



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

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

TESIS

**“VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO AMBIENTAL DE SECUESTRO
DE CO₂ EN LA PARCELA VII DEL ARBORETUM “EL HUAYO” DEL CENTRO
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA FORESTAL DE PUERTO ALMENDRA,
IQUITOS. 2021”**

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

PRESENTADO POR:

VÍCTOR PABLO ESCOBEDO VELA

ASESOR:

Ing. DENILSON MARCELL DEL CASTILLO MOZOMBITE, MSc.

IQUITOS, PERÚ

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN.



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 011-CTG-FCF-UNAP-2023

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 25 días del mes de enero del 2023, a horas 12:00 a m., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis: "VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO AMBIENTAL DE SECUESTRO DE CO₂ EN LA PARCELA VII DEL ARBORETUM "EL HUAYO" DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA FORESTAL DE PUERTO ALMENDRA, IQUITOS. 2021", aprobado con R.D. Nº 0393-2021-FCF-UNAP, presentado por el bachiller VÍCTOR PABLO ESCOBEDO VELA, 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 0317-2022-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Saron Quintana Vásquez, Dra.	: Presidenta
Ing. Olguita Gronerth Escudero, Dra.	: Miembro
Ing. Abel Yafet Benites Sánchez, M.Sc.	: Miembro

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

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

La sustentación pública y la tesis han sido: *Aprobada* con la calificación de *Buena*

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

Siendo las *13:30* Se dio por terminado el acto *Académico*

Ing. SARON QUINTANA VÁSQUEZ, Dra.
Presidenta

Ing. OLGUITA GRONERTH ESCUDERO, Dra.
Miembro

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

Ing. DENILSON MARCEL DEL CASTILLO MOZOMBITE, M.Sc.
Asesor

Conservar los bosques beneficia a la humanidad ¡No lo destruyas!
Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú
www.unapíquitos.edu.pe
Teléfono: 065-225303

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

“valoración económica del servicio ambiental de secuestro de CO₂ en la parcela
VII del Arboretum “El Huayo” del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal de
Puerto Almendra, Iquitos. 2021”

MIEMBROS DEL JURADO



.....
ING. SARON QUINTANA VASQUEZ, Dra

Presidente

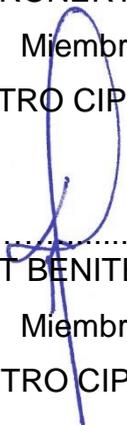
REGISTRO CIP N° 71600



.....
ING. OLGUITA GRONERTH ESCUDERO, Dra

Miembro

REGISTRO CIP N° 45894



.....
ING. ABEL YAFET BENITES SANCHEZ, M.Sc

Miembro

REGISTRO CIP N°66049



.....
ING. DENILSON MARCELL DEL CASTILLO MOZOMBITE, M.Sc.

Asesor

REGISTRO CIP N° 172011

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD.



Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

ID de Comprobación:
67129071

Fecha de comprobación:
03.05.2022 12:30:32 -05

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

Fecha del Informe:
03.05.2022 12:37:44 -05

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: **TESIS RESUMEN VICTOR PABLO ESCOBEDO VELA**

Recuento de páginas: **34** Recuento de palabras: **7197** Recuento de caracteres: **44301** Tamaño de archivo: **1.16 MB** ID de archivo: **78139284**

29% de Coincidencias

La coincidencia más alta: **9.74%** con la fuente de Internet (<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/>).

29% Fuentes de Internet 522 Página 36

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

27.2% de Citas

Citas 38 Página 37

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a mis padres Victor Alberto Escobedo Torres y Delia Marisela Vela Peres por ser el motor y fuente de motivacion en mi vida, gracias a su esfuerzo diario, sus consejos, su pasciencia y el apoyo incondicional en la parte moral y economica me ayudaron para poder llegar a ser un profesional de bien en la sociedad.

A mis hermanos y demás familiares en general por el apoyo que siempre me brindaron durante el transcurso de mi carrera universitaria.

A todos ellos, va dedicado este trabajo de investigacion.

AGRADECIMIENTO

- En primer lugar agradezco a Jesucristo, por la vida y la salud y por ayudarme a encontrar fuerzas en esos momentos difíciles de la vida.
- A la Facultad de Ciencias Forestales-Universidad Nacional de la Amazonia Peruana por darme la autorización para el desarrollo del trabajo de investigación en el Arboretum “El Huayo” ubicado en el CIEFOR, Pto Almendra.
- A los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales, por brindarme sus enseñanzas y conocimientos en toda mi carrera universitaria.
- A mis compañeros de aula, que me aceptaron con mis debilidades y fortalezas y me brindaron su amistad, confianza y apoyo.
- Finalmente a mis amigos en general, por que siempre me alentaron a seguir enforzandome para salir adelante.

ÍNDICE GENERAL

TITULO.	Pág.
PORTADA.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	ii
MIEMBROS DEL JURADO	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
INDICE DE CUADROS	x
INDICE 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	11
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	13
2.1. Formulación de la hipótesis.....	13
2.2. Variables y su operacionalización.	13

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño.....	14
3.2. Diseño muestral.....	14
3.3. Procedimientos de recolección de datos.....	15
□ Pre campo.....	15
□ Campo.....	15
□ Post campo.....	16
3.4. Procesamiento y análisis de los datos.....	16
3.4.1. Verificación y determinación de la composición florística.....	16
3.4.2. Cálculos:.....	16
3.4.3. Determinar si existe diferencia en el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO ₂ entre las especies forestales de la parcela VII del Arboretum “El Huayo”.....	20
3.5. Aspectos éticos.....	21
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	22
4.1. Composición florística.....	22
4.2. Biomasa de las especies forestales de la parcela VII.....	23
4.3. Carbono almacenado de las especies forestales de la parcela VII.....	25
4.4. Secuestro del CO ₂ en las especies forestales de la parcela VII.....	26
4.5. Valor económico del secuestro de CO ₂ de las especies forestales en la parcela VII.....	28
4.6. Diferencia entre el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO ₂ entre las especies forestales de la parcela VII del Arboretum “El Huayo”.....	29
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	32
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....	36
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.....	37
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	38

ANEXO	44
Anexo 1. Mapa de ubicación de la parcela VII del Arboretum “El Huayo”	45
Anexo 2. Base de datos de la estimación de biomasa y carbono almacenado.	46
Anexo 3. Fotografías de la toma de datos en el campo.	61
Anexo 4. Constancia del Herbarium Amazonense.	62

INDICE DE CUADROS

N°	TITULO.	Pág.
1.	COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA PARCELA VII.....	22
2.	CUANTIFICACIÓN DE LA BIOMASA AÉREA DE LAS ESPECIES FORESTALES DE LA PARCELA VII	24
3.	CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LAS ESPECIES FORESTALES DE LA PARCELA VII.....	25
4.	SECUESTRO DE CO ₂ DE LAS ESPECIES FORESTALES EN LA PARCELA VII.....	27
5.	VALOR ECONÓMICO DEL CO ₂ DE LAS ESPECIES FORESTALES EN LA PARCELA VII.....	28
6.	PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LOS DATOS REGISTRADOS EN LA PARCELA VII DEL ARBORETUM “EL HUAYO”.....	30
7.	RANGOS PROMEDIO DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DEL VALOR ECONÓMICO DEL SERVICIO AMBIENTAL DE SECUESTRO DE CO ₂ DEL BOSQUE DE TERRAZA BAJA.....	31
8.	PRUEBA DE CHI CUADRADO.	31

INDICE DE FIGURAS

Nº	TITULO	Pag.
1.	BIOMASA AÉREA DE LAS ESPECIES FORESTALES DE LA PARCELA VII	24
2.	CARBONO ALMACENADO DE LAS ESPECIES FORESTALES EN LA PARCELA VII.....	26
3.	SECUESTRO DE CO ₂ DE LAS ESPECIES FORESTALES EN LA PARCELA VII	27
4.	VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SECUESTRO DE CO ₂ DE LAS ESPECIES FORESTALES EN LA PARCELA VII.....	29

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Arboretum “El Huayo”, en la parcela VII del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal de Puerto Almendra, como área de estudio. El objetivo es valorar económicamente el servicio ambiental de secuestro de CO₂, con enfoque cuantitativo de tipo no experimental descriptivo, el estudio está basado en reducir las emisiones de gases en la atmosfera y a conservar los recursos bosques para equilibrar el ambiente.

La composición florística de la parcela VII tiene 647 árboles, siendo las principales especies *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A. *Mori* (8,35%), *Iryanthera laevis* (7,57%), *Protium paniculatum* Engl (5,72%), *Tapirira guianensis* (4,64%) y la *Iryanthera tessmanii* (4,48%). La biomasa cuantificada es de 401 549,83 Kg, el carbono almacenado es de 200,77 tC, existe, un secuestro de 735,68 tCO₂ y un valor económico del secuestro del CO₂ que asciende un total de US\$ 63 356,71 y si existe diferencia significativa en el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ entre las especies forestales en la parcela VII.

Palabras claves: Valoración económica, secuestro de CO₂, servicios ambientales, biomasa, carbono almacenado, especies forestales.

ABSTRACT

The economic valuation of CO₂ sequestration, capture and carbon stored in the study area will help us to reduce emissions and conserve forest resources to balance the environment. The present study aims to economically value the environmental service of CO₂ sequestration in plot VII of the Arboretum "El Huayo" of the Forestry Research and Teaching Center of Puerto Almendra, and this study has a descriptive non-experimental quantitative approach. The floristic composition of plot VII has 647 trees in total, being the main species *Eschweilera coriacea* (8,35%), *Iryanthera laevis* (7,57%), *Protium paniculatum Engl* (5,72%), *Tapirira guianensis* (4,64%) and *Iryanthera tessmanii* (4.48%). The quantified biomass present in the study plot is 401 549,83 kg, carbon stored 200,77 tC, there is a sequestration of 735,68 tCO₂ and an economic value of CO₂ sequestration amounting to a total of US\$ 63 356,71 and if there is a significant difference in the economic value of the environmental service of CO₂ sequestration among the forest species in plot VII.

Keywords: Economic valuation, CO₂ sequestration, environmental services, biomass, stored carbon, forest species.

INTRODUCCIÓN

Las grandes empresas industrializadas que se encuentran en los países desarrollados son culpables del desequilibrio ambiental con grandes emisiones de gases contaminantes, por ese desequilibrio a la atmósfera, es necesario, valorar las áreas boscosas como una fuente de almacenamiento de carbono y poder acceder a mercados internacionales para la venta de bonos de carbono a los países industrializados, que están comprometidos con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, resultaría muy beneficioso tanto ecológica como económicamente a nuestra región (Riofrio, 2017, p. 1).

Existe un gran aumento significativo del CO₂ a la atmósfera, y, esto se debe por la actividad antropogénica emitido por el hombre, es por ello que la captura y almacenamiento de CO₂, viene a ser una alternativa que ayudaría a mitigar sus emisiones, nos referimos, en secuestrar la gran concentración del CO₂ que originan las grandes industriales que, viene hacer una preocupación mundial al ser considerado como uno de los 6 gases que intervienen en el calentamiento global (IPCC, 2001 citado por Martes y Cairapoma, 2012, p. 59).

Ante esta perspectiva, la utilización de combustibles fósiles se podría reducir del 80% al 60%, así mismo, las emisiones del CO₂ disminuirían en un 12%. Lamentablemente los cambios de la matriz energética y la utilización de modernas tecnologías tomarían entre los 25 y 50 años para renovar totalmente los sistemas, debido a las grandes inversiones, y a su vez a la prolongada depreciación que representan los equipos y sus instalaciones, esto podría compensarse en gran

parte con el incremento eficiente de la producción, conversión y transporte/trasmisión de energía (Maza, 2019, p. 2).

Es importante investigar, por lo que, este estudio ayudará al conocimiento del potencial de fijación de carbono en la biomasa arbórea y del valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ del bosque evaluado a lo permitirá dar alternativas de pago por prestar el servicio ambiental de captura de carbono que podría generar ingresos complementarios al hogar y a los que se dedican al cuidado de los bosques (Andrade et al., 2008, p. 45).

El estudio tiene como objetivo principal valorar económicamente el servicio ambiental de secuestro de CO₂ en la parcela VII del Arboretum “El Huayo” del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal de Puerto Almendra, Iquitos. 2021.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes.

En 2016, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo, a nivel de reconocimiento y diseño estratificado que concluyó como población de estudio a todas las especies forestales con \geq a 30 cm de DAP en un área aproximada de 2555 ha. La investigación determinó que las 25 especies del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre con mayor biomasa asciende a 78 520 kg/ha que representa el 80,43% de un total de 97 620 kg/ha; donde las especies *Otoba glycyarpa*, *Virola lorentensis*, *Carapa guianensis*, *Virola pavonis* y *Virola peruviana* contienen la mayor cantidad de biomasa (23 950 kg/ha); mientras que menores valores presentan *Maquira coriacea* “capinuri”, *Macoubea sprucei* “loro micuna” y *Terminalia amazonia* “yacushapana” con 5830 kg/ha. El bosque de terraza baja con drenaje moderado presenta 53 650 kg/ha que constituye el 81,07% de un total de 66 180 kg/ha; donde *Virola albidiflora*, *Otoba parvifolia*, *Calophyllum brasiliense*, *Ocotea longifolia* y *Pouteria hispida* suman en total 15 970 kg/ha; mientras que menores valores muestran *Cedrela odorata* “cedro colorado”, *Virola albidiflora* “cumala blanca” y *Maquira coriacea* “capinuri” con 4180 kg/ha. También hace referencia que las 25 especies del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre obtuvieron un stock de carbono de 39,10 tC/ha que representa el 80,42% de un total de 48,62 tC/ha, donde *Otoba glycyarpa*, *Virola lorentensis*, *Carapa guianensis*, *Virola pavonis* y *Virola peruviana* reporten los mayores valores de 11,94 tC/ha; por el contrario, el bosque de terraza baja con drenaje moderado, muestra 26,72 tC/ha que constituye el 81,07% de un total de 32,96 tC/ha. Las especies *Virola albidiflora*, *Otoba parvifolia*, *Calophyllum brasiliense*, *Ocotea longifolia* (1,55 tC/ha) y *Pouteria hispida* contienen el mayor contenido de carbono de 7,94 tC/ha (Riofrio, 2017, pp. 36-39).

El mismo autor afirma que el secuestro de CO₂ de las 25 especies más importantes del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre presentan 143,36 tCO₂/ha (80,43%) de un total de 178,26 tCO₂/ha; mientras que el bosque de terraza baja con drenaje moderado reporta 97,95 tCO₂/ha que constituye el 81,06% de un total de 120,83 tCO₂/ha. Además, manifiesta que las especies: *Otoba glycyarpa* “cumala aguanillo” (9,81 tCO₂/ha), *Virola lorentensis* “cumala blanca” (8,93 tCO₂/ha), *Carapa guianensis* “andiroba” (8,80 tCO₂/ha), *Virola pavonis* “cumala caupuri” (8,18 tCO₂/ha) y *Virola peruviana* “cumala blanca” (8,02 tCO₂/ha) muestran el más alto contenido de secuestro de CO₂ del área evaluada (Riofrio 2017, pp. 40, 41). Las 25 especies con mayor valor económico del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre es de US\$ 520,88/ha (64,90%) de un total de US\$ 802,09/ha; del mismo modo, el bosque de terraza baja con drenaje moderado reporta 337,88 US\$/ha (62,14%) de un total de US\$ 543,73/ha. Asimismo, indica que la especie *Otoba glycyarpa* del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre contiene el mayor valor económico (US\$ 44,14/ha); mientras que para el bosque de terraza baja con drenaje moderado le corresponde la especie *Virola albidiflora* (US\$ 29,27/ha) (Riofrio, 2017, p. 42).

En 2019, se desarrolló una investigación de tipo cuantitativo, descriptivo y de nivel básico que incluyó como población de estudio a todas las especies forestales con DAP ≥ DMC. Los resultados indican para el bosque de terraza baja una biomasa total de 23 542,370 kg, donde la cumala (3 051,250 kg) muestra la mayor cantidad de biomasa, seguida de pashaco, machimango, tornillo, añuje rumbo, mari mari, aguanillo y cumala llorona con 11 575,190 kg (Vásquez, 2019, p. 32). El stock de carbono asciende a 11 771,18 tC, donde cumala (1 525,63 tC), muestra la mayor

cantidad, seguida de pashaco (1 324,98 tC), machimango (971,06 tC) y aguanillo con 2984,56 tC; mientras que las especies con menor stock de carbono lo constituyen shihuahuaco, lupuna, charapilla, chontaquiro y moena con 325,44 tC (Vásquez, 2019, p. 40). El secuestro de CO₂ asciende a 43 131,98 tCO₂, donde cumala secuestra la mayor cantidad de CO₂ (5 590,20 tCO₂), seguida de pashaco, machimango, tornillo, añuje rumo, mari mari y aguanillo con 19 212,20 tCO₂ (Vásquez, 2019, p. 45). El valor económico del servicio para todo el bosque es de USD 1 215 027,74. Asimismo, las especies cumala (USD 157 475,98), pashaco (USD 136 765,08) y machimango (USD 100 233,71) presentan el mayor valor económico de CO₂; mientras que caharapilla (USD 6 602,87), lupuna (USD 6 461,50) y shihuahuaco (USD 6 034,12) contienen menor valor (Vásquez, 2019, p. 50).

