

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA



Caracterización de la vegetación arbórea con potencial de captura
de carbono en el bosque de las Nuwas – comunidad nativa
Shampuyacu, Awajun

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR

Herlin Vásquez Romero

ASESOR

Rubén Ruíz Valles

Rioja-Perú

2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 022- 2019/UCSS/FIA/DI

Siendo las 05:30 p.m. del día 25 de noviembre de 2019, en Sala de Dibujo Técnico de Universidad Católica Sedes Sapientiae de la Filial Rioja: Nueva Cajamarca, el Jurado de Tesis, integrado por:

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Ing. Karla Luz Mendoza López | Presidente |
| 2. Ing. Amb. Richard Junior Vilchez Campoverde | Primer Miembro |
| 3. Ing. Denis Izquierdo Hernández | Segundo Miembro |
| 4. Mg. Rubén Ruíz Valles | Asesor |

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada: "**CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA CON POTENCIAL DE CAPTURA DE CARBONO EN EL BOSQUE DE LAS NUWAS - COMUNIDAD NATIVA SHAMPUYACU, AWAJUN**", que presenta el bachiller en Ciencias Ambientales, el Sr. **Herlin Vásquez Romero** cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.


Terminada la sustentación, el Jurado luego de deliberar acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de Suficiente y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare EXPEDITA para conferirle el TÍTULO de INGENIERO AMBIENTAL.

Firmado en Rioja, 25 de noviembre de 2019.


Ing. Karla Luz Mendoza López
PRESIDENTE


Ing. Amb. Richard Junior Vilchez Campoverde
1° MIEMBRO


Ing. Denis Izquierdo Hernández
2° MIEMBRO


Ing. Rubén Ruíz Valles
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y fortaleza para seguir adelante y cumplir todas mis metas propuestas.

A mis queridos padres, Wilmer Vásquez Agurto y Donatila Romero Díaz por brindarme en todo momento su apoyo incondicional a lo largo de la carrera profesional y ayudarme en cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa Beca 18 y a la Universidad Católica Sedes Sapientiae por brindarnos apoyo y facilidades para poder estudiar y ser un profesional de bien, al servicio de mi país.

Al Ingeniero Mg. Rubén Ruiz Valles asesor de la tesis, por su orientación valiosa y su apoyo en la elaboración del presente trabajo de investigación.

A la Ingeniera Claudia Daniela Ramos Delgado, por su orientación valiosa y su apoyo en la revisión de mi presente trabajo de investigación.

A la Ingeniera Lady Díaz Arteaga por su apoyo incondicional en la elaboración de este trabajo de investigación.

Al técnico de laboratorio Cleoder Ruiz Flores por el apoyo en la ejecución del análisis de humedad de las muestras de hojarasca del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS 	viii
ÍNDICE DE APÉNDICES	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Bases teóricas especializadas.....	8
1.2.1 Caracterización de la vegetación	9
1.2.2. Función de captura de CO ₂ de los bosques ante el cambio climático	14
1.2.3. Cambio climático y efecto invernadero	19
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	26
2.1. Tipo de investigación.....	26
2.2. Lugar y fecha.....	26
2.3. Población y muestra.....	28
2.4. Descripción de la investigación.....	28
2.4.1. Fase preliminar	28
2.4.2. Fase de campo	30
2.4.3. Fase de laboratorio y gabinete.....	34
2.5. Identificación de variables y su mensuración.....	35
CAPÍTULO III: RESULTADOS	39
3.1. Caracterización arbórea e inventario biométrico.....	39
3.1.1. Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 1	39
3.1.2. Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 2	40
3.1.3. Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 3	42
3.1.4. Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 4	43
3.1.5. Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 5	45

3.1.6. Abundancia, Dominancia e Índice de Valor de Importancia de las especies identificadas en el área de estudio	46
3.2. Carbono de la biomasa arbórea viva.....	48
3.2.1. Carbono de la biomasa arbórea en la parcela N° 1	48
3.2.2. Carbono de la biomasa arbórea en la parcela N° 2.....	49
3.2.3. Carbono de la biomasa arbórea de la parcela N° 3.....	50
3.2.4. Carbono de la biomasa arbórea de la parcela N° 4.....	52
3.2.5. Carbono de la biomasa arbórea de la parcela N° 5.....	53
3.3. Carbono de la necromasa (hojarasca) en el bosque de las Nuwas.....	54
3.3.1. Carbono de la necromasa (hojarasca) de la parcela N° 1.....	54
3.3.2. Carbono de la necromasa (hojarasca) total en la parcela N° 2.....	55
3.3.3. Carbono de la necromasa (hojarasca) de la parcela N° 3.....	55
3.3.4. Carbono de la necromasa (hojarasca) de la parcela N° 4.....	56
3.3.5. Carbono de la necromasa (hojarasca) de la parcela N° 5.....	56
3.4. Carbono almacenado en kilogramos por parcela.....	56
3.4.1. Carbono en biomasa arbórea en kilogramos por parcela muestreada.....	56
3.4.2. Carbono en necromasa (hojarasca) en kilogramos por parcela muestreada	57
3.5. Carbono almacenado en toneladas por hectárea (tC/ha).....	57
3.5.1. Carbono en biomasa arbórea (tC/ha)	57
3.5.2. Carbono en necromasa (hojarasca) (tC/ha).....	58
3.6. Carbono almacenado total en toneladas por hectárea (tC/ha) por componente evaluado.....	59
3.6.1. Carbono almacenado en la biomasa arbórea	59
3.6.2. Carbono almacenado en la necromasa (hojarasca).....	60
3.7. Carbono total por componente evaluado en el bosque de las Nuwas.....	60
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES	63
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS	70
TERMINOLOGÍA.....	78
APÉNDICES	80

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 1</i>	40
Tabla 2. <i>Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 2</i>	41
Tabla 3. <i>Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 3</i>	43
Tabla 4. <i>Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 4</i>	44
Tabla 5. <i>Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 5</i>	45
Tabla 6. <i>Abundancia, Dominancia y Índice de valor de importancia de las especies identificadas en el área de estudio</i>	47
Tabla 7. <i>Carbono de la biomasa arbórea en la parcela N° 1</i>	48
Tabla 8. <i>Carbono de la biomasa arbórea en la parcela N° 2</i>	49
Tabla 9. <i>Carbono de la biomasa arbórea en la parcela N° 3</i>	51
Tabla 10. <i>Carbono de la biomasa arbórea en la parcela N° 4</i>	52
Tabla 11. <i>Carbono de la biomasa arbórea en la parcela N° 5</i>	53
Tabla 12. <i>Carbono de la necromasa (hojarasca) en la parcela N° 1</i>	55
Tabla 13. <i>Carbono de la necromasa (hojarasca) en la parcela N° 2</i>	55
Tabla 14. <i>Carbono de la necromasa (hojarasca) en la parcela N° 3</i>	55
Tabla 15. <i>Carbono de la necromasa (hojarasca) en la parcela N° 4</i>	56
Tabla 16. <i>Carbono de la necromasa (hojarasca) en la parcela N° 5</i>	56
Tabla 17. <i>Carbono almacenado en la biomasa arbórea en las 5 parcelas evaluadas (kg/parcela)</i>	57
Tabla 18. <i>Carbono almacenado en la necromasa en las 5 parcelas evaluadas (kg/parcela)</i>	57
Tabla 19. <i>Carbono almacenado en la biomasa arbórea en las 5 parcelas evaluadas (tC/ha)</i>	58
Tabla 20. <i>Carbono almacenado en la necromasa en las 5 parcelas evaluadas (tC/ha)</i>	59
Tabla 21. <i>Carbono almacenado en la biomasa arbórea</i>	60
Tabla 22. <i>Carbono almacenado en la necromasa</i>	60
Tabla 23. <i>Carbono total por componente evaluado en el bosque de las Nuwas</i>	60

