



**UNAP**



**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES**

**TROPICALES**

**TESIS**

**“VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SECUESTRO DE CO<sub>2</sub> EN UN BOSQUE DE  
COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL 16-IQU/C-J-224-04, DISTRITO  
DE PEBAS, LORETO. 2021”**

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

**PRESENTADO POR:**

**FRANCK DAVID TALEXIO LOPEZ**

**ASESOR:**

**Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2021**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 011-CTG-FCF-UNAP-2022**

En Iquitos, a los 16 día del mes de febrero del 2022, a horas 09:00 am., se dio inicio a la sustentación virtual de la tesis: "VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SECUESTRO DE CO2 EN UN BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL 16-IQU/C-J-224-04, DISTRITO DE PEBAS, LORETO. 2021", aprobada con R.D. Nº 0281-2021-FCF-UNAP, presentado por el bachiller FRANCK DAVID TALEXIO LOPEZ, para obtener 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. Nº 0473-2021-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Jorge Elías Alván Ruiz, Dr.	:	Presidente
Ing. Olguita Gronerth Escudero, Mgr.	:	Miembro
Ing. Juan de la Cruz Bardales Meléndez, Dr.	:	Miembro
Ing. Ronald Burga Alvarado, Dr.	:	Asesor

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 virtual y la tesis han sido: **Aprobadas** con la calificación de **Bueno.**

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

Siendo las **10.05 am.** se dio por terminado el acto **Academico.**

Ing. Jorge Elías Alván Ruiz, Dr.  
Presidente

Ing. Olguita Gronerth Escudero, Mgr.  
Miembro

Ing. Juan de la Cruz Bardales Meléndez, Dr.  
Miembro

Ing. Ronald Burga Alvarado, Dr.  
Asesor

**Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡No lo destruyas!**

Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú

[www.unapiquitos.edu.pe](http://www.unapiquitos.edu.pe)

Teléfono: 065-225303

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TESIS**

“Valoración económica del secuestro de CO<sub>2</sub> en un bosque de colina baja de la concesión forestal 16-IQU/C-J-224-04, distrito de Pebas, Loreto. 2021”

**MIEMBROS DEL JURADO**



.....  
Ing. Jorge Elías Alván Ruiz, Dr.  
Presidente

REGISTRO CIP N° 28387



.....  
Ing. Olga Gronerth Escudero, Mgr.  
Miembro

REGISTRO CIP N° 45894



.....  
Ing. Juan de la Cruz Bardales Meléndez, Dr.  
Miembro

REGISTRO CIP N° 45893



.....  
Ing. Ronald Burga Alvarado, Dr.  
Asesor

REGISTRO CIP N° 45725

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mis hermanos, mi novia y a todas las personas que me apoyaron y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Segundo Meneleo Talexio Arirama y Estela López Huayambahua, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a mis docentes de la Escuela de ingeniería en ecología de bosques tropicales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	7
1.3. Definición de términos básicos	10
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	12
2.1. Formulación de la hipótesis	12
2.2. Variables y su operacionalización	12
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	13

3.1.	Tipo y diseño	13
3.2.	Diseño muestral	13
3.3.	Procedimientos de recolección de datos	13
3.4.	Procesamiento y análisis de los datos	14
3.4.1.	Cálculos	14
	• Cálculo del volumen maderable comercial	14
	• Cálculo de la biomasa aérea	14
	• Cálculo de la biomasa radicular	15
	• Cálculo de la biomasa total	15
	• Cálculo del stock de carbono	15
	• Cálculo del secuestro de CO <sub>2</sub>	16
	• Estimación del valor económico del secuestro de CO <sub>2</sub>	16
3.4.2.	Determinar si existe diferencia en el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO <sub>2</sub> entre las especies forestales comerciales	17
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		19
4.1.	Composición florística del área de estudio	19
4.2.	Volumen maderable del bosque de colina baja	21
4.3.	Biomasa en las especies forestales comerciales del bosque de colina baja	24

4.4.	Stock de carbono en las especies forestales comerciales del bosque de colina baja	26
4.5.	Secuestro de CO <sub>2</sub> por las especies forestales comerciales del bosque de colina baja	28
4.6.	Valor económico del secuestro de CO <sub>2</sub> por las especies comerciales del bosque de colina baja	30
4.7.	Diferencia entre el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO <sub>2</sub> entre las especies forestales comerciales	33
CAPITULO V: DISCUSIÓN		36
5.1.	Composición florística	36
5.2.	Valoración económica del servicio de secuestro de CO <sub>2</sub>	37
CAPITULO VI: CONCLUSIONES		40
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES		42
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN		43
ANEXOS		48
	Anexo 1. Mapa de ubicación del área de estudio	49
	Anexo 2. Formato para la toma de datos del inventario forestal	50
	Anexo 3. Formato de datos para la estimación de la biomasa y stock de carbono	51
	Anexo 4. Volumen maderable por clase diamétrica del bosque evaluado	52
	Anexo 5. Biomasa seca por especie y total del bosque evaluado	54

Anexo 6. Stock de carbono por especie y total del bosque evaluado	56
Anexo 7. Secuestro de CO <sub>2</sub> por especie y total del bosque evaluado	58
Anexo 8. Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO <sub>2</sub> por especie del bosque evaluado	60
Anexo 9. Constancia de identificación botánica de las especies	62
Anexo 10. Constancia	65

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Relación de especies, géneros, familias y número de árboles del bosque de colina baja	20
2.	Volumen por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja	23
3.	Biomasa seca por especie y total del bosque de colina baja	25
4.	Stock de carbono por especie y total del bosque evaluado	27
5.	Secuestro de CO <sub>2</sub> por especie y total del bosque de colina baja	29
6.	Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO <sub>2</sub> por especie del bosque de colina baja	32
7.	Prueba de normalidad para los datos registrados en el bosque de colina baja	33
8.	Prueba de hipótesis no paramétrica de Kruskal-Wallis del valor económico del secuestro de CO <sub>2</sub> entre las especies comerciales del bosque de colina baja	34
9.	Prueba de Chi-cuadrado	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Distribución del número de árboles por familia del bosque evaluado	19
2.	Volumen maderable por clase diamétrica y por hectárea en el bosque de colina baja	22
3.	Biomasa seca por especie del bosque de colina baja	24
4.	Stock de carbono por especie del bosque de colina baja	26
5.	Secuestro de CO <sub>2</sub> por especie del bosque de colina baja	28
6.	Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO <sub>2</sub> por especie del bosque de colina baja	31

---

## RESUMEN

En este estudio se cuantificó el valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> brindado por las especies arbóreas del bosque de colina baja del distrito de Pebas, Loreto. Se utilizó la base de datos del censo forestal de las especies comerciales del bosque de la concesión forestal 16-IQU/C-J-224-04. Los resultados indican que el valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> en las especies forestales comerciales del bosque evaluado es de USD 3757,16/ha. Las especies con mayor aporte son *V. vismiifolia* con USD 536,40/ha y *B. excelsa* de USD 337,22/ha; mientras que menor aporte presentan las especies *C. chrysocalyx* con USD 21,20/ha y *C. racemosa* con USD 19,76/ha. Estadísticamente existe diferencia significativa ( $\alpha = 0,05$ ) en el valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> entre las especies comerciales.

**Palabras claves:** Valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub>, bosque de colina baja, concesión forestal, Loreto.

## ABSTRACT

The economic value of the CO<sub>2</sub> sequestration provided by the tree species of the low-hill forest of the Pebas district, Loreto, was quantified in this study. The database of the forest census of commercial forest species from forest concession 16-IQU/C-J-224-04 was used. The results show that the economic value of CO<sub>2</sub> sequestration in the commercial forest species of the evaluated forest is USD 3757,16/ha. *V. vismiifolia* with USD 536,40/ha and *B. excelsa* with USD 337,22/ha are the species with the highest contribution, while *C. chrysocalyx* with USD 21,20/ha and *C. racemosa* with USD 19,76/ha shows the lowest contributions. Statistically, a significant difference ( $\alpha= 0,05$ ) there exist in the economic value of CO<sub>2</sub> sequestration among commercial species.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> sequestration economic value, low-hill forest, forest concession, Loreto.

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático global es uno de los principales problemas que enfrenta el mundo de hoy. La concentración de gases de invernadero-dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano y óxidos nitrosos-en la atmósfera ha aumentado considerablemente, lo cual fortalece el efecto invernadero, con el consecuente sobrecalentamiento del planeta (Acosta y Tupaz, 2007, p. 21). El CO<sub>2</sub>, principal gas de efecto invernadero, incrementó su concentración (280 ppm en 1750 a 360 ppm en el 2000) (Andrade y Ibrahim, 2003 citado por Acosta y Tupaz, 2007, p. 21), el uso de combustibles fósiles genera en la actualidad de 80 al 85% del CO<sub>2</sub> emitido, mientras que del 20-25% proviene de la extensión de la frontera agrícola, la explotación comercial de bosques y el incremento de la oxidación de la materia orgánica en los suelos (Erickson, 1992 citado por Acosta y Tupaz, 2007, p. 21).

Con el presente trabajo, aspiramos contribuir al conocimiento de los beneficios de los servicios ambientales que proporcionan los bosques, no solo a través de la biodiversidad que alberga y que es la despensa o fuente de alimento de muchas formas de vida, sino también del servicio ambiental como el secuestro de carbono, para mitigar el cambio climático actualmente considerado como el más grande desafío ambiental y económico (Maza, 2019, p. 5).

El escaso conocimiento sobre la valoración económica de los servicios ambientales que proporcionan los bosques a la población, es un problema que se debe tener en cuenta en nuestra región; ya que la conservación del recurso bosque debería de ser recompensado.

Estimar la producción de biomasa y el carbono capturado en las especies forestales, permite conocer el valor que tienen como servicio ambiental y su relevancia como estrategia para reducir la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera (Arroyo y Paredes, 2006, citado por Álvarez, 2016, p. 3). A través de este conocimiento se puede determinar el total de carbono capturado.

La valoración económica puede ser considerada como la identificación, cuantificación física y monetaria de los beneficios y costos derivados de cambios en los servicios ambientales que producen los recursos naturales. Los cambios que en la naturaleza se originan por las actividades que desarrollan los seres humanos. La valoración económica se presenta como una alternativa en virtud que no se considera dentro del mercado precios que valoren los servicios ambientales, así como para los cambios producidos en estos (Maza, 2019, p. 32).

Las diferentes formas de acceso al bosque, en sus diversos métodos de manejo forestal, únicamente aprovechan el recurso maderable, extrayéndolo en forma de trozas para luego comercializarlo y obtener beneficios económicos por única vez; es decir no aprovechan el bosque de una manera más sostenida sin destruirla, como es el pago por el servicio ambiental de secuestro de CO<sub>2</sub> (Rojas, 2018, p. 2).

En tal sentido, la presente investigación tiene por objetivo principal valorar económicamente el secuestro de CO<sub>2</sub> en un bosque de colina baja de la concesión forestal 16-IQU/C-J-224-04, distrito de Pebas, Loreto. 2021.

## CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

En 2019, se desarrollo una investigación de tipo descriptivo, cualitativo y cuantitativo a nivel de reconocimiento y diseño estratificado que concluyó como población de estudio a todas las especies forestales con DAP  $\geq$  DMC en un área aproximada de 1753,78 ha. La investigación determinó que el bosque de colina baja muestra una biomasa de 89 916,450 kg, donde aguanillo contiene la mayor cantidad (7 556,650 kg), seguida de pashaco (6 535,580 kg), almendro (4 932,300 kg), cumala blanca (4 797,880 kg), palisangre (4 762,210 kg) y caimitillo (4 757,480 kg). También manifiesta que la clase diamétrica de 60 cm a 69 cm presenta el más alto valor de biomasa (21 255,510 kg), seguida de 90 cm a + (18 490,450 kg), de 70 cm a 79 cm (17 923,980 kg) y de 50 cm a 59 cm (17 187,830 kg). Las clases diamétricas de 40 cm a 49 cm y de 80 cm a 89 cm presentan menor valor de biomasa de 15 058,68 kg respectivamente. El stock de carbono por clase diamétrica y por especie asciende a 44 958,22 tC, donde aguanillo contiene el mayor stock de 3778,33 tC, seguido de pashaco (3267,79 tC), almendro (2466,15 tC), cumala blanca (2398,94 tC) y palisangre (2381,11 tC); mientras que menor stock reportan huamanzamana (54,84 tC), shiringa (110,65 tC), estoraque (150,30 tC), mashonaste (156,24 tC), shihuahuaco (156,41 tC) y chontaquiro (165,44 tC). La clase diamétrica de 60 cm a 69 cm muestra el más alto valor de stock de carbono (10 627,76 tC), seguida de las clases diamétricas de 90 cm a más (9245,23 tC), de 70 cm a 79 cm (8961,99 tC) y de 50 cm a 59 cm (8593,91 tC). Las clases diamétricas de 40 cm a 49 cm y de 80 cm a 89 cm presentan menor stock de carbono con 1839,31 tC y 5690,03 tC respectivamente (Mori, 2019, pp. 25, 27).

En 2018, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo y cuantitativo, de nivel básico cuya población de estudio corresponde a todas las especies forestales con  $DAP \geq DMCa$  en un área aproximada de 141 ha. Las 7 especies comerciales del bosque de terraza baja reportan una biomasa de 5 563,240 kg, donde *M. coriacea* contiene la mayor cantidad de biomasa seca de 4 166,610 kg, seguido de *C. spruceanum* con 1 300,970 kg; mientras que las cinco especies restantes suman en total 95 660 kg de biomasa seca. Esta biomasa está directamente influenciada por el volumen maderable y por la densidad de la madera. El stock de carbono asciende a un total de 2781,62 tC, donde la especie *M. coriacea* reporta el mayor valor de stock de carbono (2083,31 tC), seguida de *C. spruceanum* (650 tC) y las cinco especies restantes presentan 47,35 tC. Por el contrario, el secuestro de CO<sub>2</sub> de las especies comerciales evaluadas es de 10 192,41 tCO<sub>2</sub>, donde las especies *M. coriacea* (7633,65 tCO<sub>2</sub>) y *C. spruceanum* (2383,51 tCO<sub>2</sub>) muestran los más altos valores; mientras que las demás especies secuestraron 175,17 tCO<sub>2</sub>. El valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> de las especies registradas es de USD 83 577,79, donde *M. coriacea* presenta el más alto valor de USD 62 595,95, seguida de *C. spruceanum* con USD 19 544,75; mientras que las demás especies suman en total USD 1437,08. Al contrastar el valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> versus el ingreso por venta de madera rolliza de las especies comerciales se observa que el valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> supera en USD 8832,49 al ingreso por venta de madera rolliza. Sin embargo, esta cantidad se incrementa hasta USD 38 730,61 cuando se comparan los beneficios netos obtenidos por ambas actividades. Este se debe porque al comercializar las especies como madera rolliza, se realiza una serie de actividades que según el Plan Operativo alcanza la cifra de USD 29 898,12 y el beneficio neto es solamente USD 44 847,18. Por el contrario, al utilizar el bosque como sumidero

de carbono y secuestrador de CO<sub>2</sub>, éste permanece intacto y los costos de mantenimiento son mínimos por lo que el ingreso por la venta de carbono sería igual al beneficio neto (Escobar, 2019, pp. 37-42).

En 2016, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo-correlacional cuya población de estudio corresponde a todas las especies forestales con  $\geq$  a 10 cm de DAP en un área aproximada de 430 154,84 ha. Las 25 especies del bosque de terraza baja que presentan los más altos valores de biomasa total es de 177 820 kg/ha que representa el 82,33% de un total de 215 979 kg/ha. Las cinco especies con mayor biomasa verde son: *I. ingoides* “shimbillo” (24 760 kg/ha), *T. paniculata* “tangarana” (24 130 kg/ha), *E. parvifolia* “machimango negro” (18 500 kg/ha), *P. pubescens* “caimitillo” (12 350 kg/ha) y *P. procera* “quinilla” (11 970 kg/ha) y menores valores muestran las especies *M. amazónica* “rifari” (2,450 kg/ha), *V. baccifera* “pichirina” (2,430 kg/ha) y *H. oblongifolia* “azúcar huayo” (2,410 kg/ha). El stock de carbono de las 25 especies más importantes es de 88,55 tC/ha que representa el 82,33% de un total de 107,55 tC/ha. Las cinco especies con mayor contenido de stock de carbono son: *I. ingoides* “shimbillo” (12,33 tC/ha), *T. paniculata* “tangarana” (12,01 tC/ha), *E. parvifolia* “machimango negro” (9,21 tC/ha), *P. pubescens* “caimitillo” (6,15 tC/ha) y *P. procera* “quinilla” (5,96 tC/ha). El secuestro de CO<sub>2</sub> de las 25 especies asciende a 324,66 tCO<sub>2</sub>/ha, donde la especie *I. ingoides* “shimbillo” reporta el más alto valor de secuestro de CO<sub>2</sub> de 45,20 tCO<sub>2</sub>/ha, seguida de *T. paniculata* “Tangarana” (44,05 tCO<sub>2</sub>/ha), *E. parvifolia* “Machimango negro” (33,78 tCO<sub>2</sub>/ha), *P. pubescens* “Caimitillo” (22,54 tCO<sub>2</sub>/ha) y *P. procera* “Quinilla” (21,86 tCO<sub>2</sub>/ha). El valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> de las 25 especies del bosque de terraza baja asciende a US\$ 2558,30/ha que representa el 82,33% de un total de US\$ 3107 ,23/ha, además, la especie *I.*

*ingooides* “shimbillo” reporta el más alto valor económico con US\$ 356,21/ha (Sosa, 2016, pp. 39, 42, 43, 45, 46).

