



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES

TROPICALES

TESIS

**“VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE SECUESTRO DE CO₂ EN UN
BOSQUE DE COLINA BAJA, DISTRITO DE PUNCHANA, LORETO, 2022”**

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

PRESENTADO POR:

MARIA YESSENIA FREIRE DEL CASTILLO

ASESOR:

Ing. DENILSON MARCELL DEL CASTILLO MOZOMBITE, M.Sc

IQUITOS, PERÚ

2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 003-CTG-FCF-UNAP-2023

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 11 días del mes de enero del 2023, a horas 10:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis: "VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE SECUESTRO DE CO2 EN UN BOSQUE DE COLINA BAJA, DISTRITO DE PUNCHANA, LORETO, 2022", aprobado con R.D. Nº 0337-2022-FCF-UNAP, presentado por la bachiller MARIA YESSENIA FREIRE DEL CASTILLO, para obtener el Título Profesional de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. Nº 0623-2022-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Ronald Burga Alvarado, Dr.	: Presidente
Ing. Olguita Gronerth Escudero, Dra.	: Miembro
Blgo. Carlos Roberto Dávila Flores, M.Sc.	: Miembro
Ing. Denilson Marcell Del Castillo Mozombite, M.Sc.	: Asesor

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

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

La sustentación pública y la tesis han sido: APROBADA con la calificación de MUY BUENO

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

Siendo las 11:5 Se dio por terminado el acto ACADÉMICO


Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Presidente


Ing. OLGUITA GRONERTH ESCUDERO, Dra.
Miembro


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


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

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

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

www.unapiquitos.edu.pe

Teléfono: 065-225303

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

TESIS

**"Valoración económica del servicio de secuestro de CO₂ en un bosque de colina
baja, distrito de Punchana, Loreto, 2022"**

MIEMBROS DEL JURADO



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



Ing. OLGUITA GRONERTH ESCUDERO, Dra.
Miembro
REGISTRO CIP N° 45824



Blgo. CARLOS ROBERTO DÁVILA FLORES, M.Sc.
Miembro
REGISTRO CBP N° 6162



Ing. DENILSON MARCELL DEL CASTILLO MOZOMBITE, M.Sc.
Asesor
REGISTRO CIP N° 172011

Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

ID de Comprobación:
75584169

Fecha de comprobación:
13.10.2022 12:07:44 -05

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

Fecha del Informe:
13.10.2022 12:37:21 -05

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: TESIS RESUMEN MARIA YESSSENIA FREIRE DEL CASTILLO

Recuento de páginas: 33 Recuento de palabras: 7918 Recuento de caracteres: 47750 Tamaño de archivo: 281.77 KB ID de archivo: 86654411

36.4% de Coincidencias

La coincidencia más alta: 26.9% con la fuente de Internet (<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/>).

36.4% Fuentes de Internet 782

Página 35

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

33.8% de Citas

Citas 51

Página 36

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi familia y amigos, quienes me apoyaron en cada momento, brindándome sus apoyo y motivación con sus consejos de superación, también hago referencia a aquellas personas que quisieron mi mal, porque lo único que lograron es que me supere en cada momento y me haga más fuerte.

AGRADECIMIENTO

- Doy gracias a Dios por la familia que me dio y por las personas que puso en mi camino, los mismos quienes aún continúan en mi camino pese a la distancia.
- También doy gracias a los maestros, quienes me brindaron sus conocimientos en cada materia; así como también me brindaron consejos para la toma de alguna decisión.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR	iii
RESULTADOS DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	6
1.3. Definición de términos básicos	8
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	11
2.1. Formulación de la hipótesis	11
2.2. Variables y su operacionalización	11

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño	12
3.2. Diseño muestral	12
3.3. Procedimientos de recolección de datos	12
3.4. Procesamiento y análisis de los datos	13
3.4.1. Verificación y determinación de la composición florística	13
3.4.2. Cálculos	13
• Cálculo del volumen maderable comercial	13
• Cálculo de la biomasa	14
• Cálculo de la biomasa radicular	14
• Cálculo de la biomasa total	14
• Cálculo del stock de carbono	15
• Cálculo del secuestro de CO ₂	15
• Estimación del valor económico del secuestro de CO ₂	15
3.5. Análisis estadístico	16
• Prueba de normalidad	16
• Prueba de hipótesis	16
3.6. • Aspectos éticos	17
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	18

4.1.	Composición florística	18
4.2.	Volumen maderable comercial	20
4.3.	Biomasa seca	22
4.4.	Stock de carbono	23
4.5.	Secuestro de CO ₂	24
4.6.	Valoración económica del secuestro de CO ₂	26
4.7.	Análisis estadístico	27
4.7.1.	Prueba de normalidad	27
CAPITULO V: DISCUSIÓN		30
5.1.	Composición florística	30
5.2.	Valor económico del secuestro de CO ₂	31
CAPITULO VI: CONCLUSIONES		34
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES		35
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN		36
ANEXOS		40
Anexo 1.	Mapa de ubicación del área de estudio ubicado en el distrito de Punchana	41
Anexo 2.	Formato para la toma de datos del censo forestal	42
Anexo 3.	Formato de datos para la estimación de la biomasa y stock de carbono	42
Anexo 5.	Identificación botánica de las especies forestales	44
Anexo 5.	Constancia de uso de base de datos	45

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Descripción	Pág.
1.	Relación de especies, géneros, familias y número de árboles	18
2.	Volumen maderable por especie y por clase métrica	20
3.	Biomasa seca total y por especie comercial	22
4.	Stock de carbono total y por especie	24
5.	Secuestro de CO ₂ por especie y total	25
6.	Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO ₂ por especie	26
7.	Prueba de normalidad para los datos registrados en el bosque evaluado	28
8.	Análisis de varianza del valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO ₂	29
9.	Prueba de Chi-cuadrado	29

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
1.	Distribución del número de árboles por familia	19
2.	Distribución del número de árboles por especie	20
3.	Volumen maderable por especie y por hectárea	21
4.	Volumen maderable por clase diamétrica y por hectárea	21
5.	Biomasa seca por especie	23
6.	Stock de carbono por especie y por hectárea	24
7.	Secuestro de CO ₂ por especie y por hectárea	25
8.	Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO ₂ por especie y por hectárea	27
9.	Diagrama de caja para el DAP y altura comercial	28

RESUMEN

En este estudio se cuantificó el valor del servicio de secuestro de CO₂ en un bosque de colina baja del distrito de Punchana, Loreto, Perú. Se evaluó los datos del censo forestal de las especies comerciales del bosque de colina baja del predio privado J. R. Aguirre. Se registró en total 14 especies forestales comerciales, nueve familias botánicas y 69 árboles. La familia Myristicaceae muestra mayor número de especies. Los resultados indican que el valor económico del secuestro de CO₂ es de USD 3458,12/ha. Las especies con mayor aporte son *Vochysia vismiifolia* (USD 391,34/ha), *Eschweilera bracteosa* (USD 385,27/ha) y *Ecclinusa lanceolata* (USD 296,43/ha). Estadísticamente existe diferencia significativa ($\alpha= 0,05$) en el valor económico promedio del secuestro de CO₂ entre especies.

Palabras claves: Valoración económica, servicio ambiental, secuestro de CO₂, bosque, Punchana.

ABSTRACT

The economic value of the CO₂ sequestration service was quantified in a low hill forest in the district of Punchana, Loreto, Peru. Data from the forest census of the commercial species of the low-hill forest of the private property of J.R. Aguirre was evaluated. A total of 14 commercial forest species, nine botanical families and 69 trees were recorded. The Myristicaceae family shows a highest number of species. The results show that the economic value of CO₂ sequestration is USD 3458,12/ha. The species with the highest contribution are *Vochysia vismiifolia* (USD 391,34/ha), *Eschweilera bracteosa* (USD 385,27/ha) and *Ecclinusa lanceolata* (USD 296,43/ha). A significant statistical difference ($\alpha = 0,05$) in the average of economic value of CO₂ between species was found.

Keywords: Economic valuation, environmental service, CO₂ sequestration, forest, Punchana.

INTRODUCCIÓN

La concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, aumentó considerablemente la temperatura ambiental en la tierra, que está generando el cambio climático con alteraciones en los ciclos hídricos, sequías, inundaciones y más desastres naturales que comprometerían la existencia de vida en el planeta (Wigley 1999, como se citó en Vega, 2016, p. vii).

Los bosques son una excelente herramienta para mitigar el cambio climático un clima en el que estos ecosistemas se gestionan y se manejan de forma sostenible; sin embargo, los bosques también contribuyen al cambio climático cuando estos ecosistemas experimentan deforestación, degradación o cambio de uso de la tierra, es decir, el carbono almacenado en los recursos se libera a la atmósfera en forma de dióxido de carbono, lo que contribuye a la formación de GEI. Los bosques también juegan un papel fundamental en la adaptación de las personas al cambio climático, ya que los bosques gestionados y manejados de forma sostenible ofrecerán bienes y servicios ecosistémicos para disfrute, beneficio y uso humano en el contexto del cambio climático (Sarcca, 2017, p. 12).

En ese sentido para aumentar la conciencia ambiental sobre la importancia de los bosques, para el análisis costo-beneficio de una política o proyecto, para resaltar los beneficios económicos de conservar el bosque o los costos que representa su pérdida, para acceder a los mecanismos financieros como los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos, o para contribuir a la contabilidad ambiental; es necesario la valoración de los bienes y servicios ecosistémicos (Sarcca, 2017, p. 12).

Un tema de preocupación en nuestra región es la falta de comprensión de la valoración económica de los servicios ambientales que brindan los bosques a la

población; porque la conservación de los recursos forestales debe ser recompensada.

Diversas formas de acceso a los bosques, incluidas las áreas de bosques de los indígenas de la Amazonía peruana, utilizan únicamente recursos madereros, explotándolos como trozas para su posterior comercialización y generando beneficios económicos en un corto período de tiempo. Sin embargo, renuncian a un uso más sostenible del bosque sin destruirlo, que es el pago por el servicio ambiental de secuestro de CO₂ (Rojas, 2018, p. 2).