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Ciclo del carbono.....	18
<i>Figura 2.</i> Muestra las emisiones de CO ₂ per cápita del Perú	21
<i>Figura 3.</i> Diagrama simplificado de los flujos y almacenes de carbono en ecosistemas forestales	22
<i>Figura 4.</i> Mapa de ubicación del área de estudio, polígono rojo: Bosque de las Nuwas	27
<i>Figura 5.</i> Diseño de distribución de parcelas de muestreo.....	28
<i>Figura 6.</i> Mapa de ubicación de los puntos de muestreo: El bosque de las Nuwas	29
<i>Figura 7.</i> Georeferenciación de las parcelas	30
<i>Figura 8.</i> Medición de la parcela.....	30
<i>Figura 9.</i> Delimitación de la parcela	30
<i>Figura 10.</i> Enumeración de las especies árboles.....	31
<i>Figura 11.</i> Identificación de las especies arbóreas	31
<i>Figura 12.</i> Medición del DAP de las especies arbóreas	32
<i>Figura 13.</i> Marco para la recolección de hojarasca.....	33
<i>Figura 14.</i> Recolección de la muestra de hojarasca	33
<i>Figura 15.</i> Pesado de toda la muestra de hojarasca.....	33
<i>Figura 16.</i> Pesado de la muestra de 200 g.....	33
<i>Figura 17.</i> Pesado de muestras de hojarasca	34
<i>Figura 18.</i> Secado de muestras en la estufa	34
<i>Figura 19.</i> Carbono almacenado en la biomasa arbórea en las 5 parcelas evaluadas (tC/ha.....	58
<i>Figura 20.</i> Carbono almacenado en la necromasa en las 5 parcelas evaluadas.....	59
<i>Figura 21.</i> Carbono almacenado en toneladas por hectárea en los componentes evaluados...	61
<i>Figura 22.</i> Distribución de carbono almacenado en toneladas por hectárea en los componentes evaluados	62
<i>Figura 23.</i> Especie “ <i>Miquartia guianensis</i> ”	90
<i>Figura 24.</i> Especie “ <i>Myrsine oligophylla</i> ”	90
<i>Figura 25.</i> Especie “ <i>Cedrelinga cateniformis</i> ”	91
<i>Figura 26.</i> Especie “ <i>Aniba amazónica</i> ”	91

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Puntos de muestreos evaluados en el bosque de las Nuwas.....	80
Apéndice 2. Ficha para recolección de datos en campo	81
Apéndice 3. Datos registrados en campo.....	82
Apéndice 4. Resultados de análisis de humedad de la necromasa (hojarasca).....	89
Apéndice 5. Datos registrados de tC/ha en necromasa (hojarasca)	90
Apéndice 6. Especies más abundantes en el bosque las Nuwas	90
Apéndice 7. Procesos matemáticos para la obtención de la abundancia, dominancia e Índice de Valor de Importancia de las especie “ <i>Calophyllum brasiliense</i> ”	91

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el bosque de las Nuwas, comunidad nativa Shampuyacu, distrito de Awajun, tuvo como finalidad determinar la composición arbórea con potencial de captura de carbono y estimar el contenido de carbono en la biomasa arbórea y en la necromasa.

La metodología empleada para el desarrollo de la investigación fue la del Centro Internacional de Investigación Agroforestal [ICRAF] (2009). Para ello, se estableció cinco parcelas de muestreo de 40 m x 50 m donde se caracterizaron todas las especies arbóreas con diámetro altura de pecho (DAP) mayor o igual a 30 cm. Además, se establecieron subparcelas muestreo de 20 m x 20 m en la que se caracterizaron las especies arbóreas con DAP mayor o igual a 10 cm. Todas las especies arbóreas identificadas fueron enumeradas, y el DAP fue medido con la ayuda de una forcípula; asimismo, con el apoyo de un “matero” y el asesor de tesis se identificó el nombre común de todas las especies arbóreas para luego realizar la identificación de cada especie con su nombre científico. Además, se establecieron cinco parcelas de 1 m² para el muestreo de necromasa. Los cálculos de contenido de carbono en cada componente fueron mediante fórmulas matemáticas validadas para bosque primario.

En el bosque de las Nuwas se identificaron 15 especies que se agrupan en 10 familias botánicas las cuales son: Euphorbiaceae (alfaro, piñaquiro), Lauraceae (canela moena, moena amarilla, moena blanca, palta moena), Moraceae (cetico), Myristicaceae (cumula), Olacaceae (huacapu), Myrtaceae (lanche), Meliaceae (mullaca), Tiliaceae (peine de mono), Fabaceae (tornillo), Cecropiaceae (uvilla). El carbono total almacenado en el bosque de las Nuwas fue de 75.635 tC/ha, distribuidos en 58.895 tC/ha almacenados en biomasa arbórea y 16.740 tC/ha almacenado en necromasa.

Palabras claves: Composición arbórea, captura de carbono, bosque, biomasa arbórea y hojarasca.

ABSTRACT

The present research work was carried out in the forest of the Nuwas, Shampuyacu native community, Awajun district, aimed to determine the tree composition with carbon capture potential and estimate the carbon content in the tree biomass and in the organic dead matter.

The methodology used for the development of the research was that of the International Center for Agroforestry Research [ICRAF] (2009). For this, five sampling plots of 40 m x 50 m were established where all tree species with chest height diameter (DAP) greater than or equal to 30 cm were characterized. In addition, sampling subplots of 20 m x 20 m were established and tree species with DAP greater than or equal to 10 cm were characterized; all the tree species identified were listed and the DAP was measured with the help of a forcipula; With the support of a “matero” and the thesis advisor, the common name of all the tree species previously listed was identified, and then the identification of each species with its scientific name. In addition, five plots of 1 m² were established for sampling organic dead matter. The calculation of carbon content in each component was through validated mathematical formulas for primary forest.

In the forest of the Nuwas 15 species were identified that are grouped into 10 botanical families which are: Euphorbiaceae (alfaro, piñaquiro), Lauraceae (canela moena, moena amarilla, moena blanca, palta moena), Moraceae (cetico), Myristicaceae (cumula), Olacaceae (huacapu), Myrtaceae (lanche), Meliaceae (mullaca), Tiliaceae (peine de mono), Fabaceae (tornillo), Cecropiaceae (uvilla). The total carbon stored in the Nuwas forest was 75,635 tC/ha, distributed in 58,895 tC/ha stored in tree biomass and 16,740 tC/ha stored in organic dead matter.

Keywords: Arboreal composition, carbon capture, forest, tree biomass and leaf litter.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un fenómeno que afecta a todos los seres vivos y modifica los patrones de desarrollo. Las dos respuestas fundamentales para afrontar los desafíos del cambio climático son: la mitigación y la adaptación; la mitigación está enfocada en la disminución de las emisiones derivadas de diversas fuentes, mientras que la adaptación se enmarca en la reducción de los impactos del cambio climático. Ante ello, la captura de carbono, el incremento de la cubierta forestal y la conservación de las reservas forestales de carbono son medidas económicas sostenibles para mitigar el cambio climático (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2010).

Las extensiones de bosque están disminuyendo considerablemente ya que se reporta una tasa de deforestación anual de bosques de 120 millones de hectáreas, colocando en riesgo la cantidad de diversidad florística en los diversos ecosistemas y los sumideros de carbono. Asimismo; durante el periodo 2008 al 2017, la región San Martín presentó una deforestación anual de 24 719 ha/año, siendo las principales causas: el cambio de uso de suelo, la agricultura extensiva y migratoria; generando el incremento de gases de efecto invernadero a la atmósfera (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2019).

Los árboles que forman los bosques desempeñan un papel fundamental en la regulación del clima, ya que mediante la fotosíntesis absorben el carbono presente en la atmósfera, fijan el CO₂ y lo almacenan en forma de carbono por un periodo relativamente largo, convirtiéndose así en importantes depósitos de carbono. Al conservar los bosques existentes, se almacena el carbono que se encuentra atrapado en ellos; sin embargo, la deforestación pone en peligro estos depósitos de carbono en todo el mundo. Por ello, es importante la implementación de estrategias de conservación de los bosques; así como desarrollar mecanismos de seguimiento y monitoreo de las reservas de carbono presentes. Para el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM,2012), “las reservas de carbono se concentran principalmente en los humedales y los ecosistemas forestales, y están distribuidos entre las latitudes tropicales y septentrionales de manera irregular” (p. 3).

En el Perú se están implementando y desarrollando diversas iniciativas para afrontar el cambio climático, entre las principales se destaca la Estrategia Nacional de Bosques y Cambio Climático (ENBCC) como instrumento de articulación de los esfuerzos de todos los sectores frente a la deforestación y reducción de las emisiones forestales para lograr una conservación a largo plazo. También; está la reciente creación de la Ley Marco sobre el Cambio Climático N° 30754 (2018), la cual tiene por objetivo establecer los principios, enfoques y disposiciones generales para el desarrollo de procesos de concertación y difusión de las políticas públicas en cuanto a la gestión integral y participativa de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

Cabe resaltar que en la región San Martín, específicamente en la provincia de Rioja, el área total de bosques primarios se ha reducido considerablemente (Cooperación Internacional, [CI], 2016). Debido a que se tiene una visión reducida de los bienes y servicios que brindan estos a la humanidad; pues los bosques no solo proporcionan madera o frutos, sino tienen múltiples funciones tales como sujeción del suelo, regulación hídrica, regulación del clima, sumideros de carbono, hábitat, belleza paisajística, etc.

En este sentido, considerando los servicios brindados por el bosque, el objetivo general de la presente investigación fue caracterizar la vegetación arbórea del bosque de las Nuwas, para así conocer la diversidad de especies nativas existentes, la familia más dominante y con mayor número de especies; así mismo, estimar la cantidad de carbono almacenado del bosque de las Nuwas de la comunidad nativa Shampuyacu, el cual este bosque es conservado por la asociación de mujeres y reconocido por cooperación internacional.