En 2016, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo y cuantitativo de nivel básico cuya población de estudio corresponde a todas las especies forestales con  $\geq$  a 27,5 cm de DAP en un área aproximada de 159 269 ha. Las 25 especies del bosque de terraza baja del Amazonas que obtuvieron los mayores valores de biomasa total asciende a 125 331,42 kg/ha que representa el 94,45% de un total de 132 698,24 kg/ha. Las cinco especies que reportan mayor biomasa verde son: *E. parvifolia* “machimango negro” (34 549,96 kg/ha), *C. colombianum* “quinilla” (12 174,30 kg/ha), *P. guianensis* “caimitillo” (10 629,54 kg/ha), *P. aquatica* “punga negra” (9763,36 kg/ha) y *H. crepitans* “catahua” (9 032,68 kg/ha) y menores valores presentan *P. munguba* “punga colorada” (1221,89 kg/ha), *M. flexuosa* “aguaje” (1168,72 kg/ha) y *P. parviflorum* “moena” (1105,36 kg/ha). El stock de carbono de las 25 especies más importantes suman 62,42 tC/ha que representa el 94,46% de un total de 66,08 tC/ha. La especie *E. parvifolia* “machimango negro” (17,21 t/ha) obtuvo el más alto valor, seguida de *C. colombianum* “quinilla” (6,06 t/ha), *P. guianensis* “caimitillo” (5,29 t/ha), *P. aquatica* “punga negra” (4,86 t/ha) y *H. crepitans* “catahua” (4,50 t/ha) y menores valores muestran *P. munguba* “punga colorada” (0,61 t/ha), *M. flexuosa* “aguaje” (0,58 t/ha) y *P. parviflorum* “moena” (0,55 t/ha). El secuestro de CO<sub>2</sub> de las 25 especies del bosque de terraza baja del Amazonas reporta 228,83 tCO<sub>2</sub>/ha que representa el 94,45% de un total de 242,28 tCO<sub>2</sub>/ha. Además, las especies *P. munguba* “punga colorada” (48,72 tCO<sub>2</sub>/ha), *E. parvifolia* “machimango negro” (63,08 tCO<sub>2</sub>/ha) y *E. parvifolia* “machimango blanco” (45,94 tCO<sub>2</sub>/ha) son las que presentan los más altos valores de tCO<sub>2</sub>/ha de los 7 tipos de bosques evaluados. (Márquez y Cubas, 2016, pp. 26, 27, 39, 48).

## 1.2. Bases teóricas

Las plantas usan el sol para crecer. La materia orgánica de la planta se llama biomasa y almacena a corto plazo la energía solar en forma de carbono. La biomasa es parte del ciclo natural del carbono entre la tierra y el aire (Quiñe, 2009, p.18).

La biomasa representa la cantidad total de carbono orgánico almacenado en las porciones aéreas y subterráneas del ecosistema. La porción aérea de la biomasa arbórea se puede dividir en 1) Biomasa aérea total: peso seco del material vegetal de los árboles, incluyendo fustes, corteza, ramas, hojas, semillas y flores, desde la superficie del suelo hasta la copa del árbol. 2) Biomasa fustal: biomasa que va desde la superficie del suelo donde empieza el tronco o fuste hasta la primera ramificación del árbol donde comienza la copa. 3) Biomasa foliar: biomasa desde el punto más alto de la copa o dosel hasta la primera ramificación, es decir, la diferencia entre biomasa aérea total y biomasa fustal (Dauber *et al.*, 2008, p.1).

Se estima la biomasa aérea total por individuo con base al DAP y la altura total. Lo más aconsejable es emplear modelos que hayan sido construidos bajo condiciones similares a las encontradas donde se requieren aplicar, principalmente en términos de tamaño de árboles y densidad arbórea (Connolly y Corea, 2007, p. 10).

El carbono (C) es un elemento fundamental de los compuestos orgánicos y constituye una de las moléculas más importantes para la vida. Como sucede con todos los elementos, la disponibilidad de C no es infinita en el planeta y circula entre la materia orgánica y el ambiente físico-químico de manera constante. El movimiento del C ocurre a diferentes escalas espacio-temporales, que van desde el nivel molecular, pasando por el organísmico hasta el global (Jaramillo, 2004, p. 77).

El ciclo del carbono comienza con la fijación del anhídrido carbónico atmosférico a través de los procesos de la fotosíntesis, realizada por las plantas y ciertos microorganismos. En este proceso, el anhídrido carbónico y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno en forma simultánea, que pasa a la atmósfera. Parte del carbohidrato se consume directamente para suministrar energía a la planta, y el anhídrido carbónico así formado se libera a través de sus hojas o de sus raíces. Otra parte es consumida por los animales, que también respiran y liberan anhídrido carbónico. Las plantas y los animales mueren y son finalmente descompuestos por microorganismos del suelo, lo que da como resultado que el carbono de sus tejidos se oxide en anhídrido carbónico y regrese a la atmósfera (Ordoñez, 1999, citado por Vásquez, 2019, p. 9).

El CO<sub>2</sub> atmosférico es incorporado a los procesos metabólicos de las plantas mediante la fotosíntesis. Este CO<sub>2</sub> participa en la composición de todas las estructuras necesarias para que el árbol pueda desarrollarse (follaje, ramas, raíces y tronco). Al crecer, éste incrementa su follaje, ramas, flores, frutos y yemas de crecimiento (que en su conjunto conforman la copa) así como su altura y el grosor de su tronco. La copa necesita espacio para recibir energía solar sobre las hojas, lo que da lugar a que las copas de los árboles compitan por esta energía. Esto origina, a su vez, un dosel cerrado. Los componentes de la copa aportan materia orgánica al suelo, que al degradarse se incorpora paulatinamente y da origen al humus estable, éste, a su vez, aporta nuevamente CO<sub>2</sub> al entorno (Ordoñez, 1999, citado por Vásquez, 2019, p. 8).

El potencial de secuestro de carbono de un sistema forestal depende del contenido inicial en carbono orgánico, de las tasas de crecimiento y edad del rodal, de la capacidad biológica inherente al lugar y, finalmente, de la utilización de los productos que se obtengan. La proporción de carbono acumulado en suelo y

vegetación varía entre ecosistemas y tipos de bosques. En latitudes elevadas, con clima frío, la materia orgánica se descompone lentamente; así, en los bosques boreales el carbono acumulado en el suelo llega al 80-90% del total, mientras que en el trópico, las temperaturas más suaves aceleran su descomposición y el carbono se reparte a partes iguales entre suelo y vegetación (Pardos, 2010, p. 31).

La valoración del papel mitigador de las emisiones atmosféricas de CO<sub>2</sub> por los ecosistemas forestales obliga a cuantificar, estimativamente, la potencialidad de fijación de carbono en los mismos. La cuantificación de existencias en las masas forestales, su evolución en las últimas décadas y la determinación a partir de dichos datos de la biomasa arbórea constituyen puntos de partida junto con la incorporación del carbono edáfico y el ligado a la vegetación no arbórea para la estimación del secuestro de carbono en los ecosistemas forestales (Pardos 2010, p. 178).

Se ha identificado que las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de las actividades humanas son la principal causa del cambio climático global. El CO<sub>2</sub> es considerado uno de los gases de mayor influencia en el efecto invernadero, se considera necesario e importante conocer un poco acerca del comportamiento del carbono en la superficie de la tierra y su papel en la atmósfera, la cual de forma resumida parte del ciclo de carbono (Connolly y Corea, 2007, p. 7).

Los ecosistemas forestales proveen diferentes servicios ambientales, como por ejemplo, el secuestro de carbono. Estos ecosistemas a través del proceso de la fotosíntesis, tienen la capacidad de absorber el carbono presente en la atmósfera transformándola en biomas, y a su vez contribuyendo a mitigar el efecto del cambio climático (González, 2008, p. 11).

### 1.3. Definición de términos básicos

**Almacenamiento:** Acción y efecto de almacenar (guardar, poner, depositar en algún almacén) (Lino, 2009, p. 16).

**Biomasa:** Es sinónimo de masa biológica y se entiende ésta como la cantidad total de materia orgánica en el ecosistema en un momento dado; en el caso de la biomasa vegetal, la cantidad de materia viva producida por las plantas y almacenada en sus estructuras en forma de biomasa que tiene como fuente original el sol, y suele expresarse en unidades de energía (joules m) o de materia orgánica muerta (toneladas ha<sup>-1</sup>) (Salas y Infante, 2006 p. 49). La biomasa entonces representa la cantidad total de carbono orgánico almacenado en las porciones aéreas y subterráneas del ecosistema (Dauber *et al.*, 2008, p. 1).

**Bosque de colina baja.**- Se desarrolla en el paisaje colinoso presentan ondulaciones en su configuración, su relieve topográfico muestra pendientes pronunciadas y varían entre 15% a 35% (PROFONANPE, 2007, p. 37).

**Bosque:** Es una superficie con árboles y arbustos. En general los bosques contienen un gran número de árboles maduros de diferentes especies y alturas combinadas con capas de vegetación baja, lo que proporciona una eficiente distribución de la luz solar (Quispe, 2010, p. 15).

**Carbono:** Elemento químico sólido y no metálico que se encuentra en todos los compuestos orgánicos y en algunos inorgánicos. En su estado puro se presenta como diamante o grafito. Permanentemente ingresa en la atmósfera en la forma de dióxido de carbono, metano y otros gases (Lino, 2009, p. 16). Su símbolo C, es un elemento crucial para la existencia de los organismos vivos y que tiene muchas aplicaciones industriales importantes. Su número atómico es 6 y pertenece al grupo 14 del sistema periódico (Acosta y Tupaz, 2007, p. 19).

**Dioxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Gas incoloro, inodoro y con ligero sabor ácido. Formado por un átomo de carbono y dos de oxígeno (Lino, 2009, p. 16).

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

**Secuestro o fijación de CO<sub>2</sub>:** Proceso bioquímico mediante el cual el CO<sub>2</sub> atmosférico es absorbido y fijado por la biomasa vegetal como resultado de la fotosíntesis (Lino, 2009, p. 17).

**Stock de carbono:** Es todo aquello que se encuentra almacenado en los componentes del bosque y los flujos son todos los procesos que afectan el stock (Honorio y Baker, 2009, p. 9).

**Valoración económica:** Asignar valores monetarios a los bienes y servicios generados por el medio ambiente, con el fin de encontrar una racionalidad económica y política en el manejo de éstos (Gonzáles, 2008, p. 33).

## CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1. Formulación de la hipótesis

Existe diferencia en el valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> entre las especies forestales comerciales existentes en el bosque de colina baja de la concesión forestal 16-IQU/C-J-224-04, distrito de Pebas, Loreto. 2021.

### 2.2. Variables y su operacionalización

Variable	Definición conceptual	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
<b>Independiente</b>  Especies forestales	Conjunto de elementos semejantes entre sí por tener uno o varios caracteres comunes	Cualitativa	- Numero 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
<b>Dependiente</b>  Valoración económica del secuestro de CO <sub>2</sub>	Valor monetario del servicio ambiental de secuestro de CO <sub>2</sub> ofertado por los bosques en un determinado momento.	Cuantitativa	US\$/ha	Nominal	Formato de registro de información dasométrica, biomasa y carbono almacenado de los individuos arbóreos de las especies forestales comerciales.  Base de datos del censo forestal y la hoja de cálculos en Excel.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño**

La investigación es de enfoque cuantitativo, del tipo no experimental, descriptivo y de nivel básico; basada en el registro de los datos dasométricos de todos los individuos arbóreos existentes en el bosque de estudio, al año 2021.

El estudio se realizó en el bosque de colina baja del plan operativo (PO) 10 de la parcela de corta (PC) 15 del contrato de concesión forestal con fines maderables 16-IQU/C-J-224-04, cuya superficie aproximada es de 934,50 ha. Las coordenadas UTM que enmarcan al área de estudio son: V1 (9655613 N y 881643 E); V2 (9655613 N y 883512 E); V3 (9650613 N y 883512 E) y V4 (9650613 N y 881643 E). Políticamente, se ubica en la jurisdicción del distrito de Pebas, provincia de Mariscal Ramón Castilla, Región Loreto (Anexo 2).

### **3.2. Diseño muestral**

#### **Población y muestra**

La población de estudio estuvo conformada por todos los árboles de las especies comerciales aprovechables con  $DAP \geq DMC$  existentes en el bosque de colina baja. La muestra fue igual a la población, considerando que se llevó a cabo un censo al 100%.

### **3.3. Procedimientos de recolección de datos**

Los datos de campo fueron registrados a través de un censo forestal, para tal fin se utilizó como instrumento el formato de toma de datos que consigna el nombre de la especie, el DAP, la altura comercial, sus coordenadas UTM y algunas observaciones (Ver Anexo 3).

### 3.4. Procesamiento y análisis de los datos

El procedimiento y el análisis de los datos se llevó a cabo utilizando los datos registrados en el censo forestal ejecutado en el bosque de estudio en el año 2021. Para tal efecto, se utilizó los formatos de cálculo de la biomasa, stock de carbono y secuestro de CO<sub>2</sub>, por cada individuo arbóreo y por cada especie, consignados en el Anexo 4.

#### 3.4.1. Cálculos

- **Cálculo del volumen maderable comercial**

El volumen comercial del árbol fue calculado para cada individuo arbóreo teniendo en cuenta su DAP ≥ DMC cm, su altura comercial y el coeficiente de forma de 0,65 para especies forestales de bosques tropicales. Inicialmente se calculó el área basal mediante la siguiente fórmula (Chambi, 2001, p. 11):

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

Dónde: AB = área basal (m<sup>2</sup>); DAP = diámetro a la altura del pecho (m).

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

$$Vc = AB * Hc * Ff$$

Dónde: Vc = volumen comercial (m<sup>3</sup>); AB = área basal (m<sup>2</sup>); Hc = altura comercial (m); Ff= factor de forma (0,65).

- **Cálculo de la biomasa aérea**

Para el cálculo de la biomasa aérea en las especies forestales comerciales existentes en la concesión forestal del distrito de Pevas, se utilizó la fórmula de Dauber *et al.*, (2008, p. 9).

$$Bsa = Vc * DB * FEB$$

Dónde: Bsa = biomasa seca aérea (kg); Vc = volumen comercial del árbol (m<sup>3</sup>); DB = densidad básica de la madera de una especie en particular (kg/m<sup>3</sup>) (Zane *et al.*, 2009); FEB= factor de expansión de biomasa (2,25) (Dauber *et al.*, 2008, p. 9).

- **Cálculo de la biomasa radicular**

Esta estimación se realizó teniendo en cuenta que la biomasa radicular es el 20% del peso de la biomasa aérea (Higuchi y Carvalho, 1994, p. 144), entonces:

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

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

- **Cálculo de la biomasa total**

Para el cálculo de la biomasa total se procedió a sumar la biomasa aérea más la biomasa radicular (Higuchi y Carvalho, 1994, p. 144).

$$B_t = Ba + Br$$

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

Debe precisarse que esta biomasa total estimada ya es la biomasa seca, pues al utilizar la densidad básica, la que relaciona el peso seco con el volumen verde de la madera, ya no se tiene que descontar el 40% del peso que correspondería al agua contenida en la biomasa.

- **Cálculo del stock de carbono**

Para cuantificar el stock de carbono por individuo arbóreo se multiplicó la biomasa total por 0,5 teniendo en cuenta que la materia seca contiene en promedio un 50% de carbono almacenado (IPCC, 2003, citado por Rojas, 2018, p. 28).

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

Dónde: C = Stock de carbono en toneladas de carbono (tC); B<sub>t</sub> = biomasa seca en toneladas (t).

- **Cálculo del secuestro de CO<sub>2</sub>**

Para calcular el secuestro de dióxido de carbono se empleó la siguiente fórmula propuesta por Vallejo, (2009), Alegre (2008), Gamarra (2001) e IPCC (2003), citados por Rojas (2018, p. 28):

$$\text{CO}_2 = C * 3,6642$$

Dónde:

CO<sub>2</sub> = Dióxido de carbono secuestrado en toneladas por hectárea (tCO<sub>2</sub>).

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

3,6642 = Factor de conversión de carbono a CO<sub>2</sub>, resultante del cociente de los pesos molecular del dióxido de carbono y peso atómico del carbono. Así:  
(Peso molecular del CO<sub>2</sub>)/(Peso atómico del carbono).

$$\text{Peso molecular del CO}_2 = C + 2 * O = 12 + (2 * 16) = 44$$

$$\text{Peso atómico del carbono} = 12.$$

- **Estimación del valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub>**

Para estimar el valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub>, se procedió a multiplicar la cantidad total de CO<sub>2</sub> secuestrado por el respectivo precio en el mercado, que tiene el carbono en un determinado lugar (IPCC, 1996, citado por Rojas, 2018, p. 29).

$$\text{VE} = \text{CO}_2 * \text{Precio en el mercado}$$

Para determinar el precio del mercado del servicio por secuestro de carbono se tomó en cuenta el valor referencial dado por La Bolsa de SENDECO<sub>2</sub>, para el mes de octubre de 2021.