En el 2021, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo, cuantitativo, transversal, de nivel básico, basado en el inventario de todos los individuos arbóreos con DAP = 10 cm de la cuenca del río Mazán que incluyó como población de estudio especies forestales existentes en un bosque de colina baja. La investigación determinó que, el carbono total almacenado en la biomasa de las especies forestales presentes en el bosque de colina baja es de 2143,22 tC, con un promedio de 14,38 tC por especie (máx. 182,50 tC, mín. 0,03 tC). *Eschweilera* sp. tienen el mayor stock de carbono de 182,50 tC, seguida de *V. sebifera* con 145,90 tC, *I. altissima* con 102,62 tC, *O. parvifolia* con 92,33 tC, y *A. gigantifolia* con 89,51 tC y En cuanto al secuestro de CO₂, el bosque de colina baja acumula 7853,17 tCO₂ con un promedio de 52,71 tCO₂ por especie (máx, 668,71; mín. 0,12 tCO₂). *Eschweilera* sp. tiene el mayor valor con 668,71 tCO₂, seguido de *V. sebifera* con 534,61 tCO₂, *I. altissima* con 376,00 tCO₂, *O. parvifolia* con 338,32 tCO₂ y *A.*

gigantifolia con 327,99 tCO₂, como las más representativas y Las 20 especies muestran el más alto valor económico del bosque de colina baja que asciende a USD 250 892,15 que representa el 61,81% de un total de USD 405 939,76. Asimismo, se observa que la especie *Eschweilera* sp. es la que presenta el mayor valor económico con USD 34 566,40 seguido de *V. sebifera* con USD 27 634,84 (8,52% y 6,81% respectivamente) (Arirama, 2021, p, 25).

En el 2022, se desarrolló una investigación tipo cuantitativo transversal, con diseño no experimental, de nivel descriptivo comparativos que incluyó como población de estudio al 100% de árboles forestales mayor o igual a 10 cm de DAP de la parcela V del arboretum. La investigación determinó que el secuestro de CO₂, en la parcela V del Arboretum El Huayo acumula 450,84 t. *Alchornea triplinervia* tiene el mayor valor con 74,06 tCO₂, seguido de *Dimorphandra macrostachya* con 28,15 t y *Brosimum utile* 16,94 tC y también, muestran el más alto valor económico que asciende a € 22087,14 que equivale al 64,97 % de un total de € 34408,37. También se puede observar que las tres especies forestales con mayor valor económico son las siguientes: *Alchornea triplinervia* con € 5652,22; *Dimorphandra macrostachya* con € 2148,12 y *Brosimum utile* con € 1292,85. (Cabrera, 2022, p. 26,28).

En el 2016, se desarrolló una investigación tipo descriptivo correlacional de nivel básico que incluye como población de estudios a todas las especies forestales existentes en la parcela 8 del Arboretum EL huayo. La investigación determinó el secuestro en la parcela 8, por lo que existe un total de 241,79 tCO₂ en toda el área de estudio, siendo la familia Fabaceae, con 9 especies y 66 individuos, la que presenta el mayor secuestro de CO₂ con 63,18 tCO₂, seguido de la familia Lecythidaceae, con 8 especies y 115 individuos, que contiene 51,99 tCO₂ y lo valoro

económicamente secuestro de CO₂ en cada individuo existente en la parcela 8, por lo que existe un total de USD 1619,98/tCO₂ en toda el área de estudio, siendo la familia Fabaceae, con 9 especies y 66 individuos, la que presenta el mayor valor económico con USD 422,97/tCO₂, seguido de la familia Lecythidaceae, con 8 especies y 115 individuos, que contiene USD 348,05/tCO₂. (Espíritu, 2016, p. 32).

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 de los árboles puede estimarse también por un método distinto al empleo de modelos alométricos de biomasa. Generalmente, a través de inventario se cuenta con el volumen comercial o total. Para llevar este volumen a biomasa es necesario contar con la densidad básica de la madera, la cual permite transformar los volúmenes húmedos en biomasa (Álvarez, 2008, p. 22).

La captura de carbono se refiere a la cantidad de carbono fijado en la biomasa de los organismos vivos que se gana año con año conforme crecen, dependiendo de la especie y la sanidad de los árboles. Los estudios consideran principalmente ecosistemas forestales y la información previa para la estimación de la captura de carbono es parte de un inventario forestal expresado en metros cúbicos por hectárea y el incremento corriente anual expresado en metros cúbicos por hectárea al año (es decir crecimiento o ganancia de biomasa) (Ordoñez, 2008, p. 39).

IPCC (2007 citado por Gurmendi y Orihuela, 2019, p. 9), define al dióxido de carbono (CO₂) como un gas que existe espontáneamente y como subproducto del

quemado de combustibles fósiles procedentes de depósitos de carbono de origen fósil, como el petróleo, el gas o el carbón, de la quema de biomasa, o de los cambios de uso de la tierra y otros procesos industriales. Es el gas de efecto invernadero antropógeno que más afecta al equilibrio radiactivo de la Tierra. Es el gas de referencia para la medición de otros gases de efecto invernadero y, por consiguiente, su potencial de calentamiento mundial es igual a 1.

Los bosques representan un papel importante en la regulación del clima mundial a nivel local y regional dado su papel para mantener temperaturas ambientales más bajas o la humedad relativa más elevada; su importancia radica en la intervención en la dinámica del carbono que puede ser como emisores de carbono (aproximadamente la cuarta parte de emisiones globales provienen de la quema de bosques, deforestación, cambio de usos de suelo y la erosión) y como parte de almacenaje del mismo, por lo último estos pueden representar un papel clave en la generación de reducciones de carbono (Jiménez, 2010 citado por Gurmendi y Orihuela, 2019, p. 17).

Con la valoración económica se puede determinar el costo-beneficio de los bosques que contribuyen a la formulación de proyectos de conservación. Así como, entender que la naturaleza, además, comprende una amplia vegetación, flujos de manantiales, micro hábitats y formaciones geológicas atípicas que ofrecen otros servicios ecosistémicos que incrementan aún más su valor (Maza 2019, p. 33).

Castañón del Valle (2006 citado por Maza, 2019, p. 33), considera que, para analizar el sistema de valoración del daño ambiental, debemos entender claramente que es “Medio Ambiente”, esta aclaración conceptual debe ser la antesala de una correcta investigación. Determinando la noción de medio ambiente,

podríamos entender que es un daño ambiental, y de esta forma comprender mejor las dificultades que presenta su valoración. Y de esta forma, se puede asumir qué conductas resultan lesivas, y hasta dónde y en qué circunstancias se puede valorar el daño ambiental ocurrido. Una primera definición se encuentra enunciado por la Real Academia Española de la Lengua, que define el Medio como “el conjunto de circunstancias exteriores a un ser vivo”. Etimológicamente, Ambiente se deriva del latín “Ambiens”, “entis”, que significa lo que rodea o cerca. Asumiendo una visión netamente lexicológica podemos encontrarnos ante el participio activo del verbo ambere, rodear, y éste derivado de ire. Por lo anteriormente expuesto se puede expresar que las palabras “medio” y “ambiente” son sinónimas. Con esta conclusión coinciden prácticamente la totalidad de los investigadores.

Es necesario indicar que en los procesos de valoración económica es importante analizar y cuantificar las variaciones en calidad o cantidad del recurso natural, para el cálculo del bien o servicio ambiental, no se considera el valor de un bosque, un árbol, el agua, la flora y fauna, debido a que estos recursos son invaluable, lo que se realiza es una aproximación de lo que la población considera sobre la existencia del recurso natural o sobre el costo que deba realizarse para recuperar el recurso degradado (Maza 2019, p. 34).

Es importante reconocer la existencia de una mutua dependencia entre la sociedad y su economía con los ecosistemas, y desde este punto de vista existe la necesidad de asignar un valor a los sistemas ecológicos, buscando establecer premisas conceptuales y metodológicas, que permitan abordar en forma real y eficaz la crisis ambiental, la ecología está intentando incorporar la dimensión humana al

entendimiento del funcionamiento, organización y dinámica de los ecosistemas (Maza 2019, p. 35).

La valoración económica está planteándose como un instrumento fundamental para la toma de decisiones que representen cambios en el medio-ambiente, que incluya las áreas naturales protegidas. En países, como Estados Unidos, los trabajos de valoración económica representan validez legal para que las personas o comunidades afectadas por afectaciones ambientales puedan plantear reparaciones económicas (Maza 2019, p. 35).

Es necesario que, al brindar un valor monetario a los servicios ambientales, se establezcan los incentivos y penalidades en relación a la conservación del entorno. Esto estaría basado en el principio “el que contamina paga” expresado en otra forma sería, “el que se beneficia que pague”. En base a este principio se está implementando últimamente en algunos países, mecanismos de “pagos por servicios ambientales”, de tal forma que se garantice la sostenibilidad de la generación de los mismos en el tiempo (Herrador, 1999, citado por Araujo, 2014, p. 15).

También es necesario mencionar los servicios ecosistémicos, que Son aquellos beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos, que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas, tales como la regulación hídrica en cuencas, el mantenimiento de la biodiversidad, el secuestro de carbono, la belleza paisajística, la formación de suelos, la provisión de recursos genéticos, entre otros (MINAN, 2021, p. 16).

1.3. Definición de términos básicos

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

Arboreto o Arboretum: Jardín botánico dedicado primordialmente a árboles y otras plantas leñosas, que forman una colección de árboles vivos con la intención al menos parcialmente de estudiarlos científicamente (Wikipedia, 2022).

Arboretum “El Huayo”: Jardín Botánico que pertenece al Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR) de la Facultad de Ciencias Forestal (FCF) de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), se encuentra ubicado en Puerto Almendras, distrito de San Juan Bautistas, Provincia de Maynas de la Región Loreto (BGCI, 2022).

Biomasa: Es el peso (o estimación equivalente) de materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal por encima y por debajo del suelo. Normalmente es cuantificada en toneladas por hectárea de peso verde o seco. (González, 2008 citado por Gurmendi y Orihuela, 2019, p. 39).

Bosque de terraza media: Se ubican sobre tierras altas con pendientes que varían entre 0% a 15%, presenta un estrato superior relativamente heterogéneo. Son áreas relativamente planas con drenaje moderado, están libres de inundaciones y el vigor de la vegetación es moderado (FROFONANPE 2007, p. 18).

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. Su símbolo es C y su número atómico 6. El carbono permanentemente ingresa en la atmósfera en la forma de dióxido de carbono, metano y otros gases (Lino, 2009, p. 16).

Dióxido de carbono (CO₂): 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 (Real Academia Española, 2010, p. 1).

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

Servicio ambiental: Para el caso particular de los recursos forestales, la producción de tales servicios está determinada por las características de las áreas naturales y su entorno socioeconómico (Torres y Guevara, 2002, pp. 40, 41).

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: Es el valor de un activo, el cual le permite a las personas satisfacer necesidades humanas, espirituales, estéticas o de producción de algún producto comercializable (Barbier, 1993 citado por Gurmendi y Orihuela, 2019, p. 31).

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis.

Existe diferencia en el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ entre las especies forestales en la parcela VII del Arboretum “El Huayo” del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal de Puerto Almendra, Iquitos. 2021.

2.2. Variables y su operacionalización.

Variable	Definición conceptual	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
Independiente Especies forestales	Se encuentra generalmente a un nivel superior del río, por tal condición se inunda periódicamente, cuya composición florística es muy variada.	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> - Número de individuos - Número de especies - Número de géneros - Número de familias 	Continuas	Fichas de registro de las especies forestales existentes en el bosque de estudio
Dependiente Valoración económica del servicio ambiental de secuestro de CO ₂	Valor monetario de servicio ambiental de secuestro de CO ₂ ofertado por los bosques en un determinado momento.	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> - Biomasa - Stock de carbono - Secuestro de CO₂ 	Continuas	<p>Formato de registro de información dasométrica, biomasa y carbono almacenado de los individuos arbóreos de las especies forestales.</p> <p>Base de datos del inventario y la hoja de cálculos en Excel.</p>

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño.

La investigación es de enfoque cuantitativo, del tipo no experimental, descriptivo, y de nivel básico. El diseño es no experimental, basado en el registro de los datos dasométricos de todos los individuos arbóreos existentes en la parcela VII del Arboretum “El Huayo” del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal de Puerto Almendra, Iquitos. 2021.

El desarrollo de la investigación se realizó en la parcela VII del Jardín Botánico Arboretum “El Huayo” del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal Puerto Almendra de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, cuya superficie aproximada es de 18,8 ha (1000 m x 225 m). Las coordenadas UTM que enmarcan el área de estudio es de 680729 E y 9576316 N, con una altitud aproximada de 120 msnm. Políticamente se encuentra en la provincia de Maynas, Distrito de San Juan Bautista, Región Loreto (Ver Anexo 2) (Del Castillo, 2016, p. 14).

3.2. Diseño muestral.

La población de estudio estuvo conformada por todos los individuos arbóreos de la parcela VII del Jardín Botánico “El Huayo” del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal Puerto Almendra de la Universidad Nacional de Amazonia Peruana. La muestra estuvo constituida por todos los individuos arbóreos de la parcela VII con $DAP \geq 10$ cm.

3.3. Procedimientos de recolección de datos.

- **Pre campo.**

En esta fase se planificó el trabajo de campo, para lo cual se utilizó mapas preliminares de la zona de estudio, donde se ubicó la parcela VII del arboretum y se seleccionó los materiales que fueron utilizados en las actividades de campo. Asimismo, se realizaron las coordinaciones correspondientes con la dirección del CIEFOR Puerto Almendra a fin de obtener el permiso para acceder al área de estudio.

- **Campo.**

Se ubicó, reconoció y delimitó la parcela VII del arboretum “El Huayo”; teniendo en cuenta que el área total de dicha parcela (1,2 ha). Luego se realizó el inventario de todas las especies arbóreas con DAP \geq 10 cm existentes en la parcela, se tomó información relacionada al nombre común, DAP y altura total al momento de ser inventariado. También se colectaron muestras botánicas de las especies encontradas, las cuales fueron llevadas al Herbarium Amazonense que, mediante comparación con muestras botánicas de su colección, determinaron el nombre científico y la familia correspondiente. Con el fin de facilitar el trabajo de campo se contó con una brigada de inventario que consistió en un matero, un asistente que midió el DAP, la altura total y la georreferenciación de cada individuo, y un jefe de brigada que registró todos los datos en un formato de toma de datos adecuadamente diseñado para el estudio (Anexo 3). Para estimar la altura de cada árbol se utilizó un clinómetro y una wincha para medir la distancia del operador con el árbol.

- **Post campo.**

Después de obtener los datos necesarios dentro de la fase de campo se procedió a la recopilación, organización y digitalización de toda la información indispensable en una hoja electrónica de Microsoft Excel para el procesamiento de los datos, que permitió obtener los resultados en cuadros y figuras para el análisis, las conclusiones y recomendaciones del documento final.

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 inventario forestal ejecutado en el bosque de estudio en el año 2021. Para tal efecto, se utilizó los formatos de cálculo de la biomasa y carbono almacenado, por cada individuo arbóreo y por cada especie, consignados en el Anexo 4.

3.4.1. Verificación y determinación de la composición florística.

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

3.4.2. Cálculos:

- **Cálculo del diámetro a la altura del pecho (DAP).**

Se utilizó una cinta métrica graduada en mm y se midió la circunferencia del árbol a la altura del pecho (1,30 m), con este valor se determinó el DAP del árbol.

$$DAP=c/\pi$$

Dónde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho (1,30 m)

c = Medida de la circunferencia en metros;

π = 3,1416

- **Cálculo de la altura total.**

Se determinó la altura de cada árbol haciendo uso de la fórmula del clinómetro

(Vidal *et al.*, 2013 citado por Espíritu, 2016, p. 24).

$$Ht = \{(Lc/100) * d\} + ho$$

Dónde:

Ht = Altura total del árbol (m);

Lc = Lectura del clinómetro (%);

d = Distancia entre el operador y el árbol (m);

ho = Altura del operador (m), (altura desde el piso hasta el ojo del operador)

- **Cálculo de la biomasa seca aérea.**

Se empleó la fórmula propuesta por Chave *et al.*, (2014, p. 6):

$$Ba = 0,0673 * (\rho * DAP^2 * H)^{0,976}$$

Dónde:

Ba = Biomasa aérea total (en kg)

ρ = Densidad básica de la madera (g/cm³)

DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm)

H = Altura total del árbol (m)

El valor de la densidad básica de la madera de las especies registradas en el inventario fue extraído de la base de datos de densidades a nivel mundial de Zanne (*et al.*, 2009), quienes consignan valores de la densidad básica a nivel de especie, género y familia. El mismo autor menciona que, en caso de no contar con el valor

de la densidad de una especie en particular en la base de datos, se optó por utilizar el valor de $0,63 \text{ g/cm}^3$ que es la densidad media universal.

- **Cálculo de la biomasa radicular.**

Se estimó 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).

$$B_t = B_{sa} + Br$$

Dónde: B_t = Biomasa total (kg); B_{sa} = Biomasa seca 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 corresponde al agua contenida en la biomasa.

- **Cálculo del carbono almacenado.**

Para la estimación indirecta por hectárea del contenido de carbono en la biomasa aérea del bosque, se tiene estimado que aproximadamente el 50% de la biomasa vegetal corresponde al carbono, por lo cual para estimar el stock de carbono total se multiplicó la biomasa total (BT) por el factor 0,5 en ausencia de información específica (Quiceno, Tangarife y Álvarez, 2016, p. 185).

$$CT = BT * 0,5$$

Dónde:

CT = Carbono almacenado (ton/ha)

BT = Biomasa total (ton/ha).

0,5 = Factor de conversión a carbono

- **Cálculo del secuestro de CO₂**

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):

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

Dónde:

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

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

3,6642 = Factor de conversión de carbono a CO₂, resultante del cociente de los pesos molecular del dióxido de carbono y peso atómico del carbono. Así:
(Peso molecular del CO₂)/(Peso atómico del carbono).

