



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES

TROPICALES

TESIS

**“VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE SECUESTRO DE CO₂ EN UN
BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL N° 16-LOR-
MAY/CON-MAD-2021-018, DISTRITO DE MAZÁN, LORETO. 2022”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO EN ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES

PRESENTADO POR:

LUIS FELIPE ALVÁN VARGAS

ASESOR:

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 047-CTG-FCF-UNAP-2023

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 16 días del mes de agosto del 2023, a horas 10:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis: "VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE SECUESTRO DE CO₂ EN UN BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2021-018, DISTRITO DE MAZAN, LORETO. 2022", aprobado con R.D. N° 0332-2022-FCF-UNAP, presentado por el bachiller LUIS FELIPE ALVAN VARGAS, para optar el Título Profesional de Ingeniero 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° 0628-2022-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Ronald Manuel Panduro Tejada, Dr.	: Presidente
Ing. Ricardo Reátegui Amasifuen, Dr.	: Miembro
Ing. Pedro Ángel Angulo Ruiz, Dr.	: 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: APROBADO con la calificación de BUENO

Estando el bachiller apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales.

Siendo las 11:30 am. Se dio por terminado el acto ACADEMICO


Ing. RONALD MANUEL PANDURO TEJADA, Dr.
Presidente


Ing. RICARDO REÁTEGUI AMASIFUEN, Dr.
Miembro


Ing. PEDRO ÁNGEL ANGULO RUIZ, Dr.
Miembro


Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Asesor

**JURADO Y ASESOR
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES
TROPICALES**

TESIS

"Valoración económica del servicio de secuestro de CO₂ en un bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-Lor-May/Con-Mad-2021-018, distrito de Mazán, Ioreto. 2022"

MIEMBROS DEL JURADO


.....
Ing. RONALD MANUEL PANDURO TEJADA, Dr.
REGISTRO CIP N° 35493
Presidente


.....
Ing. RICARDO REÁTEGUI AMASIFUEN, Dr.
REGISTRO CIP N° 052331
Miembro


.....
Ing. PEDRO ÁNGEL ANGULO RUIZ, Dr.
REGISTRO CIP N° 40933
Miembro


.....
Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
REGISTRO CIP N° 45725
Asesor

Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

ID de Comprobación:
75581419

Fecha de comprobación:
13.10.2022 11:35:01 -05

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

Fecha del Informe:
13.10.2022 11:38:37 -05

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: TESIS RESUMEN LUIS FELIPE ALVÁN VARGAS

Recuento de páginas: 37 Recuento de palabras: 9458 Recuento de caracteres: 57805 Tamaño de archivo: 307.28 KB ID de archivo: 8665

30.6% de Coincidencias

La coincidencia más alta: 12.9% con la fuente de Internet (<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/>)

30.6% Fuentes de Internet

684

Página 39

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

28.7% de Citas

Citas

67

Página 40

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

AGRADECIMIENTO

- Le agradezco a Dios por Guiarme durante este proceso de aprendizaje y permitirme lograr mi meta Universitaria.
- A mi familia por el gran esfuerzo que hicieron para terminar la carrera y desarrollar la tesis, así como por darme la oportunidad de superarme en la Universidad que fue de gran importancia para mi futuro desarrollo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADOS Y ASESOR	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD.....	iv
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas.....	6
1.3. Definición de términos básicos.....	9
CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES	12
2.1. Formulación de la hipótesis.....	12
2.2. Variables y su operacionalización	12
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 datos.....	15
3.4.1. Verificación y determinación de la composición florística	15
3.4.2. Cálculos	15
3.4.3. Análisis estadístico.....	19
CAPITULO IV. RESULTADOS	20

4.1. Composición florística	20
4.2. Volumen maderable	24
4.3. Biomasa seca.....	31
4.4. Stock de carbono	36
4.5. Secuestro de CO ₂	40
4.6. Valor económico del secuestro de CO ₂	44
4.7. Análisis estadístico.....	48
4.7.1. Prueba de normalidad.....	48
4.7.2. Prueba de hipótesis	49
CAPITULO V: DISCUSIÓN.....	53
5.1. Composición florística	53
5.2. Valoración económica del servicio de secuestro de CO ₂	54
CAPITULO VI: CONCLUSIONES.....	56
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES	58
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	59
ANEXOS	66
1. Mapa de ubicación del bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2021-018, distrito de Mazán	67
2. Formato para la toma de datos del censo forestal	68
3. Formato de datos para la estimación de la biomasa y stock de carbono	69
4. Volumen maderable por clase diamétrica y por especie	70
5 Biomasa seca total y por especie	74
6. Stock de carbono total y por especie	78
7. Secuestro de CO ₂ total y por especie	80
8. Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO ₂ por especie	82
9. Identificación botánica de las especies forestales	84
10. Constancia de uso de base de datos	86

ÍNDICE DE CUADROS

Nº	Descripción	Pág.
1.	Rotacion de especies, géneros, familia y número de árboles en 945,96 ha. ...	21
2.	Volumen maderable por clase diamétrica y por especie en 945,96 ha.	26
3.	Biomasa seca total y por especie en 945,96 ha.	32
4.	Stock de carbono total y por especie en 945,96 ha.	37
5.	Secuestro de CO2 total y por especie en 945,96 ha.	41
6.	Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO2 por especie en 945,96 ha (10/09/2022)	45
7.	Prueba de normalidad para los datos de valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO2	48
8.	Prueba de hipótesis no paramétrica de Kruskal-Wallis del valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO2.....	50
9.	Prueba de Chi-cuadrado	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Descripción	Pág.
1.	Distribución del número de árboles por familia.....	22
2.	Distribución del número de árboles por especie.....	23
3.	Distribución del volumen maderable por clase diamétrica	29
4.	Volumen maderable por especie y por hectárea	30
5.	Biomasa seca por especie y hectárea.....	35
6.	Stock de carbono por especie y por hectárea	39
7.	Secuestro de CO ₂ por especie y por hectárea.....	43
8.	Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO ₂ por especie	47
9.	Diagrama de caja de bigotes para el valor económico de CO ₂	49

RESUMEN

Este estudio calculó el costo del servicio de secuestro de CO₂ proporcionado por un bosque de colina baja en el distrito de Mazán. El bosque de colina baja de la PC 3 en la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2021-018 fue sometido a una evaluación de los datos del censo forestal de especies comerciales. Según los resultados, se encontraron 10 299 árboles, 50 especies forestales comerciales y 20 familias botánicas. El valor económico del secuestro de CO₂ es de 8 587 809,14 dólares, siendo las especies de mayor valor *Ormosia bopiensis* (606,51 dólares/ha), *Chrysophyllum argenteum* (598,29 dólares/ha), *Iryanthera grandis* (595,92 dólares/ha) y *Parkia ulei* (495 dólares/ha). Mientras que el valor económico del CO₂ es menor en *Apuleia leiocarpa* (91,72 USD/ha), *Diploptropis martiusii* (91,03 USD/ha) y *Dipteryx micrantha* (88,39 USD/ha). El valor económico del secuestro de CO₂ varía significativamente ($\alpha=0,05$) en función de la especie. Se recomienda incluir los servicios de secuestro de carbono que ofrece este bosque en el mercado del carbono.

Palabras claves: Valor económico del secuestro de CO₂, bosque de colina baja, Mazán, Loreto.

ABSTRACT

This study calculated the cost of the CO₂ sequestration service provided by a low hill forest in the Mazán district. The low hill forest of PC 3 in forest concession N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2021-018 was subjected to an evaluation of commercial species forest census data. According to the results, 10 299 trees, 50 commercial forest species and 20 botanical families were discovered. The economic value of CO₂ sequestration is US\$8 587 809,14, with the highest value species being *Ormosia bopiensis* (US\$ 606,51/ha), *Chrysophyllum argenteum* (US\$ 598,29/ha), *Iryanthera grandis* (US\$ 595,92/ha) and *Parkia ulei* (US\$ 495/ha). While the economic value of CO₂ is lower in *Apuleia leiocarpa* (91,72 USD/ha), *Diploptropis martiusii* (91,03 USD/ha) and *Dipteryx micrantha* (88,39 USD/ha). The economic value of CO₂ sequestration varies significantly ($\alpha=0,05$) depending on the species. It is recommended to include the carbon sequestration services provided by these forests in the carbon market.

Keywords: Economic value of CO₂ sequestration, low hill forest, Mazán, Loreto.

INTRODUCCIÓN

La humanidad recibe de los bosques productos y servicios ecosistémicos sustanciales que son beneficiosos tanto económica como ecológicamente. Estos bienes y servicios deben gestionarse de forma responsable para que las generaciones futuras puedan disfrutar de ellos (FAO, 2018, como se citó en Mena, 2019a, pp. 1, 2). Mediante programas que compensen los servicios ambientales prestados, se puede apoyar la conservación de los bosques y los beneficios y servicios que ofrecen (Puerta, Yanez y Medina, 2018, como se citó en (Mena, 2019b, p. 2).

El dióxido de carbono, también conocido como monóxido de carbono (CO_2), es un gas de efecto invernadero producido por actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y otras actividades antropogénicas que provocan un aumento de este contaminante. Del mismo modo, la idea de la captura y almacenamiento de CO_2 reduce las emisiones de CO_2 . El concepto consiste en recoger de forma natural el CO_2 emitido por grandes instalaciones industriales o centrales eléctricas; por ejemplo, reforestando o talando bosques para su posterior almacenamiento bajo tierra, en el mar o en otras circunstancias (Maza, 2019a, p. 1).

Esta zona cuenta con abundantes recursos naturales, pero a pesar de ello ha experimentado un escaso crecimiento económico, lo que la convierte en una fuente de ingresos, sobre todo para los productos forestales, que pone en peligro la estabilidad del sistema y la conservación de los mismos.

Un problema que hay que abordar en nuestra región es la falta de comprensión del valor económico de los servicios medioambientales que los bosques prestan a las personas, ya que la conservación de los recursos forestales debe ser compensada.

Los recursos madereros se utilizan en forma de troncos para diversos tipos de acceso a los bosques, incluidos los lugares de gestión forestal para las poblaciones indígenas de la Amazonia peruana. Los troncos se venden posteriormente para aumentar los beneficios económicos. Sin embargo, no pueden aprovechar los beneficios del bosque de forma más sostenible sin arrasarlo para restaurar sus funciones ecológicas, como el secuestro de dióxido de carbono (Rojas, 2018a, p. 2).

El objetivo principal de esta investigación es "Valorar económicamente el servicio ambiental de secuestro de CO₂ en un bosque de colina baja de la concesión forestal No. 16-LOR-MAY/CON-MAD-2021-018, distrito de Mazán, Loreto. 2022".

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En el distrito de San Pablo, particularmente en la comunidad nativa Cajocuma en el la PC1, se finalizó un estudio descriptivo, cuantitativo y de nivel básico en el año 2019. Los resultados del estudio mostraron que la población de estudio estuvo constituida por todos los árboles de especies forestales económicamente aprovechables con DAP mayor o igual al diámetro mínimo de corta. La superficie era de aproximadamente 141 hectáreas. Según el estudio, había 545 árboles en el bosque de terraza baja, clasificados en 7 especies, 7 géneros y 6 familias botánicas. El ingreso total por la venta de madera en rollo es de S/. 249,649.30 (USD 74,745.30), siendo los de mayor ingreso *Maquira coriacea* (USD 63,416.23) y *Calycophyllum spruceanum* (USD 19,018.26), respectivamente. La contribución de las demás especies es de sólo 1051,87 USD. Un total de 5 563 240 kg de biomasa seca está presente en los árboles de cada una de las siete especies comerciales, siendo *Maquira coriacea* la que tiene la mayor concentración (4 166 610 kg), seguida de *Calycophyllum spruceanum* (1 300 970 kg), y las cinco especies restantes aportan sólo 95 660 kg (Escobar, 2019a, pp. 34, 36, 37). Los resultados apuntan a una reserva de carbono de 2781,62 tC. En particular, *Maquira coriacea* presenta la mayor reserva (2 083,31 tC), seguida de *Calycophyllum spruceanum* (650 tC), mientras que las demás especies representan un total de 47,35 tC. El bosque evaluado secuestró 10 192,41 tCO₂, siendo *Maquira coriacea* (7633,65 tCO₂) y *Calycophyllum spruceanum* (2383,51 tCO₂) las que presentaron los valores más altos, mientras que las otras cinco especies sólo secuestraron 175,17 tCO₂. El valor más elevado lo obtuvo *Maquira coriacea* (62 595,95 USD), seguida de *Calycophyllum spruceanum* (19 544,75 USD); las demás especies

declararon un total de 1 437,08 USD. El valor económico del secuestro de CO₂ es de 83 577,79 USD (Escobar, 2019b, pp. 39, 40, 42).

Se realizó un estudio de nivel básico de enfoque cuantitativo no experimental en el distrito de Jenaro Herrera en el año 2019 en el Centro de Investigación Jenaro Herrera (CIJH), y los resultados mostraron que la población de estudio estuvo constituida por todos los árboles comerciales con DAP mayor o igual al diámetro mínimo de corta. El estudio estableció un registro de 9006 árboles en colina baja, que se clasificaron en 17 especies, 15 géneros y 7 familias botánicas. Con 2487 árboles y 1558 árboles, respectivamente, que representan el 27,6% y el 17,3% del total, *Dypteryx odorata* "shihuahuaco" y *Myroxylon balsamun* "estoraque" tienen el mayor número de árboles. La reserva de carbono es de 38 480,3 tC. Esta cantidad sigue el mismo patrón que la biomasa aérea calculada en los PCA 10 y 11, donde *Dypteryx odorata* aporta la mayor cantidad de carbono almacenado (13 744,8 tC), y está directamente relacionada con esa cantidad. El valor de la reserva de *Aspidosperma exelsum* es menor (30,5 tC). Cabe destacar que la misma tendencia indica el secuestro de carbono, con un total de 141 080,2 tCO₂, y que el máximo secuestro de carbono se produce en *Dypteryx odorata*, *Myroxylon balsamun* y *Amburana cearensis*, con valores respectivos de 50 392,7 tCO₂, 22 614,5 tCO₂ y 13 089,9 tCO₂. La especie *Dypteryx odorata* reporta el valor más alto (690 627,07 USD), seguida de *Myroxylon balsamun* (309 929,99 USD), mientras que las especies *Tabebuia serratifolia* (7056,44 USD) y *Aspidosperma exelsum* (1532,99 USD) muestran el valor más bajo (1 933.490,80 USD). El valor económico del secuestro de CO₂ asciende a 1 933 490,80 USD para toda la zona de estudio (Mathews, 2019a, pp. 30, 33, 34).

En el río Yavarí Mirím, específicamente, se realizó en 2016 una investigación de tipo básico, descriptivo e inferencial. Los resultados mostraron que la población de estudio estaba formada por todos los árboles de las 10 especies comerciales con DAP superior o igual al diámetro mínimo de corta del PCA 20 de la concesión forestal 16-IQU/C-J-060-04. La superficie era de unas 253 hectáreas. Según el estudio, *Virola albidiflora* aporta el mayor número de árboles, las demás especies aportan entre 9 y 33 cada una, y *Cedrelinga cateniformis* tiene el menor número de árboles en total. El almacenamiento total de carbono estimado es de 890,16 tC, encontrándose los mayores valores de reservas de carbono en *V. albidiflora* (294,74 tC), *B. rubescens* (95,71 tC), *A. leiocarpa* (91,04 tC) y *P. igneiflora* (90,93 tC). Los resultados muestran que el área total de secuestro de carbono fue de 3211,68 tCO₂, siendo *Virola albidiflora* la que tuvo la mayor cantidad (350 tCO₂), seguida de *Brosimum rubescens* (333,58 tCO₂), *Apuleia leiocarpa* (333,58 tCO₂), *Parkia igneiflora* (333,18 tCO₂) y *Ceiba pentandra* (319,91 tCO₂). Los valores más bajos corresponden a *C. cateniformis* (138,77 tCO₂), *A. brasiliensis* (136,46 tCO₂) y *Simarouba amara* (81,56 tCO₂). El valor económico del secuestro de CO₂ para toda el área es de 29 290,52 USD, y las especies con mayor valor económico son *Virola albidiflora* (9849,33 USD), *Brosimum rubescens* (3198,38 USD), *Apuleia leiocarpa* (3042,25 USD) y *Parkia igneiflora* (3038,60 USD). *Cedrela odorata* (1916,48 USD), *Simarouba amara* (743,83 USD), *Anaueria brasiliensis* (1244,52 USD) y *Cedrelinga cateniformis* (1265,58 USD) registran precios más bajos (Sanchez, 2016a, pp. 30, 35, 36).

1.2. Bases teóricas

De ello se deduce que el concepto de biomasa, también conocido como masa biológica, es útil para orientar a los investigadores a la hora de determinar el nivel de materia orgánica que posee un ecosistema en un momento dado. La biomasa es la masa total de seres vivos que están presentes en una zona determinada en un momento dado y suele expresarse en toneladas de materia seca por unidad de superficie o volumen. Puede resultar difícil cuantificar la biomasa de un ecosistema, sobre todo en la capa superior (Iparraguirre, 2000, como se citó en Gonzales, 2018, pp. 10, 11).

El sol ayuda a las plantas a desarrollarse. Biomasa es el nombre de la materia orgánica que compone una planta y almacena energía solar a corto plazo basada en el carbono. El ciclo natural del carbono entre la atmósfera y la tierra incluye la biomasa (Quiñe, 2009, p. 18).

Dado que el CO₂ es uno de los gases que más influyen en el efecto invernadero, es crucial comprender cómo se comporta el carbono en la superficie del planeta y en la atmósfera, que es, en esencia, un componente del ciclo del carbono (Guerrero & Tejada, 2018a, p. 10).

La atmósfera, la biosfera terrestre (incluidos los sistemas de agua dulce), los mares y los sedimentos (incluidos los sedimentos fósiles) se consideran un conjunto de cuatro depósitos interrelacionados que forman el ciclo del carbono. Estos depósitos son fuentes que pueden liberar carbono a la atmósfera o actuar como sumideros para absorber carbono de otras partes del ciclo del carbono (Ciesla, 1996, como se citó en (Guerrero & Tejada, 2018b, p. 10).

Como toman carbono de los suelos, la vegetación, los océanos y la atmósfera, se conoce como "secuestro de carbono". El océano tiene la mayor concentración de carbono de la biosfera, pero la atmósfera tiene más carbono que la vegetación biótica. Además, el secuestro de carbono es crucial para reducir los efectos del cambio climático (Parada, 2019, como se citó en (Arone, 2019a, p. 29).