En tal sentido, la presente investigación tiene por objetivo principal valorar económicamente el servicio de secuestro de CO₂ en un bosque de colina baja, distrito de Punchana, Loreto, 2022

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En 2021, se desarrollo una investigación de enfoque cuantitativo, del tipo no experimental, descriptivo, retrospectivo y de nivel básico, que concluyó como población de estudio a todos los árboles comerciales de las especies forestales con $DAP \geq DMC$ (en cm) en un área aproximada de 872,92 ha para el bosque de terraza baja y 49 576,58 ha para el bosque de colina baja. La investigación determinó que la composición florística del bosque de terraza baja del río Cochiquinas está conformada por 2692 árboles contenidos en 129 especies forestales, 94 géneros y 33 familias botánicas. Teniendo en cuenta el número de árboles, las familias Myristicaceae y Fabaceae y las especies *Virola loretensis* y *Eschweilera grandiflora* son las más representativas; mientras que el bosque de colina baja del río Yavari está conformada por 3000 árboles contenidos en 102 especies forestales, 85 géneros y 33 familias botánicas. Teniendo en cuenta el número de árboles, las familias Myristicaceae y Lecythidaceae y las especies *Virola elongata* y *Eschweilera coriacea* son las más representativas (Espíiritu, 2021, p. 70). El secuestro de CO₂ por especie del bosque de terraza baja asciende a 270 585,78 tCO₂ (310,23 tCO₂/ha). Las 19 especies con mayor secuestro de CO₂ suman 204 654 tCO₂ (234,64 tCO₂/ha), mientras que las 110 especies restantes con menor secuestro de CO₂ suman 65 930,90 tCO₂ (75,59 tCO₂/ha); además, indica que *Eschweilera grandiflora* reporta el mayor secuestro de CO₂ (37 491 tCO₂, 42,99 tCO₂/ha), seguida de *Virola loretensis* (26 856,97 tCO₂, 30,79 tCO₂/ha) y *Parkia igneiflora* (21 930,67 tCO₂, 25,14 tCO₂/ha), las que en conjunto hacen 86 279,37 tCO₂ (98,92 tCO₂/ha). Las 16 especies restantes reportan un secuestro de CO₂ de 118 375,51 tCO₂ (135,72 tCO₂/ha); mientras que el bosque de colina baja reporta 11 681 055,86

t CO₂ (235,62 t CO₂/ha); donde las 19 especies con mayor secuestro de CO₂ suman 9 172 725,44 t CO₂ (185,02 t CO₂/ha) y las 83 especies restantes con menor stock de C suman 2 508 330,42t CO₂ (50,60 t CO₂/ha); también, señala que *Eschweilera coriacea* reporta el mayor secuestro (2 009 033,71 tCO₂, 40,52tCO₂/ha), seguida de *Virola elongata* (1 224 451,42 t CO₂, 24,70 tCO₂/ha) y *Parkia igneiflora* (746 215,33 t CO₂, 15,05 t CO₂/ha), las que en conjunto hacen 3 979 700,46 tCO₂ (80,27 tCO₂/ha). Las 16 especies restantes de las de mayor secuestro hacen 5 193 024,97 tCO₂ (104,75 tCO₂/ha) (Espíritu, 2021, pp. 52, 53).

El mismo autor asevera que el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ del bosque de terraza baja fue de USD 17 244 431,61 (USD 19 771,19/ha). Las 19 especies que aportan los mayores valores económicos suman USD 13 042 655,56 (USD 14 953,74/ha), mientras que las 110 especies restantes con menores valores económicos suman USD 4 201 776,05 (USD 4817,45/ha). *Eschweilera grandiflora* reporta el mayor valor económico (CO₂ de USD 2 389 347,83, USD 2739,45/ha), seguida de *Virola lorentensis* (USD 1 711 594,83, USD 1962,39/ha) y *Parkia igneiflora* (USD 1 397 641,80, USD 1602,43/ha), las que en conjunto suman USD 5 498 584,46 (USD 6304,27/ha). Las 16 especies restantes aportan un valor de USD 7 544,071, 10 (USD 8649,47/ha); por el contrario, el bosque de colina baja contiene un valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ de USD 744 433 689,87 (USD 15 015,83/ha). Las 19 especies que aportan los mayores valores económicos suman USD 584 577791,99 (USD 11 791,41/ha), mientras que las 110 especies restantes con menores valores económicos suman USD 159 855 897,88 (USD 3224,42/ha). *Eschweilera coriacea* reporta el mayor valor económico (USD 128 035 718,53, USD 2582,58/ha), seguida de *Virola elongata* (USD 78 034 289,03, USD 1574,02/ha) y *Parkia igneiflora* (USD 47 556 302, USD 959,25/ha), las

que en conjunto aportan USD 253 626 310,48 (USD 5115,85/ha). Las 16 especies restantes aportan un valor de USD 330 951 481,50 (USD 6675,56/ha) (Espíritu, 2021, pp. 57, 58).

En 2019, se desarrollo una investigación de tipo cuantitativo, descriptivo y de nivel básico que concluyó como población de estudio a todas las especies forestales con DAP \geq DMC. Los resultados indican una biomasa total para el bosque de terraza baja de 23 542,370 kg, donde cumala contiene mayor biomasa (3 051,250 kg), seguida de pashaco (2 649,960 kg), machimango (1 942,130 kg), tornillo (1 563,710 kg), añuje rumbo (1 509,750 kg), mari mari (1 443,860 kg), aguanillo (1 377,03 kg) y cumala llorona (1 088,750 kg) (Vásquez, 2019, p. 32). El stock de carbono es de 11 771,18 tC, donde cumala muestra la mayor cantidad (1 525,63 tC), seguida de pashaco (1 324,98 tC), machimango (971,06 tC) y aguanillo (688,52 tC); mientras que menor stock de carbono muestran shihuahuaco (58,46 tC), lupuna (62,60 tC), charapilla (63,97 tC), chontaquiro (68,46 tC) y moena (71,95 tC) (Vásquez, 2019, pp. 32, 40). Los resultados indican que el secuestro de CO₂ es de 43 131,98 tCO₂, donde cumala secuestra la mayor cantidad de CO₂ (5 590,20 tCO₂), seguida de pashaco (4 854,99 tCO₂), machimango (3 558,17 tCO₂), tornillo (2 864,88 tCO₂), añuje rumbo (2 766,00 tCO₂), mari mari (2 645,30 tCO₂) y aguanillo (2 522,86 tCO₂). El valor económico del servicio para todo el bosque es de USD 1 215 027,74. Además, cumala (USD 157 475,98), pashaco (USD 136 765,08) y machimango (USD 100 233,71) muestran mayor valor económico de CO₂; mientras que caharapilla (USD 6 602,87), lupuna (USD 6 461,50) y shihuahuaco (USD 6 034,12) presentan menor valor (Vásquez, 2019, pp. 45, 50).

1.2. Bases teóricas

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

La biomasa es la cantidad de materia orgánica (en peso) presente en un área determinada, que en un caso particular de inventario forestal está limitada únicamente por lo que representa la vegetación. La cantidad de carbono secuestrado se puede considerar como una fracción de la biomasa, la relación depende del tipo de especie y de ahí se pueden derivar sus cálculos (Almazán, 2013, p. 11).

La biomasa de los árboles también se puede estimar de una manera diferente a los modelos biométricos de biomasa. Como regla general, el volumen comercial o el volumen total se calcula por inventario. Para convertir este volumen en biomasa se requiere una densidad basal de la madera que permita convertir el volumen húmedo en biomasa (Álvarez, 2008, p. 22).

Los bosques templados y tropicales del mundo pueden capturar y almacenar más dióxido de carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y representan el 90 por ciento del carbono anual del aire al suelo, una unidad de medida de carbono, como parte de las estimaciones de biomasa forestal. Muchos estudios han demostrado que después de la eliminación del agua, la materia vegetal contiene un promedio de 50% de carbono. Dicho monitoreo se puede realizar en cualquier ecosistema, y su información permite determinar la capacidad de mantenimiento del bosque en relación con variables ambientales específicas (Agudelo, 2009, p. 25).

El dióxido de carbono (CO_2) es una composición química que consta de uno o dos de dos elementos: carbono y oxígeno. En condiciones normales, se presenta en pequeñas cantidades en la atmósfera y juega un papel importante en el medio ambiente terrestre como componente esencial de los ciclos de vida de plantas y animales. Las actividades humanas que emiten CO_2 son la quema de combustibles fósiles y otros materiales capacitivos, la fermentación de compuestos orgánicos como los azúcares y la respiración de los organismos vivos. Las fuentes naturales de CO_2 , incluida la actividad volcánica, gobiernan el ciclo del carbono de la Tierra (Miranda, 2018, pp. 47, 48).

El secuestro de carbono se refiere a la cantidad de carbono unido a la biomasa de los organismos vivos que se acumula de año en año a medida que crecen, según la especie y la salud de las plantas. El estudio se centró principalmente en los ecosistemas forestales y la información previa para estimar el secuestro de carbono como parte de los inventarios forestales, expresado en metros cúbicos por hectárea, y los incrementos anuales actuales, expresados en metros cúbicos por hectárea por año (Ordóñez, 2008, p. 39).

El ciclo del carbono es de gran interés para la bioquímica y la vida en la Tierra. En la atmósfera, el C se encuentra principalmente en forma de CO_2 . Pequeñas cantidades de C gaseoso existen como CH_4 , CO y otras moléculas más grandes que contienen C. Los organismos fotosintéticos capturan la energía del sol, convierten el CO_2 atmosférico en compuestos orgánicos y liberan O_2 . El cambio climático global ha incrementado el efecto invernadero del CO_2 de los combustibles fósiles en la atmósfera, lo que en las últimas décadas ha dado lugar a estudios que involucran a C (Miranda, 2018, p. 48).

El valor económico del servicio ambiental es el valor monetario resultante del uso indirecto de los servicios ecosistémicos proporcionados por la vegetación al absorber dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera y almacenarlo a través de la fotosíntesis como carbono (C) en su tejido; desempeñando así una función de equilibrio en las interacciones atmósfera-biosfera del ciclo global del C (Miranda, 2018, p. 10).

La valoración económica puede verse como la determinación física y monetaria de los beneficios y costos de los cambios en los servicios ambientales producidos por los recursos naturales. Cambios que ocurren en la naturaleza debido a la actividad humana. La valoración económica se presenta como una alternativa debido a que en el mercado no se tienen en cuenta los precios de valoración de los servicios ambientales, ni los cambios que se realizan en los mismos (Maza, 2019, p. 32).

La valoración económica puede determinar la rentabilidad de los bosques contribuyendo al desarrollo de proyectos de conservación. Además de comprender que la naturaleza también incluye una vasta vegetación, manantiales, pequeños seres vivos y otras formaciones geológicas que a menudo brindan otros servicios ecosistémicos que aumentan su valor (Maza, 2019, pp. 32, 33).

