



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

“MODELO ALOMÉTRICO PARA ESTIMAR LA ALTURA TOTAL DE LAS
ESPECIES FORESTALES DEL BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA
CONCESIÓN FORESTAL 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-018, DISTRITO DEL
NAPO, LORETO, 2022”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

LEYDI ESTER CUEVA ECHEVARRIA

ASESOR:

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 034-CTG-FCF-UNAP-2023

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, al 07 día del mes de junio del 2023, a horas 10:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis titulada: "MODELO ALOMÉTRICO PARA ESTIMAR LA ALTURA TOTAL DE LAS ESPECIES FORESTALES DEL BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-018, DISTRITO DEL NAPO, LORETO, 2022", aprobada con R.D. N° 0468-2022-FCF-UNAP, presentado por la bachiller LEYDI ESTER CUEVA ECHEVARRIA, para optar el Título Profesional de Ingeniera Forestal, que otorga la universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 0167-2023-FCF-UNAP, está integrado por:

- | | |
|---|--------------|
| Ing. Segundo Córdova Horna, Dr. | : Presidente |
| Ing. Denilson Marcell Del Castillo Mozombite, M.Sc. | : Miembro |
| Blgo. Carlos Roberto Dávila Flores, M.Sc. | : Miembro |

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

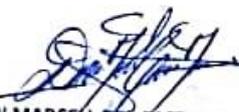
El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

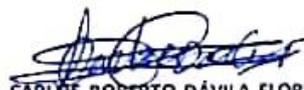
La sustentación pública y la tesis han sido: APROBADAS con la calificación BUENO

Estando la bachiller apta para obtener el Título Profesional de Ingeniera Forestal.

Siendo las 11:30 Se dio por terminado el acto Académico


Ing. SEGUNDO CÓRDOVA HORNA, Dr.
Presidente


Ing. DENILSON MARCELL DEL CASTILLO MOZOMBITE, M.Sc.
Miembro


Blgo. CARLOS ROBERTO DÁVILA FLORES, M.Sc.
Miembro


Ing. RONALD BERGE ALVARADO, Dr.
Asesor

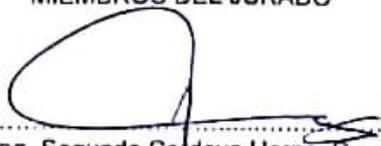
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

"MODELO ALOMÉTRICO PARA ESTIMAR LA ALTURA TOTAL DE LAS
ESPECIES FORESTALES DEL BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA
CONCESIÓN FORESTAL 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-018, DISTRITO DEL
NAPO, LORETO, 2022"

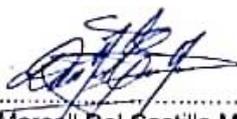
Aprobado el día 07 de junio del 2023, según acta de sustentación N° 034

MIEMBROS DEL JURADO



Ing. Segundo Cordova Horna, Dr.
Presidente

Reg. CIP N° 65032



Ing. Denilson Marcell Del Castillo Mozombite, M.Sc.
Miembro

Reg. CIP N° 172011



Bgo. Carlos Roberto Dávila Flores, M.Sc.
Miembro

Reg. CBP N° 6162



Ing. Ronald Burga Alvarado, Dr.
Asesor

Reg. CIP N° 45725

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS - CUEVA ECHEVARRIA LEYDI ESTE
R.pdf**

RECuento DE PALABRAS

8804 Words

RECuento DE CARACTERES

38687 Characters

RECuento DE PÁGINAS

32 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

232.7KB

FECHA DE ENTREGA

Jan 24, 2023 11:59 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 24, 2023 11:59 AM GMT-5

● **37% de similitud general**

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

- 37% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

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

DEDICATORIA

Con mucho amor y eterna gratitud a mi
mama Elva Echevarria Meneses que día
a día me brinda su amor y apoyo en todo
lo que hago.

Con mucho cariño a mis hermanas leysi,
diana, Ruth por el apoyo familiar
incondicional desde mi niñez y ahora
como profesional

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme cada segundo de vida, a la Universidad Nacional De La Amazonia Peruana, a la Facultad de Ciencias Forestales y a mis profesores por guiarme y brindarme los conocimientos para ser un profesional competitivo

A los dueños de la concesión forestal 16-lor-may/con-mad-2019-018 por el espacio brindado para la realización de la toma de datos a través de un censo forestal y permitir la elaboración de la presente tesis.

ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño	11
3.2. Diseño muestral	11
3.3. Procedimientos de recolección de datos	11
3.4. Procesamiento y análisis de los datos	12
3.4.1. Verificación y determinación de la composición florística	12
3.4.2. Cálculo del volumen maderable comercial	12
3.4.3. Determinar el número de árboles por clase diamétrica y por especie	13
3.4.4. Determinar si el DAP está directamente relacionado con la altura total de los árboles del bosque de colina baja	13
• Prueba de normalidad	13
• Altura promedio de los árboles registrados en el censo forestal	14
• Modelo alométrico que mejor se ajustó para estimar la altura total de las especies forestales	14
3.5. Aspectos éticos	15
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	16
4.1. Composición florística del bosque de colina baja	16
4.2. Número de árboles	20
4.3. Volumen de madera comercial	24

4.4.	Relación del diámetro con la altura total	28
4.4.1.	Prueba de normalidad	28
4.4.2.	Modelo alométrico que se ajustó a la relación diámetro-altura total	29
A)	Promedio de altura total de los árboles registrados	29
B)	Modelo alométrico que se ajustó para estimar la altura total de los árboles	30
CAPITULO V: DISCUSIÓN		32
5.1.	Composición florística	32
5.2.	Modelo alométrico que se ajustó para estimar la altura total de los árboles	33
CAPITULO VI: CONCLUSIONES		35
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES		36
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN		37
ANEXOS		42
Anexo 1.	Mapa de ubicación del bosque de colina baja de la concesión forestal 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-018	43
Anexo 2.	Formato para la toma de datos del censo forestal	44
Anexo 3.	Identificación botánica de las especies forestales comerciales	45

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Descripción	Pág.
1.	Modelos matemáticos seleccionados para el estudio	15
2.	Relación de especies, géneros, familias y número de árboles	18
3.	Número de árboles por clase diamétrica (cm), por especie, por hectárea y total	22
4.	Volumen de madera por clase diamétrica (cm), por especie, por hectárea y total	26
5.	Prueba de normalidad para el diámetro y altura total	28
6.	Correlación entre la variable diámetro y altura total	29
7.	Promedio de altura total de los árboles	29
8.	Modelos alométricos evaluados a la altura total promedio	30

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
1.	Distribución del número de árboles por familia	17
2.	Distribución del número de árboles por especies	19
3.	Distribución del número de árboles por clase diamétrica	20
4.	Distribución del volumen de madera por clase diamétrica	24
5.	Diagrama de caja para el diámetro y altura total	29
6.	Distribución de altura total promedio de los árboles	30
7.	Relación diámetro-altura total promedio de los árboles	31

RESUMEN

Se determinó el modelo alométrico para estimar la altura total de las especies forestales de colina baja de la concesión forestal 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-018, distrito del Napo, Loreto, Perú. Se evaluó los datos del censo forestal de las especies comerciales del plan operativo (PO) 1 de la parcela de corta PC 1 para permisos de aprovechamiento forestal. Los resultados indican que se registraron 12 273 árboles, agrupados en 52 especies forestales comerciales y 22 familias botánicas. La relación diámetro-altura total promedio de los árboles se ajustó al modelo de distribución del tipo cúbico ($Y = 39,750 + (- 0,582 \times DAP) + (0,006 \times DAP^2) + (-2,007E-5 \times DAP^3)$), con un coeficiente de correlación de $r=0,967$ y un coeficiente de determinación de $R^2=0,935$. La hipótesis se rechaza en el sentido de que el modelo alométrico lineal no se ajustó a la relación entre el diámetro y la altura total para estimar la altura de los árboles del bosque de colina baja.

Palabras claves: Modelo alométrico, altura total, diámetro, colina baja, Napo.

ABSTRACT

The allometric model was determined to estimate the total height of the forest species of the lower hill of the forest concession 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-018, district of Napo, Loreto, Peru. The forest census data of the commercial species of the operational plan (PO) 1 of the PC 1 cutting plot for forest use permits was evaluated. The results indicate that 12 273 trees were registered, grouped into 52 commercial forest species and 22 botanical families. The average total diameter-height relationship of the trees was adjusted to the distribution model of the cubic type ($Y = 39,750 + (-0,582 \times DAP) + (0,006 \times DAP^2) + (-2,007E-5 \times DAP^3)$), with a correlation coefficient of $r=0,967$ and a determination coefficient of $R^2=0,935$. The hypothesis is rejected in the sense that the linear allometric model did not fit the relationship between the diameter and the total height to estimate the height of the trees of the low hill forest.

Keywords: Allometric model, total height, diameter, low hill, Napo.

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores desafíos en el inventario forestal de los bosques tropicales es la medición de la altura de los árboles. Hasta ahora, en el Perú, las estimaciones se han hecho en forma ocular, donde el científico hace pruebas instrumentales para corregir esta estimación (Barrena & Llerena, 1988a, p. 1).

La altura es quizás uno de los parámetros menos estudiados y conocidos y también uno de los más difíciles de medir y estimar en un inventario forestal, especialmente en los bosques tropicales. A diferencia del diámetro, la altura requiere mediciones indirectas utilizando instrumentos o cálculos, lo que a menudo resulta en una menor precisión. También resulta que medir el crecimiento es una parte que requiere mucha dedicación y esfuerzo. En general, no existen mediciones directas en nuestros bosques, sino evaluaciones visuales de ciertas poblaciones de árboles que se controlan con una herramienta (Malleux, 1982, como se cito en (Barrena & Llerena, 1988b, p. 2).

La mayor dificultad que hay que superar a la hora de evaluar el bosque es medir la altura de los árboles, ya que aún no se ha desarrollado un método práctico, rápido y confiable para recoger esta información.

La estimación precisa de esta relación es importante porque la longitud es más difícil y costosa de medir en el campo que el diámetro y, a menudo, se estima a simple vista, lo que demuestra ser una medida subjetiva de precisión en nuestra área.

En este contexto, en este estudio pretendemos recopilar información sobre la relación entre el diámetro de los árboles y las variables de altura de las

especies forestales económicas de altura y definir modelos matemáticos o modelos que muestren una estimación de altura más efectiva

En tal sentido, la presente investigación tiene por objetivo principal determinar modelo alométrico para estimar la altura total de las especies forestales del bosque de colina baja de la concesión forestal 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-018, distrito del Napo, Loreto, 2022”

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En 2022, se desarrolló una investigación de tipo cuantitativo y correlacional que concluyó como población de estudio a todas las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees)

Mez “canela moena” y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo. La investigación determinó el registro que el modelo alométrico que más se ajusta a la relación DAP altura total es la S-Curva ($Y = 2,718282^{(3,492(-12,471/t))}$) que mostró el mayor coeficiente de correlación con $r = 0,85$ y coeficiente de determinación $R^2 = 0,72$ o sea que el 72,4% de los cambios que se producen en el crecimiento en altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo en bosque natural se atribuye al diámetro. El modelo alométrico que más se ajusta a la relación diámetro - altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en bosque natural es el cúbico donde se observa el mayor coeficiente de correlación con $r = 0,59$ y coeficiente de determinación $R^2 = 0,35$ o sea que el 35,2% de los cambios producidos en el crecimiento en altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en bosque natural se atribuye al diámetro de la planta. La ecuación que más se ajustó a la relación diámetro - altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en plantación fue el modelo alométrico cúbico ($Y = 9,500 + (0,264 \times t) + (-0,004 \times t^2) + (0,000 \times t^3)$) por medio del cual se podrá realizar la predicción del crecimiento de la altura total de las plantas de la especie *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” a partir de su diámetro. El modelo alométrico que más se ajusta a esta relación diámetro-

altura total en las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo” en plantación es la S-curva ($Y = 2,718282^{(5,180(-6,368/t))}$) que mostró el mayor coeficiente de correlación con $r = 0,86$ y coeficiente de determinación $R^2 = 0,74$ o sea que el 74,5% de los cambios que se producen en el crecimiento en altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo en plantación se atribuye al diámetro. El modelo alométrico que más se ajusta a la relación diámetro - altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en plantación fueron cuadrático ($Y = 10,083 + (9,913 \times t) + (- 0,094 \times t^2)$) y cúbico ($Y = 13,153 + (8,909 \times t) + (0,002 \times t^2) + (- 0,003 \times t^3)$) con el mayor coeficiente de correlación con $r = 0,79$ y coeficiente de determinación $R^2 = 0,60$ o sea que el 60,6% de los cambios producidos en el crecimiento en altura total de las plantas de *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez “canela moena” en plantación se atribuye al diámetro de la planta (Vásquez, 2022a, pp. 15-22).

