



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES

TROPICALES

TESIS

**“CORRELACIÓN DE VOLUMEN, BIOMASA Y CONTENIDO DE CARBONO EN
UN BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL 16-IQU/C-J-
099-04, DISTRITO DE NAUTA, LORETO. 2024”**

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

PRESENTADO POR:

LIZ CAROLINA RUIZ DAVILA

ASESOR:

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2024



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 055-CCGyT-FCF-UNAP-2024

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 30 días del mes de octubre del 2024, a horas 08:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis: "CORRELACIÓN DE VOLUMEN, BIOMASA Y CONTENIDO DE CARBONO EN UN BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL 16-IQU/C-J-099-04, DISTRITO DE NAUTA, LORETO. 2024", aprobado con R.D. N° 0174-2024-FCF-UNAP, presentado por la bachiller, LIZ CAROLINA RUIZ DÁVILA para optar el Título Profesional de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 0446-2024-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Jorge Elías Alvan Ruiz, Dr.	:Presidente
Ing. Abrahan Cabudivo Moena, Dr.	:Miembro
Ing. Abel Yafet Benites Sánchez, M.Sc.	:Miembro

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

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

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

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

Siendo las 9:30' Se dio por terminado el acto ACADÉMICO

Ing. ABRAHAN CABUDIVO MOENA, Dr.
Miembro

Ing. JORGE ELÍAS ALVAN RUIZ, Dr.
Presidente

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

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

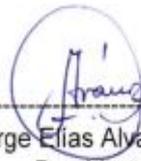
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL

TESIS

"CORRELACIÓN DE VOLUMEN, BIOMASA Y CONTENIDO DE CARBONO
EN UN BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL 16-
IQU/C-J-099-04, DISTRITO DE NAUTA, LORETO. 2024"

(Aprobado el día 30 de Octubre del 2024, Según Acta de Sustentación
N°055)

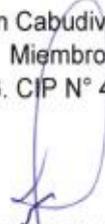
MIEMBROS DEL JURADO



Ing. Jorge Elías Alvarán Ruiz, Dr.
Presidente
REG. CIP N° 28387



Ing. Abrahán Cabudivo Moena, Dr.
Miembro
REG. CIP N° 40295



Ing. Abel Yafet Benites Sánchez, M.Sc.
Miembro
REG. CIP N° 66049



Ing. Ronald Burga Alvarado, Dr.
Asesor
REG. CIP N° 45725

14% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 12%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

DEDICATORIA

Mi tesis está dedicada a tres personas fundamentales en mi vida académica y personal: a mi abuela, Felipa Flores Nuñez, cuyo apoyo incondicional fue crucial durante mi tiempo en la universidad; a mi padre, Gilberto Ruiz Olortegui, quien siempre estuvo a mi lado orientándome en todo momento; y a mi pareja, Jairo Vásquez Flores, por su constante apoyo, guía y cuidado a lo largo de este camino.

AGRADECIMIENTO

- Al concluir una etapa extraordinaria de mi vida, quiero expresar mi profundo agradecimiento a quienes hicieron posible este sueño, aquellos que estuvieron a mi lado en cada paso y fueron una constante fuente de inspiración, apoyo y fortaleza. En primer lugar, deseo mencionar a Dios y a mi cónyuge Jairo Vásquez Flores, así como a mi familia.
- Deseo expresar mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, especialmente a la Escuela de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales, así como a todos los profesores que han desempeñado un papel crucial en mi trayectoria, ofreciéndome su apoyo y compartiendo su conocimiento invaluable.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
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 TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	7
1.3. Definición de términos básicos	11
CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES	13
2.1. Formulación de la hipótesis	13
2.2. Variables y su operacionalización	13
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño	14
3.2. Diseño muestral	14
3.3. Procedimientos de recolección de datos	14
3.4. Procesamiento y análisis de los datos	15

3.4.1. Verificación y determinación de la composición florística	15
3.4.2. Cálculo del volumen	15
3.4.3. Cálculo de la biomasa aérea	15
3.4.4. Estimación del contenido de carbono	16
3.4.5. Correlación entre el volumen con la biomasa y contenido de carbono	16
3.5. Aspectos éticos	18
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	19
4.1. Composición florística	19
4.2. Volumen maderable	23
4.3. Biomasa	30
4.4. Carbono almacenado	37
4.5. Correlación entre el volumen, biomasa y carbono almacenado	44
4.5.1. Prueba de normalidad	44
4.5.1. Correlación	49
CAPITULO V. DISCUSIÓN	50
CAPITULO VI. CONCLUSIONES	53
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES	54
CAPITULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN	55
ANEXOS	60
Anexo 1. Mapa de ubicación del área de estudio, ubicado en el distrito de Nauta	61
Anexo 2. Constancoa de identificación botánica de las especies	62

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Descripción	Pág.
1.	Caracterización florística del bosque de colina baja	21
2.	Volumen por especie y por hectárea	27
3.	Biomasa por especie y por clase diamétrica	34
4.	Carbono almacenado por especie y por clase diamétrica	41
5.	Prueba de normalidad del volumen, biomasa y carbono almacenado	45
6.	Estadísticos descriptivos del volumen, biomasa y carbono almacenado	48
7.	Correlación del volumen con la biomasa y el carbono almacenado	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

N°	Descripción	Pág.
1.	Distribución del número de árboles por familia	23
2.	Distribución del volumen por clase diamétrica	26
3.	Distribución de la biomasa por clase diamétrica	33
4.	Distribución del carbono almacenado por clase diamétrica	40
5.	Caja de bigotes del volumen, biomasa y carbono almacenado	45

RESUMEN

Se evaluó la correlación entre volumen, biomasa y contenido de carbono en un bosque de colina baja de la concesión (San Regis S.A.C) N° 16-IQU/C-J-099-04 en el distrito de Nauta, Loreto. Los resultados muestran que se registraron 4281 árboles, pertenecientes a 75 especies, 61 géneros y 23 familias botánicas distintas. El volumen total de madera alcanzó 104,19 metros cúbicos por hectárea, con *Ecclinusa lanceolata* como la especie dominante con 8,05 m³/ha, seguida por *Parkia nítida* con 6,16 m³/ha. La biomasa total fue de 182 118,38 kilogramos por hectárea, donde *Ecclinusa lanceolata* y *Parkia nítida* destacaron con 16 728,11 kg/ha y 11 646,52 kg/ha, respectivamente. El carbono almacenado registrado alcanzó las 91,06 toneladas por hectárea, siendo *Ecclinusa lanceolata* la especie principal con 8,36 toneladas de carbono por hectárea, seguida por *Parkia nítida* con 5,28 toneladas de carbono por hectárea. Se observó una correlación alta y consistente entre el volumen, biomasa y carbono almacenado, con un coeficiente de correlación de $r = 1,000$ en ambos casos, indicando una estrecha relación entre la cantidad de biomasa y carbono almacenado y el volumen maderable.

Palabras claves: Correlación, volumen, biomasa, carbono, colina baja, Nauta.

ABSTRACT

The correlation between volume, biomass and carbon content was evaluated in a low hill forest of the concession (San Regis S.A.C) N° 16-IQU/C-J-099-04 in the district of Nauta, Loreto. The results show that 4281 trees were recorded, belonging to 75 species, 61 genera and 23 different botanical families. The total volume of wood reached 104,19 cubic meters per hectare, with *Ecclinusa lanceolata* as the dominant species with 8,05 m³/ha, followed by *Parkia nitida* with 6,16 m³/ha. Total biomass was 182 118,38 kg/ha, with *Ecclinusa lanceolata* and, standing out with 16 728,11 kg/ha and 11 646,52 kg/ha, respectively. The recorded carbon stock reached 91,06 tons per hectare, with *Ecclinusa lanceolata* being the main species with 8,36 tons of carbon per hectare, followed by *Parkia nitida* with 5,28 tons of carbon per hectare. A high and consistent correlation was observed between volume, biomass and carbon stored, with a correlation coefficient of $r = 1,000$ in both cases, indicating a close relationship between the amount of biomass and carbon stored and the timber volume.

Keywords: Correlation, volume, biomass, carbon, low hill, Nauta.

INTRODUCCIÓN

Los administradores de recursos naturales enfrentan un desafío significativo al estimar el volumen de madera y la biomasa en bosques tropicales. Los bosques tropicales son complejos y diversos, con una amplia gama de especies de árboles, tamaños y formas. Esto dificulta la creación de métodos de estimación precisos y confiables.

El muestreo de árboles individuales es difícil en los bosques tropicales, ya que suelen estar aislados y son de difícil acceso. Los bosques tropicales albergan una gran diversidad de especies arbóreas, cada una con hábitos de crecimiento y composición únicos. Esto dificulta el desarrollo de métodos de estimación que sean relevantes para todas las especies.

El tamaño y la forma de los árboles de los bosques tropicales pueden variar sustancialmente. Esto dificulta la medición correcta de su volumen y biomasa. Los árboles de los bosques tropicales interactúan de diversas maneras, lo que puede influir en su crecimiento y composición. Esto puede dificultar la interpretación de los datos estimados.

Los métodos basados en modelos estiman el volumen de madera y la biomasa a partir de datos de árboles individuales utilizando modelos matemáticos. El mejor método de estimación depende de una serie de criterios, como el tipo de bosque, el objetivo de la estimación y los recursos disponibles. En los últimos años se han logrado avances significativos en el establecimiento de métodos de estimación más precisos y fiables para los bosques tropicales. Sin embargo, es necesario un mayor esfuerzo para aumentar la precisión y fiabilidad de estos sistemas.

Los datos sobre biomasa y volumen de árboles son fundamentales para evaluar la función de los recursos forestales en el almacenamiento de carbono. Cuando los bosques se gestionan para cumplir los objetivos de mitigación de gases de efecto invernadero, la biomasa indica la cantidad potencial de carbono que puede liberarse a la atmósfera o conservarse y fijarse en una zona específica (Brown *et al.*, 1996 Como se citó en Graciano *et al.*, 2019, pp. 119, 120). El volumen de madera en pie disponible para el suministro de madera en el bosque es también un indicador importante del potencial económico del bosque (FAO, 2004 como se citó en Graciano *et al.*, 2019, p. 120), lo que subraya la necesidad de cuantificar el volumen, la biomasa y el contenido de carbono de los ecosistemas forestales.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En el distrito de Mazá, Loreto, un estudio de Alvan, (2022, p. 27) evaluó la estructura diamétrica y carbono almacenado. El estudio indica que el coeficiente de correlación se calculó utilizando la prueba no paramétrica de Rho de Spearman, donde se puede verificar que el p-valor =0,000 es decir es menor que $\alpha = 0,01$ para ambos casos, por lo que se concluye que la correlación es significativa con valores de 0,87 para el DAP y 0,88 para el carbono almacenado.

En el distrito del Napo, Loreto, un estudio de Burga, (2022, p. 25) analizó la relación entre el diámetro a la altura del pecho (DAP), la biomasa y el stock de carbono en un bosque de terraza baja. La prueba no paramétrica de Rho de Spearman reveló una correlación altamente significativa ($p < 0,01$) para ambos casos: DAP versus biomasa ($r = 0,90$) y DAP versus stock de carbono ($r = 0,91$).

En el distrito del Napo, Loreto, un estudio de Granados, (2022, pp. 28, 29) analizó la estructura diamétrica y carbono almacenado en las especies comerciales de un bosque de terraza baja. Los resultados señalan que el coeficiente de correlación se calculó utilizando la prueba no paramétrica de Rho de Spearman, donde se verifica que el p-valor =0,000 es decir es menor que $\alpha = 0,01$ para ambos casos, por lo que se concluye que la correlación es significativa con valores de 0,978 para el DAP y carbono almacenado.

Se creó un modelo alométrico en la zona de Mazán en 2023 para predecir la altura total de las especies forestales en el bosque de colina baja. Podemos comprobar que el p-valor de 0,000 es inferior a 0,01, lo que nos lleva a la conclusión de que la correlación entre el DAP y la altura total es significativa a 0,01. La correlación entre el DAP y la altura total es regular ($r=0,239$) (Paima, 2023, p. 23).

En el distrito del Napo, una investigación del año 2023 (Cueva, 2023, p. 28) empleó un modelo alométrico para estimar la altura total de las especies forestales presentes en el bosque de colina baja. Los resultados revelaron una correlación regular ($r = -0,142$) entre el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total de los árboles. Sin embargo, la significancia estadística de la correlación se confirma mediante un p-valor de 0,000, inferior al valor de referencia de $\alpha = 0,01$.

En el distrito de Urarinas, Loreto, Perú, un estudio de Vela, (2023, p. 36) evaluó el servicio de secuestro de CO₂. El estudio encontró 2273 árboles pertenecientes a 24 especies comerciales y 14 familias botánicas. El volumen total de madera fue de 14 344,99 m³, con un promedio de 5,95 m³/ha. Las especies con mayor volumen fueron *Ceiba pentandra* (2,16 m³/ha), *Ceiba Samauma* (0,65 m³/ha) y *Parkia panurensis* (0,58 m³/ha). *Ceiba pentandra* también tuvo la mayor biomasa con 2563,51 kg/ha, seguida por *Parkia panurensis* con 1099,24 kg/ha. La biomasa seca total fue de 8982,09 kg/ha. En cuanto al almacenamiento de carbono, *Ceiba pentandra* nuevamente lideró con 1,28 tC/ha, mientras que *Parkia panurensis* contribuyó con 0,55 tC/ha. La reserva total de carbono se estimó en 4,49 tC/ha.

Un estudio realizado por Bustios, (2022, p. 37), analizó la biomasa y las reservas de carbono en un bosque de colina baja del distrito de Mazán, Loreto, Perú. Se identificaron 12 346 árboles pertenecientes a 48 especies forestales comerciales, 43 géneros y 18 familias botánicas. El volumen total de madera fue de 28,77 m³/ha, con *Acacia lorentensis* (2,29 m³/ha), *Virola calophylla* (2,16 m³/ha) y *Pouteria caimito* (1,70 m³/ha) como las especies con mayor volumen. La biomasa total registrada fue de 50 285,54 kg/ha, siendo *Acacia lorentensis* la que presentó la mayor cantidad (4 322,10 kg/ha). Las clases diamétricas con mayor biomasa fueron las de 60 cm

a 69 cm (10 506,38 kg/ha) y de 70 cm a 79 cm (10 472,66 kg/ha). En cuanto al almacenamiento de carbono, se estimó un total de 25,14 tC/ha. Las dos especies con los valores más altos fueron *Acacia loretensis* (2,16 tC/ha) y *Pouteria caimito* (1,77 tC/ha).

Un estudio de Graciano (*et al.*, 2019, p. 125) en México reveló que las especies con mayor altura y diámetro también son las que poseen las mayores reservas de volumen real. El estudio, que se centró en el volumen, la biomasa y el carbono, encontró que es posible estimar estas variables en bosques utilizando ecuaciones alométricas. Entre las especies analizadas, *P. cooperi*, *Quercus sideroxyla* y *Pinus durangensis* destacaron por presentar los mayores valores de volumen, biomasa y acumulación de carbono. Esto indica un alto potencial para el secuestro de carbono y la producción de biomasa en la zona estudiada.

Un estudio de Borja, (2019, p. 44) en la reserva paisajística Nor Yauyos Cochasyauyos (Huancayo) encontró que las especies *P. flavipila* y *E. myrtilloides* tenían valores de biomasa de 12,497 y 68,391 t/ha, respectivamente. Tras aplicar el factor de expansión de biomasa recomendado por el IPCC (1,2), los valores ajustados de biomasa aérea aumentaron a 14,997 y 82,069 toneladas/ha para *P. flavipila* y *E. myrtilloides*, respectivamente. En cuanto al carbono almacenado, las cantidades correspondientes para *P. flavipila* y *E. myrtilloides* fueron de 7,498 tC/ha y 41,034 tC/ha, respectivamente.