La presente investigación está dividida en capítulos que comprenden el marco teórico, los materiales y métodos utilizados para la ejecución y desarrollo de la investigación, los resultados obtenidos, las discusiones, las conclusiones, las recomendaciones, bibliografía y los apéndices que muestran las tablas, y fotografías que demuestran las evidencias de la ejecución de la investigación.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la composición de la vegetación arbórea con potencial de captura de carbono en el bosque de las Nuwas - comunidad nativa Shampuyacu, Awajun.

Objetivos Específicos

- Caracterizar la diversidad arbórea existente en el bosque de las Nuwas en la comunidad nativa Shampuyacu.
- Estimar el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea del bosque de las Nuwas en la comunidad nativa Shampuyacu.
- Conocer el contenido de carbono almacenado en la necromasa del bosque de las Nuwas en la comunidad nativa Shampuyacu.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Salazar, Gámez, González y Siles (2012) realizaron un estudio con el objetivo de identificar áreas remanentes de bosque, con alto potencial de servicio ambiental al este de Nicaragua. La metodología empleada consistió en la selección de seis fragmentos de vegetación, dentro de los cuales establecieron una parcela de muestreo temporal en espacios donde la vegetación presentaba menor grado de intervención. Las variables evaluadas fueron: carbono almacenado, diversidad, uso y manejo del bosque. Entre los resultados obtenidos mostraron que el carbono almacenado en los fragmentos de bosque uno y tres había almacenado 30 MgC/ha. En cuanto al área basal, el fragmento de bosque 1 presentó el mayor valor con 14 m²/ha y en segundo lugar el fragmento con un valor de 13 m²/ha. Además, consideraron que el fragmento tres fue el más diverso ya que presentó 21 familias, 25 géneros y 30 especies de acuerdo a los índices de diversidad de Simpson y Shannon-Wiener. Concluyeron que de los seis fragmentos evaluados en el bosque del este de Nicaragua el fragmento uno presentó mayor almacenamiento de carbono y segundo lugar el fragmento tres, quien además fue el fragmento que presentó mayor diversidad biológica en comparación de los demás fragmentos estudiados.

Mojica (2013) realizó un estudio para estimar el carbono arriba del suelo y la biomasa en la Reserva Semillas de Agua (RNSA) en áreas de influencia del páramo de Anaimé Tolima (Colombia), mediante la elaboración de un inventario forestal en tres tipos de bosques alto andinos y un modelo alométrico multi-especies local, para lo cual estableció cinco parcelas temporales y cuatro parcelas permanentes de 150 m². Las variables evaluadas fueron carbono arriba del suelo y biomasa. Entre los resultados, se mostró que los bosques subpáramo albergaban mayor cantidad de carbono biomasa y con un promedio de 1201 MgC/ha y 242 Mg/ha respectivamente, a diferencia de ello para los bosques maduros obtuvo un valor de biomasa de 147 Mg/ha y carbono 73 MgC/ha, para los tipos

de vegetación achaparrados el contenido de carbono fue 25 Mg/ha y la biomasa fue de 51 Mg/ha. Además, encontró que la biomasa de un reducido número de especies almacenaba la mayor cantidad de carbono, entre ellas se encontraban (*Weinmannia auriculata* D. Don.) y (*Miconia* (Ruiz & Pav.)). Mojica concluyó que el carbono almacenado en la biomasa aérea cambia según el tipo de bosque, las especies evaluadas y la densidad de las especies, por lo cual el bosque subpáramo almacena mayor cantidad de carbono en comparación de los bosques maduros y vegetación achaparrados.

Quiceno, Tangarife y Álvarez (2015) realizaron un estudio para estimar la tasa de producción de hojarasca de los árboles maderables “pendare”, “arenillo blanco” y “mure”, y el contenido de biomasa aérea, contenido de carbono; en un área de bosque primario ubicada en el resguardo indígena Piapoco Chiguiro-Chátare de Barrancominas (Colombia). La metodología para la selección del área de muestreo se desarrolló de acuerdo a la guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales del ICRAF (International Centre for Research in Agroforestry); para ello, instalaron seis parcelas de 50 x 50 m en un área de 1.5 ha, además emplearon el método no destructivo. Las variables estudiadas fueron biomasa aérea, contenido de carbono y producción de hojarasca. Como resultado obtuvieron 3477.22 t/ha de biomasa aérea y 47.60 t/ha de carbono, la tasa de producción de hojarasca del árbol “pendare” fue de 2071.71 kg/ha/año, la tasa del árbol “mure” fue 449.86 kg/ha/año y finalmente la tasa del árbol “arenillo blanco” fue de 955.74 kg/ha/año. Se concluyó que el bosque primario del resguardo indígena de Piapoco tiene un alto potencial de captura de carbono y el árbol con más producción de hojarasca es el árbol “pendare”.

Cruzado (2010) realizó un estudio con el objetivo de determinar el carbono almacenado en la biomasa aérea de los bosques altoandinos de la concesión para conservación Alto Huayabamba (CAAH) en la región San Martín (Perú). Para ello, estableció cuatro transectos rectangulares de 0.5 ha para el inventario y registro dasométrico de las herbáceas, vegetación arbórea, sotobosque y necromasa, se estableció subparcelas anidadas. Asimismo, evaluó el tipo de paisaje de pendientes abiertas, ya que representó el 52 % del área de bosque altoandino donde estableció tres parcelas. Para la estimación de biomasa aérea utilizó ecuaciones alométricas desarrolladas por diversos autores según el diámetro registrado, para individuos con diámetro mayor de 5 cm utilizó la ecuación desarrollada por Chave *et al.*

(2005), y para los individuos con diámetro menor de 5 cm de diámetro utilizó la ecuación Nascimiento y Laurance (2002) desarrollada para árboles pequeños. La estimación de biomasa de los helechos del género (*Cyathea* Sm.), fue mediante la ecuación desarrollada por Tiepolo, Calmon y Feretti (2002). Los resultados obtenidos mostraron que el carbono almacenado en la biomasa arbórea viva fue de 69.77 ± 12.8 MgC/ha y en la necromasa fue de 13.78 ± 1.63 MgC/ha; mostrando así un promedio tala para la CCAH de 83.55 ± 12.9 MgC/ha. El autor concluyó que el almacenamiento de carbono en la biomasa arbórea viva fue mayor en comparación de la necromasa, debido a la cantidad de biomasa registrada de las especies arbóreas, sotobosque y herbáceas estudiadas.

Salazar (2012) desarrolló un estudio a fin de cuantificar el carbono en la biomasa aérea en los sistemas de bosque primario remanente, pastizales y palma aceitera con más de 10 años de edad en la región Ucayali (Perú). Estratificaron 18 transectos de 2000 m² (40 m x 50 m) dentro de los seis sectores; en cada uno incluyó los diferentes sistemas en estudio. Para la estimación de la biomasa arbórea empleó la ecuación alométrica desarrollada por Chave *et al.* (2005), para la vegetación no arbórea con diámetro menor de 5 cm utilizó la ecuación alométrica desarrollada por Nascimiento y Laurance (2002), mientras que para vegetación arbustiva y herbácea utilizó el método directo. La determinación de biomasa de la necromasa fue mediante la ecuación alométrica generada por Chao, Phillips y Baker (2008). Los resultados obtenidos presentaron 135.5 tC/ha para bosque primario, 21.4 tC/ha para pastizales y 14.7 tC/ha para palma aceitera. Se concluyó que, según el tipo de bosque, las especies evaluadas y la densidad de las especies, el almacenamiento de carbono en la biomasa aérea varía; por lo que el bosque primario almacena más carbono en comparación del pastizal y palma aceitera.

Mamani (2012) realizó un estudio en un bosque con paca de terrazas altas de la concesión de la conservación “Gallucunca”, Madre de Dios (Perú), con el objetivo de estimar el stock de carbono aéreo. Para ello, instaló 12 parcelas rectangulares divididas en (50 x 100) para individuos de $DAP \geq 10$ cm, (20 x 20) para individuos de $2.5 \leq DAP < 10$ y de (4 x 4) para individuos de $DAP \leq 2.5$ cm. Las variables evaluadas fueron biomasa de árboles grandes, biomasa de árboles pequeños y biomasa herbácea; y para dicho estudio emplearon ecuaciones alométricas y análisis de muestras en una estufa. Los resultados obtenidos 306.

07 t/ha de biomasa de árboles grandes, 23.51 t/ha de biomasa de árboles pequeños y para biomasa herbácea 1.67 t/ha. El autor concluyó que el bosque con paca de terrazas altas de la concesión de la conservación “Gallucunca” almacena 331.25 t/ha de carbono, y que de las variables evaluadas los árboles grandes son los que más almacenan carbono.