En 2019, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo, correlacional de nivel básico que concluyó como población de estudio a todos los árboles con \geq a 10 cm de DAP. La investigación determinó el registro de 593 árboles, distribuidas en 83 generos, 174 especies y 35 familias botanicas, de las cuales la familia Fabaceae reporta el mayor valor con 86 árboles (15 géneros y 29 especies) que representa el 15% del total, seguida de la familia Lecythidaceae con 76 árboles (Dos géneros y nueve especies) que constituye el 13% y la familia Urticaceae con 64 árboles (Dos géneros y 10 especies) que representa el 11%. El promedio de las alturas de los árboles del bosque evaluado fluctuan desde 15,87 m hasta 28,43 m; además, cabe

indicar que en la clase diamétrica de 70 cm se presenta una ligera variación. El modelo alométrico potencia presenta el más alto valor de coeficiente de determinación ($R^2=0,81$), le sigue s-curva ($R^2=0,81$), cúbico ($R^2=0,81$), logarítmica ($R^2=0,79$), inversa ($R^2=0,75$), cuadrático ($R^2=0,75$), Lineal ($R^2=0,68$) y compuesto, crecimiento, exponencial y logística con ($R^2=0,66$). El modelo alométrico potencia reporta el mejor ajuste ($HT= 9,744 \text{ DAP}^{0,231}$) (Rivas, 2019a, pp. 26-28).

En 2019, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo, correlacional de nivel básico que concluyó como población de estudio a todos los árboles con \geq a 10 cm de DAP. La investigación determinó el registro de 36 familias botánicas, 165 especies y 724 árboles. Además, la familia Fabaceae muestra el más alto número de especies con un total de 26, seguida de Lauraceae (17), Myristicaceae (13), Burseraceae (11), Annonaceae y Lecythidaceae con nueve especies cada una, mientras que las restantes reportan valores que van desde uno a ocho especies. La distribución del número de árboles por familia botánica indica a las familias Euphorbiaceae y Fabaceae con alta discrepancia al ser contrastadas con las demás. El promedio de las alturas de los árboles de la parcela cinco fluctúan desde los 16,74 m hasta los 31,43 m; donde las clases diamétricas de 50 cm y 100 cm muestran una ligera variación. El modelo alométrico potencia muestra el más alto valor de coeficiente de correlación ($R=0,97$) y coeficiente de determinación ($R^2=0,94$), seguida del modelo logarítmico ($R^2=0,93$), cúbico ($R^2=0,93$), cuadrático ($R^2=0,93$), s-curva ($R^2=0,91$), inversa ($R^2=0,84$), lineal ($R^2=0,81$), compuesto, crecimiento, exponencial y logística con $R^2=0,77$ cada uno. Los coeficientes de correlación para los

demás modelos alométricos varían entre $R=0,88$ a $R=0,97$. El modelo Potencia presenta el menor error estándar estimado $SEE= 0,05$, seguido de S-curva con $SEE= 0,07$; mientras que el modelo Lineal reporta el mayor error estándar estimado ($SEE = 2,25$). El modelo alométrico potencia presenta el mejor ajuste ($H = 9,289 \times DAP^{0,269}$) (Torres, 2019a, pp. 20, 25, 26, 27).

1.2. Bases teóricas

La alometría se refiere a la dispersión o variación de una cantidad o dimensión. La alometría estudia la relación entre el crecimiento de una parte orgánica, ya sea en un mismo ejemplar, en distintos ejemplares o en distintas especies, por lo que se denomina crecimiento relativo (BioDic, 2018, p. 1). Relación entre el crecimiento de una parte orgánica o de un órgano y el crecimiento general o el crecimiento de otra parte u órgano, a veces dentro del mismo individuo o entre especies (Font, 1953, p. 39).

La técnica, denominada alometría o análisis dimensional o medida de correlación, implica el estudio de los cambios en las proporciones de diferentes partes de un organismo como resultado de su crecimiento. Además, el concepto de correlación se ha utilizado en la investigación forestal para relacionar componentes o variables difíciles de medir (biomasa y área foliar) con otros fáciles de medir (altura, diámetro, área basal y área foliar) mediante la evaluación de las primeras variables en función de las segundas. El parámetro de eje más utilizado suele ser el diámetro (López, *et al.*, 1988, como se citó en (D. Díaz *et al.*, 2007, p. 2).

Los modelos alométricos son ecuaciones matemáticas que permiten estimar el volumen, la biomasa y el carbono de árboles, arbustos y

palmeras a partir de alguna variable fácilmente medible como el diámetro a la altura del pecho (DAP) y/o la altura total (Loetsch et al., 1973, p. 8). Las ecuaciones alométricas brindan una estimación más directa y confiable de la biomasa y el carbono en los sistemas vegetales porque son individuales y, cuando se agregan, brindan una estimación general para cada sistema. La misma ecuación también tiene en cuenta la variación que pueden presentar las personas según la edad y la competencia, y su crecimiento refleja la productividad del sitio (Díaz et al., 2007, p. 11).

Los modelos alométricos son ecuaciones matemáticas que mejoran su previsibilidad al tener en cuenta las variables de diámetro y altura, pero en la práctica la altura no se mide porque lleva mucho tiempo y no es posible en algunos bosques de dosel cerrado. Detecta las copas de los árboles, especialmente cuando las medidas se toman indirectamente. Sin embargo, se logra una precisión satisfactoria en la mayoría de los casos cuando solo se usa el diámetro como variable dependiente (Grier, *et al.*, como se citó en (Díaz et al., 2007, pp. 6-7).

Los bosques se caracterizan por la presencia de árboles y la ausencia de otros usos importantes del suelo, y los árboles deben alcanzar una altura mínima de sitio de 5 metros. Incluye bosques dentro de parques nacionales, reservas naturales y otras áreas protegidas tales como áreas de importancia ambiental, científica, histórica, cultural o espiritual específica, áreas cubiertas de bambú y palmeras, siempre que alcancen los límites mínimos especificados para la altura y la cubierta de dosel, así como áreas para plántulas que no son a de altura). Además, las condiciones locales

pueden, en casos excepcionales, justificar un período más largo (FAO, 2010, p. 3).

La altura del árbol es la longitud de la línea que une la base del árbol con su yema terminal, usando varias herramientas. La estimación de la altura total del árbol es importante, ya que es una variable independiente e importante para estimar la biomasa o la madera de un árbol. Sin embargo, medir la altura de un árbol perenne es difícil y, a menudo, incorrecto, lo que afecta los resultados y los costos (Benítez et al., 2010, p. 42).

La medición de la altura de los árboles se realiza utilizando herramientas como: board, Blume-Leiss, Suunto, Haga y Bitterlich Relascope. Las medidas de altura se etapan, como la distancia al árbol (15, 20, 30 o 40 metros). Para evitar errores de medición, la distancia al árbol debe ser igual a su altura; observa la copa y la base del árbol. Sume o reste dos notas, según corresponda: sume, si el trabajador está parado en la parte superior de la pendiente, o reste si el trabajador está parado al final de la pendiente en relación con el árbol; corrección de pendiente (FAO, 2004, p. 74).

1.3. Definición de términos básicos

Altura total.- Medición de la especie forestal de la base hasta el final de la copa del árbol (Amaral, *et al.*, 1998, como se citó en (Vela, 2019a, p. 11).

Bosque de colina baja.- Se desarrolla en el paisaje colinoso presentando ondulaciones en su configuración, su relieve topográfico presenta pendientes pronunciadas y complejas que varían entre 15% a 35% (Fondo Nacional para Áreas Naturales Protegidas por el Estado (PROFONANPE, 2007, p. 37).

Bosque: Zona con árboles y arbustos. En general, los bosques tienen una gran cantidad de árboles maduros de diferentes tipos y alturas con capas de vegetación baja que distribuyen la luz solar de manera eficiente (Quispe, 2010, p. 15).

Diámetro.- Medición del diámetro del árbol a una altura de 1,30 metros del suelo o alrededor de la altura del pecho del medidor (Amaral et al., 1989, p. 37).

Especies: Conjunto de elementos semejantes entre sí por tener uno o varios caracteres comunes (Rae y Asale, 2010, p. 1).

Modelo alométrico.- Ecuaciones matemáticas que permiten realizar estimaciones en función de unas pocas variables de fácil medición, tales como el diámetro a la altura del pecho (DAP) y/o la altura total (Loetsch, *et ál.*; 1973, Caillez, 1980, Husch, *et ál.*; 1982, Parresol, 1999, como se citó en (Segura & Andrade, 2008, p. 90).

Modelo.- Es una representación abstracta de algún rasgo de la realidad, cuya estructura consta de dos partes, la primera de las cuales son todos los aspectos que caracterizan la realidad modelada, y la segunda son únicamente las relaciones entre los elementos mencionados (Regalado et al., 2005, p. 9).

Relación o Asociación. - Afinidad que puede ocurrir entre dos variables de un mismo material de investigación (Beiguelman, 1994, como se citó en (Vela, 2019b, p. 12).

CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

El modelo alométrico lineal permite estimar la altura de las especies forestales del bosque de colina baja de la concesión forestal 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-018, distrito del Napo, Loreto, 2022.

2.2. Variables y definiciones operacionales

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño

La investigación es de enfoque descriptivo, cuantitativo, cualitativo, correlacional, el diseño es no experimental y de nivel básico, basado en el registro de los datos dasométricos de los individuos arbóreos de las especies comerciales del bosque de colina baja de la concesión forestal 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-018, distrito del Napo, Loreto, 2022.

El estudio se realizó en el bosque de colina baja del plan operativo (PO) 1 de la parcela de corta PC 1 para permisos de aprovechamiento forestal, cuya superficie aproximada es de 684,22 ha. Las coordenadas UTM que enmarcan al área de estudio de la PC 1 son: V1 (9716410 N y 597551 E); V2 (9718118 N y 597551 E); V3 (9718118 N y 601557 E) y V4 (9716410 N y 601557 E). Políticamente, se ubica en la jurisdicción del distrito del Napo, provincia de Maynas, Región Loreto (Anexo 1).

3.2. Diseño muestral

La población de estudio estuvo conformada por todos los árboles de las especies comerciales aprovechables con $DAP \geq DMC$ existentes en el bosque de colina baja del plan operativo (PO) 1 de la parcela de corta PC 1 para permisos de aprovechamiento forestal. La muestra fue igual a la población, considerando que se llevó a cabo un censo al 100%.