En el distrito de Indiana, un estudio de Mori, (2019, pp. 23, 36) examinó un bosque de colina baja, encontrando 14 510 árboles pertenecientes a 47 especies forestales comerciales y 17 familias botánicas. El volumen total de madera fue de 54 400,72 m³, con las especies *cumala blanca* (3553,98 m³) y *Aguanillo* (5597,52 m³) presentando los mayores volúmenes. El mayor volumen aprovechable (12

784,28 m³) se encontró en la clase diamétrica entre 60 y 69 cm, seguida por la clase de 90 cm y más (11 324,11 m³). La biomasa total registrada fue de 89 916,450 kg, siendo el Aguanillo la especie con mayor valor (7 556,650 kg). Las clases diamétricas de 60 a 69 cm y de 90 cm en adelante registraron los mayores valores de biomasa, con 21 255,510 kg y 18 490,450 kg, respectivamente. En cuanto al almacenamiento de carbono, se estimó una reserva total de 44 958,22 tC, con el Aguanillo nuevamente como la especie con el valor más alto (3778,33 tC). La clase de diámetro de 60 a 69 cm presentó la mayor reserva de carbono (10 627,76 tC), seguida por la clase de 90 cm a más (9 245,23 tC).

En el distrito de Las Amazonas, un estudio de Navarro, (2016, pp. 32) en 250 hectáreas del PCA 12 encontró 308 árboles divididos en cinco grupos botánicos y seis especies forestales. El volumen comercial total fue de 1680,54 m³, con *Virola* sp. (745,22 m³) como la especie con mayor contribución. Le siguieron *S. amara* (263,96 m³), *C. cateniformis* (243,84 m³), *Ocotea* sp. (83,30 m³) y *C. odorata* (154,66 m³). En cuanto a la biomasa seca total, *Virola* sp. nuevamente lideró con 905 450 kg, mientras que *H. oblongifolia* tuvo la menor contribución con 178 100 kg. El contenido total de carbono fue de 1088,79 tC, con *Virola* sp. a la cabeza con 452,72 tC y *H. oblongifolia* con la menor cantidad, 89,05 tC.

Un estudio de Ayala *et al.*, (2014, p. 51), en las provincias ecuatorianas de Loja y Zamora Chinchipe encontró una notable diversidad florística en los páramos del Parque Nacional Yacuri. En un área de muestreo de 76 m² del páramo arbustivo, se identificaron 62 especies de plantas vasculares, ocho de las cuales son endémicas. El estudio también reveló que el ecosistema del páramo almacena una cantidad significativa de carbono: 159,05 tC/ha en el compartimento de biomasa y necromasa. Las formas de vida de las especies y la diversidad florística en

conjunto son los principales factores que determinan la capacidad de almacenamiento de carbono del páramo.

1.2. Bases teóricas

El análisis de regresión y el análisis de correlación son dos métodos estadísticos para estudiar la relación entre variables. La regresión busca predecir el valor de una variable dependiente a partir de variables independientes, mientras que la correlación mide la intensidad de la asociación entre dos variables sin establecer una relación causal. La regresión permite la manipulación de la variable independiente, mientras que la correlación no. La regresión busca una relación matemática lineal, mientras que la correlación no tiene restricciones. La interpretación de los resultados también es diferente: el coeficiente de regresión indica el cambio en la variable dependiente por cada unidad de cambio en la variable independiente, mientras que el coeficiente de correlación (r) indica la fuerza y dirección de la asociación entre las variables (Cancino, 2012, p.1).

El análisis de regresión usa funciones matemáticas para explicar cómo una variable dependiente cambia con una o más variables independientes. Permite predecir valores de la variable dependiente y estimar variables difíciles de medir. Es una herramienta poderosa para comprender relaciones entre variables, aumentar la eficiencia y reducir costos en investigaciones (Cancino, 2012, p. 1).

Para determinar el volumen de un objeto deben medirse tres dimensiones. Los cuatro sólidos de rotación que los tratados de dendrometría suelen asociar a la forma de los árboles son el cilindro, el paraboloides apolíneo, el cono y el neloide. Sin embargo, pocos árboles se asemejan en su forma a los sólidos geométricos especificados; las especies tropicales tienden a exhibir estas formas con más

frecuencia que las especies que se encuentran en zonas templadas (Malleux y Montenegro, 1971 como se citó en Ruiz, 2007, p. 3).

El volumen geométrico del árbol se calcula sobre todo a partir de su forma. La forma resulta de la conicidad, o disminución del diámetro con el aumento de la altura, y su valor se encuentra en la relación entre el volumen del árbol y el volumen de un sólido geométrico o en la relación entre dos diámetros del mismo fuste. Para emplear correctamente estos factores de forma, hay que conocerlos (Loján, 1965 como se citó en (Ruiz Icochea, 2007, p. 4).

Una descripción precisa de la forma de un árbol no puede lograrse utilizando únicamente el diámetro de referencia y la altura total. Cada volumen que se puede incluir en un árbol tiene un elemento mórfico o de forma que lo acompaña. El más popular se refiere al volumen total del tallo, pero otra opción es tener en cuenta el factor mórfico, que representa el volumen del tallo hasta una sección transversal específica (Cailliez, 1980 como se citó en Ruiz, 2007, p. 4).

El mejor método para calcular el volumen no es tan trascendental porque la precisión de la estimación depende más de las mediciones del diámetro que del cálculo en sí; sin embargo, el método polinómico demuestra su utilidad al requerir la solución de una ecuación sencilla para establecer las alturas que corresponden a diámetros dados o para evaluar los diámetros a alturas particulares (Riaño & Lizarazo, 2017, p. 61).

Los componentes leñosos (árboles en pie) y el sotobosque, que incluye gramíneas, hierbas y estadios juveniles, así como el mantillo o la hojarasca y la necromasa, constituyen la biomasa viva por encima del suelo (Herrera *et al.*, 2001; Husch, 2001; INTECO, 2016; IPCC, 1996; Nadler *et al.*, 2001; Schlegel, 2001 como se citó en

Fonseca, 2017, p. 95). Sin embargo, la mayoría de las investigaciones se basan en estimaciones de la biomasa de los componentes leñosos; además, ignoran la densidad de la madera, que varía con la productividad y la edad del sitio y puede dar lugar a errores.

Las estimaciones de biomasa aérea requieren muestreos destructivos o aproximaciones indirectas (siendo esta última la opción más económica y practicable), según Brown *et al.* (1989) como se citó en Fonseca, 2017, p. 95). Las ecuaciones alométricas, según Acosta, Hernández, Velásquez y Etchevers (2002), como se citó en Fonseca, 2017, p. 95), permiten una evaluación más precisa y directa de la biomasa porque tienen en cuenta la variabilidad que presentan los árboles debido a la edad y la competencia, y el crecimiento de los árboles es un reflejo directo de la productividad del sitio.

Debido a las actividades fotosintéticas, la respiración y la descomposición de los materiales secos, los bosques y las selvas absorben, almacenan y liberan carbono; se cree que son los ecosistemas terrestres principales responsables de los flujos de carbono entre la tierra y la atmósfera (Tipper, 1998 como se citó en Razo *et al.*, 2013, p. 74).

El clima, el suelo, las especies forestales y la gestión son factores de crecimiento que afectan a la productividad de las plantas. Un lugar con mayor productividad producirá más biomasa; esta biomasa está formada por plantas que contienen diferentes cantidades de nutrientes necesarios para el crecimiento de los árboles (Segura, 1997 como se citó en Rosas, 2011, p. 15). Las contribuciones relativas del tallo, la corteza, las ramas, las hojas y las raíces de un árbol a su biomasa total varían enormemente según la especie, la edad, la ubicación y el tipo de silvicultura (Parde, 1980; Gayoso *et al.*, 2002 como se citó en Rosas, 2011, p. 15).

La productividad vegetal en un área específica depende de varios factores fundamentales: clima, características del suelo, tipo de especie forestal y prácticas de manejo. La cantidad de biomasa vegetal generada incluye diversos nutrientes esenciales para el desarrollo de los árboles (Segura, 1997). La distribución porcentual de los componentes principales (tronco, corteza, ramas, hojas y raíces) en la biomasa total de un árbol varía significativamente según la especie, la edad, las condiciones del sitio y las técnicas de gestión forestal aplicadas (Parde, 1980; Gayoso *et ál.*, 2002).

La forma en que se gestiona la vegetación en términos de edad, distribución de tamaños, estructura y composición afecta al almacenamiento neto de carbono orgánico en los bosques. Como secuestradores de carbono, los bosques y selvas prestan un servicio medioambiental al reducir la concentración de este elemento en la atmósfera, que de otro modo está aumentando como consecuencia de las emisiones de las actividades humanas (Torres y Guevara, 2002 como se citó en Razo *et al.*, 2013, p. 74).

Las mejores condiciones para que los bosques fijen y almacenen carbono son aquellas en las que tiene lugar la regeneración natural de diversas especies, otros individuos jóvenes participan activamente en los procesos fotosintéticos y las masas forestales se mantienen dinámicamente gracias a la continua adición al suelo de materia orgánica procedente de árboles maduros. Este escenario es vulnerable a los efectos perjudiciales de algunos fenómenos naturales, como huracanes, plagas, enfermedades e incendios forestales, cuando se producen fuera de sus ciclos históricos o naturales típicos o cuando son provocados por una gestión inadecuada de los bosques y la selva (Razo *et al.*, 2013, p. 74).

1.3. Definición de términos básicos

Almacenamiento de carbono: La biomasa total de una especie dividida por su edad es su almacenamiento de carbono. Se puede calcular la tasa media de fijación de carbono utilizando este factor (Mora, 2020, p. 11).

Biomasa: El peso (o estimación similar) de la materia orgánica presente en un ecosistema forestal concreto, tanto por encima como por debajo del suelo, se conoce como biomasa forestal. Suele expresarse en toneladas por hectárea de peso seco o verde (Schlegel *et ál.*, 2002 como se citó en (Rosas, 2011, p. 14).

Bosque de colina baja: Crece en un hábitat geográfico montañoso y complejo, con variaciones topográficas. La pendiente de una ladera puede variar del 15% al 35% (Fondo Nacional para áreas Naturales Protegidas por el Estado [PROFONANPE], 2007, p. 37).

Captura de carbono: Se describe como el proceso de almacenamiento y eliminación del carbono suspendido en la atmósfera que ha sido captado por diversas fuentes, como la tierra, los mares y los bosques. Esto puede hacerse física o biológicamente a través de procesos como la fotosíntesis. Debido a su prevalencia en la zona de estudio, se considera explícitamente que los árboles son los principales protagonistas de la captura de carbono (Mora, 2020, p. 10).

Coefficiente de determinación (R^2): Muestra la proporción de la variabilidad de la variable dependiente (y) que explica la variable independiente de la regresión (x) (Cancino, 2012, p. 15).

Correlación: Es un método estadístico que se utiliza para medir la intensidad de la asociación entre dos variables. A diferencia del análisis de regresión, la correlación no busca establecer una relación causal entre las variables, ni permite la manipulación de las mismas (Cancino, 2012, p. 1).

Relación o asociación.- La existencia de afinidad entre dos variables de un mismo material de investigación es altamente probable. Esta afinidad se refiere a la asociación o relación que existe entre las variables, lo que significa que una variable puede influir en el comportamiento de la otra (Beiguelman, 1994, como se citó en Vela, 2019, p. 12).

Volumen: La forma más habitual de cuantificar la cantidad de madera maciza es utilizar el volumen. El árbol individual permite identificar varias categorías de volumen. El volumen global es la totalidad del árbol, o todos sus componentes considerados; el volumen comercial está formado por todos los componentes cuyas dimensiones son aceptables para el mercado (Cancino, 2012, p. 42).

CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Formulación de la hipótesis

Existe correlación entre el volumen, con la biomasa y contenido de carbono en un bosque de colina baja de la concesión forestal 16-IQU/C-J-099-04, distrito de Nauta, Loreto. 2023.

3.2. Variables y su operacionalización

Variable	Definición conceptual	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
Independiente Correlación	Es un método estadístico que se utiliza para medir la intensidad de la asociación entre dos variables	Cuantitativa	-1 a + 1 -1 Correlación negativa perfecta 0= No hay correlación 1 Correlación positiva perfecta.	Razón	- Coeficiente de correlación de Pearson - Coeficiente de correlación de Rho de Spearman
Dependiente Volumen Biomasa Contenido de carbono	La forma más habitual de cuantificar la cantidad de madera maciza es utilizar el volumen. Peso de la materia orgánica presente en un ecosistema forestal concreto, tanto por encima como por debajo del suelo. La biomasa total de una especie dividida por su edad es su almacenamiento de carbono.	Cuantitativa	- m ³ - kg - tC	Razón	Base de datos del inventario estimación del volumen, biomasa y contenido de carbono, en MS Excel.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño

Se trata de un estudio de nivel básico, no experimental, cuantitativo, cualitativo y descriptivo.

El bosque de colina baja (28 658,72 hectáreas) bajo el contrato de concesión (San Regis S.A.C) N° 16-IQU/C-J-099-04 fue el lugar del estudio. El área de estudio está enmarcada por las siguientes coordenadas UTM:

UU.AA	VÉRTICES	ESTE	NORTE	LADOS	SUPERFICIE (ha)
16-IQU/C-J-099-04	P01	628560	9508219	P1-P2	28 658,72
	P02	628560	9508219	P2-P3	
	P03	619703	9512450	P3-P4	
	P04	619703	9512950	P4-P5	
	P05	616985	9514264	P5-P6	
	P06	604286	9514285	P6-P7	
	P07	604285	9520003	P7-P8	
	P08	608560	9519999	P8-P9	
	P09	608560	9525613	P9-P10	
	P10	628560	9525613	P10-P1	

Políticamente, depende del distrito de Nauta y de la provincia de Loreto (Anexo 1).

3.2. Diseño muestral

La población de la investigación estuvo formada por todos los árboles de las 28 658,72 ha de bosque de colina baja del distrito de Nauta con un DAP de al menos 10 cm. La muestra estuvo representada por 463,98 hectáreas en total.

3.3. Procedimientos de recolección de datos

Al inicio de este proyecto, se recopilaban datos de campo del bosque objetivo. En este punto, se adoptó la técnica de inventario forestal y la ficha de inventario que sirvió como herramienta de recopilación de datos donde contiene el nombre de la especie, el DAP, la altura total, altura comercial, las coordenadas UTM y algunas observaciones.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Para la metodología y el análisis de datos se utilizó la información del inventario forestal de 2022 realizado en el bosque de estudio. Para ello, se utilizó la información sobre el volumen, la biomasa y el contenido de carbono de cada especie y árbol individual.

3.4.1. Verificación y determinación de la composición florística

En la sala de especímenes del Herbarium Amazonense de la Universidad Nacional de la Amazona Peruana, se verificó e identificó la composición florística de las especies forestales registradas en el inventario forestal a nivel de nombres comunes, nombres científicos y familias.

3.4.2. Cálculo del volumen

La biomasa aérea de las especies forestales actuales del bosque de colina baja se determinó mediante las siguientes fórmulas: (MINAN, 2015, p. 34, 35, 36).

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

$$Vc = AB * A * Fm$$

Dónde:

Vc = volumen comercial del árbol en m³;

AB = área basal a la altura del pecho en m²;

A = altura comercial en m;

Fm = factor de forma (0,7);

DAP = diámetro a la altura del pecho (m) o diámetro a 1,30 m del suelo.

3.4.3. Cálculo de la biomasa aérea

Para estimar la biomasa aérea de las especies forestales en la concesión forestal del distrito de Nauta, se empleó la metodología descrita por Dauber *et al.*, (2008, p. 9).

$$Bsa = Vc * DB * FEB$$

Dónde: Bsa = biomasa seca aérea (kg); Vc = volumen comercial del árbol (m³); DB = densidad básica de la madera (kg/m³) (Zanne *et al.*, 2009, p. 9); FEB= factor de expansión de biomasa (2,25) (Dauber *et al.*, 2008, p. 9).

- **Cálculo de la biomasa radicular**

Esta estimación consideró que la biomasa radicular equivale al 20% del peso de la biomasa aérea, según lo establecido por Higuchi y Carbalho (1994, p. 144).

$$Br = (0,20) Bsa$$

Donde: Br= biomasa radicular (kg); Bsa = biomasa aérea (kg)

- **Cálculo de la biomasa total**

Para determinar la biomasa total, se sumaron la biomasa aérea y la biomasa radicular, siguiendo el método descrito por Higuchi y Carbalho (1994, p. 144).

$$Bt = Bsa + Br$$

Dónde: Bt = biomasa total (kg); Bsa= biomasa aérea (kg); Br = biomasa radicular (kg).

