque de Terraza baja

Todos los modelos ajustados para volumen fueron buenos y significativos ( $P$ -valor  $< 0.05$ ), con altos coeficientes de determinación ( $R^2$ ) que variaron entre 0,76 y 0,92; RCME y CME bajos, que variaron entre 0,11 a 1,66 y 0,01 a 2,77, respectivamente. Conforme a lo esperado las ecuaciones que incluyen diámetro y altura como variables independientes generan los modelos de mejor ajuste, es decir valores más altos de  $R^2$ , valores más bajos de RCME, CME, AIC y BIC. En la Figura 7 se observa los gráficos de residuos comparativos de los modelos ajustados para estimar el volumen de *A. leiocarpa* en el bosque de colina baja.

**Tabla 11.** Estadísticos de ajuste y comparación de once modelos ajustados para la relación entre diámetro-altura vs volumen de *Apuleia leiocarpa* en el bosque de terraza baja. CME = cuadrado medio del error. RCME = raíz del cuadrado medio del error. AIC = Criterio de información de Akaike. BIC = Criterio de información bayesiano. PRESS = suma de cuadrados del error de predicción.

Variables independientes	N	Ecuación	P-valor	R <sup>2</sup> -ajustado	RCME	CME	AIC	BIC	PRESS
diámetro	1	Husch	2,06E-07	0,7727	0,190	0,036	-3,686	-0,699	0,845
	2	Kopezky-Gehrhardt	2,27E-07	0,7702	1,583	2,506	81,132	84,120	59,487
	3	Hohenald-Krenm	2,11E-06	0,7598	1,573	2,474	82,872	86,855	67,962
	4	Brenac	1,63E-06	0,767	0,187	0,035	-2,334	1,649	0,867
	5	Berkhout	5,76E-07	0,7456	1,666	2,775	83,171	86,158	69,018
Diámetro y altura	6	Spurr	2,84E-11	0,9147	0,965	0,931	61,317	64,304	21,968
	7	Schumacher-Hall	3,22E-10	0,9146	0,113	0,013	-22,401	-18,418	0,336
	8	Stoat	5,29E-09	0,9052	0,958	0,919	65,061	70,040	28,790
	9	<b>Spurr Logaritmizado</b>	<b>1,71E-11</b>	<b>0,9193</b>	<b>0,113</b>	<b>0,013</b>	<b>-24,400</b>	<b>-21,413</b>	<b>0,300</b>
	10	Korsun	1,77E-08	0,8631	1,187	1,41	71,6304	75,613	41,556
	11	Thornber	3,12E-10	0,9149	0,113	0,013	-22,479	-18,496	0,313

Considerando los estadísticos de ajuste, se determinó que el mejor modelo para volumen es la ecuación de Spurr Logaritmizado debido a que: (1) presenta uno de los valores más altos de coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.91$ ), (2) presenta los residuos más bajos (RCME y CME) y (3) genera los valores más bajos de AIC y BIC, AIC es un criterio de parsimonia de un modelo.

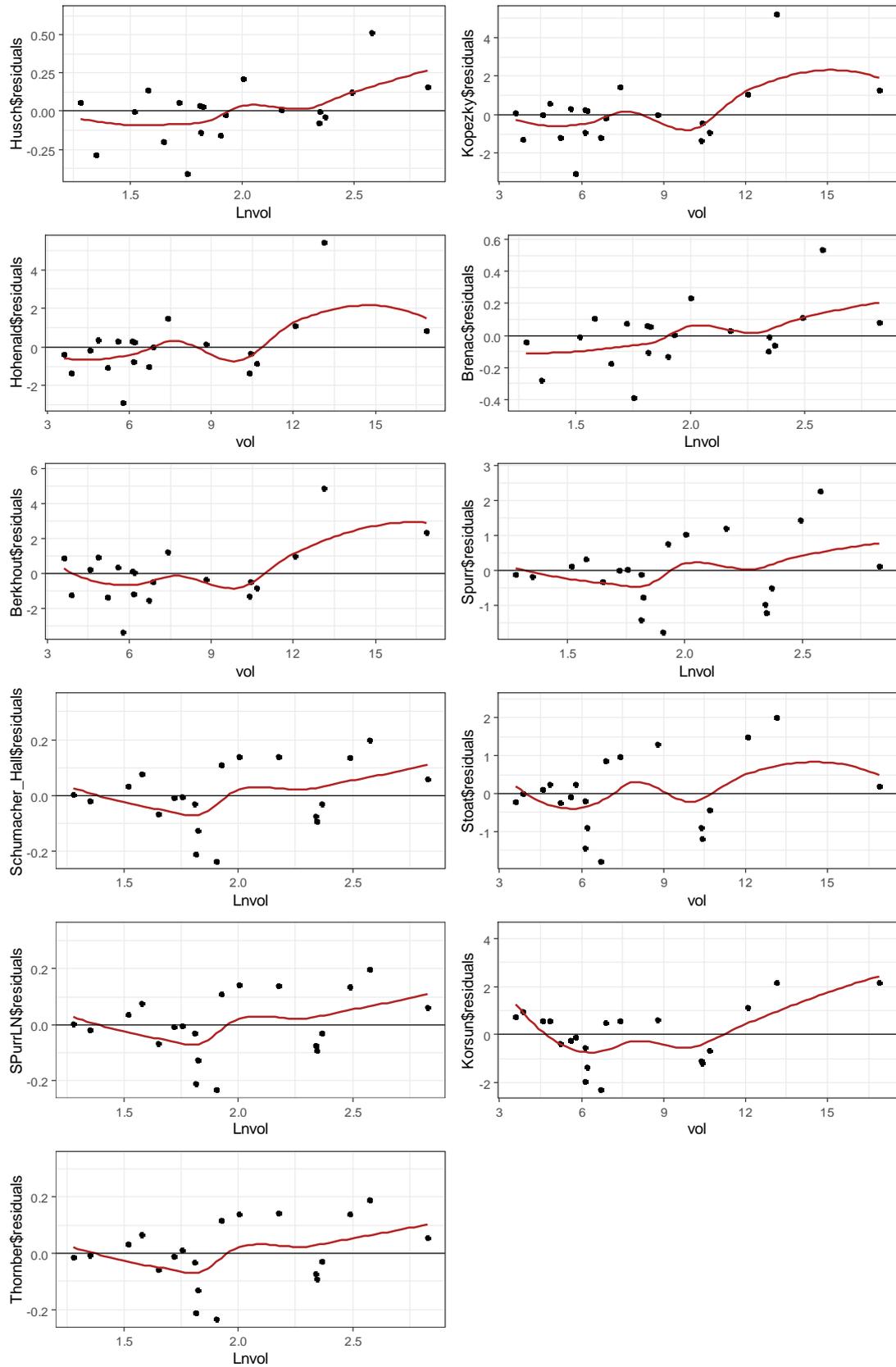
Considerando la jerarquización de modelos (Honorato 2011) utilizando cuatro criterios, al igual que en el bosque de colina baja se encontró que el mejor

modelo fue el modelo 9 (Spurr Logaritmizado), debido a que presentó el valor más bajo de la calificación total de jerarquías (6 puntos); seguido por el modelo de Thornber (7 puntos) y el modelo de Schumacher-Hall (12 puntos) (Tabla 12).

**Tabla 12.** Valores estadísticos de ajuste considerados en el análisis de jerarquización y elección del mejor modelo para volumen *Apuleia leiocarpa* en el bosque de terraza baja.

Variables independientes	N	Ecuación	Rank R2-ajustado	Rank RCME	Rank AIC	Rank PRESS	Calificación total
diámetro	1	Husch	7	5	4	4	20
	2	Kopezky-Gehrhardt	8	10	9	9	36
	3	Hohenald-Krenm	10	9	10	10	39
	4	Brenac	9	4	5	5	23
	5	Berkhout	11	11	11	11	44
Diámetro y altura	6	Spurr	3	7	6	6	22
	7	Schumacher-Hall	4	2	3	3	12
	8	Stoat	5	6	7	7	25
	<b>9</b>	<b>Spurr Logaritmizado</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>
	10	Korsun	6	8	8	8	30
	11	Thornber	2	1	2	2	7

Varios autores coinciden en que la función de Schumacher-Hall garantiza estimaciones precisas para varias especies tropicales (Guzmán, Aguirre-Calderón y Vargas-Larreta 2020). Sin embargo, en *A. leiocarpa* en dos tipos de cobertura vegetal, se encontró que el mejor modelo para estimar el volumen fue el de Spurr Logaritmizado. Aunque la ecuación de Schumacher-Hall en los sitios evaluados estuvo entre los tres mejores modelos, lo cual concuerda con reportado en estudios previos (Guzmán, Aguirre-Calderón y Vargas-Larreta 2020).



**Figura 15.** Gráfico de dispersión de residuos de once modelos ajustados para la relación entre diámetro-altura vs volumen de *Apuleia leiocarpa* en el bosque de terraza baja.

Estudios específicos sobre las ecuaciones de volumen de *A. leiocarpa* difieren de lo encontrado en el presente estudio. Por ejemplo, en Argentina encontraron que el modelo con mejor ajuste es la de Spurr (MIDSMA 2001), en la Amazonia brasileña fue el modelo de Husch (de Lima et al. 2021), y en la provincia de Tahuamanu (Madre de Dios) fue el modelo de Schumacher-Hall (Huanca y Camala 2021). Asimismo, el modelo de Spurr Logaritmizado ajustado para los dos tipos de cobertura vegetal tienen un mejor ajuste, mayor coeficiente de determinación ajustado y valores más bajos para el RCME y CME, que el reportado para Madre de Dios (Huanca y Camala 2021).

Para colina baja el mejor modelo es:

$$\ln(V) = -0,39472 + 0,99591 \ln(D^2 \times H)$$

Para terraza baja el mejor modelo es:

$$\ln(V) = -0,09479 + 0,82666 \ln(D^2 \times H)$$

## CONCLUSIONES

El coeficiente mórfico de *Apuleia leiocarpa* en el bosque de colina baja (0,88) fue significativamente a lo encontrado en el bosque de terraza baja (0,79), y estos a su vez fueron significativamente superiores al establecido por la autoridad forestal peruana-SERFOR (0,65).