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

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

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

Para estimar el valor económico del secuestro de CO₂, se procedió a multiplicar la cantidad total de CO₂ 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 SENDECO₂, para el mes de noviembre de 2022.

Precios CO ₂ (SPOT)	EUA	CER
Último cierre (14-11-2022)	75,05 €	€ 0,00
Media de las últimas 5 sesiones	74,39 €	€ 0,00
Media de las últimas 30 sesiones	72,09 €	€ 0,00
Media de los últimos 12 meses	80,12 €	€ 0,00

Fuente: www.sendeco2.com 1Euro = 1,04 dólares

3.4.3. Determinar si existe diferencia en el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ entre las especies forestales de la parcela VII del Arboretum “El Huayo”.

La normalidad de los datos se determinó mediante las pruebas de Kolmogorov--Smirnov, utilizando 75 datos elegidos al azar (Cinco datos por especie más representativa) del valor económico del servicio ambiental del secuestro de CO₂ de las especies forestales de la parcela VII del Arboretum “El Huayo”. Para lo cual se plantearon la siguiente hipótesis:

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

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 CO₂ de las especies forestales de la parcela VII del Arboretum el Huayo, 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:

Hipótesis nula (H₀): No existe diferencia en el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO ₂ entre las especies forestales en la parcela VII del Arboretum “El Huayo” del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal de Puerto Almendra, Iquitos. 2021.	$p\text{-valor} > 0,05$
Hipótesis alterna (H₁): Existe diferencia en el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO ₂ entre las especies forestales en la parcela VII del Arboretum “El Huayo” del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal de Puerto Almendra, Iquitos. 2021.	$p\text{-valor} < 0,05$

3.5. Aspectos éticos.

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

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Composición florística.

La formación vegetal y su dinámica cumple una función principal, de garantizar un ecosistema sostenible y un desarrollo adecuado siendo un indicador de su composición y funcionamiento de hábitat. En el cuadro 1 se muestra la composición florística de la parcela VII donde se registró 647 árboles y 15 especies importantes dentro de las parcelas. Se presenta cinco especies más representativas; *Eschweilera coriacea* “machimango blanco” de la familia Lecythidaceae que representa el 8,35%, *Iryanthera laevis* “cumala colorada” de la familia Myristicaceae que representa el 7,57%, *Protium paniculatum* Engl “copal” de la familia Burseraceae que representa el 5,72%, *Tapirira guianensis* “wira caspi” de la familia Anacardiaceae que representa el 4,64% y la *Iryanthera tessmannii* “cumalilla” de la familia Myristicaceae que representa el 4,48%.

CUADRO 1. Composición florística de la parcela VII

Nº	Nombre común	Nombre Científico	Familia	Nº de Árboles
1	Machimango blanco	<i>Eschweilera coriacea</i>	Lecythidaceae	54
2	Cumala colorada	<i>Iryanthera laevis</i>	Myristicaceae	49
3	Copal	<i>Protium paniculatum</i>	Burseraceae	37
4	Wira caspi	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae	30
5	Cumalilla	<i>Iryanthera tessmannii</i>	Myristicaceae	29
6	Sacha uvilla	<i>Pourouma minor</i>	Urticaceae	28
7	Shimbillo	<i>Inga alba</i>	Fabaceae	19
8	Shiringa	<i>Hebea pauciflora</i>	Euphorbiaceae	15
9	Requia	<i>Guarea macrophylla</i>	Meliaceae	14
10	Achotillo	<i>Nephelium lappaceum</i>	Elaeocarpaceae	13
11	Cumala blanca	<i>Virola sebifera</i>	Myristicaceae	13
12	Shiringa masha	<i>Micrandra spruceana</i>	Euphorbiaceae	13
13	Pashaco	<i>Parkia velutina</i>	Fabaceae	12
14	Polvora caspi	<i>Mabea nitida</i>	Euphorbiaceae	11
15	Tangarana	<i>Tachigali bracteosa</i>	Fabaceae	11
Sub total				348
Otros sp.				299
Total				647

Las cinco especies menos representativas muestran *Trichilia euneura* “requia negra” de la familia Meliaceae, *Miconia punctata* “rifari colorado” de la familia Chrysobalanaceae, *Heisteria duckei* “sombbrero caspi” de la familia Olacaceae, *Casearia pitumba* “tuninachi” de la familia Salicácea y *Buchenavia grandis* “yacushapana” de la familia Combretácea con 0,15% cada especie.

4.2. Biomasa de las especies forestales de la parcela VII.

La biomasa es la materia orgánica muy importante en los ecosistemas forestales, en el en el cuadro 2 y figura 1 del área de estudio se presentan los mayores valores. La biomasa seca aérea asciende a un total de 334 624, 86 kg, su biomasa radicular es de 66 924,97 kg y la biomasa total es de 401 549,83 kg. Dentro de las 15 especies más representativas en la parcela de estudio del bosque de terraza media, una de las primeras especies es *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A. Mori con 50 502,58 kg de biomasa aérea, 10 100,52 kg de biomasa seca radicular y con 60 603,10 kg de biomasa total; seguida de *Cariniana decandra* con 23 341,80 kg de biomasa aérea, 4668,36 kg de biomasa seca radicular y 28 010 kg de biomasa total, *Micranda spruceana* contiene 19 718, 74 kg de biomasa aérea, 3943 kg de biomasa seca radicular y 23 662,49 kg de biomasa total, *Brosimum utile* contiene 19 528,52 kg de biomasa aérea, 3905,70 kg de biomasa seca radicular y 23 434,23 kg de biomasa total y *Cedrelinga cateniformis* reporta 14 366,59 kg de biomasa aérea, 2873,32 kg de biomasa seca radicular y 17 239 kg de biomasa total; mientras que menor valor contienen *Simaba polyphylla* con 36,20 kg de biomasa aérea, 7,24 kg de biomasa seca radicular y 43,44 kg de biomasa total y *Hevea macrophylla* con 29,56 kg de biomasa aérea, 5,91 kg de biomasa seca radicular y 35,47 kg de biomasa total.

CUADRO 2. Cuantificación de la biomasa aérea de las especies forestales de la parcela VII

Nº	Especies	Biomasa seca aérea (kg)	Biomasa radicular (kg)	Biomasa total (kg)
1	<i>Eschweilera coriacea</i>	50502,58	10100,52	60603,10
2	<i>Cariniana decandra</i>	23341,80	4668,36	28010,16
3	<i>Micrandra spruceana</i>	19718,74	3943,75	23662,49
4	<i>Brosimum utile</i>	19528,52	3905,70	23434,23
5	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	14366,59	2873,32	17239,91
6	<i>Pourouma minor</i>	13362,63	2672,53	16035,16
7	<i>Iryanthera laevis</i>	13319,93	2663,99	15983,91
8	<i>Chrysophyllum prieurii</i>	10604,74	2120,95	12725,68
9	<i>Protium paniculatum Engl</i>	10081,39	2016,28	12097,67
10	<i>Tachigali bracteosa</i>	9837,32	1967,46	11804,79
11	<i>Parkia velutina</i>	9534,53	1906,91	11441,43
12	<i>Nephelium lappaceum</i>	9525,12	1905,02	11430,14
13	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	7030,85	1406,17	8437,02
14	<i>Iryanthera tessmannii</i>	6450,33	1290,07	7740,40
15	<i>Tapirira guianensis</i>	5518,88	1103,78	6622,66
Sub total		222723,95	44544,79	267268,74
Otros sp.		111900,90	22380,18	134281,08
Total		334624,86	66924,97	401549,83

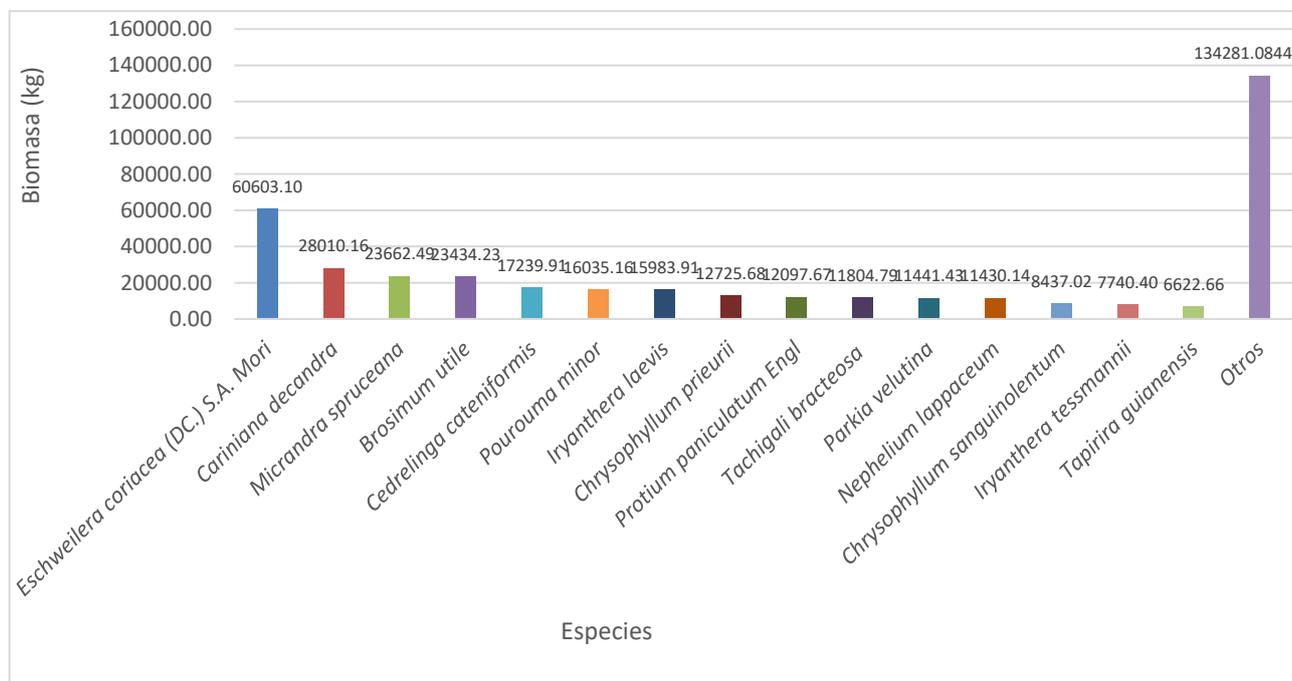


FIGURA 1. Biomasa aérea de las especies forestales de la parcela VII

4.3. Carbono almacenado de las especies forestales de la parcela VII.

Este componente químico no metálico está permanentemente en la atmósfera en forma de dióxido de carbono, metano y otros gases que a su vez permite determinar los servicios ecosistémicos.

En el cuadro 3 y figura 2 muestra la cuantificación del carbono almacenado en las especies forestales con un total de 200,77 tC. Siendo la más representativa *Eschweilera coriácea* con 30,30 tC, le sigue *Cariniana decandra* 14,01 tC y *Micrandra spruceana* 11,83 tC. Teniendo en total 200,77 tC almacenado en el área de estudio.

CUADRO 3. Cuantificación del carbono almacenado en las especies forestales de la parcela VII.

Nº	Especies	Biomasa total (Kg)	Carbono almacenado	
			(Kg)	(tC)
1	<i>Eschweilera coriacea</i>	60603,10	30301,55	30,30
2	<i>Cariniana decandra</i>	28010,16	14005,08	14,01
3	<i>Micrandra spruceana</i>	23662,49	11831,24	11,83
4	<i>Brosimum utile</i>	23434,23	11717,11	11,72
5	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	17239,91	8619,95	8,62
6	<i>Pourouma minor</i>	16035,16	8017,58	8,02
7	<i>Iryanthera laevis</i>	15983,91	7991,96	7,99
8	<i>Chrysophyllum prieurii</i>	12725,68	6362,84	6,36
9	<i>Protium paniculatum Engl</i>	12097,67	6048,83	6,05
10	<i>Tachigali bracteosa</i>	11804,79	5902,39	5,90
11	<i>Parkia velutina</i>	11441,43	5720,72	5,72
12	<i>Nephelium lappaceum</i>	11430,14	5715,07	5,72
13	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	8437,02	4218,51	4,22
14	<i>Iryanthera tessmannii</i>	7740,40	3870,20	3,87
15	<i>Tapirira guianensis</i>	6622,66	3311,33	3,31
Sub total		267268,74	133634,37	133,63
Otros sp.		134281,08	67140,54	67,14
Total		401549,83	200774,91	200,77

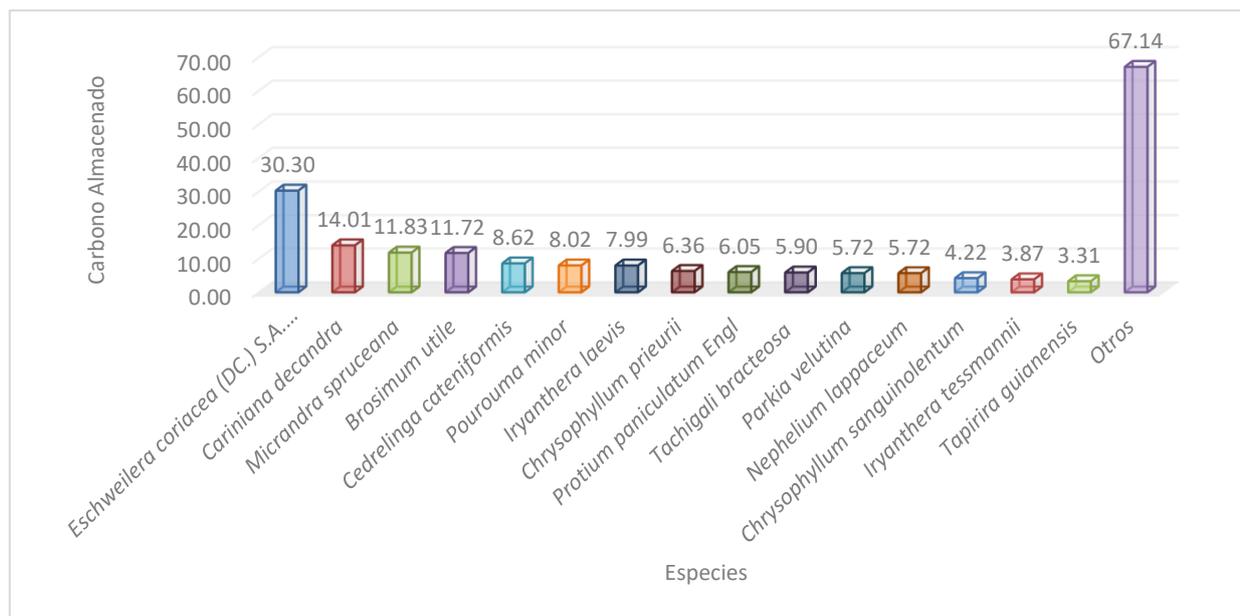


FIGURA 2. Carbono almacenado de las especies forestales en la parcela

VII

Además, dentro de las 15 especies más representativas, esta *Eschweilera coriacea* (30,30 tC), *Cariniana decandra* (14 tC), *Micandra spruceana* (11,83 tC), *Brosimum utile* (11,72 tC) y *Cedrelinga cateniformis* (8,62 tC); por el contrario, menores valores reportan *Simaba polyphylla* (0,02 tC) y *Hevea macrophylla* (0,01 tC).

4.4. Secuestro del CO₂ en las especies forestales de la parcela VII.

En el cuadro 4 se presenta el secuestro de CO₂ de las 15 especies con mayor contenido de dióxido de carbono. Los resultados indican que el secuestro de CO₂ es de 735,68 tCO₂ que representa el 66,56% del total. Las especies que reportan mayor secuestro son *Eschweilera coriacea* (111,03 tCO₂), *Cariniana decandra* (51,32 tCO₂), *Micandra spruceana* (43,35 tCO₂), *Brosimum utile* (42,93 tCO₂) y *Cedrelinga cateniformes* (31,59 tCO₂).

CUADRO 4. Secuestro de CO₂ de las especies forestales en la parcela VII.

