



**UNAP**



**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

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

**TROPICALES**

**TESIS**

**“BIOMASA Y CARBONO ALMACENADO EN LAS ESPECIES COMERCIALES  
DEL BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL N° 16-  
LOR-MAY/CON-MAD-2018-004, DISTRITO DE MAZÁN, LORETO. 2022”**

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

**PRESENTADO POR:**

**ARY GISSELL PACAYA PEREA**

**ASESOR:**

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

**IQUITOS, PERÚ**

**2023**



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 022-CTG-FCF-UNAP-2023

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 10 días del mes de mayo del 2023, a horas 10:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis: **"BIOMASA Y CARBONO ALMACENADO EN LAS ESPECIES COMERCIALES DEL BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004, DISTRITO DE MAZAN, LORETO. 2022"**, aprobado con R.D. N° 0300-2022-FCF-UNAP, presentado por la bachiller ARY GISSELL PACAYA PEREA, para optar el Título Profesional de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 0631-2022-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Richer Ríos Zumaeta, Dr.	: Presidente
Ing. Pedro Ángel Angulo Ruiz, Dr.	: Miembro
Ing. Abel Yafet Benites Sánchez, M.Sc.	: Miembro

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

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


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

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

Siendo las *10:50 am.* Se dio por terminado el acto *Académico*

  
Ing. RICHER RÍOS ZUMAETA, Dr.  
Presidente

  
Ing. PEDRO ÁNGEL ANGULO RUIZ, Dr.  
Miembro

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

  
Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.  
Asesor

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

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

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

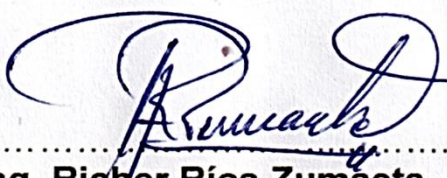
Teléfono: 065-225303

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA  
DE BOSQUES TROPICALES**

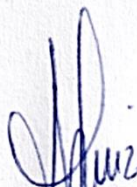
**TESIS**

**“BIOMASA Y CARBONO ALMACENADO EN LAS ESPECIES COMERCIALES  
DEL BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL N° 16-  
LOR-MAY/CON-MAD-2018-004, DISTRITO DE MAZÁN, LORETO. 2022”**

Aprobado el día 10 de mayo del 2023, según Acta de Sustentación N.º 022



.....  
**Ing. Richer Ríos Zumáeta, Dr.  
REG. CIP N° 50411  
PRESIDENTE**



.....  
**Ing. Pedro Ángel Angulo Ruíz, M.Sc.  
REG. CIP N° 40933  
MIEMBRO**



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



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



Nombre del usuario:  
**Universidad Nacional de la Amazonia Peruana**

ID de Comprobación:  
**74947715**

Fecha de comprobación:  
**05.10.2022 15:25:27 -05**

Tipo de comprobación:  
**Doc vs Library**

Fecha del Informe:  
**05.10.2022 15:28:22 -05**

ID de Usuario:  
**Ocultado por Ajustes de Privacidad**

Nombre de archivo: **TESIS RESUMEN ARY GISSELL PACAYA PEREA**

Recuento de páginas: **35** Recuento de palabras: **8461** Recuento de caracteres: **49889** Tamaño de archivo: **258.97 KB** ID de archivo: **86014280**

## 37.7% de Coincidencias

La coincidencia más alta: **28.3%** con la fuente de la Biblioteca (File ID: **70176324**)

No se llevó a cabo la búsqueda en Internet

37.7% Fuentes de Biblioteca 372

Página 37

## 30.1% de Citas

Citas 54

Página 38

No se han encontrado referencias

## 0% de Exclusiones

No hay exclusiones

## DEDICATORIA

A Dios padre celestial, que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

A mi queridísimo Padre, gracias por todo Papá Manuel por brindarme siempre tu apoyo incondicional, siempre fuiste un gran ejemplo a seguir. Sé que desde el cielo me cuidas y me proteges, a mi mamá Nilda que estuvo siempre a mi lado brindándome su mano amiga dándome a cada instante una palabra de aliento para llegar a culminar mi profesión.

A mis hermanos Annie y Tony a quienes lo agradezco mucho por su tiempo y comprensión, a mis sobrinos Annie y Manuel por su amor incondicional que me tienen y a todas las personas quienes han vivido de cerca los distintos procesos de mi vida tanto en los momentos felices y tristes. Para ustedes mis pequeños y comprensibles mascotas; gordo, nano, chato, michina, por estar acompañándome siempre en mis desvelos.

## **AGRADECIMIENTO**

- En primer lugar, agradezco a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, por haberme permitido formarme y ser una persona de bien, por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos.
- El principal agradecimiento a mis queridos padres por haberme dado su apoyo incondicional durante todos estos años y por ser esa razón el más grande aliciente para el cumplimiento de mis objetivos que significan alegría y orgullo para mí y también para ellos.
- Y para finalizar, también agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE 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. Determinar el número de árboles por clase diamétrica y por especie	13
3.4.3. Cálculos	13
✓ Cálculo de la biomasa seca aérea	14
✓ Cálculo del volumen maderable comercial	14
✓ Cálculo de la biomasa seca radicular	14
✓ Cálculo de la biomasa total	14
✓ Cálculo del carbono almacenado	15
3.5. Análisis estadístico	15
• Prueba de normalidad	15
3.6. Aspectos éticos	16
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	17
4.1. Composición florística	17
4.2. Volumen maderable comercial	20
4.3. Biomasa seca	23



4.4. Carbono almacenado	26
4.5. Análisis estadístico	29
4.5.1. Prueba de normalidad	29
4.5.2. Prueba de hipótesis	30
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	31
5.1. Composición florística	31
5.2. Carbono almacenado	33
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	35
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	36
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	37
ANEXOS	43
Anexo 1. Mapa de ubicación del bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004.	44
Anexo 2. Formato para la toma de datos del censo forestal	45
Anexo 3. Formato de datos para la estimación de la biomasa y carbono almacenado	46
Anexo 4. Volumen por especie y por hectárea	47
Anexo 5. Biomasa seca por clase diamétrica y por especie	50
Anexo 6. Carbono almacenado por clase diamétrica y por especie	53
Anexo 7. Identificación botánica de las especies forestales	56
Anexo 8. Constancia de uso de base de datos	58

---

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Relación de especies, géneros, familias y número de árboles del bosque evaluado	18
2.	Volumen maderable por clase diamétrica y por especie	22
3.	Biomasa seca por clase diamétrica y por especie	25
4.	Carbono almacenado por clase diamétrica y por especie	28
5.	Prueba de normalidad	29
6.	Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis de significancia para la comparación de la biomasa y carbono almacenado	30
7.	Prueba de Chi-cuadrado	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Número de árboles por familia	17
2.	Número de árboles por especie forestal	19
3.	Volumen maderable comercial por especie y por hectárea	21
4.	Volumen maderable comercial por clase diamétrica especie y por hectárea	21
5.	Biomasa seca por especie y por hectárea	24
6.	Biomasa seca por clase diamétrica y por hectárea	24
7.	Carbono almacenado por especie y por hectárea	27
8.	Carbono almacenado por clase diamétrica y por hectárea	27
9.	Diagrama de caja para el DAP y altura comercial	29

## RESUMEN

Se cuantificó la biomasa y el carbono almacenado en las especies comerciales de un bosque de colina baja del distrito de Mazán, Loreto, Perú. Se evaluó los datos del censo forestal de las especies comerciales del plan operativo (PO)1 de la parcela de corta (PC) 1 del contrato de concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004 con fines maderables. Los resultados indican una biomasa seca total de 41 011,92 kg/ha, donde *Parkia ulei* aporta la mayor biomasa de 4785,02 kg/ha y *Diptotropis martiusii* de 2485,50 kg/ha. La clase diamétrica de 70 cm a 80 cm contiene mayor biomasa seca de 11 511,07 kg/ha y de 60 cm a 70 cm de 10 079,08 kg/ha. El carbono almacenado es de 20,51 tC/ha, donde *Parkia ulei* aporta mayor cantidad de 2,39 tC/ha y *Diptotropis martiusii* de 1,24 tC/ha. La clase diamétrica de 70 cm a 80 cm contiene mayor carbono almacenado de 5,76 tC/ha y de 60 cm a 70 cm de 5,04 tC/ha. Estadísticamente existe diferencia significativa ( $\alpha = 0,05$ ) entre los promedios de biomasa y carbono almacenado.

**Palabras claves:** Biomasa, carbono almacenado, bosque, colina baja, Mazán.

## SUMMARY

The biomass and the carbon stored in commercial species of a low-hill forest in the district of Mazán, Loreto, Peru were quantified. Data from the forest census of the commercial species of the operational plan (PO)1 of the cutting plot (PC) 1 of the forest concession contract No. 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004 for timber purposes was evaluated. The results show a total dry biomass of 41 011,92 kg/ha, where *Parkia ulei* contributes with the highest biomass of 4785,02 kg/ha and *Diplotropis martiusii* with 2485,50 kg/ha. The diameter class from 70 cm to 80 cm contains the higher amount of dry biomass of 11 511,07 kg/ha and from 60 cm to 70 cm of 10 079,08 kg/ha. The stored carbon is 20,51 tC/ha, where *Parkia ulei* contains the higher amount of 2,39 tC/ha and *Diplotropis martiusii* of 1,24 tC/ha. The diameter class from 70 cm to 80 cm contains 5,76 tC/ha of stored carbon of and from 60 cm to 70 cm contains 5,04 tC/ha. A significant statistical difference ( $\alpha = 0,05$ ) between the biomass and stored carbon averages was found.

**Keywords:** Biomass, carbon stored, forest, low hill, Mazan.

## INTRODUCCIÓN

Debido a sus efectos, que incluyen un aumento de la temperatura media del planeta, una subida del nivel del mar, el deshielo de los casquetes polares y los glaciares, cambios en las corrientes oceánicas y modificaciones de los patrones meteorológicos, el cambio climático es una de las mayores amenazas para la humanidad (Hartmann *et al.*, 2013, como se citó en Lara, 2019, p. 1).

El riesgo asociado a la demanda de productos agrícolas y/o ganaderos como causa principal de la deforestación es uno de los principales riesgos que pueden poner en peligro la estabilidad del carbono almacenado en los bosques. Un aumento de los precios del mercado nacional o mundial puede incrementar los costos de oportunidad por encima de los precios del carbono acordados, haciendo rentable la conversión de los bosques (Wong y Dutschke, 2003, como se citó en Yerena, 2013, p. 2).

La información sobre la relevancia y las actividades de estos sistemas en el planeta, por su posición como sumidero primario de carbono, es limitada debido a la falta de datos sobre la cantidad de biomasa y carbono almacenado en los bosques de nuestra región.

Aunque los procesos naturales son responsables de algunos de los cambios en el clima de nuestro planeta, algunos de estos cambios son ahora el resultado de la actividad humana. El aumento de los gases de efecto invernadero (GEI), en particular el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), ha provocado la necesidad de modificar las escalas climáticas de la Tierra (IPCC, 2007, como se citó en Aquino, 2014, p. 48).

Cuando se extraen árboles, leña, cosechas y otros recursos, los bosques, sobre todo en las selvas tropicales, se deterioran más rápido que cualquier otro bioma. Esta tremenda degradación medioambiental se manifiesta sobre todo en forma del llamado calentamiento global (Tyler Miller, 1994, como se citó en Tacarpo, 2018a, p. 3).

Determinar la estructura diamétrica y el carbono almacenado en las especies comerciales de un bosque de colina baja dentro de los límites de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004 en el distrito de Mazán, Loreto, 2022, es el objetivo principal de esta investigación.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

Según un estudio descriptivo, cualitativo, transversal y de nivel básico realizado en 2021, todas las especies forestales con  $DAP \geq DMC$  para el bosque de terraza baja se incluyeron en la población de estudio (1340 ha). Todos los árboles de especies forestales con  $DAP \geq 40$  cm constituyeron la población de estudio en el bosque de terraza media (Parcelas 5, 6, 7 y 8 con un total de 4 ha), mientras que todos los árboles con  $DAP \geq DMC$  constituyeron la población de estudio en el bosque de colina baja (1807 ha). *V. albidiflora* tiene la mayor cantidad de biomasa, seguida de *S. amazonicum* y *E. coriacea*, que juntas suman 7 526 790,99 kg; 5617,01 kg/ha; mientras que las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm, 50 cm a 59 cm, y 70 cm a 79 cm (12 929 029,88 kg y 9648,53 kg/ha, respectivamente) presentan los mayores valores de biomasa. La investigación descubrió que el bosque de terraza baja contiene para las 19 especies con mayor biomasa 22 177 760,99 kg y 16 550,57 kg/ha (Gronerth, 2021a, p. 33). El bosque de terraza media tiene una biomasa de 5 668 134,67 kg y 314 896,37 kg/ha para el mismo número de especies, siendo *E. albiflora* la que tiene la biomasa más alta (604 072,64 kg y 33 559,59 kg/ha), seguida de *C. cateniformis* y *Parkia igneiflora*, que juntas tienen una biomasa de 979 853,08 kg y 54 436,28 kg/ha. Los mayores valores de biomasa, sin embargo, se encuentran en las clases diamétricas de 40 cm a 49 cm, 50 cm a 59 cm y 60 cm a 69 cm (4 046 866,34 kg; 224 825,91 kg/ha) (Gronerth, 2021b, pp. 33, 34). Los resultados muestran una biomasa de 46 048,16 kg/ha para las 19 especies con mayor biomasa en el bosque de colina baja, donde *Otoba* sp. (7 452 008,48 kg y 4123,97 kg/ha)



contiene la mayor biomasa. Le siguen *A. loretensis*, *C. glabrum*, *V. mollissima* y *P. caimito*, que en conjunto suman 20 448 949,9 kg; 11 316. Además, los valores más altos de biomasa (52 221 722,7 kg; 28 899,69 kg/ha) correspondieron a las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm, 70 cm a 79 cm y 50 cm a 59 cm (Gronerth, 2021c, pp. 34, 35).

El stock de carbono para el bosque de terraza baja fue también de 11 088,88 tC y 8,28 tC/ha, siendo *V. albidiflora* la que tuvo el mayor stock con 1512,24 tC y 1,13 tC/ha, seguida de *S. amazonicum* y *E. coriacea* con 2251,16 kg y 1,68 kg/ha, respectivamente. *A. subdimidiata*, *C. grandifolia* y *S. amara* tuvieron los pesos de stock más bajos (536,88 tC; 0,41 tC/ha), respectivamente. La máxima reserva de carbono se encuentra en las clases diamétricas de 60 a 69 cm, 50 a 59 cm, 70 a 79 cm y 80 a 89 cm; la menor reserva se encuentra en las clases diamétricas de 120 a 129 cm, 110 a 119 cm y 100 a 109 cm (1165,45 tC; 0,88 tC) (Gronerth, 2021d, p. 42). De acuerdo con los resultados, el bosque de terraza media tiene unas existencias totales de 2834,07 tC y 157,45 tC/ha, siendo *E. albidiflora* la que presenta las mayores existencias (302,04 tC y 16,78 tC/ha), seguida de *C. cateniformis*, *P. igneiflora* y *A. triplinervia*, que juntas tienen unas existencias totales de 710,31 tC y 39,46 tC/ha.