Dossantos (2014) desarrolló un estudio en un bosque primario y bosque secundario de la parcela “Muro Huayra” de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Iquitos-Perú, con el objetivo de cuantificar el almacenamiento de carbono en la biomasa aérea. Utilizó la metodología desarrollada por Chave *et al.* (2005); la cual consiste en determinar la biomasa de manera indirecta, para lo cual instalaron 100 sub parcelas de 450 m² (30 m x 15 m) en cada uno de los sistemas en evaluación. El estudio evaluó los sistemas de bosque primario y bosque secundario. Las variables en evaluación fueron biomasa área y carbono almacenado. Como resultados obtuvo que el carbono total en el bosque primario fue 107.62 tC/ha, mientras que las especies con mayor almacenamiento de carbono fueron: *Taralea oppositifolia* Aubl. (6.12 tC/ha), *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. (3,83 tC/ha), *Brosimum rubescens* Taub. (4.56 tC/ha). En cambio, en el bosque secundario fue de 60.63 tC/ha, y las especies con mayor almacenamiento de carbono fueron *Cecropia sciadophylla* Mart (4.68 tC/ha), *Guatteria hyposericea* Diels (2.97 tC/ha) y *Taraleo oppositifolia* (5.33 tC/ha). Concluyó que el bosque primario almacena más carbono en comparación del bosque secundario.

Díaz, Fachin, Tello y Arévalo (2016) desarrollaron un estudio en cinco sistemas de uso de la tierra en la región San Martín (Perú), con el objetivo de estimar el carbono almacenado en el suelo y en la biomasa aérea. El estudio consistió en evaluar los sistemas de bosque primario, bosque secundario, “pijuayo” (*Bactris gasipaes* Kunth.), “cacao” (*Theobroma cacao* L.) y “café” (*Coffea arabica* L.). Para dicho estudio emplearon la metodología desarrollada por el Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF, 2009), por ello instalaron tres transectos de 100 m² (4 m x 25 m) en cada uno de los sistemas en evaluación. Las variables en evaluación fueron biomasa área viva, hojarasca y suelo. Obtuvieron como resultados que el carbono total en bosque primario fue de 398.78 tC/ha y en bosque secundario fue de 396.78 tC/ha; estos dos sistemas evaluados mostraron mayor cantidad de carbono, ya que los sistemas de pijuayo, café, y cacao mostraron un total de

carbono almacenado de 22.68, 17.88 y 17.46 tC/ha respectivamente. Los autores concluyeron en que los sistemas de bosque primario y secundario almacenan mayor cantidad de carbono, ya que la captura de carbono disminuye debido al cambio de la cobertura boscosa por plantaciones de una sola especie.

Flores (2018) desarrolló un estudio en la concesión “Bosque de Marona”, Moyobamba (Perú), con el objetivo de estimar el total de carbono que almacenan las especies forestales en dicha concesión. Para lo cual instalaron 25 parcelas de muestreo de 500 m². La variable evaluada fue biomasa arbórea viva, y para dicho estudio realizó un inventario biométrico de todas las especies y empleo ecuaciones alométricas para estimar el carbono almacenado. Como resultado obtuvo 11 familias identificadas, de las cuales la especie con mayor cantidad de individuos identificados fue la especie forestal “moena” (*Nectandra reticulada*), las especies con mayor índice de riqueza fueron de “tulloquio” con 10.49 t/ha y “moena” con 10.49 t/ha, con respecto a la cantidad de carbono almacenado, la especie que mayor cantidad de carbono almacena en su biomasa vegetal fue la “moena” con 147.70 t/ha, mientras que con menor cantidad “eucalipto torrellana” con 8.46 t/ha. Concluyó que en el “Bosque de Marona” existen 598 individuos agrupados en 11 familias siendo las más frecuentes “tulloquio” y “moena” y tiene un alto potencial de captura de carbono, por tanto, contribuye a reducir el dióxido de carbono en la atmósfera mediante el servicio ambiental de captura de carbono.

1.2. Bases teóricas especializadas

Ruiz, García y Sayer (2007) afirman que a lo largo de la historia el hombre ha ido descubriendo la importancia de los bienes y servicios ambientales que brindan los bosques, dando paso a la toma de conciencia de la importancia e influencia de éstos en el desarrollo de la sociedad, incorporando nuevos conceptos y una renovada apreciación de los servicios que ofrecen. La creciente conciencia sobre la importancia de los servicios ambientales, ha dado origen a un cambio en la percepción del valor de los bosques, la evaluación económica de estos se ha enfocado en cuatro aspectos fundamentales: fijación de carbono, biodiversidad, ciclo hidrológico y educación. Por ello los espacios que suelen ser protegidos se enfocan principalmente en bosques maduros con gran biodiversidad y belleza paisajística.

De acuerdo a la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2016). La capacidad de respuesta de los ecosistemas forestales es debilitada debido a la pérdida continua de biodiversidad, pues ésta asegura la función mitigadora, la capacidad de resistencia y adaptación al cambio climático de los ecosistemas forestales.

1.2.1. Caracterización de la vegetación

La caracterización de la vegetación hace referencia a la composición florística y características estructurales como son: la diversidad, altura, frecuencia, dominancia, abundancia y área basal de las especies en un determinado bosque (Reátegui, 2015). La caracterización requiere la descripción cualitativa y cuantitativa de la estructura de la vegetación, dentro de ello se encuentran la estratificación vertical, densidad, distribución de tamaños del arbolado y composición de la vegetación, toda esta información se obtiene mediante la realización de un inventario forestal (Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], 2015).

La caracterización florística es el primer paso para entender la estructura y dinámica de un bosque; lo que, a su vez, es muy importante para comprender las diferentes características ecológicas, en el cual incluye el manejo sostenible de los bosques tropicales (Bawa y McDade, 1994, citado por Reátegui, 2015).

a. Inventario forestal

Según el Programa Mexicano del Carbono (PMC, 2011), el inventario forestal consiste en contar y registrar cantidades de un recurso o recursos forestales en una determinada área o áreas seleccionadas. Los inventarios forestales se caracterizan por ser cualitativo y cuantitativo.

En términos cualitativos, el inventario determina las especies existentes en la composición del bosque, la variación florística y las características intrínsecas de las especies registradas. En cuanto a términos cuantitativos, se determina la cantidad de árboles en una determinada área y las variables dasométricas: altura comercial, altura total de los árboles inventariados

y diámetro a la altura del pecho (DAP). Luego de haber procesado la información de campo se puede estimar los volúmenes de carbono almacenado en el bosque (Israel, 2004).

Según Israel (2004) “los inventarios forestales permiten determinar de manera cuantitativa y cualitativa el potencial del recurso forestal, por ello constituyen la parte fundamental de la planificación en la ordenación forestal con fines de aprovechamiento y manejo sostenible” (p. 4).

Los inventarios forestales no solo proporcionan información valiosa sobre la presencia de especies, diámetro, altura de los individuos y cobertura forestal, sino que además proporcionan diversas variables ambientales que caracterizan el entorno de un transecto de muestreo y datos edáficos. Esta información valiosa que nos da los inventarios forestales puede ser usada con otras variables, como son datos climáticos o datos de cambio en el uso del suelo y como resultado de la interrelación de estas variables se podrá comprender, como el cambio climático influye en la pérdida de diversidad florística (Godoy y Rueda, 2016).

b. Estructura de la vegetación

Un análisis de la estructura del bosque busca establecer cómo los individuos están distribuidos en un determinado espacio, esto ayuda a observar cómo y dónde están compitiendo los árboles; así mismo, ver si hay estratos menos agresivos que otros (Lamprecht, 1990).

En el estudio de la estructura horizontal del bosque se estudia diferentes aspectos que son de mucha importancia para poder comprender el bosque, estos aspectos son: diversidad florística, distribución diamétrica, área basal, índice de riqueza, índice de Simpson y coeficiente de afinidad de Sórensen. Así mismo, la estructura horizontal permite estudiar el comportamiento de las especies en un área del bosque. También, se puede explicar la estructura horizontal en términos de abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia (Hernández, 1999).

- La abundancia: Es el número de individuos que tiene una especie en un área determinada, cuando se refiere al número de individuos por especie se conoce como abundancia absoluta, pero en cambio cuando se refiere al porcentaje de individuos de cada especie de total de los individuos del bosque se conoce como abundancia relativa (Melo y Vargas, 2003).

- La dominancia: Es la proporción que ocupa el área basal de un árbol de una especie en relación con el área total del bosque (Melo y Vargas, 2003).

- La frecuencia: Es la posibilidad de encontrar un árbol de una determinada especie, al menos una vez, en una unidad de muestreo (Melo y Vargas, 2003).