3.4.4. Estimación del contenido de carbono

Brown y Lugo (1992) como se citó en Reategui, (2022), p. 49, afirma que el 50% del carbono se almacena en la biomasa.

$$CB_t = AGB_{total} * 0,50$$

Donde: CB_t= Carbono almacenado en la biomasa (tC); AGB_{total}: Biomasa aérea almacenada total (t/ha).

3.4.5. Correlación entre el volumen con la biomasa y contenido de carbono

- ✓ **Prueba de normalidad**

Dado que la prueba de Kolmogorov-Smirnov reveló que los datos de volumen, biomasa y carbono almacenado no siguen una distribución normal, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (Rho de Spearman) para analizar la relación entre estas variables, según lo propuesto por Rosas y Zúñiga (2010, p. 22).

Hipótesis nula (H₀):

La variable aleatoria SI tiene distribución normal. Si el *p-valor* > 0,05

Hipótesis alterna (H₁):

La variable aleatoria NO tiene distribución normal. Si el *p-valor* < 0,05

$$r = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{(\Sigma x^2) (\Sigma y^2)}}$$

Dónde: *r* = coeficiente de correlación; Σxy = frecuencia de la variable *xy*; Σx^2 = frecuencia al cuadrado de la variable *x*; Σy^2 = frecuencia al cuadrado de la variable *y*

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

Donde:

r_s = coeficiente de correlación por rangos de Spearman

d = diferencia entre los rangos (*X* menos *Y*)

n = número de datos

La siguiente tabla se utilizará para calcular el grado de correlación entre las dos variables (Vela, 2019, 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

3.5. Aspectos éticos

En este estudio se defendió los cuatro preceptos éticos básicos de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Composición florística

La tabla 1 muestra que el bosque de colina baja presenta una considerable diversidad en su composición de plantas, albergando 4281 árboles distribuidos en 75 especies pertenecientes a 61 géneros y 23 familias botánicas diferentes. Algunas especies destacadas por su abundancia incluyen el Caimitillo (*Ecclinusa lanceolata*), que representa el 8,8% del total de árboles, seguida de Tangarana de altura (*Tachigali setifera*) con un 4,9%, el Machimango negro (*Eschweilera coriacea*) con un 4,4%, la Cumala blanca (*Virola calophylla*) con un 4,1%, y el Palisangre (*Brosimum rubescens*) con un 3,9%. Estas especies no solo son abundantes, sino también significativas por su contribución a la producción de madera.

En contraste, el bosque también alberga una cantidad considerable de especies menos comunes, como *Macrolobium acaciifolium*, *Ocotea costulata*, *Dipteryx micrantha*, *Peltogyne altissima* y *Ocotea aciphylla*, cada una representando menos del 1% del total de árboles. Esta variedad de especies subraya la riqueza natural del ecosistema.

Las principales familias presentes en este bosque son Fabaceae, que incluye 13 especies y 528 árboles, representando el 12,33% del total. Los géneros más destacados en esta familia son *Dipteryx* y *Tachigali*. En segundo lugar, se encuentra Lauraceae, con 8 especies y 393 árboles (9,18% del total), siendo *Aniba* y *Ocotea* los géneros más relevantes dentro de esta familia. Finalmente, Myristicaceae cuenta con 6 especies y 593 árboles, lo que constituye el 13,85% del total, destacándose el género *Virola*.

La composición florística proporciona información crucial sobre la diversidad de especies en un área determinada. Este conocimiento es fundamental para comprender la biodiversidad de un ecosistema y para desarrollar estrategias efectivas de conservación. Identificar las especies presentes, junto con sus distribuciones y proporciones relativas, ayuda a establecer áreas prioritarias para la conservación y facilita el monitoreo de cambios en la biodiversidad debido a impactos ambientales o actividades humanas.

Las plantas desempeñan funciones vitales en los ecosistemas, como la captura de carbono, la regulación del ciclo del agua, la creación de hábitat y la provisión de alimento para la fauna, entre otros servicios esenciales. La composición florística revela la estructura y función de los ecosistemas, ofreciendo percepciones sobre cómo estos responden a cambios ambientales y cómo pueden ser afectados por disturbios.

La presencia o ausencia de ciertas especies vegetales puede ser un indicador crucial de la calidad ambiental de un área. Especies específicas pueden ser especialmente sensibles a variaciones en factores como la temperatura, la humedad, la contaminación o la disponibilidad de nutrientes. El monitoreo constante de la composición florística a lo largo del tiempo es fundamental para detectar rápidamente signos de deterioro ambiental y dirigir esfuerzos efectivos de restauración.

El entendimiento de la composición florística es fundamental para comprender la ecología, gestionar de manera sostenible los recursos naturales, conservar la biodiversidad, valorar los servicios ecosistémicos y realizar investigaciones significativas. Esta información no solo es crucial para la conservación ambiental y

el bienestar humano, sino que también sirve como un indicador importante de la diversidad evolutiva y la capacidad de adaptación de las especies a diferentes entornos. Además, conocer la composición específica de las especies proporciona perspectivas valiosas sobre su ecología, su potencial económico y su importancia para la conservación de la biodiversidad.

Tabla 1. Caracterización florística del bosque de colina baja

N°	Familia	Especie		N° de árboles
		Nombre científico	Nombre común	
1	Calophyllaceae	<i>Caraipa utilis</i>	Aceite caspi negro	50
2	Fabaceae	<i>Swartzia polyphylla</i>	Acero shimbillo	18
3	Myristicaceae	<i>Otoba parvifolia</i>	Aguanillo	47
4	Fabaceae	<i>Macrobium acaciifolium</i>	Aguano pashaco	2
5	Lauraceae	<i>Ocotea costulata</i>	Alcanfor	2
6	Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i>	Almendro	22
7	Fabaceae	<i>Apuleia leicarpa</i>	Ana caspi	9
8	Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	Andiroba	32
9	Lauraceae	<i>Aniba muca</i>	Anis moena	6
10	Lauraceae	<i>Anaueria brasiliensis</i>	Añuje rumo	48
11	Chrysobalanaceae	<i>Licania micrantha</i>	Apacharama	145
12	Fabaceae	<i>Hymenaea coubaril</i>	Azúcar huayo	7
13	Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i>	Azufre caspi	17
14	Malvaceae	<i>Guazuma crinita</i>	Bolaina blanca	5
15	Lecythidaceae	<i>Allantoma decandra</i>	Cachimbo	10
16	Sapotaceae	<i>Ecclinusa lanceolata</i>	Caimitillo	379
17	Lauraceae	<i>Aniba panurensis</i>	Canela amarilla	121
18	Lauraceae	<i>Licaria triandra</i>	Canela moena	16
19	Moraceae	<i>Clarisia biflora</i>	Capinuri de altura	30
20	Rubiaceae	<i>Capirona decorticans</i>	Capirona	4
21	Annonaceae	<i>Gutteria elata</i>	Carahuasca de hoja	70
22	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea floribunda</i>	Cepanchina	69
23	Fabaceae	<i>Dipteryx charapilla</i>	Charapilla	3
24	Moraceae	<i>Pseudoimedia laevigata</i>	Chimicua	134
25	Fabaceae	<i>Hymenobium pulcherrimum</i>	Chontaquiro	18
26	Burseraceae	<i>Protium sagotianum</i>	Copal	80
27	Burseraceae	<i>Protium nodulosum</i>	Copal gallinazo	15
28	Burseraceae	<i>Prolium aracouchini</i>	Copalillo	96
29	Myristicaceae	<i>Virola calophylla</i>	Cumala blanca	176
30	Myristicaceae	<i>Virola mollisima</i>	Cumala blanca hoja	132
31	Myristicaceae	<i>Virola pavonis</i>	Cumala caupuri	131
32	Myristicaceae	<i>Ostephloeum platyspermum</i>	Cumala llorona	77
33	Myristicaceae	<i>Virola albidiflora</i>	Cumala negra	30
34	Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i>	Cunchi moena	37

N°	Familia	Especie		N° de árboles
		Nombre científico	Nombre común	
35	Moraceae	<i>Ficus coerulescens</i>	Ficus	26
36	Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i>	Guariuba	32
37	Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	Huamanzamana	13
38	Malvaceae	<i>Sterculia apelata</i>	Huarmi caspi	46
39	Fabaceae	<i>Ormosia amazonica</i>	Huayruro	28
40	Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Lagarto caspi	5
41	Apocynaceae	<i>Couma macrocarpa</i>	Leche caspi	32
42	Malvaceae	<i>Cavanillesia umbellata</i>	Lupuna colorada	3
43	Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i>	Machimango negro	186
44	Malvaceae	<i>Matisia malacocalyx</i>	Machin sapote	16
45	Fabaceae	<i>Vatairea guianensis</i>	Mari mari	85
46	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Marupa	30
47	Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i>	Masaranduba	148
48	Euphorbiaceae	<i>Caryodendron orinocense</i>	Meto huayo	3
49	Lauraceae	<i>Aniba guianensis</i>	Moena	162
50	Apocynaceae	<i>Parahancornia peruviana</i>	Naranjo podrido	55
51	Moraceae	<i>Brosimum rubescens</i>	Palisangre	166
52	Lauraceae	<i>Ocotea aciphylls</i>	Palta moena	1
53	Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i>	Papelillo	42
54	Chrysobalanaceae	<i>Couepia bernardii</i>	Parinari	145
55	Chrysobalanaceae	<i>Couepia bracteosa</i>	Parinari blanco	20
56	Fabaceae	<i>Parkia nitida</i>	Pashaco	130
57	Malvaceae	<i>Apeiba membranacea</i>	Peine de mono	36
58	Apocynaceae	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	Quillobordon	28
59	Vochysiaceae	<i>Vochysia vismiifolia</i>	Quillosisa	134
60	Sapotaceae	<i>micropholis egensis</i>	Quinilla	19
61	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum prieurii</i>	Quinilla colorada	6
62	Apocynaceae	<i>Aspidosperma excelsum</i>	Remo caspi	87
63	Meliaceae	<i>Guarea glabra</i>	Requia	32
64	Meliaceae	<i>Guarea cinnamomea</i>	Requia colorada	22
65	Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	Requia negra	18
66	Melastomataceae	<i>Miconia poeppigii</i>	Rifari	6
67	Fabaceae	<i>Dipteryx micrantha</i>	Shihuahuaco	2
68	Euphorbiaceae	<i>Hevea guianensis</i>	Shiringa	144
69	Bignoniaceae	<i>Handroanthus serratifolius</i>	Tahuari	5
70	Fabaceae	<i>Tachigali setifera</i>	Tangarana de altura	209
71	Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Tornillo	6
72	Fabaceae	<i>Tachigali melinonii</i>	Ucshaquiro	18
73	Fabaceae	<i>Peltogyne altissima</i>	Violeta	2
74	Combretaceae	<i>Buchenavia grandis</i>	Yacushapana	22
75	Vochysiaceae	<i>Qualea paraensis</i>	Yesca caspi	73
Total				4281

En el gráfico 1 se pueden identificar 21 familias de árboles. Myristicaceae destaca como la familia con mayor cantidad de árboles, con un total de 593 ejemplares. Le

siguen Fabaceae, con 537 árboles, y Sapotaceae, con 552 árboles. Por otro lado, las familias Melastomataceae y Rubiaceae son las que tienen menos representación, con solo 6 y 4 árboles, respectivamente. En conjunto, se registran 4281 árboles en el área evaluada. Myristicaceae representa el 13,85% del total de árboles, mientras que Fabaceae y Sapotaceae constituyen el 12,54% y el 12,89%, respectivamente. Esta información resulta fundamental para comprender la diversidad y la estructura de las comunidades vegetales en el contexto ecológico del estudio.

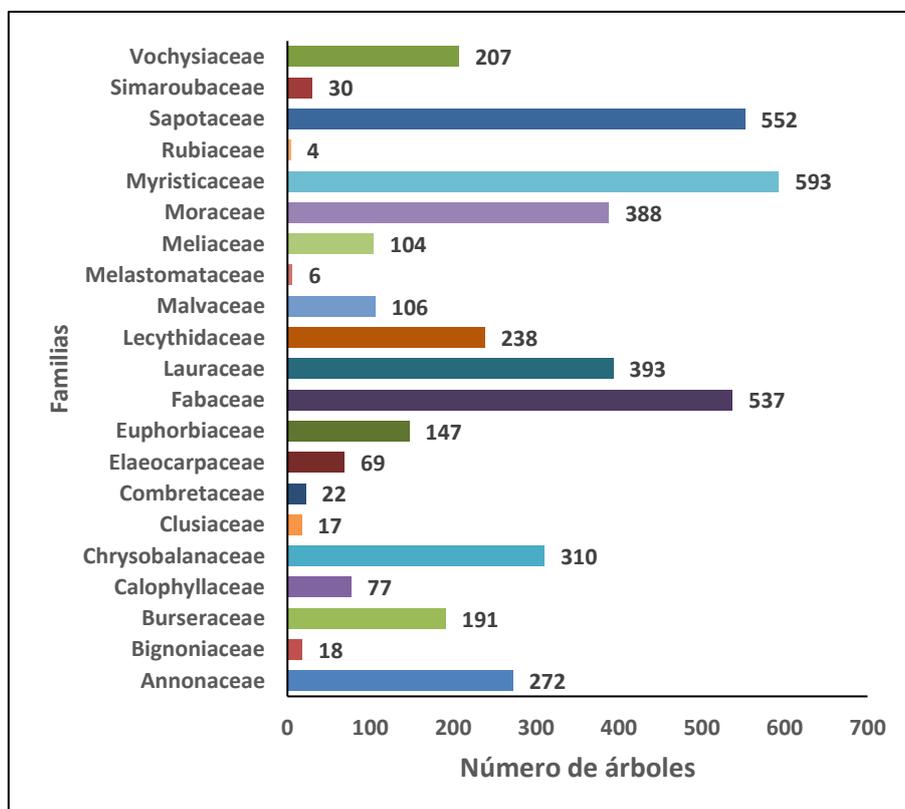


Gráfico 1. Distribución del número de árboles por familia

4.2. Volumen maderable

El volumen total de madera de los árboles en el bosque de colina baja alcanza los 104,19 m³ por hectárea, sumando un total de 4688,43 m³. Estos números indican una alta densidad de árboles y una considerable cantidad de biomasa leñosa presente en este ecosistema específico.

Ecclinusa lanceolata destaca como la especie dominante en el bosque, con un volumen considerable de 8,05 m³ por hectárea y un total de 362,08 m³. En segundo lugar, se encuentra *Parkia nitida*, con 6,16 m³/ha y 277,30 m³ en total, resaltando su importancia en la composición del bosque. *Vochysia vismiifolia* ocupa el tercer lugar con 5,68 m³/ha y 255,56 m³ en total, siendo una especie significativa en la biomasa total. *Tachigali setifera*, aunque no dominante, muestra una presencia notable con 4,66 m³/ha y 209,61 m³ en total. Finalmente, *Brosimum rubescens* completa el grupo de las cinco especies con mayor volumen, contribuyendo a la diversidad del bosque con 4,53 m³/ha y 204,05 m³ en total.

Ocotea aciphylla muestra un volumen de 0,00 m³ por hectárea y un total de 0,05 m³, lo que indica que esta especie no tiene individuos en la zona estudiada o su presencia es tan baja que no se pudo medir un volumen significativo. *Miconia poeppigii* tiene una presencia muy escasa en el bosque, con un volumen mínimo de 0,08 m³ por hectárea y 3,73 m³ en total. *Guazuma crinita* muestra una situación similar, con una baja densidad de individuos y un volumen insignificante de 0,08 m³ por hectárea y 3,52 m³ en total. *Peltogyne altissima* tiene una presencia limitada en el bosque, con un volumen muy bajo de 0,07 m³ por hectárea y 3,05 m³ en total. En contraste, *Ocotea costulata* cierra el grupo de especies con menor volumen, con 0,01 m³ por hectárea y 0,36 m³ en total, aunque presenta una densidad ligeramente inferior de individuos en comparación con las anteriores.

La tabla ofrece un detalle completo sobre el volumen de madera por hectárea y el volumen total agrupado según clases diamétricas, sin especificar las especies individuales de árboles. En las clases diamétricas menores, como 30-40 cm, se destaca un volumen significativo de 20,79 m³ por hectárea, equivalente a un total de 935,68 m³. La clase diamétrica de 40-50 cm también muestra una importante

cantidad de madera, con 19,03 m³ por hectárea y un total de 856,38 m³. De manera similar, la clase de 50-60 cm exhibe un volumen notable de 14,39 m³ por hectárea y un total de 647,37 m³.