1.3. Definición de términos básicos

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

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 como se citó en Gurmendi y Orihuela, 2019, p. 39).

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

Bosque: 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).

Dioxido 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 (Rae y Asale, 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: Conjunto de condiciones y procesos naturales (incluyendo especies y genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. 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 como se citó en 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 comerciales existentes en el bosque de colina baja, distrito de Punchana, Loreto, 2022.

2.2. Variables y su operacionalización

Variable	Definición conceptual	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
Independiente Especies forestales	Se desarrolla en el paisaje colinoso presentando ondulaciones en su configuración, su relieve topográfico presenta pendientes pronunciadas y complejas que varían entre 15% a 35%	Cualitativa	- Número de individuos - Número de especies - Número de géneros - Número de familias	Nominal	- Fichas de registro de las especies forestales existentes en el bosque de estudio
Dependiente Valoración económica del servicio 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	- Biomasa - Stock de carbono - Secuestro de CO ₂	Nominal	Formato de registro de información dasométrica, biomasa y carbono almacenado de los individuos arbóreos de las especies forestales comerciales. Base de datos del censo forestal y la hoja de cálculos en Excel.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño

La investigación es de enfoque cuantitativo, del tipo no experimental, descriptivo, y de nivel básico. El diseño es no experimental, basado en el registro de los datos dasométricos de todos los individuos arbóreos existentes en el bosque de colina baja, distrito de Punchana, Loreto, 2022.

El estudio se realizó en el bosque de colina baja del predio privado J.R. Aguirre, cuya superficie aproximada es de 16,20 ha. Las coordenadas UTM que enmarcan al área de estudio son: V1 (9603948,36 N y 689309,96 E); V2 (9603802,18 N y 689611,76 E); V3 (9603873,11 N y 689611,76 E); V4 (9603790,14 N y 689728,08 E); V5 (9603235,74 N y 689796,87) y V6 (9603398,46 N y 689459,94). Políticamente, se ubica en la jurisdicción del distrito de Punchana, provincia de Maynas, Región Loreto (Anexo 1).

3.2. Diseño muestral

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

3.3. Procedimientos de recolección de datos

El estudio utilizó los datos de campo registrados a través de un censo forestal realizado el año 2021 en el bosque de colina baja, donde se utilizó como instrumento de recolección de datos el formato de toma de datos que consigna el nombre de la especie, el DAP, la altura comercial, sus coordenadas UTM y algunas observaciones (Ver Anexo 2).

3.4. Procesamiento y análisis de los datos

El procedimiento y el análisis de los datos se llevó a cabo utilizando los datos registrados en el censo forestal ejecutado en el bosque de estudio en el año 2021. Para tal efecto, se utilizó los formatos de cálculo de la biomasa y stock de carbono, por cada individuo arbóreo y por cada especie, consignados en el Anexo 3.

3.4.1. Verificación y determinación de la composición florística

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

3.4.2. Cálculos

- **Cálculo del volumen maderable comercial**

El volumen comercial del árbol fue calculado para cada individuo arbóreo teniendo en cuenta su DAP ≥ 10 cm, su altura comercial y el coeficiente de forma de 0,65 para especies forestales de bosques tropicales. Inicialmente se calculó el área basal mediante la siguiente fórmula (Chambi, 2001, p. 11):

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

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

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

$$Vc = AB * Hc * Ff$$

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

- **Cálculo de la biomasa**

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

$$Bsa = Vc * DB * FEB$$

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

- **Cálculo de la biomasa radicular**

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

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

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

- **Cálculo de la biomasa total**

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

$$Bt = Ba + Br$$

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

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

- **Cálculo del stock de carbono**

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

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

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

- **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):

$$CO_2 = C * 3,6642$$

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).

Peso molecular del CO₂ = C + 2*O = 12 + (2*16) = 44

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).

$$VE = CO_2 * \text{Precio en el mercado}$$

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 agosto de 2022.

Precios CO ₂ (SPOT)	EUA	USD
Último cierre (3-08-2022)	82,47 €	83,89
Media de las últimas 5 sesiones	79,96 €	81,34
Media de las últimas 30 sesiones	81,94 €	83,35
Media de los últimos 12 meses	75,46 €	76,76

Fuente: www.sendeco2.com 1Euro = 1,02 dólares

3.5. Análisis estadístico

- **Prueba de normalidad**

La normalidad de los datos se determinó mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk, utilizando los datos del DAP y altura comercial de las especies forestales registradas en el censo forestal. Para lo cual se planteó la siguiente hipótesis:

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

- **Prueba de hipótesis**

De acuerdo a los resultados de la prueba de normalidad y para determinar si existe o no diferencia estadística significativa (para $\alpha = 0,05$) del valor económico del secuestro de CO₂ entre las especies forestales comerciales del bosque de colina baja, se optó por el siguiente procedimiento:

- Si la variable aleatoria NO tiene distribución normal se utilizó una prueba no paramétrica (Kruskal-Wallis, Chi-cuadrado)
- Si la variable aleatoria SI tiene distribución normal se utilizó una prueba paramétrica ("t" de Student o análisis de varianza (ANOVA)).

Para lo cual se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

<p>Hipótesis nula (H₀): No existe diferencia en el valor económico del servicio de secuestro de CO₂ entre las especies forestales comerciales existentes en el bosque de colina baja, distrito de Punchana, Loreto, 2022.</p>	<p><i>p-valor > 0,05</i></p>
<p>Hipótesis alterna (H₀): Existe diferencia en el valor económico del servicio de secuestro de CO₂ entre las especies forestales comerciales existentes en el bosque de colina baja, distrito de Punchana, Loreto, 2022.</p>	<p><i>p-valor < 0,05</i></p>

3.6. Aspectos éticos

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

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Composición florística

Se registró en total 14 especies forestales comerciales, nueve familias botánicas y 69 árboles, donde la familia Myristicaceae muestra mayor número de especies (tres especies), seguida de las familias Fabaceae, Malvaceae y Moraceae (Dos especies cada una), Caryocaraceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Sapotaceae y Vochysiaceae contienen una especie cada una (Cuadro 1).

Las especies *Lueheopsis althaeiflora*, *Otoba glyxicarpa* y *Vochysia vismiifolia* muestran mayor número de árboles (siete árboles cada una), seguida de *Eschweilera bracteosa* y *Virola calophylla* (Seis árboles cada una); por el contrario, menor número de árboles reportan *Caryocar microcarpum* (Tres árboles) y *Brosimum utile* (Dos árboles).

Cuadro 1. Relación de especies, géneros, familias y número de árboles

N°	Especie		Familia	N° de árboles
	Nombre común	Nombre científico		
1	Aguanillo	<i>Otoba glyxicarpa</i>	Myristicaceae	7
2	Almendro	<i>Caryocar microcarpum</i>	Caryocaraceae	3
3	Caimitillo	<i>Ecclinusa lanceolata</i>	Sapotaceae	5
4	Cumala	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaceae	6
5	Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i>	Myristicaceae	4
6	Huimba	<i>Ceiba samauma</i>	Malvaceae	5
7	Machimango	<i>Eschweilera bracteosa</i>	Lecythidaceae	6
8	Mari mari	<i>Vatairea erythrocarpa</i>	Fabaceae	4
9	Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	4
10	Palta moena	<i>Caryodaphnopsis inaequalis</i>	Lauraceae	4
11	Panguana	<i>Brosimum utile</i>	Moraceae	2
12	Pashaco	<i>Parkia multijuga</i>	Fabaceae	5
13	Quillosa	<i>Vochysia vismiifolia</i>	Vochysiaceae	7
14	Zapotillo	<i>Lueheopsis althaeiflora</i>	Malvaceae	7
Total				69

La figura 1 muestra a las las familias Myristicaceae (17 árboles), Malvaceae (12 árboles) y Fabaceae (Nueve árboles) son las más representativas de este bosque. En la figura 2 se observa que las especies *Lueheopsis althaeiflora*, *Otoba glyxicarpa* y *Vochysia vismiifolia* con siete árboles cada una, difieren con respecto a las demás especies.