No se encontró un ahusamiento significativo en el espesor de corteza, es decir no se encontró una reducción significativa del espesor de corteza a lo largo del fuste. Asimismo, en los dos tipos de cobertura vegetal evaluados, no se encontró una correlación significativa entre el espesor de corteza con el diámetro y altura fustal de árboles de *A. leiocarpa*.

No se encontraron diferencias significativas para la albura, duramen, proporción de albura y proporción de duramen en los árboles de *A. leiocarpa* entre los dos tipos de cobertura vegetal. Para el bosque de colina baja, solo se encontró relación significativa entre el diámetro y el espesor de duramen. Mientras que, en el bosque de terraza baja, el diámetro se correlacionó de forma significativa como la proporción de albura, con el espesor de duramen y con la proporción de duramen.

El mejor modelo para estimar el volumen en los dos tipos de cobertura vegetal fue el de Spurr Logaritmizado. Aunque la ecuación de Schumacher-Hall en los sitios evaluados estuvo entre los tres mejores modelos.

## SUGERENCIAS

Se sugiere usar el coeficiente mórfico de *Apuleia leiocarpa* de (0,88) en bosque de colina baja y (0,79) bosque de terraza baja, ya que fueron significativamente superiores al establecido por la autoridad forestal peruana (0,65).

Se sugiere el modelo Spurr Logaritmizado ya que fue el mejor modelo para estimar el volumen en los dos tipos de cobertura vegetal. Aunque la ecuación de Schumacher-Hall en los sitios evaluados estuvo entre los tres mejores modelos.

Así mismo se sugiere realizar más estudios de ecuaciones de coeficiente mórfico en las distintas especies forestales de la región de Madre de Dios, para así lograr volúmenes más próximos al real.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, C.A., SEQUEIRA, A.F. y PERALTA, E.D.J., 2017. Factor de forma para la *Tectona grandis* L.F, empresa MLR-Forestal, Siuna, Costa Caribe Norte de Nicaragua. *Ciencia e Interculturalidad*, vol. 21, no. 2, DOI 10.5377/rci.v21i2.5602.
- APG IV, (Angiosperm Phylogeny Group), CHASE, M.W., CHRISTENHUSZ, M.J.M., FAY, M.F., BYNG, J.W., JUDD, W.S., SOLTIS, D.E., MABBERLEY, D.J., SENNIKOV, A.N., SOLTIS, P.S., STEVENS, P.F., BRIGGS, B., BROCKINGTON, S., CHAUTEMS, A., CLARK, J.C., CONRAN, J., HASTON, E., MÖLLER, M., MOORE, M., OLMSTEAD, R., PERRET, M., SKOG, L., SMITH, J., TANK, D., VORONTSOVA, M. y WEBER, A., 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 181, no. 1, ISSN 10958339. DOI 10.1111/boj.12385.
- AZEVÊDO, T., PAES, J., CALEGARI, L. y DO NASCIMENTO, J., 2014. Relações entre volume e massa da Madeira e casca de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*). *Revista Brasileirade Ciencias Agrarias*, vol. 9, no. 1, ISSN 19810997. DOI 10.5039/agraria.v9i1a3066.
- BERRILL, J.P., O'HARA, K.L. y KICHAS, N.E., 2020. Bark thickness in coast redwood (*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.) varies according to tree-and crown size, stand structure, latitude and genotype. *Forests*, vol. 11, no. 6, ISSN 19994907. DOI 10.3390/F11060637.
- CANCINO, J.O., 2012a. *Dendrometría básica*. S.l.: Universidad de Concepción. ISBN 9568029672.
- CANCINO, J.O., 2012b. *Dendrometría básica* [en línea]. S.l.: Universidad de Concepción. [consulta: 6 diciembre 2020]. ISBN

9568029672. Disponible en:  
<http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/407>.

COLGAN, M., SWEMMER, T. y ASNER, G., 2014. Structural relationships between form factor, wood density, and biomass in African savanna woodlands. *Trees - Structure and Function*, ISSN 09311890. DOI 10.1007/s00468-013-0932-7.

COLINA, B. De, AMIGOS, B.L., MAGÁN, J., NAVARRO, D., DAMIAN, C. y ASCENCIOS, D., 2020. Ficha Técnica de Estado de Conservación Departamento de Madre de Dios. ,

COSTA, E.A., LIESENBERG, V., FINGER, C.A.G., HESS, A.F. y SCHONS, C.T., 2021. Understanding bark thickness variations for *Araucaria angustifolia* in southern Brazil. *Journal of Forestry Research* [en línea], vol. 32, no. 3, ISSN 19930607. DOI 10.1007/s11676-020-01163-1. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1007/s11676-020-01163-1>.

COSTA, L., DOLÁCIO, C., ZEA-CAMAÑO, J., OLIVEIRA, R., PELISSARI, A. y MACIEL, M., 2020. Space variability of *Swietenia macrophylla* in agroforestry system in the brasilian Amazon. *Madera y Bosques*, vol. 26, no. 1, DOI 10.21829/myb.2020.2611937.

CPM, C.P. de la M., 2008. Compendio de 32 especies forestales maderables. ,

CYSNEIROS, V.C., MACHADO, S. do A., PELISSARI, A.L., FILHO, A.F. y URBANO, E., 2016. Modelagem do estoque volumétrico comercial em uma floresta ombrófila no Sudoeste da Amazônia. *Cerne*, vol. 22, no. 4, ISSN 01047760. DOI 10.1590/01047760201622032204.

DE LIMA, Q.S., DA CUNHA, T.A., AMARO, M.A., FIGUEIREDO, E.O. y PARENTE, P.R.F., 2021. Volume Estimate For Three Timber

Species With Commercial Interest From The Diameter Of The Stump. *Floresta*, vol. 51, no. 3, ISSN 19824688. DOI 10.5380/rf.v51i3.72945.

DÍAZ, M. de, VÁZQUEZ-ALARCÓN, A., URIBE-GÓMEZ, M., SÁNCHEZ VÉLEZ, A., LARA BUENO, A. y CRUZ LEÓN, A., 2016. Allometric equations for estimating biomass and carbon alder obtained by a nondestructive method. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, vol. 7, no. 16, ISSN 2007-0934.

DÍAZ, M., VÁZQUEZ-ALARCÓN, A., URIBE-GÓMEZ, M., SÁNCHEZ VÉLEZ, A., LARA BUENO, A. y CRUZ LEÓN, A., 2017. Ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en aile obtenidas mediante un método no destructivo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, no. 16, DOI 10.29312/remexca.v0i16.393.

DIÉGUEZ, U., BARRIO ANTA, M., CASTEDO-DORADO, F., RUÍZ GONZALES, A.D., ÁLVAREZ TABOADA, M.F., ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, J.G. y ALBORECA, A.R., 2003. *Dendrometría*. Mundi-Pren. Madrid, España: Mundi-Prensa. ISBN 84-8476-145-2.

ENCINAS, G.C., 2008. Manual práctico de inventarios forestales. *Veeduría forestal comunitaria Corpiaa-atalaya*,

ESPINOZA, G., GERALDINE, G., MAGAÑA, G., JESÚS, J., RAMOS, H., FLORES, M., JESÚS, H., CUEVAS, G. y RAMOS, H., 2016. Accuracy of form coefficients and quotients in estimating the volume of *Pinus montezumae* Lamb. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* [en línea], vol. 7, no. 35, DOI <https://doi.org/10.29298/rmcf.v7i35.72>. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63448564003>.

ESQUIVEL-MUELBERT, A., BAKER, T.R., DEXTER, K.G., LEWIS, S.L., BRIENEN, R.J.W., FELDPAUSCH, T.R., LLOYD, J.,

MONTEAGUDO-MENDOZA, A., ARROYO, L., ÁLVAREZ-DÁVILA, E., HIGUCHI, N., MARIMON, B.S., MARIMON-JUNIOR, B.H., SILVEIRA, M., VILANOVA, E., GLOOR, E., MALHI, Y., CHAVE, J., BARLOW, J., BONAL, D., DAVILA CARDOZO, N., ERWIN, T., FAUSET, S., HÉRAULT, B., LAURANCE, S., POORTER, L., QIE, L., STAHL, C., SULLIVAN, M.J.P., TER STEEGE, H., VOS, V.A., ZUIDEMA, P.A., ALMEIDA, E., ALMEIDA DE OLIVEIRA, E., ANDRADE, A., VIEIRA, S.A., ARAGÃO, L., ARAUJO-MURAKAMI, A., ARETS, E., AYMARD C, G.A., BARALOTO, C., CAMARGO, P.B., BARROSO, J.G., BONGERS, F., BOOT, R., CAMARGO, J.L., CASTRO, W., CHAMA MOSCOSO, V., COMISKEY, J., CORNEJO VALVERDE, F., LOLA DA COSTA, A.C., DEL AGUILA PASQUEL, J., DI FIORE, A., FERNANDA DUQUE, L., ELIAS, F., ENGEL, J., FLORES LLAMPAZO, G., GALBRAITH, D., HERRERA FERNÁNDEZ, R., HONORIO CORONADO, E., HUBAU, W., JIMENEZ-ROJAS, E., LIMA, A.J.N., UMETSU, R.K., LAURANCE, W., LOPEZ-GONZALEZ, G., LOVEJOY, T., AURELIO MELO CRUZ, O., MORANDI, P.S., NEILL, D., NÚÑEZ VARGAS, P., PALLQUI CAMACHO, N.C., PARADA GUTIERREZ, A., PARDO, G., PEACOCK, J., PEÑA-CLAROS, M., PEÑUELA-MORA, M.C., PETRONELLI, P., PICKAVANCE, G.C., PITMAN, N., PRIETO, A., QUESADA, C., RAMÍREZ-ANGULO, H., RÉJOU-MÉCHAIN, M., RESTREPO CORREA, Z., ROOPSIND, A., RUDAS, A., SALOMÃO, R., SILVA, N., SILVA ESPEJO, J., SINGH, J., STROPP, J., TERBORGH, J., THOMAS, R., TOLEDO, M., TORRES-LEZAMA, A., VALENZUELA GAMARRA, L., VAN DE MEER, P.J., VAN DER HEIJDEN, G., VAN DER HOUT, P., VASQUEZ MARTINEZ, R., VELA, C., VIEIRA, I.C.G. y PHILLIPS, O.L., 2019. Compositional response of Amazon forests to climate change. *Global Change Biology* [en línea], vol. 25, no. 1, ISSN 1354-1013. DOI

10.1111/gcb.14413. Disponible en:  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.14413>.