*H. courbaril*, *O. olivacea* y *O. platysmermun* son las especies con las reservas más bajas, con 150,87 tC y 8,38 tC/ha, respectivamente. Por el contrario, las clases diamétricas de 40 cm a 49 cm, 50 cm a 59 cm y 60 cm a 69 cm presentan los valores más altos de reservas de carbono (2023,34 tC; 112,41 tC/ha); mientras que los valores más bajos (359,59 tC; 19,99 tC) se muestran para las clases de diámetro de 110 cm a 119 cm, 90 cm a 99 cm y 80 cm a

89 cm (Gronerth, 2021e, p. 43). *Otoba* sp. (3726 tC y 2,06 tC/ha) presenta las mayores existencias en el bosque de colina baja, seguida de *A. lorentensis*, *C. glabrum*, *V. mollissima* y *P. caimito*, que juntas suman 7060,59 tC y 5,67 tC; este bosque tiene unas existencias de 23,02 tC/ha de un total de 41 604,51 tC/ha; mientras que las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm, 70 cm a 79 cm y 50 cm a 59 cm indicaron mayores niveles de reservas de carbono de 26 110,86 tC y 14,44 tC/ha, *C. lupuna*, *S. amara* y *M. dolichopoda* comunicaron valores inferiores con 2080,96 tC y 1,16 tC/ha; los valores más bajos, sin embargo, se encuentran en las clases diamétricas entre 120 y 129 cm y entre 110 y 119 cm, respectivamente, con valores de 884,47 y 0,49 tC/ha y 1244,71 tC y 0,69 tC/ha (Gronerth, 2021f, pp. 43, 44).

En 2014 se desarrolló un proyecto de investigación descriptiva y de nivel básico con un diseño estratificado a nivel de reconocimiento, sirviendo como población de estudio todas las especies forestales con un DAP mayor o igual a 10 cm. Según el estudio, de una biomasa total de 201 640 kg/ha, las 25 especies del bosque de colina baja reportaron 143 360 kg/ha, es decir, el 71,10% de la misma. Las especies *Brosimum lactescens* "chimicua", *Eschweilera bracteosa* "machimango negro", *Couepia bracteosa* "parinari", *Parkia igneiflora* "pashaco" y *Pouteria guianensis* "caimitillo", presentaron los mayores valores de biomasa. Las reservas de carbono declaradas de las 25 especies totalizaron 71,39 tC/ha, es decir, el 71,10% del total de 100,41 tC/ha. Las especies *Brosimum lactescens* "chimicua" (5,95 tC/ha), *Eschweilera bracteosa* "machimango negro" (7,30 tC/ha), *Couepia bracteosa* "parinari" (6,42 tC/ha), *Parkia igneiflora* "pashaco", 6,12 tC/ha, y *Pouteria*

*guianensis* "caimitillo" (5,46 tC/ha), tienen los valores más altos de reservas de carbono (Frías, 2014a, pp. 43, 44, 45).

## **1.2. Bases teóricas**

El peso de la materia orgánica por encima y por debajo del suelo en un ecosistema forestal dado se denomina su biomasa, y se produce como subproducto del proceso fotosintético, que utiliza la energía solar para obtener los componentes nutritivos del medio. Normalmente, se mide en toneladas por hectárea de peso seco o peso verde (Pesantez, 2015, p. 20).

Además de utilizar modelos alométricos de biomasa, existen otras formas de estimar la biomasa de los árboles. A menudo, el volumen comercial o total es accesible a través del inventario. Para convertir este volumen en biomasa se necesita la densidad básica de la madera, que permite convertir los volúmenes húmedos en biomasa (Álvarez, 2008, p. 22).

La información sobre la biomasa es esencial para responder a una amplia gama de preguntas sobre la función de los bosques en los fenómenos globales, como el ciclo biogeoquímico del carbono, el nitrógeno y los nutrientes. Las evaluaciones de la biomasa forestal se utilizan en modelos para determinar las estimaciones del flujo de carbono derivado de los cambios en el uso del suelo. Desempeñan un papel clave en el desarrollo de escenarios sobre cómo se retiene el carbono en forma de materia orgánica y se almacena en el suelo y la vegetación, lo que conduce a estimaciones del carbono neto absorbido y liberado por la quema o la descomposición (Zamora, 2003, p. 2).

En la situación específica de los inventarios forestales, la biomasa se define únicamente como lo que está representado por la vegetación. La biomasa es

la cantidad de materia orgánica (en peso) presente en una región determinada. Puede considerarse que la biomasa, cuya proporción depende de la especie, contiene la cantidad de carbono secuestrado, y su cálculo puede deducirse de ello (Almazán, 2013, p. 11).

Los bosques templados y tropicales pueden almacenar y capturar más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre, y contribuyen en un 90% al flujo anual de carbono entre la atmósfera y el suelo. La cantidad de carbono se calcula utilizando una estimación de la biomasa del ecosistema forestal; diversos estudios han demostrado que, una vez eliminada el agua, la materia vegetal suele retener el 50% del carbono. Este seguimiento puede realizarse en cualquier ecosistema, y los datos que produce ayudan a determinar cuánta capacidad de almacenamiento tiene un bosque en relación con factores ambientales específicos (Agudelo, 2009, p. 25).

Es fundamental distinguir entre carbono (C) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Dos átomos de oxígeno forman una molécula de CO<sub>2</sub>, que tiene un peso molecular de 32, y un átomo de carbono, que tiene un peso molecular de 12. Como resultado, sólo 12 de los 44 pesos moleculares del CO<sub>2</sub> corresponden al carbono (Cornejo y Fernández, 2000, como se citó en Tacarpo, 2018b, p. 17).

Un gas de efecto invernadero que existe en la atmósfera es el dióxido de carbono. Las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles y otros procesos, aumentan enormemente su concentración en la atmósfera, lo que provoca el calentamiento global del planeta (Aguinaco, 2008, p. 7).

Todos los compuestos orgánicos, incluidos los hidratos de carbono, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos, están formados por cadenas de

carbono unidas entre sí. El carbono es el componente primario de la vida en este planeta, y el ciclo del carbono es esencial para el crecimiento de todas las especies. Se acumula en espacios denominados reservorios y se desplaza activamente entre ellos. Los océanos almacenan 38 000 GT, el suelo 15 000 GT, la atmósfera 750 GT y las plantas 560 GT de estos reservorios (FAO, 2004, como se citó en Tacarpo, 2018c, pp. 17, 18).

Según la especie y el estado de los árboles, el secuestro de carbono es la cantidad de carbono fijado en la biomasa de los organismos vivos que aumenta año tras año a medida que crecen. Los estudios se centran principalmente en los ecosistemas forestales, y los datos históricos utilizados para calcular el secuestro de carbono se incluyen en un inventario forestal expresado en metros cúbicos por hectárea y el incremento anual actual expresado en metros cúbicos por hectárea y año (es decir, crecimiento o ganancia de biomasa) (Ordóñez, 2008, p. 39).

Los árboles en crecimiento producen oxígeno a través de la fotosíntesis mientras consumen CO<sub>2</sub>, agua y luz. Por su capacidad de absorber dióxido de carbono, los bosques en crecimiento se denominan "sumideros de carbono". Los árboles son neutros en el balance final de CO<sub>2</sub> cuando dejan de crecer y se convierten en depósitos de carbono en lugar de sumideros. Almacenan grandes cantidades de carbono en la superficie y en el suelo (Romero, 2015, p. 28).

### **1.3. Definición de términos básicos**

**Almacenamiento.** - Efectos y acción de almacenar (guardar, colocar, depositar en algún almacén) (Lino, 2009a, p. 16).

**Biomasa.** - Peso de la materia biológica por encima y por debajo del suelo, o una estimación equivalente (Lino, 2009b, p. 16).

**Bosque de colina baja.**- Crece en un entorno ondulado y montañoso, y su relieve topográfico presenta pendientes pronunciadas e intrincadas que oscilan entre el 15% y el 35% (Fondo Nacional para Áreas Naturales Protegidas por el Estado PROFONANPE, 2007, p. 37).

**Bosque.**- Compuesto principalmente por árboles y otras plantas leñosas más o menos agrupadas (Lino, 2009c, p. 16).

**Carbono.** - Elemento químico sólido, no metálico, presente en todos los compuestos orgánicos y en algunos inorgánicos. En su forma más pura se presenta como diamante o grafito. Su número atómico es 6 y su símbolo es C. El dióxido de carbono, el metano y otros gases se emiten continuamente a la atmósfera (Lino, 2009d, p. 16).

**Carbono almacenado.** - Capacidad de un bosque para mantener un contenido medio específico de carbono por hectárea que nunca se descargará en el cielo (Segura 1997, como se citó en Vega, 2016a, p. 12).

**Captura de carbono.** - Extracción y almacenamiento de carbono atmosférico en los océanos, los bosques o la tierra. Este proceso se denomina fijación de carbono. Como contribuye a mantener la temperatura global, así como la química del agua del mar y de las zonas costeras, se considera uno de los servicios medioambientales más significativos (IPCC 2005, como se citó en Vega, 2016b, p. 12).

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).**- Sustancia que existe en la atmósfera de forma natural y no tiene sabor, color ni aroma. No es tóxica y es esencial para el ciclo natural del carbono (Echarri, 2007, como se citó en Soto, 2018, p. 32).

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

## CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1. Formulación de la hipótesis

Existe diferencia entre la biomasa y el carbono almacenado en las especies comerciales del bosque de colina baja de la concesión Forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004, distrito de Mazán, Loreto. 2022.

### 2.2. Variables y su operacionalización

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
<b>Independiente</b>  - Especies	Conjunto de elementos semejantes entre sí por tener uno o varios caracteres comunes	Cuantitativa	- 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.
<b>Dependiente</b>  - Biomasa  - Carbono almacenado	Peso (o estimación equivalente) de la materia orgánica, por encima y por debajo del suelo.  Capacidad del bosque para mantener determinada cantidad promedio de carbono por hectárea que nunca será liberado a la atmosfera.	Cuantitativa	Kilogramos   Toneladas de carbono	Nominal	Formato de registro de información dasométrica, biomasa y carbono almacenado de los individuos arbóreos de las especies forestales comerciales.  Base de datos del inventario y la hoja de cálculos en Excel.



## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño**

Basada en el registro de datos dasométricos de individuos arbóreos existentes en el bosque de colina baja, ubicada en la concesión forestal No. 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004, distrito de Mazán, Loreto, 2022, la investigación es cuantitativa, no experimental, descriptiva y de nivel básico.

La investigación se llevó a cabo en el bosque de colina baja del contrato de la concesión maderera N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004, que abarca una superficie aproximada de 324 ha. El área de estudio está delimitada por las siguientes coordenadas UTM: V1 (9645648,35 N y 680392,47 E); V2 (9645648,35 N y 682392,47 E); y V3 (9644028,35 N y 682392,47 E). Políticamente, está bajo el control del distrito de Mazán, la provincia de Maynas y la región de Loreto (anexo 2).

### **3.2. Diseño muestral**

La población de la investigación estaba constituida por todos los árboles de especies comercialmente viables con  $DAP \geq DMC$  que estaban presentes en el bosque de colina baja según los términos del contrato de concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004. Dado que se realizó un censo del bosque, la muestra coincidió con la población.

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

AQUAMODEL CONSULTING E.I.R.L. realizó un censo forestal en 2020, y empleó el formulario de recogida de datos, que incluye el nombre de la especie, el DAP, la altura comercial, las coordenadas UTM y algunas observaciones (Anexo 2).

### **3.4. Procesamiento y análisis de los datos**

Para el procesamiento y el análisis de los datos se utilizaron los datos del censo forestal del año 2020 que se realizó en el bosque de estudio. Para cada árbol individual y cada especie, se utilizaron los formularios para calcular la biomasa y las reservas de carbono, como se indica en el Anexo 4.

#### **3.4.1. Verificación y determinación de la composición florística**

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

#### **3.4.2. Determinar el número de árboles por clase diamétrica y por especie**

El punto de partida fue el diámetro a la altura del pecho (DAP). En la presente investigación se fijó un intervalo de clase de 10 cm, de acuerdo con las normas mundiales de normalización, para permitir comparaciones con los resultados de otros estudios (Cardenas, 1986, como se citó en Moreno, 2015, pp. 26, 27).

#### **3.4.3. Cálculos**

- **Cálculo de la biomasa seca aérea**

La biomasa aérea de las especies forestales comerciales de la asociación se ha calculado mediante la siguiente fórmula Dauber (*et al.*, 2008a, p. 9).

$$Bsa = Vc * DB * FEB$$

Dónde: Bsa = biomasa seca aérea (kg); Vc = volumen comercial del árbol (m<sup>3</sup>); DB = densidad básica de la madera de una especie en particular (kg/m<sup>3</sup>)

(Zanne, *et al.*, 2009, p. 2009); FEB= factor de expansión de biomasa (2,25)  
(Dauber, *et al.*, 2008b, p. 9).

- **Cálculo del volumen maderable comercial**

El coeficiente de forma de 0,65 para las especies de los bosques tropicales se calculó para cada árbol individual, teniendo en cuenta su DAP, su altura comercial y otros factores. En primer lugar, se calculó el área basal mediante la siguiente fórmula Chambi, (2001, p. 11):

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

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

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

$$Vc = AB * Hc * Ff$$

Dónde: Vc = volumen comercial (m<sup>3</sup>); AB = área basal (m<sup>2</sup>); Hc = altura comercial (m); Ff = factor de forma (0,6

- **Cálculo de la biomasa seca radicular**

Se estimó teniendo en cuenta que la biomasa radicular es el 20% del peso de la biomasa aérea Higuchi & Carvalho, (1994a, 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 & Carvalho, 1994b, p. 144).

$$Bt = Ba + Br$$

Dónde:  $B_t$  = biomasa total (kg);  $B_a$  = biomasa aérea (kg);  $B_r$  = biomasa radicular (kg).

Utilizando la densidad básica, que relaciona el peso seco con el volumen verde de la madera, ya no es necesario deducir el 40% del peso que correspondería al agua contenida en la biomasa. Cabe destacar que esta biomasa total estimada ya es la biomasa seca.

- **Cálculo del carbono almacenado**

Mediante el siguiente cálculo, la biomasa total se multiplicó por 0,5 para cada árbol individual, teniendo en cuenta el hecho de que la materia seca suele contener el 50% del carbono almacenado (IPCC, 2003 como se citó en 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).

### 3.5. Análisis estadístico

- **Prueba de normalidad**

La normalidad de los datos se determinó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, utilizando los datos del DAP y la altura comercial del bosque de colina baja de la concesión Forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-20178-004.

Para lo cual se planteó la siguiente hipótesis:

Hipótesis nula ( $H_0$ ):	La variable aleatoria SI tiene distribución normal	$p\text{-valor} > 0,05$
Hipótesis alterna ( $H_1$ ):	La variable aleatoria NO tiene distribución normal	$p\text{-valor} < 0,05$

El resultado de la prueba de normalidad indica que los datos no tienen distribución normal por lo tanto se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y Chi-cuadrado.