La práctica de almacenar permanentemente el carbono procedente de cualquier uso de la tierra se conoce como secuestro de carbono. Así, al absorber el dióxido de carbono atmosférico mediante la fotosíntesis, el reino vegetal aumenta de tamaño. Cualquier sistema de uso de la tierra, incluidos los sistemas de pastoreo, los barbechos mejorados, los sistemas agroforestales, los pastos, los bosques secundarios, las plantaciones perennes, los bosques primarios, etc., puede medir el secuestro de carbono. Los bosques secuestran y almacenan más carbono que otros ecosistemas de los mencionados (Maquera, 2017, como se citó en (Arone, 2019b, p. 29).

Al almacenar, transferir y absorber sustancias que contienen carbono específicamente dióxido de carbono que han estado presentes en la atmósfera durante un largo periodo, la vegetación actúa como secuestradora de carbono. El carbono también puede estar presente en la geosfera, la pedosfera, la biosfera y los mares. Además, cuando se produce un movimiento de la atmósfera al océano y de la atmósfera a la flora, los suelos y los detritos, tiene lugar el secuestro de carbono. Sin embargo, las principales fuentes orgánicas de carbono son la flora y los detritos, razón por la cual el secuestro de carbono contribuye a frenar el aumento

del dióxido de carbono atmosférico (Miranda, 2018, como se citó en Arone, 2019c, pp. 29, 30).

Para preservar y gestionar los sistemas forestales, que de forma natural generan valor económico en los siete continentes del mundo, y contribuir al desarrollo sostenible, se utiliza como herramienta la valoración económica. Desempeña un papel importante en relación con los servicios medioambientales, especialmente en el ámbito de la captación de carbono. La ley de la oferta y la demanda, que depende del compromiso con la protección del medio ambiente mundial, rige la venta del carbono (Motto, 2006, como se citó en (Arone, 2019d, p. 31).

Dar un precio a los servicios y bienes medioambientales que no tienen ya un precio de mercado fijado y cuyo valor monetario es fluctuante es el valor económico con respecto al medio ambiente. Las personas eligen sus preferencias a la hora de valorar económicamente lo que obtienen de los beneficios de los servicios medioambientales; nunca se establece el valor del precio fijo (Figuerola, 2005, como se citó en Arone, 2019e, p. 31).

La identificación, cuantificación física y cuantificación monetaria de las ventajas y desventajas resultantes de las modificaciones de los servicios ambientales que proporcionan los recursos naturales se denominan colectivamente valoración económica. las modificaciones de la naturaleza provocadas por la actividad humana. Dado que no existen precios de mercado para los servicios ambientales o los cambios que estos servicios inducen, se ofrece la valoración económica como sustituto (Maza, 2019b, p. 32).

La valoración económica del medio ambiente es un esfuerzo por dar un valor monetario a los bienes y servicios que proporcionan los recursos naturales. En consecuencia, la necesidad de valor supera la capacidad del mercado para asignar precios y recursos dentro de la economía. Hay numerosos productos y servicios medioambientales para los que no existe "un precio" en el mercado. El valor revela que el medio ambiente no es gratuito; la dificultad estriba en comunicar sus condiciones (Maza, 2019c, p. 35).

1.3. Definición de términos básicos

Almacenamiento: El acto de almacenar (incluida la colocación de artículos en un almacén y su depósito allí). (Lino, 2009a, p. 16).

Biomasa: El término "biomasa" también se refiere a la materia vegetal recién descompuesta (Velásquez, 2005, como se citó en Arone, 2019f, p. 40).

Biomasa aérea: Todo lo que está por encima de la superficie del suelo (durante el estado de biocenosis), incluidas hojas, semillas, corteza, ramas y troncos, se considera biomasa aérea. No se incluyen las plantas ya muertas o en descomposición (Lyders, 2017, como se citó en (Arone, 2019g, p. 40).

Bosque de colina baja: Crece en una región colinosa con ondulaciones en su configuración, y su relieve topográfico exhibe pendientes prominentes con una topografía compleja que oscila entre el 15% y el 35% (Fondo Nacional para Áreas Naturales Protegidas por el Estado [PROFONANPE], 2007, p. 37).

Bosque: Hay árboles y arbustos en la zona. En general, los bosques tienen muchos árboles viejos de distintas alturas y especies junto con capas de vegetación baja, lo que distribuye eficazmente la luz solar (Quispe, 2010, p. 15).

Carbono: Componente fundamental de la vida en la Tierra, que proporciona el marco para los lípidos, las proteínas y los hidratos de carbono tanto en la materia orgánica viva como muerta, incluidas las plantas, las personas y los animales. (Miranda, 2018, como se citó en Arone, 2019h, p. 40).

Captura de carbono: La técnica que utilizan los árboles para extraer CO₂ del suelo es esencialmente su dieta de crecimiento. Además, la captación de carbono difiere entre especies y grupos de árboles (Lyders, 2017, como se citó en Arone, 2019h, p. 40).

Dióxido de carbono (CO₂): Gas que no tiene color ni olor y sabe algo ácido. compuesto por dos átomos de oxígeno y uno de carbono (Lino, 2009b, p. 16).

Especies: Grupo de elementos que están relacionados entre sí porque comparten uno o más rasgos (Rae Y Asale, 2010, p. 1).

Secuestro o fijación de CO₂: Como resultado de la fotosíntesis, el CO₂ atmosférico es absorbido y fijado por la biomasa vegetal mediante un proceso bioquímico (Lino, 2009c, p. 17).

Servicio ambiental: Conjunto de fenómenos y mecanismos naturales que la sociedad puede aprovechar y que los espacios naturales prestan de forma natural. (Torres & Guevara, 2002, pp. 40, 41).

Stock de carbono: Es todo lo que se mantiene en los elementos estructurales del bosque, y los flujos son todas las actividades que repercuten en las existencias. (Honorio & Baker, 2009, p. 9).

Valoración económica: Valor de un bien que hace posible que las personas satisfagan sus necesidades físicas, emocionales, espirituales o estéticas o que creen cosas que puedan venderse. (Barbier, 1993, como se citó en Gurmendi & Orihuela Izaguirre, 2019, p. 31).

CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

Existe diferencia en el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ entre las especies forestales comerciales existentes en el bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2021-018, distrito de Mazán, Loreto. 2022.

2.2. Variables y su operacionalización

Variable	Definición conceptual	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
Independiente Bosque de colina baja	Se desarrolla en el paisaje colinoso presentando ondulaciones en su configuración, su relieve topográfico presenta pendientes pronunciadas y complejas que varían entre 15% a 35%.	Cualitativa	<ul style="list-style-type: none"> - Número de individuos - Número de especies - Número de géneros - Número de familias 	Nominal	Fichas de registro de las especies forestales existentes en el bosque de estudio
Dependiente Valoración económica del servicio de secuestro de CO ₂	Valor monetario de servicio ambiental de secuestro de CO ₂ ofertado	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> - Biomasa - Stock de carbono - Secuestro de CO₂ 	kg tn CO ₂	Formato de registro de información dasométrica, biomasa y

	<p>por los bosques en un determinado momento.</p>				<p>carbono almacenado de los individuos arbóreos de las especies forestales comerciales.</p> <p>Base de datos del inventario y la hoja de cálculos en Excel.</p>
--	---	--	--	--	--

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño

El estudio es cuantitativo, descriptivo, no experimental y de nivel básico. El diseño no experimental se basa en el registro de datos dasométricos de cada árbol individual existente en el bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2021-018, distrito de Mazán, Loreto. 2022.

La investigación se llevó a cabo en la PC 3, del bosque de colina baja dentro de la concesión forestal N°16-LOR-MAY/CON-MAD-2021-018 de 945,96 ha (aproximadamente). Las coordenadas UTM que enmarcan al área de estudio son: V1 (9670431,56 N y 633560,25 E); V2 (9667995,80 N y 633560,25 E); V3 (9667995,80 N y 629676,63 E) y V4 (9670431,56 N y 629676,63 E). Políticamente, se ubica en la jurisdicción del distrito de Mazán, provincia de Maynas, Región Loreto (Anexo 1).

3.2. Diseño muestral

La población de estudio para el año 2022 en Loreto contenía todos los árboles de especies comerciales con DAP mayor o igual al DMC que estaban presentes en el bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2021-018 en el distrito de Mazán, totalizando 3528,73 hectáreas. La muestra tuvo una extensión de 945,96 hectáreas.

3.3. Procedimientos de recolección de datos

La empresa GAYA AMAZONICA S.A.C. realizó un censo forestal en 2021, y los datos utilizados para el estudio provienen de ese censo. El formulario de recolección de datos utilizado para el censo incluyó el nombre de la especie, DAP, altura comercial, coordenadas UTM y ciertas observaciones (Anexo 3). El proceso de recogida de datos sobre el terreno tuvo lugar en el mes de julio y duró 30 días.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Utilizando la información recopilada durante el censo forestal de 2021 del bosque de estudio, se procedió al procesamiento y análisis de los datos. Para cada árbol individual y cada especie, se utilizaron los formularios para calcular la biomasa y las reservas de carbono, tal y como se indica en el Anexo 4.

3.4.1. Verificación y determinación de la composición florística

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

3.4.2. Cálculos

- **Cálculo del volumen maderable comercial**

El volumen comercial de cada árbol se calculó por separado, teniendo en cuenta su DAP mayor o igual a 40 cm, su altura comercial y el coeficiente de forma de 0,65 de la especie forestal tropical. El área basal se calculó mediante la siguiente fórmula: (Chambi, 2001, p. 11):

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

Dónde: AB = área basal (m²); DAP = diámetro a la altura del pecho (m).

Con este dato se calculará el volumen comercial aplicando la siguiente fórmula (Sabogal et al., 2004, p. 79):

$$Vc = AB * Hc * Ff$$

Dónde: Vc = volumen comercial (m³); AB = área basal (m²); Hc = altura comercial (m); Ff= factor de forma (0,65).

- **Cálculo de la biomasa aérea**

En el bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2021-018, distrito de Mazán, se calculó la biomasa aérea de las especies forestales comerciales utilizando la fórmula de (Dauber et al., 2008a, p. 9).

$$Bsa = Vc * DB * FEB$$

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

- **Cálculo de la biomasa seca radicular**

Dado que la biomasa radicular representa el 20% del peso de la biomasa aérea, se ha realizado esta estimación (Dauber et al., 2008a, p. 144), entonces:

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

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

- **Cálculo de la biomasa seca total**

La suma de la biomasa aérea y la biomasa radicular se utilizó para obtener la biomasa total (Dauber et al., 2008b, p. 144).

$$Bt = Ba + Br$$

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

- **Cálculo del stock de carbono**

Dado que la materia seca suele incluir el 50% del carbono almacenado, la biomasa total se multiplicó por 0,5 para calcular la reserva de carbono por especie arbórea (IPCC, 2003, como se citó en (Rojas, 2018b, p. 28).

$$C = 0,5 (B_t)$$

Dónde: C = Stock de carbono en toneladas de carbono (tC); B_t = biomasa seca en toneladas (t).

- **Cálculo del secuestro de CO₂**

El secuestro de CO₂ se calculó mediante la siguiente fórmula, sugerida por Vallejo, (2009), Alegre (2008), Gamarra (2001) e IPCC (2003), como se citó en (Rojas, 2018c, p. 28):

$$CO_2 = C * 3,67$$

Dónde:

CO₂ = Dióxido de carbono secuestrado en toneladas por hectárea (tCO₂).

C = Stock de carbono en toneladas de carbono (tC).

3,67 = Factor de conversión de carbono a CO₂, resultante del cociente de los pesos molecular del dióxido de carbono y peso atómico del carbono. Así:

$$C+2*O = 12 + (2*16) = 44 \quad C = 12 \quad \longrightarrow \quad 44/12 = 3,67$$

- **Estimación del valor económico del secuestro de CO₂**

La cantidad total de CO₂ secuestrado se multiplicó por el precio de mercado pertinente del carbono en un lugar específico para calcular el valor económico del secuestro de CO₂ (IPCC, 1996, como se citó en (Rojas, 2018d, p. 29).

$$VE = CO_2 * \text{Precio de carbono en el mercado (USD)}$$

A la hora de determinar el precio de mercado del servicio de secuestro de carbono, se tuvo en cuenta el valor de referencia proporcionado por la Bolsa Europea del Sistema de Comercio de CO₂ (SENDECO2) para el 10 de septiembre de 2022.

Precios CO₂ (SPOT)	EUA	USD
Último cierre (10-09-2022)	76,37 €	86,48
Media de las últimas 5 sesiones	76,07 €	86,14
Media de las últimas 30 sesiones	76,56 €	86,70
Media de los últimos 12 meses	52,83 €	59,83

Fuente: www.sendeco2.com 1Euro = 1,13 dólares

3.4.3. Análisis estadístico

- **Prueba de normalidad**

A partir del valor económico del servicio medioambiental de secuestro de CO₂ proporcionado por las especies forestales del bosque de colina baja, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la normalidad de los datos que se planteó la siguiente hipótesis:

Hipótesis nula (H₀):	La variable aleatoria SI tiene distribución normal	<i>p-valor</i> > 0,05
Hipótesis alterna (H₁):	La variable aleatoria NO tiene distribución normal	<i>p-valor</i> < 0,05

Los resultados de la prueba de normalidad muestran que los datos no tienen una distribución normal, por lo que se realizaron las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y Chi-cuadrado, y la hipótesis estadística que se planteó fue la siguiente:

Hipótesis nula (H₀): No existe diferencia en el valor económico del servicio de secuestro de CO ₂ entre las especies forestales existentes en el bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2021-018, distrito de Mazán, Loreto. 2022.	<i>p-valor</i> > 0,05
Hipótesis alterna (H₁): Existe diferencia en el valor económico del servicio de secuestro de CO ₂ entre las especies forestales existentes en el bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2021-018, distrito de Mazán, Loreto. 2022.	<i>p-valor</i> < 0,05

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Composición florística

Se han reconocido 20 familias botánicas, 10 299 árboles y 50 especies forestales comerciales. La familia Fabaceae tiene el mayor número de especies (13), seguida de la familia Lecythidaceae (cinco), las familias Lauraceae y Myristicaceae (cuatro cada una), las familias Malvaceae y Moraceae (tres cada una), las familias Apocynaceae, Euphorbiaceae, Meliaceae y Sapotaceae (dos cada una), y las otras diez familias con una sola especie cada una (Cuadro 1).

Según la figura 1, las familias con mayor representación en este bosque son las Fabaceae (2523 árboles), Myristicaceae (1920 árboles), Lauraceae (768 árboles), Lecythidaceae (691 árboles) y Moraceae (687 árboles). Las especies con mayor número de árboles, 2698, son *Iryanthera grandis*, *Chrysophyllum argenteum*, *Diclinanona calycina* y *Osteophloeum platyspermum*, tal y como se muestra en la figura 2.

cuadro 1. Rotación de especies, géneros, familia y número de árboles en 945,96 ha

N°	Especie		Familia	N° de árboles
	Nombre común	Nombre científico		
1	Aguanillo	<i>Otoba glydicarpa</i>	Myristicaceae	316
2	Almendra	<i>Caryocar microcarpum</i>	Caryocaraceae	224
3	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Fabaceae	61
4	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae	11
5	Anis moena	<i>Endlicheria bracteata</i>	Lauraceae	23
6	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i>	Lauraceae	448
7	Azúcar huayo	<i>Hymenaea reticulata</i>	Fabaceae	227
8	Cachimbo	<i>Couratari guianensis</i>	Lecythidaceae	110
9	Caimitillo	<i>Chrysophyllum argenteum</i>	Sapotaceae	604
10	Canela moena	<i>Ocotea leucoxylon</i>	Lauraceae	86
11	Casho	<i>Anacardium parvifolium</i>	Anacardiaceae	68
12	Charapilla	<i>Dipteryx alata</i>	Fabaceae	55
13	Chontaquiro	<i>Diploptropis martiusii</i>	Fabaceae	119
14	Copal	<i>Protium apiculatum</i>	Burseraceae	210
15	Cumala blanca	<i>Iryanthera grandis</i>	Myristicaceae	1004
16	Cumala caupuri	<i>Virola flexuosa</i>	Myristicaceae	88
17	Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i>	Myristicaceae	512
18	Huayruro	<i>Ormosia bopiensis</i>	Fabaceae	484
19	Huimba	<i>Ceiba samauma</i>	Malvaceae	117
20	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	11
21	Machimango blanco	<i>Eschweilera albiflora</i>	Lecythidaceae	174
22	Machimango colorado	<i>Eschweilera juruensis</i>	Lecythidaceae	56
23	Machimango negro	<i>Eschweilera grandiflora</i>	Lecythidaceae	230
24	Mari	<i>Hymenolobium excelsum</i>	Fabaceae	340
25	Mari negro	<i>Hymenolobium nitidum</i>	Fabaceae	27
26	Maria buena	<i>Luehea cymulosa</i>	Trigonaceae	144
27	Marupa	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae	158
28	Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	93
29	Moena	<i>Ocotea argyrophylla</i>	Lauraceae	211
30	Palisangre	<i>Brosimum rubescens</i>	Moraceae	282
31	Panguana	<i>Brosimum utile</i>	Moraceae	312
32	Papelillo	<i>Allantoma decandra</i>	Lecythidaceae	121
33	Parinari	<i>Glycydendron amazonicum</i>	Euphorbiaceae	484
34	Pashaco	<i>Parkia ulei</i>	Fabaceae	471
35	Pashaco colorado	<i>Parkia velutina</i>	Fabaceae	327
36	Purma caspi	<i>Croton palanostigma</i>	Euphorbiaceae	100
37	Quillobara	<i>Diclinanona calycina</i>	Annonaceae	578
38	Quillobordon	<i>Aspidosperma desmanthum</i>	Apocynaceae	41
39	Quillosisa	<i>Vochysia vismiifolia</i>	Vochysiaceae	221

cuadro 1. Rotación de especies, géneros, familia y número de árboles en 945,96 ha (con...t)

N°	Especie		Familia	N° de árboles
	Nombre común	Nombre científico		
40	Quinilla	<i>Pouteria bangii</i>	Sapotaceae	45
41	Remo caspi	<i>Aspidosperma rigidum</i>	Apocynaceae	77
42	Requia	<i>Guarea carinata</i>	Meliaceae	86
43	Sapotillo	<i>Lueheopsis althaeiflora</i>	Malvaceae	64
44	Shihuahuaco	<i>Dipteryx micrantha</i>	Fabaceae	66
45	Shimbillo	<i>Swartzia tessmannii</i>	Fabaceae	240
46	Shimbillo colorado	<i>Swartzia polyphylla</i>	Fabaceae	30
47	Tahuari	<i>Handroanthus serratifolius</i>	Bignoniaceae	29
48	Tangarana	<i>Triplaris peruviana</i>	Polygonaceae	105
49	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae	76
50	Yacushapana	<i>Terminalia dichotoma</i>	Combretaceae	333
Total				10299