<b>Precios CO<sub>2</sub> (SPOT)</b>	<b>EUA</b>	<b>USD</b>
Último cierre (18-10-2021)	58,54 €	68,10
Media de las últimas 5 sesiones	59,14 €	68,79
Media de las últimas 30 sesiones	60,68 €	70,59
Media de los últimos 12 meses	44,73 €	52,03

Fuente: [www.sendeco2.com](http://www.sendeco2.com) 1Euro = 1,16 dólares

### **3.4.2. Determinar si existe diferencia en el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO<sub>2</sub> entre las especies forestales comerciales**

La normalidad de los datos se determinó mediante la prueba de Kolmogorov--Smirnov, utilizando el valor económico del servicio ambiental del secuestro de CO<sub>2</sub> de las especies forestales del bosque de colina baja. Para lo cual se plantearon la siguiente hipótesis:

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

De acuerdo a los resultados de la prueba de normalidad y para determinar si existe o no diferencia estadística significativa (para  $\alpha = 0,05$ ) entre el valor económico del servicio ambiental del secuestro de CO<sub>2</sub> de las especies forestales del bosque de colina baja, se optó por el siguiente procedimiento:

- Si la variable aleatoria NO tiene distribución normal se utiliza una prueba no paramétrica (Kruskal-Wallis, Chi-cuadrado)
- Si la variable aleatoria SI tiene distribución normal se utiliza una prueba paramétrica ("t" de Student o análisis de varianza (ANOVA)).
- Para lo cual se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

<p><b>Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):</b> No existe diferencia el valor económico del servicio ambiental del secuestro de CO<sub>2</sub> de las especies forestales del bosque de colina baja, distrito de Pebas, Loreto. 2021.</p>	<p><i>p-valor &lt; 0,05</i></p>
<p><b>Hipótesis alterna (H<sub>1</sub>):</b> No existe diferencia el valor económico del servicio ambiental del secuestro de CO<sub>2</sub> de las especies forestales del bosque de colina baja, distrito de Pebas, Loreto. 2021.</p>	<p><i>p-valor &gt; 0,05</i></p>

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Composición florística del bosque de colina baja

Se registraron en total 54 especies forestales comerciales y 23 familias botánicas, donde la familia Fabaceae contiene el mayor número de especies (12 especies), seguida de las familias Lecythidaceae y Myristicaceae (5 especies cada una), Moraceae, Lauraceae y Malvaceae (4 especies cada una), Meliaceae y Sapotaceae (2 especies cada una) y Anacardiaceae, Annonaceae, Burseraceae, Calophyllaceae, Caryocaraceae, Chrysobalanaceae, Clusiaceae, Combretaceae, Elaeocarpaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae, Polygonaceae, Salicaceae, Simaroubaceae y Vochysiaceae con una especie cada una (Cuadro 1).

Asimismo, se observa que la especie *V. vismiifolia* reporta el mayor número de árboles (594 árboles), seguida de *O. glycyarpa* (343 árboles), *Eschweilera coriácea* (342 árboles), *B. excelsa* (294 árboles) y *V. albidiflora* (224 árboles); por el contrario menor número de árboles presentan *C. brasiliense*, *M. balsamum*, *S. guianensis* y *B. curviramea* con 4 y 2 árboles cada una respectivamente.

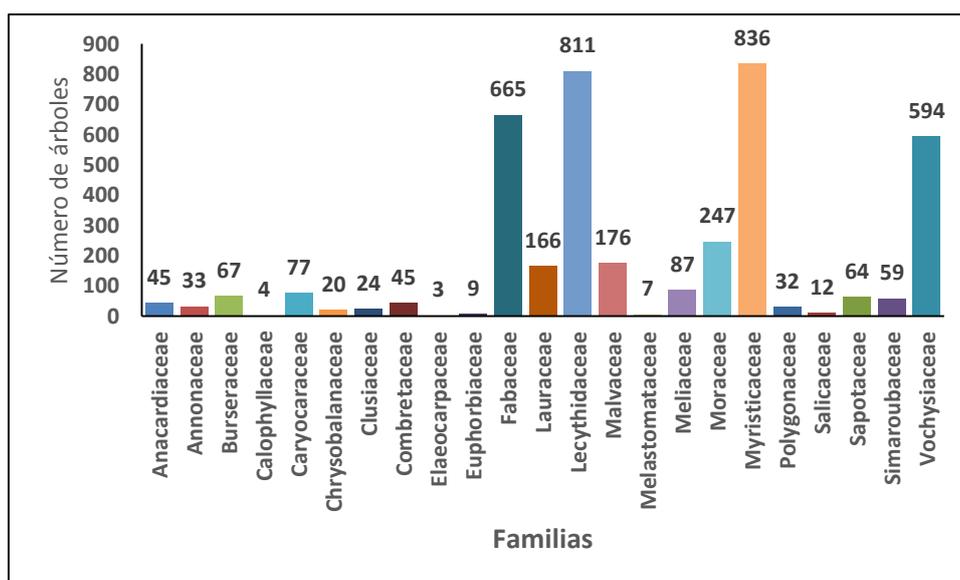


Figura 1. Distribución del número de árboles por familia del bosque evaluado

**Cuadro 1.** Relación de especies, géneros, familias y número de árboles del bosque de colina baja

N°	Especie		Familia	N° de árboles
	Nombre común	Nombre científico		
1	Aguanillo	<i>Otoba glycyarpa</i>	Myristicaceae	343
2	Almendro	<i>Caryocar amygdaliforme</i>	Caryocaraceae	77
3	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Fabaceae	112
4	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae	75
5	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i>	Lauraceae	126
6	Azucar huayo	<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae	59
7	Cachimbo	<i>Allantoma decandra</i>	Lecythidaceae	50
8	Caimitillo	<i>Micropholis egensis</i>	Sapotaceae	56
9	Canela moena	<i>Licaria triandra</i>	Lauraceae	15
10	Carahuasca	<i>Guatteria elata</i>	Annonaceae	33
11	Casho	<i>Anacardium giganteum</i>	Anacardiaceae	45
12	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i>	Lecythidaceae	294
13	Charapilla	<i>Dipteryx micrantha</i>	Fabaceae	55
14	Chontaquiro	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	Fabaceae	12
15	Copal	<i>Protium nodulosum</i>	Burseraceae	67
16	Cumala blanca	<i>Iryanthera tessmannii</i>	Myristicaceae	115
17	Cumala caupuri	<i>Virola albidiflora</i>	Myristicaceae	224
18	Cumala colorada	<i>Iryanthera laevis</i>	Myristicaceae	12
19	Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i>	Myristicaceae	142
20	Estoraque	<i>Myroxylum balsamum</i>	Fabaceae	4
21	Huangana casha	<i>Sloanea guianensis</i>	Elaeocarpaceae	3
22	Huari caspi	<i>Sterculia apetala</i>	Malvaceae	59
23	Huayra caspi	<i>Brosimum guianense</i>	Moraceae	118
24	Huayruro	<i>Ormosia amazonica</i>	Fabaceae	26
25	Huimba	<i>Ceiba lupuna</i>	Malvaceae	19
26	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Calophyllaceae	4
27	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	57
28	Machimango blanco	<i>Eschweilera coriacea</i>	Lecythidaceae	342
29	Machimango colorado	<i>Eschweilera albiflora</i>	Lecythidaceae	42
30	Machimango negro	<i>Eschweilera chartaceifolia</i>	Lecythidaceae	83
31	Machinga	<i>Brosimum Lactescens</i>	Moraceae	88
32	Mari mari	<i>Hymenolobium nitidum</i>	Fabaceae	92
33	Mari mari amarillo	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	Fabaceae	17
34	Maria buena	<i>Pterocarpus rohrii</i>	Fabaceae	18
35	Marupa	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae	59
36	Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	28
37	Meto huayo	<i>Caryodendron orinocense</i>	Euphorbiaceae	9
38	Moena	<i>Aniba panurensis</i>	Lauraceae	22
39	Oje	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae	13
40	Palta moena	<i>Beilschmiedia curviramea</i>	Lauraceae	3
41	Parinari	<i>Couepia chrysocalyx</i>	Chrysobalanaceae	20
42	Pashaco	<i>Parkia nitida</i>	Fabaceae	221
43	Pashaquilla blanca	<i>Albizia subdimidiata</i>	Fabaceae	6
44	Quillosa	<i>Vochysia vismiifolia</i>	Vochysiaceae	594
45	Quillovara	<i>Caraipa grandifolia</i>	Clusiaceae	24
46	Quinilla	<i>Chrysophyllum prieurii</i>	Sapotaceae	8
47	Requia	<i>Guarea kunthiana</i>	Meliaceae	12
48	Rifari	<i>Miconia alternans</i>	Melastomataceae	7
49	Sapotillo	<i>Matisia bicolor</i>	Malvaceae	41
50	Shimbillo	<i>Inga pezizifera</i>	Fabaceae	8
51	Tangarana	<i>Triplaris peruviana</i>	Polygonaceae	32
52	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae	35
53	Yacushapana	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	45
54	Yotobanco	<i>Casearia arborea</i>	Salicaceae	12
<b>Total</b>				<b>4083</b>

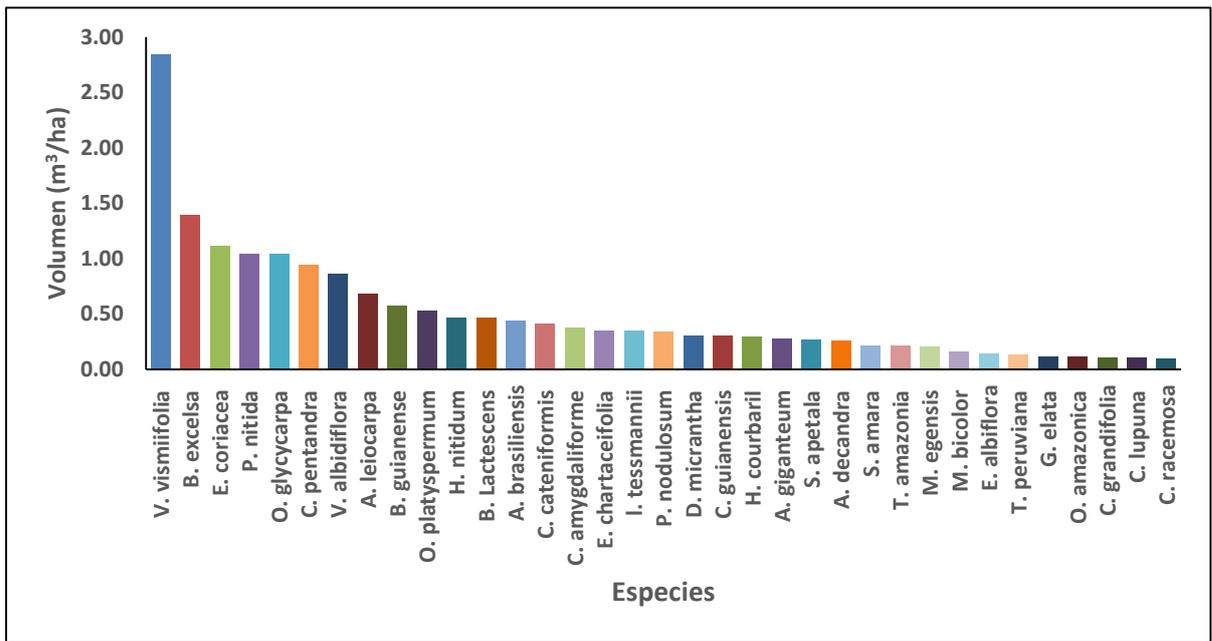
La figura 1 muestra a las familias Myristicaceae (836 árboles), Lecythidaceae (811 árboles), Fabaceae (665 árboles) y Vochysiaceae (594 árboles) con diferencias muy marcadas con respecto a las demás especies.

#### **4.2. Volumen maderable del bosque de colina baja**

En el cuadro 2 se muestra el volumen maderable por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja de las 35 especies con mayor volumen maderable. Se puede comprobar que este bosque contiene un volumen de 18,27 m<sup>3</sup>/ha de un total de 17 073,23 m<sup>3</sup> de toda el área de 934,5 ha. *V. vismiifolia* (2657,20 m<sup>3</sup>, 2,84 m<sup>3</sup>/ha), *B. excelsa* (1299,26 m<sup>3</sup>, 1,39 m<sup>3</sup>/ha) y *E. coriacea* (1039,09 m<sup>3</sup>, 1,11 m<sup>3</sup>/ha) reportan los más altos valores de volumen; mientras que *C. grandifolia* (95,42 m<sup>3</sup>, 0,10 m<sup>3</sup>/ha), *C. lupuna* (94,97 m<sup>3</sup>, 0,10 m<sup>3</sup>/ha) y *C. racemosa* (89,88 m<sup>3</sup>, 0,10 m<sup>3</sup>/ha) presentan menor volumen.

La clase diamétrica de 60 cm a 69 cm presenta el más alto volumen aprovechable (4029,54 m<sup>3</sup>, 4,31 m<sup>3</sup>/ha), seguida de las clases diamétricas de 70 cm a 79 cm (3572,07 m<sup>3</sup>, 3,82 m<sup>3</sup>/ha) y de 100 a + cm (2932,81 m<sup>3</sup>; 3,14 m<sup>3</sup>/ha). Las clases diamétricas de 40 cm a 49 cm (302,95 m<sup>3</sup>, 0,32 m<sup>3</sup>/ha), de 90 cm a 99 cm (1652,39 m<sup>3</sup>, 1,77 m<sup>3</sup>/ha) y de 50 cm a 59 cm (1945,97 m<sup>3</sup>, 2,08 m<sup>3</sup>/ha), reportan menor volumen comercial.

En la figura 2 se presenta el volumen maderable por especie y por hectárea, donde se nota claramente que *V. vismiifolia* es la que contiene el mayor volumen maderable con 2,84 m<sup>3</sup>/ha, seguida de *B. excelsa* con 1,39 m<sup>3</sup>/ha y *E. coriacea* con 1,11 m<sup>3</sup>/ha.



**Figura 2.** Volumen maderable por clase diamétrica y por hectárea en el bosque de colina baja

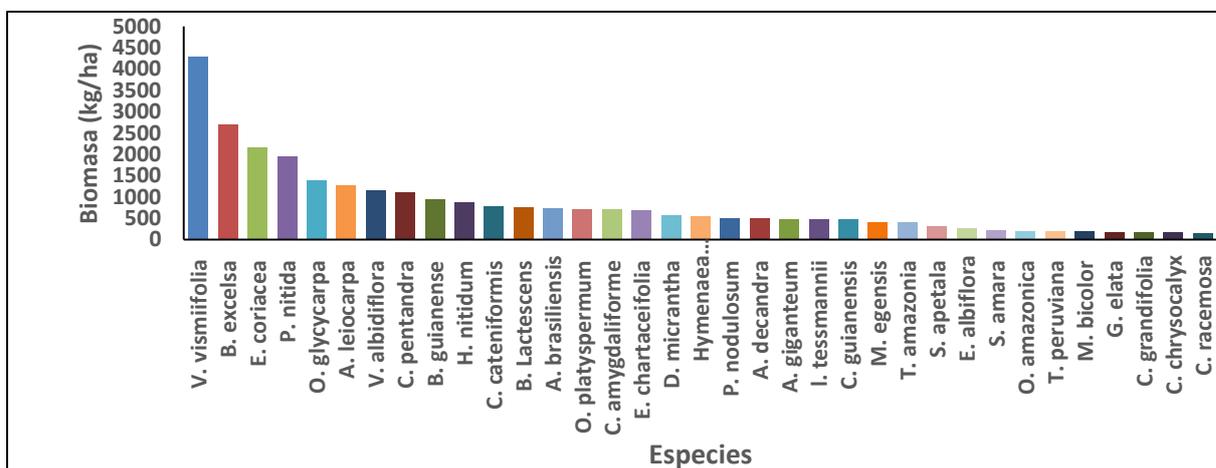
**Cuadro 2.** Volumen por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja

Especies	Volumen por clase diamétrica (m <sup>3</sup> /ha)							Vol. total (m <sup>3</sup> /ha)	Vol. total (m <sup>3</sup> )
	40	50	60	70	80	90	100 a +		
	A 49	A 59	A 69	A 79	A 89	A 99			
<i>V. vismiifolia</i>	0,03	0,21	0,49	0,70	0,60	0,42	0,39	2,84	2657,20
<i>B. excelsa</i>	0,01	0,15	0,28	0,27	0,26	0,17	0,25	1,39	1299,26
<i>E. coriacea</i>	0,04	0,29	0,40	0,23	0,12	0,02	0,01	1,11	1039,09
<i>P. nitida</i>	0,00	0,05	0,21	0,27	0,24	0,13	0,13	1,04	969,44
<i>O. glycyarpa</i>	0,09	0,36	0,39	0,17	0,03			1,04	968,99
<i>C. pentandra</i>			0,01	0,02	0,07	0,06	0,79	0,94	878,01
<i>V. albidiflora</i>	0,02	0,11	0,39	0,20	0,11	0,02	0,01	0,86	807,57
<i>A. leiocarpa</i>	0,00	0,02	0,06	0,13	0,13	0,11	0,22	0,68	634,07
<i>B. guianense</i>	0,00	0,05	0,11	0,12	0,12	0,10	0,08	0,58	537,35
<i>O. platyspermum</i>	0,02	0,11	0,18	0,10	0,07	0,05	0,01	0,53	493,72
<i>H. nitidum</i>	0,00	0,02	0,09	0,12	0,08	0,09	0,06	0,46	432,97
<i>B. Lactescens</i>	0,01	0,03	0,06	0,11	0,09	0,06	0,11	0,46	431,11
<i>A. brasiliensis</i>	0,02	0,06	0,15	0,12	0,05	0,04		0,44	412,46
<i>C. cateniformis</i>			0,02	0,01	0,02	0,02	0,33	0,41	382,96
<i>C. amygdaliforme</i>		0,01	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,38	351,96
<i>E. chartaceifolia</i>	0,01	0,06	0,12	0,06	0,04	0,01	0,06	0,35	328,72
<i>I. tessmannii</i>	0,04	0,15	0,09	0,05	0,02			0,35	325,14
<i>P. nodulosum</i>		0,02	0,06	0,09	0,07	0,01	0,08	0,34	313,66
<i>D. micrantha</i>		0,01	0,05	0,06	0,07	0,03	0,08	0,30	284,94
<i>C. guianensis</i>	0,00	0,04	0,11	0,04	0,04	0,03	0,03	0,30	284,37
<i>H. courbaril</i>		0,02	0,07	0,08	0,05	0,04	0,03	0,29	273,63
<i>A. giganteum</i>		0,00	0,05	0,04	0,04	0,03	0,11	0,27	255,76
<i>S. apetala</i>		0,03	0,05	0,09	0,04	0,02	0,02	0,26	243,90
<i>A. decandra</i>	0,00	0,01	0,06	0,08	0,01	0,03	0,07	0,26	241,88
<i>S. amara</i>	0,00	0,05	0,07	0,06	0,01	0,02		0,22	201,73
<i>T. amazonia</i>		0,01	0,04	0,05	0,04	0,02	0,05	0,21	197,84
<i>M. egensis</i>	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,01	0,01	0,20	187,92
<i>M. bicolor</i>		0,01	0,06	0,04	0,04			0,16	150,21
<i>E. albiflora</i>	0,00	0,03	0,05	0,05	0,01			0,14	129,85
<i>T. peruviana</i>		0,01	0,05	0,01	0,03	0,02	0,01	0,13	120,93
<i>G. elata</i>	0,00	0,01	0,05	0,03	0,01			0,11	105,90
<i>O. amazonica</i>		0,00	0,03	0,03	0,03	0,02		0,11	101,71
<i>C. grandifolia</i>		0,01	0,04	0,02	0,01	0,02	0,01	0,10	95,42
<i>C. lupuna</i>		0,01	0,01	0,03	0,03	0,03		0,10	94,97
<i>C. racemosa</i>	0,00	0,01	0,05	0,01	0,01		0,01	0,10	89,88
<b>Sub total</b>	<b>0,31</b>	<b>2,00</b>	<b>4,07</b>	<b>3,62</b>	<b>2,71</b>	<b>1,69</b>	<b>3,06</b>	<b>17,47</b>	<b>16324,49</b>
<b>Otras</b>	<b>0,01</b>	<b>0,08</b>	<b>0,24</b>	<b>0,20</b>	<b>0,11</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,80</b>	<b>748,73</b>
<b>Total</b>	<b>0,32</b>	<b>2,08</b>	<b>4,31</b>	<b>3,82</b>	<b>2,82</b>	<b>1,77</b>	<b>3,14</b>	<b>18,27</b>	<b>17073,23</b>
<b>Total general</b>	<b>302,95</b>	<b>1945,97</b>	<b>4029,54</b>	<b>3572,07</b>	<b>2637,50</b>	<b>1652,39</b>	<b>2932,81</b>		<b>17073,23</b>

### 4.3. Biomasa en las especies forestales comerciales del bosque de colina baja

La cantidad de biomasa seca total, por especie y por hectárea del bosque de colina baja, se muestra en el cuadro 3. Los resultados indican una biomasa total para todo el bosque de 28 141 208,61 kg (30 113,65 kg/ha); donde las 35 especies con mayor biomasa suman 26 855 950,77 kg (28 738,31 kg/ha) y las 19 especies restantes con menor biomasa suman 1 285 257,85 kg (1375,34 kg/ha).

*V. vismiifolia* contiene la mayor cantidad de biomasa de 4 017 679,08 kg (4299,28 kg/ha), seguida de *B. excelsa* con 2 525 770,07 kg (2702,80 kg/ha), *E. coriacea* con 2 019 986,42 kg (2161,57 kg/ha) y *P. nítida* con 1 832 240,75 kg (1960,66 kg/ha), las que en conjunto hacen 10 395 676,31 kg (11 124,32 kg/ha). Las 31 especies restantes de las de mayor biomasa hacen 16 460 274,45 kg (17 613,99 kg/ha). Las especies con menor biomasa son *C. grandifolia* con 162 301,93 kg (173,68 kg/ha), *C. chrysocalyx* con 158 802,26 kg (169,93 kg/ha) y *C. racemosa* con 110 148 027,45 kg (158,40 kg/ha).



**Figura 3.** Biomasa seca por especie del bosque de colina baja

En la figura 3 se observa que las especies *V. vismiifolia* con 4 017 679,08 kg (4299,28 kg/ha), *B. excelsa* con 2 525 770,07 kg (2702,80 kg/ha), *E. coriacea* con 2 019 986,42 kg (2161,57 kg/ha) y *P. nítida* con 1 832 240,75 kg (1960,66 kg/ha), muestran marcada diferencia con respecto a las demás especies.

**Cuadro 3.** Biomasa seca por especie y total del bosque de colina baja

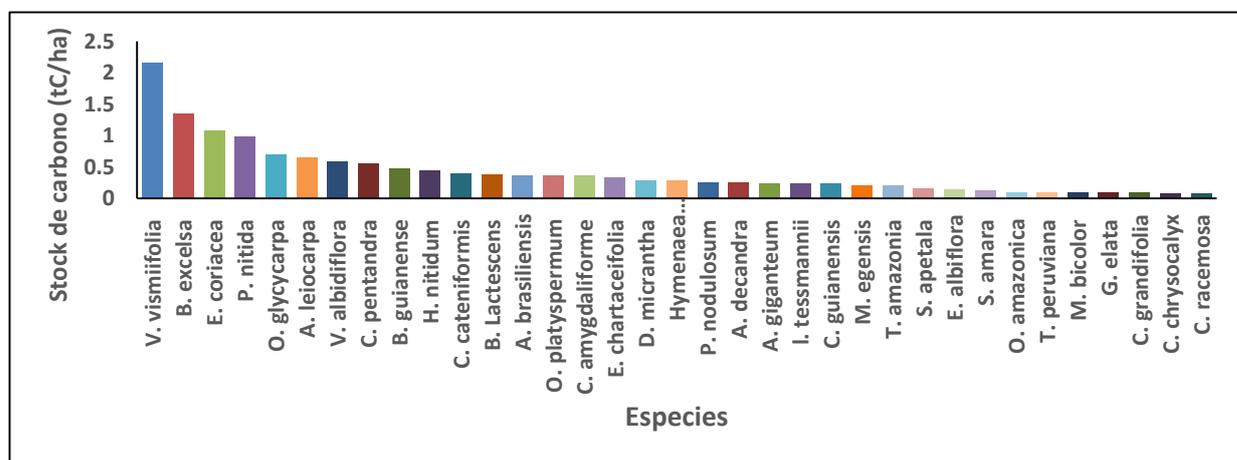
Especie	Nro. de árboles	Densidad básica (kg/m <sup>3</sup> )	AB prom. (m <sup>2</sup> )	HC prom. (m)	VC total (m <sup>3</sup> )	Biomasa aérea (kg/ha)	Biomasa radicular (kg/ha)	Biomasa total (kg)	Biomasa total (kg/ha)
<i>V. vismiifolia</i>	594	560	0,43	15,97	2657,20	3582,74	716,55	4017679,08	4299,28
<i>B. excelsa</i>	294	720	0,42	16,08	1299,26	2252,34	450,47	2525770,07	2702,80
<i>E. coriacea</i>	342	720	0,30	15,63	1039,09	1801,31	360,26	2019986,42	2161,57
<i>P. nitida</i>	221	700	0,43	15,45	969,44	1633,89	326,78	1832240,75	1960,66
<i>O. glycyarpa</i>	343	500	0,27	16,20	968,99	1166,52	233,30	1308133,19	1399,82
<i>A. leiocarpa</i>	112	700	0,55	15,88	634,07	1068,66	213,73	1198392,03	1282,39
<i>V. albidiflora</i>	224	500	0,33	16,85	807,57	972,19	194,44	1090213,30	1166,63
<i>C. pentandra</i>	57	440	1,26	18,68	878,01	930,15	186,03	1043072,02	1116,18
<i>B. guianense</i>	118	610	0,44	15,92	537,35	789,20	157,84	885014,04	947,05
<i>H. nitidum</i>	92	700	0,45	16,10	432,97	729,73	145,95	818316,13	875,67
<i>C. cateniformis</i>	35	700	0,94	17,57	382,96	645,43	129,09	723790,44	774,52
<i>B. Lactescens</i>	88	610	0,47	16,05	431,11	633,16	126,63	710030,56	759,80
<i>A. brasiliensis</i>	126	610	0,34	15,01	412,46	605,78	121,16	679318,29	726,93
<i>O. platyspermum</i>	142	500	0,33	16,34	493,72	594,36	118,87	666517,64	713,23
<i>C. amygdaliforme</i>	77	700	0,48	14,45	351,96	593,19	118,64	665203,13	711,83
<i>E. chartaceifolia</i>	83	720	0,37	16,36	328,72	569,86	113,97	639040,80	683,83
<i>D. micrantha</i>	55	700	0,48	16,16	284,94	480,23	96,05	538532,22	576,28
<i>Hymenaea courbaril</i>	59	700	0,43	16,58	273,63	459,85	91,97	515676,47	551,82
<i>P. nodulosum</i>	67	560	0,45	15,76	313,66	422,91	84,58	474254,07	507,49
<i>A. decandra</i>	50	720	0,45	16,28	241,88	419,32	83,86	470219,97	503,18
<i>A. giganteum</i>	45	640	0,55	15,69	255,76	394,10	78,82	441947,72	472,92
<i>I. tessmannii</i>	115	500	0,26	16,54	325,14	391,42	78,28	438941,81	469,71
<i>C. guianensis</i>	75	570	0,36	15,84	284,37	390,26	78,05	437638,28	468,31
<i>M. egensis</i>	56	770	0,33	15,61	187,92	348,40	69,68	390693,55	418,08
<i>T. amazonia</i>	45	700	0,46	14,76	197,84	333,43	66,69	373908,79	400,12
<i>S. apetala</i>	59	440	0,39	16,03	243,90	258,39	51,68	289753,18	310,06
<i>E. albiflora</i>	42	720	0,32	14,98	129,85	225,11	45,02	252432,78	270,13
<i>S. amara</i>	59	400	0,33	16,00	201,73	194,28	38,86	217867,26	233,14
<i>O. amazonica</i>	26	700	0,39	15,31	101,71	171,42	34,28	192230,51	205,70
<i>T. peruviana</i>	32	560	0,42	13,88	120,93	163,05	32,61	182847,19	195,66
<i>M. bicolor</i>	41	440	0,35	15,90	150,21	159,14	31,83	178454,71	190,96
<i>G. elata</i>	33	590	0,32	15,30	105,90	150,44	30,09	168702,75	180,53
<i>C. grandifolia</i>	24	630	0,39	15,58	95,42	144,73	28,95	162301,93	173,68
<i>C. chrysocalyx</i>	20	800	0,37	15,15	73,52	141,61	28,32	158802,26	169,93
<i>C. racemosa</i>	28	610	0,33	15,14	89,88	132,00	26,40	148027,45	158,40
<b>Sub total</b>	<b>3879</b>		<b>15,15</b>	<b>555,02</b>	<b>16303,05</b>	<b>23948,59</b>	<b>4789,72</b>	<b>26855950,77</b>	<b>28738,31</b>
<b>Otros</b>	<b>204</b>		<b>7,15</b>	<b>288,62</b>	<b>770,18</b>	<b>1146,12</b>	<b>229,22</b>	<b>1285257,85</b>	<b>1375,34</b>
<b>Total general</b>	<b>4083</b>		<b>22,31</b>	<b>843,64</b>	<b>17073,23</b>	<b>25094,71</b>	<b>5018,94</b>	<b>28141208,61</b>	<b>30113,65</b>

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

#### 4.4. Stock de carbono en las especies forestales comerciales del bosque de colina baja

El stock de carbono por especie, por hectárea y total del bosque de colina baja, se muestra en el cuadro 4. Se cuantificó un total de 14 070,60 tC (15,06 tC/ha) para todo el bosque. Las 35 especies con mayor stock de C hacen un total de 13 427,98 tC (14,37 tC/ha), mientras que las 19 especies restantes con menor stock de C suman 642,63 tC (0,69 tC/ha).

*V. vismiifolia* contiene el mayor stock de C de 2008,84 tC (2,15 tC/ha), seguida de *B. excelsa* con 1262,89 tC (1,35 tC/ha), *E. coriacea* con 1009,99 tC (1,08 tC/ha) y *P. nitida* con 916,12 tC (0,98 tC/ha), las que en conjunto hacen 5197,84 tC (5,56 tC/ha). Las 31 especies restantes con mayor stock de C hacen 8230,17 tC (8,82 tC/ha). Las especies con menor stock de C son *G. elata* con 84,35 tC (0,09 tC/ha), *C. grandifolia* con 81,15 tC (0,09 tC/ha), *C. chrysocalyx* con 79,40 tC (0,08 tC/ha) y *C. racemosa* con 74,01 tC (0,08 tC/ha).



**Figura 4.** Stock de carbono por especie del bosque de colina baja

En la figura 4 se observa que las especies *V. vismiifolia* con 2008,84 tC (2,15 tC/ha), *B. excelsa* con 1262,89 tC (1,35 tC/ha), *E. coriacea* con 1009,99 tC (1,08 tC/ha) y *P. nitida* con 916,12 tC (0,98 tC/ha), muestran diferencia muy marcada al contrastarse con las demás especies.

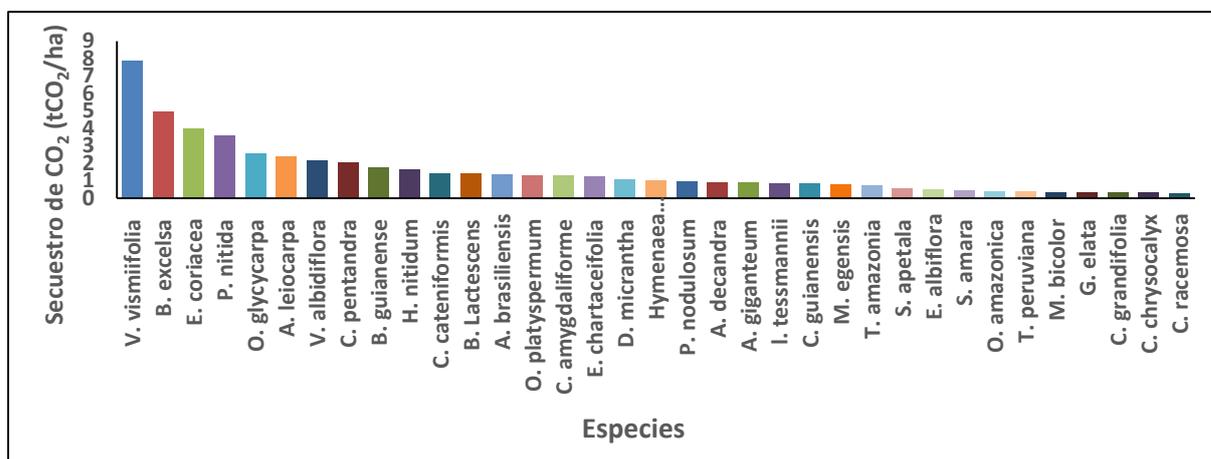
**Cuadro 4.** Stock de carbono por especie y total del bosque evaluado

<b>Especie</b>	<b>Biomasa total (kg/ha)</b>	<b>Stock de carbono (tC)</b>	<b>Stock de carbono (tC/ha)</b>
<i>V. vismiifolia</i>	4299,28	2008,84	2,15
<i>B. excelsa</i>	2702,80	1262,89	1,35
<i>E. coriacea</i>	2161,57	1009,99	1,08
<i>P. nitida</i>	1960,66	916,12	0,98
<i>O. glycyarpa</i>	1399,82	654,07	0,70
<i>A. leiocarpa</i>	1282,39	599,20	0,64
<i>V. albidiflora</i>	1166,63	545,11	0,58
<i>C. pentandra</i>	1116,18	521,54	0,56
<i>B. guianense</i>	947,05	442,51	0,47
<i>H. nitidum</i>	875,67	409,16	0,44
<i>C. cateniformis</i>	774,52	361,90	0,39
<i>B. Lactescens</i>	759,80	355,02	0,38
<i>A. brasiliensis</i>	726,93	339,66	0,36
<i>O. platyspermum</i>	713,23	333,26	0,36
<i>C. amygdaliforme</i>	711,83	332,60	0,36
<i>E. chartaceifolia</i>	683,83	319,52	0,34
<i>D. micrantha</i>	576,28	269,27	0,29
<i>Hymenaea courbaril</i>	551,82	257,84	0,28
<i>P. nodulosum</i>	507,49	237,13	0,25
<i>A. decandra</i>	503,18	235,11	0,25
<i>A. giganteum</i>	472,92	220,97	0,24
<i>I. tessmannii</i>	469,71	219,47	0,23
<i>C. guianensis</i>	468,31	218,82	0,23
<i>M. egensis</i>	418,08	195,35	0,21
<i>T. amazonia</i>	400,12	186,95	0,20
<i>S. apetala</i>	310,06	144,88	0,16
<i>E. albiflora</i>	270,13	126,22	0,14
<i>S. amara</i>	233,14	108,93	0,12
<i>O. amazonica</i>	205,70	96,12	0,10
<i>T. peruviana</i>	195,66	91,42	0,10
<i>M. bicolor</i>	190,96	89,23	0,10
<i>G. elata</i>	180,53	84,35	0,09
<i>C. grandifolia</i>	173,68	81,15	0,09
<i>C. chrysocalyx</i>	169,93	79,40	0,08
<i>C. racemosa</i>	158,40	74,01	0,08
<b>Sub total</b>	<b>28738,31</b>	<b>13427,98</b>	<b>14,37</b>
<b>Otros</b>	<b>1375,34</b>	<b>642,63</b>	<b>0,69</b>
<b>Total general</b>	<b>30113,65</b>	<b>14070,60</b>	<b>15,06</b>

#### 4.5. Secuestro de CO<sub>2</sub> por las especies forestales comerciales del bosque de colina baja

El cuadro 5 contiene el secuestro de CO<sub>2</sub> por especie, por hectárea y total del bosque de colina baja. La cantidad total secuestrada en todo el bosque fue de 14070,60 tCO<sub>2</sub> (15,06 tCO<sub>2</sub>/ha). Las 35 especies con mayor secuestro de CO<sub>2</sub> suman 13 427,98 tCO<sub>2</sub> (14,37 tCO<sub>2</sub>/ha), mientras que las 19 especies restantes con menor secuestro de CO<sub>2</sub> suman 642,63 tCO<sub>2</sub> (0,69 tCO<sub>2</sub>/ha).