<p><b>Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):</b> No existe diferencia entre la biomasa y el carbono almacenado en las especies comerciales del bosque de colina baja de la concesión Forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004, distrito de Mazán, Loreto. 2022.</p>	<p><i>p-valor</i> &gt; 0,05</p>
<p><b>Hipótesis alterna (H<sub>1</sub>):</b> Existe diferencia entre la biomasa y el carbono almacenado en las especies comerciales del bosque de colina baja de la concesión Forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004, distrito de Mazán, Loreto. 2022.</p>	<p><i>p-valor</i> &lt; 0,05</p>

### 3.6. Aspectos éticos

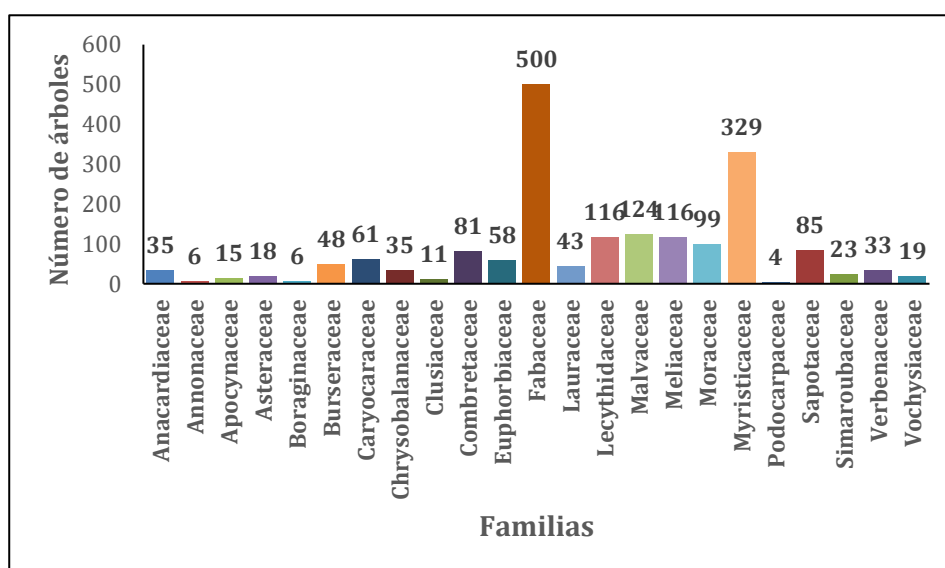
En la realización de este estudio se observaron los cuatro principios éticos fundamentales de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia. Tanto la participación como la opción de consultar cualquier información relacionada con la investigación manteniendo el anonimato fueron voluntarias.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Composición florística

1865 individuos arbóreos de 51 especies forestales, 47 géneros y 23 familias botánicas componen la composición florística (**Cuadro 1**). Las familias con más géneros son las Fabaceae, con 13, las Lecythydaceae, las Myristicaceae, con cuatro géneros cada una, las Meliaceae, con tres, y las Lauraceae, Malvaceae, Moraceae y Sapotaceae, con dos géneros cada una.

La **figura 1** muestra la gran disparidad en el número de árboles por familia, con algunas familias con un gran número de individuos, como Fabacea y Myristicaceae, y otras con un número reducido de árboles, como Annonaceae, Boraginaceae y Podocarpaceae.



**Figura 1.** Número de árboles por familia

La **figura 2** demuestra que *Parkia ulei* "pashaco" de la familia Fabaceae es la especie que destaca en este bosque (145 árboles), seguida de *Otoba parvifolia* "aguanillo" de la familia Myristicaceae (140 árboles), *Diplotropis martiusii* "chontaquiroy" de la familia Fabaceae (123 árboles), *Virola surinamensis* "cumala caupuri" de la familia Myristicaceae (120 árboles) y

*Sterculia apeibophylla* “warmi caspi” de la familia Malvaceae (100 árboles), *Eschweilera bracteosa* “machimango” de la familia Lecythidaceae con 76 árboles.

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

N°	Especie		Familia	N° de árboles
	Nombre común	Nombre científico		
1	Aguanillo	<i>Otoba parvifolia</i>	Myristicaceae	140
2	Almendro	<i>Caryocar harlingii</i>	Caryocaraceae	61
3	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Fabaceae	11
4	Andiroba	<i>Carapa procera</i>	Meliaceae	71
5	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i>	Lauraceae	20
6	Ayahuma	<i>Couroupita amazonica</i>	Lecythidaceae	1
7	Azucar huayo	<i>Hymenaea reticulata</i>	Fabaceae	33
8	Boa caspi	<i>Haploclathra cordata</i>	Clusiaceae	11
9	Cachimbo	<i>Couratari guianensis</i>	Lecythidaceae	30
10	Caimitillo	<i>Ecclinusa lanceolata</i>	Sapotaceae	20
11	Carahuasca	<i>Guatteria elata</i>	Annonaceae	6
12	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	1
13	Chimicua	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	Boraginaceae	6
14	Chontaquiro	<i>Diploptropis martiusii</i>	Fabaceae	123
15	Copal	<i>Protium altsonii</i>	Burseraceae	48
16	Cumala caupuri	<i>Virola surinamensis</i>	Myristicaceae	120
17	Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i>	Myristicaceae	54
18	Cumala roja	<i>Iryanthera elliptica</i>	Myristicaceae	15
19	Diablo fuerte	<i>Podocarpus celatus</i>	Podocarpaceae	4
20	Estoraque	<i>Myroxylon balsamum</i>	Fabaceae	6
21	Huayruro	<i>Ormosia bopiensis</i>	Fabaceae	56
22	Huimba	<i>Ceiba samauma</i>	Malvaceae	22
23	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	2
24	Machimango	<i>Eschweilera bracteosa</i>	Lecythidaceae	76
25	Mari mari	<i>Hymenolobium excelsum</i>	Fabaceae	64
26	Maria buena	<i>Pterocarpus amazonum</i>	Fabaceae	15
27	Marupa	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae	23
28	Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	36
29	Mauba	<i>Vochysia venulosa</i>	Vochysiaceae	6
30	Moena	<i>Nectandra paucinervia</i>	Lauraceae	23

31	Palisangre	<i>Brosimum rubescens</i>	Moraceae	34
32	Panguana	<i>Brosimum utile</i>	Moraceae	29

Continuación del cuadro 1

N°	Especie		Familia	N° de árboles
	Nombre común	Nombre científico		
33	Parinari	<i>Couepia bracteosa</i>	Chrysobalanaceae	35
34	Pashaco	<i>Parkia ulei</i>	Fabaceae	145
35	Pucaquiro	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	Apocynaceae	8
36	Purma caspi	<i>Aegiphila integrifolia</i>	Verbenaceae	33
37	Qinilla	<i>Pouteria hispida</i>	Sapotaceae	65
38	Quillobara	<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	18
39	Quillobordon	<i>Aspidosperma schultesii</i>	Apocynaceae	7
40	Quillosisa	<i>Vochysia vismiifolia</i>	Vochysiaceae	13
41	Requia	<i>Guarea kunthiana</i>	Meliaceae	44
42	Shihuahuaco	<i>Dipteryx alata</i>	Fabaceae	24
43	Shimbillo	<i>Inga nobilis</i>	Fabaceae	2
44	Shiringa	<i>Hevea brasiliensis</i>	Euphorbiaceae	58
45	Tahuari	<i>Allantoma decandra</i>	Lecythidaceae	9
46	Tangarana	<i>Tachigali tessmannii</i>	Fabaceae	12
47	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae	5
48	Ubos	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	35
49	Violeta	<i>Peltogyne floribunda</i>	Fabaceae	4
50	Warmi caspi	<i>Sterculia apeibophylla</i>	Malvaceae	100
51	Yacushapana	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	81
<b>Total</b>				<b>1865</b>



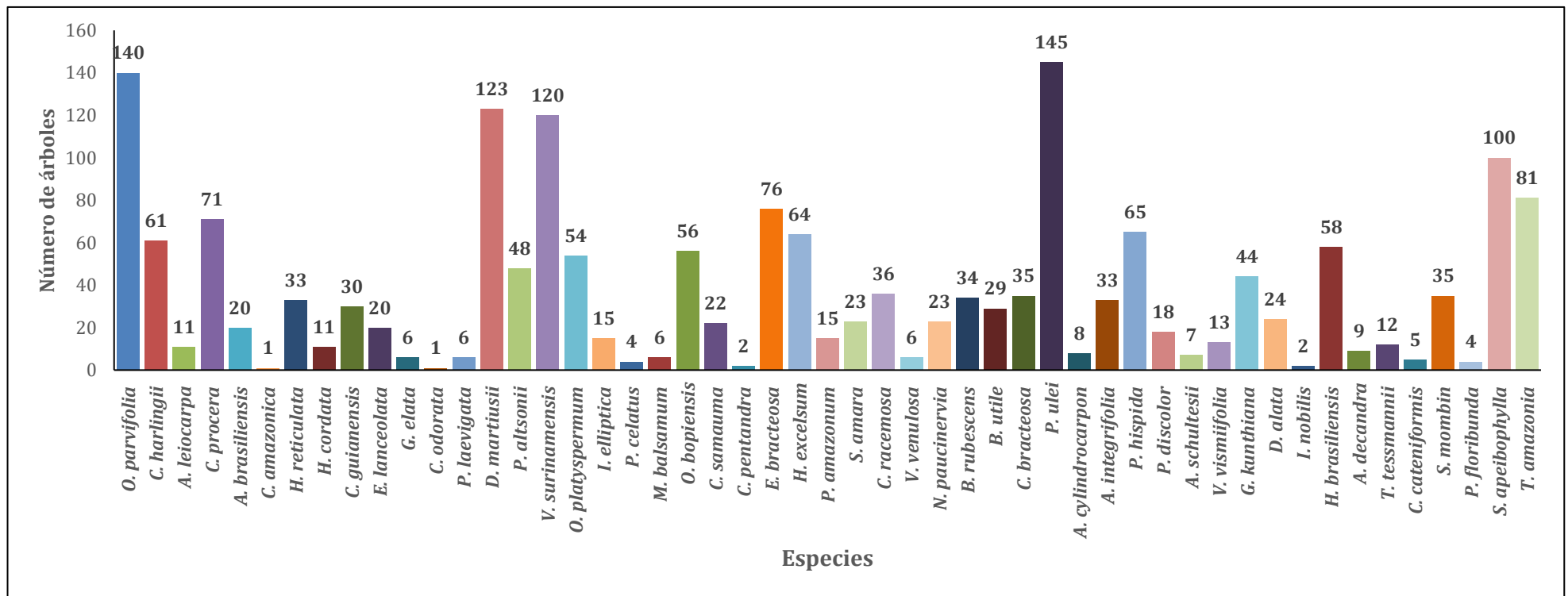


Figura 2. Número de árboles por especie forestal

## 4.2. Volumen maderable comercial

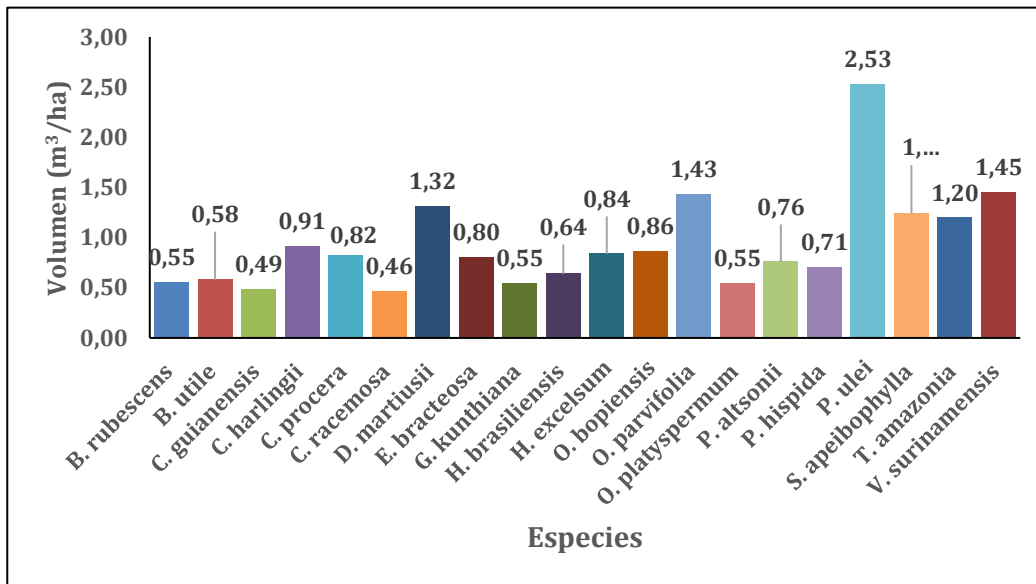
El **cuadro 2** muestra el volumen de madera comercial por especie y clase diamétrica. A partir de los resultados se calcula un volumen total de 7862,70 m<sup>3</sup> (24,27 m<sup>3</sup>/ha). Las 20 especies que producen más madera tienen un volumen combinado de 6054,34 m<sup>3</sup> (18,69 m<sup>3</sup>/ha), mientras que las 31 especies que producen menos madera tienen un volumen combinado de 1808,36 m<sup>3</sup> (5,58 m<sup>3</sup>/ha).

Los mayores volúmenes de madera se encuentran en *Parkia ulei* (820,29 m<sup>3</sup>, 2,53 m<sup>3</sup>/ha), *Virola surinamensis* (471,09 m<sup>3</sup>, 1,45 m<sup>3</sup>/ha), *Otoba parvifolia* (464,24 m<sup>3</sup>, 1,43 m<sup>3</sup>/ha), *Diptotropis martiusii* (426,09 m<sup>3</sup>, 1,32 m<sup>3</sup>/ha), y *Sterculia apeibophylla* (402,85 m<sup>3</sup>, 1,45 m<sup>3</sup>/ha; por el contrario, las cantidades más bajas corresponden a *Clarisia racemosa* (150,06 m<sup>3</sup>, 0,46 m<sup>3</sup>/ha), *Couratari guianensis* (157,39 m<sup>3</sup>, 0,49 m<sup>3</sup>/ha) y *Osteophloeum platyspermum* (176,09 m<sup>3</sup>, 0,55 m<sup>3</sup>/ha).

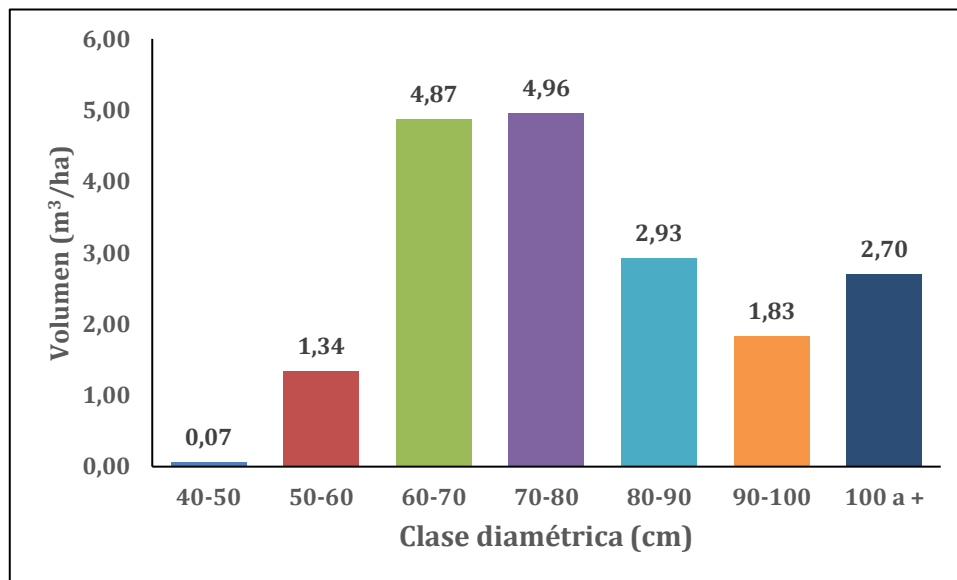
Después de las clases de diámetro de 60 cm a 70 cm (2018,32 m<sup>3</sup>, 6,23 m<sup>3</sup>/ha), 80 cm a 90 cm (1210,53 m<sup>3</sup>, 3,74 m<sup>3</sup>/ha) y 100 cm y más (1051,89 m<sup>3</sup>; 3,25 m<sup>3</sup>/ha), el mayor volumen de madera se concentra en la clase de diámetro de 70 cm a 80 cm (2213,40 m<sup>3</sup>, 6,83 m<sup>3</sup>/ha). Las menores cantidades de madera se encuentran en las clases diamétricas de 90 cm a 100 cm (787,45 m<sup>3</sup>, 0,43 m<sup>3</sup>/ha), 50 cm a 60 cm (551,54 m<sup>3</sup>, 1,70 m<sup>3</sup>/ha) y 40 cm a 50 cm (29,56 m<sup>3</sup>, 0,09 m<sup>3</sup>/ha).