3.3. Procedimientos de recolección de datos

Los datos de campo fueron registrados a través de un censo forestal, para tal fin se utilizó como instrumento el formato de toma de datos que consigna el nombre de la especie, el DAP, la altura comercial, altura total, sus coordenadas UTM y algunas observaciones (Ver Anexo 2).

3.4. Procesamiento y análisis de los datos

El procedimiento y el análisis de los datos se llevó a cabo utilizando los datos registrados en el censo forestal ejecutado en el bosque de colina baja ejecutado en el año 2020. Para tal efecto, se utilizó el formato para la toma de datos del censo forestal por cada individuo arbóreo y por cada especie, consignados en el Anexo 3.

3.4.1. Verificación y determinación de la composición florística

La verificación y determinación de la composición florística a nivel de nombre común, nombre científico y familia de las especies forestales comerciales registradas en el censo forestal, se realizó en el Herbarium Amazonense de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

3.4.2. Cálculo del volumen maderable comercial

El volumen maderable fue calculado para cada individuo arbóreo teniendo en cuenta su $DAP \geq DMC$, su altura comercial y el coeficiente de forma de 0,7 para especies forestales de bosques tropicales. Inicialmente se calculó el área basal mediante la siguiente fórmula (MINAM, 2015a, p. 34):

$$AB = 0,7854 * (DAP)^2$$

Donde: AB = área basal (m^2); DAP = diámetro a la altura del pecho (m). El volumen comercial se calculó aplicando la siguiente fórmula (MINAM, 2015b, p. 35):

$$Vc = AB * Hc * Ff$$

Dónde: Vc = volumen comercial (m^3); AB = área basal (m^2); Hc = altura comercial (m); Ff = factor de forma (0,7).

3.4.3. Determinar el número de árboles por clase diamétrica y por especie

Se realizó tomando como base el diámetro a la altura del pecho (DAP). De acuerdo a recomendaciones internacionales sobre normalización para permitir comparaciones con resultados de otros levantamientos, se fijó en el presente trabajo un intervalo de clase igual a 10 cm (Cardenas, 1986, como se citó en (Moreno, 2015, pp. 26-27).

3.4.4. Determinar si el DAP está directamente relacionado con la altura total de los árboles del bosque de colina baja

- Prueba de normalidad

La normalidad de los datos se determinó mediante las pruebas de Kolmogorov--Smirnov, utilizando los valores del DAP y la altura total de los árboles del bosque de colina baja. Para lo cual se planteó la siguiente hipótesis:

Hipótesis nula (H ₀):	La variable aleatoria SI tiene distribución normal	<i>p-valor</i> > 0,05
Hipótesis alterna (H ₁):	La variable aleatoria NO tiene distribución normal	<i>p-valor</i> < 0,05

Los resultados de la prueba de normalidad indica que los datos no son normales, por lo tanto, se utilizó el coeficiente de correlación no paramétrica de Rho de Spearman (Rosas & Zúñiga, 2010, p. 22).

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

r_s = Coeficiente de correlación por rangos de Spearman

d = Diferencia entre los rangos (X menos Y)

n = Número de datos

Para determinar el grado de relación (correlación) entre las dos variables se empleó la siguiente tabla: (Vela, 2019c, pp. 15-16).

Valor de "Π" (+ ó -)			Grado de Asociación
1,00			Perfecta
< 1	a	≥ 0,75	Excelente
< 0,75	a	≥ 0,50	Buena
< 0,50	a	> 0,00	Regular
0,00			Nula

- Altura promedio de los árboles registrados en el censo forestal

Se determinó teniendo en cuenta la altura total de todos los árboles con \geq a 40 cm de DAP registrados en el censo forestal.

- Modelo alométrico que mejor se ajustó para estimar la altura total de las especies forestales

Una vez analizados los datos dasométricos en SPSS se procedió a seleccionar el

modelo que mejor se ajustó para estimar la altura comercial y total, en base los siguientes criterios de selección:

- a) Mayor coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado)
- b) Menor error estándar estimado (SEE)
- c) Mejor distribución de residuos
- d) Menor dificultad y menor costo en las mediciones de campo.

Obtenido la distribución de frecuencias por clases diamétricas, se correlacionó en

un eje de coordenadas el diámetro normal (X) con los promedios de las alturas (Y),

con sus respectivas pruebas estadísticas.

Cuadro 1. Modelos matemáticos seleccionados para el estudio

Nº	MODELOS MATEMÁTICOS	ECUACIONES
1	LINEAL	$Y = b_0 + (b_1 \times t)$
2	LOGARITMICA	$Y = b_0 + (b_1 \times \text{Ln}(t))$
3	INVERSA	$Y = b_0 + (b_1 / t)$
4	CUADRATICA	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2)$
5	CUBICA	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2) + (b_3 \times t^3)$
6	COMPUESTA	$Y = b_0 \times (b_1^t)$
7	POTENCIAL	$Y = b_0 \times (t^{b_1})$
8	S-CURVA	$Y = e^{(b_0 \times (b_1 / t))}$
9	CRECIMIENTO	$Y = e^{(b_0 \times (b_1 \times t))}$
10	EXPONENCIAL	$Y = b_0 \times (e^{(b_1 \times t)})$
11	LOGISTICA	$Y = 1 / (1 / u + b_0 \times (b_1^t))$

Donde:

b_0, b_1, b_2, b_3 = Constantes (Parámetros a estimarse)

Ln = Logaritmo (Parámetros a estimarse)

H = Altura.

d = Dap.

3.5. Aspectos éticos

Esta investigación se realizó respetando los cuatro principios éticos básicos: la autonomía, la beneficencia, la no maleficencia y la justicia. La participación fue voluntaria, así como el derecho a solicitar toda información relacionada con la investigación y teniendo en cuenta el anonimato.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Composición florística del bosque de colina baja

Se registraron un total de 52 especies forestales económicas, 22 familias botánicas y 12 273 árboles, siendo Fabaceae la que contiene la mayor cantidad de especies (10 especies), seguida de Myristicaceae (Cinco especies), Moraceae y Lauraceae (Cuatro especies cada una), Apocynaceae, Euphorbiaceae, Lecythydaceae y Malvaceae (Tres especies cada una), Caryocaraceae, Meliaceae y Sapotaceae (Dos especies cada una), Anacardiaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Burceraceae, Calophyllaceae, Chrysobalanaceae, Clusiaceae, Combretaceae, Polygonaceae, Simaroubaceae y Vochysiaceae, ambas con una especie cada una (Cuadro 2).

Las especies *Iryanthera juruensis* (1482 árboles), *Parkia ulei* (1111 árboles), *Otoba parvifolia* (897 árboles), *Vochysia diversa* (634 árboles) y *Eschweilera albiflora* (614 árboles), contienen el mayor número de árboles; mientras que *Handroanthus chrysanthus* (Siete árboles), *Aspidosperma desmanthum* y *Calophyllum longifolium* (Seis árboles cada una) y *Anthodiscus pilosus* (Cuatro árboles), muestran menor número de árboles.

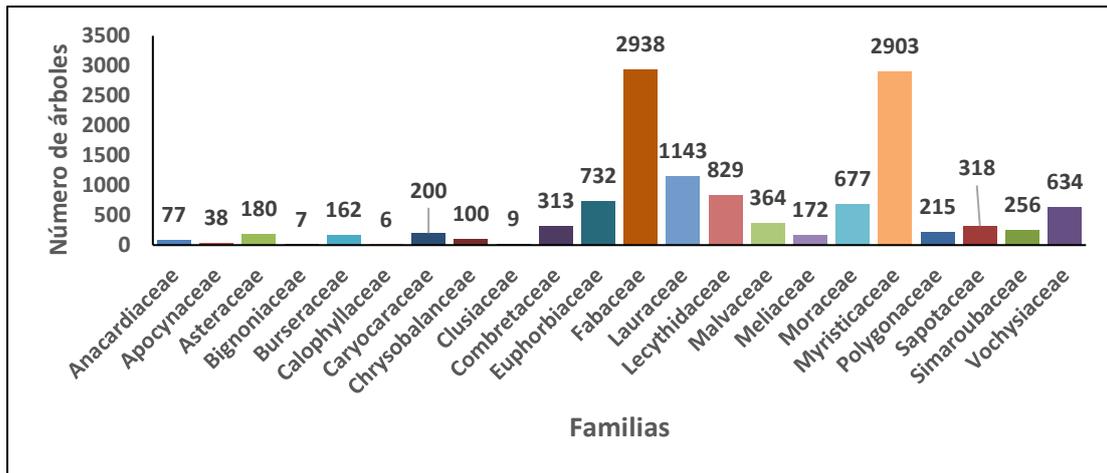


Figura 1. Distribución del número de árboles por familia

La figura 1 muestra que las familias más representativas de este bosque son Fabaceae (2938 árboles) y Myristicaceae (2903 árboles). Por el contrario, en la figura 2 las especies *Iryanthera juruensis*, *Parkia ulei* y *Otoba parvifolia* presentan mayor cantidad de árboles.

Cuadro 2. Relación de especies, géneros, familias y número de árboles

N°	Especie		Familia	N° de árboles
	Nombre común	Nombre científico		
1	Aguanillo	<i>Otoba parvifolia</i>	Myristicaceae	807
2	Almendo	<i>Caryocar microcarpum</i>	Caryocaraceae	196
3	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Fabaceae	126
4	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae	9
5	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i>	Lauraceae	533
6	Azucar huayo	<i>Maclobium flexuosum</i>	Fabaceae	253
7	Boton caspi	<i>Anthodiscus pilosus</i>	Caryocaraceae	4
8	Brea caspi	<i>Caraipa punctulata</i>	Clusiaceae	9
9	Cachimbo	<i>Couratari riparia</i>	Lecythidaceae	143
10	Caimitillo	<i>Pouteria ephedrantha</i>	Sapotaceae	277
11	Canela moena	<i>Ocotea javitensis</i>	Lauraceae	208
12	Cashillo	<i>Anacardium parvifolium</i>	Anacardiaceae	77
13	Charapilla	<i>Dipteryx micrantha</i>	Fabaceae	282
14	Chingonga	<i>Brosimum parinarioides</i>	Moraceae	167
15	Chontaquiro	<i>Diploptropis martiusii</i>	Fabaceae	99
16	Copal	<i>Protium krukoffii</i>	Burseraceae	162
17	Cumala	<i>Iryanthera juruensis</i>	Myristicaceae	1482
18	Cumala caupuri	<i>Virola flexuosa</i>	Myristicaceae	203
19	Cumala colorada	<i>Iryanthera laevis</i>	Myristicaceae	89
20	Cumala llorona	<i>Osteophloeum</i>	Myristicaceae	322
21	Guariuba	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	124
22	Huayruro	<i>Ormosia macrocalyx</i>	Fabaceae	184
23	Huimba	<i>Ceiba samauma</i>	Malvaceae	59
24	Lagarto caspi	<i>Calophyllum longifolium</i>	Calophyllaceae	6
25	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	84
26	Machimango	<i>Eschweilera albiflora</i>	Lecythidaceae	614
27	Machimango	<i>Eschweilera rufifolia</i>	Lecythidaceae	72
28	Mani caspi	<i>Caryodendron grandifolium</i>	Euphorbiaceae	568
29	Mari mari	<i>Vatairea fusca</i>	Fabaceae	280
30	Marupa	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae	256
31	Moena	<i>Ocotea cernua</i>	Lauraceae	343
32	Moena amarilla	<i>Ocotea aciphylla</i>	Lauraceae	59
33	Palisangre	<i>Brosimum rubescens</i>	Moraceae	269
34	Panguana	<i>Brosimum utile</i>	Moraceae	117
35	Parinari	<i>Parinari parilis</i>	Chrysobalance	100
36	Pashaco	<i>Parkia ulei</i>	Fabaceae	1111
37	Piñaquiro	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Euphorbiaceae	38
38	Pucaquiro	<i>Aspidosperma</i>	Apocynaceae	15
39	Pumaquiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Apocynaceae	17
40	Quillobordon	<i>Aspidosperma desmanthum</i>	Apocynaceae	6
41	Quillosa	<i>Vochysia diversa</i>	Vochysiaceae	634
42	Quillovara	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	180
43	Quinilla	<i>Pouteria cladantha</i>	Sapotaceae	41
44	Requia	<i>Guarea purusana</i>	Meliaceae	163
45	Sapotillo	<i>Quararibea guianensis</i>	Malvaceae	221
46	Shihuahuaco	<i>Dipteryx micrantha</i>	Fabaceae	110
47	Shimbillo	<i>Inga nobilis</i>	Fabaceae	265
48	Shiringa	<i>Hevea guianensis</i>	Euphorbiaceae	126
49	Tahuari	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Bignoniaceae	7
50	Tangarana	<i>Triplaris americana</i>	Polygonaceae	215
51	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae	228
52	Yacushapana	<i>Buchenavia macrophylla</i>	Combretaceae	313
	Total			12 273