*V. vismiifolia* reporta el mayor secuestro de CO<sub>2</sub> de 7360,79 tCO<sub>2</sub> (7,88 tCO<sub>2</sub>/ha), seguida de *B. excelsa* con 4627,46 tCO<sub>2</sub> (4,95 tCO<sub>2</sub>/ha), *E. coriacea* con 3700,82 tCO<sub>2</sub> (3,96 tCO<sub>2</sub>/ha) y *P. nitida* con 3356,85 tCO<sub>2</sub> (3,59 tCO<sub>2</sub>/ha), las que en conjunto hacen 19 045,92 tCO<sub>2</sub> (20,83 tCO<sub>2</sub>/ha). Las 31 especies restantes reportan un secuestro de CO<sub>2</sub> de 30 156,87 tCO<sub>2</sub> (32,27 tCO<sub>2</sub>/ha). Las especies que reportan menor secuestro de CO<sub>2</sub> son *G. elata* con 309,08 tCO<sub>2</sub> (0,33 tCO<sub>2</sub>/ha), *C. grandifolia* con 297,35 tCO<sub>2</sub> (0,32 tCO<sub>2</sub>/ha), *C. chrysocalyx* con 290,94 tCO<sub>2</sub> (0,31 tCO<sub>2</sub>/ha) y *C. racemosa* con 271,20 tCO<sub>2</sub> (0,29 tCO<sub>2</sub>/ha).



**Figura 5.** Secuestro de CO<sub>2</sub> por especie del bosque de colina baja

En la figura 5 se observa que las especies *V. vismiifolia* con CO<sub>2</sub> de 7360,79 tCO<sub>2</sub> (7,88 tCO<sub>2</sub>/ha), *B. excelsa* con 4627,46 tCO<sub>2</sub> (4,95 tCO<sub>2</sub>/ha), *E. coriacea* con 3700,82 tCO<sub>2</sub> (3,96 tCO<sub>2</sub>/ha) y *P. nitida* con 3356,85 tCO<sub>2</sub> (3,59 tCO<sub>2</sub>/ha), presentan discrepancias muy marcadas al contrastarse con las demás especies.

**Cuadro 5.** Secuestro de CO<sub>2</sub> por especie y total del bosque de colina baja

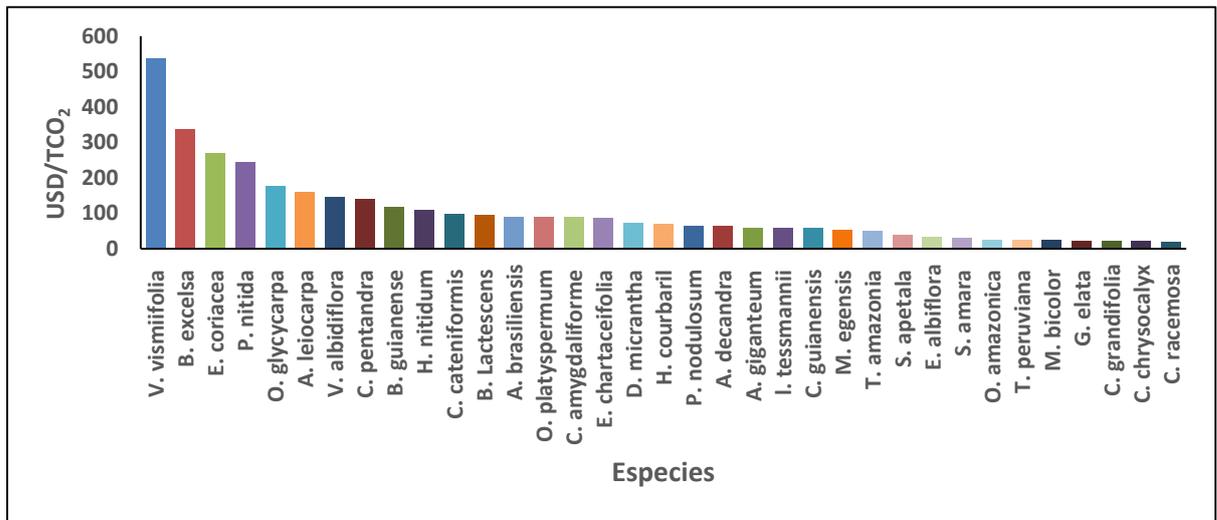
<b>Especie</b>	<b>Estock de carbono (tC)</b>	<b>Secuestro de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Secuestro de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>/ha)</b>
<i>V. vismiifolia</i>	2008,84	7360,79	7,88
<i>B. excelsa</i>	1262,89	4627,46	4,95
<i>E. coriacea</i>	1009,99	3700,82	3,96
<i>P. nitida</i>	916,12	3356,85	3,59
<i>O. glycyarpa</i>	654,07	2396,63	2,56
<i>A. leiocarpa</i>	599,20	2195,57	2,35
<i>V. albidiflora</i>	545,11	1997,38	2,14
<i>C. pentandra</i>	521,54	1911,01	2,04
<i>B. guianense</i>	442,51	1621,43	1,74
<i>H. nitidum</i>	409,16	1499,24	1,60
<i>C. cateniformis</i>	361,90	1326,06	1,42
<i>B. Lactescens</i>	355,02	1300,85	1,39
<i>A. brasiliensis</i>	339,66	1244,58	1,33
<i>O. platyspermum</i>	333,26	1221,13	1,31
<i>C. amygdaliforme</i>	332,60	1218,72	1,30
<i>E. chartaceifolia</i>	319,52	1170,79	1,25
<i>D. micrantha</i>	269,27	986,64	1,06
<i>Hymenaea courbaril</i>	257,84	944,77	1,01
<i>P. nodulosum</i>	237,13	868,88	0,93
<i>A. decandra</i>	235,11	861,49	0,92
<i>A. giganteum</i>	220,97	809,69	0,87
<i>I. tessmannii</i>	219,47	804,19	0,86
<i>C. guianensis</i>	218,82	801,80	0,86
<i>M. egensis</i>	195,35	715,79	0,77
<i>T. amazonia</i>	186,95	685,04	0,73
<i>S. apetala</i>	144,88	530,86	0,57
<i>E. albiflora</i>	126,22	462,48	0,49
<i>S. amara</i>	108,93	399,15	0,43
<i>O. amazonica</i>	96,12	352,19	0,38
<i>T. peruviana</i>	91,42	334,99	0,36
<i>M. bicolor</i>	89,23	326,95	0,35
<i>G. elata</i>	84,35	309,08	0,33
<i>C. grandifolia</i>	81,15	297,35	0,32
<i>C. chrysocalyx</i>	79,40	290,94	0,31
<i>C. racemosa</i>	74,01	271,20	0,29
<b>Sub total</b>	<b>13427,98</b>	<b>49202,79</b>	<b>52,65</b>
<b>Otros</b>	<b>642,63</b>	<b>2354,72</b>	<b>2,52</b>
<b>Total</b>	<b>14070,60</b>	<b>51557,51</b>	<b>55,17</b>

#### **4.6. Valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> por las especies comerciales del bosque de colina baja**

El cuadro 6 muestra el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO<sub>2</sub> por especie, por hectárea y total del bosque de colina baja. Las cantidades que se muestran son referenciales al 18 de octubre de 2021 (SENDECO<sub>2</sub>, 2021). El valor total para todo el bosque fue de USD 3 511 066,32 (USD 3757,16/ha). Las 35 especies que aportan los mayores valores económicos suman USD 3 350 709,82 (USD 3585,56/ha), mientras que las 19 especies restantes con menores valores económicos suman USD 160 356,49 (USD 171,60/ha).

*V. vismiifolia* reporta el mayor valor económico de CO<sub>2</sub> de USD 501 269,79 (USD 536,40/ha), seguida de *B. excelsa* con USD 315 130,25 (USD 337,22/ha), *E. coriacea* con USD 252 025,65 (USD 269,69/ha) y *P. nitida* con USD 228 601,37 (USD 244,62/ha), las que en conjunto suman USD 1 297 027,06 (USD 1387,93/ha). Las 31 especies restantes aportan un valor de USD 2 053 682,75 (USD 2197,62/ha). Las especies que aportan los menores valores económicos son *G. elata* con USD 21 048,37 (USD 22,52/ha), *C. grandifolia* con USD 20 249,76 (USD 21,67/ha), *C. chrysocalyx* con USD 19 813,12 (USD 21,20/ha) y *C. racemosa* con USD 18468,79 (USD 19,76/ha).

En la figura 6 se observa que las especies *V. vismiifolia* con USD 501 269,79 (USD 536,40/ha), *B. excelsa* con USD 315 130,25 (USD 337,22/ha), *E. coriacea* con USD 252 025,65 (USD 269,69/ha) y *P. nitida* con USD 228 601,37 (USD 244,62/ha), muestran diferencias muy marcadas al ser comparados con las demás especies.



**Figura 6.** Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO<sub>2</sub> por especie del bosque de colina baja

**Cuadro 6.** Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO<sub>2</sub> por especie del bosque de colina baja

<b>Especie</b>	<b>Secuestro de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Precio CO<sub>2</sub> (USD/tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> (USD)</b>	<b>Valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> (USD/ha)</b>
<i>V. vismiifolia</i>	7360,79	68,10	501269,79	536,40
<i>B. excelsa</i>	4627,46	68,10	315130,25	337,22
<i>E. coriacea</i>	3700,82	68,10	252025,65	269,69
<i>P. nitida</i>	3356,85	68,10	228601,37	244,62
<i>O. glycyarpa</i>	2396,63	68,10	163210,56	174,65
<i>A. leiocarpa</i>	2195,57	68,10	149518,59	160,00
<i>V. albidiflora</i>	1997,38	68,10	136021,56	145,56
<i>C. pentandra</i>	1911,01	68,10	130139,93	139,26
<i>B. guianense</i>	1621,43	68,10	110419,67	118,16
<i>H. nitidum</i>	1499,24	68,10	102098,04	109,25
<i>C. cateniformis</i>	1326,06	68,10	90304,44	96,63
<i>B. Lactescens</i>	1300,85	68,10	88587,68	94,80
<i>A. brasiliensis</i>	1244,58	68,10	84755,83	90,70
<i>O. platyspermum</i>	1221,13	68,10	83158,75	88,99
<i>C. amygdaliforme</i>	1218,72	68,10	82994,74	88,81
<i>E. chartaceifolia</i>	1170,79	68,10	79730,57	85,32
<i>D. micrantha</i>	986,64	68,10	67190,52	71,90
<i>H. courbaril</i>	944,77	68,10	64338,90	68,85
<i>P. nodulosum</i>	868,88	68,10	59170,79	63,32
<i>A. decandra</i>	861,49	68,10	58667,47	62,78
<i>A. giganteum</i>	809,69	68,10	55140,05	59,00
<i>I. tessmannii</i>	804,19	68,10	54765,02	58,60
<i>C. guianensis</i>	801,80	68,10	54602,38	58,43
<i>M. egensis</i>	715,79	68,10	48745,28	52,16
<i>T. amazonia</i>	685,04	68,10	46651,11	49,92
<i>S. apetala</i>	530,86	68,10	36151,35	38,69
<i>E. albiflora</i>	462,48	68,10	31495,03	33,70
<i>S. amara</i>	399,15	68,10	27182,43	29,09
<i>O. amazonica</i>	352,19	68,10	23983,83	25,66
<i>T. peruviana</i>	334,99	68,10	22813,11	24,41
<i>M. bicolor</i>	326,95	68,10	22265,08	23,83
<i>G. elata</i>	309,08	68,10	21048,37	22,52
<i>C. grandifolia</i>	297,35	68,10	20249,76	21,67
<i>C. chrysocalyx</i>	290,94	68,10	19813,12	21,20
<i>C. racemosa</i>	271,20	68,10	18468,79	19,76
<b>Sub total</b>	<b>49202,79</b>		<b>3350709,82</b>	<b>3585,56</b>
<b>Otros</b>	<b>2354,72</b>		<b>160356,49</b>	<b>171,60</b>
<b>Total</b>	<b>51557,51</b>		<b>3511066,32</b>	<b>3757,16</b>

#### 4.7. Diferencia entre el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO<sub>2</sub> entre las especies forestales comerciales

Para identificar si los datos del valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> de 175 datos elegidos al azar (5 datos por especie) registrados en el inventario forestal llevado a cabo en el bosque de colina baja tienen distribución normal, se sometieron a la prueba de normalidad utilizando los modelos de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk. El cuadro 7 muestra los resultados de dichas pruebas.

Teniendo en consideración que  $n = 175$ , se escogió para el análisis los resultados de la prueba el modelo de Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup>, notándose que el *p-valor* del valor económico (*p-valor* = 0,000) es menor que  $\alpha = 0,05$ . Esto lleva a concluir que los datos del valor económico en la población no tienen distribución normal. Por lo tanto, para efectuar la prueba de hipótesis del valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

**Cuadro 7.** Prueba de normalidad para los datos registrados en el bosque de colina baja

Pruebas de normalidad			
Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			
Valor	Estadístico	gl	Sig.
económico	0,184	175	0,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

En el cuadro 8 se muestra los resultados de la prueba de hipótesis no paramétrica de Kruskal-Wallis del valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO<sub>2</sub> del bosque de colina baja. Se observa que existe diferencia entre los rangos promedios por cada especie.

La prueba de Chi-cuadrado (Cuadro 9), muestra un valor del comparador  $p= 0,000$  menor al nivel de significancia  $\alpha= 0,05$ . Esto conduce a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna de que existe diferencia significativa en el valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> entre especies, a un nivel de significancia de  $\alpha= 0,05$ .

**Cuadro 8.** Prueba de hipótesis no paramétrica de Kruskal-Wallis del valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> entre las especies comerciales del bosque de colina baja

	<b>Especies</b>	<b>N</b>		<b>Rango promedio</b>
Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO <sub>2</sub>	<i>Vochysia vismiifolia</i>	5		98,10
	<i>Bertholletia excelsa</i>	5		108,60
	<i>Eschweilera coriacea</i>	5		42,70
	<i>Parkia nitida</i>	5		85,60
	<i>Otoba glycyarpa</i>	5		25,50
	<i>Apuleia leiocarpa</i>	5		109,00
	<i>Virola albidiflora</i>	5		71,20
	<i>Ceiba pentandra</i>	5		140,40
	<i>Brosimum guianense</i>	5		137,10
	<i>Hymenolobium nitidum</i>	5		115,40
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	5		158,90
	<i>Brosimum Lactescens</i>	5		123,90
	<i>Anaueria brasiliensis</i>	5		69,40
	<i>Osteophloeum platyspermum</i>	5		55,50
	<i>Caryocar amygdaliforme</i>	5		164,60
	<i>Eschweilera chartaceifolia</i>	5		132,90
	<i>Dipteryx micrantha</i>	5		101,40
	<i>Hymenaea courbaril</i>	5		145,20
	<i>Protium nodulosum</i>	5		99,30
	<i>Allantoma decandra</i>	5		109,70
	<i>Anacardium giganteum</i>	5		97,60
	<i>Iryanthera tessmannii</i>	5		17,20
	<i>Carapa guianensis</i>	5		72,60
	<i>Micropholis egensis</i>	5		102,20
	<i>Terminalia amazonia</i>	5		92,30
	<i>Sterculia apetala</i>	5		23,00
	<i>Eschweilera albiflora</i>	5		80,90
	<i>Simarouba amara</i>	5		29,75
	<i>Ormosia amazonica</i>	5		92,25
	<i>Triplaris peruviana</i>	5		51,40
	<i>Matisia bicolor</i>	5		44,00
	<i>Guatteria elata</i>	5		36,40
<i>Caraipa grandifolia</i>	5		97,20	
<i>Couepia chrysocalyx</i>	5		104,50	
<i>Clarisia racemosa</i>	5		31,80	
	Total	175		

### Cuadro 9. Prueba de Chi-cuadrado

<b>Estadísticos de contraste <sup>a, b</sup></b>	
	<b>Valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub></b>
Chi-cuadrado	106,759
gl	34
<i>p-valor</i>	0,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Especies

## CAPITULO V. DISCUSIÓN

### 5.1. Composición florística

En el cuadro 1 se presenta la relación de familias, géneros, número de especies y número de árboles por especie para el bosque de colina baja. Se observa el registro de 54 especies, 23 familias botánica y 4083 árboles. Otro aspecto a considerar es que la familia Fabaceae es la más predominante con 12 especies, 10 generos y 553 árboles; en segundo orden se ubican las Myristicaceae (5 especies, 5 géneros y 836 árboles), Moraceae (4 especies, 3 generos) y Lecythydaceae (5 especies, 2 generos y 811 árboles) lo que confirma que las fabáceas son la familia más representada en los bosques húmedos tropicales de América (Burnham y Johnson, 2004, p. 1595). A nivel de especies, “quillosa” (*Vochysia vismiifolia*) de la familia Vochysiaceae, “machimango blanco” y “castaña” (*Eschweilera coriácea* y *Bertholletia excelsa*) de la familia Lecythydaceae, son las especies más abundantes de este bosque; ambas hacen el 15,58% y 14,55% de la población total inventariada y son las que sostienen la rentabilidad del bosque en caso de que éstas sean aprovechadas y aportan el mayor económico del servicio ambiental de secuestro de CO<sub>2</sub>, en caso de que sean negociadas en el mercado de carbono. Ribeyro (2021, p. 18), registró 36 especies forestales comerciales, 15 familias botánicas y 1737 árboles en un bosque de terraza baja. Además, señala que la familia Fabacea contiene el mayor número de especies (8 especies), seguida de las familias Myristicaceae (6 especies), Lecythydaceae (4 especies), Moraceae y Lauraceae (3 especies), Euphorbiaceae y Vochysiaceae (2 especies), Anacardiaceae, Annonaceae, Chrysobalanaceae, combretaceae, Malvaceae, Meliaceae, Sapotaceae y Simarounaceae con una especie cada una. Esta variación estaría influenciada por los factores ambientales: posición geográfica, clima, suelos y topografía, como por la dinámica del bosque y la ecología de sus especies.