La **figura 3** muestra el volumen de madera por especie y por hectárea. *Parkia ulei* tiene el mayor volumen de madera (2,53 m<sup>3</sup>/ha), lo que representa el 10,42% del volumen total de madera. El volumen de las 19 especies restantes, cuyo tamaño oscila entre 1,45 m<sup>3</sup>/ha y 0,46 m<sup>3</sup>/ha, es de 16,15 m<sup>3</sup>/ha, es decir, el 66,54% del volumen total. Con un volumen de 5,58 m<sup>3</sup>/ha, las 31 especies restantes

representan el 22,99% del volumen total de madera. Los mayores volúmenes del bosque evaluado se encuentran en las clases diamétricas de 60 a 70 cm (4,87 m<sup>3</sup>/ha) y de 70 a 80 cm (4,96 m<sup>3</sup>/ha), según la figura 4.



**Figura 3.** Volumen maderable comercial por especie y por hectárea



**Figura 4.** Volumen maderable comercial por clase diamétrica y por hectárea

**Cuadro 2.** Volumen maderable por clase diamétrica y por especie

Especies	Volumen por clase diamétrica y por especie (m <sup>3</sup> /ha)							Vol, (m <sup>3</sup> /ha)	Vol, (m <sup>3</sup> )
	40	50	60	70	80	90	100 a +		
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90	A 100			
<i>P. ulei</i>	0,01	0,04	0,31	0,50	0,50	0,38	0,78	2,53	820,29
<i>V. surinamensis</i>	0,02	0,12	0,48	0,56	0,19	0,03	0,07	1,45	471,09
<i>O. parvifolia</i>		0,26	0,62	0,43	0,10	0,03		1,43	464,24
<i>D. martiusii</i>		0,10	0,51	0,36	0,21	0,06	0,07	1,32	426,09
<i>S. apeibophylla</i>		0,09	0,46	0,34	0,23	0,09	0,04	1,24	402,85
<i>T. amazonia</i>	0,00	0,06	0,12	0,38	0,23	0,16	0,24	1,20	387,77
<i>C. harlingii</i>		0,03	0,19	0,19	0,13	0,04	0,33	0,91	295,44
<i>O. bopiensis</i>		0,10	0,14	0,13	0,13	0,15	0,21	0,86	279,20
<i>H. excelsum</i>	0,01	0,06	0,18	0,13	0,20	0,14	0,12	0,84	271,98
<i>C. procera</i>		0,07	0,28	0,32	0,10	0,02	0,03	0,82	266,43
<i>E. bracteosa</i>		0,05	0,19	0,37	0,16		0,02	0,80	259,52
<i>P. altsonii</i>		0,02	0,17	0,11	0,17	0,13	0,16	0,76	245,86
<i>P. hispida</i>	0,01	0,04	0,16	0,32	0,08	0,08	0,02	0,71	228,56
<i>H. brasiliensis</i>	0,01	0,08	0,32	0,14	0,06	0,02		0,64	207,23
<i>B. utile</i>		0,01	0,09	0,09		0,12	0,28	0,58	188,01
<i>B. rubescens</i>		0,03	0,16	0,08	0,08	0,15	0,06	0,55	178,43
<i>G. kunthiana</i>		0,03	0,12	0,18	0,14	0,02	0,06	0,55	177,01
<i>O. platyspermum</i>	0,01	0,09	0,25	0,13	0,07			0,55	176,90
<i>C. guianensis</i>		0,04	0,04	0,06	0,09	0,14	0,12	0,49	157,39
<i>C. racemosa</i>		0,03	0,10	0,12	0,06	0,08	0,08	0,46	150,06
<b>Sub total</b>	<b>0,07</b>	<b>1,34</b>	<b>4,87</b>	<b>4,96</b>	<b>2,93</b>	<b>1,83</b>	<b>2,70</b>	<b>18,69</b>	<b>6054,34</b>
<b>Otras</b>	<b>0,03</b>	<b>0,37</b>	<b>1,36</b>	<b>1,87</b>	<b>0,81</b>	<b>0,61</b>	<b>0,55</b>	<b>5,58</b>	<b>1808,36</b>
<b>Total</b>	<b>0,09</b>	<b>1,70</b>	<b>6,23</b>	<b>6,83</b>	<b>3,74</b>	<b>2,43</b>	<b>3,25</b>	<b>24,27</b>	
<b>Total general</b>	<b>29,56</b>	<b>551,54</b>	<b>2018,32</b>	<b>2213,40</b>	<b>1210,53</b>	<b>787,45</b>	<b>1051,89</b>		<b>7862,70</b>

### 4.3. Biomasa seca

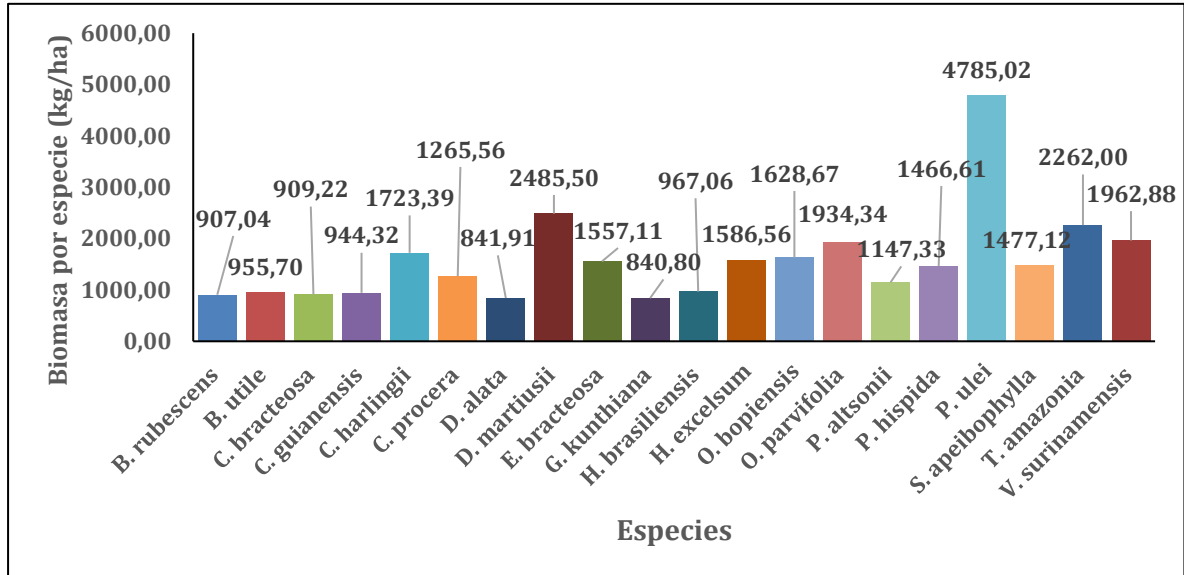
El **cuadro 3** muestra la biomasa seca total por especie y por hectárea. Según los resultados, la biomasa total del bosque era de 13 287 863,51 kg (41 011,92 kg/ha); las 20 especies con mayor biomasa totalizaban 10 253 990,98 kg (31 648,12 kg/ha), y las 31 especies restantes con menor biomasa sumaban 3 033 872,53 kg (9363,80 kg/ha).

La cantidad de biomasa de *Parkia ulei* es de 1550346,04 kg (4785,02 kg/ha), seguida de *Diplotropis martiusii* con 805300,98 kg (2485,50 kg/ha), *Terminalia amazonia* con 732887,94 kg (2262,00 kg/ha), *Virola surinamensis* con 635972,33 kg (1962,88 kg/ha), y *Otoba parvifolia* con 626 725. Las 15 especies restantes producen 5 902 758,44 kg (18 218,19 kg/ha) de biomasa.

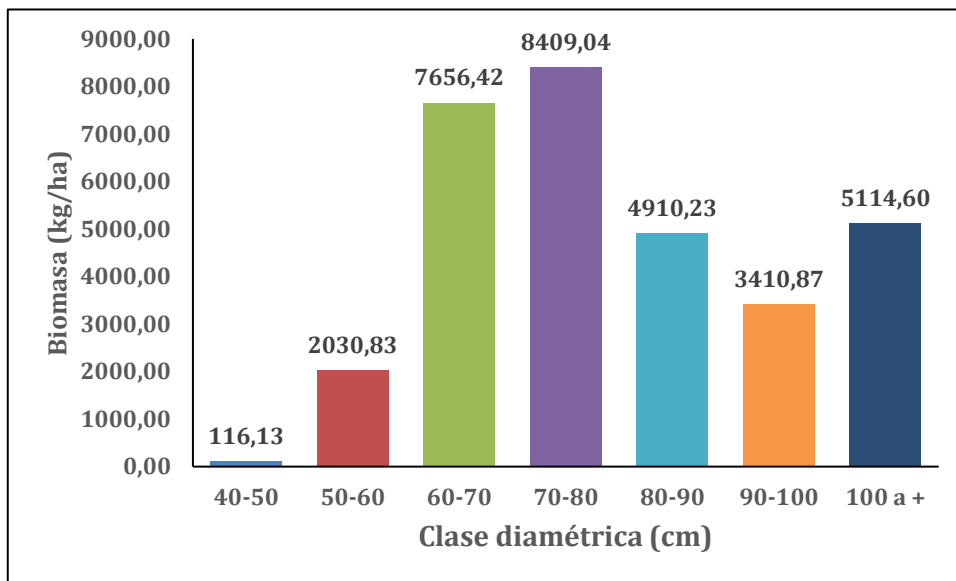
La clase de diámetro de 70 cm a 80 cm presenta la mayor concentración de biomasa seca (3 729 586,69 kg, o 11 511,07 kg/ha), seguida de la clase de 60 cm a 70 cm (3 265 622,68 kg, o 10 079,08 kg/ha), la clase de 80 cm a 90 cm (2 072 781,2 kg, o 6397,47 kg/ha), y la clase de 100 cm y más (1 897 287,94 kg, o 5855,83 kg/ha). Se encuentra menos biomasa en las clases diamétricas de 40 cm a 50 cm (51 123,12 kg, 157,79 kg/ha), de 50 cm a 60 cm (880 720,36 kg, 2718,27 kg/ha), y de 90 cm a 100 cm (1 390 741,48 kg, 4292,41 kg/ha).

**La figura 5** muestra la biomasa por especie y por hectárea. Se puede observar que *Parkia ulei* tiene la biomasa más alta, con 4785,02 kg/ha, seguida de *Diplotropis martiusii* con 2485,50 kg/ha, *Terminalia amazonia* con 2262,00 kg/ha, *Virola surinamensis* con 1962,88 kg/ha, y *Otoba parvifolia* con 1934,34 kg/ha, que juntas representan el 32,75% de la biomasa total. En conjunto, las 15 especies restantes representan el 44,42% de la biomasa por hectárea. La mayor biomasa por hectárea

se encuentra en las clases diamétricas de 60 a 70 cm (7656,42 kg/ha) y de 70 a 80 cm (8409,04 kg/ha), según la **figura 6**.



**Figura 5.** Biomasa seca por especie y por hectárea



**Figura 6.** Biomasa seca por clase diamétrica y por hectárea

**Cuadro 3.** Biomasa seca por clase diamétrica y por especie

Especies	Biomasa por clase diamétrica y por especie (kg/ha)							100 a +	Biomasa (kg/ha)	Biomasa total (kg)
	40	50	60	70	80	90				
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90	A 100				
<i>P. ulei</i>	14,30	81,60	581,55	952,26	953,86	720,90	1480,55	4785,02	1550346,04	
<i>D. martiusii</i>		192,62	959,65	678,85	403,32	119,92	131,13	2485,50	805300,98	
<i>T. amazonia</i>	8,92	104,20	231,49	721,02	443,30	301,79	451,28	2262,00	732887,94	
<i>V. surinamensis</i>	20,62	160,97	645,12	760,11	250,72	35,23	90,11	1962,88	635972,33	
<i>O. parvifolia</i>		345,55	830,81	582,19	134,93	40,86		1934,34	626725,25	
<i>C. harlingii</i>		56,83	358,15	367,39	239,43	79,60	621,99	1723,39	558377,16	
<i>O. bopiensis</i>		195,85	270,83	238,96	240,60	278,76	403,66	1628,67	527688,16	
<i>H. excelsum</i>	10,29	113,16	345,07	246,57	374,80	267,68	228,99	1586,56	514044,40	
<i>E. bracteosa</i>		102,33	370,11	722,72	317,47		44,48	1557,11	504503,67	
<i>S. apeibophylla</i>		102,07	550,78	405,54	267,80	105,58	45,34	1477,12	478585,94	
<i>P. hispida</i>	23,44	75,10	323,51	674,19	159,87	167,16	43,34	1466,61	475181,91	
<i>C. procera</i>		109,51	433,93	486,93	149,90	32,84	52,46	1265,56	410041,37	
<i>P. altsonii</i>		23,96	259,98	170,52	262,19	191,51	239,18	1147,33	371735,08	
<i>H. brasiliensis</i>	17,24	126,26	491,34	210,09	93,18	28,95		967,06	313328,47	
<i>B. utile</i>		16,53	140,72	153,92		191,53	453,00	955,70	309645,30	
<i>C. guianensis</i>		72,79	71,58	114,24	179,17	266,18	240,36	944,32	305960,90	
<i>C. bracteosa</i>	21,32	56,66	223,28	341,73	52,28	102,98	110,98	909,22	294586,84	
<i>B. rubescens</i>		41,40	255,58	128,17	136,53	244,05	101,31	907,04	293879,90	
<i>D. alata</i>		14,72	134,58	172,88	35,24	205,87	278,62	841,91	272779,76	
<i>G. kunthiana</i>		38,71	178,39	280,75	215,64	29,46	97,85	840,80	272419,57	
<b>Sub total</b>	<b>116,13</b>	<b>2030,83</b>	<b>7656,42</b>	<b>8409,04</b>	<b>4910,23</b>	<b>3410,87</b>	<b>5114,60</b>	<b>31648,12</b>	<b>10253990,98</b>	
<b>Otras</b>	<b>41,66</b>	<b>687,44</b>	<b>2422,66</b>	<b>3102,03</b>	<b>1487,24</b>	<b>881,54</b>	<b>741,22</b>	<b>9363,80</b>	<b>3033872,53</b>	
<b>Total</b>	<b>157,79</b>	<b>2718,27</b>	<b>10079,08</b>	<b>11511,07</b>	<b>6397,47</b>	<b>4292,41</b>	<b>5855,83</b>	<b>41011,92</b>		
<b>Total general</b>	<b>51123,12</b>	<b>880720,36</b>	<b>3265622,68</b>	<b>3729586,69</b>	<b>2072781,25</b>	<b>1390741,48</b>	<b>1897287,94</b>		<b>13287863,51</b>	

#### 4.4. Carbono almacenado

El **cuadro 4** muestra el carbono almacenado por especie, por hectárea y en total en el bosque examinado. En todo el bosque se midió un total de 6643,93 tC (20,51 tC/ha). Las 31 especies supervivientes tienen el menor almacenamiento de carbono con 1516,94 tC (4,68 tC/ha), mientras que las 20 especies con mayor almacenamiento con 5127,00 tC (15,82 tC/ha).