En contraste, las clases diamétricas más pequeñas muestran volúmenes más modestos. Por ejemplo, la clase de 10-20 cm tiene un bajo volumen de 2,85 metros cúbicos por hectárea, sumando un total de 128,15 metros cúbicos. La clase de 20-30 cm presenta 5,14 metros cúbicos por hectárea, totalizando 231,37 metros cúbicos, mientras que la clase de 80-90 cm muestra 7,08 metros cúbicos por hectárea y un total de 318,49 metros cúbicos.

Estos datos son fundamentales para comprender cómo se distribuye el volumen de madera entre los diferentes tamaños de árboles dentro del área estudiada. Proporcionan una base sólida para la planificación forestal y la gestión sostenible de los recursos naturales. Con esta información detallada sobre los volúmenes en distintas clases diamétricas, los gestores forestales pueden tomar decisiones informadas para conservar y aprovechar de manera eficiente los recursos forestales, asegurando al mismo tiempo la salud a largo plazo del ecosistema.

Es esencial tener un conocimiento detallado del volumen de madera por especie y por clase diamétrica para una gestión forestal efectiva. Esto permite planificar adecuadamente la cosecha y el manejo de los recursos forestales, asegurando la sostenibilidad a largo plazo y evitando la sobreexplotación. Además, proporciona información crucial sobre la biodiversidad forestal, ayudando a conservar especies importantes y entender su papel en los ecosistemas. Desde una perspectiva económica, conocer qué especies y tamaños de árboles son más valiosos facilita el desarrollo de estrategias económicas que beneficien a las comunidades locales.

A nivel de monitoreo, esta información es fundamental para evaluar cambios en la estructura forestal y ajustar las estrategias de manejo frente a desafíos ambientales y humanos. En resumen, la comprensión detallada del volumen maderable por especie y clase diamétrica es crucial para una gestión forestal integral y sostenible, garantizando tanto la conservación de recursos como el bienestar económico y ambiental a largo plazo.

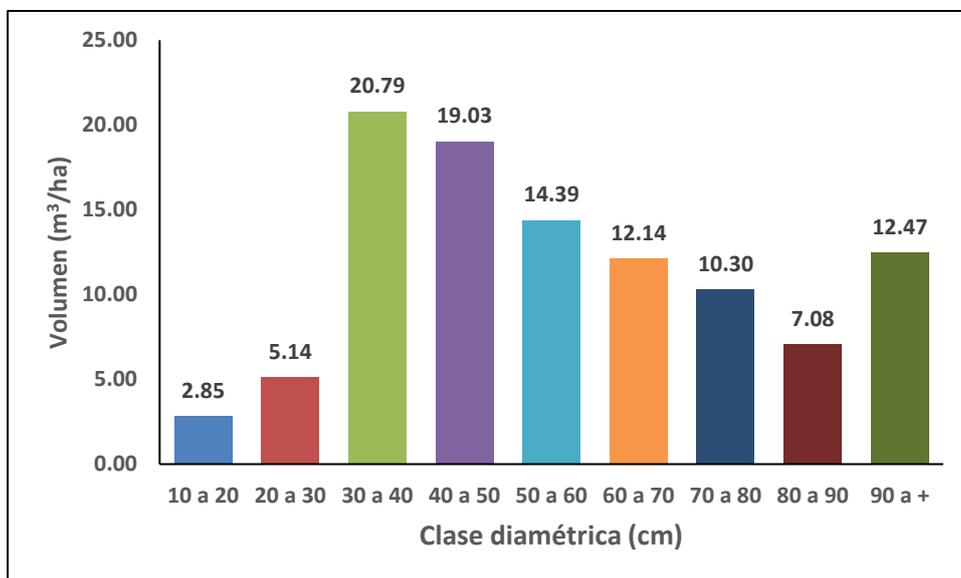


Gráfico 2. Distribución del volumen por clase diamétrica

El gráfico 2 revela una distribución desigual del volumen maderable según la clase diamétrica. La clase más voluminosa es la de 30 a 40 cm, seguida por las clases de 40 a 50 cm y 50 a 60 cm. En contraste, la clase diamétrica más pequeña (10 a 20 cm) exhibe el menor volumen maderable registrado, con solo 2,85 m³/ha. Esta distribución del volumen maderable por clase diamétrica proporciona conocimientos claros sobre la estructura forestal en el área estudiada. Es evidente que el bosque está dominado por árboles con diámetros de 30 a 40 cm, indicativo de un estado de madurez forestal relativamente avanzado.

Tabla 2. Volumen por especie y por hectárea

Especies	Volumen por especie y por hectárea (m ³ /ha)									Vol. (m ³ /ha)	Vol. (m ³)
	10 A 20	20 A 30	30 A 40	40 A 50	50 A 60	60 A 70	70 A 80	80 A 90	90 a +		
<i>Ecclinusa lanceolata</i>	0,25	0,47	1,88	1,87	1,00	1,22	0,40	0,30	0,65	8,05	362,08
<i>Parkia nitida</i>	0,06	0,13	0,35	0,71	0,78	1,33	0,56	0,46	1,78	6,16	277,30
<i>Vochysia vismiifolia</i>	0,04	0,20	0,49	0,78	0,88	1,37	0,83	0,45	0,64	5,68	255,56
<i>Tachigali setifera</i>	0,09	0,23	1,39	1,00	0,76	0,61	0,12	0,28	0,18	4,66	209,61
<i>Brosimun rubescens</i>	0,09	0,18	0,79	0,99	0,73	0,80	0,44	0,52		4,53	204,05
<i>Manilkara bidentata</i>	0,10	0,17	0,61	0,80	0,58	0,43	0,51	0,29	0,46	3,94	177,34
<i>Eschweilera coriacea</i>	0,13	0,18	1,22	0,83	0,56	0,14	0,10	0,26	0,41	3,82	172,10
<i>Ostephloeum platyspermum</i>	0,03	0,06	0,42	0,53	0,60	0,41	0,91	0,37	0,18	3,52	158,23
<i>Cariniana estrellensis</i>	0,01	0,01	0,21	0,14	0,21	0,18	0,79	0,24	1,72	3,50	157,70
<i>Aspidosperma excelsum</i>	0,03	0,08	0,46	0,69	0,30	0,27	0,39	0,39	0,79	3,41	153,57
<i>Vatairea guianensis</i>	0,04	0,08	0,31	0,84	0,52	0,39	0,41	0,45		3,04	136,82
<i>Aniba guianensis</i>	0,12	0,15	0,84	0,58	0,45	0,37	0,17	0,14		2,82	126,96
<i>Qualea paraensis</i>	0,06	0,04	0,19	0,45	0,35	0,42	0,86	0,17	0,13	2,68	120,41
<i>Couepia bernardii</i>	0,12	0,24	0,61	0,46	0,40	0,19	0,21		0,34	2,57	115,77
<i>Virola calophylla</i>	0,13	0,14	1,19	0,41	0,44		0,09	0,14		2,53	114,06
<i>Aniba panurensis</i>	0,09	0,10	0,53	0,78	0,32	0,11	0,30			2,22	99,93
<i>Parahancornia peruviana</i>	0,01	0,05	0,33	0,30	0,60	0,16	0,20	0,18	0,34	2,16	97,04
<i>Hevea guianensis</i>	0,06	0,35	0,90	0,40	0,21	0,07	0,08			2,07	93,18
<i>Licania micrantha</i>	0,10	0,32	0,69	0,50	0,12	0,12	0,19			2,02	90,80
<i>Pseudoimedia laevigata</i>	0,08	0,27	0,73	0,50	0,20	0,08		0,10		1,97	88,61
<i>Anaueria brasiliensis</i>	0,03	0,03	0,15	0,17	0,42	0,31	0,12	0,12	0,38	1,73	77,89
<i>Virola mollisima</i>	0,13	0,15	0,63	0,41	0,19	0,14				1,65	74,14
<i>Caryocar glabrum</i>			0,06	0,13	0,21	0,20	0,41		0,62	1,64	73,71
<i>Virola pavonis</i>	0,13	0,22	0,48	0,35	0,19				0,23	1,60	71,99
<i>Simarouba amara</i>	0,00	0,01	0,14	0,23	0,43	0,23	0,12	0,16	0,19	1,51	68,07
<i>Cedrelinga cateniformis</i>						0,05	0,15		1,30	1,50	67,58
<i>Sloanea floribunda</i>	0,04	0,05	0,42	0,37	0,16	0,30		0,10		1,44	64,80
<i>Couma macrocarpa</i>	0,00	0,02	0,18	0,32	0,17		0,31	0,13	0,27	1,40	63,22
<i>Clarisia racemosa</i>	0,00	0,01	0,19	0,25	0,17	0,08	0,34	0,32		1,37	61,68
<i>Guatteria elata</i>	0,05	0,14	0,41	0,28	0,06	0,09		0,34		1,36	61,19

Especies	Volumen por especie y por hectárea (m ³ /ha)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90 a +	Vol. (m ³ /ha)	Vol. (m ³)
	A 20	A 30	A 40	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90			
<i>Otoba parvifolia</i>	0,02	0,07	0,37	0,26	0,21	0,06	0,21			1,20	54,19
<i>Sterculia apelata</i>	0,03	0,03	0,23	0,34	0,24	0,24				1,12	50,38
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	0,03	0,01	0,08	0,13	0,10	0,17	0,08		0,52	1,12	50,32
<i>Tachigali melinonii</i>	0,00		0,14	0,12	0,06		0,11	0,12	0,38	0,92	41,49
<i>Ormosia amazonica</i>	0,01		0,23	0,24	0,27	0,15				0,90	40,58
<i>Buchenavia grandis</i>	0,02	0,01	0,08	0,03	0,25		0,20	0,11	0,18	0,88	39,42
<i>Prolium aracouchini</i>	0,14	0,11	0,20	0,06	0,11	0,11				0,73	32,90
<i>Nectandra reticulata</i>	0,04	0,04	0,13	0,17	0,06				0,30	0,73	32,76
<i>Protium sagotianum</i>	0,10	0,11	0,22	0,10	0,03				0,16	0,72	32,60
<i>Swartzia polyphylla</i>		0,02	0,12	0,17	0,05		0,22	0,12		0,71	31,78
<i>Couepia bracteosa</i>	0,01	0,01	0,13	0,07		0,25	0,16			0,63	28,42
<i>Virola albidiflora</i>	0,02	0,06	0,30	0,14	0,07					0,58	26,02
<i>Apeiba membranacea</i>	0,01	0,06	0,24	0,13	0,04	0,06				0,54	24,49
<i>Guarea cinnamomea</i>	0,03	0,00	0,06	0,05				0,12	0,16	0,43	19,47
<i>Apuleia leicarpa</i>	0,01	0,01			0,05	0,21		0,13		0,40	18,00
<i>Guarea glabra</i>	0,03	0,05	0,07	0,02	0,06	0,13				0,37	16,67
<i>Allantoma decandra</i>		0,01	0,10		0,15		0,09			0,35	15,64
<i>Hymenobium pulcherrimum</i>	0,02	0,04	0,07			0,08		0,13		0,34	15,27
<i>Ficus coerulescens</i>	0,01	0,03	0,13	0,07	0,08					0,34	15,09
<i>Caryodendron orinocense</i>				0,04		0,10		0,20		0,33	15,00
<i>Protium nodulosum</i>	0,01	0,01	0,10	0,08	0,04	0,08				0,32	14,47
<i>Licaria triandra</i>	0,01	0,03	0,10	0,05			0,11			0,31	14,08
<i>Clarisia biflora</i>	0,05	0,02	0,13	0,10						0,30	13,54
<i>Cavanillesia umbellata</i>	0,00					0,12			0,17	0,29	13,20
<i>micropholis egensis</i>	0,02	0,05	0,02	0,17						0,26	11,69
<i>Dipteryx micrantha</i>								0,26		0,26	11,66
<i>Symphonia globulifera</i>	0,01	0,05	0,09	0,03	0,07					0,24	10,94
<i>Hymenaea coubaril</i>			0,09	0,04	0,04	0,07				0,24	10,91
<i>Chrysophyllum prieurii</i>		0,02	0,02		0,15	0,03				0,21	9,53
<i>Guarea kunthiana</i>	0,02	0,01	0,05	0,07	0,04					0,19	8,74
<i>Carapa guianensis</i>	0,06	0,04	0,02		0,06					0,19	8,57
<i>Matisia malacocalyx</i>	0,01	0,03	0,11	0,03						0,17	7,87
<i>Caraipa utilis</i>	0,06	0,06		0,04						0,17	7,56

Especies	Volumen por especie y por hectárea (m ³ /ha)									Vol. (m ³ /ha)	Vol. (m ³)
	10	20	30	40	50	60	70	80	90 a +		
	A 20	A 30	A 40	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90			
<i>Dipteryx charapilla</i>			0,02		0,05	0,09				0,16	7,14
<i>Aniba muca</i>	0,01	0,01	0,02				0,12			0,15	6,62
<i>Handroanthus serratifolius</i>	0,00		0,03	0,05		0,05				0,13	5,75
<i>Maclobium acaciifolium</i>					0,05	0,08				0,13	5,67
<i>Jacaranda copaia</i>	0,02	0,02	0,08							0,12	5,58
<i>Calophyllum brasiliense</i>		0,02	0,05	0,03						0,09	4,26
<i>Capirona decorticans</i>	0,00		0,04		0,05					0,09	4,04
<i>Miconia poeppigii</i>	0,00		0,08							0,08	3,73
<i>Guazuma crinita</i>	0,00	0,01		0,06						0,08	3,52
<i>Peltogyne altissima</i>			0,03	0,04						0,07	3,05
<i>Ocotea costulata</i>	0,00	0,01								0,01	0,36
<i>Ocotea aciphylla</i>	0,00									0,00	0,05
Total	2,85	5,14	20,79	19,03	14,39	12,14	10,30	7,08	12,47	104,19	4688,43
Total general	128,15	231,37	935,68	856,38	647,37	546,46	463,57	318,49	560,96		4688,43

4.3. Biomasa

La tabla 3 ilustra cómo se distribuye la biomasa por especie y clase diamétrica en kilogramos por hectárea (kg/ha), así como la biomasa total para toda el área (182,118.38 kg/ha y 8,195,327.27 kg). El bosque de colina baja exhibe una amplia diversidad de especies de árboles, cada una contribuyendo de manera única a la biomasa total del ecosistema. La biomasa, que representa la cantidad total de materia orgánica presente en una región específica, constituye un indicador crucial de la productividad y el almacenamiento de carbono en estos bosques.

En un estudio llevado a cabo en un bosque de colina baja en la Amazonía peruana, se observó una significativa variación en la biomasa entre diversas especies de árboles. Las cinco especies con mayor biomasa son *Ecclinusa lanceolata*, *Parkia nítida*, *Tachigali setifera*, *Vochysia vismiifolia* y *Manilkara bidentata* en conjunto representan más del 33% de la biomasa total del bosque.

Ecclinusa lanceolata destaca como la especie predominante, con una biomasa total de 16728,11 kg/ha, representando el 9,18% de la biomasa total del bosque. Esta especie se distingue por su amplio diámetro y altura, y su madera es altamente valorada en el mercado forestal. Por otro lado, *Parkia nitida*, la segunda especie con mayor biomasa, contribuye con 11646,52 kg/ha (6,39% del total). Esta especie es reconocida por sus frutos comestibles y su capacidad para fijar nitrógeno en el suelo. Además, *Tachigali setifera*, *Vochysia vismiifolia* y *Manilkara bidentata* también presentan biomásas significativas, contribuyendo conjuntamente con un 14,05% a la biomasa total del bosque. Estas especies desempeñan roles ecológicos fundamentales, como proporcionar hábitat para la fauna silvestre y regular el ciclo del agua.

Por el contrario, las cinco especies con menor biomasa en el bosque muestran *Ocotea aciphylla*, *Miconia poeppigii*, *Peltogyne altissima*, *Guazuma crinita* y *Ocotea costulata* juntas representan menos del 1% de la biomasa total del ecosistema. Estas especies, que suelen tener un tamaño más reducido y un crecimiento más lento, todavía desempeñan funciones ecológicas importantes dentro del bosque.

De manera general, la distribución de la biomasa por especie en el bosque de colina baja muestra una jerarquía de dominancia, donde algunas especies concentran una parte significativa de la biomasa total. Esta distribución está influenciada por una variedad de factores, incluyendo las características fisiológicas de las especies, las condiciones ambientales y las interacciones ecológicas.