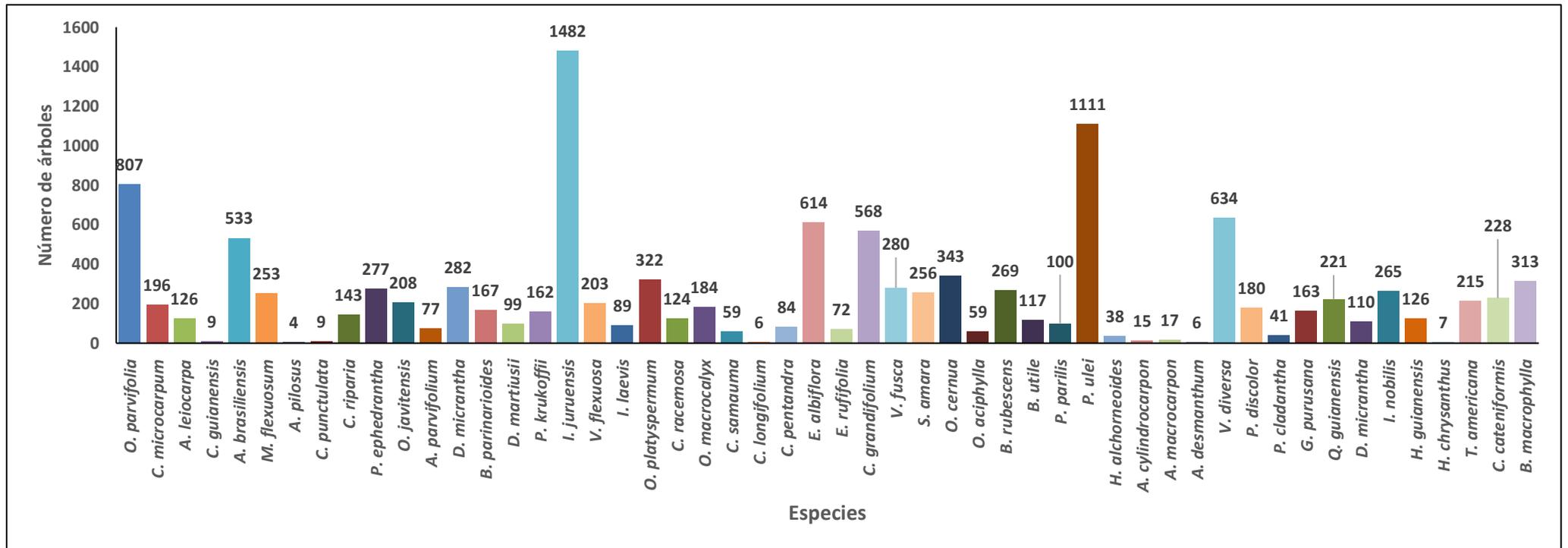


Figura 2. Distribución del número de árboles por especie

4.2. Número de árboles

La distribución del número de árboles según clases de diámetro, especie, hectárea y del bosque total estimado se muestra en el cuadro 3. Los resultados indican el registro de 17,94 árboles/ha de un total de 12 273 árboles, donde la especie *Iryanthera juruensis* contiene el mayor número de árboles con 2,17 árboles/ha (1482 árboles), seguida de *Parkia ulei* con 1,62 árboles/ha (1111 árboles), *Otoba parvifolia* con 1,18 árboles/ha (807 árboles), *Vochysia diversa* con 0,93 árboles/ha (634 árboles) y *Eschweilera albiflora* con 0,90 árboles/ha (614 árboles); mientras que menor valor presentan las especies *Aspidosperma desmanthum*, *Calophyllum longifolium* y *Anthodiscus pilosus*, ambas con 0,01 árboles/ha, seis y cuatro árboles cada una respectivamente.

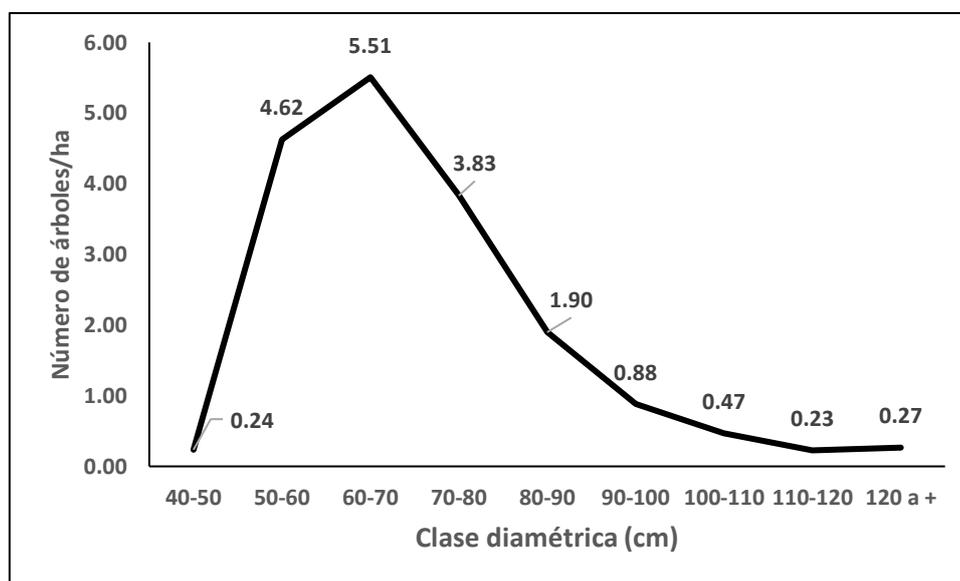


Figura 3. Distribución del número de árboles por clase diamétrica

Las clases diamétricas de 60 cm a 70 cm con 5,51 árboles/ha (3768 árboles), de 50 cm a 60 cm con 4,62 árboles/ha (3162 árboles) y de 70 cm a 80 cm con 3,82 árboles/ha (2621 árboles) presentan mayor cantidad de árboles; mientras que las

clases diamétricas de 110 cm a 120 cm con 0,23 árboles/ha (155 árboles), de 120 cm a más con 0,27 árboles/ha (184 árboles) y de 40 cm a 50 cm con 0,24 árboles/ha (161 árboles), contienen menor cantidad de árboles.

La figura 3 muestra a la clase diamétrica de 60 cm a 70 cm (5,51 árboles/ha), con mayor cantidad de árboles; mientras que la clase diamétrica de 40 cm a 50 cm reporta menor cantidad de árboles (0,24 árboles/ha), respectivamente.

Cuadro 3. Número de árboles por clase diamétrica (cm), por especie, por hectárea y total

Especie	Clase diamétrica (cm)								120 A +	N° de árb/ha	N° de árb.
	40	50	60	70	80	90	100	110			
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90	A 100	A 110	A 120			
<i>I. juruensis</i>	0,061	0,788	0,759	0,417	0,123	0,016	0,003			2,17	1482
<i>P. ulei</i>		0,244	0,409	0,428	0,284	0,164	0,053	0,026	0,016	1,62	1111
<i>O. parvifolia</i>	0,031	0,466	0,474	0,161	0,042	0,006				1,18	807
<i>V. diversa</i>	0,001	0,142	0,267	0,228	0,139	0,079	0,041	0,016	0,013	0,93	634
<i>E. albiflora</i>	0,012	0,257	0,336	0,206	0,063	0,018	0,003	0,001	0,001	0,90	614
<i>C. grandifolium</i>	0,006	0,215	0,276	0,178	0,105	0,034	0,010	0,004	0,001	0,83	568
<i>A. brasiliensis</i>	0,006	0,136	0,208	0,231	0,121	0,056	0,013	0,007	0,001	0,78	533
<i>D. micrantha</i>	0,007	0,175	0,218	0,094	0,042	0,013	0,015	0,003	0,006	0,57	392
<i>O. cernua</i>	0,012	0,227	0,161	0,067	0,019	0,009	0,003	0,004		0,50	343
<i>O. platyspermum</i>	0,007	0,132	0,153	0,099	0,047	0,016	0,013	0,003		0,47	322
<i>B. macrophylla</i>		0,077	0,105	0,111	0,096	0,044	0,019	0,001	0,003	0,46	313
<i>V. fusca</i>	0,003	0,085	0,108	0,108	0,067	0,019	0,018		0,001	0,41	280
<i>P. ephedrantha</i>	0,004	0,096	0,142	0,117	0,031	0,010	0,003		0,001	0,40	277
<i>B. rubescens</i>	0,001	0,037	0,070	0,085	0,088	0,042	0,044	0,018	0,009	0,39	269
<i>I. nobilis</i>	0,004	0,143	0,136	0,077	0,015	0,009	0,003			0,39	265
<i>S. amara</i>	0,010	0,120	0,118	0,088	0,031	0,001	0,004	0,001		0,37	256
<i>M. flexuosum</i>		0,137	0,124	0,080	0,020	0,004	0,003			0,37	253
<i>C. cateniformis</i>			0,020	0,037	0,047	0,057	0,054	0,032	0,086	0,33	228
<i>Q. guianensis</i>	0,004	0,105	0,136	0,061	0,012	0,003	0,001			0,32	221
<i>T. americana</i>		0,064	0,111	0,083	0,032	0,020	0,003			0,31	215
<i>O. javitensis</i>	0,026	0,143	0,098	0,032	0,003	0,001				0,30	208
<i>V. flexuosa</i>	0,009	0,070	0,124	0,063	0,020	0,006	0,004			0,30	203
<i>C. microcarpum</i>	0,001	0,039	0,076	0,076	0,048	0,026	0,009	0,006	0,004	0,29	196
<i>O. macrocalyx</i>	0,001	0,039	0,066	0,050	0,037	0,028	0,022	0,016	0,010	0,27	184
<i>P. discolor</i>	0,004	0,072	0,086	0,056	0,029	0,009	0,004	0,003		0,26	180
<i>B. parinarioides</i>	0,004	0,020	0,051	0,072	0,035	0,026	0,016	0,009	0,010	0,24	167
<i>G. purusana</i>		0,072	0,083	0,053	0,015	0,009	0,006		0,001	0,24	163
<i>P. krukoffii</i>	0,001	0,057	0,060	0,058	0,028	0,013	0,010	0,006	0,003	0,24	162
<i>C. riparia</i>	0,001	0,013	0,022	0,053	0,051	0,032	0,026	0,007	0,003	0,21	143
<i>H. guianensis</i>		0,089	0,057	0,032	0,006					0,18	126
<i>A. leiocarpa</i>		0,006	0,020	0,026	0,037	0,026	0,026	0,025	0,018	0,18	126
<i>C. racemosa</i>	0,001	0,042	0,047	0,051	0,029	0,009			0,001	0,18	124