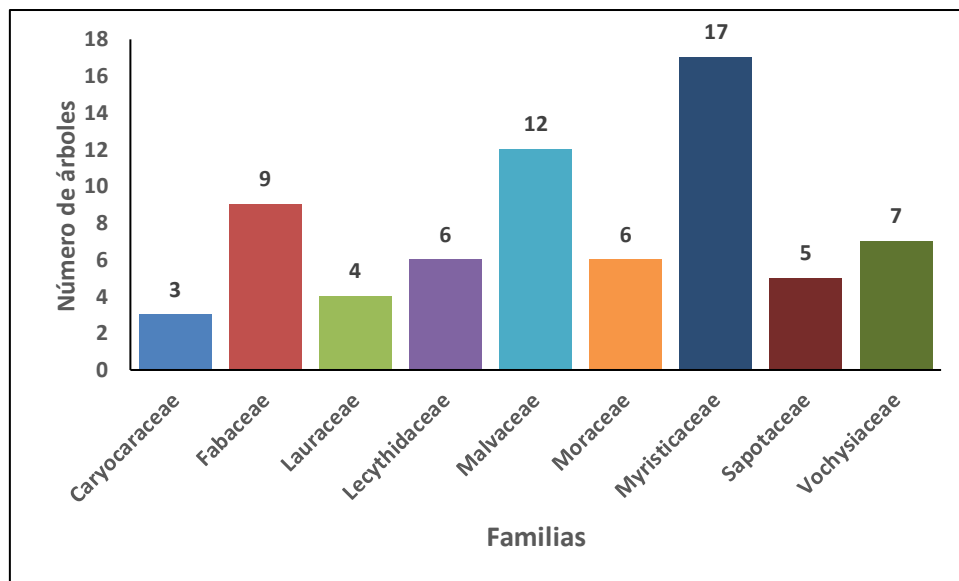


Figura 1. Distribución del número de árboles por familia

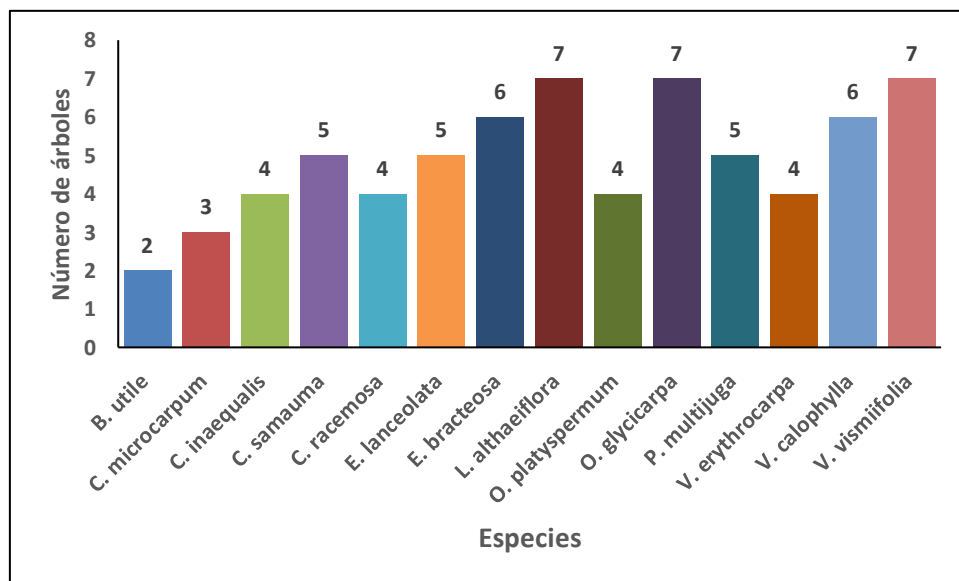


Figura 2. Distribución del número de árboles por especie

4.2. Volumen maderable comercial

El volumen maderable total, por clase diamétrica y por especie se presenta en el cuadro 2. Se cuantificó un volumen de 14,28 m³/ha de un total de 231,28 m³, en un área de 16,20 ha. Las especies *Vochysia vismiifolia* (27,28 m³, 1,68 m³/ha), *Lueheopsis althaeiflora* (25,76 m³, 1,59 m³/ha), *Virola calophylla* (21,79 m³, 1,35 m³/ha) y *Eschweilera bracteosa* (20,89 m³, 1,29 m³/ha) contienen mayor volumen que hacen en total 95,72 m³ y 5,91 m³/ha; mientras que *Clarisia racemosa* (10,16 m³, 0,63 m³/ha), *Caryocar microcarpum* (8,75 m³, 0,54 m³/ha) y *Brosimum utile* (5,90 m³, 0,36 m³/ha) reportan menor volumen con 24,81 m³ y 5,53 m³/ha respectivamente.

Cuadro 2. Volumen maderable por especie y por clase diamétrica

Volumen por especie y por clase diamétrica (m ³ /ha)							
Especie	40	50	60	70	80	Vol. total (m ³ /ha)	Vol. total (m ³)
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90		
<i>V. vismiifolia</i>		0,15	0,39	0,33	0,82	1,68	27,28
<i>L. althaeiflora</i>		0,13	0,70	0,29	0,46	1,59	25,76
<i>V. calophylla</i>	0,11		0,67	0,57		1,35	21,79
<i>E. bracteosa</i>		0,34	0,42	0,53		1,29	20,89
<i>O. platyspermum</i>			0,26	0,49	0,32	1,08	17,48
<i>P. multijuga</i>			0,31	0,73		1,05	16,98
<i>V. erythrocarpa</i>			0,23	0,80		1,03	16,70
<i>C. inaequalis</i>			0,39	0,55		0,94	15,24
<i>O. glyxicarpa</i>		0,94				0,94	15,16
<i>E. lanceolata</i>			0,74	0,19		0,93	15,03
<i>C. samauma</i>		0,15	0,72			0,87	14,16
<i>C. racemosa</i>		0,25	0,38			0,63	10,16
<i>C. microcarpum</i>			0,28		0,26	0,54	8,75
<i>B. utile</i>		0,13	0,23			0,36	5,90
Sub total	0,11	2,09	5,73	4,49	1,86	14,28	231,28
Total general	1,73	33,88	92,86	72,75	30,05		231,28

En la clase diamétrica de 60 cm a 70 cm se concentra el mayor volumen maderable (92,86 m³, 5,73 m³/ha), seguida de la clase diamétricas de 70 cm a 80 cm (72,75 m³, 4,49 m³/ha). Las clases diaméricas de 80 cm a 90 cm (30,05 m³, 1,86 m³/ha),

de 50 cm a 60 cm (33,88 m³, 2,09 m³/ha) y de 40 cm a 50 cm (1,73 m³, 0,11 m³/ha), contienen menor volumen maderable.

La figura 3 muestra a *Vochysia vismiifolia* y *Lueheopsis althaeiflora* con mayor volumen maderable que juntas hacen en total 3,27 m³/ha que representa el 22,90%.

En la figura 4 se observa que las clases diamétricas de 60 cm a 70 cm y de 70 cm a 80 cm contienen mayor volumen con 10,22 m³/ha que constituye el 71,57%.

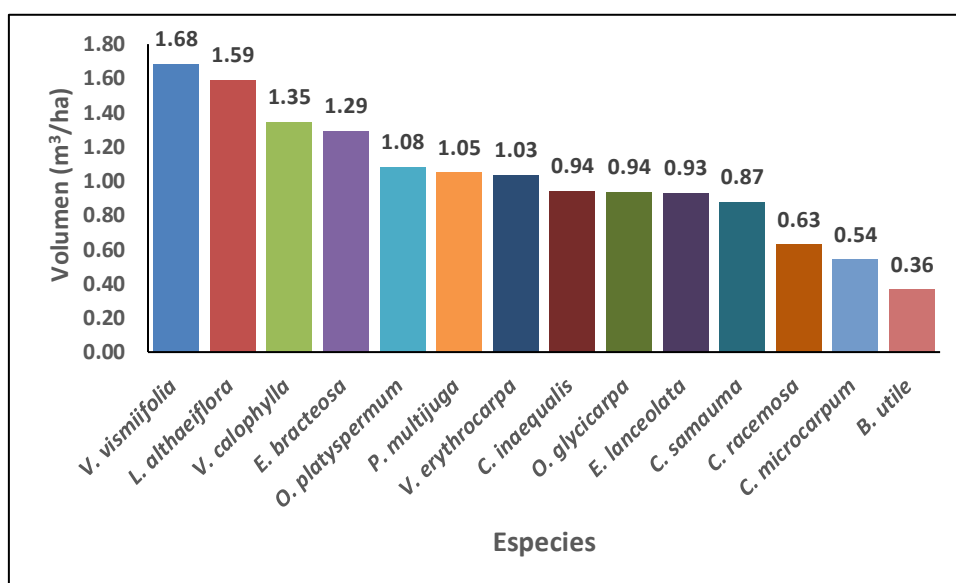


Figura 3. Volumen maderable por especie y por hectárea

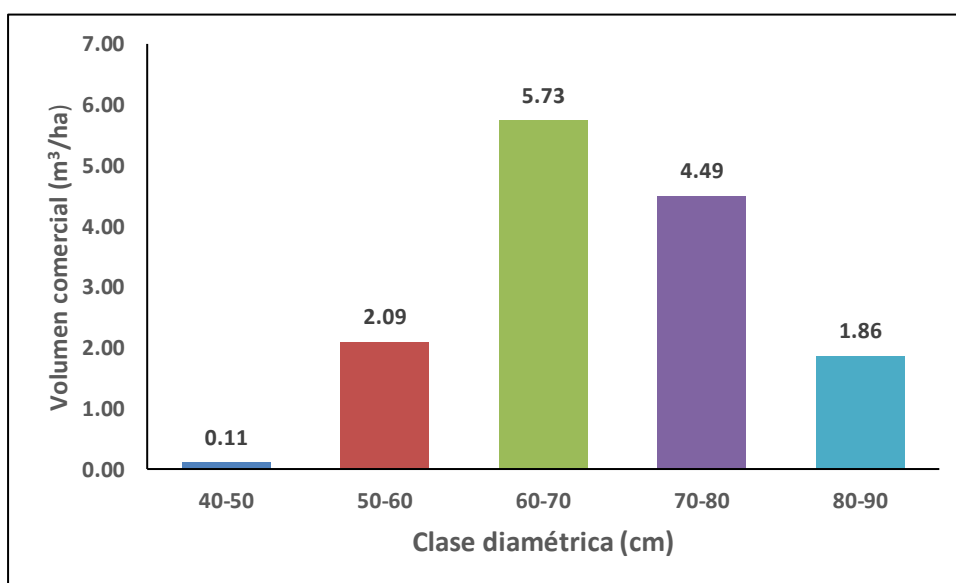


Figura 4. Volumen maderable por clase diamétrica y por hectárea

4.3. Biomasa seca

La cantidad de biomasa seca por especie, por hectárea y total se presenta en el cuadro 3. Los resultados indican una biomasa total para todo el bosque de 364 498,75 kg (22 499,92 kg/ha); donde *Vochysia vismiifolia* muestra la mayor cantidad de biomasa de 41 248,55 kg (2546,21 kg/ha), seguida de *Eschweilera bracteosa* 40 608,51 kg (2506,70 kg/ha), *Parkia multijuga* 32 097,93 kg (1981,35 kg/ha) y *Ecclinusa lanceolata* 31 245,09 kg (1928,71 kg/ha); mientras que menor biomasa presentan las especies *Ceiba samauma* 16827,38 kg (1038,73 kg/ha), *Clarisia racemosa* 16732,37 kg (1032,86 kg/ha), *Caryocar microcarpum* 16531,59 kg (1020,47 kg/ha) y *Brosimum utile* 9719,76 kg (599,99 kg/ha).

Cuadro 3. Biomasa seca total y por especie comercial

Especie	Nro. de árboles	Densidad básica (kg/m ³)	AB prom. (m ²)	HC prom. (m)	VC total (m ³)	Biomasa aérea (kg)	Biomasa radicular (kg)	Biomasa total (kg)	Biomasa total (kg/ha)
<i>V. vismiifolia</i>	7	560	0,43	14,14	27,28	34373,79	6874,76	41248,55	2546,21
<i>E. bracteosa</i>	6	720	0,34	15,67	20,89	33840,42	6768,08	40608,51	2506,70
<i>P. multijuga</i>	5	700	0,37	14,20	16,98	26748,28	5349,66	32097,93	1981,35
<i>E. lanceolata</i>	5	770	0,33	14,20	15,03	26037,58	5207,52	31245,09	1928,71
<i>L. althaeiflora</i>	7	440	0,36	15,00	25,76	25500,05	5100,01	30600,06	1888,89
<i>V. erythrocarpa</i>	4	700	0,39	16,25	16,70	25256,61	5051,32	30307,93	1870,86
<i>V. calophylla</i>	6	500	0,34	16,33	21,79	24514,43	4902,89	29417,32	1815,88
<i>C. inaequalis</i>	4	610	0,39	15,00	15,24	20910,24	4182,05	25092,29	1548,91
<i>O. platyspermum</i>	4	500	0,41	16,50	17,48	19666,68	3933,34	23600,02	1456,79
<i>O. glyxicarpa</i>	7	500	0,23	14,57	15,16	17058,28	3411,66	20469,93	1263,58
<i>C. samauma</i>	5	440	0,30	14,60	14,16	14022,81	2804,56	16827,38	1038,73
<i>C. racemosa</i>	4	610	0,26	15,00	10,16	13943,64	2788,73	16732,37	1032,86
<i>C. microcarpum</i>	3	700	0,45	10,00	8,75	13776,33	2755,27	16531,59	1020,47
<i>B. utile</i>	2	610	0,28	16,00	5,90	8099,80	1619,96	9719,76	599,99
Total	69				231,28	303748,95	60749,79	364498,75	22499,92

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

La figura 5 muestra la biomasa por especie y por hectárea, donde se observa que *Vochysia vismiifolia* contiene la mayor biomasa con 2546,21 kg/ha, seguida de *Eschweilera bracteosa* con 2506,70 kg/ha y *Parkia multijuga* con 1981,35 kg/ha, las que en conjunto hacen el 31,26% de la biomasa total por hectárea.