Entender cómo se distribuye la biomasa por especie es crucial para el manejo sostenible de los bosques de colina baja. Al comprender esta distribución y las dinámicas asociadas, es posible desarrollar estrategias de manejo forestal que fomenten la conservación de la diversidad de especies, aumenten la productividad del ecosistema y aseguren la provisión continua de servicios ecosistémicos.

Cada clase diamétrica representa un rango de diámetros de árboles y se organiza de menor a mayor diámetro. A continuación, describiré las clases diamétricas con mayor y menor biomasa. Las clases diamétricas con mayor biomasa en el área estudiada son las de 30-40 cm, 40-50 cm y 50-60 cm. La clase diamétrica de 30-40 cm muestra una biomasa de 35957,50 kg/ha, indicando una significativa contribución al total del bosque. En esta categoría, los árboles se encuentran en una fase activa de crecimiento y desarrollo, acumulando una cantidad considerable de biomasa. La clase diamétrica de 40-50 cm exhibe una biomasa de 33270,86 kg/ha, evidenciando también una notable acumulación de biomasa. Los árboles en

este rango de diámetro están en una fase estable de crecimiento, con una cantidad significativa de material vegetal acumulado. Por su parte, la clase diamétrica de 50-60 cm contribuye con 24844,30 kg/ha a la biomasa total del área. En esta categoría, los árboles están probablemente en una etapa madura de su ciclo de vida, con un tamaño considerable y una biomasa acumulada considerablemente alta. Estas clases diamétricas resaltan por su importancia en la distribución de biomasa dentro del bosque, reflejando diferentes etapas de crecimiento y desarrollo de los árboles que son cruciales para la gestión y conservación del ecosistema forestal.

Las clases diamétricas con menor biomasa se corresponden con los árboles de menor tamaño en términos de diámetro. La clase diamétrica de 10-20 cm exhibe una biomasa de 4869,60 kg/ha, representando la menor cantidad de biomasa en comparación con las otras clases diamétricas. Los árboles en esta categoría son jóvenes o se encuentran en las primeras etapas de su crecimiento, por lo tanto, aún no han acumulado una gran cantidad de biomasa. En cuanto a la clase diamétrica de 20-30 cm, presenta una biomasa de 8905,08 kg/ha, también relativamente baja en comparación con las clases de mayor tamaño. Los árboles en este intervalo de diámetro están en una fase intermedia de crecimiento y desarrollo, acumulando biomasa gradualmente a medida que maduran. Estas descripciones destacan cómo la biomasa varía según el diámetro de los árboles, ofreciendo información crucial para la gestión forestal, la conservación de recursos naturales y para comprender la estructura y dinámica del bosque en estudio.

El gráfico 3 ilustra la distribución de la biomasa por clase diamétrica en el bosque de colina baja. La biomasa representa la cantidad total de materia orgánica acumulada en los árboles dentro de cada rango de diámetro, medida en kilogramos por hectárea (kg/ha). Los resultados muestran que la mayor concentración de

biomasa se encuentra en los árboles con diámetros de 30 a 40 cm, alcanzando un total de 35957,50 kg/ha. Le siguen los árboles con diámetros de 40 a 50 cm, que presentan una biomasa de 33270,86 kg/ha. En contraste, los árboles con diámetros de 10 a 20 cm exhiben la menor cantidad de biomasa, con 4869,60 kg/ha.

Este gráfico es fundamental para la gestión forestal, proporcionando información crucial para evaluar la salud del ecosistema y tomar decisiones informadas. Permite a los gestores forestales identificar dónde se concentra la mayor cantidad de biomasa, lo cual es vital para implementar prácticas de silvicultura sostenible, desarrollar estrategias efectivas de protección contra incendios forestales y promover la conservación de la biodiversidad en el área estudiada.

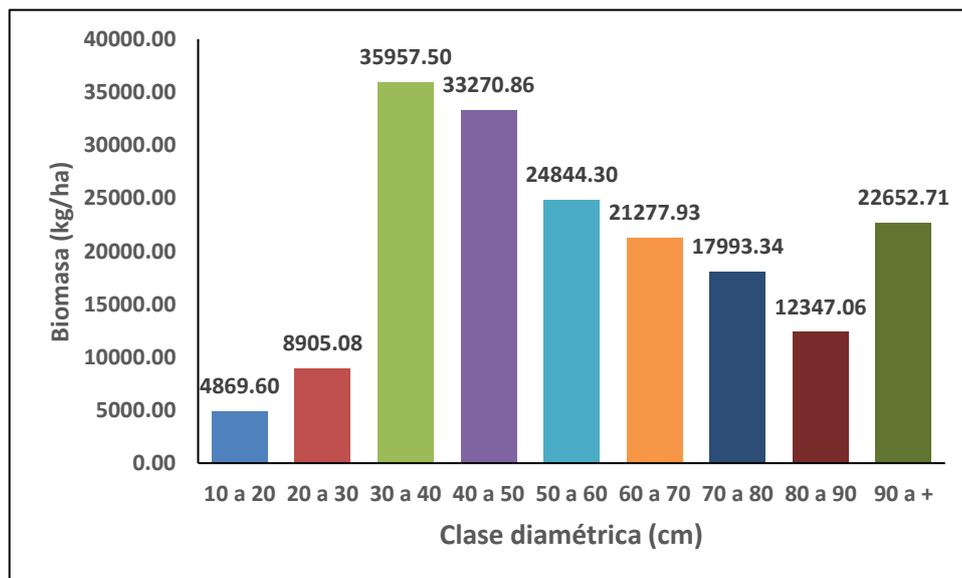


Gráfico 3. Distribución de la biomasa por clase diamétrica

Tabla 3. Biomasa por especie y por clase diamétrica

Especies	Biomasa por especie y por clase diamétrica (kg/ha)										Biomasa (kg/ha)	Biomasa (kg)
	10	20	30	40	50	60	70	80	90 a +			
	A 20	A 30	A 40	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90				
<i>Ecclinusa lanceolata</i>	528,10	972,09	3908,11	3893,35	2076,68	2530,39	829,91	633,17	1356,31	16728,11	752764,94	
<i>Parkia nitida</i>	106,98	245,59	670,17	1346,06	1468,67	2516,44	1051,57	870,03	3371,02	11646,52	524093,60	
<i>Tachigali setifera</i>	177,10	431,18	2620,72	1886,59	1441,25	1153,82	233,79	522,81	336,33	8803,58	396161,29	
<i>Vochysia vismiifolia</i>	67,14	301,93	745,31	1180,96	1328,73	2064,11	1257,32	674,53	966,96	8586,98	386413,97	
<i>Manilkara bidentata</i>	208,77	351,69	1260,98	1655,11	1215,74	884,56	1067,60	596,96	951,52	8192,95	368682,56	
<i>Brosimum rubescens</i>	144,91	292,90	1297,97	1636,32	1198,51	1321,17	721,64	854,89		7468,31	336073,83	
<i>Eschweilera coriacea</i>	244,61	356,60	2370,74	1614,44	1087,47	266,95	187,85	513,81	792,14	7434,61	334557,48	
<i>Cariniana estrellensis</i>	11,73	27,46	403,08	276,38	398,89	349,46	1529,28	464,47	3352,10	6812,85	306578,30	
<i>Aspidosperma excelsum</i>	53,41	148,85	802,48	1217,97	524,58	475,24	689,69	691,09	1385,75	5989,08	269508,39	
<i>Vatairea guianensis</i>	71,06	150,87	579,95	1593,93	982,88	734,93	782,81	850,16		5746,59	258596,37	
<i>Couepia bernardii</i>	265,99	511,98	1326,97	987,50	871,64	412,99	452,58		727,27	5556,94	250062,32	
<i>Ostephloem platyspermum</i>	38,08	80,07	571,32	719,77	812,48	558,71	1229,89	498,55	238,16	4747,04	213616,64	
<i>Aniba guianensis</i>	195,48	240,91	1390,75	958,85	747,40	610,57	275,58	227,17		4646,71	209101,91	
<i>Licania micrantha</i>	210,09	689,04	1483,66	1071,68	251,28	250,20	402,68			4358,63	196138,19	
<i>Qualea paraensis</i>	86,09	62,03	288,88	681,98	528,89	640,85	1300,98	260,09	195,87	4045,66	182054,66	
<i>Parahancornia peruviana</i>	9,91	92,04	576,17	518,28	1049,03	286,56	350,92	311,62	590,17	3784,71	170311,79	
<i>Aniba panurensis</i>	144,75	172,86	874,62	1279,24	519,24	180,90	485,87			3657,47	164586,24	
<i>Virola calophylla</i>	177,74	183,24	1607,03	547,00	596,31		120,61	190,00		3421,93	153986,93	
<i>Pseudoimedia laevigata</i>	128,47	448,31	1207,75	823,39	331,21	137,63		166,34		3243,10	145939,30	
<i>Hevea guianensis</i>	94,91	536,04	1354,18	602,96	310,33	105,54	126,72			3130,68	140880,62	
<i>Caryocar glabrum</i>			115,64	252,61	404,32	378,47	768,56		1176,34	3095,94	139317,19	
<i>Sloanea floribunda</i>	85,81	105,38	904,03	797,00	337,51	635,55		206,42		3071,69	138226,11	
<i>Anaueria brasiliensis</i>	56,92	41,80	254,73	271,95	695,86	507,96	197,20	198,77	625,47	2850,66	128279,58	
<i>Cedrelinga cateniformis</i>						99,75	288,22		2450,30	2838,27	127722,15	
<i>Couma macrocarpa</i>	7,50	41,22	313,17	566,92	297,95		537,31	219,56	481,83	2465,47	110946,13	
<i>Clarisia racemosa</i>	6,17	22,00	314,38	419,71	275,13	135,77	552,60	531,71		2257,46	101585,57	
<i>Virola mollissima</i>	173,00	204,65	854,11	551,67	253,33	187,55				2224,31	100093,83	
<i>Guatteria elata</i>	78,16	215,41	656,49	446,26	94,85	140,13		534,95		2166,25	97481,09	
<i>Virola pavonis</i>	181,46	294,93	646,96	466,44	254,92				314,96	2159,68	97185,62	
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	45,01	14,53	134,67	236,37	173,93	302,09	147,09		908,71	1962,40	88307,91	
<i>Tachigali melinonii</i>	3,23		266,16	220,70	107,73		213,40	219,48	711,88	1742,58	78416,15	

Biomasa por especie y por clase diamétrica (kg/ha)

Especies	10 A 20	20 A 30	30 A 40	40 A 50	50 A 60	60 A 70	70 A 80	80 A 90	90 a +	Biomasa (kg/ha)	Biomasa (kg)
<i>Ormosia amazonica</i>	11,93		440,27	449,39	518,48	284,46				1704,53	76703,74
<i>Buchenavia grandis</i>	34,11	24,85	157,63	62,81	469,34		373,38	200,20	333,43	1655,74	74508,36
<i>Simarouba amara</i>	1,55	11,54	155,99	248,74	467,91	247,08	129,31	168,89	202,76	1633,77	73519,66
<i>Otoba parvifolia</i>	24,50	99,04	497,53	356,15	284,77	85,92	277,88			1625,79	73160,73
<i>Swartzia polyphylla</i>		45,52	261,49	384,80	121,65		509,29	278,95		1601,71	72077,11
<i>Couepia bracteosa</i>	27,56	27,16	284,06	142,04		517,00	350,40			1348,23	60670,45
<i>Sterculia apelata</i>	32,54	37,85	278,45	409,17	283,01	289,12				1330,14	59856,24
<i>Nectandra reticulata</i>	58,46	61,55	207,75	273,92	100,96				496,38	1199,02	53956,02
<i>Protium aracouchini</i>	212,86	165,64	302,46	98,27	162,29	163,90				1105,42	49744,12
<i>Protium sagotianum</i>	146,94	160,33	336,47	158,74	48,05				244,97	1095,51	49297,90
<i>Virola albidiflora</i>	21,55	75,95	403,92	185,49	93,66					780,56	35125,35
<i>Apuleia leicarpa</i>	13,79	15,61			90,80	399,15		236,45		755,80	34011,10
<i>Allantoma decandra</i>		14,66	192,78		293,86		174,57			675,86	30413,84
<i>Guarea cinnamomea</i>	53,62	6,02	94,63	81,23				189,29	241,24	666,02	29971,04
<i>Apeiba membranacea</i>	14,44	69,67	282,01	157,64	49,08	73,59				646,42	29089,03
<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	44,50	68,84	134,86			142,02		251,23		641,45	28865,14
<i>Guarea glabra</i>	52,66	79,64	109,62	31,61	96,60	199,97				570,09	25654,18
<i>Ficus coerulescens</i>	20,67	55,87	215,36	122,66	137,86					552,42	24858,90
<i>Licaria triandra</i>	23,74	51,90	164,00	89,72			185,96			515,31	23189,09
<i>Caryodendron orinocense</i>				61,91		146,64		295,56		504,11	22684,95
<i>Clarisia biflora</i>	78,14	35,95	221,96	159,69						495,74	22308,23
<i>Dipteryx micrantha</i>								489,89		489,89	22045,21
<i>Protium nodulosum</i>	20,68	12,70	148,43	120,01	64,65	119,70				486,18	21878,29
<i>micropholis egensis</i>	31,87	84,69	44,25	323,24						484,05	21782,31
<i>Hymenaea coubaril</i>			178,46	71,53	75,04	133,00				458,03	20611,48
<i>Chrysophyllum prieurii</i>		42,70	38,86		306,52	52,02				440,10	19804,40
<i>Symphonia globulifera</i>	18,01	81,75	147,45	50,50	115,75					413,45	18605,42
<i>Cavanillesia umbellata</i>	0,33					147,17			200,85	348,35	15675,92
<i>Dipteryx charapilla</i>			45,26		93,66	160,93				299,85	13493,13
<i>Guarea kunthiana</i>	36,30	19,95	69,74	106,95	65,81					298,75	13443,86
<i>Caraipa utilis</i>	109,64	109,33		75,78						294,75	13263,89
<i>Carapa guianensis</i>	98,45	62,60	33,46		98,71					293,22	13195,11
<i>Aniba muca</i>	10,93	15,09	25,14				190,88			242,04	10891,79

Biomasa por especie y por clase diamétrica (kg/ha)

Especies	10	20	30	40	50	60	70	80	90 a +	Biomasa (kg/ha)	Biomasa (kg)
	A 20	A 30	A 40	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90			
<i>Macrolobium acaciifolium</i>					88,42	149,63				238,04	10712,02
<i>Handroanthus serratifolius</i>	5,35		46,89	87,44		98,33				238,00	10710,17
<i>Jacaranda copaia</i>	33,64	45,36	152,07							231,07	10398,29
<i>Matisia malacocalyx</i>	9,67	31,83	132,49	33,72						207,71	9346,94
<i>Calophyllum brasiliense</i>		30,88	80,41	54,89						166,18	7478,08
<i>Capirona decorticans</i>	4,86		71,83		80,69					157,38	7082,29
<i>Miconia poeppigii</i>	7,28		146,98							154,26	6941,58
<i>Peltogyne altissima</i>			53,35	74,81						128,16	5767,33
<i>Guazuma crinita</i>	2,91	13,43		76,61						92,95	4182,63
<i>Ocotea costulata</i>	1,74	11,59								13,33	599,80
<i>Ocotea aciphylla</i>	1,81									1,81	81,49
Total	4869,60	8905,08	35957,50	33270,86	24844,30	21277,93	17993,34	12347,06	22652,71	182118,38	8195327,27
Total general	219132,16	400728,73	1618087,40	1497188,80	1117993,33	957506,89	809700,47	555617,62	1019371,87		8195327,27

4.4. Carbono almacenado

En la tabla 4 se presentan datos detallados acerca del carbono almacenado por especie y por diferentes clases de diámetro de árbol en un bosque de colina baja. Los valores indican la cantidad de carbono almacenado en toneladas por hectárea (tC/ha), evidenciando una amplia variabilidad entre las especies. Esta variación se refleja en los registros que oscilan desde fracciones de toneladas hasta varias toneladas por hectárea, destacando las diferencias significativas en la capacidad de almacenamiento de carbono entre ellas.