ESTREMADOYRO, J.A., 2014. *Determinación del factor de forma o coeficiente morfico de manilkara bidentata (Quinilla colorada) en el consolidado otorongo- provincia de Tahuamanu*. 2014. Peru- Madre de dios: s.n.

FAN, G., FENG, W., CHEN, F., CHEN, D., DONG, Y. y WANG, Z., 2020. Measurement of volume and accuracy analysis of standing trees using Forest Survey Intelligent Dendrometer. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 169, ISSN 01681699. DOI 10.1016/j.compag.2020.105211.

FIGUEROA, A.C., 2018. *Factor de forma de Caryocar amygdaliforme Ruiz & Pav ex G. Don (Almendro) en bosques de terraza de la Amazonia Peruana* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional de Ucayali- Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3816>.

FÜHRER, E., 2000. Forest functions, ecosystem stability and management. *Forest Ecology and Management*, vol. 132, no. 1, ISSN 03781127. DOI 10.1016/S0378-1127(00)00377-7.

GAMA, F.F., DOS SANTOS, J.R. y MURA, J.C., 2010. Eucalyptus Biomass and Volume Estimation Using Interferometric and Polarimetric SAR Data. *Remote Sensing* [en línea], vol. 2, no. 4, [consulta: 6 diciembre 2020]. ISSN 2072-4292. DOI 10.3390/rs2040939. Disponible en: <http://www.mdpi.com/2072-4292/2/4/939>.

GARCIA, O., 1995. *Apuntes de Mensura Forestal*. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.

- GIM, A.M. y MOGLIA, G., 2000. Relación albura-duramen en tres especies arbóreas de la Región Chaqueña Seca. *Quebracho* [en línea], vol. 8, Disponible en: [http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/q8\\_06-Anamaria.pdf](http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/q8_06-Anamaria.pdf).
- GUTIÉRREZ, E., MORENO, R. y VILLOTA, N., 2011. *Guía de cubicación de madera*. S.l.: s.n. vol. 1. ISBN 978-958-8370-42-2.
- GUZMÁN, J.C., AGUIRRE-CALDERÓN, O.A. y VARGAS-LARRETA, B., 2020. Forest volume estimation techniques with special emphasis on the tropics. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, vol. 26, no. 2, ISSN 20074018. DOI 10.5154/R.RCHSCFA.2019.07.061.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. y MENDOZA, C., 2018. *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. S.l.: McGraw-Hill. ISBN 978-1-4562-6096-5.
- HONORATO, J., 2011. Stem taper models for *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. in agroforestry plantations of the Northern range of Puebla State. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, vol. 2, no. 6,
- HUANCA, M. y CAMALA, W., 2021. *Ecuaciones de volumen y factor de forma para *Apuleia leiocarpa* (VOGEL) J.F. Macbr. Y *Myroxylon balsamum* (L.) Harms, en Bosques naturales de Tahuamanu, Madre de Dios*. S.l.: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.
- IKONEN, V.P., KELLOMÄKI, S., VÄISÄNEN, H. y PELTOLA, H., 2006. Modelling the distribution of diameter growth along the stem in Scots pine. *Trees - Structure and Function*, ISSN 09311890. DOI 10.1007/s00468-006-0053-7.
- IPNI, I.P.N.I., 2012. International Plant Names Index. .

- IUCN, 2012. IUCN Red List of Threatened Species. *Recuperado el 16 de abril de 2012.*
- JARA, A. y FERNANDEZ, J., 2019. Determinacion del Factor de Forma de Myroxylon balsamun HARMAS, Hymenaea oblongifolia HUBER y Dypteryx odorata WILLD en el consolidado Otorongo - Provincia de Tahuamanu. ,
- LARSON, P.R., 1963. Stem Form Development of Forest Trees. *Forest Science*, ISSN 0015-749X. DOI 10.1093/forestscience/9.s2.a0001.
- LEÃO, F.M., NASCIMENTO, R.G.M., EMMERT, F., SANTOS, G.G.A., CALDEIRA, N.A.M. y MIRANDA, I.S., 2021. How many trees are necessary to fit an accurate volume model for the Amazon forest? A site-dependent analysis. *Forest Ecology and Management*, vol. 480, no. May 2020, ISSN 03781127. DOI 10.1016/j.foreco.2020.118652.
- MALATA, H., NGULUBE, E.S. y MISSANJO, E., 2017. Site Specific Stem Volume Models for Pinus patula and Pinus oocarpa. *International Journal of Forestry Research*, vol. 2017, ISSN 16879376. DOI 10.1155/2017/3981647.
- MARTIN, A.J., 1981. Taper and volume equations for selected Appalachian hardwood species. *Research-Paper,-Northeastern-Forest-Experiment-Station,-USDA-Forest-Service. 1981, No. NE-490, ii + 22 pp.; 20 ref,*
- MBG, 2012. Tropicos.org (Missouri Botanical Garden). *Recuperado el 16 de diciembre de 2016.*
- MEUNPONG, P., PENBOON, C., KUASAKUN, N. y WACHRINRAT, C., 2021. Tree dimension and environmental correlates of heartwood content in siamese rosewood (Dalbergia cochinchinensis). *Biodiversitas*, vol. 22, no. 6, ISSN 20854722. DOI

10.13057/biodiv/d220635.

MICHELA, J., KEES, S.M. y SKOKO, J.J., 2018. Coeficiente mórfico para estimación de volumen comercial de *Prosopis alba* Griseb. en Chaco, Argentina. *Multequina* [en línea], vol. 27, no. 1, Disponible en:

[https://www.academia.edu/40149888/Coeficiente\\_mórfico\\_para\\_estimación\\_de\\_volumen\\_comercial\\_de\\_Prosopis\\_alba\\_Griseb\\_en\\_Chaco\\_Argentina](https://www.academia.edu/40149888/Coeficiente_mórfico_para_estimación_de_volumen_comercial_de_Prosopis_alba_Griseb_en_Chaco_Argentina).

MIDSMA, 2001. *Primer inventario nacional de bosques nativos*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente.

MINAM, 2011. *El Perú de los bosques*. S.l.: s.n.

MINAM, 2015a. *Mapa Nacional de Cobertura Vegetal*. S.l.: s.n.

MINAM, 2015b. *Mapa Nacional de Cobertura Vegetal*. S.l.: Ministerio del Ambiente.

MOLINA, J.A., DIÉGUEZ-ARANDA, U., ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, J.G., CASTEDO-DORADO, F. y PÉREZ-CRUZADO, C., 2019. Assessing site form as an indicator of site quality in even-aged *Pinus radiata* D. Don stands in north-western Spain. *Annals of Forest Science*, vol. 76, no. 4, ISSN 1297966X. DOI 10.1007/s13595-019-0904-1.

NASCIMENTO, R.G.M., VANCLAY, J.K., FILHO, A.F., MACHADO, S. do A., RUSCHEL, A.R., HIRAMATSU, N.A. y DE FREITAS, L.J.M., 2020. The tree height estimated by non-power models on volumetric models provides reliable predictions of wood volume: The Amazon species height modelling issue. *Trees, Forests and People* [en línea], vol. 2, [consulta: 6 diciembre 2020]. ISSN 26667193. DOI 10.1016/j.tfp.2020.100028. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2666719320300285>.

- OJEDA, W., 1997. Factor de Forma Preliminar para seis familias de Especies Forestales Tropicales. *Revista Forestal del Perú*, vol. 11, no. 1-2,
- REYNEL, C., PENNINGTON, T.. y PENNINGTON, R., 2016. *Árboles del Perú*. Lima pe: Reynel, C Pennington, T.D Pennington, R.T. ISBN 978-612-00-2232-0.
- ROJAS, N.B., COTRINA SÁNCHEZ, D.A., BARBOZA CASTILLO, E., BARRENA GURBILLÓN, M. ángel, SARMIENTO, F.O., SOTOMAYOR, D.A., OLIVA, M. y SALAS LÓPEZ, R., 2020. Current and future distribution of five timber forest species in amazonas, northeast peru: Contributions towards a restoration strategy. *Diversity*, vol. 12, no. 8, ISSN 14242818. DOI 10.3390/D12080305.
- ROMAHN, C. y RAMIREZ, 2010. *Dendrometría*. Chapingo: Universidad Autónoma de Chapingo.
- SÁNCHEZ, Y.A., 2012. Elaboración de tablas de volúmenes y determinación de factores de forma de las especies forestales: Chuncho (*Cedrelinga cateniformes*), Laurel (*Cordia alliodora*), Sangre de Gallina (*Otoba sp.*), Ceibo (*Ceiba samauma*) y Canelo (*Nectandra sp.*), en la provinci. ,
- SERFOR, 2015a. Anuario Forestal. ,
- SERFOR, 2015b. *Anuario Forestal*. Lima: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.
- SERFOR, 2016a. *Lineamientos para la elaboración del Plan General de Manejo Forestal para concesiones forestales con fines maderables*. 2016. Lima- Perú: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.
- SERFOR, 2016b. *Resolucion de Direccion Ejecutiva N° 046-2016-SERFOR*. 2016. Lima- Perú: s.n.