Nº	Especies	Carbono Almacenado (tC)	Secuestro CO ₂ (tCO ₂)
1	<i>Eschweilera coriacea</i>	30,30	111,03
2	<i>Cariniana decandra</i>	14,01	51,32
3	<i>Micrandra spruceana</i>	11,83	43,35
4	<i>Brosimum utile</i>	11,72	42,93
5	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	8,62	31,59
6	<i>Pourouma minor</i>	8,02	29,38
7	<i>Iryanthera laevis</i>	7,99	29,28
8	<i>Chrysophyllum prieurii</i>	6,36	23,31
9	<i>Protium paniculatum Engl</i>	6,05	22,16
10	<i>Tachigali bracteosa</i>	5,90	21,63
11	<i>Parkia velutina</i>	5,72	20,96
12	<i>Nephelium lappaceum</i>	5,72	20,94
13	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	4,22	15,46
14	<i>Iryanthera tessmannii</i>	3,87	14,18
15	<i>Tapirira guianensis</i>	3,31	12,13
Sub Total			489,66
Otros sp.			246,02
Total			735,68

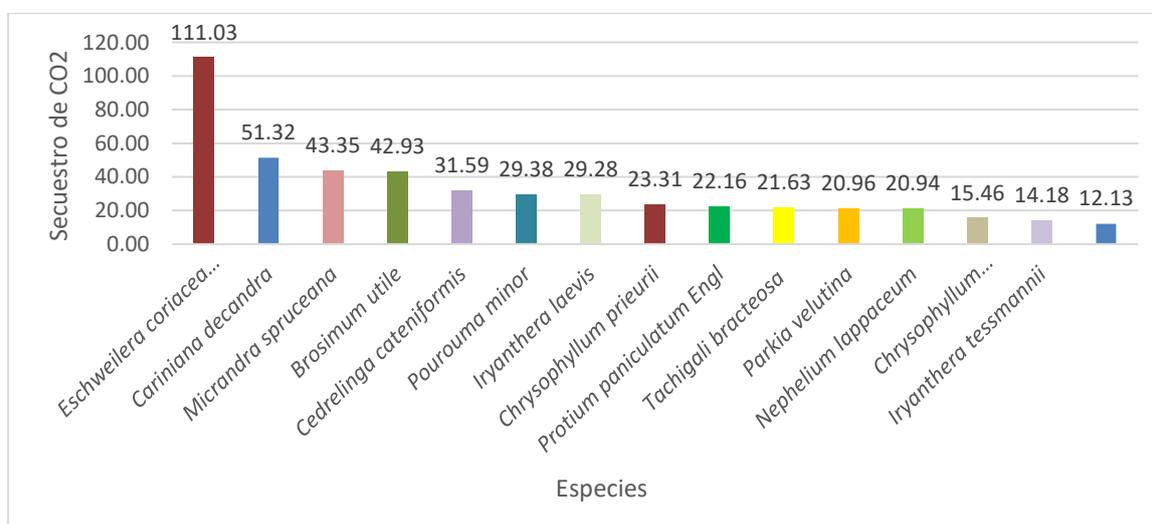


FIGURA 3. Secuestro de CO₂ de las especies forestales en la parcela VII

4.5. Valor económico del secuestro de CO₂ de las especies forestales en la parcela VII.

En el cuadro 8 se presenta el valor económico del secuestro del CO₂ del bosque de terraza media. Es importante mencionar que las 15 especies reportan un valor económico del servicio para para la parcela de US \$38219,18 que representa el 66,56% de un total de US \$57421,25.

CUADRO 5. Valor económico del CO₂ de las especies forestales en la parcela VII.

Nº	Especies	Secuestro CO ₂	Valoración (USD)	Valoración (S/)
1	<i>Eschweilera coriacea</i>	111,03	8666,19	33364,82
2	<i>Cariniana decandra</i>	51,32	4005,43	15420,90
3	<i>Micrandra spruceana</i>	43,35	3383,71	13027,30
4	<i>Brosimum utile</i>	42,93	3351,07	12901,63
5	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	31,59	2465,29	9491,37
6	<i>Pourouma minor</i>	29,38	2293,01	8828,10
7	<i>Iryanthera laevis</i>	29,28	2285,68	8799,89
8	<i>Chrysophyllum prieurii</i>	23,31	1819,76	7006,08
9	<i>Protium paniculatum Engl</i>	22,16	1729,96	6660,33
10	<i>Tachigali bracteosa</i>	21,63	1688,07	6499,08
11	<i>Parkia velutina</i>	20,96	1636,11	6299,04
12	<i>Nephelium lappaceum</i>	20,94	1634,50	6292,82
13	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	15,46	1206,49	4644,97
14	<i>Iryanthera tessmannii</i>	14,18	1106,87	4261,45
15	<i>Tapirira guianensis</i>	12,13	947,03	3646,08
Sub total			38219,18	147143,85
Otros			19202,07	73927,97
Total			57421,25	221071,82

Las especies *Eschweilera coriácea* (US\$ 8666,19), *Cariniana decandra* (US\$ 4005,43), *Micrandra spruceana* (US\$ 3383,71), *Brosimum utile* (US\$ 3351,07) y *Cedrelinga cateniformes* (US\$ 2465,29), son especies que más sobresalen con el valor económico que contienen mayor valor; mientras que *Annona cuspidata* (US\$ 7,09), *Simaba polyphylla* (US\$ 6,21) y *Hevea macrophylla* (US\$ 5,60), presentan menor valor.

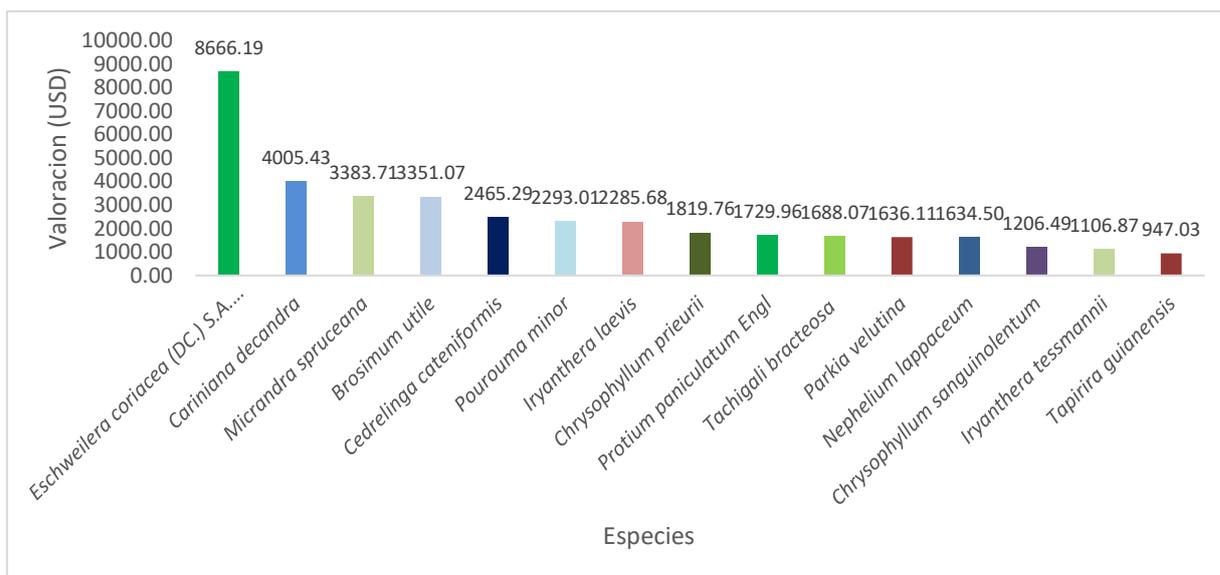


FIGURA 4. Valoración económica del Secuestro de CO₂ de las especies forestales en la parcela VII.

4.6. Diferencia entre el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ entre las especies forestales de la parcela VII del Arboretum “El Huayo”.

Para identificar si los datos del valor económico del secuestro de CO₂ de 70 datos elegidos al azar (5 datos por especie) registrados en el inventario forestal llevado a cabo en la parcela VII del Arboretum “El Huayo” no tienen distribución normal, se sometieron a la prueba de normalidad utilizando el modelo de Kolmogorov-Smirnov. El cuadro 6 muestra el resultado de dicha prueba.

Teniendo en consideración que $n = 70$, se escogió para el análisis el resultado de la prueba del modelo de Kolmogorov-Smirnov^a, 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 una distribución normal. Por lo

tanto, para efectuar la prueba de hipótesis del valor económico del secuestro de CO₂ se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

CUADRO 6. Prueba de normalidad para los datos registrados en la parcela VII del Arboretum “El Huayo”.

Prueba de normalidad

Kolmogorov-Smirnov ^a			
Valor	Estadístico	gl	Sig.
económico	0,314	70	0,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

En el cuadro 7 se muestran los resultados de la prueba de hipótesis no paramétrica de Kruskal-Wallis del valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ de la parcela VII. Se observa que existe diferencia entre los rangos promedios por cada especie.

La prueba de chi cuadrado (Cuadro 8), 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 CO₂ entre especies, a un nivel de significancia de $\alpha= 0,05$.

CUADRO 7. Rangos promedio del análisis de varianza del valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ del bosque de terraza baja.

Rangos			
	Especies	N	Rango promedio
Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO ₂	<i>Eschweilera coriacea</i>	5	41,80
	<i>Cariniana decandra</i>	5	10,00
	<i>Micrandra spruceana</i>	5	4,60
	<i>Brosimum utile</i>	5	42,80
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	4	61,75
	<i>Pourouma minor</i>	5	30,0
	<i>Iryanthera laevis</i>	5	33,20
	<i>Chrysophyllum prieurii</i>	1	69,00
	<i>Protium paniculatum</i>	5	42,00
	<i>Tachigali bracteosa</i>	5	34,00
	<i>Parkia velutina</i>	5	51,80
	<i>Nephelium lappaceum</i>	5	43,40
	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	5	49,40
	<i>Iryanthera tessmannii</i>	5	24,20
	<i>Tapirira guianensis</i>	5	26,60
	Total	70	

CUADRO 8. Prueba de Chi cuadrado.

Estadísticos de contraste ^{a, b}	
	Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO ₂
Chi cuadrado	39,622
gl	14
<i>p-valor</i>	0,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Especies

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Es de suma importancia conocer la cuantificación de la biomasa de las especies para poder estimar el carbono almacenado y poder valorarlo económicamente y así determinar los servicios ambientales que da como alternativa de poder manejar nuestros recursos bosque con desarrollo sostenible que será muy beneficioso para la población que se dedica a estas actividades.

Los resultados muestran la estimación de la biomasa verde contenidos en 647 árboles con un total de 401 549,83 kg; así mismo, se observa que la especie con mayor contenido es *Eschweilera coriacea* con 60 603,10 kg de biomasa total y la menor muestra *Hevea macrophylla* con 35,47 kg de biomasa total en el bosque de terraza media del Arboretum “El Huayo”. Riofrio (2016, pp. 36-39), obtuvo una biomasa total de 97 620 kg/ha en un bosque de terraza baja con drenaje muy pobre, donde la especie *Otoba glycyarpa* reporta la mayor cantidad de biomasa (23 950 kg/ha) y menor valor presenta *Terminalia amazonia* (5830 kg/ha), también señala que el bosque de terraza baja con drenaje moderado muestra un total de 66 180 kg/ha de biomasa, donde las especies que contienen mayor cantidad son *Virola albidiflora*, *Otoba parvifolia*, *Calophyllum brasiliense*, *Ocotea longifolia* y *Pouteria hispida* que hacen en total 15 970 kg/ha de biomasa y las de menor cantidad presentan *Cedrela odorata* “cedro colorado”, *Virola albidiflora* “cumala blanca” y *Maquira coriácea* “capinuri” con 4180 kg/ha, por el contrario Vásquez (2019, p. 32), obtuvo una biomasa total de 23 542,370 kg para un bosque de terraza baja, donde la cumala (3 051,250 kg) muestra la mayor cantidad de biomasa.

En la parcela VII se pudo determinar el carbono almacenado en 647 árboles con \geq a 10 cm de DAP en las especies forestales con un total de 200,77 tC. Lo que indica

que dentro de la parcela se obtuvo especies con mayor carbono almacenado como: *Eschweilera coriacea* (30,30 tC), *Cariniana decandra* (14 tC), *Micandra spruceana* (11,83 tC), *Brosimum utile* (11,72 tC) y *Cedrelinga cateniformis* (8,62 tC), mientras que menor cantidad presentan *Simaba polyphylla* (0,02 tC) y *Hevea macrophylla* (0,01 tC); por el contrario, en bosques de terraza baja con drenaje muy pobre obtuvieron un stock de carbono total de 48,62 tC/ha, donde, *Otoba glycyarpa*, *Virola lorentensis*, *Carapa guianensis*, *Virola pavonis* y *Virola peruviana* reportan los mayores valores de 11,94 tC/ha; lo contrario sucede en el bosque de terraza baja con drenaje moderado, donde muestra un total de 32,96 tC/ha. Las especies *Virola albidiflora*, *Otoba parvifolia*, *Calophyllum brasiliense*, *Ocotea longifolia* (1,55 tC/ha) y *Pouteria hispida* contienen el mayor contenido de carbono de 7,94 tC/ha (Riofrio, 2016, pp. 36-39); además, en un bosque de terraza baja obtuvieron un stock de carbono de 11 771,18 tC, donde cumala (1 525,63 tC) muestra la mayor cantidad (Vásquez, 2019, p. 40) y Arirama (2021, p. 25) estudio en bosques de colina baja teniendo como resultado 2143,22 tC almacenado en el área de estudio, la *Eschweilera* sp. tienen el mayor stock de carbono de 182,50 tC y seguida de *V. sebifera* con 145,90 tC.

En el área de estudio se logró obtener el secuestro de CO₂ de las 15 especies más representativa del bosque de terraza media de 735,68 tCO₂ que representa el 66,56 % de un total de 735,68 tCO₂, donde *Eschweilera coriacea* (111,03 tCO₂) y *Cariniana decandra* (51,32 tCO₂), contienen la mayor cantidad de secuestro de CO₂ y tienen un valor económico que asciende a un total de US\$ 42169,78 (66,56%) de un total de US\$ 63 356,71. Las especies con mayor valor económico están referidas a *Eschweilera coriacea* (US\$ 9561,98) y *Cariniana decandra* (US\$ 4

419,46); mientras que Riofrio (2016, pp 41,42), secuestro el CO₂ en 25 especies de un bosque de terraza baja con drenaje muy pobre que asciende a 178,26 tCO₂/ha y lo valorizo económicamente con un total de US\$ 802,09/ha; mientras que el bosque de terraza baja con drenaje moderado alcanzó un total de 120,83 tCO₂/ha secuestrado y reporta un valor económico de US\$ 543,73/ha, donde, asevera que *Otoba glycyarpa* “cumala aguanillo” tiene 9,81 tCO₂/ha y contiene el mayor valor económico de US\$ 44,14/ha y *Virola lorentensis* “cumala blanca” con 8,93 tCO₂/ha, muestra un valor de US\$ 29,27/ha que juntas presentan el más alto contenido de secuestro de CO₂ del área evaluada; por el contrario en un bosque de terraza baja el secuestro de CO₂ es de 43 131,98 tCO₂, donde cumala secuestra la mayor cantidad de CO₂ (5 590,20 tCO₂) y el valor económico del servicio para todo el bosque es de USD 1 215 027,74, donde la cumala (USD 157 475,98) muestra el mayor valor económico de CO₂, lo que concierne a Arirama (2021, p. 25) estudio en bosque de colina baja y obtuvo 7853,17 tCO₂ con un promedio de 52,71 tCO₂ por especie y *Eschweilera* sp. tiene el mayor valor con 668,71 tCO₂ y seguido de *V. sebifera* con 534,61 tCO₂ y calculo el valor económico que asciende a USD 250 892,15 que representa el 61,81% de un total de USD 405 939,76 y la *Eschweilera* sp. es la que presenta el mayor valor económico con USD 34 566,40 seguido de *V. sebifera* con USD 27 634,84, por lo que, Cabrera (2022, p. 26,28) investigó en la parcela V del Arboretum el Huayo, dando a conocer el secuestro de CO₂ que, acumula 450,84 tCO₂ y que la *Alchornea triplinervia* tiene valor de 74,06 tCO₂, seguido de *Dimorphandra macrostachya* con 28,15 tCO₂ y *Brosimum utile* 16,94 tCO₂, esto a su vez lo dio un valor económico de a € 22087,14 de un total de € 34408,37 y qué Espíritu (2016, p. 32) realizó estudios en la parcela VII del Arboretum El Huayo donde existe un total de 241,79 tCO₂, siendo la familia

Fabaceae que mayor secuestra con 63,18 tCO₂, seguido de la familia Lecythidaceae que secuestra 51,99 tCO₂, y valoró un total de USD 1619,98/tCO₂.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. Se registró en total 647 árboles, donde las más representativas son *Eschweilera coriacea* “machimango blanco” de la familia Lecythidaceae (8,35%), *Iryanthera laevis* “cumala colorada” de la familia Myristicaceae (7,57%), *Protium paniculatum* “copal” de la familia Burseraceae (5,72%), *Tapirira guianensis* “wira caspi” de la familia Anacardiaceae (4,64%) y *Iryanthera tessmanii* “cumalilla” de la familia Myristicaceae (4,48%).
2. La biomasa seca total asciende a 401 549,83 kg, donde *Eschweilera coriacea* contiene mayor biomasa (60 603,10 kg) y menor muestra *Hevea macrophylla* (35,47 kg).
3. El carbono almacenado asciende a 200,77 tC. La especie *Eschweilera coriacea* (30,30 tC) muestra el mayor valor; mientras que *Hevea macrophylla* (0,01 tC) reporta menor valor.
4. Las especies forestales del área de estudio secuestran 735,68 tCO₂ y tienen un valor económico de US \$57 421,25. La especie *Eschweilera coriacea* secuestra el mayor valor de 111, 03 tCO₂ que equivale económicamente a US \$8666,19.
5. La prueba de Kruskal-Wallis arrojó un $p\text{-valor} = 0,000$ menor a $\alpha = 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que existe diferencia altamente significativa en el valor económico del secuestro de CO₂ entre especies.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

1. Seguir investigando sobre el secuestro del CO₂ en otros tipos de bosques para poder realizar comparaciones entre resultados para poder determinar su importancia de los servicios ecosistémicos y así poder valorarlo.
2. Sensibilizar a la población de Puerto Almendra a conservar los bosques porque nos brinda beneficios de los servicios ecosistémicos.
3. Enfatizar a las instituciones interesadas a priorizar proyectos de reforestación y de manejo forestal en los bosques y plantaciones forestales para proteger el crecimiento de árboles que a su vez permitirá contribuir a mitigar el cambio climático y captura de CO₂.
4. Hacer seguimiento en plazos a los bosques para conocer la diferencia del cambio que sucede en el tiempo y proponer estimaciones del carbono en un plazo determinado.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

ÁLVAREZ CONDO, Gustavo. (2008). Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. Tesis Magister en Manejo y Conservación de Bosques Naturales y Biodiversidad. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 89 p.