<i>B. utile</i>		0,023	0,028	0,038	0,026	0,019	0,018	0,012	0,007	0,17	117
<i>P. parilis</i>	0,001	0,026	0,054	0,038	0,019	0,006		0,001		0,15	100
<i>D. martiusii</i>	0,001	0,061	0,066	0,013	0,003					0,14	99
<i>I. laevis</i>	0,003	0,057	0,048	0,020	0,001					0,13	89
<i>C. pentandra</i>			0,006	0,003	0,016	0,010	0,004	0,016	0,067	0,12	84
<i>A. parvifolium</i>		0,023	0,019	0,025	0,019	0,015	0,010	0,001		0,11	77
<i>E. rufifolia</i>		0,025	0,034	0,037	0,007	0,003				0,11	72
<i>C. samauma</i>		0,004	0,029	0,022	0,015	0,007	0,001	0,004	0,003	0,09	59
<i>O. aciphylla</i>	0,004	0,025	0,031	0,015	0,007	0,001	0,001	0,001		0,09	59
<i>P. cladantha</i>		0,023	0,015	0,007	0,007	0,004	0,003			0,06	41
<i>H. alchorneoides</i>		0,013	0,020	0,012	0,006	0,003	0,001			0,06	38
<i>A. macrocarpon</i>		0,009	0,007	0,007	0,001					0,02	17
<i>A. cylindrocarpon</i>	0,001	0,009	0,010	0,001						0,02	15
<i>C. punctulata</i>			0,003	0,004	0,001	0,004				0,01	9
<i>C. guianensis</i>		0,003	0,009	0,001						0,01	9
<i>H. chrysanthus</i>		0,003		0,003	0,003	0,001				0,01	7
<i>A. desmanthum</i>	0,001	0,004			0,003					0,01	6
<i>C. longifolium</i>			0,004	0,003	0,001					0,01	6
<i>A. pilosus</i>		0,001	0,001	0,003						0,01	4
Total	0,24	4,62	5,51	3,83	1,90	0,88	0,47	0,23	0,27	17,94	12273
Total general	161	3162	3768	2621	1299	602	321	155	184		12273

4.3. Volumen de madera comercial

La distribución del volumen de madera según clases de diámetro, especie, hectárea y del bosque total estimado se presenta en el cuadro 4. Los resultados indican el registro de 83,85 m³/ha de un total de 57 368,90 m³. La especie *Iryanthera juruensis* muestra el mayor volumen con 8,50 m³/ha (5818,27 m³), seguida de *Parkia ulei* con 8,30 m³/ha (5681,32 m³), *Vochysia diversa* con 4,80 m³/ha (3285,41 m³) y *Otoba parvifolia* con 4,18 m³/ha (2858,89 m³); por el contrario menor volumen reportan las especies *Calophyllum longifolium* con 0,04 m³/ha (26,75 m³), *Aspidosperma desmanthum* con (0,03 m³/ha) y *Anthodiscus pilosus* con 0,02 m³/ha (15,92 m³) respectivamente.

Las clases diamétricas de 60 cm a 70 cm con 19,81 m³/ha (13 556,91 m³), de 70 cm a 80 cm con 18,34 m³/ha (12 551,49 m³) y de 50 cm a 60 cm con 13,01 m³/ha (8905,11 m³), contienen mayor volumen; por el contrario, las clases diamétricas de 100 cm a 110 cm con 4,63 m³/ha (3164,64 m³), de 110 cm a 120 cm con 2,69 m³/ha (1840,90 m³) y de 40 cm a 50 cm con 0,54 m³/ha (369,63 m³), presentan menor volumen.

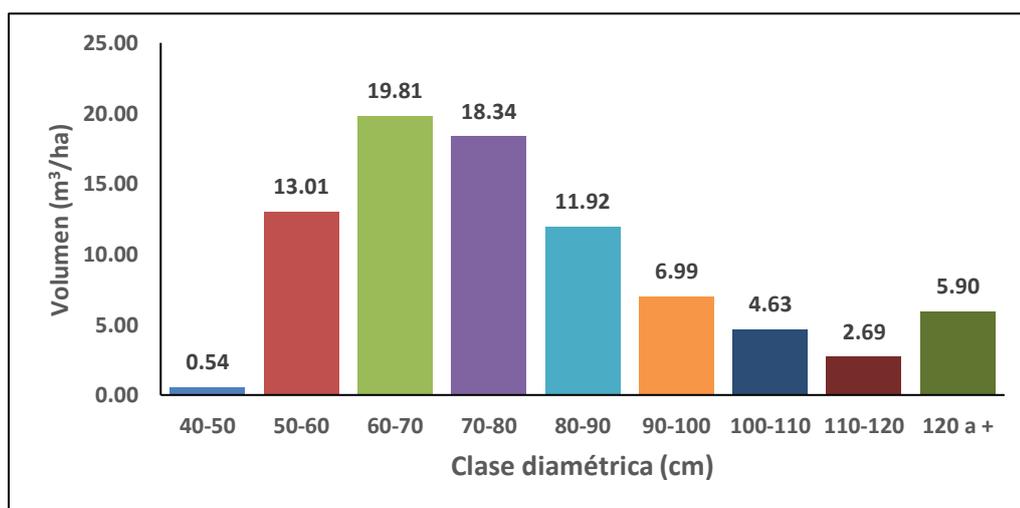


Figura 4. Distribución del volumen de madera por clase diamétrica

La figura 4 muestra a la clase diamétrica de 60 cm a 70 cm ($19,81 \text{ m}^3/\text{ha}$), con mayor volumen de madera; mientras que la clase diamétrica de 40 cm a 50 cm contiene menor volumen de madera ($0,54 \text{ m}^3/\text{ha}$).

Cuadro 4. Volumen de madera por clase diamétrica (cm), por especie, por hectárea y total

Especie	Clase diamétrica (cm)									Vol. (m ³ /ha)	Vol. (m ³)
	40	50	60	70	80	90	100	110	120 A +		
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90	A 100	A 110	A 120			
<i>I. juruensis</i>	0,14	2,27	2,91	2,18	0,83	0,14	0,03			8,50	5818,27
<i>P. ulei</i>		0,72	1,50	2,01	1,73	1,27	0,51	0,30	0,26	8,30	5681,32
<i>V. diversa</i>	0,00	0,41	1,03	1,10	0,88	0,61	0,41	0,19	0,18	4,80	3285,41
<i>O. parvifolia</i>	0,07	1,29	1,68	0,81	0,28	0,05				4,18	2858,89
<i>C. grandifolium</i>	0,01	0,65	1,05	0,93	0,71	0,29	0,11	0,06	0,03	3,86	2637,83
<i>C. cateniformis</i>			0,09	0,20	0,33	0,50	0,57	0,39	1,71	3,79	2593,35
<i>E. albiflora</i>	0,03	0,74	1,18	0,97	0,40	0,13	0,03	0,02	0,02	3,51	2401,43
<i>A. brasiliensis</i>	0,01	0,37	0,72	1,02	0,70	0,43	0,12	0,07	0,02	3,47	2373,91
<i>C. pentandra</i>			0,03	0,02	0,12	0,10	0,05	0,21	2,29	2,82	1932,20
<i>B. rubescens</i>	0,00	0,11	0,27	0,43	0,56	0,34	0,42	0,22	0,14	2,49	1701,51
<i>B. macrophylla</i>		0,24	0,37	0,52	0,59	0,33	0,16	0,02	0,04	2,27	1555,80
<i>D. micrantha</i>	0,02	0,45	0,64	0,38	0,24	0,11	0,15	0,03	0,08	2,09	1431,37
<i>O. platyspermum</i>	0,02	0,38	0,55	0,49	0,30	0,13	0,13	0,04		2,04	1393,39
<i>V. fusca</i>	0,01	0,24	0,41	0,53	0,45	0,16	0,19		0,03	2,03	1386,37
<i>O. cernua</i>	0,02	0,60	0,53	0,31	0,12	0,07	0,02	0,05		1,73	1180,93
<i>O. macrocalyx</i>	0,00	0,12	0,23	0,25	0,23	0,22	0,22	0,20	0,17	1,64	1123,16
<i>P. ephedrantha</i>	0,01	0,27	0,51	0,54	0,18	0,08	0,03		0,02	1,64	1121,15
<i>B. parinarioides</i>	0,01	0,06	0,20	0,35	0,24	0,22	0,16	0,10	0,17	1,51	1032,41
<i>A. leiocarpa</i>		0,02	0,09	0,14	0,22	0,21	0,26	0,28	0,28	1,51	1031,20
<i>C. microcarpum</i>	0,00	0,12	0,27	0,34	0,28	0,19	0,08	0,06	0,10	1,44	988,40
<i>S. amara</i>	0,02	0,32	0,42	0,41	0,19	0,01	0,04	0,02		1,44	984,01
<i>M. flexuosum</i>		0,38	0,46	0,40	0,13	0,03	0,03			1,43	975,72
<i>C. riparia</i>	0,00	0,05	0,09	0,27	0,34	0,26	0,27	0,09	0,05	1,42	970,17
<i>V. flexuosa</i>	0,02	0,22	0,53	0,34	0,15	0,05	0,04			1,35	924,97
<i>I. nobilis</i>	0,01	0,38	0,44	0,33	0,08	0,06	0,02			1,32	902,11
<i>T. americana</i>		0,17	0,36	0,36	0,18	0,14	0,03			1,24	849,77
<i>Q. guianensis</i>	0,01	0,30	0,47	0,29	0,08	0,02	0,02			1,19	812,58
<i>P. krukoffii</i>	0,00	0,16	0,20	0,27	0,16	0,10	0,09	0,07	0,09	1,15	789,37
<i>B. utile</i>		0,06	0,10	0,18	0,16	0,16	0,17	0,14	0,12	1,08	742,06
<i>P. discolor</i>	0,01	0,20	0,31	0,25	0,17	0,06	0,03	0,04		1,08	736,68
		0,19	0,27	0,21	0,08	0,06	0,05		0,02	0,89	609,23

<i>O. javitensis</i>	0,06	0,34	0,30	0,13	0,01	0,01				0,85	581,02
<i>C. racemosa</i>	0,00	0,12	0,17	0,26	0,18	0,06			0,02	0,81	554,40
<i>P. parilis</i>	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,05		0,02		0,63	428,21
<i>A. parvifolium</i>		0,07	0,08	0,12	0,12	0,11	0,11	0,02		0,62	427,43
<i>H. guianensis</i>		0,24	0,19	0,15	0,03					0,62	424,39
<i>C. samauma</i>		0,01	0,11	0,12	0,10	0,06	0,02	0,05	0,05	0,52	357,26
<i>D. martiusii</i>	0,00	0,17	0,22	0,06	0,02					0,47	321,68
<i>E. rufifolia</i>		0,07	0,13	0,18	0,05	0,02				0,45	308,07
<i>I. laevis</i>	0,01	0,15	0,17	0,09	0,01					0,43	291,12
<i>O. aciphylla</i>	0,01	0,07	0,11	0,06	0,04	0,01	0,01	0,02		0,34	231,26
<i>P. cladantha</i>		0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03			0,25	171,50
<i>H. alchorneoides</i>		0,03	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02			0,23	156,71
<i>A. macrocarpon</i>		0,03	0,02	0,03	0,01					0,09	58,27
<i>C. punctulata</i>			0,01	0,02	0,01	0,03				0,08	54,05
<i>A. cylindrocarpon</i>	0,00	0,02	0,03	0,01						0,06	42,38
<i>H. chrysanthus</i>		0,01		0,01	0,02	0,01				0,05	37,43
<i>C. guianensis</i>		0,01	0,04	0,01						0,05	33,57
<i>C. longifolium</i>			0,02	0,01	0,01					0,04	26,75
<i>A. desmanthum</i>	0,00	0,01			0,02					0,03	22,50
<i>A. pilosus</i>		0,00	0,01	0,01						0,02	15,92
Total	0,54	13,01	19,81	18,34	11,92	6,99	4,63	2,69	5,90	83,85	57368,90
Total general	369,63	8905,11	13556,91	12551,49	8158,56	4784,50	3164,64	1840,90	4037,15		57368,90

4.4. Relación del diámetro con la altura total

4.4.1. Prueba de normalidad

Para determinar si los datos del DAP y altura total de los 12 273 árboles evaluados en el censo forestal del bosque de colina baja tienen distribución normal, se sometió a la prueba de normalidad a través del modelo de Kolmogorov-Smirnov. En el cuadro 5 se presenta el resultado de dicha prueba.