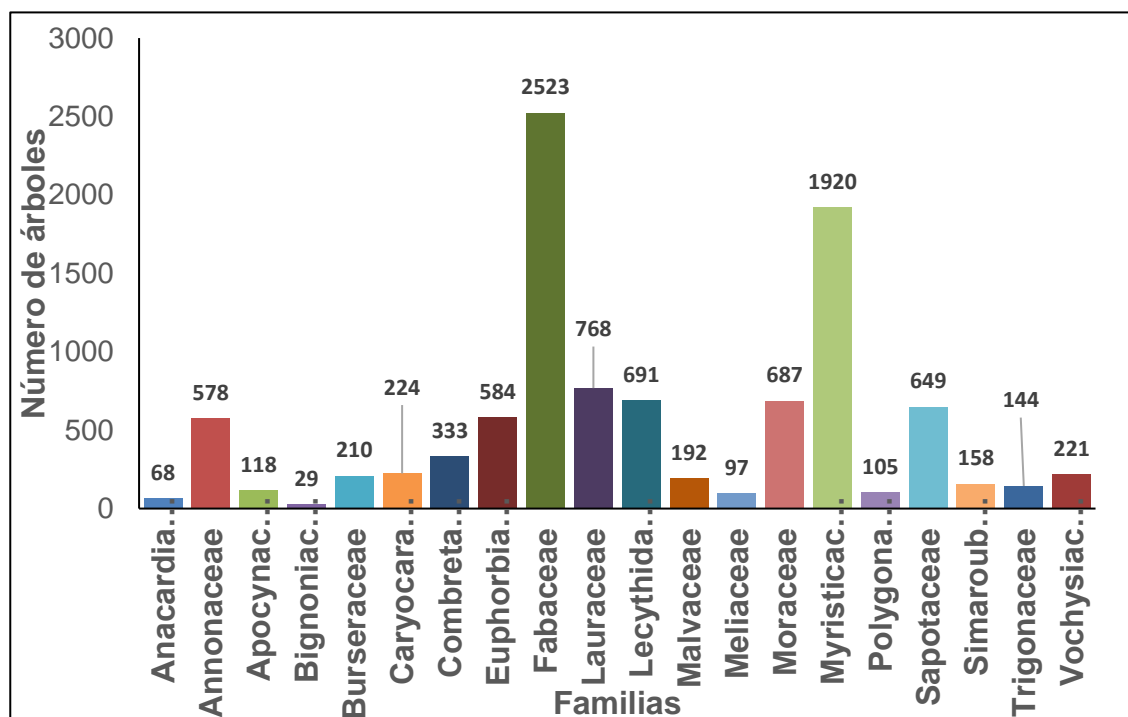


Figura 1. Distribución del número de árboles por familia

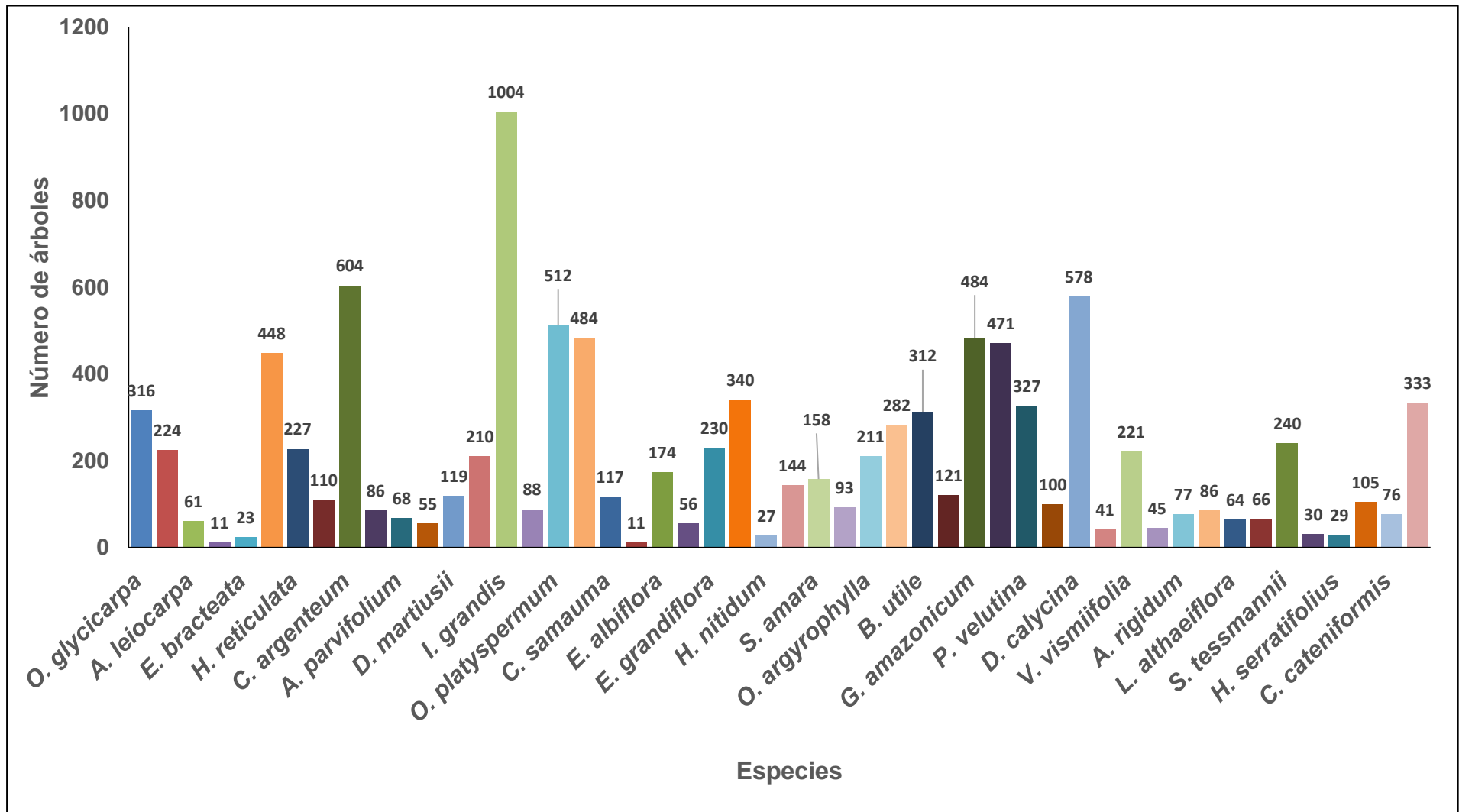


Figura 2 Distribución del número de árboles por especie

4.2. Volumen maderable

El cuadro 2 muestra el volumen total de madera por especie y clase diamétrica. Se cuantificó un total de 41 319,38 m³ (43,68 m³/ha) de madera. Las 20 especies con menor volumen de madera totalizan 4 134,47 m³ (4,37 m³/ha), mientras que las 30 especies con mayor volumen totalizan 37 184,90 m³ (39,31 m³/ha). Los árboles con mayor cantidad de madera son *Iryanthera grandis* (3411,44 m³/ha, 3,61 m³/ha), *Ormosia bopiensis* (2480,04 m³, 2,62 m³), *Chrysophyllum argenteum* (2224,01 m³, 2,35 m³/ha), *Diclinanona calycina* (2119,06 m³, 2,24 m³/ha) y *Parkia ulei* (2025,59 m³, 2,35 m³/ha). Por el contrario, las menores cantidades se observan en *Ceiba samauma* (538,50 m³, 0,57 m³/ha), *Simarouba amara* (528,72 m³, 7,25 m³/ha, 0,56 m³/ha), *Clarisia racemosa* (515,09 m³, 0,54 m³/ha) y *Apuleia leiocarpa* (375,06 m³, 0,40 m³/ha).

Las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm (9435,67 m³, 9,56 m³/ha), 70 cm a 79 cm (7608,74 m³, 7608,74 m³/ha), 50 cm a 59 cm (7384,52 m³, 7384,52 m³/ha) y 80 cm a 89 cm (5951,49 m³, 6,29 m³/ha) presentaron la mayor concentración de volumen de madera. Las menores cantidades de madera se encuentran en las clases diamétricas de 100 cm y más (4188,11 m³, 4,43 m³/ha), 90 cm a 99 cm (3393,84 m³, 3,59 m³/ha), 100 cm a 109 cm (1923,58 m³, 2,03 m³/ha) y 40 cm a 49 cm (1433,43 m³, 1,52 m³/ha).

Las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm, 70 cm a 79 cm y 50 cm a 59 cm presentan las mayores cantidades de madera, las cuales hacen un volumen de 22,57 m³/ha, es decir, el 51,67%. La figura 3 ilustra el volumen de madera por clase diamétrica. Las especies con el mayor volumen de madera, con un total de 12,96 m³/ha o el

29,67%, son *Iryanthera grandis*, *Ormosia bopiensis*, *Chrysophyllum argenteum*, *Diclinanona calycina* y *Parkia ulei*, como se muestra en la figura 4.

Cuadro 2. Volumen maderable por clase diamétrica y por especie en 945,96 ha

Volumen por clase diamétrica y por especie (m³/ha)										
Especie	40 A 49	50 A 59	60 A 69	70 A 79	80 A 89	90 A 99	100 A 109	110 a +	Vol. total (m³/ha)	Vol. total (m³)
<i>Iryanthera grandis</i>	0,28	1,16	1,06	0,73	0,28	0,08		0,02	3,61	3411,44
<i>Ormosia bopiensis</i>	0,04	0,23	0,44	0,46	0,45	0,28	0,17	0,55	2,62	2480,04
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	0,12	0,44	0,56	0,40	0,33	0,12	0,12	0,25	2,35	2224,01
<i>Diclinanona calycina</i>	0,11	0,38	0,57	0,55	0,39	0,15	0,04	0,05	2,24	2119,06
<i>Parkia ulei</i>		0,27	0,59	0,47	0,40	0,22	0,13	0,07	2,14	2025,59
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	0,09	0,44	0,51	0,45	0,39	0,12	0,04	0,07	2,09	1979,43
<i>Brosimum utile</i>	0,02	0,11	0,24	0,23	0,33	0,30	0,18	0,63	2,04	1925,86
<i>Terminalia dichotoma</i>	0,03	0,13	0,29	0,34	0,27	0,18	0,14	0,29	1,65	1563,63
<i>Brosimum rubescens</i>	0,02	0,15	,	0,21	0,30	0,19	0,19	0,32	1,58	1497,26
<i>Parkia velutina</i>		0,22	0,33	0,35	0,29	0,12	0,09	0,14	1,54	1458,19

Cuadro 2. Volumen maderable por clase diamétrica y por especie en 945,96 ha (con...t)

Volumen por clase diamétrica y por especie (m³/ha)										
Especie	40 A 49	50 A 59	60 A 69	70 A 79	80 A 89	90 A 99	100 A 109	110 a +	Vol. total (m³/ha)	Vol. total (m³)
<i>Glycydendron amazonicum</i>	0,08	0,43	0,45	0,29	0,17	0,08	0,01	0,01	1,52	1437,56
<i>Anaueria brasiliensis</i>	0,08	0,34	0,46	0,33	0,18	0,11	0,02	0,01	1,51	1432,95
<i>Hymenolobium excelsum</i>	0,06	0,29	0,31	0,23	0,21	0,14	0,11	0,11	1,47	1386,65
<i>Otoba glyxicarpa</i>	0,09	0,41	0,34	0,17	0,03	0,03	0,01		1,08	1021,05
<i>Vochysia vismiifolia</i>	0,03	0,13	0,25	0,20	0,20	0,14	0,04	0,04	1,02	967,42
<i>Protium apiculatum</i>	0,03	0,15	0,14	0,15	0,19	0,15	0,05	0,16	1,01	953,07
<i>Caryocar microcarpum</i>	0,02	0,09	0,17	0,16	0,17	0,14	0,11	0,11	0,97	913,29
<i>Cedrelinga cateniformis</i>			0,03	0,05	0,06	0,06	0,11	0,66	0,96	905,94
<i>Swartzia tessmannii</i>	0,03	0,16	0,24	0,19	0,14	0,14	0,01	0,01	0,91	865,47
<i>Carapa guianensis</i>	0,00	0,02	0,08	0,09	0,12	0,14	0,13	0,28	0,85	807,53
<i>Hymenaea reticulata</i>		0,29	0,29	0,16	0,07			0,02	0,83	781,13
<i>Eschweilera albiflora</i>	0,03	0,11	0,18	0,20	0,08	0,04	0,03	0,04	0,71	670,55

Cuadro 2. Volumen maderable por clase diamétrica y por especie en 945,96 ha (con...t)

Volumen por clase diamétrica y por especie (m ³ /ha)										
Especie	40	50	60	70	80	90	100	110 a +	Vol. total (m ³ /ha)	Vol. total (m ³)
	A 49	A 59	A 69	A 79	A 89	A 99	A 109			
<i>Eschweilera grandiflora</i>	0,02	0,20	,	0,13	0,08	0,02			0,67	635,02
<i>Luehea cymulosa</i>	0,01	0,08	0,13	0,15	0,20	0,03	0,02	0,05	0,67	630,38
<i>Ocotea argyrophylla</i>	0,05	0,24	0,18	0,10	0,03				0,60	571,26
<i>Allantoma decandra</i>	0,02	0,07	0,11	0,13	0,07	0,10	0,04	0,07	0,60	563,77
<i>Ceiba samauma</i>	0,00	0,07	0,18	0,11	0,07	0,05	0,01	0,07	0,57	538,50
<i>Simarouba amara</i>	0,02	0,15	0,19	0,10	0,07	0,02	0,01		0,56	528,72
<i>Clarisia racemosa</i>	0,00	0,04	0,08	0,11	0,09	0,13	0,03	0,06	0,54	515,09
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0,00	0,01	0,04	0,07	0,06	0,08	0,03	0,10	0,40	375,06
Sub total	1,26	6,84	8,42	7,31	5,68	3,36	1,87	4,17	39,31	37184,90
Otras	0,25	0,97	1,15	0,74	0,61	0,23	0,17	0,26	4,37	4134,47
Total	1,52	7,81	9,56	8,04	6,29	3,59	2,03	4,43	43,68	
Total General	1433,43	7384,52	9435,67	7608,74	5951,49	3393,84	1923,58	4188,11		41319,38