ANDRADE, HERNÁN J., SEGURA, MILENA, SOMARRIBA, EDUARDO Y VILLALOBOS, MARILYN. (2008). Valoración biofísica y financiera de la fijación de carbono por uso del suelo en fincas cacaoteras indígenas de Talamanca, Costa Rica. *Agroforesteria en la Americas*, 45, 45-50.

ARAUJO, E. (2014). Secuestro y valoración económica de CO₂ en tres plantaciones de diferentes edades de Simarouba amara del CIEFOR puerto almendras, Iquitos-Perú, 2013. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Trabajo para la obtención del título de Ingeniero forestal. 75 p.

ARIRAMA CELIS, Vania Stefani. (2021). Valoración económica del secuestro de CO₂ de un bosque de colina baja en la cuenca del río Mazán, Loreto, Perú. 2019. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos. 269 p.

BGCI. (2022). Jardín Botánico – Arboretum El Huayo. Botanic Gardens Conservation International.
<https://tools.bgci.org/garden.php?id=5644&ftrCountry=All&ftrKeyword=&ftrBGCIId=&ftrIReg=>

CABRERA SINAHUARA, Jhossy Sandra. (2022). Valoración económica del secuestro de CO₂ de las especies forestales de la parcela V del Arboretum en el CIEFOR-Puerto Almendras, Iquitos, Perú, 2021. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de la Amazonia Peruan. Iquitos. 105 p.

CHAVE, J., RÉJOU-MÉCHAIN, M., BURQUEZ, A., CHIDUMAYO, E., COLGAN, MS, DELITTI, WBC, DUQUE, A., EID, T., FEARNSSIDE, PM, GOODMAN, RC, HENRY, M., MARTÍNEZ- YRÍZAR, A., MUGASHA, WA, MULLER-LANDAU, HC, MENCUCCINI, M., NELSON, BW, NGOMANDA, A., NOGUEIRA, EM, ORTIZ-MALAVASSI, E., PÉLISSIER, R., PLOTON, P., RYAN, CM, SALDARRIAGA, JG Y VIEILLEDENT, G. (2014). Modelos alométricos mejorados para estimar la biomasa aérea de los árboles tropicales. *Global Change Biology* (20) 3177-3190. <https://doi.org/10.1111/gcb.12629>.

DEL CASTILLO MOZOMBITE, Denilson Marcell. (2016). Cuantificación de la biomasa aérea del Arboretum “El Huayo” del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal Puerto Almendra, Iquitos. Tesis Magíster en ciencias en Gestión Ambiental. Escuela de Postgrado “José Torres Vásquez”. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 63 p.

ESPIRITU AGUILAR, Jorge Jesús. (2016). Comparación de tres ecuaciones alométricas para estimar la biomasa arbórea para su valoración económica del secuestro de CO₂ en la parcela 8 del Arboretum “El Huayo” del CIEFOR

Puerto Almendra, Iquitos, 2015. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos. 142 p.

GURMENDI PORRAS, Chabelly Gabriela y ORIHUELA IZAGUIRRE, Witni Brigitte. (2019). Valoración Económica de la Reserva de Carbono de Escallonia resinosa (Ruiz & Pav.) Pers. En San Pedro de Saños y Pucará. Tesis Ingeniero Forestal y Ambiental. Universidad Nacional del Centro Del Perú. Huancayo, Perú. 148 p.

HIGUCHI, Niro y CARVALHO JÚNIOR, Joao. A. (1994). Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: Anais do seminário Emissão por sequestro de CO₂ uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. Rio de Janeiro. 153 p.

HONORIO CORONADO, Eurídice y BAKER, Timothy. (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.

LINO ZEVALLOS, Karen Araceli. (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. Iquitos, Perú. 82 p.

MARTEL, CARLOS Y CAIRAPOMA, LIANKA. (2012). Cuantificación del carbono almacenado en formaciones vegetales amazónicas en “CICRA”, Madre de Dios (Perú). *Ecología Aplicada*, 11(2), 59-65.

ISSN 1726-2216

MAZA VALLE, Wunster Favián. (2019). Valoración económica del servicio ambiental de secuestro de carbono para garantizar la sostenibilidad del bosque Buenaventura, Ecuador. Tesis Doctor en Ciencias Ambientales. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 202 p.

MINAM. (2021). Lineamiento para la evaluación económica de la diversidad forestal y fauna silvestre. Ministerio del Ambiente del Perú. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. 52 p.

ORDÓÑEZ DÍAZ, José Antonio Benjamin. (2008). Cómo entender el manejo forestal, la captura de carbono y el pago de servicios ambientales, México. *Ciencias*, (90): 37-42.

ISSN: 0187-6376

PROFONANPE. (2007). Inventarios Forestales. Componente temático para la mesozonificación ecológica y económica de las cuencas de los ríos Pastaza y Morona, Iquitos, Perú. 84 p.

QUIÑE MACEDO, Paulo Cesar. (2009). Cuantificación de biomasa y reserva de carbono en sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica* L.) en dos pisos

altitudinales. Tesis Ingeniero Agrónomo. 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 Amazónica de Madre de Dios. Puerto Maldonado, Perú. 98 p.

QUICENO URBINA, NUBIA JANETH, TANGARIFE MARIN, GLORIA MÓNICA Y ÁLVAREZ LEÓN, RICARDO. (2016). Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el resguardo indígena Piapoco Chiguiro-Chátare de Barrancominas, Departamento del Guainía (Colombia). *Revista Luna Azul*. ISSN 1909-2474. 43: 171-202.

RIOFRIO GARAY, Grimilda Rosa Génesis. (2017). Valoración económica del secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque en el distrito de Urarinas. Loreto, Perú. Tesis Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. 73 p.

ROJAS GRÁNDEZ, Franco. (2018). Valor económico del volumen maderable y valor económico del secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque del distrito de Pastaza, Datem Del Marañón, Loreto. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. 96 p.

TORRES ROJO, Juan Manuel y GUEVARA SANGINÉS, Alejandro. (2002). El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. *Revista Gaceta Ecológica*, 63. 40-59.

ISSN: 1405-2849

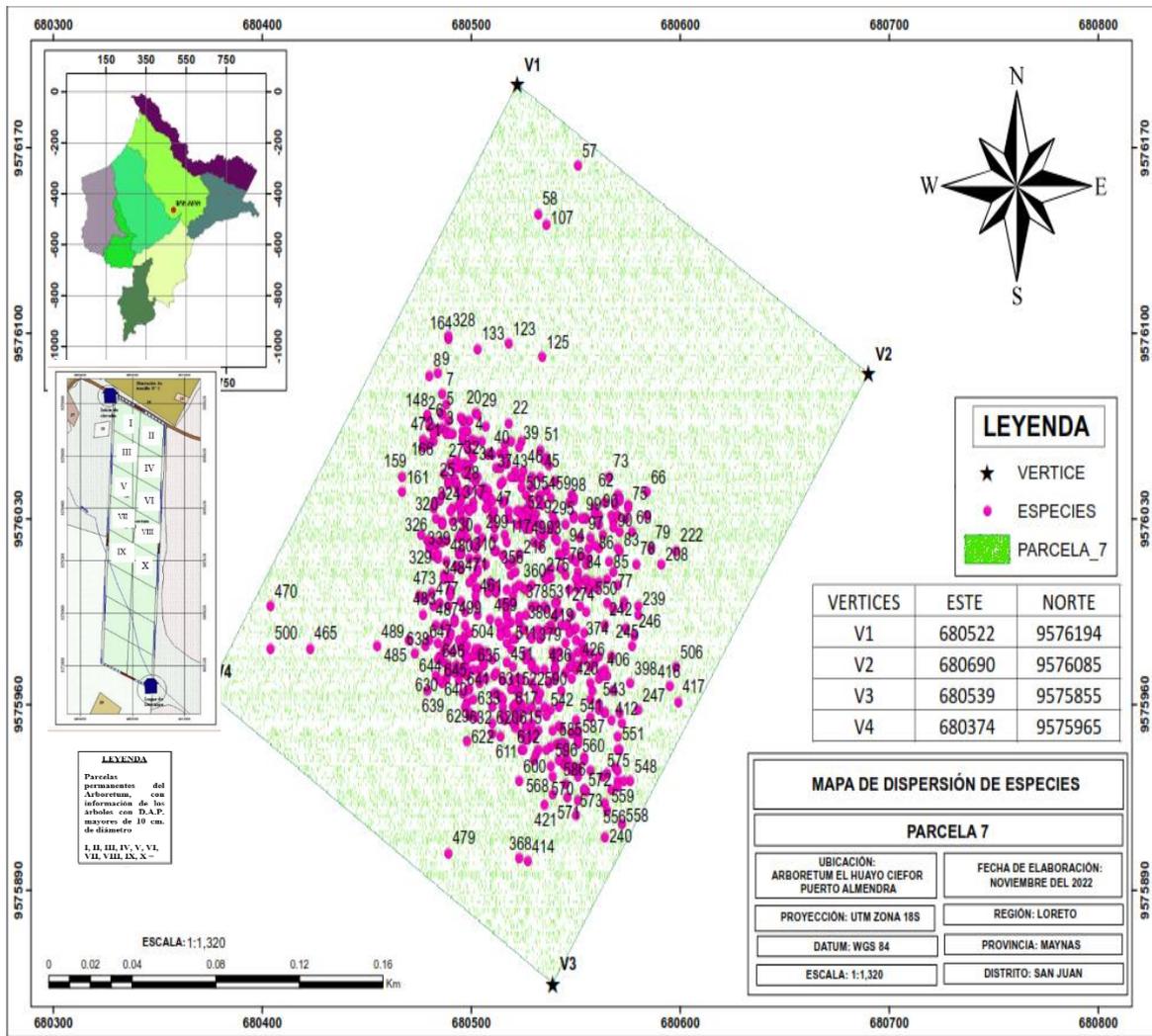
VÁSQUEZ HUAYMACARI, Sibila Archeli. (2019). Valoración económica del secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque del distrito de Mazán, Loreto. 2018. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 126 p.

WIKIPEDIA. (2022). Arboreto u Arboretum. Enciclopedia Libre.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Arboreto>

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>.

ANEXO



Anexo 1. Mapa de ubicación de la parcela VII del Arboretum “El Huayo”

Anexo 2. Base de datos de la estimación de biomasa y carbono almacenado.

Árbol Nº	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm ³)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
1	Leche caspi	10,8225108	11,18	0,49	48,902	0,024
2	Tangarana	58,250573	23,93	0,56	3402,772	1,701
3	Copal	17,1886937	17,93	0,65	259,472	0,130
4	Sacha parinari	33,740769	21,68	0,76	1407,064	0,704
5	Limoncillo	10,1858925	14,93	0,67	78,551	0,039
6	Trompetero caspi	11,4591291	10,88	0,68	74,090	0,037
7	Limoncillo	11,14082	15,23	0,67	95,812	0,048
8	Shimbillo	11,4591291	16,43	0,58	94,491	0,047
9	Azucar huaillo	27,0562771	20,18	0,89	987,928	0,494
10	Cumala llorona	21,0084034	19,43	0,47	303,131	0,152
11	Wira caspi	15,597148	18,83	0,46	158,598	0,079
12	Cumala colorada	14,0056022	18,38	0,6	162,912	0,081
13	Huarmi caspi	13,368984	15,98	0,48	103,592	0,052
14	Sacha sapote	12,4140565	14,78	0,43	74,147	0,037
15	Sacha sapote	10,5042017	14,78	0,43	53,088	0,027
16	Copal	27,0562771	19,43	0,65	695,337	0,348
17	Motelo chaqui	15,9154571	15,83	0,61	184,866	0,092
18	Pashaco	35,968933	23,93	0,38	880,406	0,440
19	Tangarana	21,3267125	20,93	0,55	393,077	0,197
20	Wira caspi	13,0506748	12,23	0,44	69,702	0,035
21	Copal	24,1914948	18,68	0,58	477,324	0,239
22	Machimango blanco	14,6422205	15,68	0,85	216,016	0,108
23	Tangarana	21,0084034	19,88	0,56	369,339	0,185
24	Copal	18,7802394	18,38	0,58	283,157	0,142
25	Zancudo caspi blanco	22,5999491	22,73	0,36	313,152	0,157
26	Zancudo caspi blanco	15,2788388	17,93	0,36	113,547	0,057
27	Tangarana	10,1858925	16,88	0,56	74,011	0,037
28	Machimango blanco	17,1886937	20,03	0,85	378,043	0,189
29	Boa caspi	16,5520754	18,83	0,84	326,163	0,163
30	shiringa masha	49,9745353	31,43	0,68	3968,358	1,984
31	Sacha ubilla	12,0957474	16,43	0,44	79,869	0,040
32	Motelo chaqui	29,6027502	23,18	0,61	927,985	0,464
33	Shimbillo	11,7774382	17,93	0,59	110,572	0,055
34	Sacha bombinsana	18,7802394	16,43	0,81	354,443	0,177
35	Cumala colorada	21,0084034	20,33	0,63	424,683	0,212
36	Aceituna caspi	18,7802394	13,43	0,58	208,463	0,104
37	Wira caspi	15,2788388	17,93	0,46	145,087	0,073
38	Tangarana	13,0506748	16,43	0,56	118,335	0,059
39	Cumalilla	14,3239114	14,33	0,65	144,787	0,072

40	Motelo chaqui	38,8337153	23,48	0,61	1617,132	0,809
41	Trompetero caspi	12,0957474	13,28	0,68	100,279	0,050
42	Copal	21,3267125	19,73	0,73	492,505	0,246
43	Sacha quinilla	12,4140565	11,18	0,9	118,180	0,059
44	Chicle huayo	11,7774382	11,93	0,53	66,738	0,033
Árbol Nº	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm₃)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
45	shiringa masha	19,0985485	31,43	0,68	579,581	0,290
46	Marupa	32,1492233	23,33	0,38	686,129	0,343
47	Machimango blanco	11,4591291	10,43	0,88	92,008	0,046
48	Jarabe huayo	32,7858416	18,68	0,41	619,750	0,310
49	Cumala colorada	20,3717851	16,43	0,5	257,446	0,129
50	Cumala colorada	16,2337662	15,68	0,6	187,432	0,094
51	Cumala blanca	23,8731856	18,53	0,48	381,685	0,191
52	Shimbillo	16,8703845	16,43	0,58	204,803	0,102
53	Trompetero caspi	10,1858925	12,68	0,68	67,975	0,034
54	Wira caspi	18,7802394	16,43	0,46	201,288	0,101
55	Sacha parinari	19,0985485	16,43	0,76	343,932	0,172
56	Motelo chaqui	30,5576776	22,88	0,61	976,328	0,488
57	Pucuna caspi	9,8675834	8,93	0,67	44,640	0,022
58	Mojara caspi	18,4619302	18,38	0,61	287,794	0,144
59	Achotillo	35,6506239	23,93	0,81	1843,587	0,922
60	Sacha bombinsana	13,368984	10,43	0,81	115,272	0,058
61	Azucar huaillo	13,0506748	16,43	0,89	188,068	0,094
62	Cumala blanca	9,8675834	12,68	0,48	45,030	0,023
63	Tangarana	21,0084034	19,58	0,56	363,898	0,182
64	Copal	21,0084034	21,68	0,58	416,298	0,208
65	Quinilla	40,1069519	20,93	0,78	1971,519	0,986
66	Pashaco	64,6167558	22,43	0,44	3088,507	1,544
67	Tangarana	21,0084034	20,93	0,56	388,366	0,194
68	Cumala blanca	12,7323657	14,33	0,47	82,720	0,041
69	Machimango blanco	35,3323147	20,93	0,85	1667,363	0,834
70	Quinilla blanca	18,1436211	19,43	0,77	370,411	0,185
71	Machimango negro	27,0562771	17,93	0,92	909,944	0,455
72	Tangarana	66,2083015	30,63	0,56	5593,565	2,797
73	Huayruro	50,2928444	23,93	0,62	2808,332	1,404
74	Cumala llorona	25,1464222	23,63	0,47	525,711	0,263
75	Pucuna caspi	16,5520754	19,43	0,67	268,241	0,134
76	Machimango negro	22,2816399	22,43	0,86	717,792	0,359
77	Machimango negro	30,8759868	22,43	0,86	1378,307	0,689
78	Copal	23,2365674	11,93	0,65	318,607	0,159
79	Cumala llorona	27,3745862	23,93	0,47	630,721	0,315
80	Chullachaqui caspi	26,4196588	19,43	0,68	693,600	0,347
81	Moena blanca	14,6422205	14,93	0,42	101,752	0,051
82	Cumala colorada	16,8703845	19,13	0,63	258,072	0,129
83	Shimbillo	12,0957474	16,13	0,58	103,405	0,052
84	Shimbillo	12,0957474	18,08	0,58	115,589	0,058