- Índice de valor de importancia: Es la sumatoria de la abundancia, dominancia y frecuencia de cada especie de un bosque, el índice de valor de importancia (IVI) ayuda a determinar el peso ecológico de cada especie en un bosque (Hernández, 1999).

c. Familias de especies más representativas en los bosques amazónicos

Según Mostacero, Mejía, y Gamarra (2002), las familias de especies más importantes en los bosques amazónicos son:

- Familia Lauraceae

Son árboles o arbustos aromáticos, con hojas simples, alternas o raramente opuestas, sin estipulas, ramillas finales usualmente verdes y angulosas, con el borde entero o lobulado, en general aromáticas, frutos carnosos con un hueco (drupa) o una semilla. Poseen flores diminutas a medianas de (3mm a 3cm de largo o de ancho) son bisexuales, regulares en inflorescencia racemosas. Tienen sépalos libres o unidos, cáliz vistoso (petaloide) y corola ausente. Estambre 1-12 en tres verticilos, libres y distintos, anteras que se abren por poros, estaminodios presentes, pistilo 1, ovario súpero y

semillas 1 o 2 en cada lóculo, óvulo péndulo y anátropo. La familia de la especie laurel en el Perú incluye aproximadamente 45 géneros y unas 1000 especies distribuidos en regiones tropicales, que se distinguen por su hoja y madera aromática, las especies de esta familia que tienen un alto valor económico son: la canela moena, alcanfor, el laurel, el asafrás, etc.

- Familia Olacaceae

Son árboles, arbustos o raramente bejucos escandentes a veces armados con espinas axilares, plantas hermafroditas. Presenta hojas alternas, pecioladas y exestipudas con márgenes enteros. Posee inflorescencias axilares, frecuentemente fasciculadas. Sus flores son actinomorfas, de cáliz pequeño, pétalos libres y filamentos generalmente libres. Su fruto es generalmente drupáceo, contiene una semilla y endosperma abundante. Esta familia comprende unos 25 géneros con cerca de 300 especies y representada en el Perú por 8 géneros y 19 especies de las cuales 1 es endémica.

- Familia Fabaceae

Son árboles y arbustos leñosos rara vez espinosos. Hojas alternas rara vez opuestas, pinnadas o menos a menudo palmadas algunas veces simples, con peciolo. Sus flores están agrupadas principalmente en racimos, con espigas más o menos vistosas, desde débil a rara vez fuertemente periginas por lo general irregulares. Su perianto presenta: 5 sépalos por lo general, corola típicamente papilionácea de 5 pétalos, el superior nace externamente sobre los otros y por lo general más grande. Su fruto por lo general es seco y dehiscente a veces folicular rara vez inflado o drupáceo. Las semillas poseen un corto funículo y una cubierta seminal dura, a menudo de larga duración, por lo general con un engrosamiento estrofiolar entre el hilum y la calaza.

- Familia Apocynaceae

Son árboles, arbustos, hierbas. Muchas especies son grandes árboles que se encuentran en la selva tropical. Estas plantas tienen savia lechosa y muchas especies son venenosas al ingerirse. Las hojas son simples, normalmente decusada, o verticiladas,

careciendo de estípulas. Las flores son normalmente espectaculares simétricamente radiales, reunidas en inflorescencias cimosas.

- Familia Urticaceae

Son plantas grandes. Sus hojas son opuestas simples, con paredes de las células epidérmicas con tendencia a mineralizarse con sílice. Sus flores son anemófilas, de distribución monoica, dioica o polígama, pequeñas con 3 a 5 sépalos. Sus frutos son aquenio, rara vez drupa a menudo encerrado en el perianto acrescente.

- Familia Calophyllaceae

Árboles o arbustos, usualmente con látex blanco o amarillento, o a veces savia resinosa clara. Hojas simples, opuestas o menos frecuentemente alternas, sin estípulas; lámina de margen entero y venación pinnada (los nervios laterales a menudo paralelos), usualmente coriácea. Inflorescencias determinadas, o las flores solitarias, terminales o axilares. Flores actinomorfas, bisexuales o unisexuales (plantas dioicas o polígamas), usualmente con rudimentos del sexo no funcional (estaminodios o pistilodios). Cáliz compuesto por 4-5 sépalos libres. Corola mayormente compuesta por 4-5 pétalos libres, generalmente blancos o rosados. Estambres numerosos, no evidentemente fasciculados. Ovario súpero, compuesto por 2-5 carpelos; estilo usualmente largo; estigma peltado, capitado o punctiforme. Fruto en baya, drupa o cápsula. Semillas una a muchas.

- Familia Phyllanthaceae

Son arboles con perforaciones simples o escalariformes. Las hojas son reducidas con espiral y márgenes enteros. Sus flores son pequeñas con características imperfectas. Sus frutos son cápsula septicida o esquizocarpo con semillas grandes.

- Familia Myrtaceae

Son arboles grandes. Tienen hojas persistentes, simples generalmente opuestas, provistas de glándulas aromáticas. Sus flores son regulares, bisexuales, en inflorescencias de tipo cima, racimo o panícula. Los frutos están baya o cápsula, pudiendo contener de 2 a numerosas semillas.

- Familia Melastomataceae

Son árboles. Sus hojas son simples, alternas y sin estípulas. Las flores están formadas normalmente por 5 sépalos y 5 pétalos soldados en corolas de morfología diversa. Los estambres se insertan en el tubo de la corola y pueden presentar las anteras connadas. Los frutos son capsulares.

- Familia Malvaceae

Son arboles grandes con frecuencia presentan pelos estrellados o rígidos. Sus hojas son simples, con estípulas. Las flores generalmente vistosas, con 5 pétalos libres, normalmente unidos por su base al tubo que forman los estambres monadelfos. Los frutos son esquizocárpicos o capsulares. Las semillas presentan ácidos grasos característicos, que conjugan el anión ciclopropenilo.

1.2.2. Función de captura de CO₂ de los bosques ante el cambio climático

a. Bosques

Los bosques son ecosistemas complejos, que están evolucionando cada día y que están llenos de vida, estos bosques son los hogares de millones de seres vivos entre ellos tenemos a los seres humanos, animales, árboles, hongos y organismos del suelo, en los cuales todos ellos se desarrollan (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2013).

Son recursos forestales, tales como plantaciones forestales, bosques naturales, y las tierras las cuales presentan mayor capacidad de uso y se puede dividir en producción y protección forestal y todos los componentes de diversidad biológica, en cual parte del mundo que se encuentre (Robert, 2002).

Los bosques proveen de muchos servicios ambientales, entre ellos tenemos los hábitats y alimentos para millones de plantas y animales, que a la vez son muy importantes para mantener la biodiversidad en la tierra. Así mismo los bosques purifican el aire, debido a que capturan el carbono presente en la atmósfera, reduciendo así las concentraciones de CO₂ y por ende la tasa de cambio climático; los bosques primarios representan el 36 % de los bosques del mundo, en este tipo de bosque solamente crecen especies nativas. Los bosques primarios tropicales son los que poseen principalmente la mayor diversidad de especies de fauna y flora (FAO, 2013).

- Bosque primario

Son aquellos bosques que no han sufrido ninguna intervención por las actividades del hombre, estos bosques tienen características particulares, patrones originales de diversidad biológica. Esta biodiversidad y sus procesos no han sido afectados por las actividades del hombre u otros disturbios durante periodos que excedan el largo normal de la vida de los árboles maduros (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2002).

- Servicios ambientales que brindan los bosques

Los bosques no solo son madera, son sistemas complejos que desempeñan múltiples funciones de gran importancia tales como la conservación y sujeción de los suelos, la regulación hídrica, además de ser el hábitat de diversas especies fauna.

Los bosques ribereños y los bosques de cuencas hidrográficas cumplen un papel esencial en la purificación y suministro del agua influyendo de tal manera en el flujo hídrico y en la calidad de este valioso recurso. Los bosques en general cumplen una

función muy importante en la mitigación del cambio climático mediante el servicio ambiental de captura de carbono (FAO, 2010).

Según la FAO (2010), los servicios ambientales que brindan los bosques son:

- Los bosques de montaña brindan valores turísticos y son motivo de deleite estético para muchos turistas.
- Las especies forestales que se encuentran en los bosques ofrecen beneficios de estabilización de los taludes y el abastecimiento en energía de la población rural.
- En el mundo, los bosques ribereños y los bosques de las cuencas hidrográficas cumplen una función importante para la purificación del agua y el suministro hídrico estabilizado.
- Los bosques ribereños influyen en los flujos hídricos y en la calidad del agua, debido a que filtran las sustancias contaminantes y los sedimentos.
- Los bosques son hábitat de diversas especies de flora y fauna.
- Los bosques ofrecen protección contra la erosión y la conservación de los humedales y muchas personas dependen de los bosques.
- Los bosques desempeñan una función muy importante en la mitigación del cambio climático, por ejemplo, las actividades de forestación y reforestación.