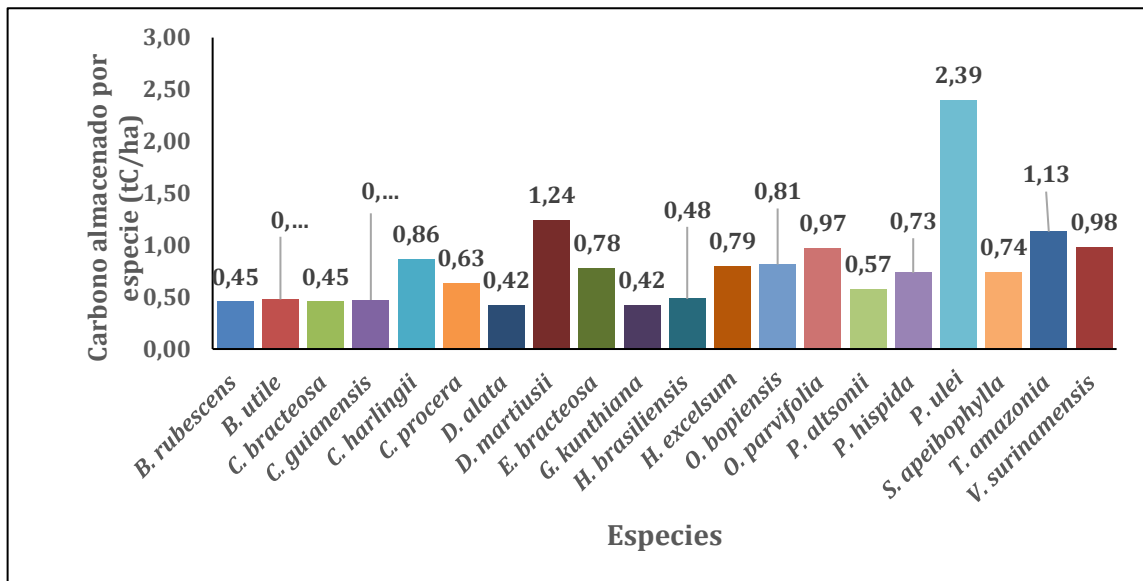
*Parkia ulei* tiene la mayor reserva de carbono, con 775,17 tC (2,39 tC/ha), seguida de *Diptotropis martiusii*, con 402,65 tC (1,24 tC/ha), *Terminalia amazonia*, con 366,44 tC (1,13 tC/ha), *Virola surinamensis*, con 317,99 tC (0,98 tC/ha), y *Otoba parvifolia*, con 313 tC. Las 15 especies restantes tienen unas reservas de carbono de 2951,38 tC (9,11 tC/ha).

La mayor concentración de reservas de carbono se encuentra en las clases de diámetro de 70 cm a 80 cm (1864,79 tC, 5,76 tC/ha), 60 cm a 70 cm (1632,81 tC, 5,04 tC/ha), 80 cm a 90 cm (1036,39 tC, 3,20 tC/ha), y 100 cm y más (948,64 tC; 2,39 tC/ha). Hay menos carbono en las clases diamétricas de 90 cm a 100 cm (695,37 tC, 2,15 tC/ha), 50 cm a 60 cm (440,36 tC, 1,36 tC/ha) y 40 cm a 50 cm (25,56 tC, 0,08 tC/ha).

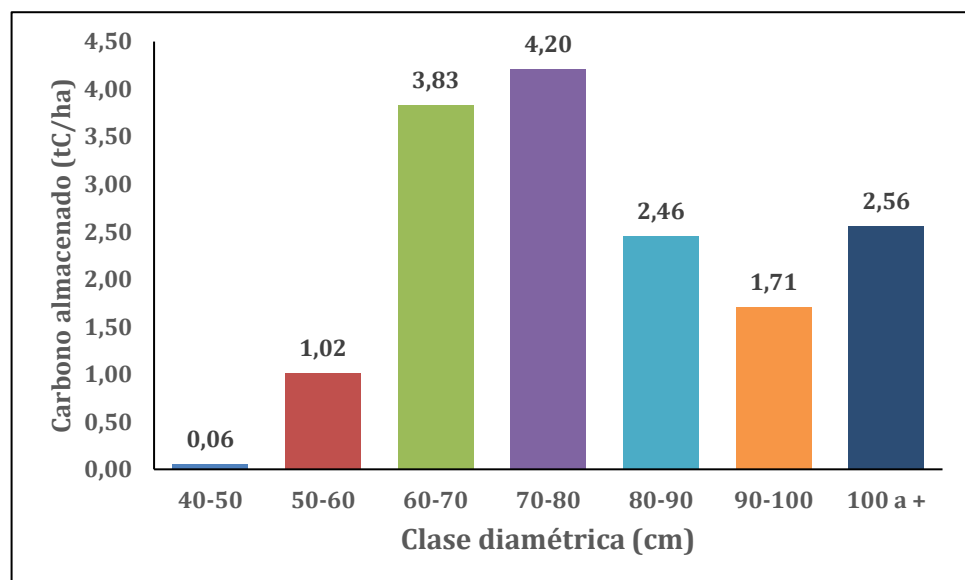
La **figura 7** muestra el carbono almacenado por especie y por hectárea, donde se observa que *Parkia ulei* contiene el mayor carbono con 2,39 tC/ha, seguido de *Diptotropis martiusii* con 1,24 tC/ha, *Terminalia amazonia* con 1,13 tC/ha, *Virola surinamensis* con 0,98 tC/ha y *Otoba parvifolia* con 0,97 tC/ha, que en conjunto hacen el 32,72% del total de carbono almacenado por hectárea y las 15 especies



restantes en conjunto hacen el 44,42% del total de carbono almacenado por hectárea. Las mayores concentraciones de carbono por hectárea se encuentran en las clases de diámetro de 60 a 70 cm (3,83 tC/ha) y de 70 cm a 80 cm (4,20 tC/ha), según la **figura 8**.



**Figura 7.** Carbono almacenado por especie y por hectárea



**Figura 8.** Carbono almacenado por clase diamétrica y por hectárea

**Cuadro 4.** Carbono almacenado por clase diamétrica y por especie

Especies	Carbono almacenado por clase diamétrica y por especie (tC/ha)							Carbono almacenado (tC/ha)	Carbono almacenado (tC)
	40	50	60	70	80	90	100 a +		
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90	A 100			
<i>P. ulei</i>	0,01	0,04	0,29	0,48	0,48	0,36	0,74	2,39	775,17
<i>D. martiusii</i>		0,10	0,48	0,34	0,20	0,06	0,07	1,24	402,65
<i>T. amazonia</i>	0,00	0,05	0,12	0,36	0,22	0,15	0,23	1,13	366,44
<i>V. surinamensis</i>	0,01	0,08	0,32	0,38	0,13	0,02	0,05	0,98	317,99
<i>O. parvifolia</i>		0,17	0,42	0,29	0,07	0,02		0,97	313,36
<i>C. harlingii</i>		0,03	0,18	0,18	0,12	0,04	0,31	0,86	279,19
<i>O. bopiensis</i>		0,10	0,14	0,12	0,12	0,14	0,20	0,81	263,84
<i>H. excelsum</i>	0,01	0,06	0,17	0,12	0,19	0,13	0,11	0,79	257,02
<i>E. bracteosa</i>		0,05	0,19	0,36	0,16		0,02	0,78	252,25
<i>S. apeibophylla</i>		0,05	0,28	0,20	0,13	0,05	0,02	0,74	239,29
<i>P. hispida</i>	0,01	0,04	0,16	0,34	0,08	0,08	0,02	0,73	237,59
<i>C. procera</i>		0,05	0,22	0,24	0,07	0,02	0,03	0,63	205,02
<i>P. altsonii</i>		0,01	0,13	0,09	0,13	0,10	0,12	0,57	185,87
<i>H. brasiliensis</i>	0,01	0,06	0,25	0,11	0,05	0,01		0,48	156,66
<i>B. utile</i>		0,01	0,07	0,08		0,10	0,23	0,48	154,82
<i>C. guianensis</i>		0,04	0,04	0,06	0,09	0,13	0,12	0,47	152,98
<i>C. bracteosa</i>	0,01	0,03	0,11	0,17	0,03	0,05	0,06	0,45	147,29
<i>B. rubescens</i>		0,02	0,13	0,06	0,07	0,12	0,05	0,45	146,94
<i>D. alata</i>		0,01	0,07	0,09	0,02	0,10	0,14	0,42	136,39
<i>G. kunthiana</i>		0,02	0,09	0,14	0,11	0,01	0,05	0,42	136,21
<b>Sub total</b>	<b>0,06</b>	<b>1,02</b>	<b>3,83</b>	<b>4,20</b>	<b>2,46</b>	<b>1,71</b>	<b>2,56</b>	<b>15,82</b>	<b>5127,00</b>
<b>Otras</b>	<b>0,02</b>	<b>0,34</b>	<b>1,21</b>	<b>1,55</b>	<b>0,74</b>	<b>0,44</b>	<b>0,37</b>	<b>4,68</b>	<b>1516,94</b>
<b>Total</b>	<b>0,08</b>	<b>1,36</b>	<b>5,04</b>	<b>5,76</b>	<b>3,20</b>	<b>2,15</b>	<b>2,93</b>	<b>20,51</b>	
<b>Total general</b>	<b>25,56</b>	<b>440,36</b>	<b>1632,81</b>	<b>1864,79</b>	<b>1036,39</b>	<b>695,37</b>	<b>948,64</b>		<b>6643,93</b>

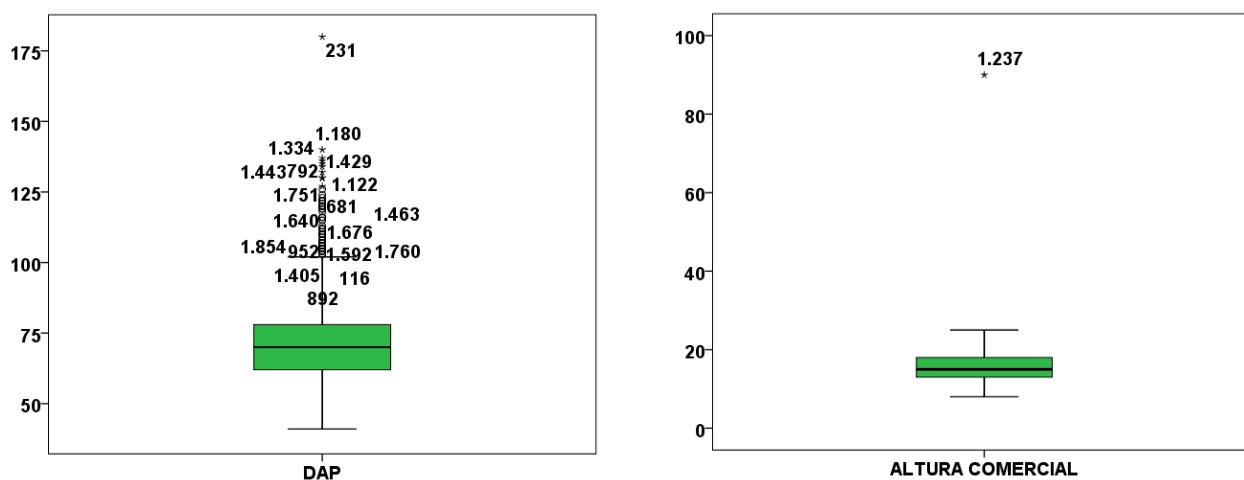
## 4.5. Análisis estadístico

### 4.5.1. Prueba de normalidad

Se eligieron para el estudio los resultados de la prueba del modelo Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup>, teniendo en cuenta que  $n = 1865$  y observando que el  $p$ -valor de la biomasa y el carbono almacenado ( $p$ -valor = 0,000) es inferior a  $\alpha = 0,05$ . **La figura 9** muestra los valores extremos del DAP y la altura comercial de las especies forestales que se proyectan fuera de la caja. Esto sugiere que estos valores poblacionales no siguen una distribución normal (**Cuadro 5**). Por lo tanto, la prueba de hipótesis para la biomasa y las reservas de carbono se realizó mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

**Cuadro 5.** Prueba de normalidad

	Prueba de normalidad		
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
DAP	0,132	1865	0,000
Altura comercial	0,115	1865	0,000



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

#### 4.5.2. Prueba de hipótesis

Los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para comparar la biomasa y el carbono almacenado se presentan en el **cuadro 6**. Se observa que los promedios difieren, siendo la biomasa la que presenta el mayor promedio con 30,50 kg/ha y el carbono almacenado con 10,50 tC/ha. La prueba de Chi-cuadrado se presenta en el **Cuadro 7**, y los resultados muestran que existe una diferencia significativa entre los promedios de la biomasa y del carbono almacenado ( $p\text{-valor} = 0,00 < \alpha = 0,05$ ).

**Cuadro 6.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis de significancia para la comparación de la biomasa y carbono almacenado

Rangos			
	Especies	Número de especies	Rango promedio (Kg/ha) y (tC/ha)
Biomasa y Carbono almacenado	Biomasa	20	30,50
	Carbono almacenado	20	10,50
	Total	40	

**Cuadro 7.** Prueba de chi-cuadrado

Estadísticos de contraste <sup>a,b</sup>	
	Carbono
Chi-cuadrado	29,277
gl	1
Sig. asintót.	0,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Especies

## CAPITULO V. DISCUSIÓN

### 5.1. Composición florística

El **cuadro 1** enumera las 51 especies, 23 familias, 47 géneros y 1865 árboles. La familia Fabaceae domina el reino arbóreo, con 13 especies, 13 géneros y 500 árboles. Myristicaceae, Lecythidaceae, Meliaceae, Malvaceae y Moraceae son las siguientes familias más numerosas, con 4 especies cada una, 4 géneros, 116 árboles y 329 árboles, respectivamente (Tres especies, dos géneros y 96 árboles), dos especies, dos géneros y 114 árboles pertenecen a la familia Meliaceae. Sapotaceae tiene dos especies, dos géneros y 123 árboles. Anacardiaceae tiene una especie, un género y 19 árboles. Burseraceae tiene una especie, un género y 36 arbustos. Caryocaraceae tiene una especie, un género y 157 árboles. Combretaceae tiene una especie, un género y 95 árboles (Dos especies, un género y 18 árboles), una especie, un género y 419 árboles se encuentran en las siguientes familias de plantas: Anacardiaceae, Annonaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Burseraceae, Caryocaraceae, Chrysobalanaceae, Clusiaceae, Combretaceae, Euphorbiaceae, Podocarpaceae, Simaroubaceae y Verbenaceae.