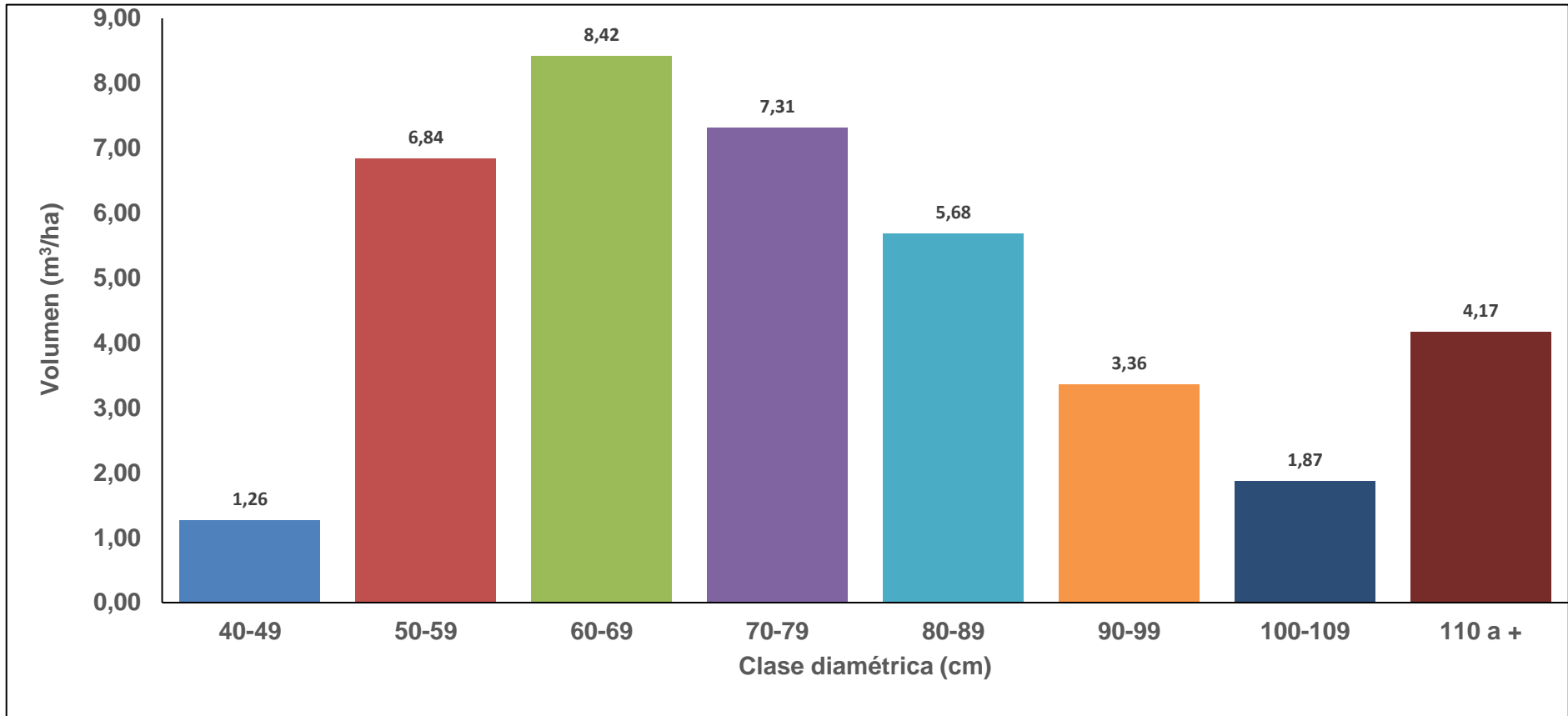


Figura 3 Distribución del volumen maderable por clase diamétrica

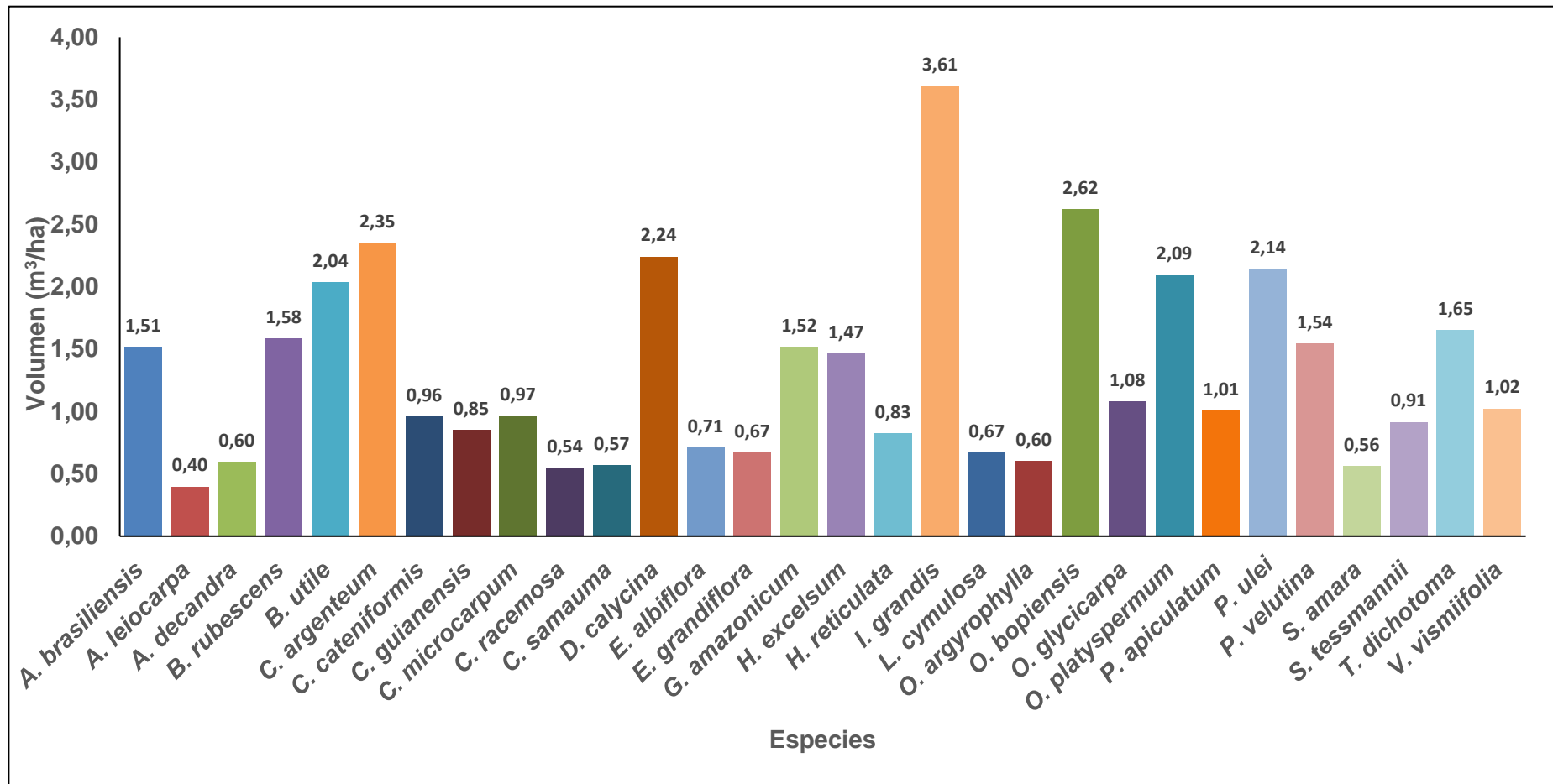


Figura 4. Volumen maderable por especie y por hectárea

4.3. Biomasa seca

El cuadro 3 muestra la biomasa seca total por especie y por hectárea. Según los resultados, el bosque en su conjunto tiene una biomasa total de 70 160 348,45 kg (74 168,41 kg/ha), de los cuales las 30 especies con mayor biomasa totalizan 63 352 302,01 kg (66 971,44 kg/ha) y las 20 especies restantes con menor biomasa totalizan 6 808 046,44 kg (7196,97 kg/ha).

La biomasa de *Ormosia bopiensis* es la más elevada con 4 687 274,86 kg (4955,05 kg/ha), seguida de *Chrysophyllum argenteum* con 4 623 717,24 kg (4887,86 kg/ha), *Iryanthera grandis* con 4 605 443,85 kg (4868,54 kg/ha) y *Parkia ulei* con 3 828 357,46 kg (4047,06 kg/ha), totalizando 17 744 793. Las 26 especies restantes tienen una biomasa combinada de 45 607 508 kg (48 212,94 kg/ha), que es la más alta. *Apuleia leiocarpa* 708 859,94 kg, *Diplotropis martiusii* 703 527,23 kg y *Dipteryx micrantha* 683 079,35 kg son las especies con menor biomasa, respectivamente.

Ormosia bopiensis presenta la biomasa más elevada (4955,05 kg/ha), seguida de *Chrysophyllum argenteum* (4887,86 kg/ha), *Iryanthera grandis* (4868,54 kg/ha) y *Parkia ulei* (4047,06 kg/ha), que juntas representan el 25,29% de la biomasa total por hectárea y las 26 especies restantes el 65%. La figura 5 muestra la biomasa por especie y por hectárea.

Cuadro 3. Biomasa seca total y por especie en 945,96 ha

Especie	Nro. de árboles	Densidad básica (kg/m³)	AB prom. (m²)	HC prom. (m)	VC total (m³)	Biomasa aérea (kg)	Biomasa radicular (kg)	Biomasa total (kg)	Biomasa total (kg/ha)
<i>Ormosia bopiensis</i>	484	700	0,45	16,92	2480,04	3906062,39	781212,48	4687274,86	4955,05
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	604	770	0,35	15,72	2224,01	3853097,70	770619,54	4623717,24	4887,86
<i>Iryanthera grandis</i>	1004	500	0,29	17,85	3411,44	3837869,87	767573,97	4605443,85	4868,54
<i>Parkia ulei</i>	471	700	0,39	16,67	2025,59	3190297,88	638059,58	3828357,46	4047,06
<i>Diclinanona calycina</i>	578	590	0,35	15,96	2119,06	2813047,24	562609,45	3375656,69	3568,50
<i>Brosimum utile</i>	312	610	0,54	16,99	1925,86	2643241,97	528648,39	3171890,36	3353,09
<i>Terminalia dichotoma</i>	333	700	0,45	15,68	1563,63	2462717,65	492543,53	2955261,18	3124,09
<i>Parkia velutina</i>	327	700	0,41	16,40	1458,19	2296651,39	459330,28	2755981,67	2913,42
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	512	500	0,34	17,12	1979,43	2226855,40	445371,08	2672226,48	2824,88
<i>Hymenolobium excelsum</i>	340	700	0,35	17,10	1386,65	2183976,11	436795,22	2620771,33	2770,49
<i>Brosimum rubescens</i>	282	610	0,49	16,49	1497,26	2054992,68	410998,54	2465991,21	2606,87
<i>Glycydendron amazonicum</i>	484	620	0,31	14,78	1437,56	2005391,31	401078,26	2406469,57	2543,94

Cuadro 3. Biomasa seca total y por especie en 945,96 ha (con...t)

Especie	Nro. de árboles	Densidad básica (kg/m³)	AB prom. (m²)	HC prom. (m)	VC total (m³)	Biomasa aérea (kg)	Biomasa radicular (kg)	Biomasa total (kg)	Biomasa total (kg/ha)
<i>Anaueria brasiliensis</i>	448	610	0,32	15,21	1432,95	1966724,03	393344,81	2360068,83	2494,89
<i>Caryocar microcarpum</i>	224	700	0,44	14,08	913,29	1438426,90	287685,38	1726112,28	1824,72
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	76	700	0,92	19,61	905,94	1426848,37	285369,67	1712218,05	1810,03
<i>Swartzia tessmannii</i>	240	700	0,35	15,56	865,47	1363119,68	272623,94	1635743,61	1729,19
<i>Carapa guianensis</i>	110	720	0,62	17,92	807,53	1308196,41	261639,28	1569835,69	1659,52
<i>Hymenaea reticulata</i>	227	700	0,30	17,13	781,13	1230281,72	246056,34	1476338,06	1560,68
<i>Vochysia vismiifolia</i>	221	560	0,37	17,90	967,42	1218955,34	243791,07	1462746,41	1546,31
<i>Protium apiculatum</i>	210	560	0,42	16,27	953,07	1200868,32	240173,66	1441041,99	1523,36
<i>Otoba glyxicarpa</i>	316	500	0,27	17,89	1021,05	1148681,27	229736,25	1378417,52	1457,16
<i>Eschweilera albiflora</i>	174	720	0,34	16,68	670,55	1086290,56	217258,11	1303548,67	1378,02
<i>Eschweilera grandiflora</i>	230	720	0,30	14,00	635,02	1028728,71	205745,74	1234474,45	1305,00
<i>Allantoma decandra</i>	121	720	0,41	16,95	563,77	913301,74	182660,35	1095962,09	1158,57
<i>Ocotea argyrophylla</i>	211	610	0,27	15,42	571,26	784052,00	156810,40	940862,40	994,61

Cuadro 3. Biomasa seca total y por especie en 945,96 ha (con...t)

Especie	Nro. de árboles	Densidad básica (kg/m ³)	AB prom. (m ²)	HC prom. (m)	VC total (m ³)	Biomasa aérea (kg)	Biomasa radicular (kg)	Biomasa total (kg)	Biomasa total (kg/ha)
<i>Luehea cymulosa</i>	144	530	0,40	16,40	630,38	751730,15	150346,03	902076,18	953,61
<i>Clarisia racemosa</i>	93	610	0,45	18,88	515,09	706956,11	141391,22	848347,33	896,81
<i>Apuleia leiocarpa</i>	61	700	0,56	16,80	375,06	590716,62	118143,32	708859,94	749,36
<i>Diploptropis martiusii</i>	119	700	0,28	17,04	372,24	586272,69	117254,54	703527,23	743,72
<i>Dipteryx micrantha</i>	66	700	0,50	16,61	361,42	569232,79	113846,56	683079,35	722,10
Sub total	9022	19460,00	12,22	498,03	36851,33	52793585,01	10558717,00	63352302,01	66971,44
Otras	1277	11980,00	7,22	325,05	4468,04	5673372,04	1134674,41	6808046,44	7196,97
Total	10299				41319,38	58466957,05	11693391,41	70160348,45	74168,41

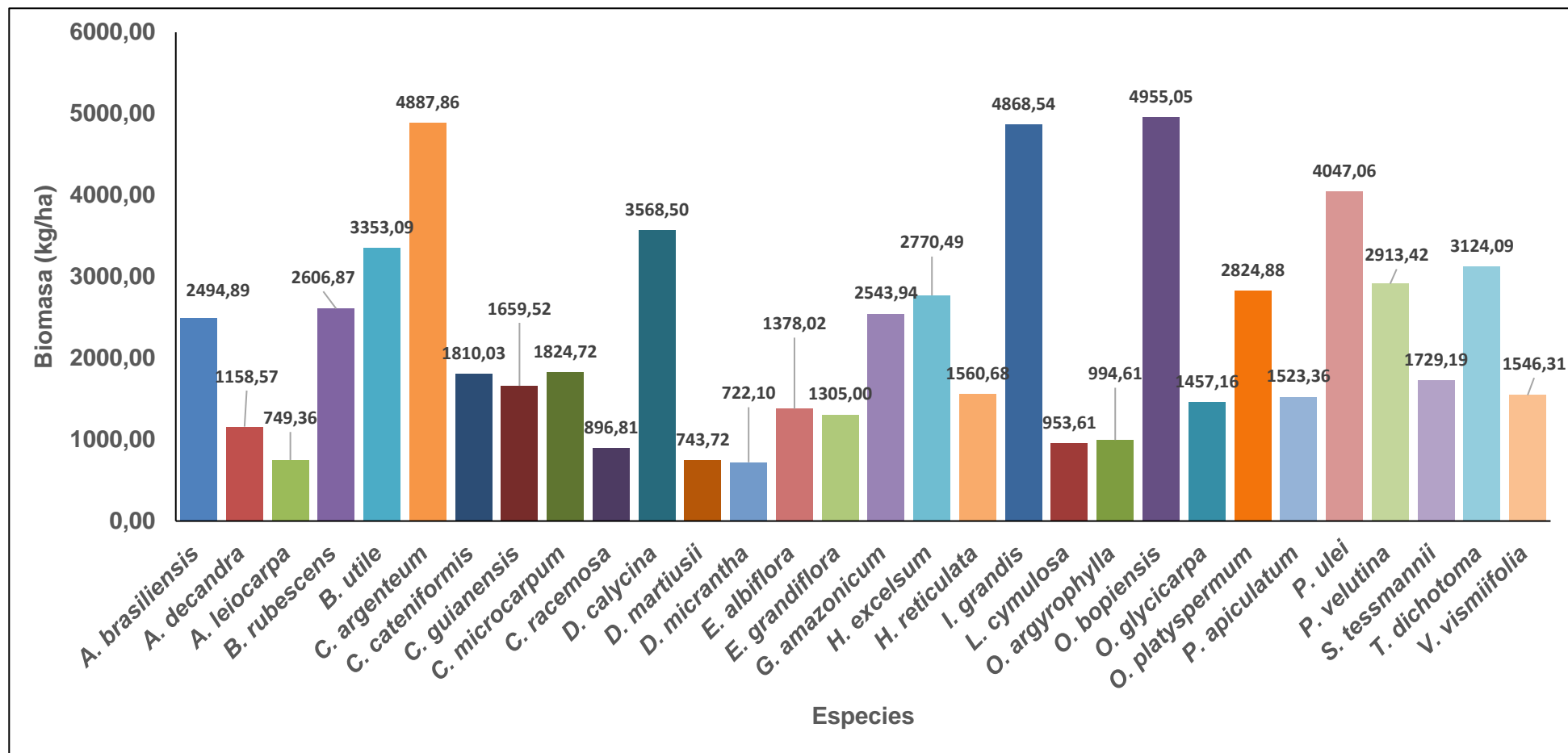


Figura 5. Biomasa seca por especie y hectárea

4.4. Stock de carbono

El cuadro 4 muestra las reservas totales de carbono por especie y por hectárea.

Para todo el bosque, se cuantificó un total de 35 080,17 tC (37,08 tC/ha). Las 20 especies restantes presentaron las menores reservas de carbono, con un total de 3404,02 tC (3,60 tC/ha), mientras que las 30 especies con mayores reservas de carbono sumaron 31 676,15 tC (33,49 tC/ha).

La mayor reserva de carbono la presenta *Ormosia bopiensis*, con 2343,64 tC (2,48 tC/ha), seguida de *Chrysophyllum argenteum*, 2311,86 tC (2,44 kg/ha), *Iryanthera grandis*, 2302,72 tC (2,43 tC/ha), y *Parkia ulei*, que juntas suman 8872,40 tC (9,38 tC/ha). Las 26 especies restantes tienen una reserva de carbono de 22 803,75 tC (24,11 tC/ha), que es la cantidad más elevada. *Apuleia leiocarpa* 354,43 tC (0,37 tC/ha), *Diploptropis martiusii* 351,76 tC (0,37 tC/ha) y *Dipteryx micrantha* 341,54 tC (0,36 tC/ha) son las especies con menores reservas de carbono.

La mayor biomasa se observa en *Ormosia bopiensis*, que tiene 2,48 tC/ha. Le siguen *Chrysophyllum argenteum*, con 2,44 tC/ha, *Iryanthera grandis*, con 2,43 tC/ha, y *Parkia ulei*, con 2,02 tC/ha. En conjunto, estas cuatro especies representan el 25,30% de la reserva total de carbono de la hectárea, mientras que las 26 especies restantes suponen el 65,02% (Figura 6).

Cuadro 4. Stock de carbono total y por especie en 945,96 ha

Especie	Biomasa total (kg/ha)	Stock de carbono (tC)	Stock de carbono (tC/ha)
<i>Ormosia bopiensis</i>	4955,05	2343,64	2,48
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	4887,86	2311,86	2,44
<i>Iryanthera grandis</i>	4868,54	2302,72	2,43
<i>Parkia ulei</i>	4047,06	1914,18	2,02
<i>Diclinanona calycina</i>	3568,50	1687,83	1,78
<i>Brosimum utile</i>	3353,09	1585,95	1,68
<i>Terminalia dichotoma</i>	3124,09	1477,63	1,56
<i>Parkia velutina</i>	2913,42	1377,99	1,46
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	2824,88	1336,11	1,41
<i>Hymenolobium excelsum</i>	2770,49	1310,39	1,39
<i>Brosimum rubescens</i>	2606,87	1233,00	1,30
<i>Glycydendron amazonicum</i>	2543,94	1203,23	1,27
<i>Anaueria brasiliensis</i>	2494,89	1180,03	1,25
<i>Caryocar microcarpum</i>	1824,72	863,06	0,91
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	1810,03	856,11	0,91
<i>Swartzia tessmannii</i>	1729,19	817,87	0,86
<i>Carapa guianensis</i>	1659,52	784,92	0,83
<i>Hymenaea reticulata</i>	1560,68	738,17	0,78
<i>Vochysia vismiifolia</i>	1546,31	731,37	0,77
<i>Protium apiculatum</i>	1523,36	720,52	0,76
<i>Otoba glyxicarpa</i>	1457,16	689,21	0,73
<i>Eschweilera albiflora</i>	1378,02	651,77	0,69

Cuadro 4. Stock de carbono total y por especie en 945,96 ha (Con...t)

Especie	Biomasa total (kg/ha)	Stock de carbono (tC)	Stock de carbono (tC/ha)
<i>Eschweilera grandiflora</i>	1305,00	617,24	0,65
<i>Allantoma decandra</i>	1158,57	547,98	0,58
<i>Ocotea argyrophylla</i>	994,61	470,43	0,50
<i>Luehea cymulosa</i>	953,61	451,04	0,48
<i>Clarisia racemosa</i>	896,81	424,17	0,45
<i>Apuleia leiocarpa</i>	749,36	354,43	0,37
<i>Diploptropis martiusii</i>	743,72	351,76	0,37
<i>Dipteryx micrantha</i>	722,10	341,54	0,36
Sub total	66971,44	31676,15	33,49
Otras	7196,97	3404,02	3,60
Total	74168,41	35080,17	37,08

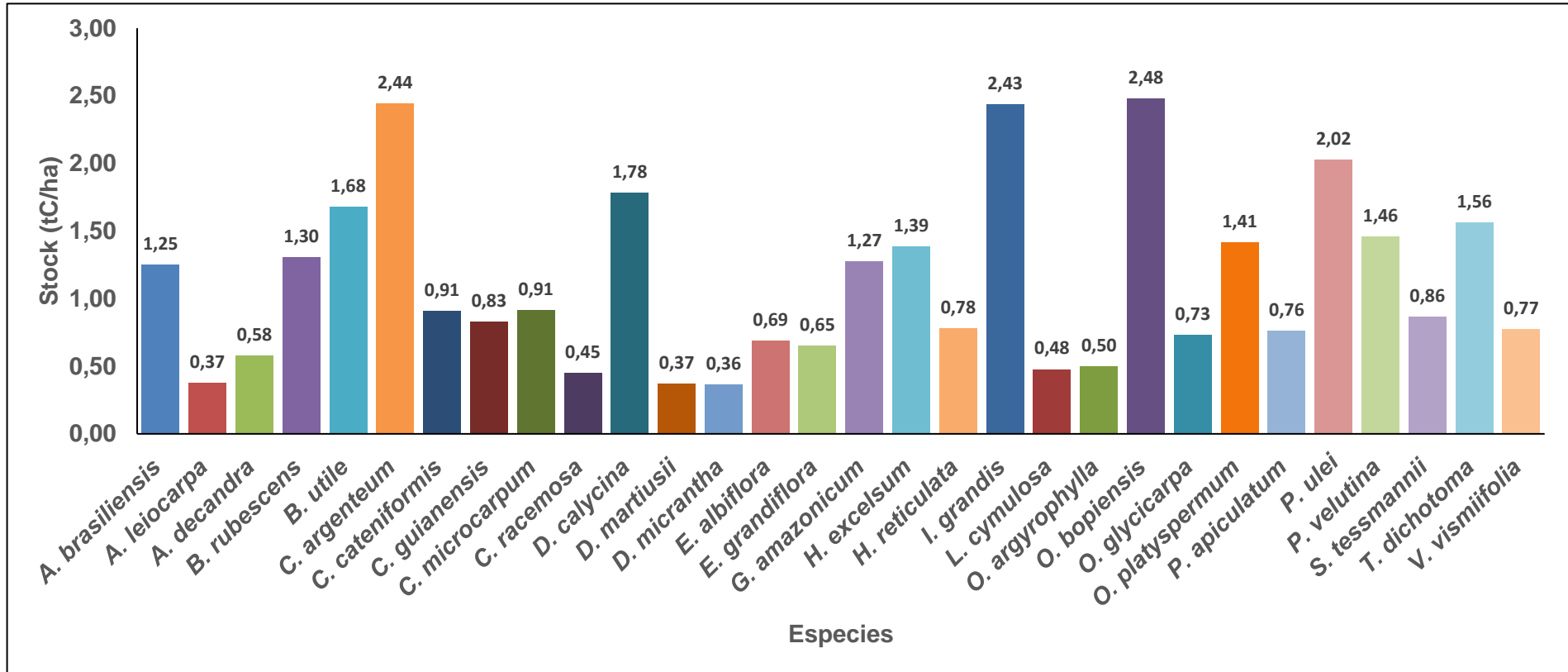


Figura 6. Stock de carbono por especie y por hectárea

4.5. Secuestro de CO₂

El cuadro 5 muestra el secuestro global de CO₂ por especie y por hectárea. Todo el bosque secuestró 128 540,77 tCO₂ (135,88 tCO₂/ha), lo que supone una cantidad significativa. Las 20 especies restantes tuvieron el menor secuestro de CO₂, con un total de 12 473,12 tCO₂ (13,19 tCO₂/ha), mientras que las 30 especies con mayor secuestro sumaron 116 067,75 tCO₂ (122,70 tCO₂/ha).