- Captura de carbono

Los bosques son un sumidero vital de carbono ya que durante su crecimiento y mediante el proceso de fotosíntesis sustraen el carbono de la atmósfera y fijan el CO₂, para luego almacenarlo en forma de carbono tanto en la biomasa como en el suelo, siendo este un proceso constante. El carbono es absorbido y secuestrado rápidamente por los bosques jóvenes, mientras que en los bosques maduros el balance de carbono está en equilibrio y se convierte en un depósito de carbono, sin embargo, al ser talados los bosques, el carbono es liberado a la atmósfera convirtiéndose en una fuente de emisión de gases de efecto invernadero (FAO y Comisión Forestal, 2008).

La captura de carbono por parte de los bosques primarios ayuda a la mitigación del cambio climático, además de ser una alternativa económica de mitigación. Entre los años 2000 y 2010, 13 millones de hectáreas de bosques primarios se transformaron de bosque natural a áreas degradadas, por causas antrópicas y naturales. Se calcula que en el planeta tierra hay 850 millones de hectáreas de bosques degradados, las mismas que se podrían restaurar y rehabilitar para recuperar la biodiversidad y los servicios ambientales que se han perdido (FAO, 2010).

Según la FAO (2010), las actividades de gestión forestal que incrementan la captura de carbono son las siguientes:

- Forestación, restauración forestal y reforestación.
- Aumento de las reservas forestales de carbono y la capacidad de captura a través de la modificación de las prácticas de gestión forestal.
- Incremento de la cubierta forestal por medio de la silvicultura, plantación de árboles en zonas degradadas y agrosilvicultura.

El contenido de carbono está relacionado a muchos factores como son: tipo de cobertura y este a su vez está influenciado por factores físicos (precipitación, temperatura, topografía y etc.), biológicos (composición de la vegetación, edad del bosque, etc.), así mismo el contenido de carbono también está influenciado por el factor antropogénico, como el grado de intervención de bosques primarios (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2014).

Los bosques a través de la fotosíntesis, captura CO_2 atmosférico, y lo transforma en carbohidratos y gana volumen. Los bosques y océanos son los ecosistemas que capturan y almacenan mayor cantidad de carbono que cualquier otro ecosistema terrestre, obtienen el 90% del flujo de carbono entre la atmósfera y la tierra, anualmente (FAO y Comisión Forestal, 2008).

- Ciclo del carbono

El ciclo del carbono se enmarca principalmente en el dióxido de carbono, debido a que constituye la composición química más predominante en la atmósfera. La figura 1 muestra el ciclo del carbono, el cual es el responsable de la concentración de CO₂ en la atmósfera, al equilibrar las concentraciones de carbono mediante la fotosíntesis, obteniendo como resultado el balance de carbono por medio de procesos de fijadores o almacenadores de carbono, como es el caso de los bosques primarios que cumplen un servicio ambiental de almacenar y capturar carbono (Ordóñez, 1999).

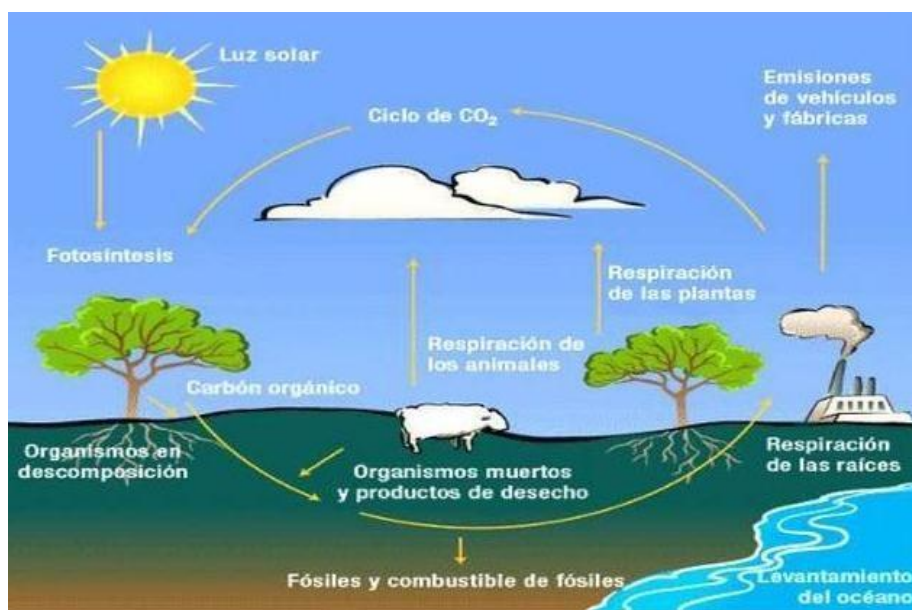


Figura 1. Ciclo del carbono.

Fuente: Ordóñez, 1999.

Entre las actividades productivas que realiza el hombre la principal causa del incremento de CO₂ se debe a la actividad agrícola, en lo cual se estima que las emisiones del cambio de uso de la tierra, deforestación y el pastoreo fueron 140 Gt entre 1850 y 1990 con una liberación hacia la atmósfera de 25 Gt de carbono. Así mismo el 50 Gt de carbono emitido a la atmósfera en el último siglo, se debe principal a la pérdida de cobertura boscosa (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC], 2005).

- Según Fernández (2017), los métodos para la estimación de carbono son:
 - Método directo o destructivo: Se realiza mediante la medición, cosecha y toma de muestras de la totalidad de los árboles que involucra el área de estudio, y con los resultados de biomasa se crean nuevas ecuaciones alométricas, este método es más costoso porque requiere más inversión de tiempo, mano de obra y recursos económicos.
 - Método indirecto: Se realiza mediante la aplicación de ecuaciones alométricas para biomasa específica para cada especie, sistema forestal y bosque primario, en lo cual se registran datos de diámetro y altura.

- Depósitos de carbono

El ICRAF (2009) describe tres depósitos de carbono que pueden ser medidos:

- Biomasa viva: Esta biomasa es todo lo que está sobre el suelo, que involucra troncos vivos, cascaras, hojas y ramas, en su clasificación se divide en biomasa arbórea, biomasa arbustiva.
- Necromasa (hojarasca). Representada por hojarasca, cascaras de frutos y ramas en estado de descomposición que se encuentran sobre el suelo.
- Suelo: Incluye todo el carbono orgánico en el suelo a diferentes profundidades dependiendo de cada estudio.

1.2.3. Cambio climático y efecto invernadero

Debido al incremento económico y demográfico, las emisiones de gases de efecto invernadero en la actualidad son mayores que en cualquier época de la historia y cada vez más van en aumento, generando cambios drásticos e irreversibles en los ecosistemas naturales. Por ello se requiere potenciar los sumideros de carbono además de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC, 2014). El cambio climático se define

como “el cambio del clima causado de manera directa o indirecta por la actividad humana, sumado a ello la variación natural de este” (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [CMUNCC], 1998, p.3).

El efecto invernadero es el fenómeno en el que una parte de la energía solar devuelta por la tierra es absorbida y retenida en forma de calor en la atmósfera (MINAM, 2012). Sin embargo, el sobrecalentamiento de la atmósfera terrestre es causado por la acumulación de gases de efecto invernadero que facilita el ingreso de radiaciones solares, pero dificulta su salida, volviendo a irradiarlas hacia la superficie de la tierra (Ñique, 2008).

Se calcula que 1700 millones de toneladas de carbono se emiten anualmente a la atmósfera como resultado del cambio en el uso del suelo, una gran proporción de estas emisiones provienen de la deforestación en zonas tropicales (Angelsen *et al.*, 2010, citados por Mamani, 2012). El MINAM (2014) indica que la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) más importante del Perú es el dióxido de carbono y la categoría que más lo produce es el uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura mediante la agricultura. Asimismo, la CMNUCC (1998) menciona que 110 368 Gt de CO₂ es el resultado de la deforestación en la amazonia peruana (Figura 2).