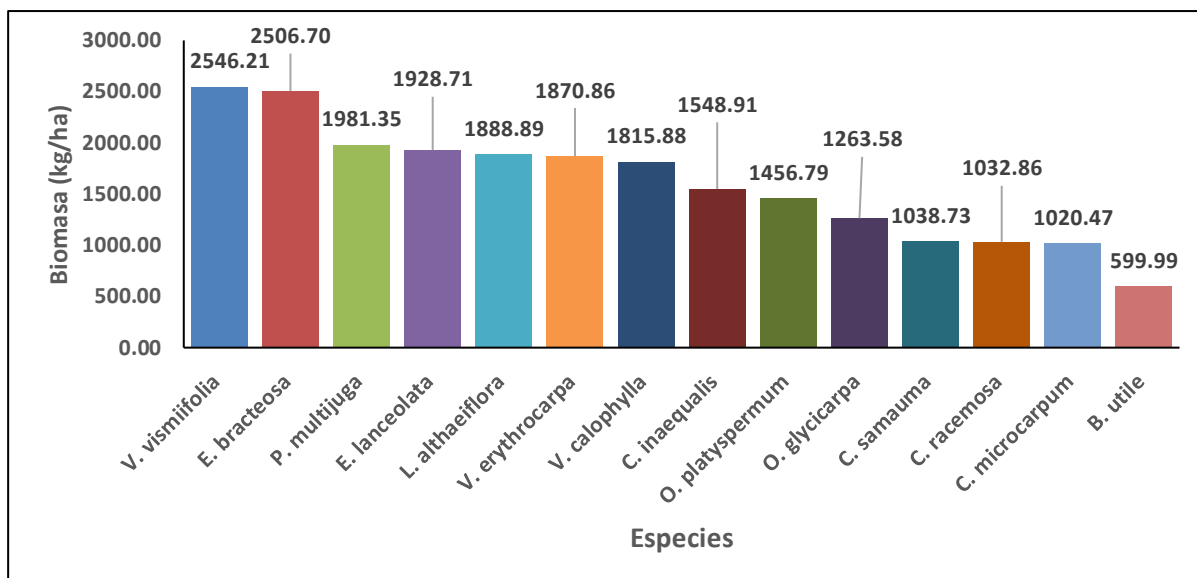


Figura 5. Biomasa seca por especie

4.4. Stock de carbono

El stock de carbono por especie, por hectárea y total se presenta en el cuadro 4. Se cuantificó un total de 182,25 tC (11,25 tC/ha). *Vochysia vismiifolia* contiene el mayor stock de carbono de 20,62 tC (1,27 tC/ha), seguida de *Eschweilera bracteosa* 20,30 tC (1,25 tC/ha), *Parkia multijuga* 16,05 tC (0,99 tC/ha) y *Ecclinusa lanceolata* 15,62 tC (0,96 tC/ha), las que en conjunto hacen 72,60 tC (4,48 tC/ha); por el contrario las especies *Ceiba samauma* 8,41 tC (0,52 tC/ha), *Clarisia racemosa* 8,37 tC (0,52 tC/ha), *Caryocar microcarpum* 8,27 tC (0,51 tC/ha) y *Brosimum utile* 4,86 tC (0,30 tC/ha) muestran menor stock de carbono.

La figura 6 muestra el stock de carbono por especie y por hectárea, donde se observa que *Vochysia vismiifolia* presenta el mayor stock de carbono con 1,27 tC/ha, seguida de *Eschweilera bracteosa* con 1,25 tC/ha y *Parkia multijuga* con 0,99 tC/ha, las que en conjunto hacen el 31,29% del stock de carbono total por hectárea.

Cuadro 4. Stock de carbono total y por especie

Especie	Biomasa total (kg/ha)	Stock de carbono (tC)	Stock de carbono (tC/ha)
<i>V. vismiifolia</i>	2546,21	20,62	1,27
<i>E. bracteosa</i>	2506,70	20,30	1,25
<i>P. multijuga</i>	1981,35	16,05	0,99
<i>E. lanceolata</i>	1928,71	15,62	0,96
<i>L. althaeiflora</i>	1888,89	15,30	0,94
<i>V. erythrocarpa</i>	1870,86	15,15	0,94
<i>V. calophylla</i>	1815,88	14,71	0,91
<i>C. inaequalis</i>	1548,91	12,55	0,77
<i>O. platyspermum</i>	1456,79	11,80	0,73
<i>O. glyxicarpa</i>	1263,58	10,23	0,63
<i>C. samauma</i>	1038,73	8,41	0,52
<i>C. racemosa</i>	1032,86	8,37	0,52
<i>C. microcarpum</i>	1020,47	8,27	0,51
<i>B. utile</i>	599,99	4,86	0,30
Total	22499,92	182,25	11,25

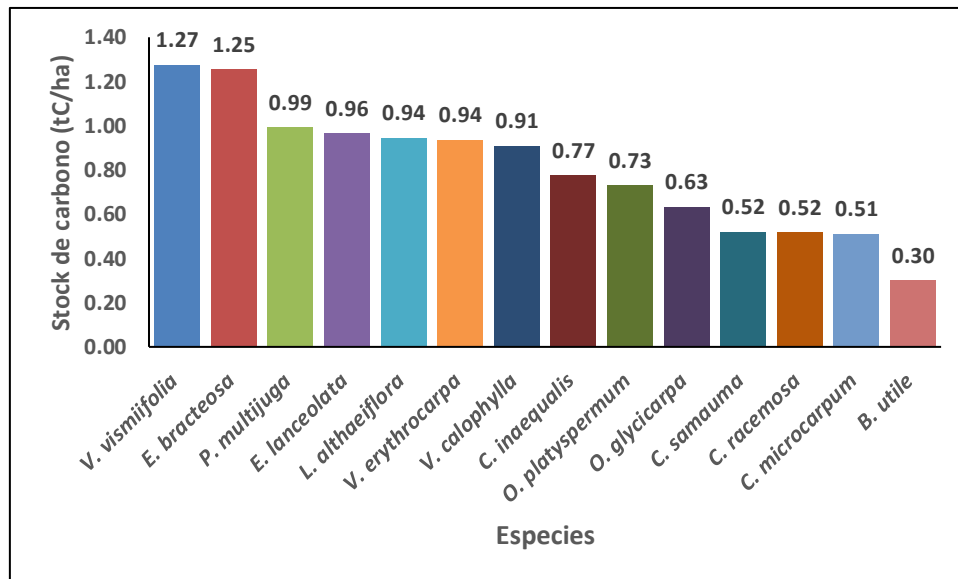


Figura 6. Stock de carbono por especie y por hectárea

4.5. Secuestro de CO₂

El cuadro 5 muestra el secuestro de CO₂ por especie, por hectárea y total. La cantidad total secuestrada en todo el bosque fue de 667,80 tCO₂ (41,22 tCO₂/ha).

Vochysia vismiifolia reporta el mayor secuestro de 75,57 tCO₂ (4,66 tCO₂/ha), seguida de *Eschweilera bracteosa* 74,40 tCO₂ (4,59 tCO₂/ha), *Parkia multijuga*

58,81 tCO₂ (3,63 tCO₂/ha) y *Ecclinusa lanceolata* 57,24 tCO₂ (3,53 tCO₂/ha), las que en conjunto hacen 266,03 tCO₂ (16,42 tCO₂/ha); mientras que las especies *Ceiba samauma* 30,83 tCO₂ (1,90 tCO₂/ha), *Clarisia racemosa* 30,66 tCO₂ (1,89 tCO₂/ha), *Caryocar microcarpum* 30,29 tCO₂ (1,87 tCO₂/ha) y *Brosimum utile* 17,81 tCO₂ (1,10 tCO₂/ha) contienen menor secuestro de CO₂.

Cuadro 5. Secuestro de CO₂ por especie y total

Especie	Estock de carbono (tC/ha)	Secuestro de CO ₂ (tCO ₂)	Secuestro de CO ₂ (tCO ₂ /ha)
<i>V. vismiifolia</i>	1,27	75,57	4,66
<i>E. bracteosa</i>	1,25	74,40	4,59
<i>P. multijuga</i>	0,99	58,81	3,63
<i>E. lanceolata</i>	0,96	57,24	3,53
<i>L. althaeiflora</i>	0,94	56,06	3,46
<i>V. erythrocarpa</i>	0,94	55,53	3,43
<i>V. calophylla</i>	0,91	53,90	3,33
<i>C. inaequalis</i>	0,77	45,97	2,84
<i>O. platyspermum</i>	0,73	43,24	2,67
<i>O. glydicarpa</i>	0,63	37,50	2,31
<i>C. samauma</i>	0,52	30,83	1,90
<i>C. racemosa</i>	0,52	30,66	1,89
<i>C. microcarpum</i>	0,51	30,29	1,87
<i>B. utile</i>	0,30	17,81	1,10
Total	11,25	667,80	41,22