En términos de especies, "pashaco" (*Parkia ulei*) con 145 árboles, "aguanillo" (*Otoba parvifolia*) con 140 árboles, "chontaquiro" (*Diploptropis martiusii*) con 123 árboles, "cumala caupuri" (*Virola surinamensis*) con 120 árboles, y "warmi caspi" (*Sterculia apeibophylla*) con 100 árboles, que juntas representan el 7,77%, el 7,51%, el 6,60%, el 6,43% y el 5,36% de la población total inventariada y que, si se recolectan, mantienen la viabilidad del bosque. Las familias de plantas más frecuentes en este bosque son las Myristicaceae y las Malvaceae. Espíritu, (2021, pp. 23, 29), revela que 2696 individuos arbóreos se distribuyen en 129 especies

forestales, 94 géneros y 33 familias botánicas en las 48 parcelas de muestreo del bosque de terraza baja del río Cochiquinas. También muestra que, en términos del número de géneros, las familias más representadas son las Fabaceae (13 géneros), Lauraceae (siete géneros), Euphorbiaceae, Moraceae (cada una con seis géneros), y Apocynaceae (cinco géneros). Según el número de especies, la familia Fabaceae tiene 16, las familias Moraceae y Myristicaceae tienen 11, la familia Malvaceae tiene 9, las familias Lauraceae y Sapotaceae tienen 8, la familia Apocynaceae tiene 7 y la familia Euphorbiaceae tiene 6. Hay 3000 individuos arbóreos repartidos entre 102 especies forestales, 86 géneros y 35 familias botánicas en las 96 parcelas de muestreo del bosque de colina baja del río Yavari. Las familias con más géneros son Fabaceae, con 13, Moraceae, con 8, Malvaceae, con 6, y las Apocynaceae, Myristicaceae, Lauraceae y Annonaceae (Cuatro géneros cada una). Hay 15 especies en la familia Fabaceae, 13 en Moraceae, 9 en Malvaceae, 6 en Apocynaceae y Myristicaceae, 5 en Lauraceae y 4 en Annonaceae. Ribeyro, (2021, p. 19), en un inventario realizado en un bosque de terraza baja del distrito de Morona identificaron 36 especies forestales comerciales, 15 familias botánicas y 1737 árboles. La familia Fabaceae tiene el mayor número de especies (ocho especies), seguida de Myristicaceae (seis especies), Lecythidaceae (cuatro especies), Moraceae y Lauraceae (tres especies), Euphorbiaceae y Vochysiaceae (dos especies). Además, menciona que *O. parviflora* tiene el mayor número de árboles (137), seguida de *V. sebifera* (118), *P. nitida* (113), *C. cateniformis* (110), *I. juruensis* (105 especies), *S. parahyba* (101 árboles) y *O. platyspermum* (100 árboles). La competencia interespecífica por la luz y los nutrientes presente en los

bosques con una gran variedad de especies, como la selva amazónica, puede utilizarse para explicar la discrepancia.

### 5.1. Carbono almacenado

El bosque de colina baja tiene una capacidad de almacenamiento de carbono de 6643,93 tC (20,51 tC/ha) (Cuadro 5). Las 31 especies restantes producen un total de 1516,94 tC (4,68 tC/ha) de carbono, lo que supone el 22,83% del total, mientras que las 20 especies con mayor contenido de carbono suponen 5127,00 tC (15,82 tC/ha), es decir, el 77,17% del conjunto. Las especies *Parkia ulei* con 775,17 tC (2,39 tC/ha), *Diploptropis martiusii* con 402,65 tC (1,24 tC/ha), *Terminalia amazonia* con 366,44 tC (1,13 tC/ha), *Virola surinamensis* con 317,99 tC (0,98 tC/ha) y *Otoba parvifolia* con 313,36 tC (0,98 tC/ha), contienen mayores reservas de carbono que representan el 15,12%, 7,85%, 7,15%, 6,20% y 6,11%.

La mayor cantidad de carbono se almacena en este bosque en las clases diamétricas de 70 cm a 80 cm (1864,79 tC, 5,76 tC/ha), de 60 cm a 70 cm (1632,81 tC, 5,04 tC/ha), de 80 cm a 90 cm (1036,39 tC, 3,20 tC/ha), y de 100 cm y más (948,64 tC; 2,39 tC/ha); en total hacen 5482,63 tC (16,39 tC/ha) que representan el 82,52%; aunque las clases diamétricas de 50 cm a 60 cm (695,37 tC, 1,36 tC/ha), 40 cm a 50 cm (25,56 tC, 0,08 tC/ha), y 90 cm a 100 cm indican menores reservas de carbono con 1161,29 tC (3,59 tC/ha), que constituyen el 17,48%, respectivamente. Gronerth, (2021g, pp. 42, 43, 44), según los datos, el bosque de terraza baja tiene un almacén de carbono de 11 088,88 tC (8,28 tC/ha), siendo *V. albidiflora* la que posee el mayor almacén (1512,24 tC y 1,13 tC/ha), seguida de *S. amazonicum* (1297,54 tC y 0,97 tC/ha), y *E. coriacea* (953,62 tC y 0,71 tC/ha). Las mayores reservas se observan en las clases diamétricas de 60 a 69 cm (2371,78

tC y 1,77 tC/ha), 50 a 59 cm (2149,94 tC y 1,60 tC/ha), 70 a 79 cm (1939,19 tC y 1,45 tC/ha) y 80 a 89 cm (1175,26 tC y 0,86 tC/ha). Con unas existencias de 2 834,07 tC y 157,45 tC/ha, el bosque de terraza media presenta mayores existencias de carbono de *E. albidiflora* (302,04 tC y 16,78 tC/ha), *C. cateniformis* (260,74 tC y 14,49 tC/ha), *P. igneiflora* (229,19 tC y 12,73 tC/ha) y *A. triplinervia* (220,38 tC y 12,24 tC/ha); a diferencia del bosque de colina baja, que tiene unas existencias de 23,02 tC/ha de un total de 41 604,51 tC y cuenta con mayores existencias de *Otoba* sp. (3726 tC y 2,06 tC/ha), *A. lorentensis* (3195,84 tC y 1,77 tC/ha), *C. glabrum* (2399,19 tC y 1,33 tC/ha), *V. mollissima* (2340,09 tC y 1,30 tC/ha) y *P. caimito* (2289,36 tC y 1,27 tC/ha). Las clases diamétricas de 50 cm a 59 cm (7879,35 tC y 4,36 tC/ha), de 70 cm a 79 cm (8413,26 tC y 4,65 tC/ha), y de 60 cm a 69 cm (9818,25 tC y 5,43 tC/ha) reportan mayores existencias. Frías, (2014b, pp. 43, 44, 45), afirma que el stock de carbono de las 25 especies más importantes asciende a 71,39 tC/ha representando el 71,10% de un total de 100,41 tC/ha. Las especies "machimango negro" (*Eschweilera bracteosa*), "parinari" (*Couepia bracteosa*), "pashaco" (*Parkia igneiflora*), "chimicua" (*Brosimum lactescens*) y "caimitillo" (*Pouteria guianensis*) contienen un stock superior de 31,25 tC/ha. Las variaciones dependerían del tipo de bosque, de la superficie, de la densidad de la madera, del método utilizado para calcular la biomasa y las reservas de carbono, de la calidad del sitio, de la edad del bosque y de las estimaciones mínimas de altura y diámetro que se utilizaron para calcular el volumen comercial.



## CAPITULO VI. CONCLUSIONES

1. Se registraron 1865 árboles individuales pertenecientes a 47 géneros, 51 especies forestales y 23 familias botánicas. En cuanto al número de géneros, las familias más representadas son las Fabaceae (13 géneros), Lecythidaceae, Myristicaceae, Meliaceae, Lauraceae, Malvaceae, Moraceae y Sapotaceae (dos géneros cada una).
2. *Parkia ulei* suministra la mayor cantidad de biomasa, con 4785,02 kg/ha, seguida de *Diplotropis martiusii*, con 2485,50 kg/ha, para un total de biomasa seca de 41 011,92 kg/ha.
3. La biomasa seca máxima (11 511,07 kg/ha) se encuentra en la clase diamétrica comprendida entre 70 y 80 cm, seguida de 60 y 70 cm (10 079,08 kg/ha).
4. *Parkia ulei* aporta la mayor cantidad de carbono almacenado (2,39 tC/ha), y *Diplotropis martiusii* la menor (1,24 tC/ha) de un total de 20,51 tC/ha.
5. El mayor almacenamiento de carbono se encuentra en las clases diamétricas de 70 cm a 80 cm (5,76 tC/ha), y de 60 cm a 70 cm (5,04 tC/ha).
6. Se refuta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir, que existe una diferencia significativa en los promedios de biomasa y carbono almacenado en el bosque evaluado, ya que la prueba de Chi-cuadrado arrojó un  $p\text{-valor} = 0,000$  inferior a  $\alpha = 0,05$ .

## CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

1. Las especies *Parkia ulei* y *Diptotropis martiusii* deberían utilizarse para manejar el bosque de colina baja, ya que presentan mayores valores de biomasa y niveles de almacenamiento de carbono.
2. Realice un inventario del bosque de colina baja a partir de 10 cm de DAP y finalice el estudio calculando la cantidad de carbono absorbido y su valor económico para su comercialización en el mercado mundial del carbono.
3. Investigar para encontrar la mejor ecuación alométrica para estimar la biomasa de las especies de árboles forestales del bosque de estudio.

## 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). Universidad Autónoma de Occidente.
- Aguinaco, V. J. (2008). Captura y almacenamiento de dióxido de carbono. Academia de Ingeniería, A.C. 38 p.
- Almazán, J. A. (2013). Estimación de almacenamiento de carbono en el suelo de conservación del distrito federal mediante el uso de datos lidar aerotransportado. Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo”, A. C.
- Álvarez, G. (2008). Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Catie.
- Aquino, M. (2014). Estimación de volumen, biomasa y carbono aéreo en tres especies arbóreas de Pluma Hidalgo, Oaxaca.
- Chambi, P. P. (2001). Valoración económica de secuestro de carbono mediante simulación aplicada a la zona boscosa del río Inambari y Madre de Dios. IICFOE. Tacna Perú.
- Dauber, E., Terán, J., & Guzmán, R. (2008a). Estimaciones de biomasa y carbono en bosque naturales de Bolivia. *Revista forestal iberoamericana*, 1(1), 1-10.
- Dauber, E., Terán, J., & Guzmán, R. (2008b). Estimaciones de biomasa y carbono en bosque naturales de Bolivia. *Revista Forestal Iberoamericana*, 1(1), 1-10.

- Espíritu, J. M. (2021). Valoración económica del servicio de secuestro de CO<sub>2</sub> en dos tipos de bosque de los ríos Cochiquinas y Yavari, Ramón Castilla, Loreto, Perú, 2021. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Frías, J. (2014a). Biomasa total y stock de carbono en tres tipos de bosque en la cuenca media del río Arabela, Loreto-Perú-2014. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Frías, J. (2014b). Biomasa total y stock de carbono en tres tipos de bosque en la cuenca media del río Arabela, Loreto-Perú-2014. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Gronerth, O. (2021a). 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. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Gronerth, O. (2021b). 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. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Gronerth, O. (2021c). 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. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Gronerth, O. (2021d). 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. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Gronerth, O. (2021e). 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. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

- Gronerth, O. (2021f). 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. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Gronerth, O. (2021g). 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. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Higuchi, N., & Carvalho, Joao. A. (1994a). Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: Anais do seminário Emissão por sequestro de CO<sub>2</sub> uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. Rio de Janeiro.
- Higuchi, N., & Carvalho, Joao. A. (1994b). Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: Anais do seminário Emissão por sequestro de CO<sub>2</sub> uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. Rio de Janeiro.
- Lara, A. (2019). Almacenamiento de carbono en biomasa arbórea y suelo de prácticas silvopastoriles en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas.
- Lino, K., Araceli. (2009a). Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú. Universidad Nacional de Ucayali.
- Lino, K., Araceli. (2009b). Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú. Universidad Nacional de Ucayali.

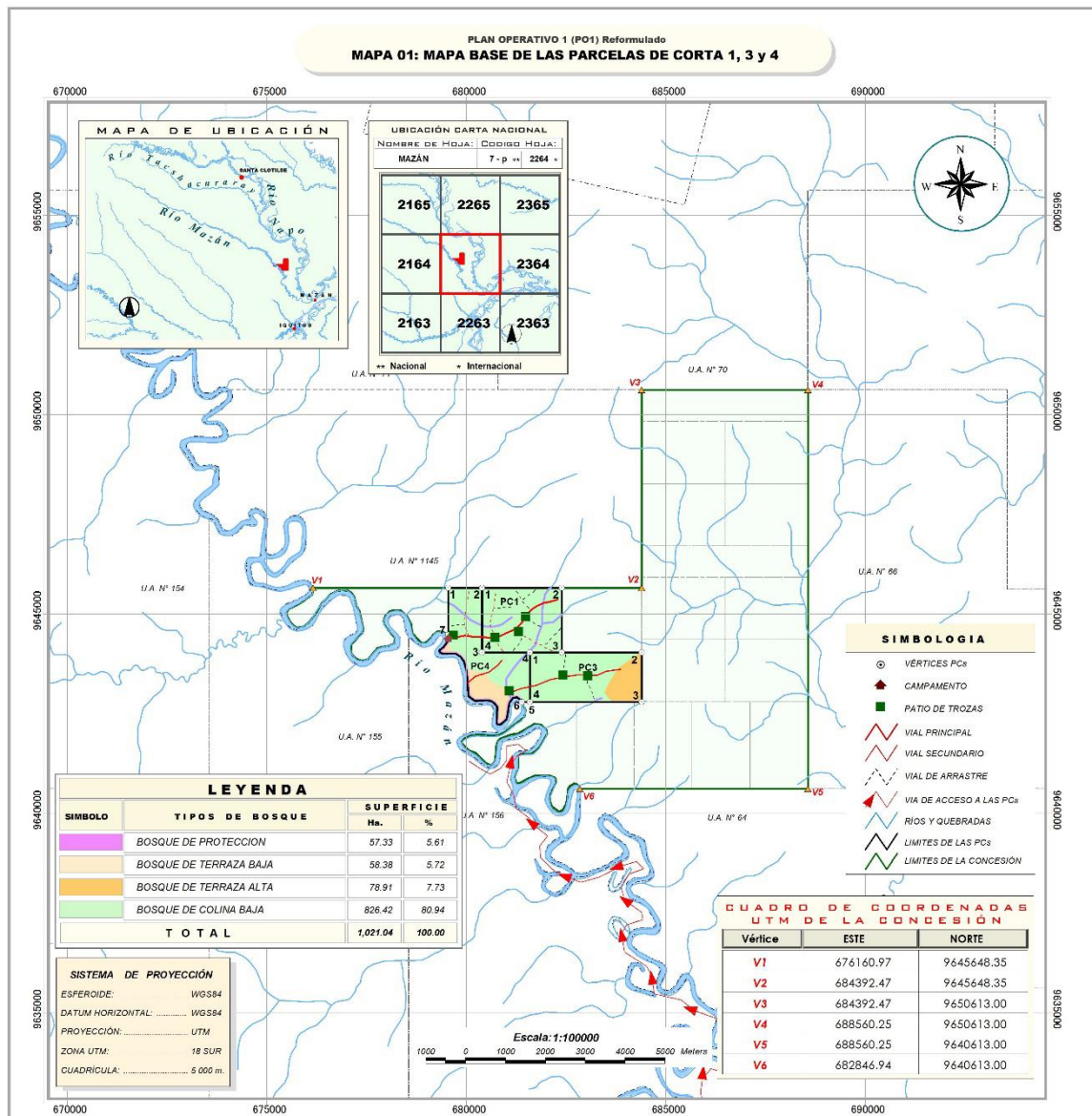
- Lino, K., Araceli. (2009c). Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú. Universidad Nacional de Ucayali.
- Lino, K., Araceli. (2009d). Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú. Universidad Nacional de Ucayali.
- 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.
- Pesantez, W. A. (2015). Estimación del contenido de carbono en biomasa aérea de una plantación de cedro rosado (*acrocarpus fraxinifolius*), en la parroquia Río Blanco, Cantón Morona. Universidad Nacional de Loja.
- PROFONANPE. (2007). Inventarios Forestales. Componente temático para la mesozonificación ecológica y económica de las cuencas de los ríos Pastaza y Morona. Iquitos.
- Rae y Asale. (2010). Ortografía. Espasa.
- Ribeyro, T. M. M. (2021). Estructura diamétrica y stock de carbono en las especies comerciales de un bosque de terraza baja del distrito de Morona, Loreto. 2019. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Rojas, F. (2018). Valor económico del volumen maderable y valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> en dos tipos de bosque del distrito de Pastaza, Datem Del Marañón, Loreto. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Romero, F. (2015). Determinación de la captura del carbono en dos sistemas de pastos mejorados en el distrito de San Silvestre De Cochán provincia de San Miguel-Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca.