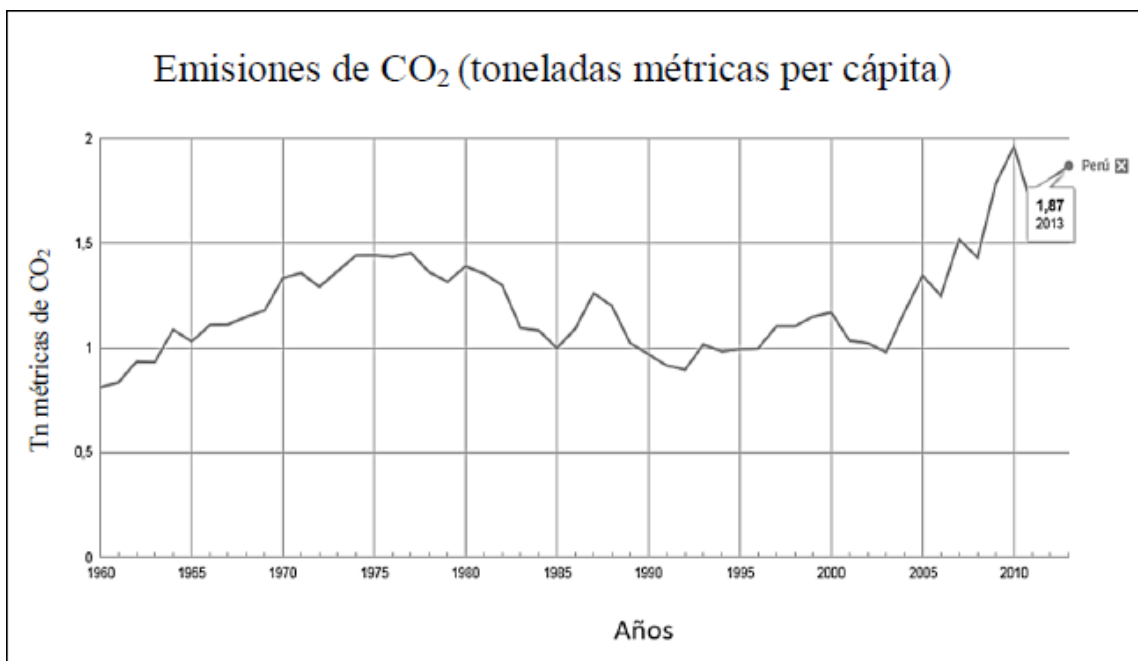


Figura 2. Muestra las emisiones de CO₂ per cápita del Perú.

Fuente: Banco Mundial, 2017.

- Posibles impactos del cambio climático en los bosques

Según el IPCC (2014), los efectos que se espera a mediano y largo plazo del cambio climático en América Latina son: el aumento de la temperatura, disminución de la vegetación, pérdida de diversidad biológica, cambios en la precipitación y desaparición de los glaciares.

La pérdida de biodiversidad es uno de los principales efectos del cambio climático ya que genera la migración de especies de zonas más cálidas a zonas más frías, extinción de especies a nivel local, regional y global y cambios de cada especie dentro de una comunidad en cuanto a abundancia absoluta y relativa (Convenio sobre la Diversidad Biológica [CDB], citado por la FAO, 2016).

- Flujos y almacenes de carbono en ecosistemas forestales

Según Ordóñez (1999), los flujos y almacenes de carbono en un ecosistema forestal, donde encontramos el follaje, las ramas, las raíces, el tronco, los desechos, los productos y la materia orgánica son almacenes de carbono, los mismos que se

reincorporan al ciclo por descomposición y/o quema de la biomasa de los bosques (Figura 3).

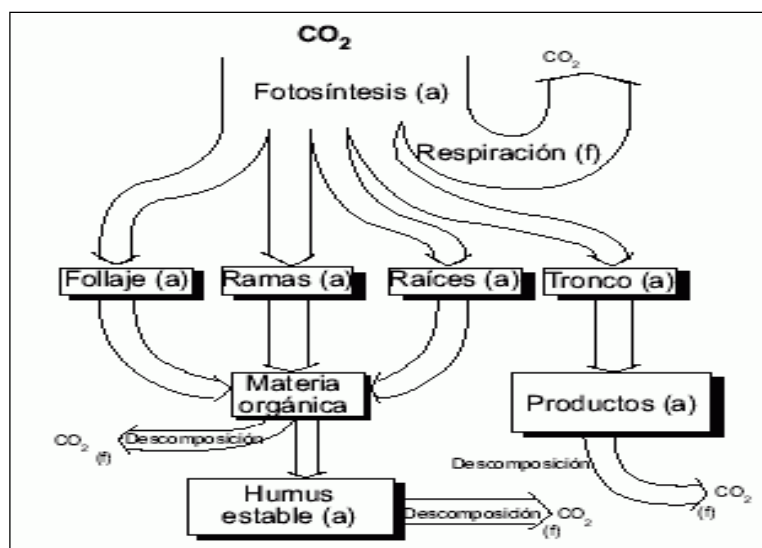


Figura 3. Diagrama simplificado de los flujos y almacenes de carbono en ecosistemas forestales.

Fuente: Ordóñez, 1999.

- Deforestación de los bosques primarios y sus impactos ambientales

La deforestación es el reemplazo de la cobertura boscosa por otro tipo de uso de la tierra o la disminución de la cobertura boscosa en un límite de 10 %, estas pérdidas de vegetación pueden ser causadas por actividades antropogénicas como por ejemplo cultivos agrícolas y por perturbaciones naturales como por ejemplo los incendios forestales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2005).

Según la FAO (2005), en la Amazonia peruana la biomasa aérea que tienen los bosques representa entre 100 y 400 t/ha. De los cuales el 50 % aproximadamente de toda la biomasa aérea es carbono, estos valores indican que los bosques de la amazonia peruana capturan y almacenan entre 50 y 200 toneladas de carbono por hectárea.

El Perú cuenta con 72 millones de hectáreas de bosques, de los cuáles 67.98 millones de hectáreas corresponden a bosques amazónicos húmedos y 4.02 millones son de

bosques secos; con esta superficie Perú se ubica en el segundo lugar en extensión de bosques naturales a nivel de Sudamérica y en el décimo lugar a nivel mundial, esto representa cerca del 60 % del territorio peruano (FAO, 2013). Las extensiones de bosque están disminuyendo considerablemente ya que se reporta una tasa de deforestación anual de bosques de 120 millones de hectáreas, poniendo en riesgo y disminuyendo la diversidad florística de los diversos ecosistemas, así como los sumideros de carbono. Asimismo, durante el periodo 2008 al 2017, la región San Martín presentó una deforestación anual de 24 719 ha/año, siendo las causas principales el cambio de uso de suelo, la agricultura extensiva y migratoria, generando el incremento de gases de efecto invernadero a la atmósfera (MINAM, 2019).

El MINAM utilizó imágenes de Landsat MSS para evaluar la deforestación en la amazonía peruana, los resultados de este análisis indican una tasa de deforestación de 149 631 ha/año del año 1990 al 2000, de 91 100 ha del año 2000 al 2005 y de 163 300 ha/año del año 2005 al 2009. En fechas más recientes el MINAM publicó un análisis de la deforestación en la amazonia hasta el 2011, para lo cual utilizó imágenes Landsat 5 y Landsat 7 con una resolución de 30m x 30m. Los resultados del análisis indican una tasa de deforestación de 108 571 ha de 2009 al 2010 y de 103 380 ha de 2010 al 2011 (MINAM, 2012).

La deforestación no solo supone la pérdida de cobertura vegetal, si no que trae consigo un gran impacto negativo sobre el medio ambiente. Pues la flora y fauna existente son dependientes entre sí. Además de que los servicios ambientales se ven afectados o reducidos como por ejemplo la provisión de plantas medicinales, la regulación hídrica y el servicio de captura de carbono. Asimismo, las poblaciones nativas que habitan los bosques se ven afectados por que ellos dependen directamente de los bienes y servicios que obtiene de los bosques (frutos y animales) (Marcano, 2007).

Los árboles cumplen un papel muy importante en el ciclo del agua, ya que retienen el agua, para luego liberarla a la atmósfera mediante el proceso de evapotranspiración. Este ciclo es muy importante en el ecosistema debido a que los seres vivos dependen

del agua para subsistir. Cuando los árboles son talados, la retención de agua es menor y trae como consecuencia un clima más seco. La pérdida de la cobertura boscosa trae consecuencias sobre el suelo la erosión, ya que las plantas facilitan la sujeción del suelo evitando que las partículas de suelo sean llevadas hacia los cuerpos superficiales de agua (Marcano, 2007).

La deforestación incrementa el dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera debido a que los bosques almacenan carbono en su biomasa, y al ser cortados y quemados, el carbono se emana hacia a la atmósfera. El dióxido de carbono es el principal gas de efecto invernadero, la tala de los árboles provoca la emisión de grandes cantidades de gases y esto a su vez aumenta el cambio climático; sin embargo, la vegetación tiene la capacidad de asimilar el carbono e incorporar a su estructura, a través de la fotosíntesis, por lo cual los bosques son importantes sumideros de carbono (Ordóñez y Masera, 2001).

Los principales efectos de la deforestación, según Lal (1998) son:

Efectos locales

- Cambios en el microclima: La deforestación trae cambios severos en el microclima, debido a que la deforestación reduce los sumideros de carbono. Los parámetros de microclima como, por ejemplo: humedad relativa, precipitación, temperatura máxima y mínima, velocidad del viento, radiación solar son generalmente incrementados.
- Deterioro de las propiedades del suelo: La deforestación ocasiona un impacto severo sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. La magnitud de los impactos producidos por la deforestación en las propiedades del suelo, depende directamente del tipo de ecosistema terrestre que es talado y además de las técnicas utilizadas para eliminar la cobertura boscosa.