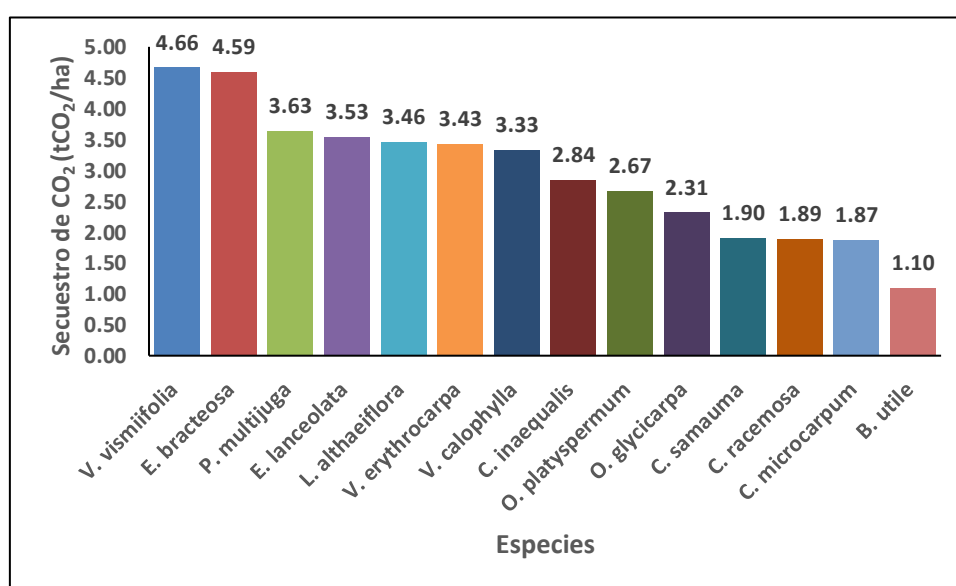


Figura 7. Secuestro de CO₂ por especie y por hectárea

La figura 7 muestra el secuestro de CO₂ por especie y por hectárea, donde se observa que *Vochysia vismiifolia* presenta el mayor secuestro de CO₂ con 4,66 tCO₂/ha, seguida de *Eschweilera bracteosa* con 4,59 tCO₂/ha y *Parkia multijuga* con 3,63 tCO₂/ha, las que en conjunto hacen el 31,27% del del secuestro de CO₂ total por hectárea.

4.6. Valoración económica del secuestro de CO₂

El cuadro 6 y figura 8, muestran el el valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ por especie, por hectárea y total del bosque de estudio. Las cantidades que se observan son referenciales al 3 de agosto de 2022 (SENDECO₂, 2022). El valor total para todo el bosque es de USD 56 021,59 (USD 3458,12/ha).

Cuadro 6. Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ por especie

Especie	Secuestro de CO ₂ (tCO ₂ /ha)	Precio CO ₂ (USD/tCO ₂)	Valor económico del secuestro CO ₂ (USD)	Valor económico del secuestro de CO ₂ (USD/ha)
<i>V. vismiifolia</i>	4,66	83,89	6339,69	391,34
<i>E. bracteosa</i>	4,59	83,89	6241,32	385,27
<i>P. multijuga</i>	3,63	83,89	4933,29	304,52
<i>E. lanceolata</i>	3,53	83,89	4802,21	296,43
<i>L. althaeiflora</i>	3,46	83,89	4703,07	290,31
<i>V. erythrocarpa</i>	3,43	83,89	4658,17	287,54
<i>V. calophylla</i>	3,33	83,89	4521,29	279,09
<i>C. inaequalis</i>	2,84	83,89	3856,56	238,06
<i>O. platyspermum</i>	2,67	83,89	3627,20	223,90
<i>O. glyxicarpa</i>	2,31	83,89	3146,12	194,21
<i>C. samauma</i>	1,90	83,89	2586,28	159,65
<i>C. racemosa</i>	1,89	83,89	2571,68	158,75
<i>C. microcarpum</i>	1,87	83,89	2540,82	156,84
<i>B. utile</i>	1,10	83,89	1493,88	92,21
Total	41,22		56021,59	3458,12

Vochysia vismiifolia reporta el mayor valor económico de USD 6339,69 (391,34 USD/ha), seguida de *Eschweilera bracteosa* USD 6241,32 (385,27 USD/ha), *Parkia*

multijuga USD 4933,29 (304,52 USD/ha) y *Ecclinusa lanceolata* 4802,21 USD (296,43 USD/ha), las que en conjunto hacen USD 22 316,51 (1377,56 USD/ha); mientras que las especies *Ceiba samauma* USD 2586,28 (169,55 USD/ha), *Clarisia racemosa* USD 2571,68 (158,75 USD/ha), *Caryocar microcarpum* USD 2540,82 (156,84 USD/ha) y *Brosimum utile* USD 1493,88 (92,21 USD/ha) muestran menor valor económico.

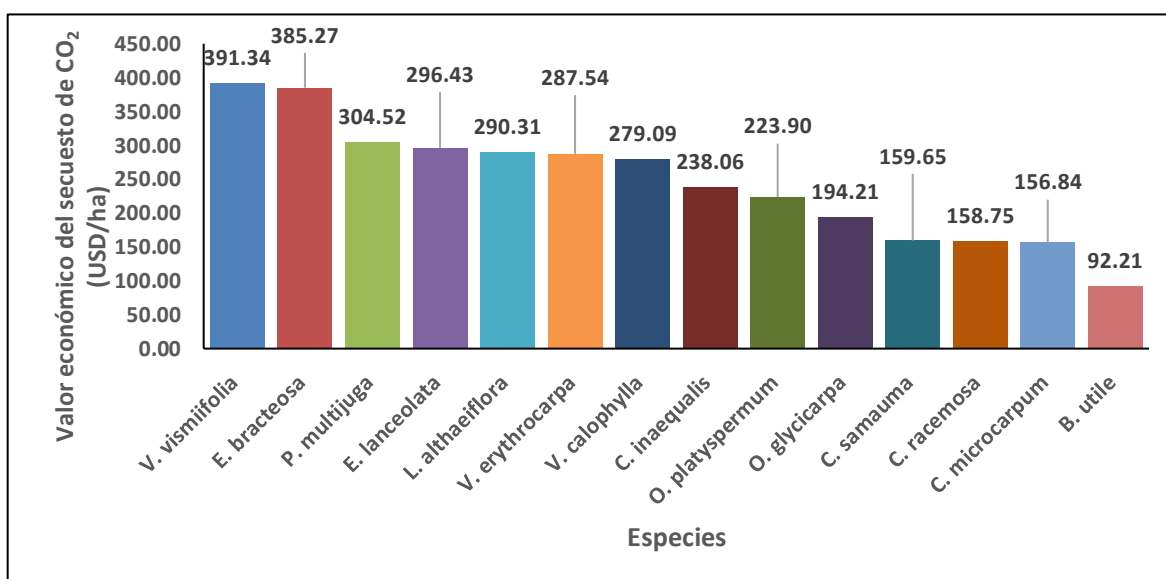


Figura 8. Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ por especie y por hectárea

4.7. Análisis estadístico

4.7.1. Prueba de normalidad

Para determinar si los datos del DAP y altura comercial de las especies forestales registrados en el censo forestal tienen distribución normal, se sometieron a la prueba de normalidad utilizando los modelos de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk. El cuadro 7 contiene los resultados de dichas pruebas.

Teniendo en consideración que $n = 69$, se eligió para el análisis los resultados del modelo de Kolmogorov-Smirnov, notándose que El p-valor del DAP y altura

comercial (p -valor = 0,000) es menor que $\alpha = 0,05$. La figura 9 muestra los promedios del DAP y de altura comercial de las especies forestales que se proyectan fuera de las cajas correspondientes al bosque de estudio.

Cuadro 7. Prueba de normalidad para los datos registrados en en el bosque evaluado

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DAP	,080	69	,000*	,983	69	,000
Altura comercial	,202	69	,000	,888	69	,000

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

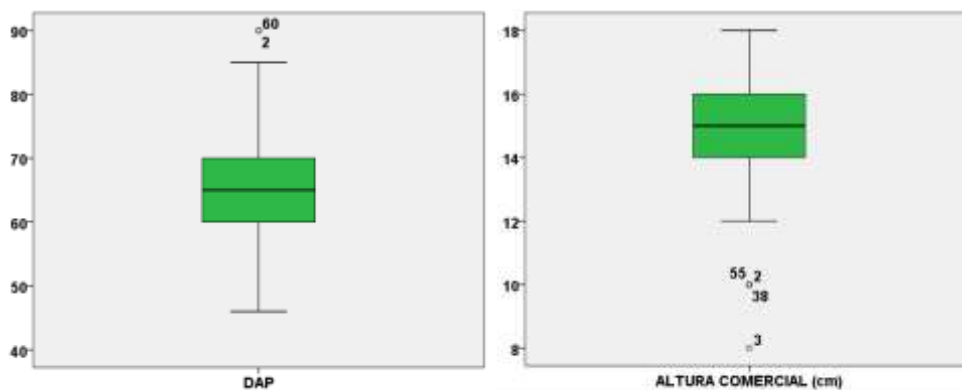


Figura 9. Diagrama de caja para el DAP y altura comercial

El cuadro 8 muestra los resultados de la prueba de hipótesis no paramétrica de Kruskal-Wallis del valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂. Se observa que existe diferencia entre los rangos promedios por cada especie.

La prueba de Chi-cuadrado (Cuadro 9), muestra un valor del comparador $p = 0,000$ menor al nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Esto conduce a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna de que existe diferencia significativa en el valor económico del secuestro de CO₂ entre especies, a un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Cuadro 8. Análisis de varianza del valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂

Rangos			
	Especies	N	Rango promedio
Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO ₂	<i>Brosimum utile</i>	2	33,00
	<i>Caryocar microcarpum</i>	3	38,33
	<i>Caryodaphnopsis inaequalis</i>	4	46,00
	<i>Ceiba samauma</i>	5	13,80
	<i>Clarisia racemosa</i>	4	23,25
	<i>Ecclinusa lanceolata</i>	5	46,80
	<i>Eschweilera bracteosa</i>	6	50,50
	<i>Lueheopsis althaeiflora</i>	7	24,57
	<i>Osteophloeum platyspermum</i>	4	44,75
	<i>Otoba glyxicarpa</i>	7	8,00
	<i>Parkia multijuga</i>	5	46,20
	<i>Vatairea erythrocarpa</i>	4	59,50
	<i>Virola calophylla</i>	6	31,17
	<i>Vochysia vismiifolia</i>	7	41,14
	Total	69	

Cuadro 9. Prueba de Chi-cuadrado

Estadísticos de contraste ^{a, b}

Valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂	
Chi-cuadrado	37,487
gl	13
<i>p</i> -valor	0,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Especies