El máximo secuestro de CO₂ lo registró *Ormosia bopiensis*, con 8587,56 tCO₂ (9,08 tCO₂/ha), seguida de *Chrysophyllum argenteum*, 8471,11 tCO₂ (8,96 tCO₂/ha), *Iryanthera grandis*, 8437,63 tCO₂ (8,92 tCO₂/ha), y *Parkia ulei*, con un secuestro combinado de 32 510,24 tCO₂ (34,37 tCO₂/ha). Las 26 especies restantes capturan un total de 83 557,52 tCO₂ (88,33 tCO₂/ha) de CO₂. *Apuleia leiocarpa* 1298,70 tCO₂ (1,37 tC/ha), *Diplotropis martiusii* 1288,93 tCO₂ (1,36 tCO₂/ha) y *Dipteryx micrantha* 1251,47 tCO₂ (1,32 tCO₂/ha) son las especies con menores reservas de carbono.

La figura 7 muestra la cantidad de CO₂ capturada por especie y por hectárea. *Chrysophyllum argenteum* es la especie que más dióxido de carbono captura por hectárea (8,96 tCO₂/ha), seguida de *Iryanthera grandis* (8,92 tCO₂/ha), *Ormosia bopiensis* (9,08 tCO₂/ha) y *Parkia ulei* (7,41 tCO₂/ha). Las 26 especies restantes contribuyen en un 65,01% a la captura de CO₂ por hectárea, mientras que estas cuatro especies juntas representan el 25,29% de la misma.

Cuadro 5. Secuestro de CO₂ total y por especie en 945,96 ha

Especie	Stock de carbono (tC/ha)	Secuestro de CO₂ (tCO₂)	Secuestro de CO₂ (tCO₂/ha)
<i>Ormosia bopiensis</i>	2,48	8587,56	9,08
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	2,44	8471,11	8,96
<i>Iryanthera grandis</i>	2,43	8437,63	8,92
<i>Parkia ulei</i>	2,02	7013,93	7,41
<i>Diclinanona calycina</i>	1,78	6184,54	6,54
<i>Brosimum utile</i>	1,68	5811,22	6,14
<i>Terminalia dichotoma</i>	1,56	5414,33	5,72
<i>Parkia velutina</i>	1,46	5049,23	5,34
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	1,41	4895,79	5,18
<i>Hymenolobium excelsum</i>	1,39	4801,52	5,08
<i>Brosimum rubescens</i>	1,30	4517,94	4,78
<i>Glycydendron amazonicum</i>	1,27	4408,89	4,66
<i>Anaueria brasiliensis</i>	1,25	4323,88	4,57
<i>Caryocar microcarpum</i>	0,91	3162,41	3,34
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	0,91	3136,95	3,32
<i>Swartzia tessmannii</i>	0,86	2996,85	3,17
<i>Carapa guianensis</i>	0,83	2876,10	3,04
<i>Hymenaea reticulata</i>	0,78	2704,80	2,86
<i>Vochysia vismiifolia</i>	0,77	2679,90	2,83
<i>Protium apiculatum</i>	0,76	2640,13	2,79
<i>Otoba glyxicarpa</i>	0,73	2525,40	2,67
<i>Eschweilera albiflora</i>	0,69	2388,23	2,52

Cuadro 5. Secuestro de CO2 total y por especie en 945,96 ha (Con...t)

Especie	Stock de carbono (tC/ha)	Secuestro de CO₂ (tCO₂)	Secuestro de CO₂ (tCO₂/ha)
<i>Eschweilera grandiflora</i>	0,65	2261,68	2,39
<i>Allantoma decandra</i>	0,58	2007,91	2,12
<i>Ocotea argyrophylla</i>	0,50	1723,75	1,82
<i>Luehea cymulosa</i>	0,48	1652,69	1,75
<i>Clarisia racemosa</i>	0,45	1554,26	1,64
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0,37	1298,70	1,37
<i>Diplotropis martiusii</i>	0,37	1288,93	1,36
<i>Dipteryx micrantha</i>	0,36	1251,47	1,32
Sub total	33,49	116067,75	122,70
Otras	3,60	12473,02	13,19
Total	37,08	128540,77	135,88

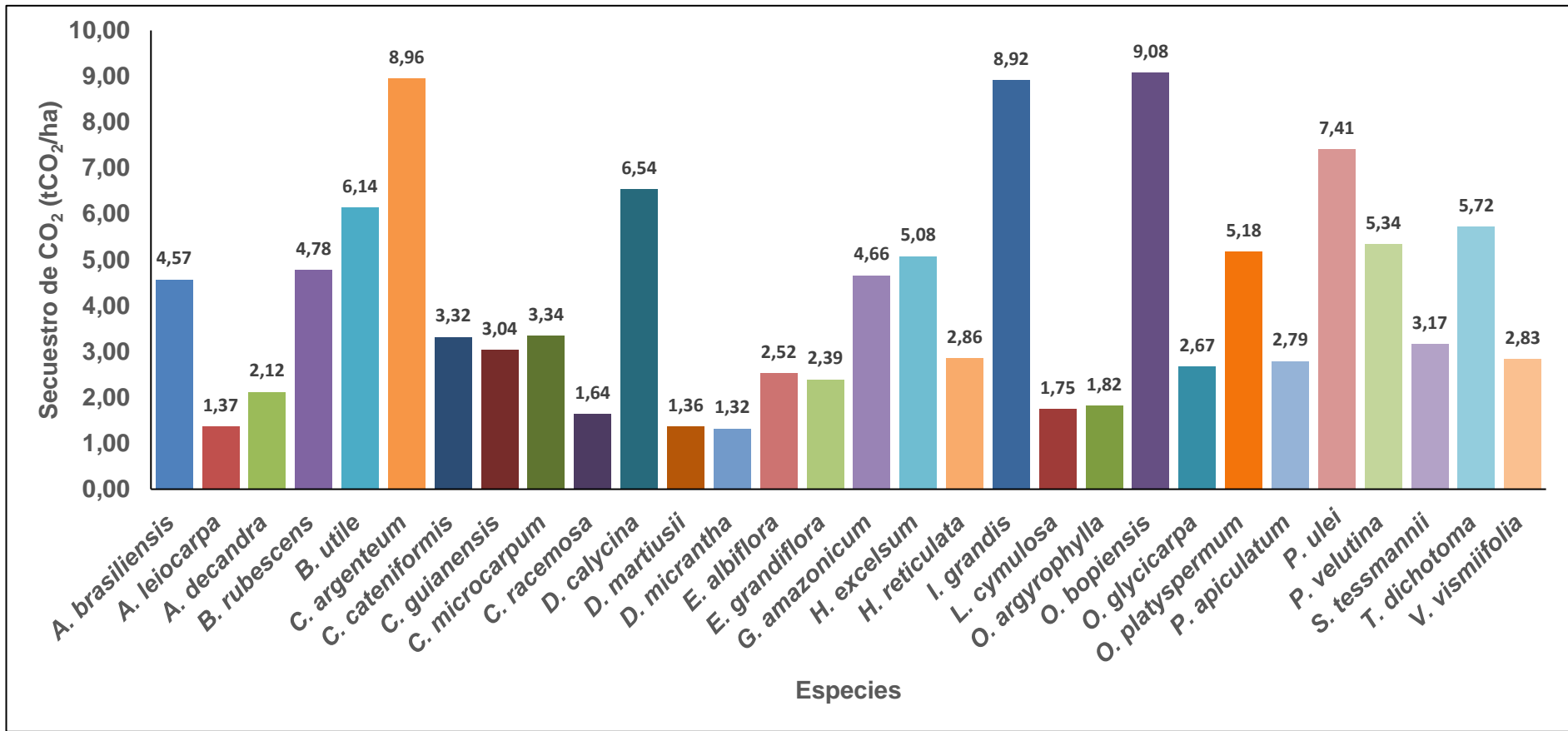


Figura 7. Secuestro de CO₂ por especie y por hectárea

4.6. Valor económico del secuestro de CO₂

El cuadro 6 muestra el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ para cada especie, cada hectárea y todo el bosque. Según SENDECO₂ (2021), las cifras mostradas son indicativas al 10 de septiembre de 2022. Todo el bosque (945,96 ha) se valoró en 8 587 809,14 USD (9078,41 USD/ha). Las especies con mayor valor económico, que suman 2 172 008,87 USD y 2296,09 USD/ha, son *Ormosia bopiensis* (573 734,63 USD, 606,51 USD/ha), *Chrysophyllum argenteum* (565 955,02 USD, 598,29 USD/ha), *Iryanthera grandis* (563 718,31 USD, 595,92 USD/ha) y *Parkia ulei* (468 600 USD/ha). Mientras que el menor valor económico del CO₂ se encuentra en *Apuleia leiocarpa* (86766,30 USD, 91,72 USD/ha), *Diploptropis martiusii* (86 113,56 USD, 91,03 USD/ha) y *Dipteryx micrantha* (83 610,69 USD, 88,39 USD/ha).

La figura 8 muestra las especies con mayor valor económico, que en conjunto representan el 25,29% del valor económico del secuestro de CO₂/ha: *Ormosia bopiensis*, *Chrysophyllum argenteum*, *Iryanthera grandis* y *Parkia ulei*.

Cuadro 6. Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ por especie en 945,96 ha (10/09/2022)

Especie	Secuestro de CO₂ (tCO₂/ha)	Precio CO₂ (USD/tCO₂)	Valor económico del secuestro de CO₂ (USD)	Valor económico del secuestro de CO₂ (USD/ha)
<i>Ormosia bopiensis</i>	9,08	66,81	573734,63	606,51
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	8,96	66,81	565955,02	598,29
<i>Iryanthera grandis</i>	8,92	66,81	563718,31	595,92
<i>Parkia ulei</i>	7,41	66,81	468600,91	495,37
<i>Diclinanona calycina</i>	6,54	66,81	413189,16	436,79
<i>Brosimum utile</i>	6,14	66,81	388247,63	410,43
<i>Terminalia dichotoma</i>	5,72	66,81	361731,66	382,40
<i>Parkia velutina</i>	5,34	66,81	337339,32	356,61
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	5,18	66,81	327087,47	345,77
<i>Hymenolobium excelsum</i>	5,08	66,81	320789,23	339,12
<i>Brosimum rubescens</i>	4,78	66,81	301843,74	319,09
<i>Glycydendron amazonicum</i>	4,66	66,81	294558,13	311,39
<i>Anaueria brasiliensis</i>	4,57	66,81	288878,56	305,38
<i>Caryocar microcarpum</i>	3,34	66,81	211280,63	223,35
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	3,32	66,81	209579,94	221,55
<i>Swartzia tessmannii</i>	3,17	66,81	200219,27	211,66
<i>Carapa guianensis</i>	3,04	66,81	192151,97	203,13

Cuadro 6. Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO2 por especie en 945,96 ha (Con...t)

Especie	Secuestro de CO₂ (tCO₂/ha)	Precio CO₂ (USD/tCO₂)	Valor económico del secuestro CO₂ (USD)	Valor económico del secuestro de CO₂ (USD/ha)
<i>Hymenaea reticulata</i>	2,86	66,81	180707,62	191,03
<i>Vochysia vismiifolia</i>	2,83	66,81	179043,97	189,27
<i>Protium apiculatum</i>	2,79	66,81	176387,29	186,46
<i>Otoba glyxicarpa</i>	2,67	66,81	168721,89	178,36
<i>Eschweilera albiflora</i>	2,52	66,81	159557,75	168,67
<i>Eschweilera grandiflora</i>	2,39	66,81	151102,88	159,73
<i>Allantoma decandra</i>	2,12	66,81	134148,61	141,81
<i>Ocotea argyrophylla</i>	1,82	66,81	115164,01	121,74
<i>Luehea cymulosa</i>	1,75	66,81	110416,47	116,72
<i>Clarisia racemosa</i>	1,64	66,81	103839,92	109,77
<i>Apuleia leiocarpa</i>	1,37	66,81	86766,30	91,72
<i>Diploptropis martiusii</i>	1,36	66,81	86113,56	91,03
<i>Dipteryx micrantha</i>	1,32	66,81	83610,69	88,39
Sub total	122,70	2004,30	7754486,55	8197,48
Otras	13,19	1336,20	833322,59	880,93
Total	135,88	3340,50	8587809,14	9078,41

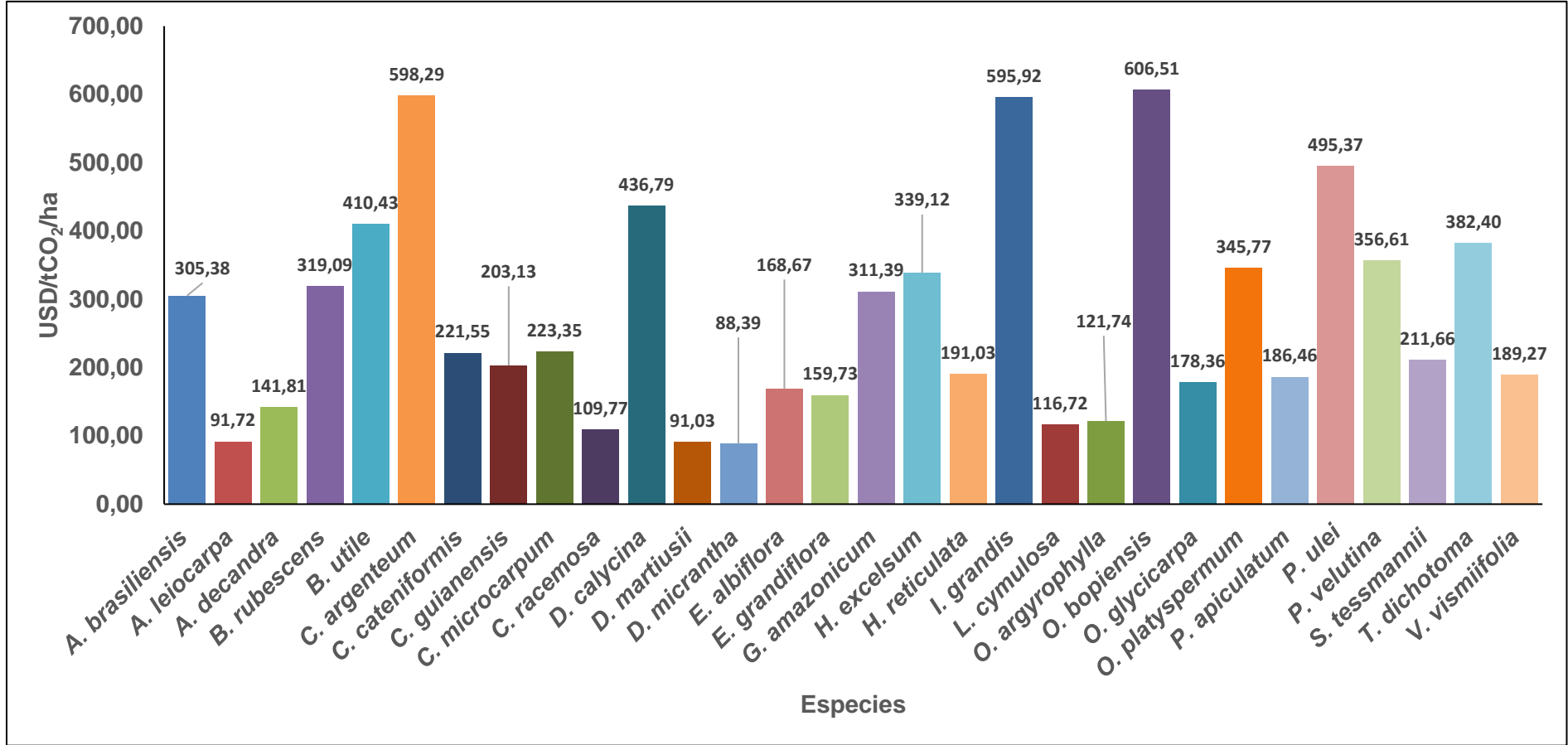


Figura 8. Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO2 por especie

4.7. Análisis estadístico

4.7.1. Prueba de normalidad

Se realizó una prueba de normalidad utilizando el modelo de Kolmogorov-Smirnov^a para comprobar si los datos del valor económico del secuestro de CO₂ de 250 datos seleccionados aleatoriamente (5 datos por especie) registrados en el censo forestal realizado en el bosque de colina baja tienen una distribución normal. Los resultados de esta prueba se muestran en el cuadro 7. Los resultados de la prueba del modelo Kolmogorov-Smirnov^a se eligieron para su examen porque el número de puntos de datos era superior a 50 (n=250), y porque el *p-valor* para el valor económico del secuestro de CO₂ (*p-valor* = 0,000) es inferior a = 0,05. Además, el divisor (mediana) no divide la caja de bigotes en dos mitades iguales en la figura 9, que muestra los valores extremos y atípicos del valor económico del secuestro de CO₂ proyectados fuera de la caja de bigotes.