Considerando que $n = 12\ 273$, los resultados de la prueba del modelo de Kolmogorov-Smirnova fue seleccionado para el análisis, considerando que el *p-valor* del DAP y altura total (*p-valor* = 0,000) es menor que $\alpha = 0,05$. Esto lleva a concluir que los datos registrados en la población no tienen distribución normal. Por lo tanto, se utilizó la prueba no paramétrica de Rho de Spearman para probar la relación del diámetro versus la altura total.

En la figura 5 se observa los valores atípicos y extremos del DAP y altura total de las especies forestales proyectadas fuera de la caja. Los resultados muestran (Cuadro 6) que la correlación es regular con el valor de $r = -0,142$, también podemos comprobar que el *p-valor* = 0,000 es menor que $\alpha = 0,01$, por lo que concluimos que la correlación DAP - altura total es significativo al nivel 0,01.

Cuadro 5. Prueba de normalidad para el diámetro y altura total

	Prueba de normalidad		
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Diámetro	0,131	12273	0,000
Altura total	0,136	12273	0,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

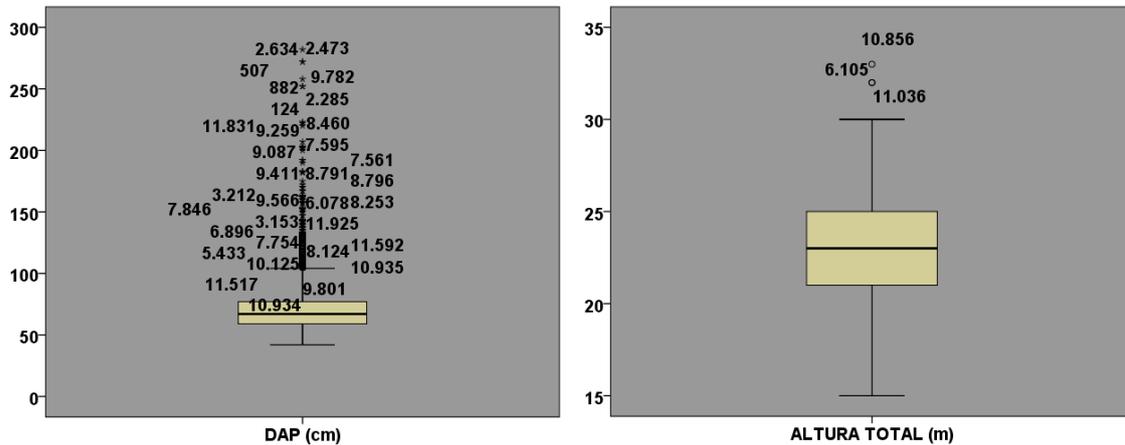


Figura 5. Diagrama de caja para el diámetro y altura total

Cuadro 6. Correlación entre la variable diámetro y altura total

Correlaciones				
			DAP	Altura total
Rho de Spearman	DAP	Coefficiente de correlación	1,000	-0,142*
		Sig. (bilateral)		0,000
		N	12273	12273
	Altura total	Coefficiente de correlación	-0,142*	1,000
		Sig. (bilateral)	0,000	
		N	12273	12273

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

4.4.2. Modelo alométrico que se ajustó a la relación diámetro-altura total

La altura total promedio de los árboles en el bosque de colina baja se da en el cuadro 7, que muestra que varían de 25,04 m a 23,92 m; también es necesario manifestar que las clases diamétricas de 40 cm a 120 cm muestran variabilidad

A) Promedio de altura total de los árboles registrados

Cuadro 7. Promedio de altura total de los árboles

Clase diamétrica (cm)	Altura promedio (m)
40	25.04
50	23.67
60	22.28
70	22.22
80	22.59
90	22.52
100	23.05
110	23.02
120	23.92

La figura 6 muestra gráficamente la tendencia de la altura, donde se observa alta variación conforme aumenta la clase diamétrica.

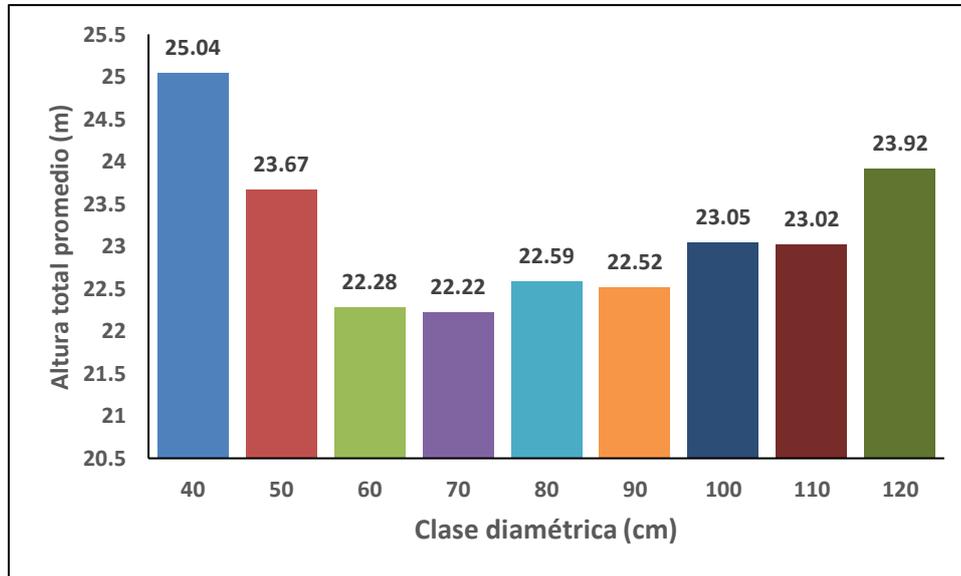


Figura 6. Distribución de altura total promedio de los árboles

B) Modelo alométrico que se ajustó para estimar la altura total de los árboles

Cuadro 8. Modelos alométricos evaluados a la altural total promedio

Ecuación	Resumen de los modelos				Parámetros estimados				r	R ²	R ² ajustado	SEE	Residuo
	gl1	gl2	F	Sig.	Const.	b1	b2	b3					
Lineal	1	8	0,381	0,556	23,758	-0,008			0,227	0,052	*0,084	0,959	6,443
Logarítmica	1	8	1,100	0,329	27,103	-0,915			0,368	0,136	0,012	0,916	5,872
Inversa	1	8	2,390	0,166	21,965	83,695			0,505	0,255	0,148	0,851	5,065
Cuadrático	1	8	17,122	0,003	31,370	-0,220	0,001		0,922	0,851	0,801	0,411	1,013
Cúbico	1	8	24,135	0,002	39,750	-0,582	0,006	-2,007E-5	0,967	0,935	0,897	0,296	0,439
Compuesto	1	8	0,342	0,577	23,708	1,000			0,216	0,047	-0,090	0,041	0,012
Potencia	1	8	1,024	0,345	27,227	-0,038			0,357	0,128	0,003	0,039	0,011
S-curva	1	8	2,256	0,177	3,092	3,482			0,494	0,244	0,136	0,036	0,009
Crecimiento	1	8	0,342	0,577	3,166	0,000			0,216	0,047	-0,090	0,041	0,012
Exponencial	1	8	0,342	0,577	23,708	0,000			0,216	0,047	-0,090	0,041	0,012
Logística	1	8	0,342	0,577	0,042	1,000			0,216	0,047	-0,090	0,041	0,012

Los modelos alométricos que estiman la altura total promedio de los árboles registrados en el censo forestal se presentan en el cuadro 8. Se puede observar que el modelo alométrico más apropiado para esta relación resulta ser el modelo cúbico, por ser el de mayor coeficiente de correlación ($r = 0,967$) y coeficiente de determinación ($R^2 = 0,935$), lo que indica que el 93,5% de variación en la altura total de los árboles en este bosque se debe al diámetro. La ecuación para estimar la altura total se da a continuación:

$$Y = 39,750 + (- 0,582 \times \text{DAP}) + (0,006 \times \text{DAP}^2) + (-2,007\text{E-}5 \times \text{DAP}^3)$$

La tendencia del modelo alométrico potencia que mejor se ajusta a la relación diámetro-altura total de los árboles en el bosque de colina baja se observa en la figura 7.