Entre las especies con mayor capacidad de almacenamiento de carbono se destacan *Ecclinusa lanceolata*, que retiene un total de 8,36 tC/ha (376,38 toneladas), seguida por *Parkia nitida* con 5,82 tC/ha (262,05 toneladas), *Tachigali setifera* con 4,40 tC/ha (198,08 toneladas), *Vochysia vismiifolia* con 4,29 tC/ha (193,21 toneladas), y *Manilkara bidentata* con 4,10 tC/ha (184,34 toneladas). Estas especies exhiben concentraciones significativas de carbono en árboles de diámetros específicos, subrayando su papel crucial en la captura y retención de carbono en el ecosistema estudiado. En contraste, *Ocotea aciphylla* y *Ocotea costulata* presentan niveles muy reducidos de almacenamiento de carbono, con valores de 0,00 y 0,01 toneladas por hectárea respectivamente (Equivalentes a 0,30 tC y 0,04 tC). Esto indica que estas especies tienen una contribución mínima en términos de almacenamiento de carbono en comparación con otras especies más predominantes en la región.

En total, el estudio revela que se almacenan 91,06 tC/ha (4097,66 toneladas) de carbono, sumando todos los valores registrados para cada especie y clase diamétrica. Este dato global es crucial para comprender la contribución total del

bosque estudiado en el ciclo del carbono y su importancia en la mitigación del cambio climático.

La tabla proporciona un desglose del almacenamiento de carbono según diversas clases diamétricas de árboles presentes en el bosque estudiado. Se destaca una variación significativa en la cantidad de carbono almacenado en relación con el diámetro de los árboles, lo que ofrece información detallada sobre la distribución y la contribución relativa de cada clase diamétrica al ciclo del carbono en el ecosistema examinado.

Los árboles con un diámetro de 10 cm retienen un total de 2,43 tC/ha (109,57 toneladas por hectárea), seguidos por los de 20 cm que acumulan 4,45 tC/ha (200,36 toneladas por hectárea). La mayor cantidad de carbono se registra en árboles con un diámetro de 30 cm, con 17,98 tC/ha (809,04 toneladas por hectárea), seguidos por los árboles de 40 cm que almacenan 16,64 tC/ha (748,59 toneladas por hectárea). A medida que aumenta el diámetro de los árboles, se observa una tendencia descendente en el almacenamiento de carbono, con valores de 12,42 tC/ha (559,00 toneladas por hectárea) para los árboles de 50 cm, 10,64 tC/ha (478,75 toneladas por hectárea) para los de 60 cm, y 9 tC/ha (404,85 toneladas por hectárea) para los de 70 cm. Los árboles más grandes, con diámetros de 80 cm y más, exhiben variabilidad en el almacenamiento de carbono, registrando 6,17 tC/ha (277,81 toneladas por hectárea) para los de 80 cm, y 11,13 tC/ha (509,69 toneladas por hectárea) para aquellos con diámetros de 90 cm a más.

Este análisis demuestra cómo la capacidad de almacenamiento de carbono varía según el tamaño de los árboles, subrayando la importancia de las distintas clases diamétricas en la captura y retención de carbono dentro del bosque objeto de estudio. Estos datos son esenciales para comprender la dinámica del carbono en

los ecosistemas forestales y su contribución crucial en la mitigación del cambio climático tanto a nivel local como global.

El conocimiento del carbono almacenado en los ecosistemas es crucial por diversas razones. En primer lugar, el carbono almacenado en los bosques y otros hábitats terrestres desempeña un papel fundamental en la mitigación del cambio climático al actuar como un sumidero de carbono, reduciendo la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera. Además, comprender la cantidad y distribución del carbono almacenado nos permite evaluar la salud y la capacidad de resiliencia de los ecosistemas frente a cambios ambientales y perturbaciones, como la deforestación o el cambio climático.

Este conocimiento también es crucial para el desarrollo de políticas efectivas de conservación y manejo sostenible de los recursos naturales. Ayuda a garantizar la protección de servicios ecosistémicos clave como la regulación climática, la conservación de la biodiversidad y el suministro de agua, promoviendo así la sostenibilidad a largo plazo de nuestros ecosistemas y comunidades.

El gráfico 4 ilustra la cantidad de carbono almacenado según cada clase diamétrica de árboles en el bosque de colina baja. En el gráfico, el eje X representa la clase diamétrica medida en centímetros (cm), mientras que el eje Y representa la cantidad de carbono almacenado en toneladas por hectárea (tC/ha).

La forma general del gráfico muestra una curva en forma de campana. Esto indica que la cantidad de carbono almacenado aumenta a medida que aumenta la clase diamétrica de los árboles, alcanzando un pico en la clase diamétrica de 30 cm. Después de este punto, la cantidad de carbono almacenado comienza a disminuir a medida que aumenta aún más la clase diamétrica.

Las clases diamétricas que presentan mayor almacenamiento de carbono son aquellas con diámetros de 30 cm, 40 cm y 50 cm, almacenando respectivamente 17,98 tC/ha, 16,64 tC/ha y 12,42 tC/ha de carbono. En contraste, las clases diamétricas con menor almacenamiento de carbono son las de 10 cm y 20 cm, las cuales retienen entre 2,43 tC/ha y 4,45 tC/ha de carbono.

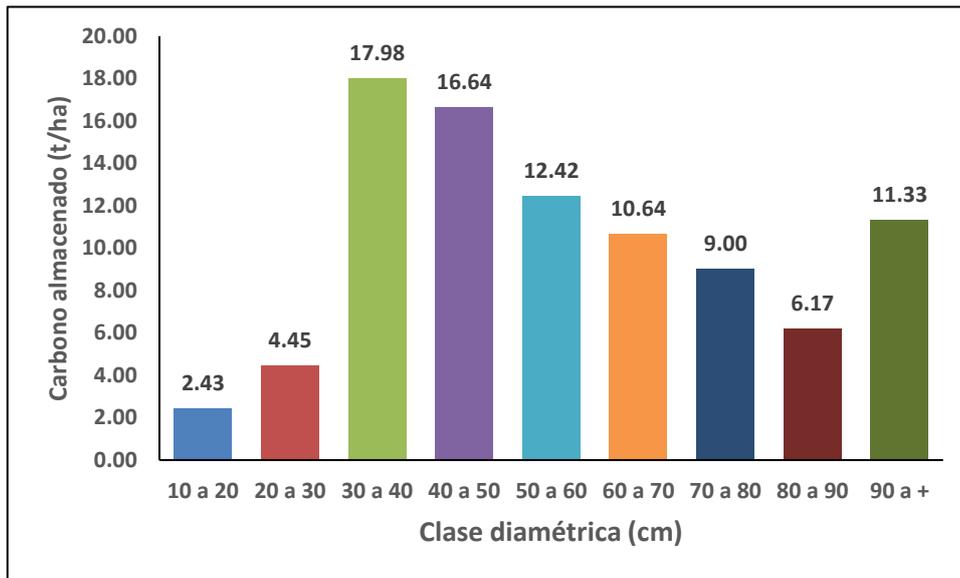


Gráfico 4. Distribución del carbono almacenado por clase diamétrica

Tabla 4. Carbono almacenado por especie y por clase diamétrica

Especies	Carbono almacenado por especie y por clase diamétrica (tC/ha)									Carbono almacenado (tC/ha)	Carbono almacenado (tC)
	10	20	30	40	50	60	70	80	90 a +		
	A 20	A 30	A 40	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90			
<i>Ecclinusa lanceolata</i>	0,26	0,49	1,95	1,95	1,04	1,27	0,41	0,32	0,68	8,36	376,38
<i>Parkia nitida</i>	0,05	0,12	0,34	0,67	0,73	1,26	0,53	0,44	1,69	5,82	262,05
<i>Tachigali setifera</i>	0,09	0,22	1,31	0,94	0,72	0,58	0,12	0,26	0,17	4,40	198,08
<i>Vochysia vismiifolia</i>	0,03	0,15	0,37	0,59	0,66	1,03	0,63	0,34	0,48	4,29	193,21
<i>Manilkara bidentata</i>	0,10	0,18	0,63	0,83	0,61	0,44	0,53	0,30	0,48	4,10	184,34
<i>Brosimum rubescens</i>	0,07	0,15	0,65	0,82	0,60	0,66	0,36	0,43		3,73	168,04
<i>Eschweilera coriacea</i>	0,12	0,18	1,19	0,81	0,54	0,13	0,09	0,26	0,40	3,72	167,28
<i>Cariniana estrellensis</i>	0,01	0,01	0,20	0,14	0,20	0,17	0,76	0,23	1,68	3,41	153,29
<i>Aspidosperma excelsum</i>	0,03	0,07	0,40	0,61	0,26	0,24	0,34	0,35	0,69	2,99	134,75
<i>Vatairea guianensis</i>	0,04	0,08	0,29	0,80	0,49	0,37	0,39	0,43		2,87	129,30
<i>Couepia bernardii</i>	0,13	0,26	0,66	0,49	0,44	0,21	0,23		0,36	2,78	125,03
<i>Ostrophloeum platyspermum</i>	0,02	0,04	0,29	0,36	0,41	0,28	0,61	0,25	0,12	2,37	106,81
<i>Aniba guianensis</i>	0,10	0,12	0,70	0,48	0,37	0,31	0,14	0,11		2,32	104,55
<i>Licania micrantha</i>	0,11	0,34	0,74	0,54	0,13	0,13	0,20			2,18	98,07
<i>Qualea paraensis</i>	0,04	0,03	0,14	0,34	0,26	0,32	0,65	0,13	0,10	2,02	91,03
<i>Parahancornia peruviana</i>	0,00	0,05	0,29	0,26	0,52	0,14	0,18	0,16	0,30	1,89	85,16
<i>Aniba panurensis</i>	0,07	0,09	0,44	0,64	0,26	0,09	0,24			1,83	82,29
<i>Virola calophylla</i>	0,09	0,09	0,80	0,27	0,30		0,06	0,10		1,71	76,99
<i>Pseudoimedia laevigata</i>	0,06	0,22	0,60	0,41	0,17	0,07		0,08		1,62	72,97
<i>Hevea guianensis</i>	0,05	0,27	0,68	0,30	0,16	0,05	0,06			1,57	70,44
<i>Caryocar glabrum</i>			0,06	0,13	0,20	0,19	0,38		0,59	1,55	69,66
<i>Sloanea floribunda</i>	0,04	0,05	0,45	0,40	0,17	0,32		0,10		1,54	69,11
<i>Anaueria brasiliensis</i>	0,03	0,02	0,13	0,14	0,35	0,25	0,10	0,10	0,31	1,43	64,14
<i>Cedrelinga cateniformis</i>							0,05	0,14	1,23	1,42	63,86
<i>Couma macrocarpa</i>	0,00	0,02	0,16	0,28	0,15		0,27	0,11	0,24	1,23	55,47
<i>Clarisia racemosa</i>	0,00	0,01	0,16	0,21	0,14	0,07	0,28	0,27		1,13	50,79
<i>Virola mollisima</i>	0,09	0,10	0,43	0,28	0,13	0,09				1,11	50,05
<i>Guatteria elata</i>	0,04	0,11	0,33	0,22	0,05	0,07		0,27		1,08	48,74
<i>Virola pavonis</i>	0,09	0,15	0,32	0,23	0,13				0,16	1,08	48,59
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	0,02	0,01	0,07	0,12	0,09	0,15	0,07		0,45	0,98	44,15

Carbono almacenado por especie y por clase diamétrica (tC/ha)											
Especies	10	20	30	40	50	60	70	80	90 a +	Carbono almacenado (tC/ha)	Carbono almacenado (tC)
	A 20	A 30	A 40	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90			
<i>Tachigali melinonii</i>	0,00		0,13	0,11	0,05		0,11	0,11	0,36	0,87	39,21
<i>Ormosia amazonica</i>	0,01		0,22	0,22	0,26	0,14				0,85	38,35
<i>Buchenavia grandis</i>	0,02	0,01	0,08	0,03	0,23		0,19	0,10	0,17	0,83	37,25
<i>Simarouba amara</i>	0,00	0,01	0,08	0,12	0,23	0,12	0,06	0,08	0,10	0,82	36,76
<i>Otoba parvifolia</i>	0,01	0,05	0,25	0,18	0,14	0,04	0,14			0,81	36,58
<i>Swartzia polyphylla</i>		0,02	0,13	0,19	0,06		0,25	0,14		0,80	36,04
<i>Couepia bracteosa</i>	0,01	0,01	0,14	0,07		0,26	0,18			0,67	30,34
<i>Sterculia apelata</i>	0,02	0,02	0,14	0,20	0,14	0,14				0,67	29,93
<i>Nectandra reticulata</i>	0,03	0,03	0,10	0,14	0,05				0,25	0,60	26,98
<i>Prolium aracouchini</i>	0,11	0,08	0,15	0,05	0,08	0,08				0,55	24,87
<i>Protium sagotianum</i>	0,07	0,08	0,17	0,08	0,02				0,12	0,55	24,65
<i>Virola albidiflora</i>	0,01	0,04	0,20	0,09	0,05					0,39	17,56
<i>Apuleia leicarpa</i>	0,01	0,01			0,05	0,20		0,12		0,38	17,01
<i>Allantoma decandra</i>		0,01	0,10		0,15		0,09			0,34	15,21
<i>Guarea cinnamomea</i>	0,03	0,00	0,05	0,04				0,09	0,12	0,33	14,99
<i>Apeiba membranacea</i>	0,01	0,03	0,14	0,08	0,02	0,04				0,32	14,54
<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	0,02	0,03	0,07			0,07		0,13		0,32	14,43
<i>Guarea glabra</i>	0,03	0,04	0,05	0,02	0,05	0,10				0,29	12,83
<i>Ficus coerulescens</i>	0,01	0,03	0,11	0,06	0,07					0,28	12,43
<i>Licaria triandra</i>	0,01	0,03	0,08	0,04			0,09			0,26	11,59
<i>Caryodendron orinocense</i>				0,03		0,07		0,15		0,25	11,34
<i>Clarisia biflora</i>	0,04	0,02	0,11	0,08						0,25	11,15
<i>Dipteryx micrantha</i>								0,24		0,24	11,02
<i>Protium nodulosum</i>	0,01	0,01	0,07	0,06	0,03	0,06				0,24	10,94
<i>micropholis egensis</i>	0,02	0,04	0,02	0,16						0,24	10,89
<i>Hymenaea coubaril</i>			0,09	0,04	0,04	0,07				0,23	10,31
<i>Chrysophyllum prieurii</i>		0,02	0,02		0,15	0,03				0,22	9,90
<i>Symphonia globulifera</i>	0,01	0,04	0,07	0,03	0,06					0,21	9,30
<i>Cavanillesia umbellata</i>	0,00					0,07			0,10	0,17	7,84
<i>Dipteryx charapilla</i>			0,02		0,05	0,08				0,15	6,75
<i>Guarea kunthiana</i>	0,02	0,01	0,03	0,05	0,03					0,15	6,72
<i>Caraipa utilis</i>	0,05	0,05		0,04						0,15	6,63

Carbono almacenado por especie y por clase diamétrica (tC/ha)											
Especies	10	20	30	40	50	60	70	80	90 a +	Carbono almacenado (tC/ha)	Carbono almacenado (tC)
	A 20	A 30	A 40	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90			
<i>Carapa guianensis</i>	0,05	0,03	0,02		0,05					0,15	6,60
<i>Aniba muca</i>	0,01	0,01	0,01				0,10			0,12	5,45
<i>Macrolobium acaciifolium</i>					0,04	0,07				0,12	5,36
<i>Handroanthus serratifolius</i>	0,00		0,02	0,04		0,05				0,12	5,36
<i>Jacaranda copaia</i>	0,02	0,02	0,08							0,12	5,20
<i>Matisia malacocalyx</i>	0,00	0,02	0,07	0,02						0,10	4,67
<i>Calophyllum brasiliense</i>		0,02	0,04	0,03						0,08	3,74
<i>Capirona decorticans</i>	0,00		0,04		0,04					0,08	3,54
<i>Miconia poeppigii</i>	0,00		0,07							0,08	3,47
<i>Peltogyne altissima</i>			0,03	0,04						0,06	2,88
<i>Guazuma crinita</i>	0,00	0,01		0,04						0,05	2,09
<i>Ocotea costulata</i>	0,00	0,01								0,01	0,30
<i>Ocotea aciphylla</i>	0,00									0,00	0,04
Total	2,43	4,45	17,98	16,64	12,42	10,64	9,00	6,17	11,33	91,06	4097,66
Total general	109,57	200,36	809,04	748,59	559,00	478,75	404,85	277,81	509,69		4097,66

4.5. Correlación entre el volumen, biomasa y carbono almacenado

4.5.1. Prueba de normalidad

La tabla 5 presenta los resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S), utilizada para evaluar la normalidad de los datos de volumen, biomasa y carbono almacenado. Esta prueba compara la distribución de los datos con una distribución normal teórica. El estadístico "D" en la prueba K-S representa la máxima diferencia entre la distribución empírica de los datos y la distribución normal teórica. Cuanto mayor sea el valor de D, mayor será la evidencia de que los datos no siguen una distribución normal. Los grados de libertad (gl) indican el número de observaciones independientes en la muestra analizada. Por otro lado, el valor de significancia (p-value) proporciona la probabilidad de observar un valor de D igual o mayor al observado, bajo la suposición de que los datos provienen de una distribución normal. Un valor de p menor a 0.05 típicamente sugiere que hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de normalidad, indicando que los datos no siguen una distribución normal con un nivel de confianza del 95%.