CAPITULO V: DISCUSIÓN

5.1. Composición florística

En el cuadro 1 se muestra la relación de familias, géneros, número de especies y número de árboles por especie. Se observa el registro de 14 especies, nueve familias botánicas y 69 árboles. La familia Myristicaceae es la más predominante con tres especies, tres géneros y 17 árboles; seguida de las Fabaceae (Dos especies, dos géneros y nueve árboles), Malvaceae (Dos especies, dos géneros y 12 árboles) y Moraceae (Dos especies, dos géneros y seis árboles). A nivel de especies, “aguanillo” (*Otoba glyxicarpa*) de la familia Myristicaceae, “quillosa” (*Vochysia vismiifolia*) de la familia Vochysiaceae y “zapotillo” (*Lueheopsis althaeiflora*) de la familia Malvaceae, ambas contienen siete árboles cada una, son las especies más abundantes de este bosque; ambas hacen el 10,14% cada una de la población total inventariada. Espíritu (2021, p. 70), reporta para un bosque de terraza baja del río Cochiquinas 2692 árboles, 129 especies forestales, 94 géneros y 33 familias botánicas, donde las familias Myristicaceae y Fabaceae y las especies *Virola lorentensis* y *Eschweilera grandiflora* son las más representativas según el número de árboles; mientras que el bosque de colina baja del río Yavarí contiene 3000 árboles contenidos en 102 especies forestales, 85 géneros y 33 familias botánicas. Teniendo en cuenta el número de árboles, las familias Myristicaceae y Lecythidaceae y las especies *Virola elongata* y *Eschweilera coriacea* son las más representativas. Gronerth, (2021, pp. 54, 59), asevera que en el bosque de terraza baja existen 3801 árboles, comprendidos en 32 especies y 13 familias botánicas. La familia Fabacea presenta el mayor número de especies y Myristicaceae tiene el mayor número de individuos. *Virola albidiflora* contiene el mayor número de individuos. En el bosque de terraza media existen 233 árboles, comprendidos en

57 especies y 24 familias botánicas. La familia Fabacea presenta el mayor número de especies y número árboles. *Alchornea triplinervia* contiene el mayor número de individuos. En el bosque de colina baja existen 13 377 árboles, comprendidos en 47 especies y 17 familias botánicas. La familia Fabacea presenta el mayor número de especies, Myristicaceae presenta el mayor número árboles. *Otoba* sp. contiene el mayor número de individuos. Esta situación podría explicarse por la competencia interespecífica que existe en un determinado tipo de bosque por las exigencias de luz y nutrientes. Esta diferencia estará influenciada por factores ambientales: ubicación geográfica, clima, suelo y terreno, así como la dinámica del bosque y la ecología de las especies. Además, entre los factores más importantes que afectan la composición vegetativa de los bosques, en relación con la dinámica del bosque y la ecología de las especies que lo producen, se encuentran el tamaño y la frecuencia de los claros, la naturaleza de las especies y el origen de las semillas (Louman, 2001 como se citó en Zamora, 2010, p. 10).

5.2. Valor económico del secuestro de CO₂

El valor económico del secuestro de CO₂ de las especies comerciales se muestra en el cuadro 6. El valor económico del servicio para todo el bosque es de USD 56 021,59, donde, *Vochysia vismiifolia* (USD 6339,69, 391,34 USD/ha), *Eschweillera bracteosa* (USD 6241,32, 385,27 USD/ha), *Parkia multijuga* (USD 4933,29, 304,52 USD/ha) y *Ecclinusa lanceolata* (4802,21 USD, 296,43 USD/ha), son las especies con mayor valor económico que juntas contienen el 39,84%; por el contrario *Ceiba samauma* (USD 2586,28, 169,55 USD/ha), *Clarisia racemosa* (USD 2571,68, 158,75 USD/ha), *Caryocar microcarpum* (USD 2540,82, 156,84 USD/ha) y *Brosimum utile* (USD 1493,88, 92,21 USD/ha), reportan menor valor económico que hacen en total el 16,41%. Espíritu (2021, pp. 57, 58), menciona que el valor

económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ del bosque de terraza baja fue de USD 17 244 431,61 (USD 19 771,19/ha). Las 19 especies que aportan los mayores valores económicos suman USD 13 042 655,56 (USD 14 953,74/ha). *Eschweilera grandiflora* reporta el mayor valor económico (CO₂ de USD 2 389 347,83, USD 2739,45/ha), seguida de *Virola lorentensis* (USD 1 711 594,83, USD 1962,39/ha) y *Parkia igneiflora* (USD 1 397 641,80, USD 1602,43/ha), las que en conjunto suman USD 5 498 584,46 (USD 6304,27/ha); por el contrario, el bosque de colina baja contiene un valor económico del servicio ambiental de secuestro de CO₂ de USD 744 433 689,87 (USD 15 015,83/ha). Las 19 especies que aportan los mayores valores económicos suman USD 584 577791,99 (USD 11 791,41/ha). *Eschweilera coriacea* reporta el mayor valor económico (USD 128 035 718,53, USD 2582,58/ha), seguida de *Virola elongata* (USD 78 034 289,03, USD 1574,02/ha) y *Parkia igneiflora* (USD 47 556 302, USD 959,25/ha), las que en conjunto aportan USD 253 626 310,48 (USD 5115,85/ha). Vásques, (pp. 49, 50), manifiesta que el valor económico del servicio para todo el bosque de terraza baja es de USD 1 215 027,74, donde, *Virola albideflora* (USD 157 475,98), *Schizolobium amazonicum* (USD 136 765,08) y *Eschweilera coriacea* (USD 100 233,71) muestran mayor valor económico de CO₂; mientras que *Coumarouna apopsitifolia* (USD 6 602,87), *Cieba pentandra* (USD 6 461,50) y *Dipteryx odorata* (USD 6 034,12) presentan menor valor; mientras que el bosque de terraza alta muestra un valor para todo el bosque de USD 1 596 364,01. Además, *Schizolobium amazonicum* (USD 224 779,56), *Eschweilera coriacea* (USD 131 694,51), *Virola albideflora* (USD 122 145,64) y *Vatairea guianensis* (USD 121 050,95) son las especies con mayor valor económico de CO₂; mientras que *Cieba pentandra* (USD 2 350,86) y *Dipteryx odorata* (USD 8 474,76) reportan menor valor. Esta discrepancia puede verse influenciada por los

tipos de bosque, las áreas de estudio, las condiciones ambientales, las actividades humanas, los modelos alométricos utilizados, el DAP mínimo estimado, la calidad de sitio, la edad del bosque, la mayor o menor diversidad del bosque, la densidad básica de la madera, la fórmula utilizada en la estimación de la biomasa, la fecha de estimación del valor económico del secuestro de CO₂, entre otros.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

1. Se registró en total 14 especies forestales comerciales, nueve familias botánicas y 69 árboles, donde la familia Myristicaceae muestra mayor número de especies (tres especies), seguida de las familias Fabaceae, Malvaceae y Moraceae (Dos especies cada una), Caryocaraceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Sapotaceae y Vochysiaceae contienen una especie cada una.
2. La biomasa seca total en las especies forestales comerciales del bosque evaluado es de 22 499,92 kg/ha, donde *Vochysia vismiifolia* aporta la mayor biomasa de 2546,21 kg/ha y *Eschweilera bracteosa* de 2506,70 kg/ha.
3. El stock de carbono en las especies forestales comerciales del bosque evaluado es de 11,25 tC/ha; *Vochysia vismiifolia* aporta el mayor stock de carbono de 1,27 tC/ha y *Eschweilera bracteosa* de 0,96 tC/ha.
4. El secuestro de CO₂ en las especies forestales comerciales del bosque evaluado es de 41,22 tCO₂/ha; *Vochysia vismiifolia* aporta el mayor secuestro de CO₂ de 4,66 tCO₂/ha y *Eschweilera bracteosa* de 4,59 tCO₂/ha.
5. El valor económico del secuestro de CO₂ en las especies forestales comerciales del bosque evaluado es de 3458,12 USD/ha; *Vochysia vismiifolia* aporta el mayor valor económico de 391,34 USD/ha y *Eschweilera bracteosa* de 385,27 USD/ha.
6. La prueba de Chi-cuadrado arrojó un p-valor = 0,000 menor a $\alpha = 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que existe diferencia altamente significativa en el valor económico del secuestro de CO₂ entre especies.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

1. Conservar el bosque evaluado e incluirlo en el mercado de carbono, preferentemente en Europa a través de SENDECO₂, para generar recursos económicos que mejoren la calidad de vida de las poblaciones involucradas.
2. Evaluar todas las especies de árboles con DAP \geq 10 cm para determinar el verdadero valor del servicio de secuestro de CO₂.
3. Determinar una ecuación alométrica, que permita estimar con mayor precisión la biomasa de las especies forestales del bosque evaluado.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