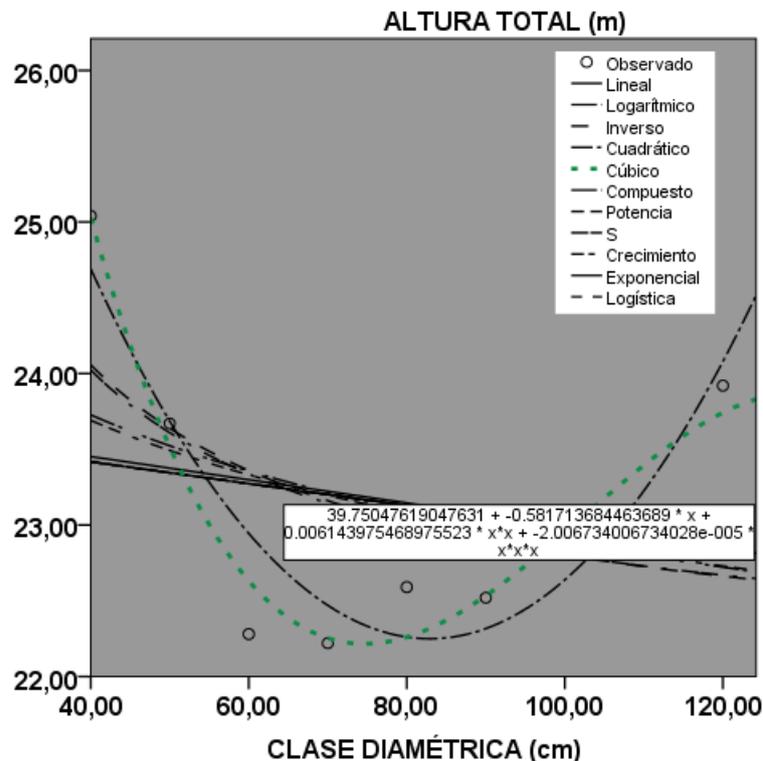


Figura 7. Relación diámetro-altura total promedio de los árboles

CAPITULO V: DISCUSIÓN

5.1. Composición florística

La relación de familias, géneros, número de especies y número de árboles por especie del bosque de colina baja se muestra en el cuadro 2. Se observa la diferencia que acontece con relación al número de géneros, especies y número de árboles registrados en el censo forestal. Se observa a la familia Fabaceae como la más importante de este bosque con nueve géneros (*Parkia*, *Dipteryx*, *Vatairea*, *Inga*, *Macrolobium*, *Cedrelinga*, *Ormosia*, *Apuleia* y *Diploptropis*), seguida de Myristicaceae (Cuatro géneros: *Iryanthera*, *Otoba*, *Osteophloeum* y *Virola*), Euphorbiaceae (Tres géneros: *Caryodendron*, *Hevea* y *Hieronima*), Caryocaraceae (Tres generos: *Caryocar*, *Anthodiscus* y *Parinari*), con dos géneros Lauraceae (*Anaueria* y *Ocotea*), Lecythidaceae (*Eschweilera* y *Couratari*), Malvaceae (*Quararibea* y *Ceiba*), Moraceae (*Brosimum* y *Clarisia*) y Meliaceae (*Guarea* y *Caraipa*); con un género Anacardiaceae (*Anacardium*), Asteraceae (*Piptocoma*), Bignoniaceae (*Handroanthus*), Burseraceae (*Protium*), Calophyllaceae (*Calophyllum*), Clusiaceae (*Caraipa*), Combretaceae (*Buchenavia*), Polygonaceae (*Triplaris*), Sapotaceae (*Pouteria*), Simaroubaceae (*Simarouba*) y Vochysiaceae (*Vochysia*).

La especie más abundante está referida a *Iryanthera juruensis* “cumala” de la familia Myristicaceae (1482 árboles), seguida de *Parkia ulei* “pashaco” de la familia Fabaceae, *Otoba parvifolia* “aguanillo” de la familia Myristicaceae (807 árboles), *Vochysia diversa* “quillosa” de la familia Vochysiaceae (634 árboles) y *Eschweilera albiflora* “machimango” de la familia Lecythidaceae (614 árboles), que juntas hacen en total 4648 árboles que representa el 37,81%; por el contrario

Aspidosperma desmanthum “quillobordon” de la familia Apocynaceae (Seis árboles), *Calophyllum longifolium* “lagarto caspi” de la familia Calophyllaceae (Seis árboles) y *Anthodiscus pilosus* “Boton caspi” de la familia Caryocaraceae, juntas suman 16 árboles que constituye el 0,13%. (Rivas, 2019b, p. 21), registró 593 árboles, 83 generos, 174 especies y 35 familias botánicas, también señala que la familia Fabaceae contiene el mayor valor (86 árboles, 15 géneros y 29 especies) que representa el 15% del total, seguida de la familia Lecythidaceae (76 árboles, dos géneros y nueve especies) que constituye el 13% y la familia Urticaceae (64 árboles, dos géneros y 10 especies), representa el 11%. (Torres, 2019b, p. 18), reporta 36 familias botánicas, 165 especies y 724 árboles, donde, la familia Fabaceae muestra el mayor número de especies (26), seguida de Lauraceae (17), Myristicaceae (13), Burseraceae (11), Annonaceae y Lecythidaceae con nueve especies cada una, por el contrario, las demás contienen valores que van desde uno a ocho especies. Las familias Euphorbiaceae y Fabaceae presentan alta discrepancia con respecto al número de árboles al ser contrastadas. Estos resultados son los mismos para la familia más importante, pero muestran discrepancia con respecto al tipo y número de árboles. Esta diferencia está relacionada posiblemente por el tipo de bosque, las fuentes de semillas, los claros, los factores ambientales: la ubicación geográfica, el clima, el suelo y la topografía, así como la dinámica del bosque y la ecología de las especies.

5.2. Modelo alométrico que se ajustó para estimar la altura total de los árboles

El modelo alométrico cúbico muestra la mejor corrección de la relación del diámetro en comparación con la altura total promedio con coeficiente de correlación $r=0,967$ y coeficiente de determinación $R^2=0,935$, SEE% 0,296 y valor residual 0,439; seguido del cuadrático ($r=0,922$ y $R^2=0,851$), inversa ($r=0,505$ y

$R^2=0,851$) y s-curva ($r=0,494$ y $R^2=0,244$). (Vásquez, 2022b, pp. 15-16), afirma que el modelo alométrico que se ajustó a la relación DAP - altura total es la S-Curva ($Y = 2,718282^{(3,492 - 12,471 / t)}$) con mayor coeficiente de correlación ($r = 0,85$) y coeficiente de determinación ($R^2 = 0,72$) o sea que el 72,4% de los cambios que se producen en el crecimiento en altura total de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke “tornillo en bosque natural se atribuye al diámetro. (Rivas, 2019c, p. 28), indica que el modelo alométrico potencia se ajustó a la relación DAP-altura total ($HT= 9,744 \text{ DAP}^{0,231}$) con mayor coeficiente de determinación ($R^2=0,81$); mientras que (Torres, 2019c, p. 27), también reporta al modelo alométrico potencia con el mayor valor de coeficiente de correlación ($r=0,97$) y coeficiente de determinación ($R^2=0,94$) ($H = 9,289 \times \text{DAP}^{0,269}$); además, indica que este modelo muestra el menor error estándar estimado ($SEE= 0,05$), seguido de S-curva ($SEE= 0,07$); mientras que el modelo lineal reporta el mayor error estándar estimado ($SEE = 2,25$). Una diferencia significativa en la no concordancia de estos resultados que puede estar relacionada, a las especies y número estimado de árboles registrados, densidad de árboles, tipo de bosque, actividad antrópica, edad del bosque, factores ambientales, DAP registrado, zonas evaluadas, personal capacitado, instrumentos utilizados, tiempo de valuación, accesibilidad al área, entre otros.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. Se registraron en total 12 273 árboles, agrupados en 52 especies forestales comerciales y 22 familias botánicas. La mayor cantidad de especies presenta la familia Fabaceae (10 especies), seguida de Myristicaceae (Cinco especies), Moraceae y Lauraceae (Cuatro especies cada una), Apocynaceae, Euphorbiaceae, Lecythidaceae y Malvaceae (Tres especies cada una), las 14 familias restantes hacen en total 17 especies.
2. La distribución del número de árboles por clase diamétrica asciende a 17,94 árboles/ha (12 773 árboles). La especie *Iryanthera juruensis* muestra el mayor número de árboles (2,17 árboles/ha, 1482 árboles), seguida de *Parkia ulei* con 1,62 árboles/ha (1111 árboles).
3. La relación diámetro-altura total promedio de los árboles se ajustó al modelo de distribución del tipo cúbico $Y = 39,750 + (- 0,582 \times DAP) + (0,006 \times DAP^2) + (-2,007E-5 \times DAP^3)$, con un coeficiente de correlación de $r=0,967$ y un coeficiente de determinación de $R^2=0,935$.
4. La hipótesis se rechaza en el sentido de que el modelo alométrico lineal no se ajustó a la relación entre el diámetro y la altura total para estimar la altura de los árboles del bosque de colina baja.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

1. Estime el dosel total de árboles en el bosque de colina baja, utilizando el modelo alométrico cúbico ($Y = 39,750 + (- 0,582 \times DAP) + (0,006 \times DAP^2) + (-2,007E-5 \times DAP^3)$).
2. Registre la altura total de los árboles desde 10 cm DAP y use un dispositivo de medición de altura para obtener los datos con menos errores.
3. Este trabajo de investigación servirá a los empresarios que tienen concesiones forestales en el ámbito del distrito del napo para estimar la altura total de especies forestales del bosque de colina baja a través del modelo alométrico que se ajustó.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

- Amaral, P., Veríssimo, A., Barreto, P., & Vidal, E. (1989). *Bosques para Siempre. Manual para la producción de madera en la Amazonía. IMAZÓN. Brasil.*
<https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/Bosque%20para%20siempre.pdf>
- Barrena, V., & Llerena, C. (1988a). Influencia de los errores de estimación de la altura en el cálculo del volumen. *Revista Forestal del Perú*, 15(1), 1-11.
- Barrena, V., & Llerena, C. (1988b). Influencia de los errores de estimación de la altura en el cálculo del volumen. *Revista Forestal del Perú*, 15(1), 1-11.
- Benítez, J. Y., Rivero, M., Vidal, A., Toirac, W., & Peláez, U. (2010). Estimación de la altura total en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* forst. (Ciudad de La Habana, Cuba). *Revista Forestal Baracoa*, 29(1).
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CU2011800005>
- BioDic. (2018). *Diccionario de términos básicos.*
<https://www.bioscripts.net/?portfolio=biodic>
- Díaz, D., Acosta, M., Carrillo, F., Buendía, E., Flores, E., & Etchevers, J. D. (2007). Determinación de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Pinus patula* Schl. Et Cham. (México). *Revista Madera y Bosques*, 13(1), 25-34.
- Díaz, R., Acosta, M., Carrillo, F., Buendía, E., Flores, E., & Etchevers, J. D. (2007). Determinación de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Pinus patula* Schl. Et Cham. (México). *Revista Madera y Bosques*, 13(1), 25-34.
- FAO. (2004). *Inventario forestal nacional; manual de campo modelo. Guatemala: Programa de Evaluación de los Recursos Forestales. Departamento de*

Montes-Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales; Términos y definiciones.* Roma, Italia. Departamento Forestal—Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

<https://www.fao.org/3/i1757s/i1757s00.htm>

Font, P. (1953). *Diccionario de botánica.* 1a. Barcelona, España. Ed. Labor (1.^a ed.). Labor.

https://www.academia.edu/36384459/FontQuer_DiccionariodeBotanica

Loetsch, F., Zohrer, F., & Haller, K. E. (1973). *Forest inventory.* 2, 469.

MINAM. (2015a). *Guía de inventario de flora y vegetación.* Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima-Perú.

<https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2683-guia-de-inventario-de-la-flora-y-vegetacion>

MINAM. (2015b). *Guía de inventario de flora y vegetación.* Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima-Perú.

<https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2683-guia-de-inventario-de-la-flora-y-vegetacion>

Moreno, J. M. (2015). *Estructura horizontal y valoración económica de las especies de madera comercial en cuatro tipos de bosque, distrito de Torres Causana, Loreto, Perú-2015.* [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4474>

- PROFONANPE. (2007). *Inventarios Forestales. Componente temático para la mesozonificación ecológica y económica de las cuencas de los ríos Pastaza y Morona, Iquitos, Perú.*
- Quispe, W. (2010). *Estructura horizontal y vertical de dos tipos de bosque concesionados en la región Madre de Dios.* Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios.
- Rae y Asale. (2010). *La ortografía de la lengua española* (1.ª ed., Vol. 1). Espasa.
<https://www.rae.es/obras-academicas/ortografia/ortografia-2010>
- Regalado, A., Peralta, E., & González, C. A. (2005). *Como hacer un modelo matemático.* https://www.utm.mx/edi_anteriores/temas035/2%20ensayo-35.pdf
- Rivas, C. A. (2019a). *Modelo alométrico para estimar la altura de las especies forestales de la parcela N° 6 del Arboretum “El Huayo” – Ciefor – Puerto Almendra, Loreto – 2018* [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6281>
- Rivas, C. A. (2019b). *Modelo alométrico para estimar la altura de las especies forestales de la parcela N° 6 del Arboretum “El Huayo” – Ciefor – Puerto Almendra, Loreto – 2018* [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6281>
- Rivas, C. A. (2019c). *Modelo alométrico para estimar la altura de las especies forestales de la parcela N° 6 del Arboretum “El Huayo” – Ciefor – Puerto Almendra, Loreto – 2018.* [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6281>
- Rosas, A., & Zúñiga, J. (2010). *Estadística descriptiva e inferencial I. Correlación y regresión lineal. Colegio de bachilleres.*

[http://www.conevyt.org.mx/bachillerato/material_bachilleres/cb6/5sempdf/e
din1/edi1_f03.pdf](http://www.conevyt.org.mx/bachillerato/material_bachilleres/cb6/5sempdf/e
din1/edi1_f03.pdf)

Segura, M., & Andrade, H. J. (2008). Como construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes. *Agroforestería en las Américas*, 46, 89-96.