- TAMARIT, J., DE LOS SANTOS, H., ALDRETE, A., VALDEZ, J., RAMÍREZ, H. y GUERRA, V., 2014. Sistema de cubicación para árboles individuales de *Tectona grandis* L. f. mediante funciones compatibles de ahusamiento-volumen. *Revista mexicana de ciencias forestales*, vol. 5, no. 21,
- TARP-JOHANSEN, M.J., SKOVSGAARD, J.P., MADSEN, S.F., JOHANNSEN, V.K. y SKOVGAARD, I., 1997. Compatible stem taper and stem volume functions for oak (*Quercus robur* L and *Q. petraea* (Matt) Liebl) in Denmark. *Annales des Sciences Forestières*, ISSN 00034312. DOI 10.1051/forest:19970701.
- TLAXCALA-MÉNDEZ, R.M., DE LOS SANTOS-POSADAS, H.M., HERNÁNDEZ-DE LAS ROSAS, P. y LÓPEZ-AYALA, J.L., 2016. Variación del factor de forma y el ahusamiento en procedencias de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.). *Agrociencia*, vol. 50,
- TUESTA, A., 2020. Analisis comparativo del factor morfico y el ahusamiento de las trozas de tres especies forestales de la zona de Pucallpa, Ucayali- Peru. [en línea], Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/2305/000002149T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- URANGA-VALENCIA, L.P., DE LOS SANTOS-POSADAS, H.M., VALDEZ-LAZALDE, J.R., LÓPEZ-UPTON, J. y NAVARRO-GARZA, H., 2015. TOTAL VOLUME AND TAPER FOR *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. AT THREE FOREST CONDITIONS. *Agrociencia* [en línea], vol. 49, no. 1984, Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952015000700007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952015000700007).
- YANG, B., JIA, H., ZHAO, Z., PANG, S. y CAI, D., 2020. Horizontal and vertical distributions of heartwood for teak plantation. *Forests*, vol.

11, no. 2, ISSN 19994907. DOI 10.3390/f11020225.

ZHANG, B., SAJJAD, S., CHEN, K., ZHOU, L., ZHANG, Y., YONG, K.K. y SUN, Y., 2020. Predicting Tree Height-Diameter Relationship from Relative Competition Levels Using Quantile Regression Models for Chinese Fir (*Cunninghamia lanceolata*) in Fujian Province, China. *Forests* [en línea], vol. 11, no. 2, [consulta: 6 diciembre 2020]. ISSN 1999-4907. DOI 10.3390/f11020183. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1999-4907/11/2/183>.

## **ANEXOS**

**Anexo 1: Matriz de Operacionalización de las Variables (De acuerdo con el esquema propuesto).**

<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ITEMS</b>
Variable Independiente	Unidad básica de la clasificación de plantas	Especie	Nombre científico	Taxonomía
	Mediciones de longitud que se realizan en campo de una troza o tronco desde un extremo al otro.	Altura comercial	HC	Metros (m)
	Medición del Diámetro a la altura del pecho (DAP) del árbol.	Diámetro del fuste	DAP	Centímetro (cm)
	Medición del diámetro de las trozas, a cada 2 metros de distancia.		Diámetro en secciones (D1, D2, D3,... Dn)	Centímetro (cm)
Variable Dependiente	Es el procedimiento de medir diámetros equidistantes a lo largo del tronco que generalmente la distancia utilizada es de 2 metros.	Volumen	Volumen real	m <sup>3</sup>
	Volumen de un cuerpo geométrico del cilindro.		Volumen del cilindro	m <sup>3</sup>
	Modelos o ecuaciones volumétricas que predicen el volumen de un árbol a partir del DAP.		Volumen en función de modelos matemáticos	m <sup>3</sup>
	El coeficiente mórfico es la relación que existe entre el volumen real de un fuste y el volumen de un cuerpo geométrico convencional.	Coeficiente mórfico	CM	coeficiente
	Es la reducción de la conicidad del árbol por cada unidad de longitud.	Ahusamiento	AHUS	cm/m

**Anexo 2:** Matriz de consistencia (De acuerdo con el esquema propuesto).

<b>Título:</b> Coeficiente mórfico de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal en la Amazonía de Madre de Dios				
<b>Nombre del tesista:</b> Lili Patricia Florez Castillo				
<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES/ INDICADORES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>General</b>	<b>Variable Independiente:</b>	<b>Enfoque:</b>
¿Cuál es el coeficiente mórfico y la ecuación de volumen que permita evaluar el volumen comercial de manera fiable de especie <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal?	Determinar y comparar del coeficiente mórfico y modelos alométricos para estimar volumen comercial de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal en la en Tambopata- Madre de Dios	Se espera que el coeficiente mórfico de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr sea significativamente superior al establecido por la autoridad forestal peruana.		Cuantitativo
<b>Específicos</b>	<b>Específicos</b>	<b>Específicos</b>	<b>Dimensiones:</b>	<b>Diseño:</b>
¿Cuál será el coeficiente mórfico de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal?	Determinar y comparar el coeficiente mórfico para la especie <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal.	Se espera encontrar diferencias significativas en el promedio de coeficiente mórfico de <i>A. leiocarpa</i> entre los dos tipos de cobertura vegetal.	Especie Altura comercial Diámetro de fuste	No experimental
¿Cuál será el ahusamiento del espesor de corteza de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal?	Analizar el ahusamiento del espesor de corteza de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal	Se espera encontrar un ahusamiento significativo en el espesor de corteza, es decir una reducción significativa del espesor de corteza a lo largo del fuste.	<b>Indicadores:</b>	<b>Nivel:</b>
			Nombre científico	Explicativo

¿Cuál será la relación albura- duramen en <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal?	Analizar la relación albura-duramen en <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal	Se espera encontrar que la relación albura y duramen de <i>A. leiocarpa</i> varía según tipo de cobertura vegetal, y que el diámetro del árbol se correlacione significativamente con el espesor de albura, duramen y sus proporciones.	HC	<b>Tipo:</b>
¿Cuál será la mejor ecuación para estimar el volumen para <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal?	Generar y comparar ecuaciones para estimación de volumen para <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr en dos tipos de cobertura vegetal.	Se espera encontrar que las ecuaciones que consideren diámetro y altura tengan un mejor ajuste para las estimaciones de volumen.	DAP; Diámetro en secciones (D1, D2, D3,... Dn)	Transversal
		<b>Justificación:</b> El cálculo del volumen de los árboles comúnmente se deriva del diámetro, altura del fuste y coeficiente mórfico (CM) (Zhang et al. 2020; Tamarit et al. 2014). El CM de los árboles es considerado como un componente importante para la estimación del volumen comercial (Colgan, Matthew, Swemmer y Asner 2014). Sin embargo, el CM debería ser determinado para cada especie, debido a que variaciones en las características del fuste en distintas especies influyen en el CM (Aguilar, Sequeira y Peralta 2017). El CM es considerado como un factor de reducción de un sólido de referencia hacia la forma real de un árbol (Ikonen et al. 2006), siendo el de forma cilíndrica el más usado (Cancino 2012; Tlaxcala-Méndez et al. 2016). El CM se define como el volumen real del tallo dividido por el volumen de un cuerpo geométrico convencional con el mismo diámetro y altura que la sección normal de un árbol (Gama, Dos Santos y Mura 2010), este modelo	<b>Variable Dependiente:</b>	<b>Métodos:</b> Inferencial

		matemático viene siendo utilizado desde hace varias décadas en muchos países dedicados a la actividad forestal maderable (Cysneiros et al. 2016; Fan et al. 2020).		
		<b>Importancia</b>	<b>Dimensiones:</b>	<b>Técnicas Instrumentales de muestreo:</b>
		La estimación precisa del volumen comercial de árboles en pie es fundamental para el aprovechamiento sostenible de los bosques (Zhang et al. 2020; Nascimento et al. 2020), el coeficiente mórfico es ampliamente utilizado para este fin. Para especies tropicales se utiliza un coeficiente mórfico de 0,75 (Guzmán et al., 2020), sin embargo, en el Perú la autoridad forestal establece un coeficiente mórfico de 0,65 (SERFOR 2016a). Por lo tanto, tener un coeficiente mórfico general para todas las especies podría sobreestimar o subestimar el volumen maderable (Azevêdo et al. 2014).	Volumen Factor de forma Ahusamiento	Formato de campo
			<b>Indicadores:</b>	<b>De recolección de Datos:</b>
			Volumen real Volumen del cilindro Volumen en función de modelos matemáticos	Wincha, flexómetro y forcípula
			Ff- CM AHUS	<b>De procesamiento de Datos:</b> Hoja de cálculo de MS Excel
			<b>De análisis:</b> paquetes estadísticos SigmaPlot, PAST y R:	

			<p><b>Población:</b> La población corresponde a todos los individuos (DAP &gt; 41 cm) de A. Leiocarpa, censados en parcela de corta en dos concesiones forestales que se encuentren dentro de un plan de aprovechamiento forestal, teniendo un total de 58 árboles, 30 en terraza baja y 28 en colina baja.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra de estudio fue 42 árboles apeados en las concesiones forestales de A. leiocarpa, de los cuales 22 fueron en bosque de colina baja y 20 en bosque de terraza baja.</p> <p><b>Procedimiento:</b> levantamiento de datos de Diámetro en secciones (D1, D2, D3,... Dn) a cada 2m</p>
--	--	--	--



**Anexo 4: Solicitud de autorización para realización de estudio****"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"**

Señor:

ING. JORGE CARDOZO SOAREZ

Gerente Regional Forestal y de Fauna Silvestre-MDD



**Asunto: Solicito anexar perfil de tesis al expediente número 6539 de fecha 09 de julio del 2021**

Yo, **LILI PATRICIA FLOREZ CASTILLO**, con DNI N° **74501789**, con domicilio actual urbanización **ASC. Grimaneza** pasaje **Fray Martín S/N**, Distrito **Tambopata**, Provincia **Tambopata**, Departamento **Madre de Dios**, con número de celular **983868970**, Bach. En Ingeniería Forestal y Medio Ambiente de Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios

Solicito **anexar perfil de tesis al expediente número 6539 de fecha 09 de julio del 2021**, la cual Solicito autorización para que pueda realizar todo tipo de actividades relacionadas a la investigación del proyecto de tesis titulado **"COEFICIENTE MÓRFICO DE *Apuleia leiocarpa* EN DOS TIPOS DE BOSQUE, UTILIZANDO MÉTODOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS EN MADRE DE DIOS"** lo cual el Artículo 153. Menciona lo referente a las Investigaciones científicas de flora silvestre realizadas dentro de los títulos habilitantes, por ende, Estado promueve la investigación científica dentro de las áreas de los títulos habilitantes. Cabe mencionar que toda investigación sea con o sin colecta de material biológico con fines científicos, debe contar con la autorización otorgada por la autoridad correspondiente. Dichas autorizaciones no requieren el pago de derecho de trámite.