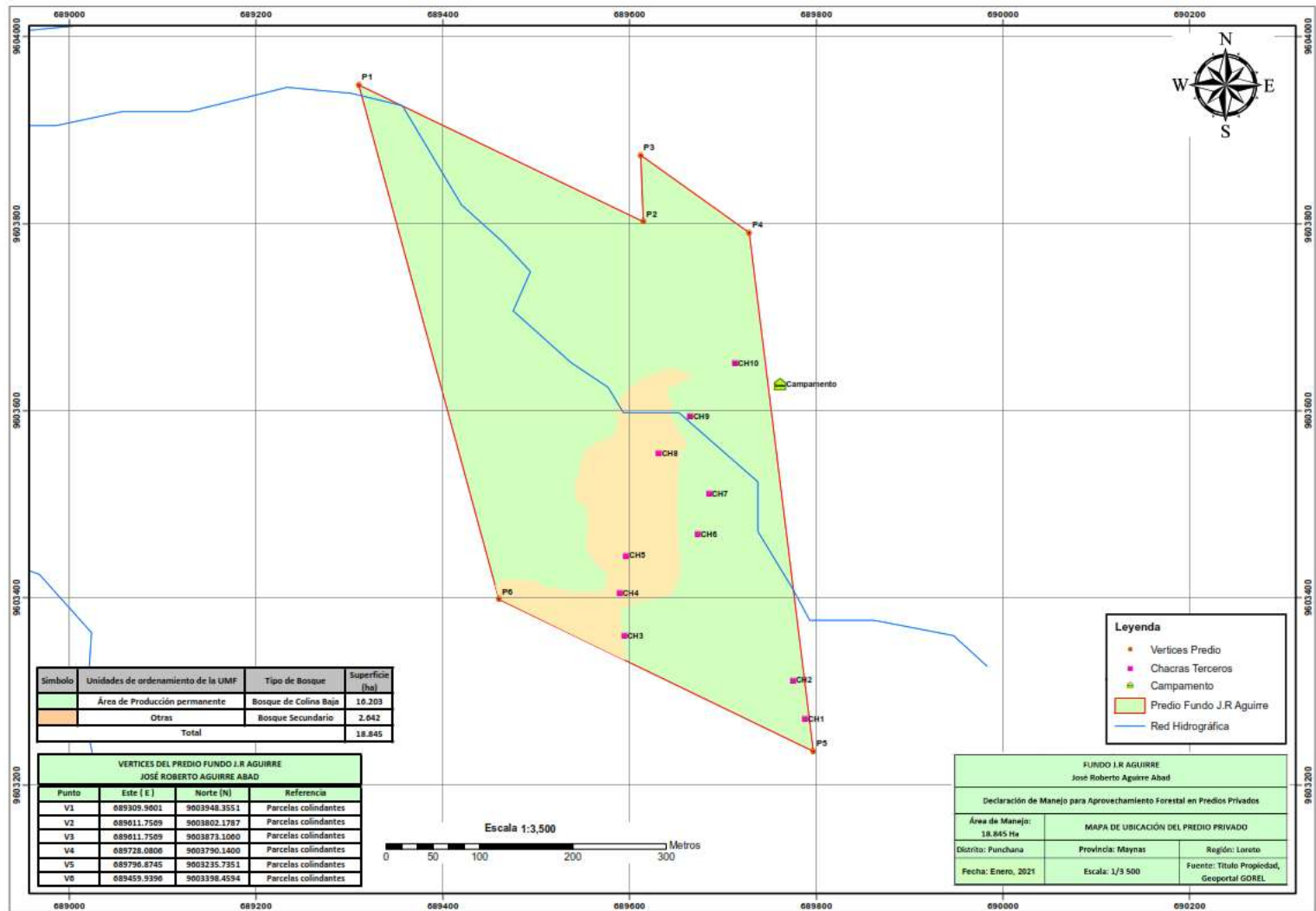
- Agudelo, M. I. (2009). *Biomasa aérea y contenido de carbono en bosques de Quercus humboldtii y Colombobalanus excelsa: corredor de conservación de robles Guantiva – la Rusia – Iguaque (Santander – Boyacá)*. [Tesis de Administrador, Universidad Autónoma de Occidente]. <http://red.uao.edu.co//handle/10614/8101>
- Álvarez, G. (2008). *Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia*. [Tesis de Magister, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2900e/A2900e.pdf>
- Almazán, J. A. (2013). *Estimación de almacenamiento de carbono en el suelo de conservación del distrito federal mediante el uso de datos lidar aerotransportado*. [Tesis de Magister, Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge I. Tamayo”, A. C.]. <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/17/1/48-2013-Tesis-Almaz%C3%A1n%20Gonz%C3%A1lez%2C%20Juan%20Andr%C3%A9s-Maestro%20en%20Geom%C3%A1tica.pdf>
- Chambi, P. P. (18-20 de octubre de 2001). *Valoración económica de secuestro de carbono mediante simulación aplicada a la zona boscosa del río Inambari y Madre de Dios*. Simposio medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia-Chile.
- Dauber, E., Terán, J. y Guzmán, R. (2008). Estimaciones de biomasa y carbono en bosque naturales de Bolivia. *Revista forestal iberoamericana*, 1(1), 1-10. <https://www.academia.edu/10364141/>

- Espiritu, J. M. (2021). *Valoración económica del servicio de secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque de los ríos Cochiquinas y Yavari, Ramón Castilla Loreto Perú 2021*. [Tesis de Doctor, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <https://hdl.handle.net/20.500.12737/7895>
- Fondo Nacional para Áreas Naturales Protegidas por el Estado. (2007). *Inventarios Forestales. Componente temático para la mesozonificación ecológica y económica de las cuencas de los ríos Pastaza y Morona*.
- Gurmendi, C. G. y Orihuela, W. B. (2019). *Valoración Económica de la Reserva de Carbono de Escallonia resinosa (Ruiz y Pav.) Pers. En San Pedro de Saños y Pucará*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional del Centro Del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5320>
- Gronerth, E. (2021). *Comparativo de tres tipos de bosque en la producción de biomasa y stock de carbono en los distritos de san Juan Bautista, Mazán e Indiana, Loreto, 2020*. [Tesis de Doctor. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <https://hdl.handle.net/20.500.12737/7765>
- Higuchi, N. y carvalho, J. A. (1994). *Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: Anais do seminário Emissão por sequestro de CO₂ uma nova oportunidade de negócios para o Brasil*. Rio de Janeiro.
- Lino, K. A. (2009). *Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Ucayali]. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/2118>
- Maza, W. F. (2019). *Valoración económica del servicio ambiental de secuestro de carbono para garantizar la sostenibilidad del bosque Buenaventura, Ecuador*. [Tesis de Doctor, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10845>

- Miranda, I. A. (2018). *Valoración económica del servicio de secuestro de carbono aportado por la vegetación existente en el centro ecoturístico de Seccsachaca, Huancavelica, Perú-2017*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4838/4/INV_FIN_107_TE_Miranda_Ramos_2018.pdf
- Ordóñez, J. A. B. (2008). Cómo entender el manejo forestal, la captura de carbono y el pago de servicios ambientales, México. *Ciencias* (90): 37-42. <https://www.redalyc.org/pdf/644/64411395006.pdf>
- Quiñe, P. C. (2009). *Cuantificación de biomasa y reserva de carbono en sistemas agroforestales de café (Coffea arabica L.) en dos pisos altitudinales*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de San Martín]. <http://hdl.handle.net/11458/1131>
- Quispe, W. (2010). *Estructura horizontal y vertical de dos tipos de bosque concesionados en la región Madre de Dios*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. <http://hdl.handle.net/20.500.14070/82>
- Rae y Asale. (2010). *Ortografía de la lengua española*. Espasa. <https://www.rae.es/obras-academicas/ortografia/ortografia-2010>
- Rojas, F. (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 de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5633>
- Sarcca, Y. R. (2017). *Valoración económica del servicio ecosistémico de secuestro y almacenamiento de carbono en el bosque de polylepis del Pichu Pichu, Arequipa-2016*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2787>

- Sabogal, C., Carrera, F., Colan, V., Pokorny, B. y Lauman, B. (2004). *Manual para la planificación y evaluación del manejo forestal operacional en bosques de la amazonía peruana*. Fondebosque. <https://hdl.handle.net/10568/19013>
- SENDECO2. (2019). *Sistema europeo de negociación de CO₂. Código de Localización Reuters: Sendeco2*. [Fecha de consulta: 16 de junio de 2020]. Disponible en: www.sendeco2.com; info@sendeco2.com.
- Torres, J. M. y Guevara, A. (2002). El potencial de México para la Producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. *Revista Gaceta Ecológica*, (63), 40-59.
- Vásquez, S. A. (2019). *Valoración económica del secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque del distrito de Mazán, Loreto. 2018*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <http://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6820>
- Vega, G. (2016). *Estimación del carbono en la biomasa aérea del sistema agroforestal tradicional de las comunidades nativas Bora, Región Loreto-Perú*. [Tesis de Ingeniero. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía]. <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/110>
- Zamora, M. (2010). *Caracterización de la flora y estructura de un bosque transisiconal húmedo a seco, Miramar, Puntaarenas, Costa Rica*. [Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://hdl.handle.net/2238/3017>
- Zanne, A. E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D. A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S. L., Miller, R. B., Swenson, N. G., Wiemann, M. C., and Chave, J. (2009). *Global wood density database*. *Dryad*. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.

ANEXOS



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

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

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

n						

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

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

n					

Anexo 4. Identificación botánica de las especies forestales



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 **MARIA YESSSENIA FREIRE DEL CASTILLO**, bachiller, de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales, Facultad de Ciencias Forestales, de la **Universidad Nacional de la Amazonia Peruana**, pertenecen a la tesis titulado: **"VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE SECUESTRO DE CO₂ EN UN BOSQUE DE COLINA BAJA, DISTRITO DE PUNCHANA, LORETO, 2022"**, han sido **DETERMINADAS** en este Centro de Investigación y Enseñanza, **Herbarium Amazonense-AMAZ**, del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la **UNAP-CIRNA-UNAP**, como se indica a continuación:

N°	Nombres Vulgares	Nombres Científicos	Familia
1	Aguanillo	<i>Otoba glydicarpa</i> (Ducke) W. A. Rodrigues	Myristicaceae
2	Almendro	<i>Caryocar microcarpum</i> Ducke	Caryocaraceae
3	Caimitillo	<i>Ecclinusa lanceolata</i> (Mart. & Eichl.) Pierre	Sapotaceae
4	Cumala	<i>Virola calophylla</i> Warb.	Myristicaceae
5	Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae
6	Huimba	<i>Ceiba samauma</i> (Mart. & Zucc.) K. Schum.	Malvaceae
7	Machimango	<i>Eschweilera bracteosa</i> (Poepp. ex Berg) Miers	Lecythidaceae
8	Mari mari	<i>Vatairea erythrocarpa</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
9	Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Moraceae
10	Palta moena	<i>Caryodaphnopsis inaequalis</i> (A. C. Sm.) van der Werff & H. G. Richt.	Lauraceae
11	Panguana	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken ex J. Presl.	Moraceae
12	Pashaco	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Fabaceae
13	Quillosisa	<i>Vochysia vismiifolia</i> Spruce ex Warm.	Vochysiaceae
14	Zapotillo	<i>Lueheopsis althaeiflora</i> (Spruce ex Benth.) Burret	Malvaceae

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

Atentamente,

Iquitos, 03 de agosto del 2022



Richard J. Huaranca Acostupa
Coordinador Herbarium Amazonense

Anexo 5. Constancia de uso de base de datos

FUNDO J.R. AGUIRRE PARCELACION PICURO YACU.

LORETO - PUNCHANA.

Celular N° 915935552

CONSTANCIA

Mediante el presente documento, el señor **JOSE ROBERTO AGUIRRE ABAD**, Propietario del predio privado **FUNDO J.R. AGUIRRE**, autoriza a la Bachiller en Ecología de Bosques Tropicales **MARIA YESSSENIA FREIRE DEL CASTILLO**, con DNI N° 70136122 utilizar para su trabajo de investigación los datos del Censo Forestal ubicado en el Centro Poblado de Picuro Yacu, en el distrito de Punçhana, Provincia Maynas, Región Loreto, realizado en el año 2021.

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

Iquitos, 11 de abril del 2022



JOSE ROBERTO AGUIRRE ABAD

DNI: 07538745