- Sabogal, C., Carrera, F., Colan, V., Pokorny, B., & Lauman, B. (2004). Manual para la planificación y evaluación del manejo forestal operacional en bosques de la amazonía peruana. Fondebosque. Lima-Perú.
- Soto, C. F. (2018). Evaluación de la generación de dióxido de carbono en la carretera central producto a la actividad de transporte que contribuye al calentamiento global del planeta en las regiones de Pasco y Junín. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Tacarpo, A. M. (2018a). Estimación del potencial de captura de carbono de las especies de flora predominante de la parte alta del bosque de la comunidad campesina de Tumpa-provincia de Yungay, 2018. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Tacarpo, A. M. (2018b). Estimación del potencial de captura de carbono de las especies de flora predominante de la parte alta del bosque de la comunidad campesina de Tumpa-provincia de Yungay, 2018. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Tacarpo, A. M. (2018c). Estimación del potencial de captura de carbono de las especies de flora predominante de la parte alta del bosque de la comunidad campesina de Tumpa-provincia de Yungay, 2018. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Vega, G. (2016a). Estimación del carbono en la biomasa aérea del sistema agroforestal tradicional de las comunidades nativas Bora, Región Loreto-Perú. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía.

- Vega, G. (2016b). Estimación del carbono en la biomasa aérea del sistema agroforestal tradicional de las comunidades nativas Bora, Región Loreto-Perú. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía.
- Yerena, J. I. (2013). Dinámica de la captura de carbono derivada de los impactos antropogénicos en ecosistemas del noreste de México. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Zamora, J. C. (2003). Estimación del contenido de carbono en biomasa aérea en el bosque de Pino del ejido "La Majada". Municipio de Periban de Ramos. Michoacán, México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Zanne, A. E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D. A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S. L., Miller, R. B., Swenson, N. G., Wiemann, M. C., & Chave, J. (2009). Global wood density database. Dryad. Identifier.



## **ANEXOS**



CUADRO DE COORDENADAS UTM DE LA PC3						
Vértice	ESTE	NORTE	Lado	DISTANCIA (m.)	Azimut	
PP.	681592.47	9644028.35	PP. - 2	2,800.00	90°	
2	684392.47	9644028.35	2 - 3	1,238.45	180°	
3	684392.47	9642789.90	3 - 4	2,800.00	270°	
4	681592.47	9642789.90	4 - PP.	1,238.45	0°	

CUADRO DE COORDENADAS UTM DE LA PC1						
Vértice	ESTE	NORTE	Lado	DISTANCIA (m.)	Azimut	
PP.	680392.47	9645648.35	PP. - 2	2,000.00	90°	
2	682392.47	9645648.35	2 - 3	1,620.00	180°	
3	682392.47	9644028.35	3 - 4	2,000.00	270°	
4	680392.47	9644028.35	4 - PP.	1,620.00	0°	

CUADRO DE COORDENADAS UTM DE LA PC4				
Vértice	ESTE	NORTE	Lado	DISTANCIA (m.)
1	679542.49	9645648.35	1 - 2	849.98
2	680392.47	9645648.35	2 - 3	1,620.00
3	680392.47	9644028.35	3 - 4	1,200.00
4	681592.47	9644028.35	4 - 5	1,238.45
5	681592.47	9642789.90	5 - 6	203.32
6	681389.15	9642789.90	6 - 7	---
7	679542.49	9644475.64	7 - 1	1,168.50

<b>Concesionario:</b> AquaModel Consulting E.I.R.L. Contrato de Concesión Forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004		
Superficie Concesión: 6,521.50 ha	<b>UNIDAD DE APROVECHAMIENTO FORESTAL LOTE N° 65</b> <b>MAPA 01: MAPA BASE DE LAS PARCELAS DE CORTA 1, 3 y 4</b>	Provincia: Maynas
Superficie PC1: 324.00 ha		Distrito: Mazán
Superficie PC3: 346.77 ha		Fecha: Octubre 2020
Superficie PC4: 350.27 ha		Escala: 1:75000
		Fuente: - Unidades de Aprovechamiento Forestal (GON/OFIC) - Carta Nacional (CNA)

**Anexo 1. Mapa de ubicación del bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004.**

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

<b>Nº</b>	<b>COD.SP</b>	<b>Nº. FAJA</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>HC (m)</b>	<b>CF (A,B,C)</b>	<b>COORDENADAS</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
							<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	

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

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

#### Anexo 4. Volumen por especie y por clase diamétrica

Especies	Volumen por especie y por clase diamétrica (m <sup>3</sup> /ha)							Vol, (m <sup>3</sup> /ha)	Vol, (m <sup>3</sup> )
	40	50	60	70	80	90 a 100	100 a +		
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90				
<i>P. ulei</i>	0,01	0,04	0,31	0,50	0,50	0,38	0,78	2,53	820,29
<i>V. surinamensis</i>	0,02	0,12	0,48	0,56	0,19	0,03	0,07	1,45	471,09
<i>O. parvifolia</i>		0,26	0,62	0,43	0,10	0,03		1,43	464,24
<i>D. martiusii</i>		0,10	0,51	0,36	0,21	0,06	0,07	1,32	426,09
<i>S. apeibophylla</i>		0,09	0,46	0,34	0,23	0,09	0,04	1,24	402,85
<i>T. amazonia</i>	0,00	0,06	0,12	0,38	0,23	0,16	0,24	1,20	387,77
<i>C. harlingii</i>		0,03	0,19	0,19	0,13	0,04	0,33	0,91	295,44
<i>O. bopiensis</i>		0,10	0,14	0,13	0,13	0,15	0,21	0,86	279,20
<i>H. excelsum</i>	0,01	0,06	0,18	0,13	0,20	0,14	0,12	0,84	271,98
<i>C. procera</i>		0,07	0,28	0,32	0,10	0,02	0,03	0,82	266,43
<i>E. bracteosa</i>		0,05	0,19	0,37	0,16		0,02	0,80	259,52
<i>P. altsonii</i>		0,02	0,17	0,11	0,17	0,13	0,16	0,76	245,86
<i>P. hispida</i>	0,01	0,04	0,16	0,32	0,08	0,08	0,02	0,71	228,56
<i>H. brasiliensis</i>	0,01	0,08	0,32	0,14	0,06	0,02		0,64	207,23
<i>B. utile</i>		0,01	0,09	0,09		0,12	0,28	0,58	188,01
<i>B. rubescens</i>		0,03	0,16	0,08	0,08	0,15	0,06	0,55	178,43
<i>G. kunthiana</i>		0,03	0,12	0,18	0,14	0,02	0,06	0,55	177,01
<i>O. platyspermum</i>	0,01	0,09	0,25	0,13	0,07			0,55	176,90
<i>C. guianensis</i>		0,04	0,04	0,06	0,09	0,14	0,12	0,49	157,39
<i>C. racemosa</i>		0,03	0,10	0,12	0,06	0,08	0,08	0,46	150,06
<i>D. alata</i>		0,01	0,07	0,09	0,02	0,11	0,15	0,45	144,33
<i>C. bracteosa</i>	0,01	0,03	0,10	0,16	0,02	0,05	0,05	0,42	136,38
<i>S. mombin</i>		0,01	0,10	0,11	0,12	0,06	0,02	0,41	133,56
<i>H. reticulata</i>		0,06	0,10	0,13	0,09			0,37	121,49

Volumen por especie y por clase diamétrica (m <sup>3</sup> /ha)									
Especies	40	50	60	70	80	90 a 100	100 a +	Vol, (m <sup>3</sup> /ha)	Vol, (m <sup>3</sup> )
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90				
<i>A. integrifolia</i>	0,01	0,03	0,12	0,13	0,05			0,33	108,28
<i>C. samauma</i>		0,02	0,10	0,07	0,07	0,02	0,03	0,32	103,77
<i>P. discolor</i>		0,01	0,03	0,11	0,04	0,02	0,07	0,28	90,84
<i>A. brasiliensis</i>		0,03	0,05	0,15			0,02	0,25	81,51
<i>N. paucinervia</i>		0,02	0,12	0,09		0,02		0,25	79,86
<i>S. amara</i>		0,04	0,10	0,08	0,02			0,24	77,43
<i>P. amazonum</i>			0,06	0,11	0,04	0,03		0,24	76,63
<i>E. lanceolata</i>	0,01	0,01	0,09	0,03	0,02	0,02	0,04	0,23	73,42
<i>A. leiocarpa</i>		0,01	0,02	0,03	0,02	0,10	0,04	0,21	69,45
<i>H. cordata</i>			0,01	0,11	0,06			0,17	56,52
<i>I. elliptica</i>		0,03	0,11	0,01		0,02		0,17	53,79
<i>V. vismiifolia</i>		0,03	0,01	0,06	0,05			0,15	47,19
<i>A. decandra</i>			0,04	0,06	0,04			0,15	47,10
<i>A. cylindrocarpon</i>			0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	0,14	45,61
<i>T. tessmannii</i>		0,01	0,02	0,05	0,04	0,02		0,13	41,28
<i>C. cateniformis</i>			0,02	0,02	0,01		0,06	0,11	37,08
<i>A. schultesii</i>			0,01	0,03	0,02	0,04		0,10	32,05
<i>P. floribunda</i>				0,02	0,02	0,03	0,03	0,09	29,11
<i>M. balsamum</i>			0,01	0,05	0,02			0,08	26,53
<i>P. laevigata</i>		0,01	0,01	0,02	0,01	0,02		0,06	20,33
<i>V. venulosa</i>			0,01	0,05				0,06	20,10
<i>G. elata</i>	0,00	0,01	0,03					0,05	15,07
<i>P. celatus</i>		0,01	0,01			0,02		0,03	10,65
<i>I. nobilis</i>				0,01		0,02		0,03	9,94
<i>C. pentandra</i>				0,01	0,01			0,02	7,92

Volumen por especie y por clase diamétrica (m <sup>3</sup> /ha)									
Especies	40	50	60	70	80	90 a 100	100 a +	Vol, (m <sup>3</sup> /ha)	Vol, (m <sup>3</sup> )
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90				
<i>C. amazonica</i>					0,02			0,02	5,84
<i>C. odorata</i>				0,02				0,02	5,29
<b>Total</b>	<b>0,09</b>	<b>1,70</b>	<b>6,23</b>	<b>6,83</b>	<b>3,74</b>	<b>2,43</b>	<b>3,25</b>	<b>24,27</b>	<b>7862,70</b>
<b>Total general</b>	<b>29,56</b>	<b>551,54</b>	<b>2018,32</b>	<b>2213,40</b>	<b>1210,53</b>	<b>787,45</b>	<b>1051,89</b>		<b>7862,70</b>

### Anexo 5. Biomasa seca por clase diamétrica y por especie

Biomasa seca por especie y por clase diamétrica (kg/ha)									
Especies	40	50	60	70	80	90 a 100	100 a +	Biomasa (kg/ha)	Biomasa total (kg)
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90				
<i>P. ulei</i>	14,30	81,60	581,55	952,26	953,86	720,90	1480,55	4785,02	1550346,04
<i>D. martiusii</i>		192,62	959,65	678,85	403,32	119,92	131,13	2485,50	805300,98
<i>T. amazonia</i>	8,92	104,20	231,49	721,02	443,30	301,79	451,28	2262,00	732887,94
<i>V. surinamensis</i>	20,62	160,97	645,12	760,11	250,72	35,23	90,11	1962,88	635972,33
<i>O. parvifolia</i>		345,55	830,81	582,19	134,93	40,86		1934,34	626725,25
<i>C. harlingii</i>		56,83	358,15	367,39	239,43	79,60	621,99	1723,39	558377,16
<i>O. bopiensis</i>		195,85	270,83	238,96	240,60	278,76	403,66	1628,67	527688,16
<i>H. excelsum</i>	10,29	113,16	345,07	246,57	374,80	267,68	228,99	1586,56	514044,40
<i>E. bracteosa</i>		102,33	370,11	722,72	317,47		44,48	1557,11	504503,67
<i>S. apeibophylla</i>		102,07	550,78	405,54	267,80	105,58	45,34	1477,12	478585,94
<i>P. hispida</i>	23,44	75,10	323,51	674,19	159,87	167,16	43,34	1466,61	475181,91
<i>C. procera</i>		109,51	433,93	486,93	149,90	32,84	52,46	1265,56	410041,37
<i>P. altsonii</i>		23,96	259,98	170,52	262,19	191,51	239,18	1147,33	371735,08
<i>H. brasiliensis</i>	17,24	126,26	491,34	210,09	93,18	28,95		967,06	313328,47
<i>B. utile</i>		16,53	140,72	153,92		191,53	453,00	955,70	309645,30
<i>C. guianensis</i>		72,79	71,58	114,24	179,17	266,18	240,36	944,32	305960,90
<i>C. bracteosa</i>	21,32	56,66	223,28	341,73	52,28	102,98	110,98	909,22	294586,84
<i>B. rubescens</i>		41,40	255,58	128,17	136,53	244,05	101,31	907,04	293879,90
<i>D. alata</i>		14,72	134,58	172,88	35,24	205,87	278,62	841,91	272779,76
<i>G. kunthiana</i>		38,71	178,39	280,75	215,64	29,46	97,85	840,80	272419,57
<i>C. racemosa</i>		52,23	163,92	200,42	96,89	125,36	123,99	762,80	247146,25
<i>O. platyspermum</i>	13,68	123,33	330,22	178,72	90,39			736,34	238574,22
<i>S. mombin</i>		12,82	165,72	196,26	201,26	100,03	36,24	712,32	230793,06