Las áreas de los títulos habilitantes a realizar dichas actividades relacionadas a la investigación del proyecto de tesis son las siguientes:

TITULAR	NÚMERO DE CONTRATO	SECTOR/ CUENCA
MARITZA CALLO CCORCA	17-TAM/C-OPB-J-005-04	Rio Piedras
FREDY ABEL TURPO CAMA	17-TAM/C-OPB-J-209-03	Qda. Pariamarca

Esperando la atención a la presente me suscribo de usted

Puerto Maldonado, 28 de Setiembre del 2021

**LILI PATRICIA FLOREZ CASTILLO**

**DNI N° 74501789**

Anexo 5: Autorización para ingreso a la concesione N° 17-TAM/C-OPB-J-209-03.

## **AUTORIZACIÓN PARA INGRESO LIBRE A LA CONCESIÓN CASTAÑERA CON CONTRATO N° 17-TAM/C-OPB-J-209-03**

Yo, **FREDY ABEL TURPO CAMA**, con DNI N° **42068761**, con domicilio legal Centro Poblado Menor **Alegría**, Distrito **Las Piedras**, Provincia **Tambopata**, Departamento **Madre de Dios**, con número de celular **956785146** representante legal del contrato de **CONCESIÓN PARA MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE PRODUCTOS DIFERENTES A LA MADERA N° 17-TAM/C-OPB-J-209-03**; **AUTORIZO EL INGRESO LIBRE A LA CONCESIÓN ANTES MENCIONADO PARA QUE PUEDA REALIZAR TODO TIPO DE ACTIVIDADES RELACIONADAS A LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS TITULADO “COEFICIENTE MÓRFICO DE *Apuleia leiocarpa* EN DOS TIPOS DE BOSQUE, UTILIZANDO MÉTODOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS EN MADRE DE DIOS” A LA BACHILLER EN INGENIERÍA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE LILI PATRICIA FLOREZ CASTILLO, IDENTIFICADA CON DNI N° 74501789; Y QUE TIENE TODA MI CONFIANZA Y RESPALDO PARA PODER REALIZAR TODO TIPO DE ACTIVIDADES RELACIONADAS A LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS DE DICHA CONCESIÓN, POR LO QUE SOLICITO A MIS VECINOS COLINDANTES DARLE LAS FACILIDADES DEL CASO Y ASÍ DICHA PERSONA CUMPLA CON LO TRAZADO EN SU INVESTIGACIÓN DE TESIS.**

Firmamos la presente **AUTORIZACIÓN** en honor a la verdad, haciéndome responsable de las consecuencias administrativas civiles y penales que de esta se pudieran derivar por trasgredir la Ley respectiva, Ratificándome con mi Firma y Huella Digital.

Puerto Maldonado, 11 de junio del 2021



**FREDY ABEL TURPO CAMA**  
**DNI N° 42068761**

Anexo 6: Autorización para ingreso a la concesión N° 17-TAM/C-OPB-J-005-04.

## **AUTORIZACIÓN PARA INGRESO LIBRE A LA CONCESIÓN CASTAÑERA CON CONTRATO N° 17-TAM/C-OPB-J-005-04**

Yo, **MARITZA CALLO CCORCA**, con DNI N° **45007488**, con domicilio legal **Av. Madre de Dios 11-G Planchon**, Distrito **Las Piedras**, Provincia **Tambopata**, Departamento **Madre de Dios.**, con número de celular **989923797** representante legal del contrato de **CONCESIÓN PARA MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE PRODUCTOS DIFERENTES A LA MADERA N° 17-TAM/C-OPB-J-005-04**; **AUTORIZO EL INGRESO LIBRE A LA CONCESIÓN ANTES MENCIONADO PARA QUE PUEDA REALIZAR TODO TIPO DE ACTIVIDADES RELACIONADAS A LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS TITULADO “COEFICIENTE MÓRFICO DE *Apuleia leiocarpa* EN DOS TIPOS DE BOSQUE, UTILIZANDO MÉTODOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS EN MADRE DE DIOS” A LA BACHILLER EN INGENIERÍA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE LILI PATRICIA FLOREZ CASTILLO, IDENTIFICADA CON DNI N° 74501789; Y QUE TIENE TODA MI CONFIANZA Y RESPALDO PARA PODER REALIZAR TODO TIPO DE ACTIVIDADES RELACIONADAS A LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS DE DICHA CONCESIÓN, POR LO QUE SOLICITO A MIS VECINOS COLINDANTES DARLE LAS FACILIDADES DEL CASO Y ASÍ DICHA PERSONA CUMPLA CON LO TRAZADO EN SU INVESTIGACIÓN DE TESIS.**

Firmamos la presente **AUTORIZACIÓN** en honor a la verdad, haciéndome responsable de las consecuencias administrativas civiles y penales que de esta se pudieran derivar por trasgredir la Ley respectiva, Ratificándome con mi Firma y Huella Digital.

Puerto Maldonado, 11 de junio del 2021

  
  
.....  
**MARITZA CALLO CCORCA**  
**DNI N° 45007488**

**Anexo 7:** Autorización resolutive de parte la Autoridad regional forestal y fauna silvestre (ARFFS) o SERFOR, según lo indicado en la ley forestal y fauna silvestre.



GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS  
GERENCIA REGIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE  
"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"  
"Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú"



RESOLUCIÓN GERENCIAL REGIONAL N° 948 - 2022-GOREMAD-GRFFS

Puerto Maldonado, 30 SEP 2022

VISTO:

El INFORME TÉCNICO N°092-2022-GOREMAD-GRFFS/AFS/GRCP, de fecha 2 de setiembre del 2022. Autorización con fines de Investigación científica, denominado **coeficiente mórfico de (*Apuleia leiocarpa*) "Anacaspi"** en dos tipos de bosque, utilizando métodos destructivos y no destructivos en Madre de Dios. proyecto de investigación presentado por la administrada LILI PATRICIA FLOREZ CASTILLO, identificado con DNI N°74501789, expediente N°3827, de fecha 18 de abril del 2022 y demás antecedentes del presente Expediente Administrativo Y;



CONSIDERANDO:

Que, El artículo 66° de la Constitución Política del Perú, precisa: "*Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento.*" Asimismo, respecto a política Ambiental, el artículo 67 del mismo cuerpo legal indica "*El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.*"



Que, La Ley N° 26821, Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los Recursos Naturales, en concordancia con el artículo 85° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que los recursos naturales renovables o no renovables mantenidos en su fuente son Patrimonio de la Nación y el Estado es Soberano en su aprovechamiento y; que los derechos para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales se otorgan a los particulares mediante las modalidades que establezcan las leyes especiales para cada recurso natural; es decir, el aprovechamiento de los recursos naturales se realiza únicamente a través de las modalidades y los procedimientos establecidos para cada caso;



Que, La Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, que tiene por objeto establecer el marco legal para regular, promover y supervisar la actividad forestal y de fauna silvestre para lograr su finalidad, la cual es promover la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible del patrimonio forestal y de fauna silvestre dentro del territorio nacional, integrando su manejo con el mantenimiento y mejora de los servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, en armonía con el interés social, económico y ambiental de la Nación; así mismo impulsar el desarrollo forestal, mejorar su competitividad, generar y acrecentar los recursos forestales y de fauna silvestre y su valor para la sociedad.

Que, la ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, en su Artículo 2° Legitimidad y naturaleza jurídica establece que "Los Gobiernos Regionales emanan de la voluntad popular. Son personas jurídicas de derecho público, con autonomía política, económica y administrativa en asuntos de su competencia, constituyendo, para su administración económica y financiera, un Pliego Presupuestal".

Que, el Artículo 1° de la Ley Forestal y Fauna Silvestre N° 29763, refiere que "toda persona tiene el derecho de acceder al uso aprovechamiento y disfrute del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación de acuerdo a los procedimientos establecidos por la autoridad nacional y regional y a los instrumentos de planificación



GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS  
GERENCIA REGIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE  
"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"  
"Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú"



"Los

administrados gozan de los derechos y garantías implícitos al debido procedimiento administrativo (...)" De la misma manera el numeral 1.1. **Principio de Legalidad** "Las autoridades administrativas deben actuar con respeto a la Constitución, la ley y el derecho, dentro de las facultades que le estén atribuidas y de acuerdo con los fines para los que les fueron conferidas", y finalmente conforme al numeral 1.7. **Principio de Presunción de Veracidad** "en la tramitación del procedimiento administrativo, se presume que los documentos y declaraciones formulados por los administrados en la forma prescrita por esta Ley, responden a la verdad de los hechos que ellos afirman. Esta presunción admite prueba en contrario."



Que, con **Ordenanza Regional N°008-2019-RMDD/CR**, publicado el 03 de Diciembre del 2019 en su Artículo Primero.- APROBAR, la Modificación Parcial del Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del Gobierno Regional de Madre de Dios, aprobado mediante Ordenanza Regional N°008-2019-RMDD/CR y modificado con la Ordenanza Regional N°026-2012-GRMDD/CR, por **CREACIÓN de la GERENCIA REGIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE**, en los siguientes extremos: a) Incorporar la denominación: GERENCIA REGIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE



Que, mediante Resolución Ejecutiva Regional N°073-2022-GOREMAD/GR, del 28 de febrero del 2022, resolvió designar al Ingeniero JUNIORS ADOLFO ORREGO RODRIGUEZ, en el puesto y funciones de la Gerencia Regional Forestal y Fauna Silvestre, del Gobierno Regional de Madre de Dios.

Que, por las facultades conferidas, enmarcadas en el párrafo que antecede y las consideraciones expuestas en la presente Resolución.