85	Cumalilla	24,8281131	19,28	0,6	536,413	0,268
86	Copal	17,1886937	21,68	0,65	312,312	0,156
87	Sacha ubilla	18,7802394	21,38	0,38	215,015	0,108
88	Pucuna caspi	31,8309142	23,93	0,67	1215,675	0,608
89	Achotillo	14,0056022	16,43	0,82	199,561	0,100
Árbol Nº	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm₃)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
90	Parinari	26,1013496	22,43	0,88	1007,893	0,504
91	Masato caspi	17,1886937	11,93	0,76	203,843	0,102
92	Machimango blanco	35,968933	23,93	0,88	2038,835	1,019
93	Naranja podrido	29,6027502	23,93	0,52	816,041	0,408
94	Machimango blanco	20,0534759	19,73	0,88	524,931	0,262
95	Machimango blanco	49,337917	23,93	0,85	3705,313	1,853
96	Machimango blanco	14,3239114	15,38	0,88	210,025	0,105
97	Sacha ubilla	17,8253119	17,93	0,39	167,429	0,084
98	Machimango blanco	19,4168577	17,93	0,88	448,261	0,224
99	Requia	10,1858925	11,48	0,65	58,967	0,029
100	Copal	10,1858925	13,13	0,58	59,986	0,030
101	Cumala blanca	11,7774382	13,88	0,52	75,906	0,038
102	Sacha ubilla	20,0534759	16,88	0,4	204,904	0,102
103	Canela moena	15,9154571	17,93	0,61	208,766	0,104
104	Palta moena	13,0506748	13,43	0,56	97,197	0,049
105	Huarmi caspi	21,3267125	20,18	0,41	282,769	0,141
106	Cumala caupuri	9,8675834	14,03	0,46	47,633	0,024
107	Achotillo	12,7323657	14,33	0,81	142,559	0,071
108	Copal	13,0506748	8,18	0,73	78,097	0,039
109	Huayruro negro	11,4591291	14,93	0,84	124,641	0,062
110	Cumala colorada	24,5098039	19,43	0,5	438,930	0,219
111	Cinta caspi	34,6956965	23,93	0,79	1703,032	0,852
112	Requia	15,9154571	15,23	0,65	189,698	0,095
113	Shimbillo	20,6900942	17,63	0,59	335,672	0,168
114	Pucuna caspi	9,8675834	13,73	0,67	67,930	0,034
115	Quillobordon negro	48,3829896	30,63	0,75	4000,575	2,000
116	Cumalilla	12,0957474	11,03	0,65	79,970	0,040
117	Cumala blanca	14,3239114	18,08	0,52	145,328	0,073
118	Copal	26,1013496	19,43	0,58	577,430	0,289
119	shiringa masha	52,2026993	31,43	0,68	4330,113	2,165
120	Quinilla blanca	13,0506748	17,93	0,9	207,109	0,104
121	Quinilla blanca	14,3239114	18,23	0,66	185,948	0,093
122	Copal	10,8225108	14,93	0,56	74,118	0,037
123	Copal	17,5070028	19,43	0,58	259,775	0,130
124	Copal	23,8731856	19,43	0,73	607,980	0,304
125	Cumala colorada	30,2393685	22,88	0,63	987,441	0,494
126	Carahuasca	26,7379679	20,93	0,47	527,985	0,264
127	Moena amarilla	17,1886937	17,93	0,53	211,569	0,106
128	Copal	14,0056022	19,43	0,65	186,321	0,093
129	Chimicua	15,597148	19,73	0,56	202,078	0,101

130	Leche caspi	62,3885918	23,63	0,49	3373,676	1,687
131	Cumalilla	14,3239114	14,78	0,65	149,223	0,075
132	Machimango blanco	34,6956965	23,93	0,88	1897,048	0,949
133	Cumalilla	14,6422205	13,43	0,65	142,012	0,071
134	Machimango blanco	29,284441	20,93	0,86	1158,883	0,579
Árbol Nº	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm₃)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
135	Cumala llorona	29,6027502	23,93	0,47	737,575	0,369
136	Machimango blanco	13,368984	15,68	0,88	186,438	0,093
137	Carahuasca	20,0534759	8,18	0,54	136,401	0,068
138	Copal	11,4591291	13,43	0,58	77,612	0,039
139	Wira caspi	30,5576776	20,93	0,44	645,595	0,323
140	Moena	24,1914948	19,43	0,61	521,676	0,261
141	Pashaco	34,3773873	23,93	0,38	804,218	0,402
142	Cumalilla	15,9154571	9,68	0,65	121,888	0,061
143	Huacapu negro	12,4140565	13,73	0,72	115,537	0,058
144	Sacha sapote	19,7351668	13,43	0,43	170,667	0,085
145	Machimango negro	16,2337662	16,43	0,92	300,805	0,150
146	Copal	21,9633308	14,93	0,56	305,255	0,153
147	Tamara	12,7323657	11,18	0,6	82,879	0,041
148	Zancudo caspi colorado	37,5604787	31,43	0,47	1549,403	0,775
149	Trompetero caspi	11,14082	14,93	0,62	86,957	0,043
150	Zancudo caspi colorado	43,2900433	22,43	0,47	1480,743	0,740
151	Zancudo caspi colorado	40,7435702	22,43	0,47	1311,661	0,656
152	Cumala caupuri	22,2816399	17,93	0,46	308,562	0,154
153	Sacha ubilla	36,9238605	13,43	0,4	555,741	0,278
154	Yacushapana	9,8675834	10,13	0,76	57,267	0,029
155	Machimango blanco	38,5154062	19,43	0,85	1842,611	0,921
156	Huarmi caspi	13,6872931	19,43	0,41	112,244	0,056
157	Trompetero caspi	10,1858925	11,18	0,62	54,811	0,027
158	Palo de fundo	12,7323657	14,63	0,49	88,001	0,044
159	Cumala blanca	21,3267125	21,68	0,59	436,405	0,218
160	Shimbillo	9,8675834	12,68	0,58	54,411	0,027
161	Chicle huayo con espina	20,3717851	19,43	0,49	297,167	0,149
162	Naranja podrido	10,8225108	9,38	0,52	43,725	0,022
163	Moena	35,0140056	22,43	0,32	659,537	0,330
164	Cumala colorada	22,2816399	20,93	0,65	507,078	0,254
165	Cumala blanca	11,14082	14,93	0,48	67,322	0,034
166	Tornillo	47,7463713	23,18	0,5	1978,781	0,989

Árbol N°	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm3)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
167	Mojara caspi	28,3295136	20,93	0,61	769,264	0,385
168	Cumala blanca	29,284441	23,33	0,48	719,111	0,360
169	Canela moena	22,2816399	13,43	0,51	258,026	0,129
170	Cetico	16,8703845	21,83	0,35	163,091	0,082
171	Pucuna caspi	17,5070028	17,93	0,67	277,453	0,139
172	Cumala colorada	22,5999491	16,43	0,65	411,895	0,206
173	Parinari	9,8675834	12,68	0,82	76,927	0,038
174	Requia	10,5042017	9,68	0,57	46,560	0,023
175	Cachimbo	33,4224599	23,93	0,58	1160,244	0,580
176	Pucuna caspi	11,4591291	12,23	0,67	81,828	0,041
177	Cumalilla	14,6422205	18,23	0,65	191,360	0,096
178	Tangarana	12,0957474	20,63	0,56	126,941	0,063
179	Moena amarilla	21,6450216	23,63	0,59	488,951	0,244
180	Canela moena	42,0168067	23,93	0,51	1612,355	0,806
181	Cumala roja	26,7379679	21,68	0,65	755,719	0,378
182	Cumala colorada	34,3773873	23,18	0,5	1025,800	0,513
183	Limoncillo	12,7323657	19,43	0,59	139,771	0,070
184	Canela moena	30,5576776	22,43	0,51	800,602	0,400
185	Copal blanco	10,1858925	16,43	0,78	100,404	0,050
186	Parinari	9,8675834	11,63	0,88	75,876	0,038
187	Sacha ubilla	16,5520754	19,43	0,39	156,140	0,078
188	Copal	12,4140565	16,43	0,58	110,896	0,055
189	Machimango blanco	15,597148	20,18	0,6	221,330	0,111
190	shiringa masha	41,3801884	21,68	0,68	1893,582	0,947
191	Machimango blanco	10,8225108	12,68	0,88	99,307	0,050
192	Manchari caspi	9,8675834	11,03	0,77	63,047	0,032
193	Añallo caspi	21,6450216	16,43	0,52	302,258	0,151
194	Chimicua	9,8675834	14,48	0,66	70,481	0,035
195	Tortuga caspi	11,4591291	11,18	0,54	60,419	0,030
196	Cumalilla	15,597148	13,58	0,6	150,365	0,075
197	shiringa masha	32,4675325	31,43	0,68	1674,989	0,837
198	Huacapu negro	12,7323657	14,93	0,72	131,895	0,066
199	Cetico	24,1914948	20,93	0,27	248,288	0,124
200	Cumala caupuri	11,4591291	10,43	0,46	48,095	0,024
201	Moena	12,4140565	14,93	0,53	92,296	0,046
202	Moena blanca	19,0985485	16,43	0,42	190,068	0,095
203	Sacha ubilla	37,5604787	23,93	0,4	1010,570	0,505
204	Copal	21,6450216	19,43	0,55	376,552	0,188
205	Cumala colorada	14,9605297	13,43	0,6	136,850	0,068
206	Machimango blanco	14,3239114	17,93	0,88	243,948	0,122
207	Chicle huayo	9,8675834	12,68	0,53	49,721	0,025
208	Tamara	18,1436211	14,93	0,6	223,192	0,112
209	Machimango negro	14,9605297	13,43	0,86	196,151	0,098
210	Sacha sapote	15,597148	14,18	0,52	135,933	0,068
211	Chullachaqui caspi	12,0957474	14,18	0,68	106,907	0,053

Árbol Nº	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm ₃)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
212	Machimango blanco	26,7379679	23,93	0,85	1088,229	0,544
213	Machimango blanco	15,2788388	17,93	0,88	277,558	0,139
214	Sacha ubilla	32,4675325	23,18	0,4	731,991	0,366
215	Copal	17,1886937	19,13	0,73	310,426	0,155
216	Machimango blanco	26,1013496	22,73	0,88	1021,048	0,511
217	Balata	10,8225108	12,53	0,66	73,620	0,037
218	Machimango blanco	21,0084034	16,13	0,88	473,278	0,237
219	Machimango blanco	22,5999491	19,43	0,88	656,815	0,328
220	Achotillo	45,5182073	20,93	0,81	2637,074	1,319
221	Wira caspi	12,0957474	15,23	0,46	77,542	0,039
222	Puma caspi	28,0112045	18,68	0,73	805,465	0,403
223	Trompetero caspi	11,4591291	13,73	0,68	92,977	0,046
224	Copal	10,5042017	14,18	0,58	68,768	0,034
225	Polvora caspi	13,368984	13,13	0,65	115,806	0,058
226	Palometa huayo	11,4591291	8,18	0,43	35,466	0,018
227	Sacha bombinsana	14,6422205	13,43	0,81	176,969	0,088
228	Azucar huayo	13,6872931	8,93	0,81	103,836	0,052
229	Machimango blanco	38,5154062	23,78	0,88	2323,436	1,162
230	Tamara	11,14082	11,78	0,66	73,453	0,037
231	Machimango blanco	15,597148	20,18	0,85	313,551	0,157
232	Cumala llorona	12,7323657	12,38	0,47	71,715	0,036
233	Pashaco	60,7970461	31,43	0,47	4059,450	2,030
234	Sacha bombinsana	10,1858925	9,38	0,81	60,332	0,030
235	Sacha cacao	13,368984	17,93	0,47	113,497	0,057
236	Chingonga	16,8703845	14,93	0,51	164,021	0,082
237	Machimango blanco	58,5688821	31,43	0,88	7053,765	3,527
238	Copal	18,4619302	14,93	0,58	223,389	0,112
239	Intuto caspi	13,0506748	16,43	0,84	177,502	0,089
240	Requia	10,8225108	13,73	0,65	79,274	0,040
241	Wira caspi	28,6478228	23,93	0,44	646,666	0,323
242	Picho huayo	11,14082	13,43	0,64	80,949	0,040
243	Sacha ubilla	20,3717851	20,18	0,4	251,720	0,126
244	Shimbillo	10,8225108	16,43	0,58	84,284	0,042
245	Paliperro	10,8225108	11,93	0,48	51,038	0,026
246	Cumala colorada	12,4140565	13,73	0,5	80,234	0,040
247	Sacha ubilla	26,7379679	20,93	0,39	438,115	0,219
248	Wira caspi	16,5520754	20,93	0,46	198,029	0,099
249	Cumala caupuri	19,7351668	21,08	0,59	363,603	0,182
250	Machimango blanco	17,8253119	19,13	0,85	388,726	0,194
251	Shiringa masha	10,5042017	13,28	0,68	75,626	0,038
252	Moena amarilla	19,7351668	18,83	0,82	452,632	0,226
253	Naranjo podrido	30,5576776	23,93	0,52	869,538	0,435
254	Sacha ubilla	11,14082	14,18	0,44	58,684	0,029
255	Machimango blanco	11,7774382	17,18	0,88	158,184	0,079
256	Machimango blanco	14,3239114	14,48	0,88	198,022	0,099

Árbol Nº	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm ₃)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
257	Cumala colorada	11,14082	13,73	0,63	81,421	0,041
258	Machimango blanco	13,0506748	11,18	0,88	127,710	0,064
259	Achotillo	25,1464222	20,48	0,81	787,937	0,394
260	Sacha ubilla	21,3267125	20,93	0,31	221,552	0,111
261	Shimbillo	18,7802394	19,13	0,59	299,505	0,150
262	Zancudo caspi colorado	14,9605297	14,78	0,47	117,704	0,059
263	Machimango negro	21,0084034	13,28	0,92	409,272	0,205
264	shiringa masha	42,3351159	20,18	0,68	1848,033	0,924
265	Paliperro	12,4140565	13,28	0,48	74,560	0,037
266	Wira caspi	12,7323657	17,18	0,46	96,640	0,048
267	Achotillo	37,2421696	23,93	0,81	2011,867	1,006
268	Copal	9,8675834	12,38	0,6	54,988	0,027
269	Shimbillo	23,2365674	23,93	0,58	560,811	0,280
270	Wira caspi	12,7323657	17,78	0,46	99,932	0,050
271	Cumala colorada	14,9605297	10,88	0,6	111,427	0,056
272	Shiringa	12,0957474	16,43	0,56	101,651	0,051
273	Wira caspi	11,7774382	12,68	0,46	61,475	0,031
274	Cinta caspi	18,4619302	20,93	0,79	423,105	0,212
275	Machimango blanco	32,1492233	23,93	0,88	1628,801	0,814
276	Sacha ubilla	26,1013496	20,18	0,4	413,224	0,207
277	Cumala colorada	16,5520754	14,93	0,6	185,753	0,093
278	Cumala colorada	20,0534759	15,68	0,5	238,344	0,119
279	Carahuasca	10,1858925	9,68	0,59	45,317	0,023
280	Huamansamana negra	16,5520754	17,93	0,42	155,469	0,078
281	Motelo chaqui	20,0534759	18,23	0,61	336,847	0,168
282	Chimicua	10,8225108	12,83	0,63	71,915	0,036
283	Sacha ubilla	23,2365674	22,43	0,39	354,009	0,177
284	Wira caspi	18,4619302	13,43	0,46	159,776	0,080
285	Shiringa	13,368984	14,03	0,56	106,441	0,053
286	Tamara	24,8281131	23,93	0,6	662,343	0,331
287	Cumalilla	11,14082	12,68	0,6	71,751	0,036
288	Azufre caspi	28,9661319	23,93	0,83	1247,106	0,624
289	Machin sapote	28,0112045	23,18	0,48	653,810	0,327
290	Sacha huito	15,2788388	19,13	0,65	218,396	0,109
291	Cumala caupuri	13,0506748	14,93	0,59	113,552	0,057
292	Sacha cumaceba	20,0534759	16,43	0,74	369,207	0,185
293	Shimbillo	27,3745862	22,43	0,58	730,683	0,365
294	Pashaco	14,3239114	16,43	0,7	178,189	0,089
295	Wira caspi	11,4591291	16,13	0,46	73,605	0,037
296	Cumala colorada	10,1858925	11,03	0,65	56,710	0,028
297	Moena	36,9238605	23,63	0,32	771,722	0,386
298	Machimango blanco	10,1858925	12,38	0,88	85,935	0,043
299	Sacha ubilla	33,4224599	20,93	0,4	702,108	0,351
300	Machimango blanco	14,9605297	16,43	0,85	236,032	0,118
301	Limoncillo	21,6450216	21,68	0,59	449,530	0,225

Árbol Nº	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm ₃)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
302	Copal	36,2872422	23,93	0,58	1367,667	0,684
303	Machimango blanco	10,5042017	11,93	0,88	88,147	0,044
304	shiringa masha	48,3829896	31,43	0,68	3719,621	1,860
305	Wira caspi	30,2393685	23,93	0,44	720,514	0,360
306	Cumala colorada	24,8281131	23,63	0,63	686,950	0,343
307	Naranjo podrido	12,7323657	17,18	0,52	109,245	0,055
308	Azucar huaillo	28,6478228	19,43	0,89	1067,380	0,534
309	Mojara caspi	14,3239114	14,93	0,52	120,561	0,060
310	Cumalilla	15,2788388	15,68	0,6	166,030	0,083
311	Tamara	12,4140565	16,43	0,6	114,720	0,057
312	Cumala colorada	18,7802394	10,43	0,6	168,498	0,084
313	Achotillo	10,5042017	15,08	0,81	101,983	0,051
314	Cumala colorada	14,9605297	15,68	0,6	159,184	0,080
315	Cumalilla	18,1436211	17,18	0,6	255,964	0,128
316	Naranjo podrido	16,8703845	16,43	0,52	183,617	0,092
317	Cumala colorada	13,6872931	11,63	0,63	104,515	0,052
318	Moena amarilla	21,0084034	13,43	0,61	274,356	0,137
319	Cumala colorada	15,2788388	11,78	0,6	125,593	0,063
320	Pashaco	34,6956965	23,78	0,44	942,721	0,471
321	Shiringa	10,8225108	14,93	0,56	74,118	0,037
322	Cachimbo	64,9350649	31,43	0,58	5714,668	2,857
323	Cumala colorada	26,1013496	30,63	0,5	776,197	0,388
324	Cumala colorada	13,368984	17,03	0,65	149,270	0,075
325	Machimango blanco	33,4224599	31,43	0,88	2297,015	1,149
326	Cumala colorada	13,0506748	21,68	0,65	180,040	0,090
327	Cumala caupuri	40,425261	22,73	0,48	1335,932	0,668
328	Macheto vaina	18,4619302	16,43	0,58	245,268	0,123
329	Sacha sapote	11,14082	10,43	0,43	42,496	0,021
330	Shimbillo	27,3745862	20,93	0,56	659,402	0,330
331	Carahuasca	24,8281131	14,33	0,47	314,541	0,157
332	Cumala colorada	25,1464222	19,43	0,63	582,155	0,291
333	Chingonga	10,1858925	11,78	0,51	47,446	0,024
334	Shimbillo	24,5098039	17,63	0,56	447,102	0,224
335	Marupa	24,8281131	20,93	0,38	368,077	0,184
336	Wira caspi	12,0957474	13,43	0,44	65,602	0,033
337	Cumala colorada	25,7830405	16,43	0,65	536,093	0,268
338	Mojara caspi	14,3239114	11,03	0,61	105,245	0,053
339	Cumala colorada	32,7858416	8,18	0,65	438,864	0,219
340	Cumala colorada	32,7858416	20,93	0,5	844,520	0,422
341	Machimango blanco	14,6422205	16,43	0,85	226,095	0,113
342	Cumalilla	19,4168577	8,18	0,63	149,191	0,075
343	Sacha guayaba	15,2788388	16,13	0,95	270,241	0,135
344	Tubinachi	10,1858925	9,83	0,73	56,918	0,028
345	Shiringa	15,597148	14,93	0,56	153,942	0,077
346	Cumala colorada	26,1013496	13,28	0,5	343,347	0,172