Torres, E. (2019a). *Modelo alométrico para estimar la altura de las especies forestales de la parcela 5 del Arboretum “El Huayo” Ciefor Puerto Almendra, Loreto, 2018*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Torres, E. (2019b). *Modelo alométrico para estimar la altura de las especies forestales de la parcela 5 del Arboretum “El Huayo” Ciefor Puerto Almendra, Loreto, 2018*. [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <http://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6438>

Torres, E. (2019c). *Modelo alométrico para estimar la altura de las especies forestales de la parcela 5 del Arboretum “El Huayo” Ciefor Puerto Almendra, Loreto, 2018*. Universidad nacional de la Amazonía Peruana.

Vásquez, J. (2022a). *Relación altura total- diámetro en plantas de dos especies forestales en dos condiciones: Bosque natural y plantación. Puerto Almendra, Loreto, Perú—2020* [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <https://hdl.handle.net/20.500.12737/7708>

Vásquez, J. (2022b). *Relación altura total- diámetro en plantas de dos especies forestales en dos condiciones: Bosque natural y plantación. Puerto Almendra, Loreto, Perú—2020*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Vela, C. C. (2019a). *Relación de altura total y comercial con el diámetro de los árboles en dos tipos de bosque en el distrito de Contamana, Loreto Perú –*

2017. [Univesidad Nacional de la Amazonía Peruana].

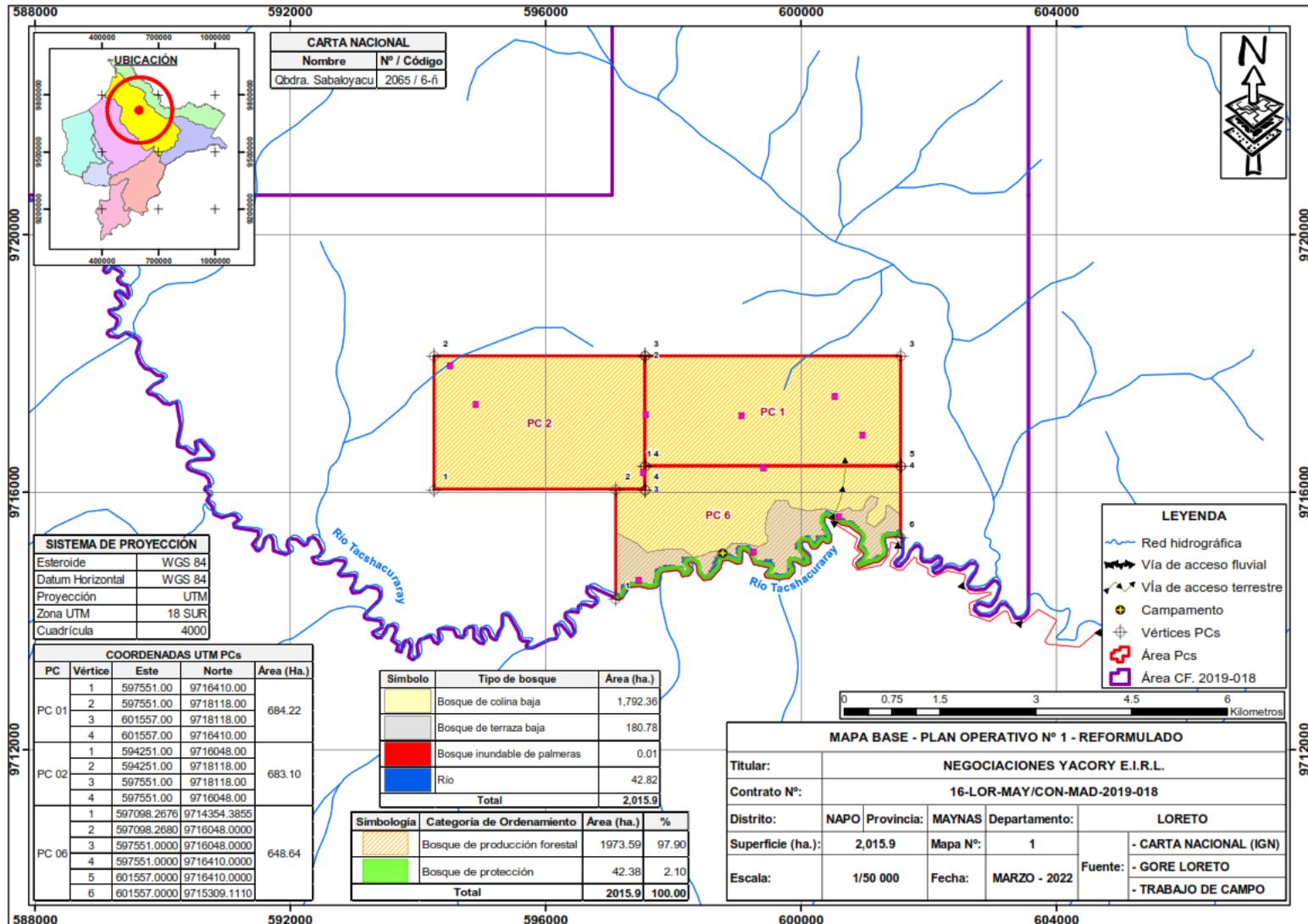
<https://hdl.handle.net/20.500.12737/7906>

Vela, C. C. (2019b). *Relación de altura total y comercial con el diámetro de los árboles en dos tipos de bosque en el distrito de Contamana, Loreto Perú – 2017*. [Univesidad Nacional de la Amazonía Peruana].

<https://hdl.handle.net/20.500.12737/7906>

Vela, C. C. (2019c). *Relación de altura total y comercial con el diámetro de los árboles en dos tipos de bosque en el distrito de Contamana, Loreto Perú – 2017*. Univesidad Nacional de la Amazonía Peruana.

ANEXOS



Anexo 1. Mapa de ubicación del bosque de colina baja de la concesión forestal 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-018

Anexo 3. Identificación de las especies forestales comerciales



Centro de Investigación de
Recursos Naturales
Herbarium Amazonense - AMAZ

INSTITUCION CIENTIFICA NACIONAL DEPOSITARIA DE MATERIAL BIOLÓGICO
CODIGO DE AUTORTIZACION AUT-ICND-2017-005

CONSTANCIA

El Coordinador del Herbarium Amazonense (AMAZ) del CIRNA, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

HACE CONSTAR:

Que, las muestras botánicas presentada por **LEYDI ESTER CUEVA ECHEVARRIA**, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, **Facultad de Ciencias Forestales**, de la **Universidad Nacional de la Amazonia Peruana**, pertenecen a la tesis titulado: **"MODELO ALOMÉTRICO PARA ESTIMAR LA ALTURA TOTAL DE LAS ESPECIES FORESTALES DEL BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-018, DISTRITO DEL NAPO, LORETO, 2022"**, han sido **DETERMINADAS** en este Centro de Investigación y Enseñanza, **Herbarium Amazonense-AMAZ**, del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la UNAP-CIRNA-UNAP, como se indica a continuación:

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Aguanillo	<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr.) A. H. Gentry	Myristicaceae
Almendro	<i>Caryocar microcarpum</i> Ducke	Caryocaraceae
Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	Fabaceae
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae
Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i> Kosterm.	Lauraceae
Azucar huayo	<i>Macrobium flexuosum</i> Spruce ex Benth.	Fabaceae
Boton caspi	<i>Anthodiscus pilosus</i> Ducke	Caryocaraceae
Brea caspi	<i>Caraipa punctulata</i> Ducke	Clusiaceae
Cachimbo	<i>Couratari riparia</i> Sandwith	Lecythidaceae
Caimitillo	<i>Pouteria ephedrantha</i> (A. C. Sm.) T. D. Penn.	Sapotaceae
Canela moena	<i>Ocotea javitensis</i> (Kunth) Pittier	Lauraceae
Cashillo	<i>Anacardium parvifolium</i> Ducke	Anacardiaceae
Charapilla	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	Fabaceae
Chingonga	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	Moraceae
Chontaquiro	<i>Diplotropis martiusii</i> Benth.	Fabaceae
Copal	<i>Protium krukoffii</i> Swart	Burseraceae
Cumala	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	Myristicaceae
Cumala caupuri	<i>Virola flexuosa</i> A. C. Sm.	Myristicaceae
Cumala colorada	<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	Myristicaceae
Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae
Guariuba	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Moraceae
Huayruro	<i>Ormosia macrocalyx</i> Ducke	Fabaceae
Huimba	<i>Ceiba samauma</i> (Mart. & Zucc.) K. Schum.	Malvaceae

Continúa...

Nombre Comun	Nombre Científico	Familia
Lagarto caspi	<i>Calophyllum longifolium</i> Kunth	Calophyllaceae
Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae
Machimango	<i>Eschweilera albiflora</i> (A. DC.) Miers	Lecythidaceae
Machimango colorado	<i>Eschweilera rufifolia</i> S. A. Mori	Lecythidaceae
Mani caspi	<i>Caryodendron grandifolium</i> (Müll. Arg.) Pax	Euphorbiaceae
Mari mari	<i>Vatairea fusca</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
Marupa	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
Moena	<i>Ocotea cernua</i> (Nees) Mez	Lauraceae
Moena amarilla	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez	Lauraceae
Palisangre	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Moraceae
Panguana	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	Moraceae
Parinari	<i>Parinari parilis</i> J. F. Macbr.	Chrysobalanaceae
Pashaco	<i>Parkia ulei</i> (Harms) Kuhlm.	Fabaceae
Piñaquiro	<i>Hyeronima alchomeoides</i> Allemão	Euphorbiaceae
Pucaquiro	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	Apocynaceae
Pumaquiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	Apocynaceae
Quillobordon	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Müll. Arg.	Apocynaceae
Quillosisa	<i>Vochysia diversa</i> J.F. Macbr.	Vochysiaceae
Quillovara	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Asteraceae
Quinilla	<i>Pouteria cladantha</i> Sandwith	Sapotaceae
Requila	<i>Guarea purusana</i> C. DC.	Meliaceae
Sapotillo	<i>Quararibea guianensis</i> Aubl.	Malvaceae
Shihuahuaco	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	Fabaceae
Shimbillo	<i>Inga nobilis</i> Willd.	Fabaceae
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Euphorbiaceae
Tahuari	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	Bignoniaceae
Tangarana	<i>Triplaris americana</i> L.	Polygonaceae
Tornillo	<i>Cedrelina cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
Yacushapana	<i>Buchenavia macrophylla</i> Spruce ex Eichler	Combretaceae

Se expide la presente constancia a la interesada, para los fines que estimen conveniente.

Atentamente,

Iquitos, 12 de noviembre del 2022



Richard J. Huaranca Acostupa
 Coordinador Herbarium Amazonense