Posteriormente, el mencionado expediente de solicitud procede a ser evaluado por el área de Fauna Silvestre, teniéndose como ello el **informe técnico N°092-2022-GOREMAD-GRFFS/AFS/GRCP**, de fecha 02 de setiembre del 2022, en el cual recomienda Aprobar mediante Resolución Gerencia Regional la Autorización para realizar el estudio denominado "**Coefficiente mórfo de (*Apuleia leiocarpa*) en dos tipos de bosque, utilizando métodos destructivos y no destructivos en Madre de Dios**"; presentado por la Srta. Lili Patricia Flórez Castillo, por haber cumplido los requisitos y condiciones, concluye que:



- Que, la presente autorización indicada en el artículo precedente, propone estudiar el coeficiente mórfo para la especie (*Apuleia leiocarpa*) en dos tipos de bosque con los métodos destructivos y no destructivos para estimar el volumen comercial de la especie citada. Estos métodos consistirán en:

a). Para el método no destructivo, en cada concesión forestal, se realizará un muestreo probabilístico por conveniencia y según clase diamétrica. Así mismo, los diámetros se medirán utilizando una cinta diamétrica. La altura total y los diámetros a diferentes alturas (CADA 2M) se medirá con un distanciómetro Leica Disto-D5 (precisión de +/- 1mm y un alcance de 200 m)

b). Para el método destructivo, se considerará los criterios previos, las muestras se seleccionarán de árboles apeados o trozas y - La altura se medirá utilizando una wincha y el diámetro cada 2 m con una forcípula Haglof.



**GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS**  
**GERENCIA REGIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE**  
 "AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"  
 "Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú"



Se

considerará una muestra de 30 individuos por tipo de bosque teniendo un total de 60 individuos evaluados, considerando que se encuentren dentro de un plan de aprovechamiento forestal. (las muestras de los ejemplares a investigar serán aprovechados de los árboles caídos naturalmente en ambas concesiones)

**c). De la investigadora principal y coinvestigador.**



Nombre y apellidos	DNI	Nacionalidad	Tipo de Participación	Grado académico
Lili Patricia Flórez Castillo	74501789	Peruano	Investigadora principal	Bachiller en Ingeniería Forestal y Medio Ambiente.
Jorge Santiago Garate Quispe	45105209	Peruano	Co-investigador	Magister en ecología, gestión y restauración del medio natural.

La investigadora principal deberá cumplir con las obligaciones y compromisos consignadas EN LA PRESENTE RESOLUCION.

**De las Obligaciones y Compromisos.**

- La investigadora principal, deberá cumplir con las obligaciones siguientes:
  - No extraer especímenes ni muestras biológicas de flora silvestre no autorizadas.
  - No ceder el mismo a terceras personas, ni utilizarlos para fines distintos a lo autorizado.
  - Entregar a la Gerencia Regional Forestal y Fauna Silvestre del Gobierno Regional de Madre de Dios, una copia del informe final incluyendo versión en digital como resultado de la autorización otorgada, copias del material fotográfico u otros.
- La investigadora principal de la Investigación Srta. Romina Katherine Camus Ruiz se compromete a:
  - No contactar ni ingresar a los territorios comunales sin contar con la autorización de las autoridades comunales correspondientes.
  - Retirar todo el material empleado para la ejecución del presente estudio una vez concluido el trabajo de campo y el levantamiento de información.
  - Comunicar a la Gerencia Forestal y Fauna Silvestre el inicio de las investigaciones en campo con la debida anticipación.



**SE RESUELVE:**

**Artículo 1º. - APROBAR** la Autorización con Fines de Investigación Científica de Fauna y Flora Silvestre conforme al informe técnico N°092-2022-GOREMAD-GRFFS/AFS/GRCP, asignándose el código de autorización N°17-MAD-TAM/AUT-IFL-2022-004 a favor de la Sra. Lili Patricia Flórez Castillo, Investigación que se realizará en la Concesión Castañera con contrato N°17-TAM/C-OPB-J-209-03 y contrato N°17-TAM/C-OPB-J-005-04. Localizados en el distrito Las Piedras Provincia de Tambopata de la región de Madre de Dios.

**Artículo 2º. - Notificar** la presente resolución a la Sra, LILI PATRICIA FLOREZ CASTILLO identificada con DNI N°74501789.



GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS  
 GERENCIA REGIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE  
 "AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"  
 "Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú"



y gestión del territorio; además de participar en su gestión. Toda persona tiene el deber de contribuir con la conservación de este patrimonio y de sus componentes respetando la legislación aplicable".

Que, en el Artículo 137° de la precitada ley, declara de interés nacional la investigación, el desarrollo tecnológico, la mejora del conocimiento y el monitoreo del estado de conservación del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la nación.

Que, Asimismo, el artículo 140° del mismo cuerpo legal, señala que la autoridad regional forestal y de fauna silvestre, otorga autorizaciones para extracción de los recursos forestales y de fauna silvestre con fines de investigación científica, salvo cuando se trate de especies categorizadas como amenazadas, especies consideradas en los apéndices de la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre -CITES o cuando la investigación científica involucre el acceso de los recursos genéticos, en cuyo caso las autorizaciones otorgadas por el SERFOR.

Que el Decreto Supremo N°018-2015-MINAGRI que aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal y el Decreto Supremo N°019-2015-MINAGRI que aprueba el Reglamento para la Gestión de Fauna Silvestre, han regulado el procedimiento de otorgamiento de autorizaciones con fines de investigación científica de flora y/o fauna silvestre, estableciendo para tal efecto los requisitos y consideraciones para su otorgamiento, de acuerdo a los lineamientos aprobados por el SERFOR, así como las obligaciones materia de cumplimiento por parte del titular de la autorización.

Que el artículo 99° del Decreto Supremo N°021-2015-MINAGRI, que aprueba el reglamento para la gestión forestal y de fauna silvestre en comunidades nativas y comunidades campesinas, refiere que los estudios con fines científicos que involucren acceder al conocimiento colectivo, sobre las propiedades, usos y características de la flora y fauna silvestre debe contar con el consentimiento informado previo y escrito de la comunidad, respaldado en acta que contenga el acuerdo de asamblea comunal según sus estatutos. Así mismo precisa, que el acceso a los conocimientos colectivos con fines de aplicación comercial, deben contar con el consentimiento informado previo y por escrito por la comunidad y cumplir además con lo establecido en la ley N°27811, ley que establece el régimen de protección de los conocimientos colectivos de los pueblos indígenas vinculados a los recursos biológicos, y otras normas vinculantes.

Que, en atención al expediente N°3827 de fecha 18 de abril del 2022, la Srta. Lili Patricia Flórez Castillo solicita Autorización para investigación denominada "COEFICIENTE MÓRFICO DE (*APULEIA LEIDCARPA*) "ANACASPI" EN DOS TIPOS DE BOSQUE, UTILIZANDO MÉTODOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS EN MADRE DE DIOS" estudio que se realizará en dos Concesiones de Castaña con Contrato N° a) N°17-TAM/C-OPB-J-209-03, ubicado en sector Oda. Pariamarca y b) N°17-TAM/C-OPB-J-005-04, ambas localizadas del Distrito de Tambopata, Provincia de Tambopata - Región de Madre de Dios.

Que, mediante la Resolución de Dirección ejecutiva N°060-2016-SERFOR /DE, de fecha 01 de abril del 2016, se aprueba los lineamientos para el otorgamiento de la autorización con fines de investigación científica de flora y/o fauna silvestre.

Que, de acuerdo con el artículo IV, Principios del Procedimiento Administrativo del D.S. N° 004-2019-JUS de la Ley del Procedimiento Administrativo General N° 27444, señala en el numeral 1.2. Principio de debido Procedimiento



GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS  
GERENCIA REGIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE  
"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANIA NACIONAL"  
"Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú"



**Artículo 3°.-**

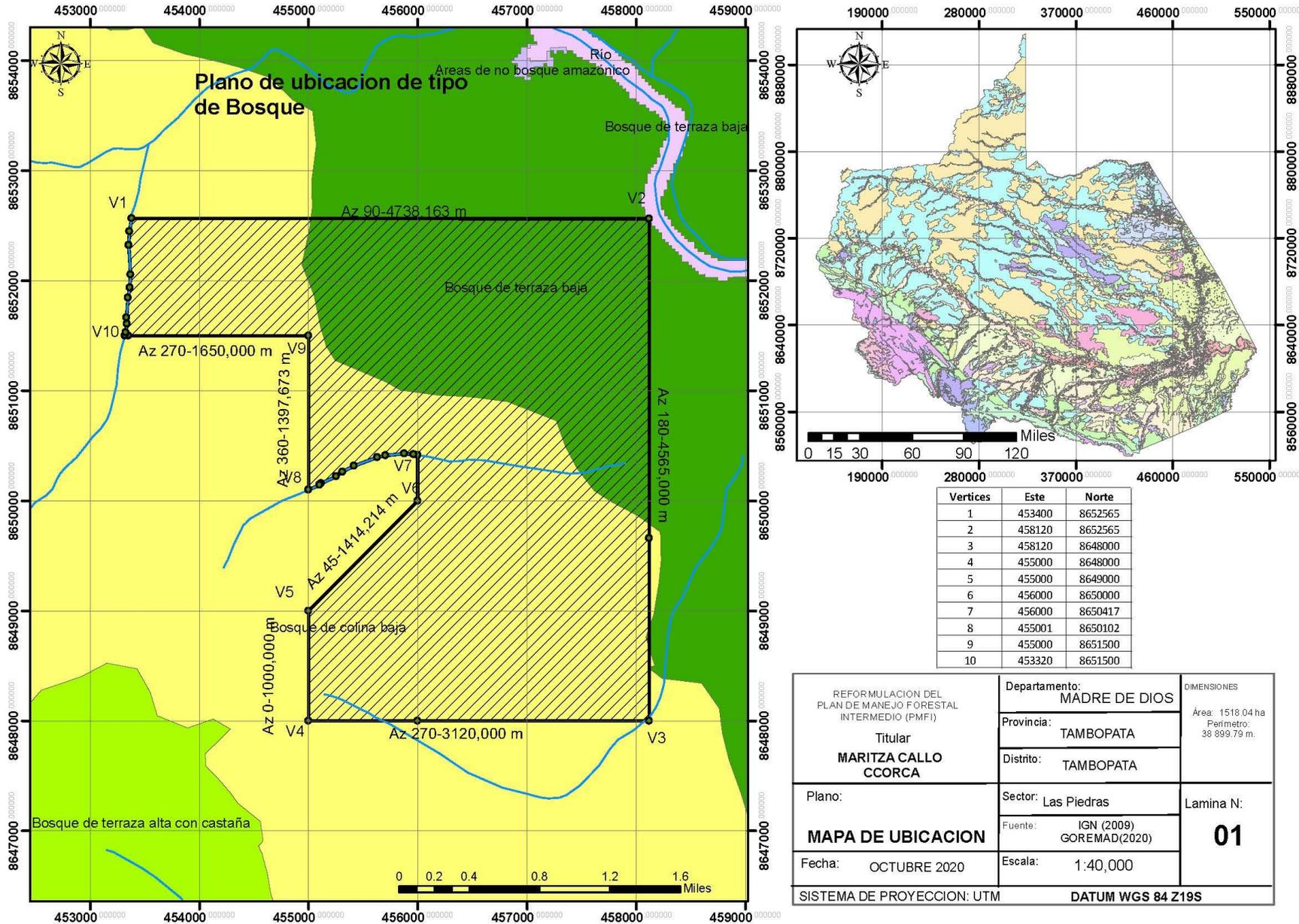
Remitir copia de la presente Resolución al Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre-DSINFOR, y al Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-SERFOR para su registro, conocimiento y cumplimiento.