Esto nos permite llegar a la conclusión de que el valor económico del secuestro de CO₂ en la población no sigue una distribución normal. En consecuencia, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para examinar la importancia económica del secuestro de CO₂ entre especies.

Cuadro 7. Prueba de normalidad para los datos de valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂

Kolmogorov-Smirnov ^a			
	Estadístico	gl	Sig.
Valor económico	0,160	250	0,000

a. Corrección de la significación de Lillefors

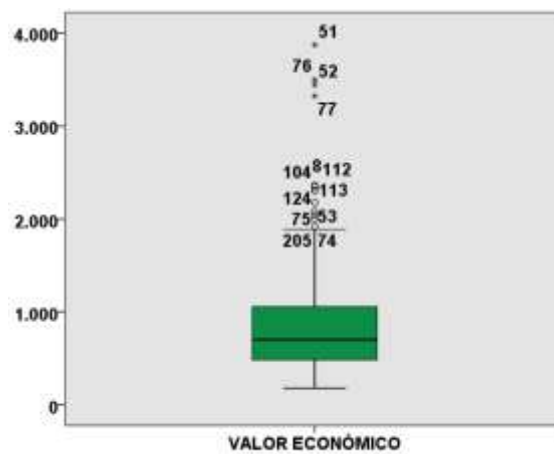


Figura 9. Diagrama de caja de bigotes para el valor económico de CO₂

4.7.2. Prueba de hipótesis

Análisis no paramétrico. La prueba de Kruskal-Wallis se utiliza para determinar si existen diferencias en los rangos medios de cada especie en el bosque de colina baja, como se muestra en el cuadro 8, estos valores están muy alejados, lo que indica que existen diferencias en el valor económico del servicio medioambiental proporcionado por el secuestro de CO₂ entre las especies.

La prueba de chi-cuadrado, por su parte, apoya los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis a través del comparador del *p-valor*, demostrando que es menos significativo que el nivel de = 0,05 en el parámetro (valor económico estudiado, *p-valor* = 0,000).

Al nivel de significación = 0,05, este resultado conduce en última instancia al rechazo de la hipótesis nula y a la aceptación de la hipótesis alternativa de que existe una variación significativa en el valor económico medio de la fijación de CO₂ entre especies.

Cuadro 8. Prueba de hipótesis no paramétrica de Kruskal-Wallis del valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂

Rangos			
	Especies	N	Rango promedio
Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO ₂	Allantoma decandra	5	106,60
	Anacardium parvifolium	5	170,40
	Anaueria brasiliensis	5	104,70
	Apuleia leiocarpa	5	210,80
	Aspidosperma desmanthum	5	173,00
	Aspidosperma rigidum	5	104,80
	Brosimum rubescens	5	111,70
	Brosimum utile	5	98,40
	Carapa guianensis	5	141,80
	Caryocar microcarpum	5	115,60
	Cedrelinga cateniformis	5	239,40
	Ceiba pentandra	5	182,60
	Ceiba samauma	5	64,00
	Chrysophyllum argenteum	5	95,00
	Clarisia racemosa	5	204,40
	Couratari guianensis	5	196,60
	Croton palanostigma	5	95,20
	Diclinanona calycina	5	104,40
	Diploptropis martiusii	5	71,90
	Dipteryx alata	5	127,80
Dipteryx micrantha	5	188,40	
Endlicheria bracteata	5	124,60	

Cuadro 8. Prueba de hipótesis no paramétrica de Kruskal-Wallis del valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO2 (Con...t)

Rangos		
Especies	N	Rango promedio
Eschweilera albiflora	5	210,20
Eschweilera grandiflora	5	118,20
Eschweilera juruensis	5	169,40
Glycydendron amazonicum	5	144,80
Guarea carinata	5	52,80
Handroanthus serratifolius	5	133,40
Hymenaea reticulata	5	133,70
Hymenolobium excelsum	5	176,20
Hymenolobium nitidum	5	189,00
Iryanthera grandis	5	46,00
Luehea cymulosa	5	89,60
Lueheopsis althaeiflora	5	41,00
Ocotea argyrophylla	5	74,40
Ocotea leucoxydon	5	53,80
Ormosia bopiensis	5	159,00
Osteophloeum platyspermum	5	92,20
Otoba glydicarpa	5	106,40
Parkia ulei	5	175,90
Parkia velutina	5	127,50
Pouteria bangii	5	133,20
Protium apiculatum	5	163,00
Simarouba amara	5	59,60
Swartzia polyphylla	5	71,00

Cuadro 8. Prueba de hipótesis no paramétrica de Kruskal-Wallis del valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ (Con...t)

Rangos		
Especies	N	Rango promedio
Swartzia tessmannii	5	139,10
Terminalia dichotoma	5	125,60
Triplaris peruviana	5	76,70
Virola flexuosa	5	69,00
Vochysia vismiifolia	5	112,20
Total	250	

Cuadro 9. Prueba de Chi-cuadrado

Estadísticos de contraste^{a, b}	
Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂	
Chi-cuadrado	113,194
GI	49
<i>p-valor</i>	0,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Especies

CAPITULO V: DISCUSIÓN

5.1. Composición florística

Había 10 299 árboles en total, 50 especies forestales comerciales y 20 familias botánicas, siendo la familia Fabacea la que más especies tenía (13 especies, 9 géneros y 2523 árboles) (Cuadro 1). Las siguientes familias se enumeran por orden de abundancia: Lecythidaceae (cinco especies, tres géneros y 691 árboles), Myristicaceae (cuatro especies, cuatro géneros y 1920 árboles), Lauraceae (cuatro especies, tres géneros y 768 árboles), Malvaceae (tres especies, tres géneros y 192 árboles), Moraceae (tres especies, tres géneros y 687 árboles), Meliaceae, Euphorbiaceae y Sapotaceae (Dos especies, dos géneros y 1330 árboles), Apocynaceae (Dos especies, un género y 118 árboles). Hay 2070 árboles de las siguientes familias: Anacardiaceae, Annonaceae, Bignoniaceae, Burseraceae, Caryocaraceae, Combretaceae, Polygonaceae, Simaroubaceae, Trigonaceae y Vochysiaceae, cada una con una especie.

Las especies más frecuentes en este bosque son la "cumala blanca" (*Iryanthera grandis*) de la familia Myristicaceae, (1004 árboles), el "caimitillo" (*Chrysophyllum argenteum*) de la familia Sapotaceae, (604 árboles), la "quillobara" (*Diclinanona calycina*) de la familia Annonaceae, (578 árboles), y la "cumala llorona" (*Osteophloeum platyspermum*) de la familia Myristicaceae (512 árboles), son las especies que presentan mayor abundancia de este bosque; ambas hacen el 9,75%, 5,86%, 5,61% y 4,97% de la población total inventariada. Estas especies son las que aseguran la rentabilidad del bosque en caso de tala, ya que, si se comercializan en el mercado del carbono, ofrecen el mayor valor económico del servicio medioambiental de secuestro de CO₂. Mori (2019, p. 21), informa de 47 especies

forestales comerciales, 17 familias botánicas y 14 510 árboles para un bosque de colina baja en el distrito de Indiana. La familia Fabacea tiene el mayor número de especies (12), seguida de las familias Lecythidaceae y Myristicaceae (4 especies). Además, *Otoba* sp. registró el mayor número de árboles (1850), seguida de *Virola mollissima* (1067), *Acacia lorentensis* (888), *Pouteria caimito* (645) y *Osteophloeum platyspermum* (635); mientras que *Ceiba pentandra* (37 árboles), *Dipteryx odorata* (38 árboles) y *Myroxylon balsamum* (48 árboles), registraron el menor número de árboles. En su estudio del río Yavarí Mirím en el distrito de Ramón Castilla, Sánchez (2016b, p. 29) señala que *Virola albidiflora* aporta el mayor número de árboles (242 árboles), mientras que las otras especies solo aportan entre nueve y 33 árboles, siendo *Cedrelinga cateniformis* la que presenta el menor número de árboles (Nueve árboles). Es factible inferir que las especies más numerosas han mejorado su adaptación al ambiente de este bosque comparando el número de árboles por especie. La diferencia mostrada puede ser el resultado de la competencia por los nutrientes y la luz en bosques con una gran variedad de árboles, como la selva amazónica (Espíritu, 2021, p. 66). Los factores ambientales (ubicación geográfica, clima, suelo y topografía), la dinámica forestal y la ecología de las especies también pueden influir.

5.2. Valoración económica del servicio de secuestro de CO₂

El cuadro 6 muestra los beneficios económicos del secuestro de CO₂ para cada especie, cada hectárea y el bosque en su conjunto. La contribución económica de las especies comerciales al secuestro de CO₂ de este bosque asciende a 8 587 809,14 USD. Las especies con mayor valor económico, que en conjunto

representan el 25,29%, son *Ormosia bopiensis* (606,51 USD/ha), *Chrysophyllum argenteum* (598,29 USD/ha), *Iryanthera grandis* (595,92 USD/ha) y *Parkia ulei* (495,37 USD/ha). Las especies *Apuleia leiocarpa*, *Diploptropis martiusii* y *Dipteryx micrantha*, que representan conjuntamente el 2,99% del CO₂, tienen un valor económico del CO₂ inferior (86766,30 USD, 91,72 USD/ha, 86.113,56 USD, 91,03 USD/ha y 83.610,69 USD, 88,39 USD/ha, respectivamente). Las 25 especies más significativas del bosque de colina baja del distrito de Alto Nanay tienen un valor de 3687,09 USD/ha, es decir, el 80,44 % del total de 4583,77 USD/ha, según Mori (2019, p. 46). La especie *Eschweilera gigantea* tiene el mayor valor económico de secuestro de CO₂ con USD 848,68/ha. Según Mathews (2019b, p. 34), el valor económico del secuestro de CO₂ para todo el bosque de colina baja es de 1 933 490,80 USD, con *Dypteryx odorata* reportando el valor más alto (690 627,07 USD), seguido de *Myroxylon balsamun* (309 929,99 USD), y *Tabebuia serratifolia* y *Aspidosperma exelsum* reportando valores más bajos (7056,44 y 1532,99 USD, respectivamente). Sánchez, (2016c, p. 36), estima que el valor económico total del secuestro de CO₂ para la región es de 29 290,52 USD; las especies con mayor valor son *V. albidiflora* (9849,33 USD), *B. rubescens* (3198,38 USD), *A. leiocarpa* (3042,25 USD) y *P. igneiflora* (3038,60 USD). Mientras que *A. brasiliensis*, *C. cateniformis*, *C. odorata* y *S. amara* tuvieron precios menores (USD 1244,52, USD 1265,58, USD 1916,48 y USD 743,83, respectivamente). El tipo de bosque, el área de estudio, los factores ambientales, las actividades antropogénicas, los modelos alométricos utilizados y el DAP mínimo evaluado, entre otros factores, podrían ser determinantes de la disparidad encontrada.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

1. Se contaron 10.299 árboles, con 50 especies forestales comerciales y 20 grupos botánicos representados. Hay 13 especies en la familia Fabacea, cinco en la familia Lecythidae, cuatro en cada una de las familias Lauraceae y Myristicaceae, tres en cada una de las familias Malvaceae y Moraceae, dos en cada una de las familias Apocynaceae, Euphorbiaceae, Meliaceae y Sapotaceae, y una especie en cada una de las 10 familias restantes.
2. *Chrysophyllum argenteum* aporta 4887,86 kg/ha de los 74 168,41 kg/ha de biomasa seca total de especies forestales comerciales, y *Ormosia bopiensis* contribuye con 4955,05 kg/ha.
3. *Chrysophyllum argenteum* y *Ormosia bopiensis* contribuyeron cada una con 2,44 y 2,48 tC/ha a las reservas de carbono de 37,08 tC/ha de las especies forestales comerciales, respectivamente.
4. La cantidad de CO₂ secuestrada por las especies forestales comerciales es de 135,88 tCO₂/ha, siendo *Ormosia bopiensis* la que produce mayor cantidad (9,08 tCO₂/ha) y *Chrysophyllum argenteum* produce menor cantidad (8,96 tCO₂/ha).
5. *Ormosia bopiensis*, tiene el costo más elevado con 606,51 USD/ha, seguido de *Chrysophyllum argenteum*, con 598,29 USD/ha. El costo del almacenamiento de CO₂ en especies forestales comerciales es de 9078,41 USD/ha.

6. Dado que la prueba Chi-cuadrado arrojó un *p valor* = 0,000 inferior a $\alpha = 0,05$, se acepta la hipótesis alternativa de que existe una variación altamente significativa en el valor económico del secuestro de CO₂ entre especies.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

1. Proteger este bosque e incorporarlo al mercado de CO₂, principalmente a través de SENDECO2 en el mercado europeo, ayudaría a producir recursos financieros que servirían para elevar el nivel de vida de la población local.
1.
2. Para determinar el valor estimado de los servicios de secuestro de CO₂, evalúe todas las especies forestales con un DAP igual o superior a 10 cm.
3. Debe determinarse la ecuación alométrica que mejor estime la biomasa de las especies forestales del bosque de colina baja.
4. Para establecer el valor óptimo del uso de la madera, si es posible, compare las ganancias financieras de la venta de madera con las de los servicios ambientales de secuestro de carbono.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

Arone, O. (2019a). Modelo alométrico y la estimación de captura de carbono de las especies *Eucalyptus globulus* y *pinus radiata*, y su valoración económica, en la zona sur de Ayacucho—Perú, 2018. Universidad Peruana Unión.

Arone, O. (2019b). Modelo alométrico y la estimación de captura de carbono de las especies *Eucalyptus globulus* y *pinus radiata*, y su valoración económica, en la zona sur de Ayacucho—Perú, 2018. Universidad Peruana Unión.

Arone, O. (2019c). Modelo alométrico y la estimación de captura de carbono de las especies *Eucalyptus globulus* y *pinus radiata*, y su valoración económica, en la zona sur de Ayacucho—Perú, 2018. Universidad Peruana Unión.

Arone, O. (2019d). Modelo alométrico y la estimación de captura de carbono de las especies *Eucalyptus globulus* y *pinus radiata*, y su valoración económica, en la zona sur de Ayacucho—Perú, 2018. Universidad Peruana Unión.

Arone, O. (2019e). Modelo alométrico y la estimación de captura de carbono de las especies *Eucalyptus globulus* y *pinus radiata*, y su valoración económica, en la zona sur de Ayacucho—Perú, 2018. Universidad Peruana Unión.

- Arone, O. (2019f). Modelo alométrico y la estimación de captura de carbono de las especies *Eucalyptus globulus* y *pinus radiata*, y su valoración económica, en la zona sur de Ayacucho—Perú, 2018. Universidad Peruana Unión.
- Arone, O. (2019g). Modelo alométrico y la estimación de captura de carbono de las especies *Eucalyptus globulus* y *pinus radiata*, y su valoración económica, en la zona sur de Ayacucho—Perú, 2018. Universidad Peruana Unión.
- Arone, O. (2019h). Modelo alométrico y la estimación de captura de carbono de las especies *Eucalyptus globulus* y *pinus radiata*, y su valoración económica, en la zona sur de Ayacucho—Perú, 2018. Universidad Peruana Unión.
- Chambi, P. P. (2001). Valoración económica de secuestro de carbono mediante simulación aplicada a la zona boscosa del río Inambari y Madre de Dios. IICFOE. Tacna Perú.
- Dauber, E., Terán, J., & Guzmán, R. (2008a). Estimaciones de biomasa y carbono en bosque naturales de Bolivia. 1(1), 1-10.
- Dauber, E., Terán, J., & Guzmán, R. (2008b). Estimaciones de biomasa y carbono en bosque naturales de Bolivia. 1(1), 1-10.
- Escobar, O. (2019a). Valoración económica del secuestro de CO₂ en un bosque de terraza baja en el distrito de San Pablo, Loreto, Perú. 2016. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

- Escobar, O. (2019b). Valoración económica del secuestro de CO₂ en un bosque de terraza baja en el distrito de San Pablo, Loreto, Perú. 2016. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Espíritu, J. M. (2021). Valoración económica del servicio de secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque de los ríos Cochiquinas y Yavari, Ramón Castilla Loreto Perú 2021. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Gonzales, J. F. (2018). Carbono almacenado en sistemas agroforestales de Coffea arábica L. "Café" de 4 y 7 años en relación a la gradiente altitudinal, Huanuco. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Guerrero, I., & Tejada, L. A. (2018a). Valoración económica del servicio ambiental de CO₂ del bosque primario del fundo montana ubicado en el caserío Puerto Pakui del distrito de Imaza, provincia de Bagua, región Amazonas 2017. Universidad de Lambayeque.
- Guerrero, I., & Tejada, L. A. (2018b). Valoración económica del servicio ambiental de CO₂ del bosque primario del fundo montana ubicado en el caserío Puerto Pakui del distrito de Imaza, provincia de Bagua, región Amazonas 2017. Universidad de Lambayeque.
- Gurmendi, C. G., & Orihuela Izaguirre, W. B. (2019). Valoración Económica de la Reserva de Carbono de Escallonia resinosa (Ruiz & Pav.) Pers. En San Pedro de Saños y Pucará. Universidad Nacional del Centro Del Perú.