Biomasa seca por especie y por clase diamétrica (kg/ha)									
Especies	40	50	60	70	80	90 a 100	100 a +	Biomasa (kg/ha)	Biomasa total (kg)
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90				
<i>H. reticulata</i>		107,06	184,58	254,95	162,09			708,68	229611,17
<i>A. integrifolia</i>	9,77	55,29	203,23	222,91	77,26			568,46	184181,13
<i>E. lanceolata</i>	11,09	29,12	182,57	68,54	37,87	51,00	90,96	471,14	152649,87
<i>P. amazonum</i>			116,40	207,66	75,58	47,36		447,00	144826,84
<i>P. discolor</i>		12,67	40,60	177,78	64,45	39,08	112,07	446,64	144712,51
<i>A. brasiliensis</i>		57,58	82,89	238,89			34,99	414,36	134251,03
<i>N. paucinervia</i>		24,87	193,50	147,71		39,88		405,96	131531,44
<i>A. leiocarpa</i>		19,61	40,92	54,28	30,12	184,31	75,91	405,15	131269,83
<i>C. samauma</i>		22,82	116,51	87,90	88,32	26,97	37,96	380,48	123276,32
<i>H. cordata</i>			21,96	180,89	93,90			296,74	96144,67
<i>A. decandra</i>			70,88	126,29	85,45			282,62	91570,16
<i>S. amara</i>		47,58	109,18	85,00	16,34			258,10	83624,18
<i>A. cylindrocarpon</i>			39,71	75,37	31,22	31,36	69,37	247,04	80040,86
<i>T. tessmannii</i>		12,61	33,88	96,76	68,61	28,95		240,82	78024,68
<i>I. elliptica</i>		36,71	142,81	13,60		31,01		224,14	72620,21
<i>V. vismiifolia</i>		52,23	11,15	84,54	72,31			220,23	71353,00
<i>C. cateniformis</i>			46,95	34,40	24,78		110,16	216,29	70076,52
<i>A. schultesii</i>			12,76	57,89	31,22	71,71		173,58	56239,46
<i>P. floribunda</i>				32,39	39,27	48,58	49,57	169,82	55020,72
<i>M. balsamum</i>			25,94	98,32	30,49			154,75	50140,50
<i>P. laevigata</i>		9,09	11,35	30,37	20,05	25,71		96,57	31290,29
<i>V. venulosa</i>			11,15	82,64				93,79	30386,96
<i>G. elata</i>	7,12	11,82	55,16					74,10	24009,03
<i>I. nobilis</i>				27,72		30,25		57,97	18782,81
<i>C. amazonica</i>					35,01			35,01	11344,29

Biomasa seca por especie y por clase diamétrica (kg/ha)									
Especies	40	50	60	70	80	90 a 100	100 a +	Biomasa (kg/ha)	Biomasa total (kg)
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90				
<i>C. pentandra</i>				14,68	14,38			29,05	9412,66
<i>C. odorata</i>				25,14				25,14	8145,88
<i>P. celatus</i>		0,00	8,71				0,00	8,71	2821,98
<b>Total</b>	<b>157,79</b>	<b>2718,27</b>	<b>10079,08</b>	<b>11511,07</b>	<b>6397,47</b>	<b>4292,41</b>	<b>5855,83</b>	<b>41011,92</b>	<b>13287863,51</b>
<b>Total general</b>	<b>51123,12</b>	<b>880720,36</b>	<b>3265622,68</b>	<b>3729586,69</b>	<b>2072781,25</b>	<b>1390741,48</b>	<b>1897287,94</b>		<b>13287863,51</b>

### Anexo 6. Carbono almacenado por clase diamétrica y por especie

Especies	Carbono almacenado por especie y por clase diamétrica (tC/ha)								
	40	50	60	70	80	90 a 100	100 a +	Carbono almacenado (tC/ha)	Carbono almacenado (tC)
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90				
<i>P. ulei</i>	0,01	0,04	0,29	0,48	0,48	0,36	0,74	2,39	775,17
<i>D. martiusii</i>		0,10	0,48	0,34	0,20	0,06	0,07	1,24	402,65
<i>T. amazonia</i>	0,00	0,05	0,12	0,36	0,22	0,15	0,23	1,13	366,44
<i>V. surinamensis</i>	0,01	0,08	0,32	0,38	0,13	0,02	0,05	0,98	317,99
<i>O. parvifolia</i>		0,17	0,42	0,29	0,07	0,02		0,97	313,36
<i>C. harlingii</i>		0,03	0,18	0,18	0,12	0,04	0,31	0,86	279,19
<i>O. bopiensis</i>		0,10	0,14	0,12	0,12	0,14	0,20	0,81	263,84
<i>H. excelsum</i>	0,01	0,06	0,17	0,12	0,19	0,13	0,11	0,79	257,02
<i>E. bracteosa</i>		0,05	0,19	0,36	0,16		0,02	0,78	252,25
<i>S. apeibophylla</i>		0,05	0,28	0,20	0,13	0,05	0,02	0,74	239,29
<i>P. hispida</i>	0,01	0,04	0,16	0,34	0,08	0,08	0,02	0,73	237,59
<i>C. procera</i>		0,05	0,22	0,24	0,07	0,02	0,03	0,63	205,02
<i>P. altsonii</i>		0,01	0,13	0,09	0,13	0,10	0,12	0,57	185,87
<i>H. brasiliensis</i>	0,01	0,06	0,25	0,11	0,05	0,01		0,48	156,66
<i>B. utile</i>		0,01	0,07	0,08		0,10	0,23	0,48	154,82
<i>C. guianensis</i>		0,04	0,04	0,06	0,09	0,13	0,12	0,47	152,98
<i>C. bracteosa</i>	0,01	0,03	0,11	0,17	0,03	0,05	0,06	0,45	147,29
<i>B. rubescens</i>		0,02	0,13	0,06	0,07	0,12	0,05	0,45	146,94
<i>D. alata</i>		0,01	0,07	0,09	0,02	0,10	0,14	0,42	136,39
<i>G. kunthiana</i>		0,02	0,09	0,14	0,11	0,01	0,05	0,42	136,21
<i>C. racemosa</i>		0,03	0,08	0,10	0,05	0,06	0,06	0,38	123,57
<i>O. platyspermum</i>	0,01	0,06	0,17	0,09	0,05			0,37	119,29
<i>S. mombin</i>		0,01	0,08	0,10	0,10	0,05	0,02	0,36	115,40
<i>H. reticulata</i>		0,05	0,09	0,13	0,08			0,35	114,81

Carbono almacenado por especie y por clase diamétrica (tC/ha)									
Especies	40	50	60	70	80	90 a 100	100 a +	Carbono almacenado (tC/ha)	Carbono almacenado (tC)
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90				
<i>A. integrifolia</i>	0,00	0,03	0,10	0,11	0,04			0,28	92,09
<i>E. lanceolata</i>	0,01	0,01	0,09	0,03	0,02	0,03	0,05	0,24	76,32
<i>P. amazonum</i>			0,06	0,10	0,04	0,02		0,22	72,41
<i>P. discolor</i>		0,01	0,02	0,09	0,03	0,02	0,06	0,22	72,36
<i>A. brasiliensis</i>		0,03	0,04	0,12			0,02	0,21	67,13
<i>N. paucinervia</i>		0,01	0,10	0,07		0,02		0,20	65,77
<i>A. leiocarpa</i>		0,01	0,02	0,03	0,02	0,09	0,04	0,20	65,63
<i>C. samauma</i>		0,01	0,06	0,04	0,04	0,01	0,02	0,19	61,64
<i>H. cordata</i>			0,01	0,09	0,05			0,15	48,07
<i>A. decandra</i>			0,04	0,06	0,04			0,14	45,79
<i>S. amara</i>		0,02	0,05	0,04	0,01			0,13	41,81
<i>A. cylindrocarpon</i>			0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,12	40,02
<i>T. tessmannii</i>		0,01	0,02	0,05	0,03	0,01		0,12	39,01
<i>I. elliptica</i>		0,02	0,07	0,01		0,02		0,11	36,31
<i>V. vismiifolia</i>		0,03	0,01	0,04	0,04			0,11	35,68
<i>C. cateniformis</i>			0,02	0,02	0,01		0,06	0,11	35,04
<i>A. schultesii</i>			0,01	0,03	0,02	0,04		0,09	28,12
<i>P. floribunda</i>				0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	27,51
<i>M. balsamum</i>			0,01	0,05	0,02			0,08	25,07
<i>P. laevigata</i>		0,00	0,01	0,02	0,01	0,01		0,05	15,65
<i>V. venulosa</i>			0,01	0,04				0,05	15,19
<i>G. elata</i>	0,00	0,01	0,03					0,04	12,00
<i>I. nobilis</i>				0,01		0,02		0,03	9,39
<i>C. amazonica</i>					0,02			0,02	5,67
<i>C. pentandra</i>				0,01	0,01			0,01	4,71

Carbono almacenado por especie y por clase diamétrica (tC/ha)									
Especies	40	50	60	70	80	90 a 100	100 a +	Carbono almacenado (tC/ha)	Carbono almacenado (tC)
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90				
<i>C. odorata</i>				0,01				0,01	4,07
<i>P. celatus</i>		0,00	0,00			0,00		0,00	1,41
Total	0,08	1,36	5,04	5,76	3,20	2,15	2,93	20,51	6643,93
<b>Total general</b>	25,56	440,36	1632,81	1864,79	1036,39	695,37	948,64		6643,93

## Anexo 7. Identificación botánica de las especies



Centro de Investigación de  
Recursos Naturales  
Herbarium Amazonense - AMAZ

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

### CONSTANCIA

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

### HACE CONSTAR:

Que, las muestras botánicas, presentado por **ARY GISSELL PACAYA PEREA**, Escuela Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales, Facultad de Ciencias Forestales, **Universidad Nacional de la Amazonia Peruana**, pertenecen a la tesis titulado: **"BIOMASA Y CARBONO ALMACENADO EN LAS ESPECIES COMERCIALES DEL BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004, DISTRITO DE MAZÁN, LORETO. 2022"**, han sido **DETERMINADAS** en este Centro de Investigación y Enseñanza, **Herbarium Amazonense-AMAZ**, del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la **UNAP-CIRNA-UNAP**, como se indica a continuación:

N°	Especies	Nombre Científico	Familia
1	Aguanillo	<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr.) A. H. Gentry	Myristicaceae
2	Almendra	<i>Caryocar harlingii</i> Prance & Encarn.	Caryocaraceae
3	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	Fabaceae
4	Andiroba	<i>Carapa procera</i> DC.	Meliaceae
5	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i> Kosterm.	Lauraceae
6	Ayahuma	<i>Couroupita amazonica</i> R. Knuth	Lecythidaceae
7	Azúcar huayo	<i>Hymenaea reticulata</i> Ducke	Fabaceae
8	Boa caspi	<i>Haploclathra cordata</i> Vásquez	Clusiaceae
9	Cachimbo	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	Lecythidaceae
10	Caimitillo	<i>Ecclinusa lanceolata</i> (Mart. & Eichl.) Pierre	Sapotaceae
11	Carahuasca	<i>Guatteria elata</i> R. E. Fr.	Annonaceae
12	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae
13	Chimicua	<i>Pseudalmedia laevigata</i> Trécul	Boraginaceae
14	Chontaquiro	<i>Diplotropis martiusii</i> Benth.	Fabaceae
15	Copal	<i>Protium alstonii</i> Sandwith	Burseraceae
16	Cumala caupuri	<i>Virola surinamensis</i> (Rol.) Warb.	Myristicaceae
17	Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae
18	Cumala roja	<i>Iryanthera elliptica</i> Ducke	Myristicaceae
19	Diablo fuerte	<i>Podocarpus celatus</i> de Laub.	Podocarpaceae
20	Estoraque	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	Fabaceae
21	Huayruro	<i>Ormosia bopiensis</i> Pierce ex J.F. Macbr.	Fabaceae
22	Huimba	<i>Ceiba samauma</i> (Mart. & Zucc.) K. Schum.	Malvaceae

N°	Especies	Nombre Científico	Familia
23	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae
24	Machimango	<i>Eschweilera bracteosa</i> (Poepp. ex Berg) Miers	Lecythidaceae
25	Maria buena	<i>Pterocarpus amazonum</i> (Mart. ex Benth.) Amshoff	Fabaceae
26	Mari mari	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	Fabaceae
27	Marupa	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
28	Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Moraceae
29	Mauba	<i>Vochysia venulosa</i> Warm.	Vochysiaceae
30	Moena	<i>Nectandra paucinervis</i> Coe-Teix.	Lauraceae
31	Palisangre	<i>Brasimum rubescens</i> Taub.	Moraceae
32	Panguana	<i>Brasimum utile</i> (Kunth) Pittier	Moraceae
33	Parinari	<i>Couepia bracteosa</i> Benth.	Chrysobalanaceae
34	Pashaco	<i>Parkia ulei</i> (Harms) Kuhl.	Fabaceae
35	Pucaquiro	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	Apocynaceae
36	Purma caspi	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Jacq. ex B. D. Jacks.	Verbenaceae
37	Quillobara	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Asteraceae
38	Quillobordon	<i>Aspidosperma schultesii</i> Woodson	Apocynaceae
39	Quillosa	<i>Vochysia vismiifolia</i> Spruce ex Warm.	Vochysiaceae
40	Quinilla	<i>Pouteria hispida</i> Eyma	Sapotaceae
41	Requia	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Meliaceae
42	Shihuahuaco	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Fabaceae
43	Shimbillo	<i>Inga nobilis</i> Willd.	Fabaceae
44	Shiringa	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae
45	Tahuari	<i>Allantoma decandra</i> (Ducke) S.A.Mori, Ya y.Huang & Prance	Lecythidaceae
46	Tangarana	<i>Tachigali tessmannii</i> Harms	Fabaceae
47	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
48	Ubos	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae
49	Violeta	<i>Peltogyne floribunda</i> (Kunth) Pittier	Fabaceae
50	Warmi caspi	<i>Sterculia apeibophylla</i> Ducke	Malvaceae
51	Yacushapana	<i>Terminalia amazonia</i> (J. F. Gmel.) Exell	Combretaceae

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

Atentamente,

Iquitos, 22 de julio del 2022



**Richard J. Huananca Acostupa**  
Coordinador Herbarium Amazonense



## Anexo 8. Constancia de uso de base de datos



AQUAMODEL CONSULTING E.I.R.L.

Contrato de Concesión N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004  
Oficina: Calle San José N° 928-Punchana

---

### “AQUAMODEL CONSULTING E.I.R.L.”

RUC: 20602152180

Telf: 991577395

Calle San José N° 928 – Punchana

## CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

Mediante el presente documento, Yo JAIME CHUCHON REMON, Titular y Gerente General de la empresa AQUAMODEL CONSULTING E.I.R.L; autoriza a la Bachiller **Ary Gissell Pacaya Perea**, con DNI N° 70407022, utilizar para su trabajo de investigación los datos del Censo Forestal de Contrato **16-LOR-MAY/CON-MAD-2018-004**, ubicado en el distrito de Mazan, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, realizado en el año 2020.

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

Iquitos, 10 de enero del 2022

.....  
JAIME CHUCHON REMON  
41572580  
Gerente General

AQUAMODEL CONSULTING EIRL