Árbol Nº	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm ₃)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
347	Leche caspi	13,0506748	15,68	0,49	98,927	0,049
348	Marupa	17,8253119	17,93	0,38	163,136	0,082
349	shiringa masha	29,9210593	23,48	0,68	1070,189	0,535
350	Shiringa	30,8759868	19,13	0,56	768,387	0,384
351	Cetico	9,8675834	18,83	0,35	48,299	0,024
352	Sacha cacao	12,0957474	14,93	0,47	77,704	0,039
353	Pashaco	14,9605297	14,93	0,44	111,282	0,056
354	Copal	21,6450216	16,43	0,58	337,134	0,169
355	Chingonga	39,7886427	23,93	0,51	1445,882	0,723
356	Sacha ubilla	27,3745862	22,43	0,44	554,311	0,277
357	Cumala colorada	9,8675834	9,68	0,6	43,250	0,022
358	Machimango blanco	34,0590782	23,93	0,85	1765,749	0,883
359	Sacha sapote	14,0056022	11,03	0,43	70,929	0,035
360	Machimango blanco	20,3717851	18,08	0,88	497,465	0,249
361	Cumala blanca	19,0985485	18,83	0,47	242,968	0,121
362	Copal	16,5520754	16,43	0,58	197,148	0,099
363	Machimango blanco	30,8759868	23,93	0,92	1570,630	0,785
364	Machimango blanco	36,6055513	20,93	0,88	1852,864	0,926
365	Tornillo	78,9406672	31,43	0,5	7280,748	3,640
366	Wira caspi	10,8225108	14,78	0,46	60,285	0,030
367	Quinilla blanca	14,0056022	19,73	0,67	194,948	0,097
368	Sacha ubilla	28,9661319	22,43	0,4	564,218	0,282
369	Chimicua	16,2337662	17,93	0,62	220,760	0,110
370	Cumala negra	18,4619302	22,43	0,46	263,583	0,132
371	Huacapusillo	13,368984	13,43	0,52	94,711	0,047
372	Cumala colorada	19,4168577	16,43	0,6	280,652	0,140
373	Sacha ubilla	47,4280621	23,93	0,4	1611,295	0,806
374	Sacha ubilla	36,2872422	30,63	0,39	1170,168	0,585
375	shiringa masha	12,7323657	16,43	0,68	136,768	0,068
376	Machimango blanco	12,7323657	12,98	0,86	137,426	0,069
377	Cumala blanca	10,5042017	13,28	0,48	53,383	0,027
378	Rifari colorado	10,8225108	16,43	0,62	90,096	0,045
379	Moena	19,0985485	16,88	0,82	381,001	0,191
380	Cumala blanca	12,7323657	15,23	0,47	87,786	0,044
381	Sacha parinari	27,3745862	20,18	0,82	931,769	0,466
382	Copal	14,3239114	16,43	0,58	147,642	0,074
383	Copal	9,8675834	14,18	0,58	60,685	0,030
384	Quinilla colorada	79,5772855	31,43	0,86	12725,684	6,363
385	Sacha sapote	20,3717851	20,93	0,43	280,410	0,140
386	Machimango blanco	9,8675834	13,43	0,85	84,341	0,042
387	Machimango colorado	21,9633308	18,38	0,83	554,207	0,277
388	Cinta caspi	23,2365674	23,78	0,79	759,189	0,380
389	Copal	16,8703845	14,93	0,58	186,533	0,093
390	Machimango blanco	13,368984	16,43	0,88	195,136	0,098
391	Sacha parinari	19,0985485	19,43	0,76	405,098	0,203

Árbol Nº	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm ₃)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
392	Sacha ubilla	42,653425	22,43	0,4	1223,414	0,612
393	Machimango negro	15,9154571	17,93	0,88	301,170	0,151
394	Requia	12,4140565	11,48	0,62	83,545	0,042
395	Cumala colorada	15,9154571	14,93	0,6	171,739	0,086
396	Chimicua	33,740769	30,03	0,63	1603,027	0,802
397	Machimango blanco	15,2788388	15,83	0,88	245,784	0,123
398	Chingonga	112,044818	31,43	0,51	14960,915	7,480
399	Polvora caspi	11,14082	10,43	0,65	64,238	0,032
400	Mojara caspi	9,8675834	11,18	0,61	50,609	0,025
401	Requia	12,0957474	10,43	0,65	75,722	0,038
402	Machimango blanco	42,9717341	20,93	0,88	2553,380	1,277
403	Chimicua	29,284441	21,23	0,63	860,823	0,430
404	Copal	30,5576776	19,43	0,58	791,434	0,396
405	Tangarana	13,0506748	15,83	0,56	114,115	0,057
406	Copal	11,4591291	8,93	0,58	52,114	0,026
407	Achotillo	36,6055513	22,43	0,81	1824,671	0,912
408	Quinilla	14,3239114	13,43	0,67	140,087	0,070
409	Sacha requia	36,6055513	16,43	0,65	1080,602	0,540
410	Wira caspi	17,1886937	19,43	0,46	198,605	0,099
411	Cumalilla	21,6450216	14,93	0,65	344,119	0,172
412	shiringa masha	10,5042017	17,63	0,68	99,718	0,050
413	Moena	16,2337662	17,93	0,61	217,200	0,109
414	Shimbillo	11,4591291	14,93	0,58	86,062	0,043
415	Machimango blanco	29,6027502	23,93	0,88	1380,992	0,690
416	Parinari	36,2872422	23,93	0,88	2075,081	1,038
417	Machimango blanco	17,8253119	14,93	0,88	315,963	0,158
418	Cumala colorada	14,6422205	14,93	0,6	145,360	0,073
419	Wira caspi	12,7323657	13,43	0,46	75,993	0,038
420	Sacha cacao	9,8675834	8,93	0,47	31,315	0,016
421	Parinari	14,6422205	17,93	0,76	220,150	0,110
422	Sacha parinari	34,6956965	23,18	0,76	1588,224	0,794
423	Azucar huayo	14,6422205	17,93	0,81	234,633	0,117
424	Cumalilla	14,3239114	12,23	0,65	124,040	0,062
425	Sacha huito	15,2788388	17,93	0,73	230,247	0,115
426	Sacha huito	17,8253119	12,68	0,73	223,480	0,112
427	Sacha cumaceba	35,0140056	21,23	0,74	1445,489	0,723
428	Machimango blanco	47,7463713	23,63	0,85	3427,651	1,714
429	Motelo chaqui	10,8225108	13,88	0,61	75,189	0,038
430	Cumala blanca	12,4140565	10,43	0,47	57,672	0,029
431	Shimbillo	21,9633308	16,43	0,58	347,123	0,174
432	Polvora caspi	10,1858925	10,88	0,65	55,957	0,028
433	Wira caspi	10,1858925	11,93	0,46	43,326	0,022
434	Wira caspi	11,7774382	14,93	0,46	72,100	0,036
435	Cachimbo	89,1265597	31,43	0,51	9466,488	4,733
436	Polvora caspi	10,1858925	10,43	0,65	53,697	0,027

Árbol Nº	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm ₃)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
437	Machin sapote	29,284441	21,68	0,48	669,430	0,335
438	Anonilla	11,14082	11,93	0,44	49,577	0,025
439	Achotillo	31,8309142	17,93	0,81	1108,853	0,554
440	Pusanga caspi	40,1069519	31,43	0,81	3044,590	1,522
441	Añallo caspi	14,3239114	12,68	0,52	102,794	0,051
442	Shiringa	15,2788388	11,93	0,56	118,677	0,059
443	Copal colorado	19,4168577	14,93	0,6	255,616	0,128
444	Cumala caupuri	14,3239114	14,93	0,59	136,790	0,068
445	Huamansamana pashaco	18,7802394	17,93	0,7	333,573	0,167
446	Mullo huayo	13,368984	17,78	0,54	129,336	0,065
447	Sacha ubilla	11,4591291	13,43	0,44	58,878	0,029
448	Marupa negro	10,1858925	13,13	0,42	43,438	0,022
449	Sacha cumaceba	40,1069519	21,68	0,74	1935,803	0,968
450	Cachimbo	76,394194	31,43	0,58	7909,575	3,955
451	Huarmi caspi	27,0562771	20,93	0,48	552,134	0,276
452	Sacha guayaba	22,2816399	20,18	0,76	572,147	0,286
453	Cumala colorada	26,4196588	23,93	0,63	787,480	0,394
454	Cumalilla	10,8225108	10,73	0,65	62,321	0,031
455	Paujil ruro	11,7774382	11,18	0,52	61,458	0,031
456	Cumala colorada	19,0985485	5,48	0,6	92,982	0,046
457	Cumalilla	36,6055513	20,93	0,63	1326,483	0,663
458	Cumala colorada	16,8703845	11,93	0,6	155,024	0,078
459	Punga	20,6900942	14,63	0,38	180,212	0,090
460	Moena mango	20,6900942	17,93	0,62	358,598	0,179
461	Espintana	19,4168577	17,93	0,6	305,633	0,153
462	Copal colorado	14,3239114	11,93	0,6	111,756	0,056
463	Chimicua	14,6422205	19,43	0,63	197,379	0,099
464	Cumalilla	10,5042017	11,93	0,63	63,105	0,032
465	Cumalilla	13,368984	14,33	0,65	126,125	0,063
466	Brea caspi	32,1492233	19,73	0,78	1195,848	0,598
467	Cumalilla	29,9210593	22,73	0,6	914,835	0,457
468	Cumalilla	14,6422205	11,63	0,65	123,404	0,062
469	Cumalilla	21,0084034	12,68	0,65	276,401	0,138
470	Huarmi caspi	11,7774382	11,48	0,41	49,726	0,025
471	Brea caspi	9,8675834	11,63	0,78	67,254	0,034
472	Huarmi caspi	12,0957474	4,43	0,48	24,243	0,012
473	Brea caspi	11,14082	10,43	0,78	77,085	0,039
474	Chicle huayo con espina	17,8253119	16,43	0,49	193,165	0,097
475	Sacha guayaba	19,4168577	16,88	0,76	364,992	0,182
476	Sacha requia	16,5520754	14,93	0,56	173,369	0,087
477	Punga	40,1069519	23,93	0,38	1094,630	0,547
478	Cumalilla	14,9605297	11,63	0,65	128,828	0,064
479	Huarmi caspi	18,4619302	13,43	0,48	166,722	0,083
480	Polvora caspi	14,3239114	14,03	0,65	141,828	0,071
481	Pashaco	25,7830405	15,68	0,46	362,477	0,181

Árbol Nº	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm ₃)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
482	Shimbillo	9,8675834	5,18	0,58	22,711	0,011
483	Cumala colorada	11,14082	11,93	0,63	70,986	0,035
484	Zancudo caspi colorado	37,2421696	20,93	0,47	1024,318	0,512
485	Zancudo caspi colorado	26,4196588	19,43	0,47	479,400	0,240
486	Shiringa	17,8253119	15,68	0,56	210,919	0,105
487	Cumala caupuri	33,740769	23,93	0,46	937,804	0,469
488	Azufre caspi	40,7435702	20,93	0,63	1643,334	0,822
489	Cumala colorada	10,5042017	8,93	0,65	49,076	0,025
490	Paujil ruro	11,14082	7,43	0,52	36,908	0,018
491	Moena	10,8225108	6,68	0,5	30,186	0,015
492	Huacapu negro	13,368984	9,98	0,72	98,147	0,049
493	Punga	15,597148	11,63	0,41	88,324	0,044
494	Espintana	14,3239114	18,38	0,59	167,561	0,084
495	Jarabe huayo	33,4224599	23,93	0,41	820,172	0,410
496	Boa caspi	59,2055004	23,93	0,84	5272,879	2,636
497	Marupa	11,14082	7,43	0,38	26,971	0,013
498	Shiringa	9,8675834	9,53	0,56	39,756	0,020
499	Cumala colorada	14,6422205	10,73	0,65	114,075	0,057
500	Brea caspi	13,0506748	11,93	0,78	120,603	0,060
501	Copal	11,14082	7,43	0,58	41,166	0,021
502	Achotillo	16,8703845	17,93	0,81	311,477	0,156
503	Shiringa	17,8253119	16,43	0,56	220,760	0,110
504	Pashaco	13,368984	9,38	0,7	89,818	0,045
505	Moena mango	29,284441	21,68	0,62	864,681	0,432
506	Cumala caupuri	19,0985485	20,93	0,59	338,158	0,169
507	Sacha sapote	12,7323657	16,13	0,43	84,944	0,042
508	Shiringa	10,5042017	16,43	0,56	76,661	0,038
509	Wira caspi	14,0056022	18,23	0,46	123,904	0,062
510	Cumala	11,4591291	7,43	0,65	48,809	0,024
511	Cumala colorada	19,0985485	20,18	0,63	348,450	0,174
512	Shiringa	18,1436211	16,43	0,56	228,715	0,114
513	shiringa masha	37,5604787	23,78	0,68	1707,459	0,854
514	Polvora caspi	10,8225108	12,68	0,65	73,352	0,037
515	Quinilla	42,653425	23,63	0,67	2156,153	1,078
516	Requia	11,4591291	9,68	0,65	63,187	0,032
517	Motelo chaqui	11,14082	12,68	0,61	72,947	0,036
518	Sacha sapote	12,7323657	12,83	0,43	67,938	0,034
519	Cumalilla	20,3717851	13,28	0,63	263,534	0,132
520	Pashaco	10,5042017	13,73	0,7	80,424	0,040
521	Copal	17,1886937	20,18	0,58	259,844	0,130
522	Azucar huayo	24,5098039	22,43	0,81	818,032	0,409
523	Trompetero caspi	10,1858925	9,68	0,68	52,230	0,026
524	Sacha ubilla	51,2477718	23,93	0,4	1881,284	0,941
525	Sacha parinari	20,6900942	17,78	0,76	435,982	0,218
526	Tornillo	73,2111026	31,43	0,5	6262,220	3,131

Árbol Nº	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm ₃)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
527	Cumala colorada	10,8225108	16,43	0,6	87,190	0,044
528	Machimango blanco	40,425261	23,93	0,88	2575,329	1,288
529	Machimango blanco	49,337917	23,48	0,88	3765,667	1,883
530	Wira caspi	21,3267125	19,43	0,44	292,446	0,146
531	Mojara caspi	16,5520754	17,78	0,61	223,957	0,112
532	Machimango blanco	19,0985485	21,68	0,83	492,344	0,246
533	Wira caspi	24,5098039	22,43	0,44	444,363	0,222
534	Sacha ubilla	35,968933	19,43	0,4	756,242	0,378
535	Tangarana	31,8309142	20,18	0,56	860,371	0,430
536	Achotillo	14,9605297	16,88	0,82	233,787	0,117
537	Huayruro negro	25,4647313	23,93	0,84	975,443	0,488
538	Wira caspi	11,14082	8,18	0,44	34,303	0,017
539	Machimango negro	13,6872931	11,93	0,92	156,466	0,078
540	Polvora caspi	14,9605297	12,83	0,65	141,786	0,071
541	Moena	10,1858925	10,43	0,44	36,349	0,018
542	Machimango blanco	15,2788388	16,43	0,88	254,872	0,127
543	Copal	10,1858925	17,63	0,68	93,766	0,047
544	Copal colorado	13,6872931	13,73	0,55	107,290	0,054
545	Achotillo	11,14082	9,38	0,81	72,175	0,036
546	Sacha sapote	24,8281131	14,93	0,43	299,526	0,150
547	Paujil ruro	12,7323657	9,68	0,52	62,407	0,031
548	Requia	14,6422205	13,88	0,62	139,886	0,070
549	Sacha ubilla	34,6956965	23,93	0,4	862,294	0,431
550	Requia	12,7323657	13,88	0,62	105,774	0,053
551	Machimango negro	15,2788388	12,38	0,92	202,144	0,101
552	Copal	18,4619302	17,18	0,58	256,189	0,128
553	Copal	36,6055513	23,18	0,68	1581,794	0,791
554	Cumala llorona	56,9773364	31,03	0,47	3521,093	1,761
555	Azucar huaillo	25,4647313	20,63	0,89	894,161	0,447
556	Cumalilla	18,1436211	15,98	0,65	258,374	0,129
557	Machimango blanco	48,3829896	21,23	0,85	3170,325	1,585
558	Machimango negro	12,0957474	15,23	0,86	144,969	0,072
559	Cumalilla	13,0506748	13,43	0,5	86,783	0,043
560	Carahuasca	13,0506748	14,93	0,47	90,457	0,045
561	Sacha ubilla	23,2365674	17,18	0,38	265,893	0,133
562	Quinilla	39,4703336	20,93	0,93	2276,626	1,138
563	sombrero caspi	22,9182582	21,83	0,7	601,969	0,301
564	Machimango blanco	40,7435702	19,43	0,88	2134,748	1,067
565	Cumalilla	13,0506748	11,93	0,65	100,502	0,050
566	Achotillo	14,3239114	12,08	0,82	154,608	0,077
567	Moena	9,8675834	14,93	0,53	58,314	0,029
568	Requia	11,4591291	12,83	0,62	79,345	0,040
569	Cachimbo	60,1604278	23,93	0,58	3759,189	1,880
570	Requia	16,8703845	19,43	0,62	257,862	0,129
571	Sacha cetico	30,8759868	17,93	0,45	579,622	0,290