Además, entre los factores más importantes que influyen en la composición florística del bosque, ligados a la dinámica de bosque y a la ecología de las especies que lo conforma, están el tamaño y la frecuencia de los claros, el temperamento de las especies y las fuentes de semillas (Louman, 2001 citado por Zamora, 2010, p. 10). La diversidad en la composición florística es influenciado por factores como: clima con sus factores: temperatura, vientos, humedad ambiental y radiación, pues estos elementos son manifestaciones de la energía procedente del sol; y, el sistema orográfico y el suelo con todas las características físicas, químicas y microbiológicas. Además, de estos factores existen otros como el número de animales que actúan como agentes dispersantes de las semillas, la vegetación circundante y las características de las especies vegetales disponibles para invadir el área descubierta (Aguirre y Yaguana, 2012 citado por Maldonado y Aguirre, 2016, p. 5); mientras que Méndez y Picado (2006, p. 10), afirman que la composición de un bosque está determinada por los factores ambientales, como posición geográfica, clima, suelo y la pografía, como por la dinámica del bosque y la ecología de su especie.

## **5.2. Valoración económica del servicio de secuestro de CO<sub>2</sub>**

Este valor es resultado directo de la cantidad de biomasa, del stock de carbono y del secuestro de CO<sub>2</sub> estimado en el bosque evaluado, por lo que se puede concluir que a mayor biomasa le corresponde mayor valor económico. Así mismo, la cantidad de biomasa de un determinado bosque está influenciada por el número de árboles, el volumen maderable y la densidad básica de las especies forestales (Espíritu *et al.*, 2017, p. 48).

Este contexto se corrobora al verificar los resultados de la valoración económica del secuestro de CO<sub>2</sub> en el bosque de colina baja (Cuadro 6), donde la biomasa seca total es de 30 113,65 kg/ha le corresponde un valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> de USD 3757,16/ha. Además, el bosque evaluado contiene 436,92 árboles/ha y un volumen maderable de 18,27 m<sup>3</sup>/ha.

A nivel de especie, el bosque de colina baja tiene a la especie predominante *V. vismiifolia* que aporta el mayor valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> de USD 536,40/ha, además, las especies *B. excelsa* y *E. coriacea* aportan los segundos mayores valores económicos del secuestro de CO<sub>2</sub> de USD 337,22/ha y USD 269,69/ha. En conjunto, estas especies aportan con USD 1143,31/ha (30,43% del total). Esto se debe particularmente a la mayor cantidad de individuos arbóreos que presenta cada especie, lo que lleva a concluir que cada bosque tiene sus especies más predominantes en términos de volumen maderable y valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub>. Asimismo, es preciso señalar que debido a la diversidad arbórea existente en este bosque, las demás especies arbóreas aportan con una buena cantidad al valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> de USD 171,60/ha (68,11% del total).

Los valores encontrados en esta investigación difieren al ser contrastados con los reportados en otros estudios, tales como Rojas (2018, p. 59), quien en la zona de Campo Verde, distrito del Pastaza en el Datem del Marañón, encontró que en los bosques de terraza baja con drenaje pobre fue de USD 113,46/ha y terraza baja con drenaje moderado es ligeramente mayor con USD 117,97/ha; Vásquez (2019, p. viii), encontró en el distrito de Mazán, Maynas, Loreto en los bosques de terraza baja un valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> de USD 207,19/ha y en los bosques de terraza alta un valor de USD 392,53/ha.

La diferencia entre los distintos valores encontrados se debe posiblemente a la ubicación del bosque, la calidad de sitio, la edad del bosque, la mayor o menor diversidad de especies, la densidad básica de la madera, la toma de la información dasométrica, los instrumentos utilizados, la fórmula utilizada en la estimación de la biomasa y sobre todo al escenario y la fecha de estimación del valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub>, entre otros.

## CAPITULO VI. CONCLUSIONES

1. Se registró en total 4083 árboles agrupados en 54 especies forestales comerciales y 23 familias botánicas, donde la familia Fabacea contiene el mayor número de especies (12 especies), seguida de las familias Lecythidaceae y Myristicaceae (5 especies cada una), Moraceae, Lauraceae y Malvaceae (4 especies cada una), Meliaceae y Sapotaceae (2 especies cada una) y Anacardiaceae, Annonaceae, Burseraceae, Calophyllaceae, Caryocaraceae, Chrysobalanaceae, Clusiaceae, Combretaceae, Elaeocarpaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae, Polygonaceae, Salicaceae, Simaroubaceae y Vochysiaceae con una especie cada una.
2. La biomasa seca total en las especies forestales comerciales del bosque evaluado es de 30113,65 kg/ha, donde *V. vismiifolia* aporta la mayor biomasa de 4299,28 kg/ha y *B. excelsa* de 2702,80 kg/ha.
3. El stock de carbono en las especies forestales comerciales del bosque evaluado es de 15,06 tC/ha; *V. vismiifolia* aporta el mayor stock de carbono de 2,15 tC/ha y *B. excelsa* de 1,35 tC/ha.
4. El secuestro de CO<sub>2</sub> en las especies forestales comerciales del bosque evaluado es de 55,17 tCO<sub>2</sub>/ha; *V. vismiifolia* aporta el mayor secuestro de CO<sub>2</sub> de 7,88 tCO<sub>2</sub>/ha y *B. excelsa* de 4,95 tCO<sub>2</sub>/ha.
5. El valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> en las especies forestales comerciales del bosque evaluado es de USD 3757,16/ha; *V. vismiifolia* aporta el mayor valor económico de USD 536,40/ha y *B. excelsa* de USD 337,22/ha.

6. La prueba de Chi-cuadrado arrojó un p-valor = 0,000 menor a  $\alpha = 0,05$ , por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que existe diferencia significativa en el valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> entre especies.

## **CAPITULO VII: RECOMENDACIONES**

1. Conservar el bosque de colina baja a fin de negociarlo en el mercado de carbono de preferencia el europeo a través de SENDECO<sub>2</sub>, con el propósito de generar recursos económicos para mejorar la calidad de vida de las poblaciones involucradas.
2. Evaluar todas las especies forestales con DAP  $\geq$  10 cm con el objetivo de determinar el valor real del servicio de secuestro de CO<sub>2</sub>.
3. Realizar la comparación de los beneficios económicos obtenidos por la venta del volumen maderable y por el servicio ambiental de secuestro de CO<sub>2</sub>, a fin de determinar el mejor uso del bosque evaluado.

## CAPÍTULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Acosta Flores, John Jairo y Tupaz Flores, Fredy. 2007. Cuantificación de la captura de carbono por la biomasa aérea de aliso (*alnus jorullensis h.b.k.*) en dos arreglos agroforestales de la granja experimental Botana Universidad de Nariño, municipio de Pasto, departamento de Nariño. Tesis Ingeniero Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. 78 p.
- Álvarez De Anda, María Guadalupe. 2016. Captura de carbono en plantaciones de *pinus patula schltl. et cham* en Tonalaco, Veracruz. Tesis Magister en Ecología Forestal. Insituto de Investigaciones Forestales. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 58 p.
- Burnham, Robyn J. y Johnson, Kirk R. 2004. *South American palaeobotany and the origins of neotropical rain forests. Phil. Trans. Roy. Soc. London.* p. 1610.
- Chambi Condori, Pedro Pablo. 2001. Valoración económica de secuestro de carbono mediante simulación aplicada a la zona boscosa del rio Inambari y Madre de Dios. IICFOE. Tacna Perú. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020]. Disponible en: [www.iicfoe.com.pe](http://www.iicfoe.com.pe)
- Connolly Wilson, Ronda Yuri Y y Corea Siu, Carlos Abel. 2007. Cuantificación de la captura y almacenamiento de carbono en sistema agroforestal y forestal en seis sitios de cuatro municipios de Nicaragua. Trabajo de diplomado. Managua Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. 72 p.
- Dauber, E., Terán, Jaime, Guzmán, R. Estimaciones de biomasa y carbono en bosque naturales de Bolivia. *Revista forestal iberoamericana.* 1(1):1-10. 2008.
- Escobar Tafur, Olivar. 2018. Valoración económica del secuestro de CO<sub>2</sub> en un bosque de terraza baja en el distrito de San Pablo, Loreto, Perú. 2016. Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 103 p.

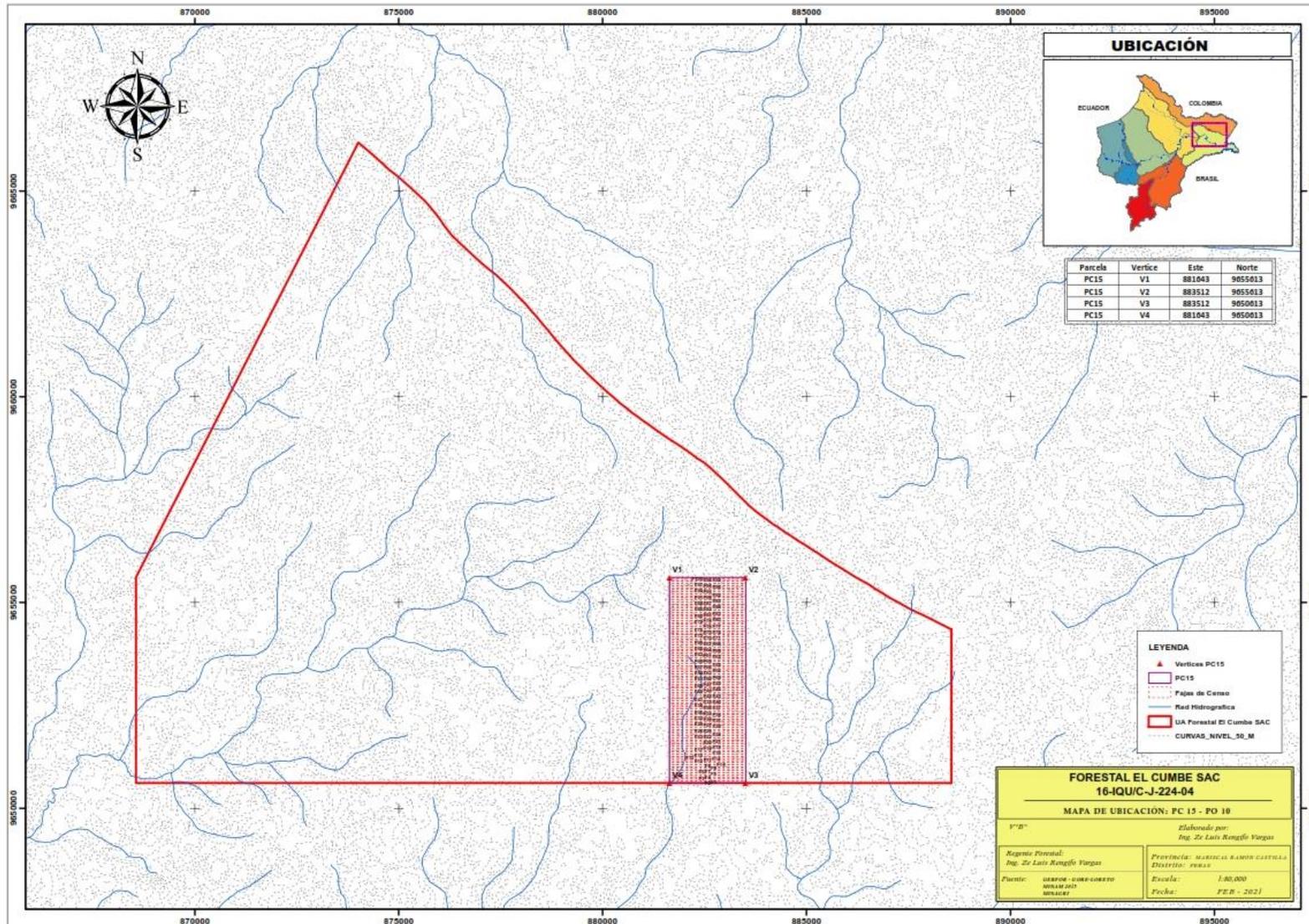
- Espíritu, J. M., Quintana, S., Reátegui, R., Angulo, P. A., Macedo, L. A., Donayre, M. R., Panduro, R. M., Arellano, J. y Cabudivo, C. E. 2017. Valoración económica del secuestro de CO<sub>2</sub> en las plantaciones forestales del Ciefor Puerto Almendra, Loreto, Perú. *Conocimiento amazónico* 8(1):35-50.
- Gonzáles, Dipsy. 2008. Valoración económica del servicio ambiental secuestro de carbono. Caso: Zona central de la Reserva forestal Imataca. Tesis Magister en Gerencia. Mención Financiera. Universidad Nacional experimental de Guayana. Puerto Ordaz, Venezuela. 92 p.
- Higuchi, Niro y Carbalho Júnior, Joao A. 1994. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: *Anais do seminário Emissão por sequestro de CO<sub>2</sub> uma nova oportunidade de negócios para o Brasil*. Rio de Janeiro. 153 p.
- Honorio, Euridice y Baker, Tim. 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. 13 p.
- Jaramillo, Víctor J. 2004. El ciclo global del carbono, En: MARTÍNEZ, Julia y FERNÁNDEZ, Adrián. *Cambio climático una visión desde México*, 4<sup>a</sup> ed, México. p. 77- 86.
- Lino Zevallos, Karen Arceli. 2009. Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 82 p.
- Maldonado Ojeda, Sandra Elizabeth y Aguirre Mendoza, Zhofre. 2016. Estructura y composición florística del bosque siempre verde montano bajo de la microcuenca El Shui, Palanda, Zamora Chinchipe-Ecuador. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 80 p.

- Márquez Quevedo, Ricardo Alexis y Cubas Pérez, Percy James. 2016. Valoración económica del secuestro de CO<sub>2</sub> en siete tipos de bosque en el sector Cabalcocha-Palo Seco–Buen Suceso, provincia Ramón Castilla, Loreto-Perú-2015. Tesis Magister en Gestión Ambiental. Escuela de Post Grado “José Torres Vásquez”. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 139 p.
- Mori Julca, Clara Ermila. 2019. Biomasa y stock de carbono en un bosque de colina baja del distrito de Indiana, Loreto. 2018. Tesis Ingeniero Forestal. Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 59 p.
- Maza Valle, Wunster Favián. 2019. Valoración económica del servicio ambiental de secuestro de carbono para garantizar la sostenibilidad del bosque Buenaventura, Ecuador. Tesis de Doctor en Ciencias Ambientales. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 202 p.
- Méndez Valdivia, Álvaro y Picado Castro, Edgar Enrique. 2006. Análisis de tres estados sucesionales del bosque seco deciduo, desarrollado sobre campos agrícolas abandonados, Nandarola, Nicaragua. Tesis de Ingeniero. Universidad Nacional Agraria. Manágua, Micarágua. 68 p.
- Pardos, José Alberto. 2010. Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global, I.G. Solprint S.L: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentos. 253 p.
- PROFONANPE. Inventarios Forestales. Componente temático para la mesozonificación ecológica y económica de las cuencas de los ríos Pastaza y Morona. Iquitos, 2007. 84 p.
- Quiñe Macedo, Paulo César. 2009. Cuantificación de biomasa y reserva de carbono en sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica* L.) en dos pisos altitudinales. Tesis Ingeniero Agronomo. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú. 96 p.