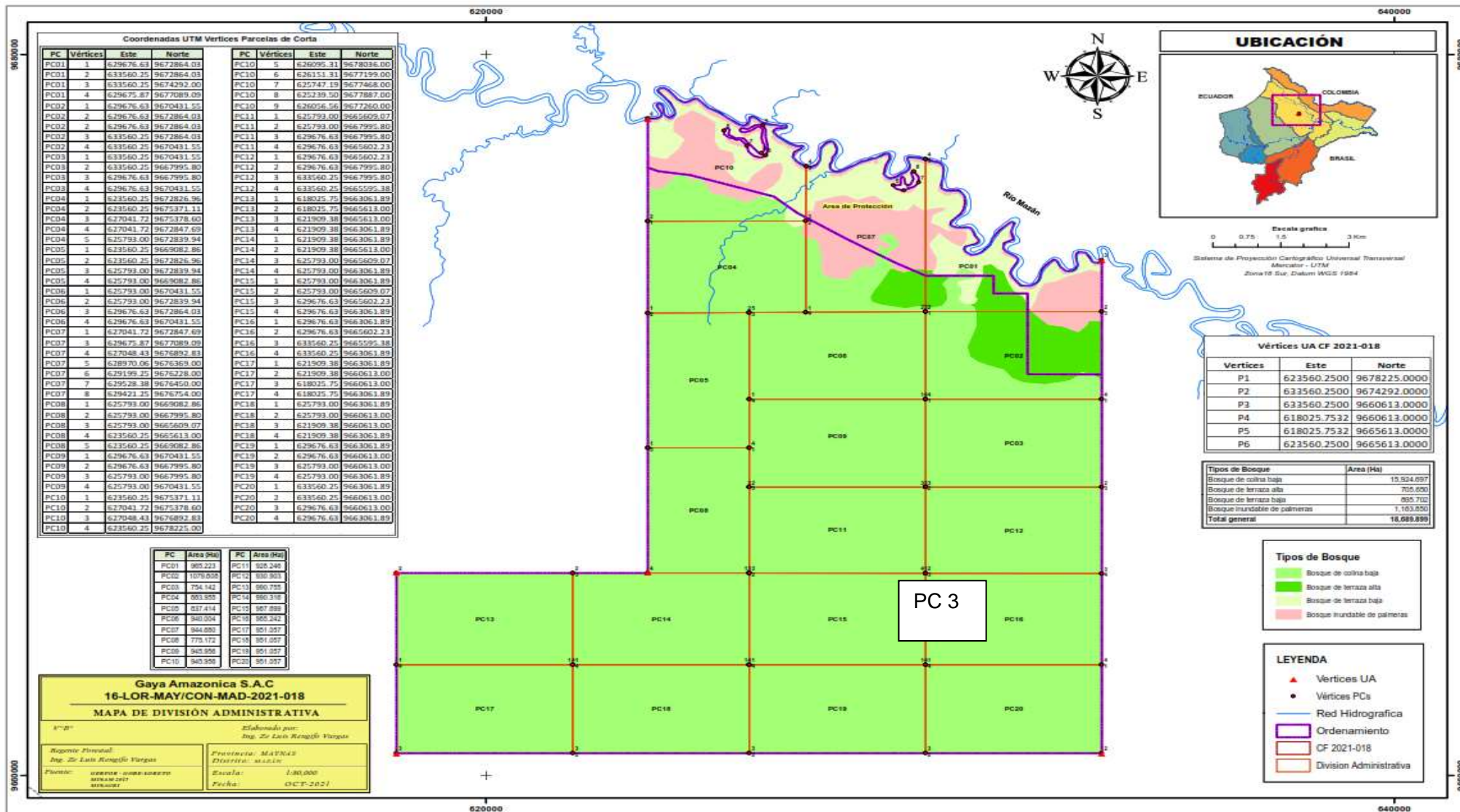
- Honorio, E., & Baker, T. (2009). Memoria del Taller de análisis estadístico para apoyar el diseño de inventario de carbono. Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana—Universidad de Leeds.
- Lino, K. A. (2009a). Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú. Universidad Nacional de Ucayali.
- Lino, K. A. (2009b). Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú. Universidad Nacional de Ucayali.
- Lino, K. A. (2009c). Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú. Universidad Nacional de Ucayali.
- Mathews, L. J. (2019a). Valoración económica del servicio ambiental de captura de carbono de especies maderables en un bosque de colina baja en la provincia Tahuamanu—Madre De Dios. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Mathews, L. J. (2019b). Valoración económica del servicio ambiental de captura de carbono de especies maderables en un bosque de colina baja en la provincia Tahuamanu—Madre De Dios. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

- Maza, W. F. (2019a). Valoración económica del servicio ambiental de secuestro de carbono para garantizar la sostenibilidad del bosque Buenaventura, Ecuador. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Maza, W. F. (2019b). Valoración económica del servicio ambiental de secuestro de carbono para garantizar la sostenibilidad del bosque Buenaventura, Ecuador. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Maza, W. F. (2019c). Valoración económica del servicio ambiental de secuestro de carbono para garantizar la sostenibilidad del bosque Buenaventura, Ecuador. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Mena, V. E. (2019a). Valoración del servicio ambiental de almacenamiento y fijación de carbono en bosques y sistemas agroforestales con cacao en territorios de comunidades afrodescendientes del departamento del Chocó. Universidad de La Salle.
- Mena, V. E. (2019b). Valoración del servicio ambiental de almacenamiento y fijación de carbono en bosques y sistemas agroforestales con cacao en territorios de comunidades afrodescendientes del departamento del Chocó. Universidad de La Salle.
- Mori Julca, C. E. (2019). Biomasa y stock de carbono en un bosque de colina baja del distrito de Indiana, Loreto. 2018. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6737>

- Quiñe, P. C. (2009). . Cuantificación de biomasa y reserva de carbono en sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica* L.) en dos pisos altitudinales. Universidad Nacional de San Martín.
- Quispe, W. (2010). Estructura horizontal y vertical de dos tipos de bosque concesionados en la región Madre de Dios. Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios.
- Rae Y Asale. (2010). Ortografía.
- Rojas, F. (2018a). Valor económico del volumen maderable y valor económico del secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque del distrito de Pastaza, Datem Del Marañón, Loreto. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Rojas, F. (2018b). Valor económico del volumen maderable y valor económico del secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque del distrito de Pastaza, Datem Del Marañón, Loreto. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Rojas, F. (2018c). Valor económico del volumen maderable y valor económico del secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque del distrito de Pastaza, Datem Del Marañón, Loreto. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Rojas, F. (2018d). Valor económico del volumen maderable y valor económico del secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque del distrito de Pastaza, Datem Del Marañón, Loreto. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Sabogal, C., Carrera, F., Colan, V., Pokorny, B., & Lauman, B. (2004). Manual para la planificación y evaluación del Manejo Forestal Operacional en Bosques de la Amazonía Peruana”. Fondebosque. Lima-Perú.

- Sanchez, H. E. (2016a). Valoración económica del secuestro de CO₂ por 10 especies comerciales de la PCA 20 de la concesión forestal 16-IQU/C-J060-04, río Yavari Mirím, Ramón Castilla, Perú. 2015. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Sanchez, H. E. (2016b). Valoración económica del secuestro de CO₂ por 10 especies comerciales de la PCA 20 de la concesión forestal 16-IQU/C-J060-04, río Yavari Mirím, Ramón Castilla, Perú. 2015. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Sanchez, H. E. (2016c). Valoración económica del secuestro de CO₂ por 10 especies comerciales de la PCA 20 de la concesión forestal 16-IQU/C-J060-04, río Yavari Mirím, Ramón Castilla, Perú. 2015. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Sosa, J. O. Valoración económica del secuestro de CO₂ en tres tipos de bosque en el distrito del Alto Nanay, Loreto-Perú-2014. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Torres, J. M., & Guevara, A. (2002). El potencial de México para la producción de servicios ambientales: Captura de carbono y desempeño hidráulico. *Revista Gaceta Ecológica*, 63, 40-59.
- 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., & Chave, J. (2009). Global wood density database. Dryad. Identifier.

ANEXOS



Anexo 1. Mapa de ubicación del bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2021-018, distrito de Mazán

Anexo 2. Formato para la toma de datos del censo forestal

Faja	Árbol No.	DAP	Altura comercial	Coordenadas		Observaciones
				X	Y	
1						
2						
3						

n						

Anexo 3. Formato de datos para la estimación de la biomasa y stock de carbono.

Árbol No.	DAP (cm)	Altura (m)	DB (kg/m³)	Biomasa (kg)	Stock de C (tC)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Anexo 4. Volumen maderable por clase diamétrica y por especie

Especie	Volumen por clase diamétrica y por especie (m ³ /ha)								Vol. total (m ³ /ha)	Vol. total (m ³)
	40	50	60	70	80	90	100	110 a +		
	A	A	A	A	A	A	A			
	49	59	69	79	89	99	109			
<i>Iryanthera grandis</i>	0,28	1,16	1,06	0,73	0,28	0,08		0,02	3,61	3411,44
<i>Ormosia bopiensis</i>	0,04	0,23	0,44	0,46	0,45	0,28	0,17	0,55	2,62	2480,04
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	0,12	0,44	0,56	0,40	0,33	0,12	0,12	0,25	2,35	2224,01
<i>Diclinanona calycina</i>	0,11	0,38	0,57	0,55	0,39	0,15	0,04	0,05	2,24	2119,06
<i>Parkia ulei</i>		0,27	0,59	0,47	0,40	0,22	0,13	0,07	2,14	2025,59
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	0,09	0,44	0,51	0,45	0,39	0,12	0,04	0,07	2,09	1979,43
<i>Brosimum utile</i>	0,02	0,11	0,24	0,23	0,33	0,30	0,18	0,63	2,04	1925,86
<i>Terminalia dichotoma</i>	0,03	0,13	0,29	0,34	0,27	0,18	0,14	0,29	1,65	1563,63
<i>Brosimum rubescens</i>	0,02	0,15	,	0,21	0,30	0,19	0,19	0,32	1,58	1497,26
<i>Parkia velutina</i>		0,22	0,33	0,35	0,29	0,12	0,09	0,14	1,54	1458,19
<i>Glycydendron amazonicum</i>	0,08	0,43	0,45	0,29	0,17	0,08	0,01	0,01	1,52	1437,56

<i>Anaueria brasiliensis</i>	0,08	0,34	0,46	0,33	0,18	0,11	0,02	0,01	1,51	1432,95
<i>Hymenolobium excelsum</i>	0,06	0,29	0,31	0,23	0,21	0,14	0,11	0,11	1,47	1386,65
<i>Otoba glyxicarpa</i>	0,09	0,41	0,34	0,17	0,03	0,03	0,01		1,08	1021,05
<i>Vochysia vismiifolia</i>	0,03	0,13	0,25	0,20	0,20	0,14	0,04	0,04	1,02	967,42
<i>Protium apiculatum</i>	0,03	0,15	0,14	0,15	0,19	0,15	0,05	0,16	1,01	953,07
<i>Caryocar microcarpum</i>	0,02	0,09	0,17	0,16	0,17	0,14	0,11	0,11	0,97	913,29
<i>Cedrelinga cateniformis</i>			0,03	0,05	0,06	0,06	0,11	0,66	0,96	905,94
<i>Swartzia tessmannii</i>	0,03	0,16	0,24	0,19	0,14	0,14	0,01	0,01	0,91	865,47
<i>Carapa guianensis</i>	0,00	0,02	0,08	0,09	0,12	0,14	0,13	0,28	0,85	807,53
<i>Hymenaea reticulata</i>		0,29	0,29	0,16	0,07			0,02	0,83	781,13
<i>Eschweilera albiflora</i>	0,03	0,11	0,18	0,20	0,08	0,04	0,03	0,04	0,71	670,55
<i>Eschweilera grandiflora</i>	0,02	0,20	,	0,13	0,08	0,02			0,67	635,02
<i>Luehea cymulosa</i>	0,01	0,08	0,13	0,15	0,20	0,03	0,02	0,05	0,67	630,38
<i>Ocotea argyrophylla</i>	0,05	0,24	0,18	0,10	0,03				0,60	571,26
<i>Allantoma decandra</i>	0,02	0,07	0,11	0,13	0,07	0,10	0,04	0,07	0,60	563,77
<i>Ceiba samauma</i>	0,00	0,07	0,18	0,11	0,07	0,05	0,01	0,07	0,57	538,50
<i>Simarouba amara</i>	0,02	0,15	0,19	0,10	0,07	0,02	0,01		0,56	528,72

<i>Clarisia racemosa</i>	0,00	0,04	0,08	0,11	0,09	0,13	0,03	0,06	0,54	515,09
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0,00	0,01	0,04	0,07	0,06	0,08	0,03	0,10	0,40	375,06
<i>Diploptropis martiusii</i>	0,03	0,15	0,11	0,05	0,04			0,02	0,39	372,24
<i>Dipteryx micrantha</i>		0,02	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,08	0,38	361,42
<i>Anacardium parvifolium</i>	0,00	0,04	0,06	0,05	0,07	0,04	0,04	0,07	0,37	348,10
<i>Triplaris peruviana</i>	0,02	0,07	0,11	0,09	0,05	0,02			0,37	347,78
<i>Virola flexuosa</i>	0,04	0,09	0,12	0,05	0,02				0,31	297,33
<i>Guarea carinata</i>	0,02	0,06	0,09	0,05	0,03	0,01	0,01		0,27	250,94
<i>Croton palanostigma</i>	0,05	0,10	0,07	0,03	0,01				0,25	233,29
<i>Aspidosperma rigidum</i>	0,01	0,05	0,07	0,07	0,04	0,01	0,01		0,25	232,63
<i>Lueheopsis althaeiflora</i>	0,00	0,06	0,09	0,04	0,02				0,22	210,32
<i>Eschweilera juruensis</i>	0,00	0,04	0,05	0,05	0,05	0,02			0,22	204,81
<i>Ocotea leucoxydon</i>	0,02	0,10	0,08	0,01		0,01			0,22	204,38
<i>Dipteryx alata</i>	0,01	0,04	0,04	0,02	0,01	0,02		0,02	0,17	163,26
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	0,01	0,02	0,04	0,04	0,04	0,01	0,01		0,16	151,25
<i>Hymenolobium nitidum</i>	0,00	0,01	0,04	0,02	0,05	0,01	0,02		0,16	148,33
<i>Pouteria bangii</i>	0,01	0,05	0,04	0,03	0,03				0,15	139,92

<i>Ceiba pentandra</i>			0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,07	0,13	126,73
<i>Handroanthus serratifolius</i>	0,00	0,02	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01		0,13	118,27
<i>Endlicheria bracteata</i>	0,00	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01		0,01	0,10	97,24
<i>Swartzia polyphylla</i>	0,01	0,03	0,03	0,02	0,01				0,09	80,77
<i>Carapa guianensis</i>		0,00	0,01	0,02	0,02				0,05	45,47
Total	1,52	7,81	9,97	8,04	6,29	3,59	2,03	4,43	43,68	41319,38
Total general	1433,43	7384,52	9435,67	7608,74	5951,49	3393,84	1923,58	4188,11		41319,38

Anexo 5. Biomasa seca total y por especie

Especie	Nro. de árboles	Densidad básica (kg/m³)	AB prom. (m²)	HC prom. (m)	VC total (m³)	Biomasa aérea (kg)	Biomasa radicular (kg)	Biomasa total (kg)	Biomasa total (kg/ha)
<i>Ormosia bopiensis</i>	484	700	0,45	16,92	2480,04	3906062,39	781212,48	4687274,86	4955,05
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	604	770	0,35	15,72	2224,01	3853097,70	770619,54	4623717,24	4887,86
<i>Iryanthera grandis</i>	1004	500	0,29	17,85	3411,44	3837869,87	767573,97	4605443,85	4868,54
<i>Parkia ulei</i>	471	700	0,39	16,67	2025,59	3190297,88	638059,58	3828357,46	4047,06
<i>Diclinanona calycina</i>	578	590	0,35	15,96	2119,06	2813047,24	562609,45	3375656,69	3568,50
<i>Brosimum utile</i>	312	610	0,54	16,99	1925,86	2643241,97	528648,39	3171890,36	3353,09
<i>Terminalia dichotoma</i>	333	700	0,45	15,68	1563,63	2462717,65	492543,53	2955261,18	3124,09
<i>Parkia velutina</i>	327	700	0,41	16,40	1458,19	2296651,39	459330,28	2755981,67	2913,42
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	512	500	0,34	17,12	1979,43	2226855,40	445371,08	2672226,48	2824,88
<i>Hymenolobium excelsum</i>	340	700	0,35	17,10	1386,65	2183976,11	436795,22	2620771,33	2770,49
<i>Brosimum rubescens</i>	282	610	0,49	16,49	1497,26	2054992,68	410998,54	2465991,21	2606,87
<i>Glycydendron amazonicum</i>	484	620	0,31	14,78	1437,56	2005391,31	401078,26	2406469,57	2543,94

<i>Anaueria brasiliensis</i>	448	610	0,32	15,21	1432,95	1966724,03	393344,81	2360068,83	2494,89
<i>Caryocar microcarpum</i>	224	700	0,44	14,08	913,29	1438426,90	287685,38	1726112,28	1824,72
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	76	700	0,92	19,61	905,94	1426848,37	285369,67	1712218,05	1810,03
<i>Swartzia tessmannii</i>	240	700	0,35	15,56	865,47	1363119,68	272623,94	1635743,61	1729,19
<i>Carapa guianensis</i>	110	720	0,62	17,92	807,53	1308196,41	261639,28	1569835,69	1659,52
<i>Hymenaea reticulata</i>	227	700	0,30	17,13	781,13	1230281,72	246056,34	1476338,06	1560,68
<i>Vochysia vismiifolia</i>	221	560	0,37	17,90	967,42	1218955,34	243791,07	1462746,41	1546,31
<i>Protium apiculatum</i>	210	560	0,42	16,27	953,07	1200868,32	240173,66	1441041,99	1523,36
<i>Otoba glyxicarpa</i>	316	500	0,27	17,89	1021,05	1148681,27	229736,25	1378417,52	1457,16
<i>Eschweilera albiflora</i>	174	720	0,34	16,68	670,55	1086290,56	217258,11	1303548,67	1378,02
<i>Eschweilera grandiflora</i>	230	720	0,30	14,00	635,02	1028728,71	205745,74	1234474,45	1305,00
<i>Allantoma decandra</i>	121	720	0,41	16,95	563,77	913301,74	182660,35	1095962,09	1158,57
<i>Ocotea argyrophylla</i>	211	610	0,27	15,42	571,26	784052,00	156810,40	940862,40	994,61
<i>Luehea cymulosa</i>	144	530	0,40	16,40	630,38	751730,15	150346,03	902076,18	953,61
<i>Clarisia racemosa</i>	93	610	0,45	18,88	515,09	706956,11	141391,22	848347,33	896,81
<i>Apuleia leiocarpa</i>	61	700	0,56	16,80	375,06	590716,62	118143,32	708859,94	749,36
<i>Diploptropis martiusii</i>	119	700	0,28	17,04	372,24	586272,69	117254,54	703527,23	743,72

<i>Dipteryx micrantha</i>	66	700	0,50	16,61	361,42	569232,79	113846,56	683079,35	722,10
<i>Ceiba samauma</i>	117	440	0,39	17,98	538,50	533118,07	106623,61	639741,68	676,29
<i>Anacardium parvifolium</i>	68	640	0,47	16,38	348,10	501264,99	100253,00	601517,99	635,88
<i>Simarouba amara</i>	158	400	0,30	16,56	528,72	475849,37	95169,87	571019,25	603,64
<i>Triplaris peruviana</i>	105	560	0,32	15,75	347,78	438208,57	87641,71	525850,29	555,89
<i>Aspidosperma rigidum</i>	77	650	0,32	14,19	232,63	340228,19	68045,64	408273,83	431,60
<i>Virola flexuosa</i>	88	500	0,28	18,59	297,33	334497,41	66899,48	401396,89	424,33
<i>Eschweilera juruensis</i>	56	720	0,35	15,71	204,81	331787,78	66357,56	398145,33	420,89
<i>Croton palanostigma</i>	100	620	0,24	14,65	233,29	325441,69	65088,34	390530,03	412,84
<i>Guarea carinata</i>	86	570	0,30	14,87	250,94	321826,90	64365,38	386192,29	408,25
<i>Ocotea leucoxylon</i>	86	610	0,25	14,29	204,38	280508,15	56101,63	336609,78	355,84
<i>Dipteryx alata</i>	55	700	0,33	13,22	163,26	257136,47	51427,29	308563,76	326,19
<i>Pouteria bangii</i>	45	770	0,30	15,73	139,92	242407,81	48481,56	290889,37	307,51
<i>Hymenolobium nitidum</i>	27	700	0,43	19,33	148,33	233615,58	46723,12	280338,70	296,35
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	41	650	0,35	15,85	151,25	221206,29	44241,26	265447,55	280,61
<i>Lueheopsis althaeiflora</i>	64	440	0,30	16,67	210,32	208219,19	41643,84	249863,02	264,14
<i>Handroanthus serratifolius</i>	29	690	0,35	17,45	118,27	183608,63	36721,73	220330,36	232,92

<i>Endlicheria bracteata</i>	23	610	0,40	16,26	97,24	133455,81	26691,16	160146,97	169,30	
<i>Swartzia polyphylla</i>	30	700	0,27	15,27	80,77	127206,37	25441,27	152647,64	161,37	
<i>Ceiba pentandra</i>	11	440	0,85	21,00	126,73	125463,78	25092,76	150556,54	159,16	
<i>Carapa guianensis</i>	11	570	0,42	15,27	45,47	58320,97	11664,19	69985,17	73,98	
Total	10299					41319,38	58466957,05	11693391,41	70160348,45	74168,41

AB = Área basal; Hc = Altura comercial; Vc = Volumen comercial.