**COMUNÍQUESE, REGÍSTRESE Y NOTIFIQUESE**

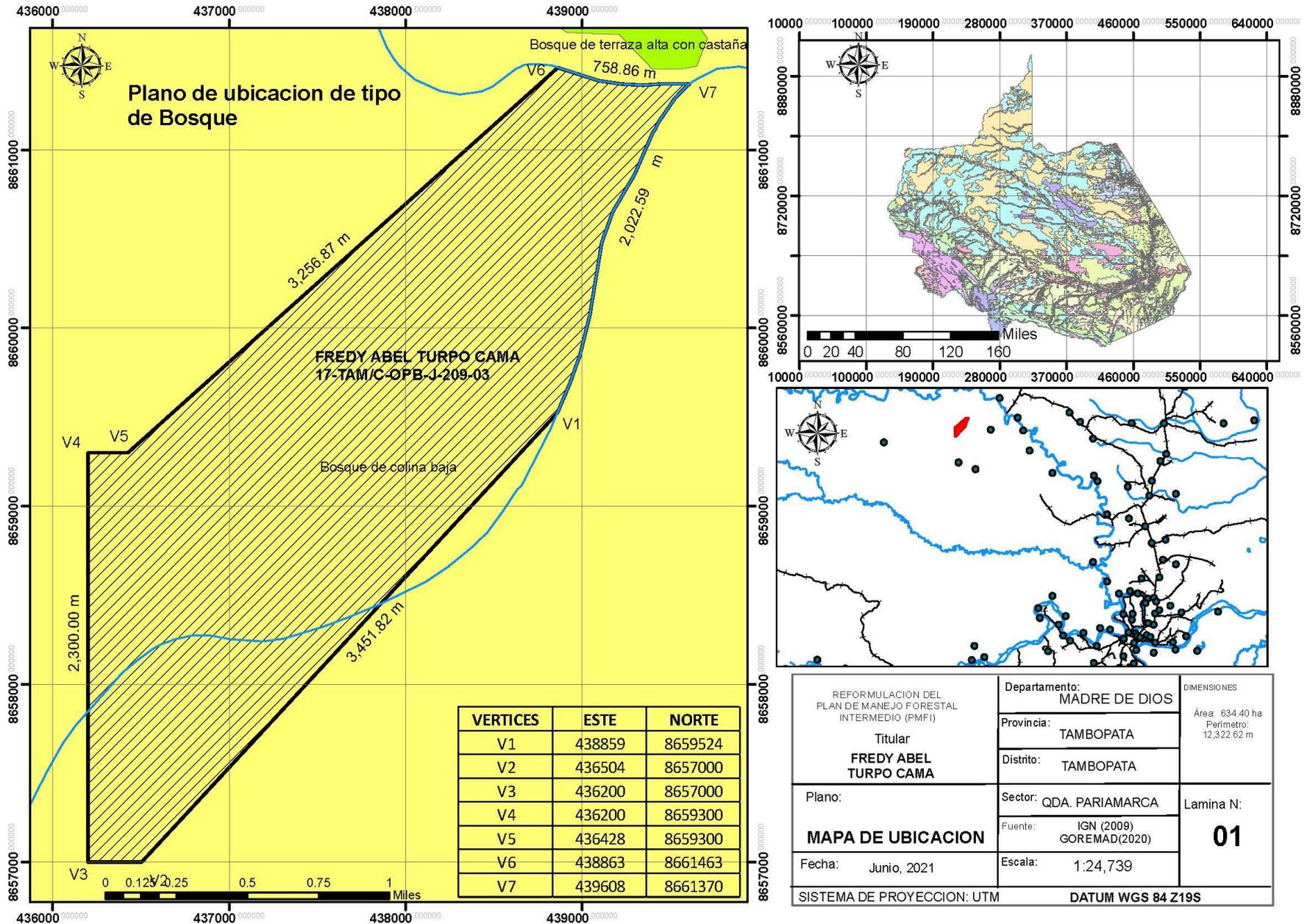


GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS  
GERENCIA REGIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE  
*Adolfo Orrego Rodriguez*  
Msc. Ing. Juntors Adolfo Orrego Rodriguez  
GERENTE REGIONAL

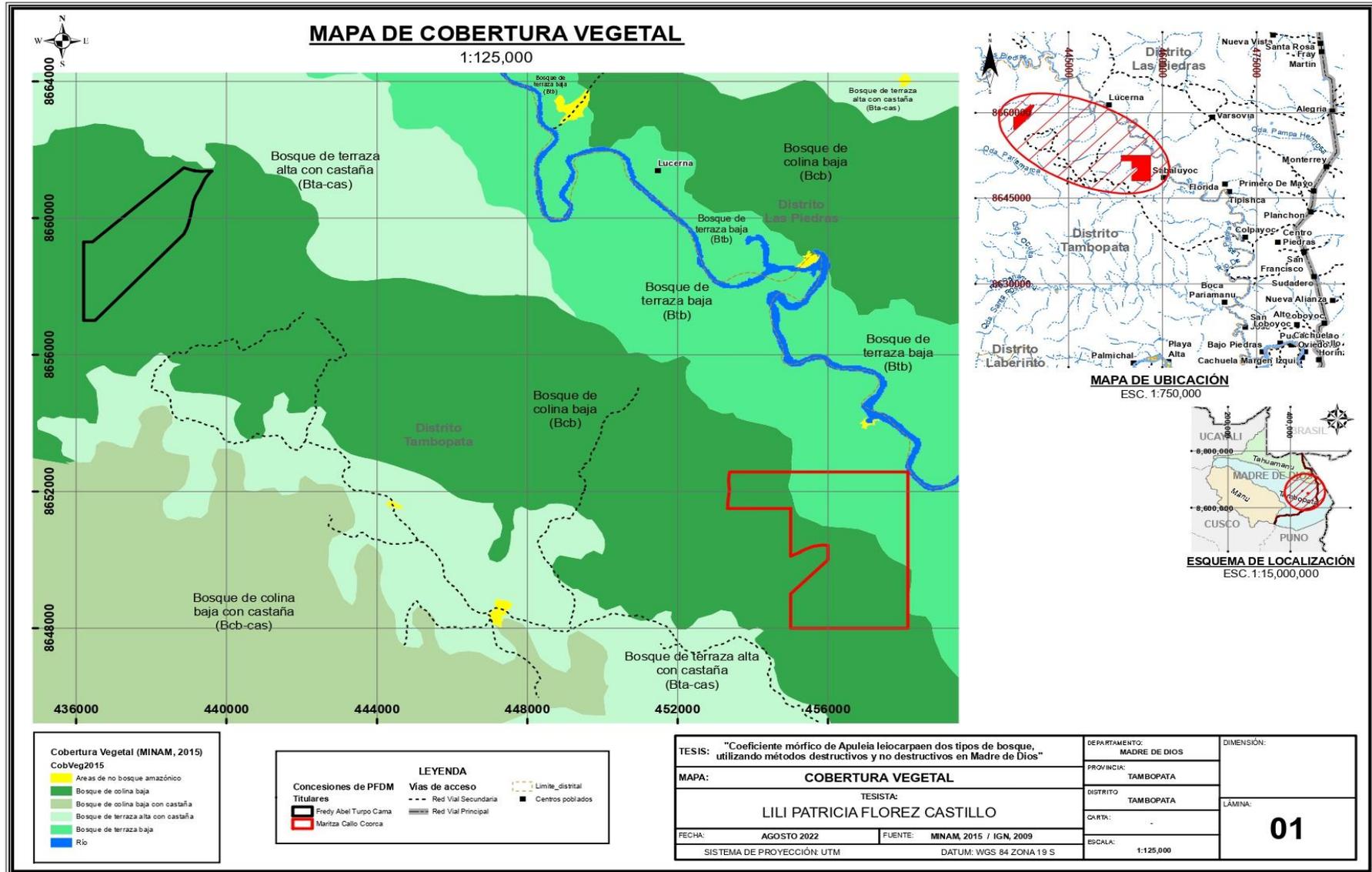
**Anexo 8: Mapa de ubicación y tipo de bosque de la concesión N° 17-TAM/C-OPB-J-209-03 (Maritza Callo Ccorca).**