- Quispe Villafuerte, Willian. 2010. Estructura horizontal y vertical de dos tipos de bosque concesionados en la región Madre de Dios. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios. Puerto Maldonado, Perú. 98 p.
- Rae y Asale. 2010. Ortografía de la lengua española. España: Editor Espasa. 864 p.  
ISBN: 9788467034264
- Rojas Grández, Franco. 2018. Valor económico del volumen maderable y valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> en dos tipos de bosque del distrito de Pastaza, Datem Del Marañón, Loreto. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 96 p.
- Ribeyro Schult, Theda Mae María. 2021. Estructura diamétrica y stock de carbono en las especies comerciales de un bosque de terraza baja del distrito de Morona, Loreto. 2019. Tesis Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 104 p.
- Sabogal, Cesar; 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. 279 p.
- Salas, J. y Infante, A. 2006. Producción primaria neta aérea en algunos ecosistemas y estimaciones de biomasa en plantaciones forestales. Revista Forestal Latinoamericana. Venezuela. 2006. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2020]. Disponible en: <http://eslared.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/pubelectronicas/forestallatinoamericana/vol21num2/articulo3.pdf>

- Sosa Castillo, Jorge Orlando. 2016. Valoración económica del secuestro de CO<sub>2</sub> en tres tipos de bosque en el distrito del Alto Nanay, Loreto-Perú-2014. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 94 p.
- SENDECO<sub>2</sub>. Sistema europeo de negociación de CO<sub>2</sub>. Código de Localización Reuters: Sendeco2. 2019. [Fecha de consulta: 16 de junio de 2020]. Disponible en: [www.sendeco2.com](http://www.sendeco2.com); [info@sendeco2.com](mailto:info@sendeco2.com)
- Vásquez Huaymacari, Sibila Archeli. 2019. Valoración económica del secuestro de CO<sub>2</sub> en dos tipos de bosque del distrito de Mazan, Loreto. 2018. Tesis Ingeniero Forestal. Forestales. Universidad nacional de la Amazonía peruana. Iquitos, Perú. 126 p.
- Zamora Ávila, Massiel. 2010. Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntaarenas, Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 129 p.
- Zanne, A. E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S. L., Miller, R. B., Swenson, N. G., Wiemann, M. C., And Chave, J. 2009. Global wood density database. Dryad. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.

## **ANEXOS**



Anexo 1. Mapa de ubicación del área de estudio

**Anexo 2.** Formato para la toma de datos del inventario forestal

Faja	Árbol No.	DAP (cm)	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.

<b>Árbol No.</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>DB (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Biomasa (kg)</b>	<b>Stock de C (tC)</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
---					
---					
---					
---					
---					
---					
---					
---					
---					
---					
n					

#### Anexo 4. Volumen maderable por clase diamétrica del bosque evaluado

Especies	Volumen por clase diamétrica (m <sup>3</sup> /ha)							Vol. total (m <sup>3</sup> /ha)	Vol. total (m <sup>3</sup> )
	40 A 49	50 A 59	60 A 69	70 A 79	80 A 89	90 A 99	100 a +		
<i>V. vismiifolia</i>	0,03	0,21	0,49	0,70	0,60	0,42	0,39	2,84	2657,20
<i>B. excelsa</i>	0,01	0,15	0,28	0,27	0,26	0,17	0,25	1,39	1299,26
<i>E. coriacea</i>	0,04	0,29	0,40	0,23	0,12	0,02	0,01	1,11	1039,09
<i>P. nitida</i>	0,00	0,05	0,21	0,27	0,24	0,13	0,13	1,04	969,44
<i>O. glycyarpa</i>	0,09	0,36	0,39	0,17	0,03			1,04	968,99
<i>C. pentandra</i>			0,01	0,02	0,07	0,06	0,79	0,94	878,01
<i>V. albidiflora</i>	0,02	0,11	0,39	0,20	0,11	0,02	0,01	0,86	807,57
<i>A. leiocarpa</i>	0,00	0,02	0,06	0,13	0,13	0,11	0,22	0,68	634,07
<i>B. guianense</i>	0,00	0,05	0,11	0,12	0,12	0,10	0,08	0,58	537,35
<i>O. platyspermum</i>	0,02	0,11	0,18	0,10	0,07	0,05	0,01	0,53	493,72
<i>H. nitidum</i>	0,00	0,02	0,09	0,12	0,08	0,09	0,06	0,46	432,97
<i>B. Lactescens</i>	0,01	0,03	0,06	0,11	0,09	0,06	0,11	0,46	431,11
<i>A. brasiliensis</i>	0,02	0,06	0,15	0,12	0,05	0,04		0,44	412,46
<i>C. cateniformis</i>			0,02	0,01	0,02	0,02	0,33	0,41	382,96
<i>C. amygdaliforme</i>		0,01	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,38	351,96
<i>E. chartaceifolia</i>	0,01	0,06	0,12	0,06	0,04	0,01	0,06	0,35	328,72
<i>I. tessmannii</i>	0,04	0,15	0,09	0,05	0,02			0,35	325,14
<i>P. nodulosum</i>		0,02	0,06	0,09	0,07	0,01	0,08	0,34	313,66
<i>D. micrantha</i>		0,01	0,05	0,06	0,07	0,03	0,08	0,30	284,94
<i>C. guianensis</i>	0,00	0,04	0,11	0,04	0,04	0,03	0,03	0,30	284,37
<i>H. courbaril</i>		0,02	0,07	0,08	0,05	0,04	0,03	0,29	273,63
<i>A. giganteum</i>		0,00	0,05	0,04	0,04	0,03	0,11	0,27	255,76
<i>S. apetala</i>		0,03	0,05	0,09	0,04	0,02	0,02	0,26	243,90
<i>A. decandra</i>	0,00	0,01	0,06	0,08	0,01	0,03	0,07	0,26	241,88
<i>S. amara</i>	0,00	0,05	0,07	0,06	0,01	0,02		0,22	201,73
<i>T. amazonia</i>		0,01	0,04	0,05	0,04	0,02	0,05	0,21	197,84
<i>M. egensis</i>	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,01	0,01	0,20	187,92
<i>M. bicolor</i>		0,01	0,06	0,04	0,04			0,16	150,21
<i>E. albiflora</i>	0,00	0,03	0,05	0,05	0,01			0,14	129,85
<i>T. peruviana</i>		0,01	0,05	0,01	0,03	0,02	0,01	0,13	120,93
<i>G. elata</i>	0,00	0,01	0,05	0,03	0,01			0,11	105,90
<i>O. amazonica</i>		0,00	0,03	0,03	0,03	0,02		0,11	101,71
<i>C. grandifolia</i>		0,01	0,04	0,02	0,01	0,02	0,01	0,10	95,42
<i>C. lupuna</i>		0,01	0,01	0,03	0,03	0,03		0,10	94,97
<i>C. racemosa</i>	0,00	0,01	0,05	0,01	0,01		0,01	0,10	89,88
<i>F. insipida</i>				0,01	0,02	0,02	0,04	0,09	87,84
<i>C. chrysocalyx</i>			0,03	0,03	0,01		0,01	0,08	73,52
<i>P. rohrii</i>		0,00	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,08	72,93
<i>H. pulcherrimum</i>	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08	70,69
<i>A. panurensis</i>	0,00	0,01	0,04	0,01				0,07	61,69
<i>L. triandra</i>	0,00	0,01	0,02		0,01	0,01		0,05	45,76

Continuación del anexo 4.

Especies	Volumen por clase diamétrica (m <sup>3</sup> /ha)							Vol. total (m <sup>3</sup> /ha)	Vol. total (m <sup>3</sup> )
	40	50	60	70	80	90	100 a +		
	A 49	A 59	A 69	A 79	A 89	A 99			
<i>I. laevis</i>	0,00	0,00	0,01	0,03				0,04	41,47
<i>H. pulcherrimum</i>		0,01	0,01	0,01	0,00	0,01		0,04	40,83
<i>G. kunthiana</i>			0,02	0,02		0,01		0,04	39,74
<i>C. arborea</i>		0,00	0,02	0,01		0,01		0,04	37,34
<i>C. brasiliense</i>			0,00		0,01		0,01	0,03	27,51
<i>C. prieurii</i>		0,00	0,02	0,01				0,03	26,42
<i>I. pezizifera</i>			0,01	0,01		0,01		0,03	25,92
<i>A. subdimidiata</i>		0,01	0,00		0,01	0,01		0,02	22,77
<i>C. orinocense</i>	0,00	0,01	0,00	0,00				0,02	21,66
<i>M. alternans</i>		0,00	0,01	0,01	0,00			0,02	21,32
<i>M. balsamum</i>			0,01	0,00				0,01	12,39
<i>S. guianensis</i>			0,00	0,01				0,01	9,64
<i>B. curviramea</i>		0,00	0,00	0,00				0,01	9,28
Sub total	0,32	2,08	4,31	3,82	2,82	1,77	3,14	18,27	17073,23
<b>Total general</b>	<b>302,95</b>	<b>1945,97</b>	<b>4029,54</b>	<b>3572,07</b>	<b>2637,50</b>	<b>1652,39</b>	<b>2932,81</b>		<b>17073,23</b>

**Anexo 5. Biomasa seca por especie y total del bosque evaluado**

<b>Especie</b>	<b>Nro. de árboles</b>	<b>Densidad básica (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>AB prom. (m<sup>2</sup>)</b>	<b>HC prom. (m)</b>	<b>VC total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Biomasa aérea (kg/ha)</b>	<b>Biomasa radicular (kg/ha)</b>	<b>Biomasa total (kg)</b>	<b>Biomasa total (kg/ha)</b>
<i>V. vismiifolia</i>	594	560	0,43	15,97	2657,20	3582,74	716,55	4017679,08	4299,28
<i>B. excelsa</i>	294	720	0,42	16,08	1299,26	2252,34	450,47	2525770,07	2702,80
<i>E. coriacea</i>	342	720	0,30	15,63	1039,09	1801,31	360,26	2019986,42	2161,57
<i>P. nitida</i>	221	700	0,43	15,45	969,44	1633,89	326,78	1832240,75	1960,66
<i>O. glycyarpa</i>	343	500	0,27	16,20	968,99	1166,52	233,30	1308133,19	1399,82
<i>A. leiocarpa</i>	112	700	0,55	15,88	634,07	1068,66	213,73	1198392,03	1282,39
<i>V. albidiflora</i>	224	500	0,33	16,85	807,57	972,19	194,44	1090213,30	1166,63
<i>C. pentandra</i>	57	440	1,26	18,68	878,01	930,15	186,03	1043072,02	1116,18
<i>B. guianense</i>	118	610	0,44	15,92	537,35	789,20	157,84	885014,04	947,05
<i>H. nitidum</i>	92	700	0,45	16,10	432,97	729,73	145,95	818316,13	875,67
<i>C. cateniformis</i>	35	700	0,94	17,57	382,96	645,43	129,09	723790,44	774,52
<i>B. Lactescens</i>	88	610	0,47	16,05	431,11	633,16	126,63	710030,56	759,80
<i>A. brasiliensis</i>	126	610	0,34	15,01	412,46	605,78	121,16	679318,29	726,93
<i>O. platyspermum</i>	142	500	0,33	16,34	493,72	594,36	118,87	666517,64	713,23
<i>C. amygdaliforme</i>	77	700	0,48	14,45	351,96	593,19	118,64	665203,13	711,83
<i>E. chartaceifolia</i>	83	720	0,37	16,36	328,72	569,86	113,97	639040,80	683,83
<i>D. micrantha</i>	55	700	0,48	16,16	284,94	480,23	96,05	538532,22	576,28
<i>Hymenaea courbaril</i>	59	700	0,43	16,58	273,63	459,85	91,97	515676,47	551,82
<i>P. nodulosum</i>	67	560	0,45	15,76	313,66	422,91	84,58	474254,07	507,49
<i>A. decandra</i>	50	720	0,45	16,28	241,88	419,32	83,86	470219,97	503,18
<i>A. giganteum</i>	45	640	0,55	15,69	255,76	394,10	78,82	441947,72	472,92
<i>I. tessmannii</i>	115	500	0,26	16,54	325,14	391,42	78,28	438941,81	469,71
<i>C. guianensis</i>	75	570	0,36	15,84	284,37	390,26	78,05	437638,28	468,31
<i>M. egensis</i>	56	770	0,33	15,61	187,92	348,40	69,68	390693,55	418,08
<i>T. amazonia</i>	45	700	0,46	14,76	197,84	333,43	66,69	373908,79	400,12
<i>S. apetala</i>	59	440	0,39	16,03	243,90	258,39	51,68	289753,18	310,06
<i>E. albiflora</i>	42	720	0,32	14,98	129,85	225,11	45,02	252432,78	270,13
<i>S. amara</i>	59	400	0,33	16,00	201,73	194,28	38,86	217867,26	233,14
<i>O. amazonica</i>	26	700	0,39	15,31	101,71	171,42	34,28	192230,51	205,70
<i>T. peruviana</i>	32	560	0,42	13,88	120,93	163,05	32,61	182847,19	195,66
<i>M. bicolor</i>	41	440	0,35	15,90	150,21	159,14	31,83	178454,71	190,96
<i>G. elata</i>	33	590	0,32	15,30	105,90	150,44	30,09	168702,75	180,53
<i>C. grandifolia</i>	24	630	0,39	15,58	95,42	144,73	28,95	162301,93	173,68
<i>C. chrysocalyx</i>	20	800	0,37	15,15	73,52	141,61	28,32	158802,26	169,93
<i>C. racemosa</i>	28	610	0,33	15,14	89,88	132,00	26,40	148027,45	158,40
<i>F. insipida</i>	13	610	0,66	15,54	87,84	129,01	25,80	144677,16	154,82
<i>P. rohrii</i>	18	700	0,44	14,28	72,93	122,92	24,58	137846,25	147,51
<i>H. pulcherrimum</i>	17	700	0,38	16,47	70,69	119,14	23,83	133598,24	142,96
<i>C. lupuna</i>	19	440	0,44	17,42	94,97	100,61	20,12	112821,11	120,73
<i>A. panurensis</i>	22	610	0,29	14,91	61,69	90,60	18,12	101599,69	108,72
<i>H. pulcherrimum</i>	12	700	0,34	15,33	40,83	68,81	13,76	77161,52	82,57

Continuación del anexo 5.

<b>Especie</b>	<b>Nro. de árboles</b>	<b>Densidad básica (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>AB prom. (m<sup>2</sup>)</b>	<b>HC prom. (m)</b>	<b>VC total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Biomasa aérea (kg/ha)</b>	<b>Biomasa radicular (kg/ha)</b>	<b>Biomasa total (kg)</b>	<b>Biomasa total (kg/ha)</b>
<i>L. triandra</i>	15	610	0,33	14,13	45,76	67,21	13,44	75374,49	80,66
<i>C. arborea</i>	12	620	0,36	13,50	37,34	55,75	11,15	62512,59	66,89
<i>G. kunthiana</i>	12	570	0,36	14,42	39,74	54,54	10,91	61157,56	65,44
<i>I. laevis</i>	12	500	0,34	15,75	41,47	49,92	9,98	55982,92	59,91
<i>C. prieurii</i>	8	770	0,32	16,00	26,42	48,99	9,80	54935,92	58,79
<i>I. pezizifera</i>	8	700	0,38	13,00	25,92	43,68	8,74	48986,14	52,42
<i>C. brasiliense</i>	4	590	0,62	16,75	27,51	39,08	7,82	43824,09	46,90
<i>A. subdimidiata</i>	6	700	0,36	16,33	22,77	38,37	7,67	43029,65	46,05
<i>M. alternans</i>	7	690	0,34	14,29	21,32	35,42	7,08	39722,24	42,51
<i>C. orinocense</i>	9	560	0,23	16,00	21,66	29,21	5,84	32753,42	35,05
<i>M. balsamum</i>	4	700	0,31	15,50	12,39	20,88	4,18	23417,25	25,06
<i>S. guianensis</i>	3	790	0,35	14,00	9,64	18,34	3,67	20569,66	22,01
<i>B. curviramea</i>	3	610	0,32	15,00	9,28	13,63	2,73	15287,94	16,36
	4083				17073,23	25094,71	5018,94	28141208,61	30113,65

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

## Anexo 6. Stock de carbono por especie y total del bosque evaluado

<b>Especie</b>	<b>Biomasa total (kg/ha)</b>	<b>Stock de carbono (tC)</b>	<b>Stock de carbono (tC/ha)</b>
<i>V. vismiifolia</i>	4299,28	2008,84	2,15
<i>B. excelsa</i>	2702,80	1262,89	1,35
<i>E. coriacea</i>	2161,57	1009,99	1,08
<i>P. nitida</i>	1960,66	916,12	0,98
<i>O. glycyarpa</i>	1399,82	654,07	0,70
<i>A. leiocarpa</i>	1282,39	599,20	0,64
<i>V. albidiflora</i>	1166,63	545,11	0,58
<i>C. pentandra</i>	1116,18	521,54	0,56
<i>B. guianense</i>	947,05	442,51	0,47
<i>H. nitidum</i>	875,67	409,16	0,44
<i>C. cateniformis</i>	774,52	361,90	0,39
<i>B. Lactescens</i>	759,80	355,02	0,38
<i>A. brasiliensis</i>	726,93	339,66	0,36
<i>O. platyspermum</i>	713,23	333,26	0,36
<i>C. amygdaliforme</i>	711,83	332,60	0,36
<i>E. chartaceifolia</i>	683,83	319,52	0,34
<i>D. micrantha</i>	576,28	269,27	0,29
<i>Hymenaea courbaril</i>	551,82	257,84	0,28
<i>P. nodulosum</i>	507,49	237,13	0,25
<i>A. decandra</i>	503,18	235,11	0,25
<i>A. giganteum</i>	472,92	220,97	0,24
<i>I. tessmannii</i>	469,71	219,47	0,23
<i>C. guianensis</i>	468,31	218,82	0,23
<i>M. egeensis</i>	418,08	195,35	0,21
<i>T. amazonia</i>	400,12	186,95	0,20
<i>S. apetala</i>	310,06	144,88	0,16
<i>E. albiflora</i>	270,13	126,22	0,14
<i>S. amara</i>	233,14	108,93	0,12
<i>O. amazonica</i>	205,70	96,12	0,10
<i>T. peruviana</i>	195,66	91,42	0,10
<i>M. bicolor</i>	190,96	89,23	0,10
<i>G. elata</i>	180,53	84,35	0,09
<i>C. grandifolia</i>	173,68	81,15	0,09
<i>C. chrysocalyx</i>	169,93	79,40	0,08
<i>C. racemosa</i>	158,40	74,01	0,08
<i>F. insipida</i>	154,82	72,34	0,08
<i>P. rohrii</i>	147,51	68,92	0,07
<i>H. pulcherrimum</i>	142,96	66,80	0,07
<i>C. lupuna</i>	120,73	56,41	0,06
<i>A. panurensis</i>	108,72	50,80	0,05
<i>H. pulcherrimum</i>	82,57	38,58	0,04

Continuación del anexo 6.