Los resultados de la prueba K-S indican que para las tres variables (volumen, biomasa y carbono almacenado), el valor de D es mayor que 0,195, y el valor de p es menor que 0,000, por debajo del nivel de significancia estándar de 0,05. Por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis nula que asume que los datos provienen de una distribución normal para estas variables. En otras palabras, los datos no exhiben una distribución normal.

Es crucial tener en cuenta que la prueba K-S puede ser sensible al tamaño de la muestra. En este estudio, se utilizaron 75 observaciones, lo cual se considera un tamaño de muestra moderado. No obstante, es posible que la prueba no tenga

suficiente poder para detectar desviaciones de la normalidad en muestras más pequeñas.

Tabla 5. Prueba de normalidad del volumen, biomasa y carbono almacenado

	Prueba de normalidad		
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico (D)	gl	Sig.
Volumen	,195	75	,000
Biomasa	,212	75	,000
Carbono almacenado	,212	75	,000

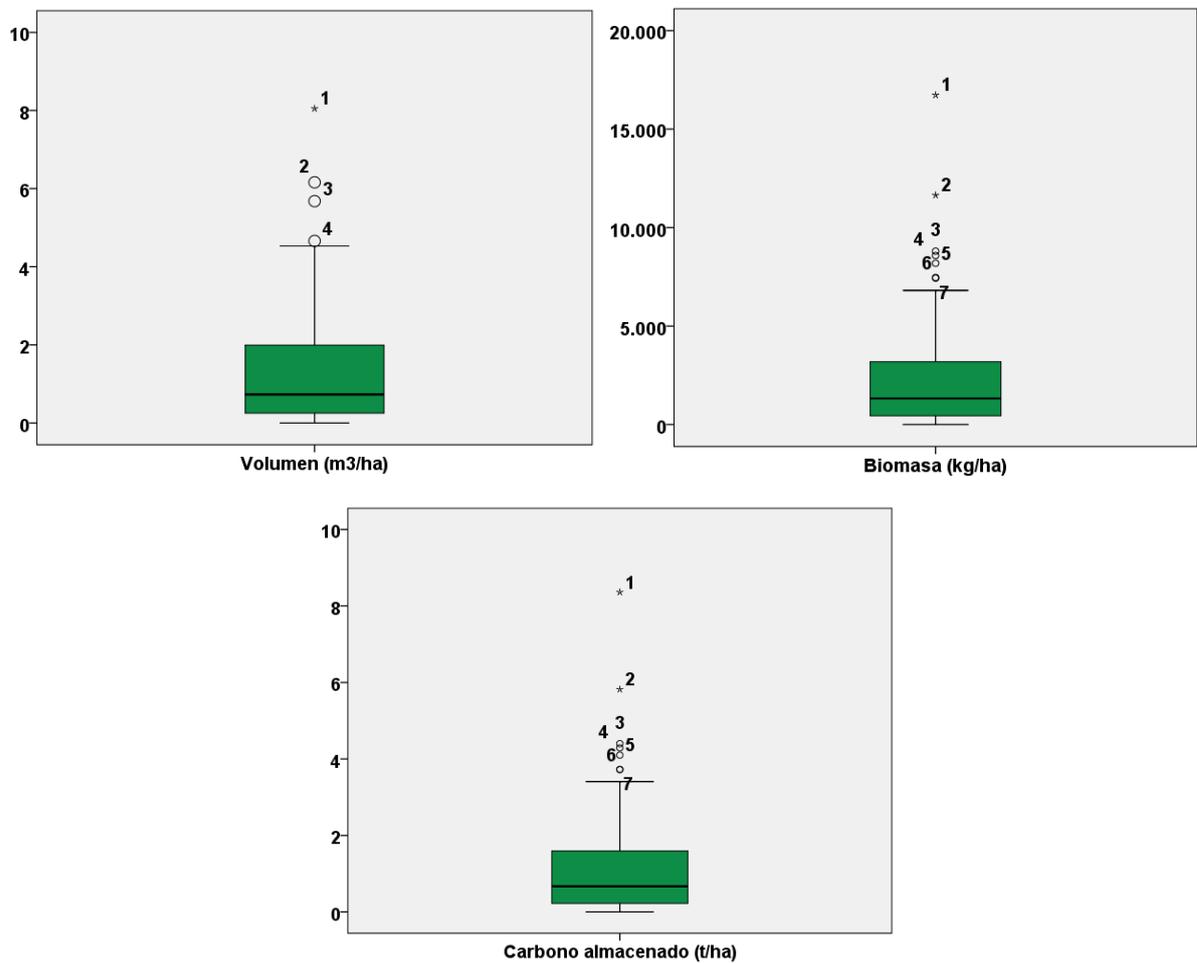


Gráfico 5. Caja de bigotes del volumen, biomasa y carbono almacenado

En el gráfico 5 se puede observar que la distribución de los datos de volumen, biomasa y carbono almacenado es asimétrica, como se evidencia por la mediana desplazada hacia la izquierda de la caja. Esto sugiere que la mayoría de los valores

se concentran en la parte inferior del rango. Además, la distribución exhibe asimetría negativa, donde la cola derecha del diagrama de caja es más larga que la cola izquierda, indicando la presencia de más valores atípicos en el extremo superior del rango. Los bigotes largos señalan una dispersión considerable en los datos, con valores atípicos visibles en ambos extremos del rango. El diagrama de caja revela que los datos de volumen, biomasa y carbono almacenado no siguen una distribución normal. En cambio, muestran asimetría negativa y una dispersión considerable, acompañada por la presencia de valores atípicos.

Los datos presentados en la tabla 6 proporcionan estadísticas descriptivas para tres variables: volumen, biomasa y carbono almacenado. Empezando por el Volumen, se observa que la media es aproximadamente 1.39, con un error estándar de 0.18640. El intervalo de confianza del 95% para la media se encuentra entre 1.0172 y 1.7601. La mediana, que representa el valor central de la distribución, es considerablemente más baja que la media, situándose en 0.73. La varianza es 2.606 y la desviación estándar, que mide la dispersión de los datos respecto a la media, es de 1.61431. El rango de valores va desde un mínimo de 0 hasta un máximo de 8.05, con un rango intercuartílico de 1.78. La asimetría es positiva (1.867), indicando una distribución sesgada hacia la derecha, mientras que la curtosis (3.907) señala una distribución que es relativamente más achatada que la distribución normal.

En relación con la Biomasa, la media es significativamente mayor, aproximadamente 2428.24, con un error estándar de 350.81326. El intervalo de confianza del 95% para la media se encuentra entre 1729.23 y 3127.26. La mediana es 1330.14, lo que muestra una diferencia notable respecto a la media. La varianza

es 9,230,245.555 y la desviación estándar es de 3038.13192, indicando una amplia dispersión de los datos alrededor de la media. El rango de valores es extenso, desde 1.81 hasta 16,728.11, con un rango intercuartil de 2803.00. La asimetría es positiva (2.263), lo cual indica una distribución sesgada hacia la derecha, y la curtosis (6.504) indica una distribución muy puntiaguda con colas pesadas, caracterizada por valores extremadamente altos.

Finalmente, en cuanto al carbono almacenado, la media es de 1.2140 con un error estándar de 0.17533. El intervalo de confianza del 95% para la media se extiende desde 0.8646 hasta 1.5634 unidades. La mediana es de 0.6700 unidades, lo que sugiere una posible asimetría positiva similar a la observada en volumen y biomasa. La desviación estándar es de 1.51842, indicando una dispersión moderada alrededor de la media. Tanto la asimetría como la curtosis del carbono almacenado muestran valores similares a los de la biomasa, lo cual indica distribuciones con características comparables.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos del volumen, biomasa y carbono almacenado

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
Volumen	Media		1.3887	.18640
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1.0172	
		Límite superior	1.7601	
	Media recortada al 5%		1.1944	
	Mediana		.7300	
	Varianza		2,606	
	Desviación estándar		1.61431	
	Mínimo		.00	
	Máximo		8.05	
	Rango		8.05	
	Rango intercuartil		1.78	
	Asimetría		1,867	,277
	Curtosis		3,907	,548
Biomasa	Media		2,428.2447	350.81326
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,729.2340	
		Límite superior	3,127.2553	
	Media recortada al 5%		2,048.8251	
	Mediana		1,330.1400	
	Varianza		9230245,555	
	Desviación estándar		3,038.13192	
	Mínimo		1.81	
	Máximo		16,728.11	
	Rango		16,726.30	
	Rango intercuartil		2,803.00	
	Asimetría		2,263	,277
	Curtosis		6,504	,548
Carbono almacenado	Media		1.2140	.17533
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.8646	
		Límite superior	1.5634	
	Media recortada al 5%		1.0244	
	Mediana		.6700	
	Varianza		2,306	
	Desviación estándar		1.51842	
	Mínimo		.00	
	Máximo		8.36	
	Rango		8.36	
	Rango intercuartil		1.40	
	Asimetría		2,263	,277
	Curtosis		6,500	,548

4.5.2. Correlación

Los resultados de correlación revelan una relación perfectamente positiva y significativa entre el volumen, la biomasa y el carbono almacenado en los datos analizados. Esto significa que a medida que aumenta el volumen, también aumentan la biomasa y el carbono almacenado de manera consistente en todas las observaciones. El coeficiente de correlación de Spearman de 1,000 indica una asociación directa fuerte entre estas tres variables, respaldada por un nivel de significancia muy alto ($p < 0,01$, dos colas). En otras palabras, los datos sugieren que existe una relación fuerte y constante entre el volumen, la biomasa y el carbono almacenado, indicando que la cantidad de biomasa y carbono almacenado está estrechamente vinculada a la cantidad de volumen presente (Tabla 7).

Tabla 7. Correlación del volumen con la biomasa y el carbono almacenado

Correlaciones				
			Volumen	Biomasa
Rho de Spearman	Volumen	Coeficiente de correlación	1,000	1,000**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	75	75
	Biomasa	Coeficiente de correlación	1,000**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	75	75

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

Correlaciones				
			Volumen	Carbono almacenado
Rho de Spearman	Volumen	Coeficiente de correlación	1,000	1,000**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	75	75
	Carbono almacenado	Coeficiente de correlación	1,000**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	75	75

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

CAPITULO V. DISCUSIÓN

Los datos de la tabla 7 revelan una relación sólida y positiva entre el volumen de los árboles, la cantidad de biomasa y el carbono almacenado en el ecosistema forestal analizado. La correlación destacada entre el volumen de los árboles y tanto la biomasa como el carbono almacenado sugiere que el aumento en la estructura física de los árboles está estrechamente vinculado al incremento en la cantidad de material biológico y al potencial de almacenamiento de carbono. Estos resultados son cruciales para la gestión y conservación forestal, subrayando la importancia de fomentar el crecimiento volumétrico de los árboles como una estrategia efectiva para incrementar simultáneamente la biomasa y la captura de carbono en los bosques. Esto no solo ayuda en la mitigación del cambio climático, sino que también fortalece la biodiversidad forestal.

Existe una correlación perfectamente positiva entre el volumen de los árboles y la cantidad de biomasa y carbono almacenado, lo que indica que a medida que crece el tamaño de los árboles, también aumenta la capacidad del ecosistema para almacenar carbono y biomasa. Esta relación es altamente significativa desde el punto de vista estadístico ($p < 0,01$). Los resultados subrayan que el volumen de los árboles está estrechamente asociado tanto con la biomasa como con el carbono almacenado en el ecosistema forestal evaluado. Esto sugiere que estrategias de gestión que fomenten el crecimiento volumétrico de los árboles podrían resultar en incrementos notables en la biomasa y la capacidad de almacenamiento de carbono en el área forestal.

Alvan (2022, p. 27) establece que la relación entre la estructura diamétrica y el carbono almacenado es altamente significativa, con un p-valor de 0,000, por debajo

de $\alpha = 0,01$, para ambas variables. Esto sugiere una correlación fuerte, con coeficientes de 0,87 para el diámetro a la altura del pecho (DAP) y 0,88 para el carbono almacenado. Burga (2022, p. 25) reporta una correlación igualmente significativa entre DAP, biomasa y stock de carbono ($p < 0,01$), con coeficientes de correlación de 0,90 para DAP versus biomasa y 0,91 para DAP versus stock de carbono. Granados (2022, pp. 28, 29) también encuentra una significancia alta, con un p-valor de 0,000 y coeficientes de correlación de 0,978 para DAP y carbono almacenado, indicando una correlación excepcionalmente fuerte. Por su parte, Paima (2023, p. 23) concluye que la correlación significativa entre DAP y altura total, con un nivel de significancia de 0,01, exhibe un coeficiente de correlación moderado de 0,239. Estos hallazgos sugieren que las similitudes con los resultados del presente estudio podrían atribuirse a una combinación de factores biológicos, metodológicos, ecológicos y ambientales comunes en los bosques amazónicos.

Los elementos que inciden en esta relación incluyen las variaciones entre especies, dado que cada una presenta distintas conexiones entre volumen, biomasa y carbono almacenado. Además, las condiciones locales, como la fertilidad del suelo, la disponibilidad de agua y el clima, también juegan un papel crucial en la dinámica de estas variables. Asimismo, las prácticas de manejo forestal, como la tala selectiva y la reforestación, pueden tener un impacto significativo en la cantidad de biomasa y carbono que un bosque puede almacenar.

Comprender la interrelación entre volumen, biomasa y carbono almacenado es fundamental para profundizar en el funcionamiento de los ecosistemas forestales. Este conocimiento nos capacita para cuantificar la capacidad de los bosques en la captura y retención de carbono, un aspecto vital del ciclo global del carbono y la

regulación climática. Además, esta relación proporciona insights sobre la distribución de la biomasa y la biodiversidad dentro de los bosques, aspectos cruciales para la conservación y la implementación de prácticas de manejo forestal sostenible.

La comprensión de la relación entre volumen, biomasa y carbono almacenado es crucial para adoptar decisiones fundamentadas en el manejo forestal. Esto facilita la optimización sostenible de la productividad forestal, equilibrando la producción de madera con la conservación del ecosistema. Además, proporciona herramientas para valorar y gestionar los servicios ecosistémicos proporcionados por los bosques, como la captura de carbono, la regulación hídrica y la provisión de hábitat para la biodiversidad.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

1. Se contabilizaron un total de 4281 árboles, repartidos en 75 especies que pertenecen a 61 géneros y provienen de 23 familias botánicas distintas. Entre las especies, *Ecclinusa lanceolata* (Caimitillo) destaca como la más numerosa, con 379 árboles, mientras que la familia Fabaceae agrupa la mayor diversidad con 13 especies y un total de 528 árboles.
2. El volumen total de madera alcanzó los 104,19 metros cúbicos por hectárea. *Ecclinusa lanceolata* registra el volumen más alto con 8,05 m³/ha, seguida por *Parkia nítida* con 6,16 m³/ha.
3. La biomasa total alcanza los 182 118,38 kilogramos por hectárea. *Ecclinusa lanceolata* y *Parkia nítida* destacan por contener la mayor biomasa, con 16 728,11 kg/ha y 11 646,52 kg/ha, respectivamente.
4. El carbono almacenado registrado es de 91,06 toneladas por hectárea. *Ecclinusa lanceolata* destaca por su alta capacidad de almacenamiento de carbono (8,36 tC/ha), seguida por *Parkia nítida* (5,28 tC/ha).
5. Se observa una relación alta y constante entre el volumen, la biomasa y el carbono almacenado, con un coeficiente de correlación de $r = 1,000$ en ambos casos. Esto indica que la cantidad de biomasa y carbono almacenado está estrechamente ligada al volumen maderable.

CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere manejar el bosque de colina baja priorizando las especies *Ecclinusa lanceolata* y *Parkia nítida*, debido a su fuerte correlación en volumen maderable, biomasa y carbono almacenado.
2. Se recomienda priorizar estrategias de manejo que fomenten la diversidad y el crecimiento de especies con menor volumen, biomasa y contenido de carbono. Esto incluye la reforestación con especies menos dominantes pero importantes para la biodiversidad y la estabilidad del ecosistema, asegurando su adaptabilidad a las condiciones locales y su capacidad para mantener servicios ecosistémicos esenciales a largo plazo.

CAPITULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ayala, L. Villa, M. Aguirre, Z. Aguirre, N. 2014. Cuantificación del carbono en los páramos del parque nacional Yacuri, provincias de Loja y Zamora Chinchipe, Ecuador, Revista CEDAMAZ, Vol, (4) (1): 45 – 52,
<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/237>
- Alvan, C. E. 2022. *Estructura diamétrica y carbono almacenado en las especies comerciales de un bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-009 del distrito de Mazán, Loreto, 2021*, [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana],
<https://hdl.handle.net/20,500,12737/9608>
- Borja, E. L. 2019. *Contenido de carbono en la biomasa aérea de los bosques de Polylepis flavipila (bitter) m, kessler & schmidt-leb, y Escallonia myrtilloides l, f,, reserva paisajística Nor Yauyos Cochabamba – Yauyos*, [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional del Centro del Perú],
<https://repositorio.uncp.edu.pe/browse?value=Borja+C%C3%A1rdenas%2C+Evelin+Liliana&type=author>
- Bustios, B. 2022. *Biomasa y stock de carbono almacenado en las especies comerciales del bosque de colina baja de la PC 03 de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024, distrito de Mazán, Loreto, 2021*, [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana],
<https://hdl.handle.net/20,500,12737/8650>
- Burga, M. F. 2022. *Biomasa y stock de carbono en las especies comerciales de un bosque de terraza baja del distrito del Napo, Loreto, 2019*, [Tesis de Ingeniero, Universidad Científica del Perú],
<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1822>

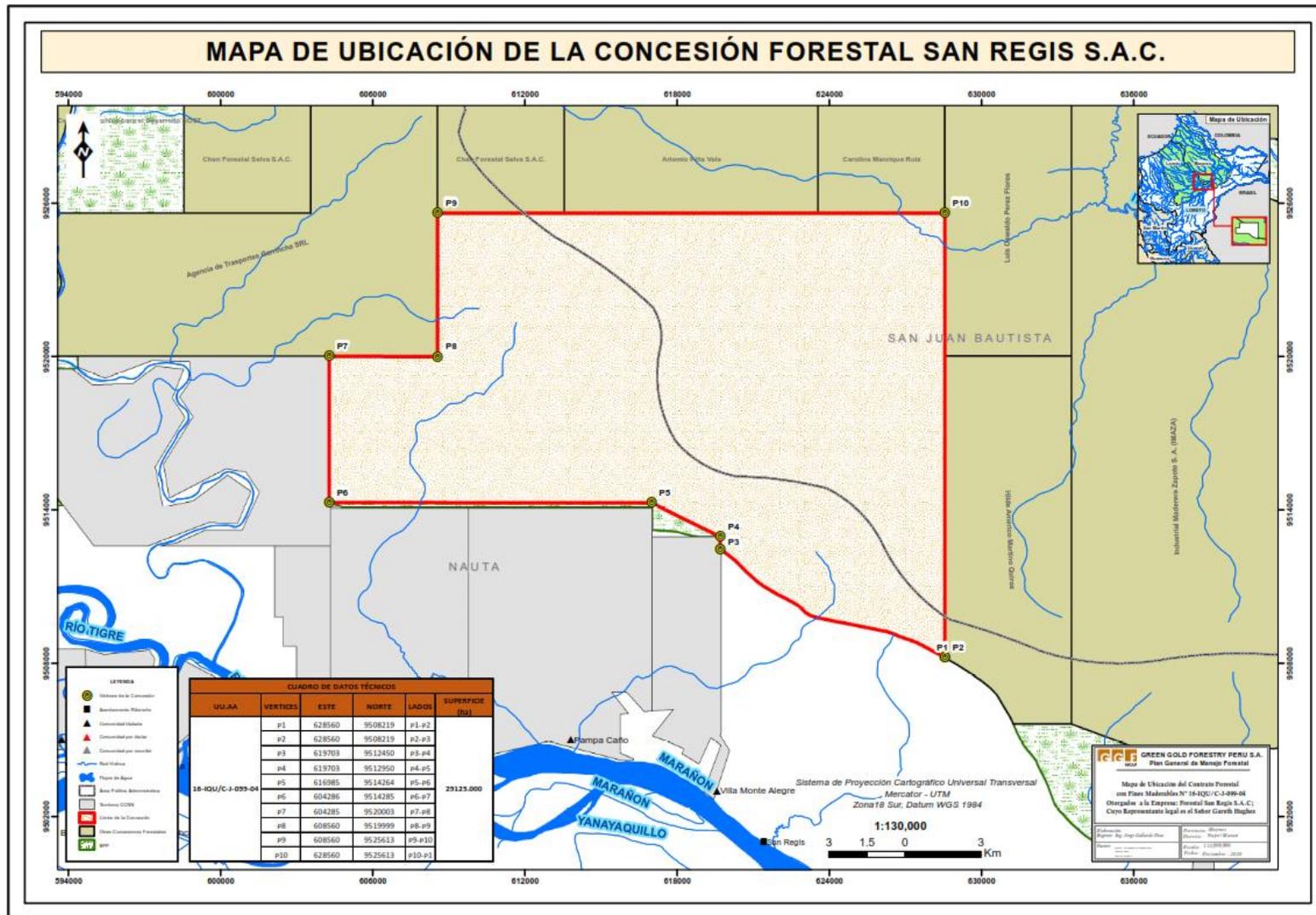
- Cancino, J. 2012. *Dendometría básica*, Universidad de Concepción, <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/407>
- Cueva, L. E. 2023. *Modelo alométrico para estimar la altura total de las especies forestales del bosque de colina baja de la concesión forestal 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-018, distrito del Napo, Loreto, 2022*, [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana], <https://hdl.handle.net/20,500,12737/9408>
- Dauber, E. Terán, J. & Guzmán, R. 2008. Estimaciones de biomasa y carbono en bosque naturales de Bolivia. *Revista Forestal Iberoamericana*, 1(1), 1-10.
- Fonseca, W. .2017. Revisión de métodos para el monitoreo de biomasa y carbono vegetal en ecosistemas forestales tropicales, *Revista de Ciencias Ambientales* Vol 51(2): 91-109, <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view/9481>
- Graciano, G. Alanís, E. A, Aguirre, O. A. González, M. A. Treviño, E. J. Mora, A. Buendía, E. .2019. Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono en un bosque de clima templado-frío de Durango, México, *Rev, Fitotec, Mex*, Vol, 42 (2): 119 – 127, http://www.scielo.org/mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0187-73802019000200119&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Granados, C. E. .2022. Estructura diamétrica y carbono almacenado en las especies comerciales de un bosque de terraza baja de la comunidad nativa Uranias, distrito de Ramón Castilla, Loreto, 2022, [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana], <https://hdl.handle.net/20,500,12737/9584>

- Higuchi, N. & Carbalho, J. A. 1994. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: Anais do seminário Emissão por sequestro de CO₂ uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. Rio de Janeiro. <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/35086>
- Mori, C. E. 2019. *Biomasa y stock de carbono en un bosque de colina baja del distrito de Indiana, Loreto, 2018*, [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana], <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20,500,12737/6737>
- Mora, V. C. 2020. Evaluación de la eficiencia de captura de carbono por parte de la flora fanerogámica nativa presente en el parque recreacional Selva Alegre en la ciudad de Arequipa, [Tesis de Grado, Universidad Continental], <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20,500,12394/10753>
- Navarro, T. H. 2016. Biomasa y contenido de carbono de las especies comerciales de la parcela de corta anual 12 de la concesión forestal 16-IQU/C-j-193-04, río Oroza, Loreto Perú, 2014, [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana], <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20,500,12737/3803>
- Paima, A. R. 2013. *Modelo alométrico para estimar la altura total de las especies forestales del bosque de colina baja de la concesión forestal 16-LORMAY/CON-MAD-2017-055, distrito de Mazán, Loreto, 2022*, [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana], <https://hdl.handle.net/20,500,12737/9476>
- PROFONANPE. 2007. Inventarios Forestales, Componente temático para la mesozonificación ecológica y económica de las cuencas de los ríos Pastaza y Morona, Iquitos, Perú, 84 p,

- Razo, R. Gordillo, A, J. Rodríguez, R. Maycotte, C. C. y Acevedo, O. A. .2013. Estimación de biomasa y carbono almacenado en árboles de Oyamel afectados por el fuego en el Parque Nacional “El Chico”, Hidalgo, México, *Madera y Bosques* 19(2) :73-86, http://www,scielo,org,mx/scielo,php?script=sci_abstract&pid=S1405-04712013000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Reátegui, M. E. 2022. *Efecto de la altitud geográfica sobre el stock de carbono en dos unidades fisiográficas del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María - Huánuco – 2021*, [Tesis de Doctor, Universidad Nacional Hermilio Valdizán], <http://repositorio,unheval,edu,pe/handle/20,500,13080/7792>
- Riaño, O. y Lizarazo, I. 2017. Estimación del volumen de madera en árboles mediante polinomio único de ahusamiento, *Colombia Forestal*, 20(1), 55-62, http://www,scielo,org,co/scielo,php?script=sci_abstract&pid=S0120-07392017000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Ruiz, E. R. .2007. *Elaboración de una ecuación de volumen para un bosque de terrazas altas en el Codo Del Pozuzo, Puerto Inca, Huánuco*, [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional Agraria La Molina], <https://hdl,handle,net/20,500,12996/1736>
- Rosas, A. Z. 2011. *Determinación de la cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea y en el suelo en plantaciones de teca (Tectona grandis l,f,) en el Cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas*, [Tesis de Ingeniero, Universidad Técnica Estatal De Quevedo], <http://repositorio,uteq,edu,ec/handle/43000/2087>

- Rosas, A. y Zúñiga, J. 2010. *Estadística descriptiva e inferencial I, Correlación y regresión lineal*, Colegio de bachilleres, <https://docplayer.es/2779396-Estadistica-descriptiva-e-inferencial-i.html>
- Vela, D. 2023. *Valoración económica del servicio de secuestro de CO₂ en el bosque de terraza baja de san juan de abejaico, distrito de Urarinas, Loreto, 2021*, [Tesis de Ingeniero, Universidad Científica del Perú], <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/2399>
- Vela, C. C. 2019. *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*, [Tesis de Ingeniero, Univesidad Nacional de la Amazonía Peruana], <https://hdl.handle.net/20,500,12737/7906>
- Zanne, A. E. Lopez-Gonzalez, G. Coomes, D. A. Ilic, J. Jansen, S. Lewis, S. L. Miller, R. B. Swenson, N. G. Wiemann, M. C. And Chave, J. 2009. Global wood density database, Dryad, Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad,235>,

ANEXOS



Anexo 1. Mapa de ubicación del área de estudio ubicado en el distrito de Nauta

Anexo 2. Constancia de identificación botánica de las especies



UNAP

Centro de Investigación de
Recursos Naturales
Herbarium Amazonense — AMAZ

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

CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA n.º 064-2024 AMAZ-UNAP

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



HACE CONSTAR:

Que, las muestras botánicas presentada por **LIZ CAROLINA RUIZ DAVILA**, bachiller de la **Escuela Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales** de la **Facultad de Ciencias Forestales** de la **Universidad Nacional de la Amazonía Peruana** pertenece al proyecto de tesis de pre grado titulado: **“CORRELACIÓN DE VOLUMEN, BIOMASA Y CONTENIDO DE CARBONO EN UN BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL 16-IQU/C-J-099-04, DISTRITO DE NAUTA, LORETO. 2024”**; han sido **DETERMINADAS** en este centro de investigación y enseñanza **Herbarium Amazonense-AMAZ-CIRNA-UNAP**, como se indica a continuación:

Nº	FAMILIA	ESPECIE	AUTOR	NOMBRE COMÚN
1	CALOPHYLLACEAE	<i>Caraipa utilis</i>	Vásquez	“aceite caspi negro”
2	FABACEAE	<i>Swartzia polyphylla</i>	DC.	“acero shimbillo”
3	MYRISTICACEAE	<i>Otoba parvifolia</i>	(Markgr.) A.H. Gentry	“aguanillo”
4	LAURACEAE	<i>Ocotea costulata</i>	(Nees) Mez	“alcanfor”
5	CARYOCARACEAE	<i>Caryocar glabrum</i>	(Aubl.) Pers.	“almendro”
6	FABACEAE	<i>Apuleia leiocarpa</i>	(Vogel) J.F. Macbr.	“ana caspi”
7	MELIACEAE	<i>Carapa guianensis</i>	Aubl.	“andiroba”
8	LAURACEAE	<i>Anaueria brasiliensis</i>	Kosterm.	“añuje rumo”
9	CHRYSOBALANACEAE	<i>Licania micrantha</i>	Miq.	“apacharama”
10	FABACEAE	<i>Hymenaea courbaril</i>	L.	“azucar huayo”
11	CLUSIACEAE	<i>Symphonia globulifera</i>	L.f.	“azufre caspi”
12	MALVACEAE	<i>Guazuma crinita</i>	Mart.	“bolaina blanca”
13	LECYTHIDACEAE	<i>Allantoma decandra</i>	(Ducke) S.A. Mori, Ya Y.Huang & Prance	“cachimbo”
14	SAPOTACEAE	<i>Ecclinusa lanceolata</i>	(Mart. & Eichler) Pierre	“cimitillo”
15	LAURACEAE	<i>Licaria triandra</i>	(Sw.) Kosterm.	“canela moena”
16	MORACEAE	<i>Clarisia biflora</i>	Ruiz & Pav.	“capinuri de altura”
17	RUBIACEAE	<i>Capirona decorticans</i>	Spruce	“capirona”
18	ANNONACEAE	<i>Guatteria elata</i>	R.E. Fr.	“carahuasca de hoja menuda”
19	ELAEOCARPACEAE	<i>Sloanea floribunda</i>	Spruce ex Benth.	“cepanchina”
20	FABACEAE	<i>Dipteryx charapilla</i>	(J.F. Macbr.) Ducke	“charapilla”
21	MORACEAE	<i>Pseudalmedia laevigata</i>	Trécul	“chimicua”
22	FABACEAE	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	Ducke	“chontaquiuro”
23	BURSERACEAE	<i>Protium sagotianum</i>	Marchand	“copal”



UNAP

Centro de Investigación de Recursos Naturales Herbarium Amazonense — AMAZ

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



Table with 4 columns: Number, Family Name, Species Name, Author, and Common Name. Rows 24-71 list various plant families and species such as BURSERACEAE, MYRISTICACEAE, LAURACEAE, MORACEAE, BIGNONIACEAE, MALVACEAE, FABACEAE, CALOPHYLLACEAE, MELIACEAE, APOCYNACEAE, LECYTHIDACEAE, SIMAROUBACEAE, SAPOTACEAE, EUPHORBIACEAE, CHRYSOBALANACEAE, and MELASTOMACEAE.





UNAP

**Centro de Investigación de
Recursos Naturales
Herbarium Amazonense — AMAZ**

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

72	FABACEAE	<i>Tachigali melinonii</i>	(Harms) Zarucchi & Herend.	"ucshaquiro"
73	FABACEAE	<i>Peltogyne altissima</i>	Ducke	"violeta"
74	COMBRETACEAE	<i>Buchenavia grandis</i>	Ducke	"yacushapana"
75	VOCHYSIACEAE	<i>Qualea paraensis</i>	Ducke	"yesca caspi"

Determinador: **Ing. Darío Davila Paredes**

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

Atentamente,



Richard J. Huaranca Acostupa
 Coordinador Herbarium Amazonense
 CRNA - UNAP