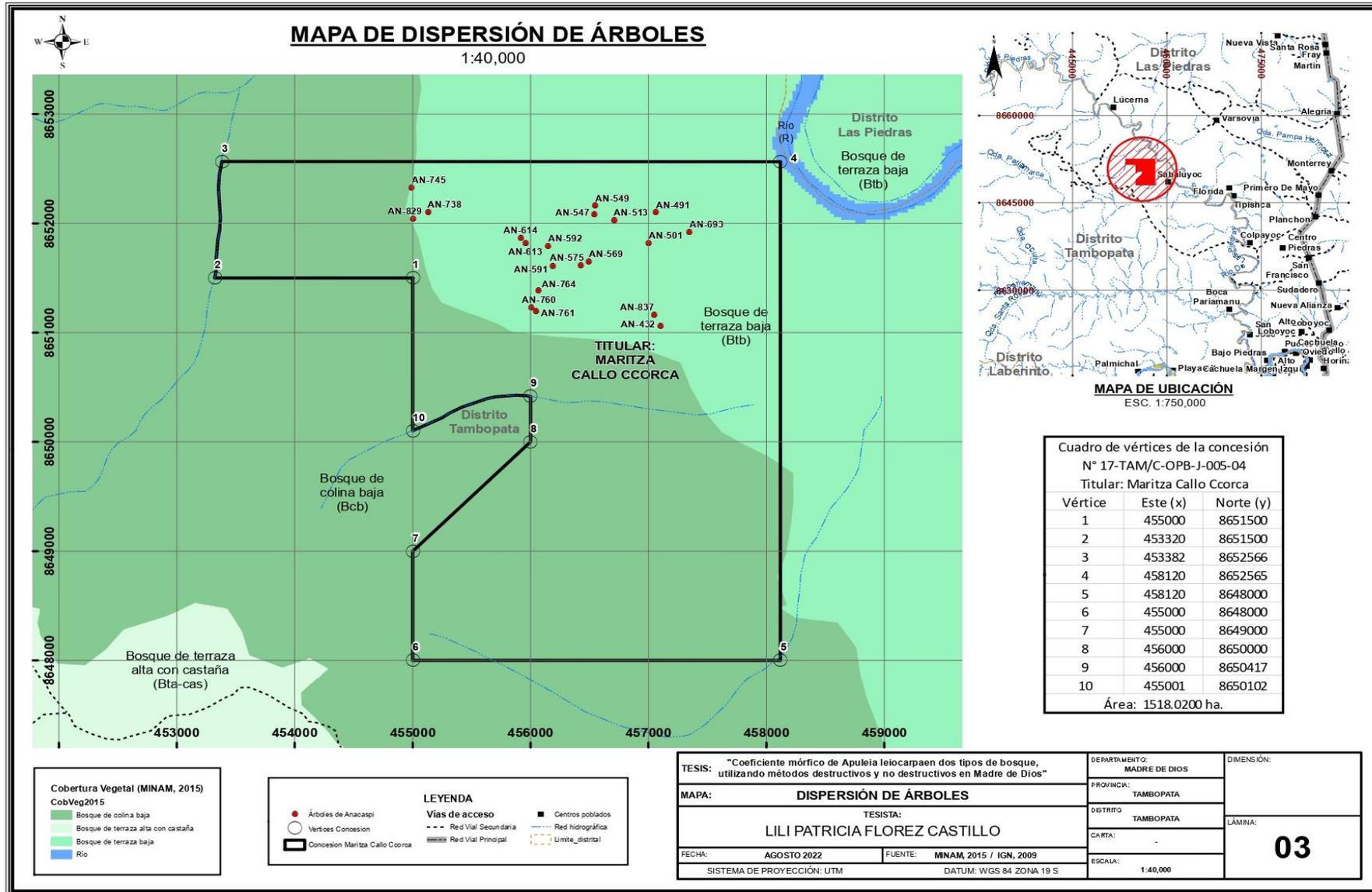
**Anexo 9:** Mapa de ubicación y tipo de bosque de la concesión N° 17-TAM/C-OPB-J-005-04 (Fredy Abel Turpo Cama).



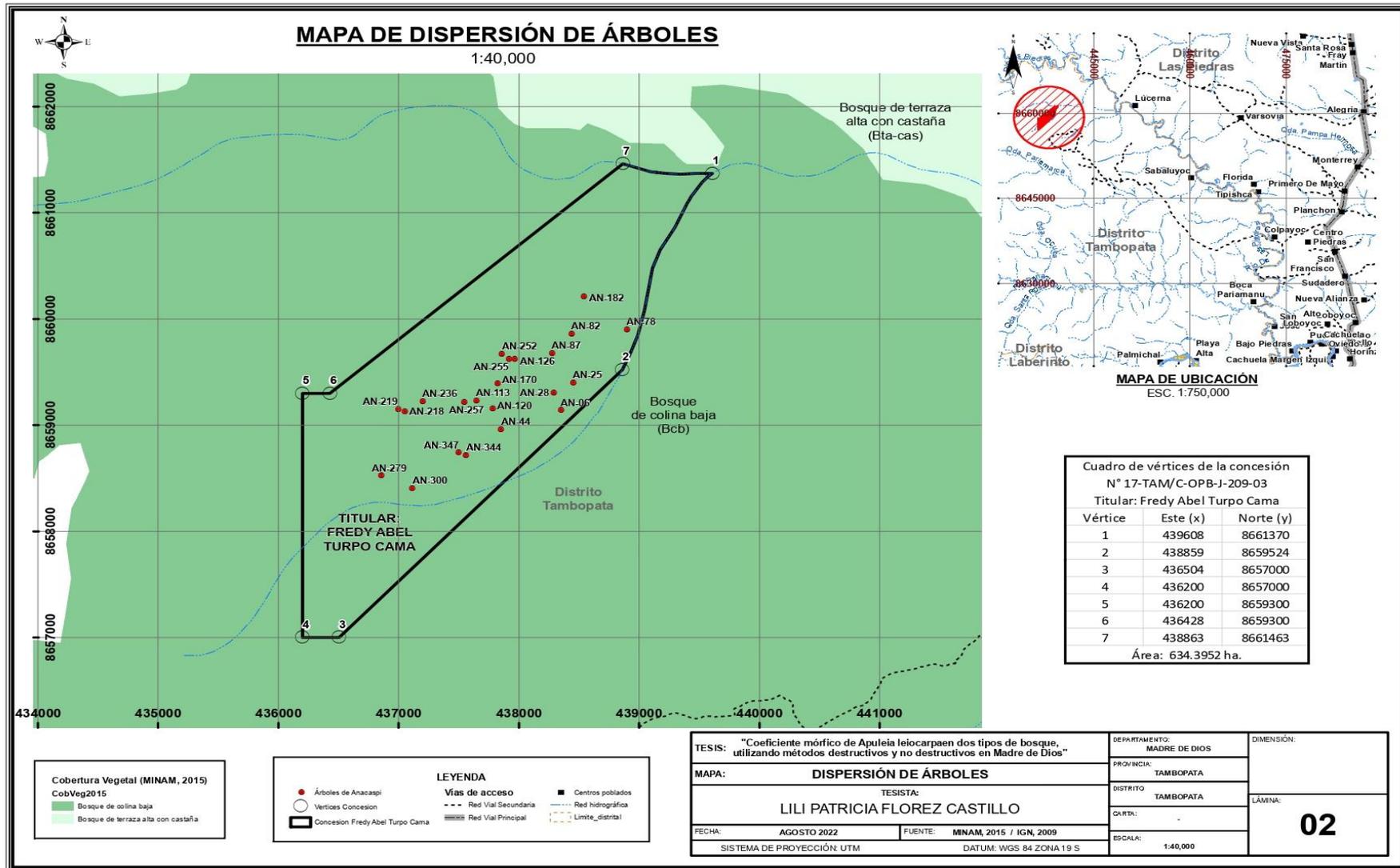
Anexo 10: Mapa de Cobertura Vegetal



**Anexo 11: Dispersión de árboles apeados de la concesión N° 17-TAM/C-OPB-J-209-03 (Maritza Callo Ccorca).**



**Anexo 12:** Dispersión de árboles apeados de la concesión de la concesión N° 17-TAM/C-OPB-J-005-04 (Fredy Abel Turpo Cama).



## Anexo 13: Constancia de entrega de muestras botánicas



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS  
 Centro Investigación del Herbario Alwyn Gentry  
 "Madre de Dios, Capital de la Biodiversidad del Perú"  
 Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia



## CONSTANCIA

En mi calidad de Director del Centro de Investigación Herbario "Alwyn Gentry" de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios- UNAMAD,

### HACE CONSTAR:

Que las muestras botánicas se han presentado en marco de la tesis de pregrado de la Bach. Lili Patricia Florez Castillo, titulada: "COEFICIENTE MÓRFICO DE *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr EN DOS TIPOS DE COBERTURA VEGETAL EN LA AMAZONIA DE MADRE DE DIOS", para optar el título de Ingeniero Forestal en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

Los ejemplares han sido entregados a la colección del herbario y constan de 02 especímenes que proviene de las concesiones para manejo y aprovechamiento de productos diferentes a la madera con número de contrato N° 17-TAM/C-OPB-J-209-03 (437196 este y 8659223 norte, UTM zona 19 sur) Ubicado en el Sector Qda. Pariamarca Distrito Tambopata, Provincia Tambopata, Departamento Madre de Dios; la concesión N° 17-TAM/C-OPB-J-005-04 (457347 este y 8651920 norte, UTM zona 19 sur) Ubicado en el Sector Rio Piedras, Distrito Tambopata, Provincia Tambopata, Departamento Madre de Dios.

Estas muestras se han depositado en este Centro de enseñanza e Investigación HAG-UNAMAD. A continuación, se adjunta la información de la especie.

N°	Código de colecta	N° de contrato	Nombre científico	Código de árbol	Este	Norte
01	Florez C. 001	N° 17-TAM/C-OPB-J-209-03 ABEL	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F.	AN-236	437196	8659223
02	Florez C. 002	N° 17-TAM/C-OPB-J-005-04	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F.	AN-693	457347	8651920

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que considere conveniente.

Puerto Maldonado, 06 de diciembre de 2022.

Atentamente

  
 Safer Baez Quispe  
 DIRECTOR DEL HERBARIO

Cc.  
 Archivo