<b>Especie</b>	<b>Biomasa total (kg/ha)</b>	<b>Stock de carbono (tC)</b>	<b>Stock de carbono (tC/ha)</b>
<i>L. triandra</i>	80,66	37,69	0,04
<i>C. arborea</i>	66,89	31,26	0,03
<i>G. kunthiana</i>	65,44	30,58	0,03
<i>I. laevis</i>	59,91	27,99	0,03
<i>C. prieurii</i>	58,79	27,47	0,03
<i>I. pezizifera</i>	52,42	24,49	0,03
<i>C. brasiliense</i>	46,90	21,91	0,02
<i>A. subdimidiata</i>	46,05	21,51	0,02
<i>M. alternans</i>	42,51	19,86	0,02
<i>C. orinocense</i>	35,05	16,38	0,02
<i>M. balsamum</i>	25,06	11,71	0,01
<i>S. guianensis</i>	22,01	10,28	0,01
<i>B. curviramea</i>	16,36	7,64	0,01
<b>Total</b>	<b>30113,65</b>	<b>14070,60</b>	<b>15,06</b>

## Anexo 7. Secuestro de CO<sub>2</sub> por especie y total del bosque evaluado

<b>Especie</b>	<b>Estock de carbono (tC)</b>	<b>Secuestro de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Secuestro de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>/ha)</b>
<i>V. vismiifolia</i>	2008,84	7360,79	7,88
<i>B. excelsa</i>	1262,89	4627,46	4,95
<i>E. coriacea</i>	1009,99	3700,82	3,96
<i>P. nitida</i>	916,12	3356,85	3,59
<i>O. glycyarpa</i>	654,07	2396,63	2,56
<i>A. leiocarpa</i>	599,20	2195,57	2,35
<i>V. albidiflora</i>	545,11	1997,38	2,14
<i>C. pentandra</i>	521,54	1911,01	2,04
<i>B. guianense</i>	442,51	1621,43	1,74
<i>H. nitidum</i>	409,16	1499,24	1,60
<i>C. cateniformis</i>	361,90	1326,06	1,42
<i>B. Lactescens</i>	355,02	1300,85	1,39
<i>A. brasiliensis</i>	339,66	1244,58	1,33
<i>O. platyspermum</i>	333,26	1221,13	1,31
<i>C. amygdaliforme</i>	332,60	1218,72	1,30
<i>E. chartaceifolia</i>	319,52	1170,79	1,25
<i>D. micrantha</i>	269,27	986,64	1,06
<i>Hymenaea courbaril</i>	257,84	944,77	1,01
<i>P. nodulosum</i>	237,13	868,88	0,93
<i>A. decandra</i>	235,11	861,49	0,92
<i>A. giganteum</i>	220,97	809,69	0,87
<i>I. tessmannii</i>	219,47	804,19	0,86
<i>C. guianensis</i>	218,82	801,80	0,86
<i>M. egensis</i>	195,35	715,79	0,77
<i>T. amazonia</i>	186,95	685,04	0,73
<i>S. apetala</i>	144,88	530,86	0,57
<i>E. albiflora</i>	126,22	462,48	0,49
<i>S. amara</i>	108,93	399,15	0,43
<i>O. amazonica</i>	96,12	352,19	0,38
<i>T. peruviana</i>	91,42	334,99	0,36
<i>M. bicolor</i>	89,23	326,95	0,35
<i>G. elata</i>	84,35	309,08	0,33
<i>C. grandifolia</i>	81,15	297,35	0,32
<i>C. chrysocalyx</i>	79,40	290,94	0,31
<i>C. racemosa</i>	74,01	271,20	0,29
<i>F. insipida</i>	72,34	265,06	0,28
<i>P. rohrii</i>	68,92	252,55	0,27
<i>H. pulcherrimum</i>	66,80	244,77	0,26
<i>C. lupuna</i>	56,41	206,70	0,22
<i>A. panurensis</i>	50,80	186,14	0,20
<i>H. pulcherrimum</i>	38,58	141,37	0,15

Continuación del anexo 7.

<b>Especie</b>	<b>Estock de carbono (tC)</b>	<b>Secuestro de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Secuestro de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>/ha)</b>
<i>L. triandra</i>	37,69	138,09	0,15
<i>C. arborea</i>	31,26	114,53	0,12
<i>G. kunthiana</i>	30,58	112,05	0,12
<i>I. laevis</i>	27,99	102,57	0,11
<i>C. prieurii</i>	27,47	100,65	0,11
<i>I. pezizifera</i>	24,49	89,75	0,10
<i>C. brasiliense</i>	21,91	80,29	0,09
<i>A. subdimidiata</i>	21,51	78,83	0,08
<i>M. alternans</i>	19,86	72,78	0,08
<i>C. orinocense</i>	16,38	60,01	0,06
<i>M. balsamum</i>	11,71	42,90	0,05
<i>S. guianensis</i>	10,28	37,69	0,04
<i>B. curviramea</i>	7,64	28,01	0,03
<b>Total</b>	<b>14070,60</b>	<b>51557,51</b>	<b>55,17</b>

**Anexo 8.** Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO<sub>2</sub> por especie del bosque evaluado

<b>Especie</b>	<b>Secuestro de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Precio CO<sub>2</sub> (USD/tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Valor económico del secuestro CO<sub>2</sub> (USD)</b>	<b>Valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> (USD/ha)</b>
V. vismiifolia	7360,79	68,10	501269,79	536,40
B. excelsa	4627,46	68,10	315130,25	337,22
E. coriacea	3700,82	68,10	252025,65	269,69
P. nitida	3356,85	68,10	228601,37	244,62
O. glycyarpa	2396,63	68,10	163210,56	174,65
A. leiocarpa	2195,57	68,10	149518,59	160,00
V. albidiflora	1997,38	68,10	136021,56	145,56
C. pentandra	1911,01	68,10	130139,93	139,26
B. guianense	1621,43	68,10	110419,67	118,16
H. nitidum	1499,24	68,10	102098,04	109,25
C. cateniformis	1326,06	68,10	90304,44	96,63
B. Lactescens	1300,85	68,10	88587,68	94,80
A. brasiliensis	1244,58	68,10	84755,83	90,70
O. platyspermum	1221,13	68,10	83158,75	88,99
C. amygdaliforme	1218,72	68,10	82994,74	88,81
E. chartaceifolia	1170,79	68,10	79730,57	85,32
D. micrantha	986,64	68,10	67190,52	71,90
H. courbaril	944,77	68,10	64338,90	68,85
P. nodulosum	868,88	68,10	59170,79	63,32
A. decandra	861,49	68,10	58667,47	62,78
A. giganteum	809,69	68,10	55140,05	59,00
I. tessmannii	804,19	68,10	54765,02	58,60
C. guianensis	801,80	68,10	54602,38	58,43
M. egensis	715,79	68,10	48745,28	52,16
T. amazonia	685,04	68,10	46651,11	49,92
S. apetala	530,86	68,10	36151,35	38,69
E. albiflora	462,48	68,10	31495,03	33,70
S. amara	399,15	68,10	27182,43	29,09
O. amazonica	352,19	68,10	23983,83	25,66
T. peruviana	334,99	68,10	22813,11	24,41
M. bicolor	326,95	68,10	22265,08	23,83
G. elata	309,08	68,10	21048,37	22,52
C. grandifolia	297,35	68,10	20249,76	21,67
C. chrysocalyx	290,94	68,10	19813,12	21,20
C. racemosa	271,20	68,10	18468,79	19,76
F. insipida	265,06	68,10	18050,79	19,32
P. rohrii	252,55	68,10	17198,53	18,40
H. pulcherrimum	244,77	68,10	16668,52	17,84

Continuación del anexo 8.

<b>Especie</b>	<b>Secuestro de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Precio CO<sub>2</sub> (USD/tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Valor económico del secuestro CO<sub>2</sub> (USD)</b>	<b>Valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> (USD/ha)</b>
C. lupuna	206,70	68,10	14076,24	15,06
A. panurensis	186,14	68,10	12676,19	13,56
H. pulcherrimum	141,37	68,10	9627,13	10,30
L. triandra	138,09	68,10	9404,17	10,06
C. arborea	114,53	68,10	7799,45	8,35
G. kunthiana	112,05	68,10	7630,38	8,17
I. laevis	102,57	68,10	6984,77	7,47
C. prieurii	100,65	68,10	6854,13	7,33
I. pezizifera	89,75	68,10	6111,81	6,54
C. brasiliense	80,29	68,10	5467,76	5,85
A. subdimidiata	78,83	68,10	5368,64	5,74
M. alternans	72,78	68,10	4955,99	5,30
C. orinocense	60,01	68,10	4086,51	4,37
M. balsamum	42,90	68,10	2921,68	3,13
S. guianensis	37,69	68,10	2566,39	2,75
B. curviramea	28,01	68,10	1907,42	2,04
<b>Total general</b>	<b>51557,51</b>		<b>3511066,32</b>	<b>3757,16</b>

## Anexo 9. Constancia de identificación botánica de las especies



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 presentado por **FRANK DAVID TALEXIO LOPEZ**, Bachiller de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales, **Facultad de Ciencias Forestales**, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, pertenece a la tesis titulado: **"VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SECUESTRO DE CO<sub>2</sub> EN UN BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL 16-IQU/C-J-224-04, DISTRITO DE PEBAS, LORETO. 2021"**; 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:

#### Especies de Colina Baja

N°	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia
1	Aguanillo	<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A.Rodrigues & T.S.Jaram.	Myristicaceae
2	Almendro	<i>Caryocar amygdaliforme</i> Ruiz & Pav.ex G. Don	Caryocaraceae
3	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	Fabaceae
4	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae
5	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i> Kosterm.	Lauraceae
6	Azucar huaya	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae
7	Cachimbo	<i>Allantoma decandra</i> (Ducke) S.A. Mori Ya Y.Huang & Prance	Lecythidaceae
8	Caimitillo	<i>Micropholis egensis</i> (A. DC.) Pierre	Sapotaceae
9	Canela Moena	<i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm.	Lauraceae
10	Carahuasca	<i>Guatteria elata</i> R.E. Fr.	Annonaceae
11	Casho	<i>Anacardium giganteum</i> W. Hancock ex Engl.	Anacardiaceae
12	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Lecythidaceae
13	Chontaqui	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> Ducke	Fabaceae
14	Copal	<i>Protium nodulosum</i> Swart	Burseraceae
15	Cumala blanca	<i>Iryanthera tessmannii</i> Markgr	Myristicaceae
16	Cumala caupuri	<i>Virola albidiflora</i> Ducke	Myristicaceae
17	Cumala colorada	<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	Myristicaceae
18	Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	Myristicaceae

N°	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia
19	Estoraque	<i>Myroxylum balsamum</i>	Fabaceae
20	Huangana casha	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	Elaeocarpaceae
21	Huarmi caspi	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	Malvaceae
22	Huayruro	<i>Ormosia amazonica</i> Ducke	Fabaceae
23	Huimba	<i>Ceiba lupuna</i> P.E. Gibbs & Semir	Malvaceae
24	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Calophyllaceae
25	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae
26	Machimango blanco	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	Lecythidaceae
27	Machimango colorado	<i>Eschweilera albiflora</i> (DC.) Miers	Lecythidaceae
28	Machimango negro	<i>Eschweilera chartaceifolia</i> S. A. Mori	Lecythidaceae
29	Maria buena	<i>Pterocarpus rahrii</i> Vahl	Fabaceae
30	Mari mari	<i>Hymenolobium nitidum</i> Benth.	Fabaceae
31	Marimari amarillo	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> Ducke	Fabaceae
32	Marupa	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
33	Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Moraceae
34	Meto huayo	<i>Caryodendron orinocense</i> H. Karst.	Euphorbiaceae
35	Moena	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae
36	Oje	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Moraceae
37	Rifari	<i>Miconia alternans</i> Naudin	Melastomataceae
38	Huayra caspi	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Moraceae
39	Palta moena	<i>Beilschmiedia curviramea</i> (Meisn.) Kosterm.	Lauraceae
40	Machinga	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	Moraceae
41	Parinari	<i>Couepia chrysocalyx</i> (Poepp.) Benth. & Hook. f.	Chrysobalanaceae
42	Pashaco	<i>Parkia nitida</i> Miq.	Fabaceae
43	Pashaquilla blanca	<i>Albizia subdimidiata</i> (Splitg.) Barneby & J.W. Grimes	Fabaceae
44	Yutobanco	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Salicaceae
45	Quillosa	<i>Vochysia vismifolia</i> Spruce ex Warm	Vochysiaceae
46	Quillovara	<i>Caraipa grandifolia</i> Mart.	Clusiaceae
47	Quinilla	<i>Chrysophyllum prieurii</i> A. DC.	Sapotaceae
48	Requía	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Meliaceae
49	Sapotillo	<i>Matisia bicolor</i> Ducke	Malvaceae
50	Charapilla	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	Fabaceae
51	Shimbillo	<i>Inga pezizifera</i> Benth.	Fabaceae
52	Tangarana	<i>Triplaris peruviana</i> Fisch. & C. A. Mey. ex C. A. Mey.	Polygonaceae
53	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
54	Yacushapana	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	Combretaceae

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

N°	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia
19	Estoraque	<i>Myroxylum balsamum</i>	Fabaceae
20	Huangana casha	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	Elaeocarpaceae
21	Huarmi caspi	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	Malvaceae
22	Huayruro	<i>Ormosia amazonica</i> Ducke	Fabaceae
23	Huimba	<i>Ceiba lupuna</i> P.E. Gibbs & Semir	Malvaceae
24	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Calophyllaceae
25	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae
26	Machimango blanco	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	Lecythidaceae
27	Machimango colorado	<i>Eschweilera albiflora</i> (DC.) Miers	Lecythidaceae
28	Machimango negro	<i>Eschweilera chartaceifolia</i> S. A. Mori	Lecythidaceae
29	Maria buena	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Fabaceae
30	Mari mari	<i>Hymenolobium nitidum</i> Benth.	Fabaceae
31	Marimari amarillo	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> Ducke	Fabaceae
32	Marupa	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
33	Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Moraceae
34	Meto huayo	<i>Caryodendron orinacense</i> H. Karst.	Euphorbiaceae
35	Moena	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae
36	Oje	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Moraceae
37	Rifari	<i>Miconia alternans</i> Naudin	Melastomataceae
38	Huaya caspi	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Moraceae
39	Palta moena	<i>Beilschmiedia curviramea</i> (Meisn.) Kosterm.	Lauraceae
40	Machinga	<i>Brosimum Lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	Moraceae
41	Parinari	<i>Couepia chrysocalyx</i> (Poepp.) Benth. & Hook. f.	Chrysobalanaceae
42	Pashaco	<i>Parkia nitida</i> Miq.	Fabaceae
43	Pashaquilla blanca	<i>Albizia subdimidiata</i> (Splitg.) Barneby & J.W. Grimes	Fabaceae
44	Yutobanco	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Salicaceae
45	Quillosisa	<i>Vochysia vismifolia</i> Spruce ex Warm	Vochysiaceae
46	Quillovara	<i>Carapa grandifolia</i> Mart.	Clusiaceae
47	Quinilla	<i>Chrysophyllum prieurii</i> A. DC.	Sapotaceae
48	Requia	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Meliaceae
49	Sapotillo	<i>Matisia bicolor</i> Ducke	Malvaceae
50	Charapilla	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	Fabaceae
51	Shimbillo	<i>Inga pezizifera</i> Benth.	Fabaceae
52	Tangarana	<i>Triplaris peruviana</i> Fisch. & C. A. Mey. ex C. A. Mey.	Polygonaceae
53	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
54	Yacushapana	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	Combretaceae

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

## Anexo 10. Constancia

# FORESTAL EL CUMBE SAC.

Dirección - LAS LOMAS K - 14 - PUNCHANA.

Celular N° 965437040

Correo Electrónico. franciscojose@hotmail.com

RUC. N° 20493307243

### CONSTANCIA

Mediante el presente documento, el señor **FRANCISCO JOSE BANCES VÁZQUEZ**, Gerente general de la Empresa **FORESTAL EL CUMBE SAC**, autoriza al Bachiller **FRANCK DAVID TALEXIO LOPEZ**, con DNI N° 76132700 utilizar para su trabajo de investigación los datos del Censo Forestal del Contrato N° **16-IQU/C-J-224-04** ubicado en el distrito de Pebas, Provincia de Ramón Castilla, Región Loreto, realizado en el año 2021.

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

Forestal "El Cumbe" S.A.C.

  
Francisco José Bances Vázquez  
Gerente General

Punchana, 21 de Julio del 2021