Árbol Nº	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm ₃)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
572	Pucuna caspi	9,8675834	14,93	0,67	73,718	0,037
573	Polvora caspi	11,4591291	12,38	0,65	80,336	0,040
574	Tornillo	38,8337153	30,63	0,5	1718,160	0,859
575	Azucar huayo	14,3239114	17,93	0,81	224,543	0,112
576	Cumala blanca	23,5548765	23,93	0,48	476,922	0,238
577	Quinilla blanca	13,6872931	11,33	0,76	122,906	0,061
578	Sacha ubilla	23,2365674	22,13	0,31	277,718	0,139
579	Requia	11,14082	13,88	0,65	84,902	0,042
580	Machimango blanco	21,0084034	16,73	0,88	490,453	0,245
581	Polvora caspi	11,14082	18,08	0,65	109,893	0,055
582	Cumalilla	11,7774382	12,68	0,5	66,821	0,033
583	Pashaco	34,3773873	20,93	0,38	705,661	0,353
584	Sacha ubilla	41,0618793	23,48	0,4	1185,592	0,593
585	Polvora caspi	9,8675834	13,43	0,65	64,496	0,032
586	Sacha parinari	12,7323657	14,33	0,82	144,319	0,072
587	Tamara	20,3717851	14,93	0,6	281,377	0,141
588	Requia	11,7774382	15,68	0,65	106,873	0,053
589	Polvora caspi	16,5520754	9,68	0,65	131,834	0,066
590	Huamansamana negra	14,0056022	11,18	0,42	70,199	0,035
591	Pucuna caspi	27,3745862	20,18	0,67	761,324	0,381
592	Sacha cumaceba	12,7323657	12,53	0,84	129,686	0,065
593	shiringa masha	45,8365164	23,93	0,68	2558,447	1,279
594	Quinilla blanca	12,7323657	12,68	0,76	118,706	0,059
595	Cumala colorada	35,0140056	23,93	0,65	1427,057	0,714
596	Shiringa	23,2365674	20,93	0,56	475,115	0,238
597	Shimbillo	20,3717851	15,68	0,56	275,486	0,138
598	Wira caspi	27,6928953	21,68	0,44	548,756	0,274
599	Wira caspi	21,0084034	14,63	0,44	215,136	0,108
600	Wira caspi	20,3717851	22,43	0,44	306,985	0,153
601	Wira caspi	10,5042017	19,43	0,46	74,170	0,037
602	Tortuga caspi	14,3239114	12,38	0,54	104,282	0,052
603	Shimbillo	16,5520754	17,93	0,6	222,099	0,111
604	Chicle huayo con espina	28,0112045	16,43	0,49	477,000	0,238
605	Cumalilla	36,6055513	20,48	0,5	1030,667	0,515
606	Pashaco	12,7323657	16,13	0,7	138,281	0,069
607	Carahuasca	15,9154571	16,43	0,47	147,705	0,074
608	Cumala colorada	12,7323657	10,43	0,6	77,448	0,039
609	Chingonga	48,7012987	23,93	0,51	2166,186	1,083
610	Sacha ubilla	12,7323657	13,43	0,38	62,777	0,031
611	Huarmi caspi	12,7323657	11,18	0,41	56,634	0,028
612	Quinilla	34,0590782	20,33	0,67	1187,077	0,594
613	Sacha cumaceba	14,3239114	14,18	0,84	185,197	0,093
614	Machimango blanco	13,368984	10,28	0,85	119,266	0,060
615	Espintana	11,4591291	13,13	0,58	75,920	0,038
616	Caballo chupa	16,5520754	20,93	0,61	262,604	0,131

Árbol Nº	Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	DB (g/cm ₃)	Biomasa (kg)	Carbono (tC)
617	Cumala colorada	14,9605297	11,93	0,6	121,911	0,061
618	Paujil ruro	9,8675834	10,43	0,52	40,315	0,020
619	Chicle huayo con espina	12,0957474	13,43	0,6	89,457	0,045
620	Chicle huayo con espina	22,9182582	18,53	0,6	439,701	0,220
621	Wira caspi	14,6422205	16,43	0,46	122,357	0,061
622	Copal	14,0056022	13,43	0,49	97,949	0,049
623	Chingonga	63,6618284	30,23	0,51	4649,779	2,325
624	Sacha quinilla	12,4140565	14,63	0,56	95,607	0,048
625	Cumala colorada	20,6900942	20,93	0,65	437,225	0,219
626	Palo de fundo	15,9154571	9,98	0,49	94,663	0,047
627	Moena	39,1520244	14,93	0,59	1021,972	0,511
628	Wira caspi	32,1492233	16,43	0,46	589,871	0,295
629	Cumala colorada	11,14082	12,68	0,65	77,730	0,039
630	Jarabe huayo	28,6478228	17,48	0,41	443,490	0,222
631	Cumala caupuri	21,9633308	16,43	0,46	275,304	0,138
632	Chicle huayo con espina	15,2788388	16,43	0,49	141,917	0,071
633	Requia negra	12,7323657	11,93	0,65	95,660	0,048
634	Shimbillo	22,5999491	14,93	0,58	334,751	0,167
635	Huacapu negro	17,1886937	11,93	0,72	193,115	0,097
636	Sacha cetico	31,512605	17,48	0,45	588,976	0,294
637	Cumala colorada	22,9182582	20,93	0,63	519,961	0,260
638	Shiringa	17,8253119	20,93	0,56	279,595	0,140
639	Icoja	30,5576776	21,83	0,52	794,981	0,397
640	Requia	21,0084034	14,93	0,62	309,212	0,155
641	Quinilla	27,6928953	18,23	0,67	705,563	0,353
642	Shiringa	18,7802394	16,28	0,56	242,863	0,121
643	Cumala colorada	20,0534759	18,08	0,6	328,664	0,164
644	Brea caspi	18,4619302	16,43	0,64	270,640	0,135
645	Cumalilla	19,0985485	16,43	0,63	285,102	0,143
646	Tortuga caspi	10,5042017	13,43	0,54	60,718	0,030
647	Shiringa	11,4591291	14,33	0,56	79,833	0,040

Anexo 3. Fotografías de la toma de datos en el campo.



Foto 1. (A) Toma punto de georreferencia de cada árbol, (B) Toma de registro de los árboles evaluados.



Foto 2. (C) Medición del diámetro a la altura del pecho (DAP), (D) Toma de registro.

Anexo 4. Constancia del Herbarium Amazonense.



UNAP

Centro de Investigación de
Recursos Naturales
Herbarium Amazonense - AMAZ

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

CONSTANCIA

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

HACE CONSTAR:

Que, las muestras botánicas presentada por **VICTOR PABLO ESCOBEDO VELA**, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales, Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, pertenecen a la tesis titulado: **"VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO AMBIENTAL DE SECUESTRO DE CO₂ EN LA PARCELA VII DEL ARBORETUM "EL HUAYO" DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA FORESTAL DE PUERTO ALMENDRA, IQUITOS. 2022"**, han sido **DETERMINADAS** en este Centro de Investigación y Enseñanza, Herbarium Amazonense-AMAZ, del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la UNAP-CIRNA-UNAP, como se indica a continuación:

N°	Nombre Comun	Nombre Científico	Familia
1	Leche caspi	Couma macrocarpa Barb. Rodr.	Apocynaceae
2	Tangarana	Tachigali bracteosa (Harms) Zarucchi & Pipoly	Fabaceae
3	Copal	Protium paniculatum Engl.	Burseraceae
4	Sacha parinari	Licania apetala (E. Mey.) Fritsch	Chrysobalanaceae
5	Limoncillo	Casearia commersoniana Cambess.	Salicaceae
6	Trompetero caspi	Rinorea lindeniana (Tul.) Kuntze	Violaceae
7	Shimbillo	Inga alba (Sw.) Willd.	Fabaceae
8	Azucar huaillo	Dialium guianense (Aubl.) Sandwith	Fabaceae
9	Cumala llorona	Osteophloeum platyspermum (A. DC.) Warb.	Myristicaceae
10	Wira caspi	Tapirira guianensis Aubl.	Anacardiaceae
11	Cumala colorada	Iryanthera laevis Markgr.	Myristicaceae
12	Huarmi caspi	Sterculia peruviana (D. R. Simpson) E. Taylor	Malvaceae
13	Sacha sapote	Conceveiba martiana Baill.	Euphorbiaceae
14	Motelo chaqui	Helicostylis tomentosa (Poepp. & Endl.) J. F. Macbr.	Moraceae
15	Pashaco	Parkia velutina Benoist	Fabaceae
16	Machimango blanco	Eschweilera coriacea (DC.) S.A. Mori	Lecythidaceae
17	Zancudo caspi blanco	Alchorneopsis floribunda (Benth.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae
18	Boa caspi	Cynometra bauhiniifolia Benth.	Fabaceae
19	shiringa masha	Micrandra spruceana (Baill.) R. E. Schult.	Euphorbiaceae
20	Sacha ubilla	Pourouma minor Benoist	Urticaceae
21	Sacha bombinsana	Zygia basijuga (Ducke) Barneby & J.W. Grimes	Fabaceae
22	Aceituna caspi	Goupia glabra Aubl.	Nyctaginaceae

N°	Nombre Comun	Nombre Científico	Familia
23	Cumalilla	<i>Iryanthera tessmannii</i> Markgr.	Myristicaceae
24	Sacha quinilla	<i>Pouteria cuspidata</i> (A. DC.) Baehni	Sapotaceae
25	Chicle huayo	<i>Lacmellea peruviana</i> (Van Heurck & Müll. Arg.) Markgr.	Apocynaceae
26	Marupa	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
27	Jarabe huayo	<i>Macoubea guianensis</i> Aubl.	Apocynaceae
28	Cumala blanca	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Myristicaceae
29	Pucuna caspi	<i>Iryanthera tricornis</i> Ducke	Myristicaceae
30	Mojara caspi	<i>Nealchornea yapurensis</i> Huber	Euphorbiaceae
31	Achotillo	<i>Sloanea latifolia</i> (Rich.) K. Schum.	Elaeocarpaceae
32	Quinilla	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i> (Pierre) Baehni	Sapotaceae
33	Balata	<i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre	Sapotaceae
34	Machimango negro	<i>Eschweilera parvifolia</i> Mart. ex A. DC.	Lecythidaceae
35	Huayruro	<i>Ormosia bopiensis</i> Pierce ex J. F. Macbr.	Fabaceae
36	Chullachaqui caspi	<i>Tovomita spruceana</i> Planch. & Triana	Clusiaceae
37	Moena blanca	<i>Aniba perutilis</i> Hemsli.	Lauraceae
38	Parinari	<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Chrysobalanaceae
39	Masato caspi	<i>Chrysophyllum bombycinum</i> T. D. Penn.	Sapotaceae
40	Naranjo podrido	<i>Parahancornia peruviana</i> Monach.	Apocynaceae
41	Requia	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Meliaceae
42	Canela moena	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez	Lauraceae
43	Palta moena	<i>Beilschmiedia costaricensis</i> (Mez & Pittier) C.K. Allen	Lauraceae
44	Machimango colorado	<i>Eschweilera tessmannii</i> Knuth	Lecythidaceae
45	Quillobordon negro	<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll. Arg.	Apocynaceae
46	Carahuasca	<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	Annonaceae
47	Moena amarilla	<i>Ocotea amazonica</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae
48	Chimicua	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	Moraceae
49	Moena	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae
50	Yacushapana	<i>Buchenavia grandis</i> Ducke	Combretaceae
51	Chicle huayo con espina	<i>Lacmellea lactescens</i> (Kuhl) Markgr.	Apocynaceae
52	Cetico	<i>Cecropia herthae</i> Diels	Urticaceae
53	Cumala roja	<i>Iryanthera paraensis</i> Huber	Myristicaceae
54	Copal colorado	<i>Protium subserratum</i> (Engl.) Engl.	Burseraceae
55	Manchari caspi	<i>Sacoglottis mattogrossensis</i> Malme	Humiriaceae
56	Añallo caspi	<i>Cordia toqueve</i> Aubl.	Boraginaceae
57	Balata	<i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre	Sapotaceae
58	Puma caspi	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Celastraceae
59	Palometa huayo	<i>Hevea pauciflora</i> (Spruce ex Benth.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae
60	Azucar huayo	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae
61	Sacha cacao	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Malvaceae
62	Intuto caspi	<i>Swartzia schunkei</i> R. Cowan	Fabaceae

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Familia
64	Paliperro	<i>Vitex klugii</i> Moldenke	Lamiaceae
65	Achotillo	<i>Sloanea durissima</i> Spruce	Elaeocarpaceae
66	Machin sapote	<i>Matisia malacocalyx</i> (Robyns & Nilsson) Alverson	Malvaceae
67	Sacha huito	<i>Ferdinandusa chlorantha</i> (Wedd.) Standl.	Rubiaceae
68	Macheto vaina	<i>Macrobium limbatum</i> Spruce ex Benth.	Fabaceae
69	Tubinachi	<i>Casearia pitumba</i> Sleumer	Salicaceae
70	Cumala negra	<i>Viola caducifolia</i> W. A. Rodrigues	Myristicaceae
71	Huacapusillo	<i>Rinorea viridifolia</i> Rusby	Violaceae
72	Rifari colorado	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	Melastomataceae
73	Quinilla colorada	<i>Chrysophyllum prieurii</i> A. DC.	Sapotaceae
74	Machimango colorado	<i>Eschweilera rufifolia</i> S. A. Mori	Lecythidaceae
75	Sacha requia	<i>Conceveiba terminalis</i> (Baill.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae
76	Anonilla	<i>Rollinia pittieri</i> Saff.	Annonaceae
77	Pusanga caspi	<i>Sloanea grandiflora</i> Sm.	Elaeocarpaceae
78	Huamansamana pashaco	<i>Stryphnodendron polystachyum</i> (Miq.) Kleinhoonte	Fabaceae
79	Mullo huayo	<i>Ilex aff. nayana</i> Cuatrec.	Aquifoliaceae
80	Paujil ruro	<i>Trichilia maynasiana</i> C. DC.	Meliaceae
81	Brea caspi	<i>Caraipa grandifolia</i> Mart.	Calophyllaceae
82	Sacha guayaba	<i>Eugenia cuspidata</i> Phil.	Myrtaceae
83	Zancudo caspi colorado	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae
84	Azufre caspi	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Clusiaceae
85	Punga	<i>Pachira insignis</i> (Sw.) Sw. ex Savigny	Malvaceae
86	Moena mango	<i>Aniba hostmanniana</i> (Nees) Mez	Lauraceae
87	Cumala	<i>Iryanthera paraensis</i> Huber	Myristicaceae
88	Huayruro negro	<i>Swartzia gracilis</i> Pipoly & Rudas	Fabaceae
89	Copal colorado	<i>Protium subserratum</i> (Engl.) Engl.	Burseraceae
90	sombrero caspi	<i>Heisteria duckei</i> Sleumer	Olacaceae
91	Cachimbo	<i>Allantoma decandra</i> (Ducke) S.A. Mori, Ya Y. Huang & Prance	Lecythidaceae
92	Sacha cético	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	Araliaceae
93	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
94	Tamara	<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	Violaceae
95	Polvora caspi	<i>Mabea nitida</i> Spruce ex Benth.	Euphorbiaceae
96	Huamansamana negra	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Bignoniaceae
97	Sacha cumaceba	<i>Swartzia benthamiana</i> Miq.	Fabaceae
98	Espintana	<i>Xylopia parviflora</i> Spruce	Annonaceae
99	Caballo chupa	<i>Cespedesia spathulata</i> (Ruiz & Pav.) Planch.	Ochnaceae
100	Chingonga	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	Moraceae
101	Palo de fundo	<i>Ladenbergia amazonensis</i> Ducke	Rubiaceae
102	Cumala caupuri	<i>Viola pavonis</i> (A. DC.) A. C. Sm.	Myristicaceae
103	Requia negra	<i>Trichilia euneura</i> C. DC.	Meliaceae
104	Huacapu negro	<i>Tetrastylidium peruvianum</i> Sleumer	Olacaceae



UNAP

Centro de Investigación de
Recursos Naturales
Herbarium Amazonense - AMAZ

N°	Nombre Comun	Nombre Científico	Familia
105	Icoja	Unonopsis floribunda Diels	Annonaceae
106	Tortuga caspi	Guatteria megalophylla Diels	Annonaceae
107	Shiringa	Hevea pauciflora (Spruce ex Benth.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae

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

Atentamente,

Iquitos, 27 de febrero del 2023


Richard J. Huamán Acostupa
Coordinador Herbarium Amazonense