Anexo 6. Stock de carbono total y por especie

Especie	Biomasa total (kg/ha)	Stock de carbono (tC)	Stock de carbono (tC/ha)
<i>Ormosia bopiensis</i>	4955,05	2343,64	2,48
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	4887,86	2311,86	2,44
<i>Iryanthera grandis</i>	4868,54	2302,72	2,43
<i>Parkia ulei</i>	4047,06	1914,18	2,02
<i>Diclinanona calycina</i>	3568,50	1687,83	1,78
<i>Brosimum utile</i>	3353,09	1585,95	1,68
<i>Terminalia dichotoma</i>	3124,09	1477,63	1,56
<i>Parkia velutina</i>	2913,42	1377,99	1,46
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	2824,88	1336,11	1,41
<i>Hymenolobium excelsum</i>	2770,49	1310,39	1,39
<i>Brosimum rubescens</i>	2606,87	1233,00	1,30
<i>Glycydendron amazonicum</i>	2543,94	1203,23	1,27
<i>Anaueria brasiliensis</i>	2494,89	1180,03	1,25
<i>Caryocar microcarpum</i>	1824,72	863,06	0,91
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	1810,03	856,11	0,91
<i>Swartzia tessmannii</i>	1729,19	817,87	0,86
<i>Carapa guianensis</i>	1659,52	784,92	0,83
<i>Hymenaea reticulata</i>	1560,68	738,17	0,78
<i>Vochysia vismiifolia</i>	1546,31	731,37	0,77
<i>Protium apiculatum</i>	1523,36	720,52	0,76
<i>Otoba glydicarpa</i>	1457,16	689,21	0,73
<i>Eschweilera albiflora</i>	1378,02	651,77	0,69
<i>Eschweilera grandiflora</i>	1305,00	617,24	0,65

<i>Allantoma decandra</i>	1158,57	547,98	0,58
<i>Ocotea argyrophylla</i>	994,61	470,43	0,50
<i>Luehea cymulosa</i>	953,61	451,04	0,48
<i>Clarisia racemosa</i>	896,81	424,17	0,45
<i>Apuleia leiocarpa</i>	749,36	354,43	0,37
<i>Diploptropis martiusii</i>	743,72	351,76	0,37
<i>Dipteryx micrantha</i>	722,10	341,54	0,36
<i>Ceiba samauma</i>	676,29	319,87	0,34
<i>Anacardium parvifolium</i>	635,88	300,76	0,32
<i>Simarouba amara</i>	603,64	285,51	0,30
<i>Triplaris peruviana</i>	555,89	262,93	0,28
<i>Aspidosperma rigidum</i>	431,60	204,14	0,22
<i>Virola flexuosa</i>	424,33	200,70	0,21
<i>Eschweilera juruensis</i>	420,89	199,07	0,21
<i>Croton palanostigma</i>	412,84	195,27	0,21
<i>Guarea carinata</i>	408,25	193,10	0,20
<i>Ocotea leucoxylon</i>	355,84	168,30	0,18
<hr/> <i>Dipteryx alata</i>	326,19	154,28	0,16
<i>Pouteria bangii</i>	307,51	145,44	0,15
<i>Hymenolobium nitidum</i>	296,35	140,17	0,15
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	280,61	132,72	0,14
<i>Lueheopsis althaeiflora</i>	264,14	124,93	0,13
<i>Handroanthus serratifolius</i>	232,92	110,17	0,12
<i>Endlicheria bracteata</i>	169,30	80,07	0,08
<i>Swartzia polyphylla</i>	161,37	76,32	0,08
<i>Ceiba pentandra</i>	159,16	75,28	0,08
<i>Couratari guianensis</i>	73,98	34,99	0,04
<hr/> Total	74168,41	35080,17	37,08

Anexo 7. Secuestro de CO₂ total y por especie

Especie	Stock de carbono (tC/ha)	Secuestro de CO₂ (tCO₂)	Secuestro de CO₂ (tCO₂/ha)
<i>Ormosia bopiensis</i>	2,48	8587,56	9,08
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	2,44	8471,11	8,96
<i>Iryanthera grandis</i>	2,43	8437,63	8,92
<i>Parkia ulei</i>	2,02	7013,93	7,41
<i>Diclinanona calycina</i>	1,78	6184,54	6,54
<i>Brosimum utile</i>	1,68	5811,22	6,14
<i>Terminalia dichotoma</i>	1,56	5414,33	5,72
<i>Parkia velutina</i>	1,46	5049,23	5,34
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	1,41	4895,79	5,18
<i>Hymenolobium excelsum</i>	1,39	4801,52	5,08
<i>Brosimum rubescens</i>	1,30	4517,94	4,78
<i>Glycydendron amazonicum</i>	1,27	4408,89	4,66
<i>Anaueria brasiliensis</i>	1,25	4323,88	4,57
<i>Caryocar microcarpum</i>	0,91	3162,41	3,34
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	0,91	3136,95	3,32
<i>Swartzia tessmannii</i>	0,86	2996,85	3,17
<i>Carapa guianensis</i>	0,83	2876,10	3,04
<i>Hymenaea reticulata</i>	0,78	2704,80	2,86
<i>Vochysia vismiifolia</i>	0,77	2679,90	2,83
<i>Protium apiculatum</i>	0,76	2640,13	2,79
<i>Otoba glyxicarpa</i>	0,73	2525,40	2,67
<i>Eschweilera albiflora</i>	0,69	2388,23	2,52
<i>Eschweilera grandiflora</i>	0,65	2261,68	2,39

<i>Allantoma decandra</i>	0,58	2007,91	2,12
<i>Ocotea argyrophylla</i>	0,50	1723,75	1,82
<i>Luehea cymulosa</i>	0,48	1652,69	1,75
<i>Clarisia racemosa</i>	0,45	1554,26	1,64
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0,37	1298,70	1,37
<i>Diploctropis martiusii</i>	0,37	1288,93	1,36
<i>Dipteryx micrantha</i>	0,36	1251,47	1,32
<i>Ceiba samauma</i>	0,34	1172,07	1,24
<i>Anacardium parvifolium</i>	0,32	1102,04	1,16
<i>Simarouba amara</i>	0,30	1046,16	1,11
<i>Triplaris peruviana</i>	0,28	963,41	1,02
<i>Aspidosperma rigidum</i>	0,22	748,00	0,79
<i>Virola flexuosa</i>	0,21	735,40	0,78
<i>Eschweilera juruensis</i>	0,21	729,44	0,77
<i>Croton palanostigma</i>	0,21	715,49	0,76
<i>Guarea carinata</i>	0,20	707,54	0,75
<i>Ocotea leucoxydon</i>	0,18	616,70	0,65
<i>Dipteryx alata</i>	0,16	565,32	0,60
<i>Pouteria bangii</i>	0,15	532,94	0,56
<i>Hymenolobium nitidum</i>	0,15	513,61	0,54
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	0,14	486,33	0,51
<i>Lueheopsis althaeiflora</i>	0,13	457,77	0,48
<i>Handroanthus serratifolius</i>	0,12	403,67	0,43
<i>Endlicheria bracteata</i>	0,08	293,41	0,31
<i>Swartzia polyphylla</i>	0,08	279,67	0,30
<i>Ceiba pentandra</i>	0,08	275,83	0,29
<i>Couratari guianensis</i>	0,04	128,22	0,14
Total	37,08	128540,77	135,88

Anexo 8. Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ por especie

Especie	Secuestro de CO₂ (tCO₂/ha)	Precio CO₂ (USD/tCO₂)	Valor económico del secuestro CO₂ (USD)	Valor económico del secuestro de CO₂ (USD/ha)
<i>Ormosia bopiensis</i>	9,08	66,81	573734,63	606,51
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	8,96	66,81	565955,02	598,29
<i>Iryanthera grandis</i>	8,92	66,81	563718,31	595,92
<i>Parkia ulei</i>	7,41	66,81	468600,91	495,37
<i>Diclinanona calycina</i>	6,54	66,81	413189,16	436,79
<i>Brosimum utile</i>	6,14	66,81	388247,63	410,43
<i>Terminalia dichotoma</i>	5,72	66,81	361731,66	382,40
<i>Parkia velutina</i>	5,34	66,81	337339,32	356,61
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	5,18	66,81	327087,47	345,77
<i>Hymenolobium excelsum</i>	5,08	66,81	320789,23	339,12
<i>Brosimum rubescens</i>	4,78	66,81	301843,74	319,09
<i>Glycydendron amazonicum</i>	4,66	66,81	294558,13	311,39
<i>Anaueria brasiliensis</i>	4,57	66,81	288878,56	305,38
<i>Caryocar microcarpum</i>	3,34	66,81	211280,63	223,35
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	3,32	66,81	209579,94	221,55
<i>Swartzia tessmannii</i>	3,17	66,81	200219,27	211,66
<i>Carapa guianensis</i>	3,04	66,81	192151,97	203,13
<i>Hymenaea reticulata</i>	2,86	66,81	180707,62	191,03
<i>Vochysia vismiifolia</i>	2,83	66,81	179043,97	189,27
<i>Protium apiculatum</i>	2,79	66,81	176387,29	186,46
<i>Otoba glyxicarpa</i>	2,67	66,81	168721,89	178,36
<i>Eschweilera albiflora</i>	2,52	66,81	159557,75	168,67
<i>Eschweilera grandiflora</i>	2,39	66,81	151102,88	159,73
<i>Allantoma decandra</i>	2,12	66,81	134148,61	141,81

<i>Ocotea argyrophylla</i>	1,82	66,81	115164,01	121,74
<i>Luehea cymulosa</i>	1,75	66,81	110416,47	116,72
<i>Clarisia racemosa</i>	1,64	66,81	103839,92	109,77
<i>Apuleia leiocarpa</i>	1,37	66,81	86766,30	91,72
<i>Diptotropis martiusii</i>	1,36	66,81	86113,56	91,03
<i>Dipteryx micrantha</i>	1,32	66,81	83610,69	88,39
<i>Ceiba samauma</i>	1,24	66,81	78306,05	82,78
<i>Anacardium parvifolium</i>	1,16	66,81	73627,37	77,83
<i>Simarouba amara</i>	1,11	66,81	69894,24	73,89
<i>Triplaris peruviana</i>	1,02	66,81	64365,44	68,04
<i>Aspidosperma rigidum</i>	0,79	66,81	49973,78	52,83
<i>Virola flexuosa</i>	0,78	66,81	49132,02	51,94
<i>Eschweilera juruensis</i>	0,77	66,81	48734,02	51,52
<i>Croton palanostigma</i>	0,76	66,81	47801,89	50,53
<i>Guarea carinata</i>	0,75	66,81	47270,94	49,97
<i>Ocotea leucoxylon</i>	0,65	66,81	41201,91	43,56
<i>Dipteryx alata</i>	0,60	66,81	37769,01	39,93
<i>Pouteria bangii</i>	0,56	66,81	35605,62	37,64
<i>Hymenolobium nitidum</i>	0,54	66,81	34314,19	36,27
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	0,51	66,81	32491,47	34,35
<i>Lueheopsis althaeiflora</i>	0,48	66,81	30583,88	32,33
<i>Handroanthus serratifolius</i>	0,43	66,81	26969,01	28,51
<i>Endlicheria bracteata</i>	0,31	66,81	19602,41	20,72
<i>Swartzia polyphylla</i>	0,30	66,81	18684,47	19,75
<i>Ceiba pentandra</i>	0,29	66,81	18428,51	19,48
<i>Couratari guianensis</i>	0,14	66,81	8566,37	9,06
Total	135,88		8587809,14	9078,41

Anexo 9. Identificación botánica de las especies forestales



Centro de Investigación de
Recursos Naturales
Herbarium Amazonense - AMAZ

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

CONSTANCIA

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

HACE CONSTAR:

Que, las muestras botánicas presentada por **LUIS FELIPE ALVÁN VARGAS**, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales, **Facultad de Ciencias Forestales**, de la **Universidad Nacional de la Amazonia Peruana**, pertenecen a la tesis titulado: **"VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE SECUESTRO DE CO₂ EN UN BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2021-018, DISTRITO DE MAZÁN, LORETO. 2022"**, han sido **DETERMINADAS** en este Centro de Investigación y Enseñanza, **Herbarium Amazonense-AMAZ**, del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la UNAP-CIRNA-UNAP, como se indica a continuación:

N°	ESPECIE	Nombre científico	Familia
1	Aguanillo	<i>Otoba glyxicarpa</i> (Ducke) W. A. Rodrigues	Myristicaceae
2	Almendro	<i>Caryocar microcarpum</i> Ducke	Caryocaraceae
3	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	Fabaceae
4	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae
5	Anis moena	<i>Endlicheria bracteata</i> Mez	Lauraceae
6	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i> Kosterm.	Lauraceae
7	Azucar huayo	<i>Hymenaea reticulata</i> Ducke	Fabaceae
8	Cachimbo	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	Lecythidaceae
9	Calmitillo	<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	Sapotaceae
10	Canela moena	<i>Ocotea leucoxylon</i> (Sw.) Laness.	Lauraceae
11	Casho	<i>Anacardium parvifolium</i> Ducke	Anacardiaceae
12	Charapilla	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Fabaceae
13	Chontaquiro	<i>Diplotropis martiusii</i> Benth.	Fabaceae
14	Copal	<i>Protium apiculatum</i> Swart	Burseraceae
15	Cumala blanca	<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	Myristicaceae
16	Cumala caupuri	<i>Virota flexuosa</i> A. C. Sm.	Myristicaceae
17	Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae
18	Huayruro	<i>Ormosia bapiensis</i> Pierce ex J.F. Macbr.	Fabaceae
19	Huimba	<i>Ceiba samauma</i> (Mart. & Zucc.) K. Schum.	Malvaceae
20	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae
21	Machimango blanco	<i>Eschweilera albiflora</i> (A. DC.) Miers	Lecythidaceae
22	Machimango colorado	<i>Eschweilera juruensis</i> Knuth	Lecythidaceae
23	Machimango negro	<i>Eschweilera grandiflora</i> (Aubl.) Sandwith	Lecythidaceae

N°	Especie	Nombre científico	Familia
24	Mari mari	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	Fabaceae
25	Mari mari negro	<i>Hymenolobium nitidum</i> Benth	Fabaceae
26	Maria buena	<i>Luehea cymulosa</i> Spruce ex Benth.	Trigonaceae
27	Marupa	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
28	Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Moraceae
29	Moena	<i>Ocotea argyrophylla</i> Ducke	Lauraceae
30	Palisangre	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Moraceae
31	Panguana	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	Moraceae
32	Papelillo	<i>Allantoma decandra</i> (Ducke) S.A. Mori, Ya Y. Huang & Prance	Lecythidaceae
33	Parinari	<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	Euphorbiaceae
34	Pashaco	<i>Parkia ulei</i> (Harms) Kuhlms.	Fabaceae
35	Pashaco colorado	<i>Parkia velutina</i> Benoist	Fabaceae
36	Purma caspi	<i>Croton palanostigma</i> Klotzsch	Euphorbiaceae
37	Quillobara	<i>Diclinanona calycina</i> (Diels) R. E. Fr.	Annonaceae
38	Quillobordon	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Müll. Arg.	Apocynaceae
39	Quillosisa	<i>Vochysia vismiifolia</i> Spruce ex Warm.	Vochysiaceae
40	Quinilla	<i>Pouteria bangii</i> (Rusby) T. D. Penn.	Sapotaceae
41	Remo caspi	<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby	Apocynaceae
42	Requia	<i>Guarea carinata</i> Ducke	Meliaceae
43	Sapotillo	<i>Lueheopsis althaeiflora</i> (Spruce ex Benth.) Burret	Malvaceae
44	Shihuahuaco	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	Fabaceae
45	Shimbillo	<i>Swartzia tessmannii</i> Harms	Fabaceae
46	Shimbillo colorado	<i>Swartzia polyphylla</i> DC.	Fabaceae
47	Tahuari	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose	Bignoniaceae
48	Tangarana	<i>Triplaris peruviana</i> Fisch. & C. A. Mey. ex C. A. Mey.	Polygonaceae
49	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
50	Yacushapana	<i>Terminalia dichotoma</i> G. Mey.	Combretaceae

Se expide la presente constancia al interesado, para los fines que estimen conveniente.

Atentamente,

Iquitos, 07 de setiembre del 2022



Richard J. Huarcanca Acostupa
 Coordinador Herbarium Amazonense

Anexo 10. Constancia de uso de base de datos



CONSTANCIA

Mediante el presente documento, el señor **SAMUEL ZENON LAZARO PAITAMPOMA**, Gerente Comercial de la **EMPRESA GAYA AMAZONICA SAC**, autoriza al Bachiller **LUIS FELIPE ALVAN VARGAS**, con DNI N° 76468427, utilizar para su trabajo de investigación los datos del Censo Forestal del Contrato N° 16-LOR-MAT/CON-MAD-2021-018 ubicado en el Distrito de Mazan, Provincia de Maynas, Región Loreto, realizado en el año 2021.

Se expide el presente documento a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

San Juan Bautista 20 de diciembre de 2021


EMPRESA GAYA AMAZONICA SAC
SAMUEL ZENON LAZARO PAITAMPOMA
GERENTE COMERCIAL