Efectos regionales

La deforestación ocasiona drásticos efectos regionales sobre el balance hidrológico, transporte de sedimentos, calidad de agua, incremento de la temperatura promedio, reducción de la evapotranspiración, etc.

Efectos globales

A nivel mundial, la deforestación ocasiona severos efectos, principalmente afecta al balance del carbono, las emisiones de dióxido de carbono hacia la atmósfera, incrementa la temperatura y altera las precipitaciones en el planeta tierra.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo de investigación

Hernández, Fernández y Baptista (2014) afirman que, en una investigación descriptiva se selecciona las variables o conceptos para ser evaluados de manera independiente con la finalidad de describir cada variable evaluada. Por ello la presente investigación es de tipo descriptiva, dado que las variables han sido evaluadas de manera independiente con el fin de determinar la cantidad de carbono almacenado además de determinar la composición de la vegetación arbórea del bosque de las Nuwas, mediante el método indirecto y la recolección de datos obtenidos en campo.

2.2. Lugar y fecha

La investigación se llevó a cabo en el bosque de las Nuwas de la comunidad nativa Shampuyacu, la cual se localiza en el distrito de Awajun, provincia Rioja, región San Martín; y tuvo una duración de seis meses.

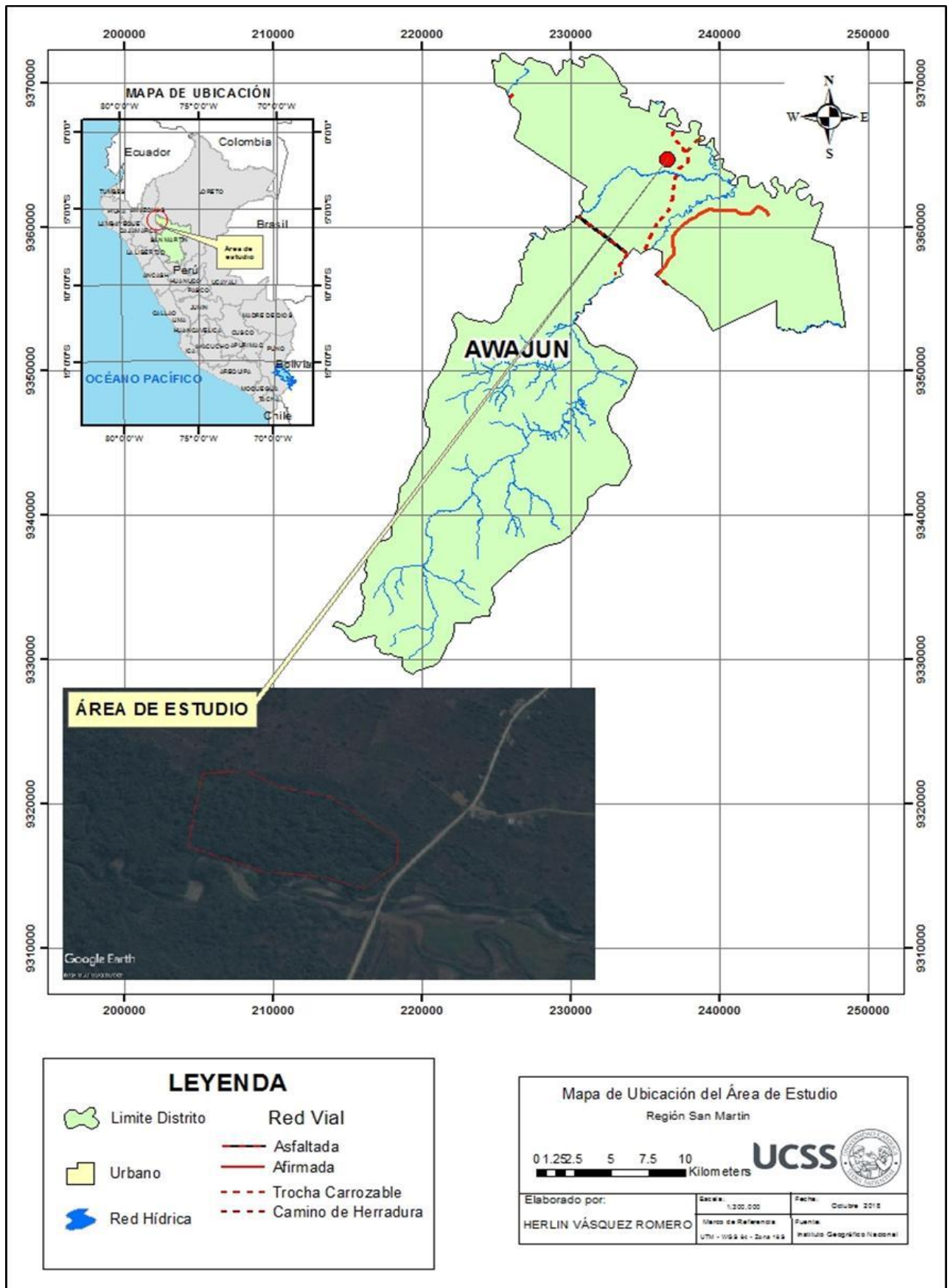


Figura 4. Mapa de ubicación del área de estudio, polígono rojo: Bosque de las Nuwas.

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población y muestra

La población estuvo constituida por 8.9 ha del bosque de las Nuwas, en la comunidad nativa Shampuyacu, distrito de Awajun.

La muestra estuvo constituida por 5 parcelas al azar con dimensiones de 40 x 50 m.

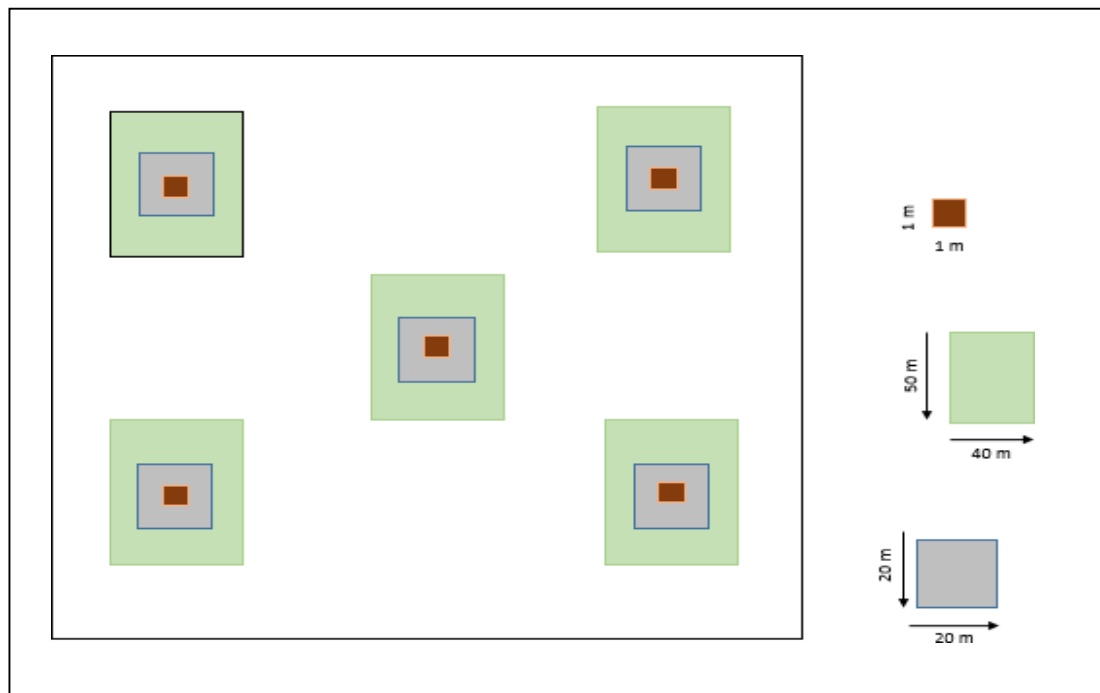


Figura 5. Diseño de distribución de parcelas de muestreo. ■ Parcela de identificación de especies y medición de DAP ≥ 30 cm, ■ Parcela de identificación de especies y medición de DAP ≥ 10 cm, ■ Parcela de muestreo de hojarasca.

Fuente: Adaptado de guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales (ICRAF, 2009).

2.4. Descripción de la investigación

2.4.1. Fase preliminar

Se realizó primeramente el reconocimiento del área en estudio, luego se elaboró un mapa base de la zona con la ubicación de los puntos de muestreo y seguidamente se elaboró las fichas para la recolección de datos en campo.

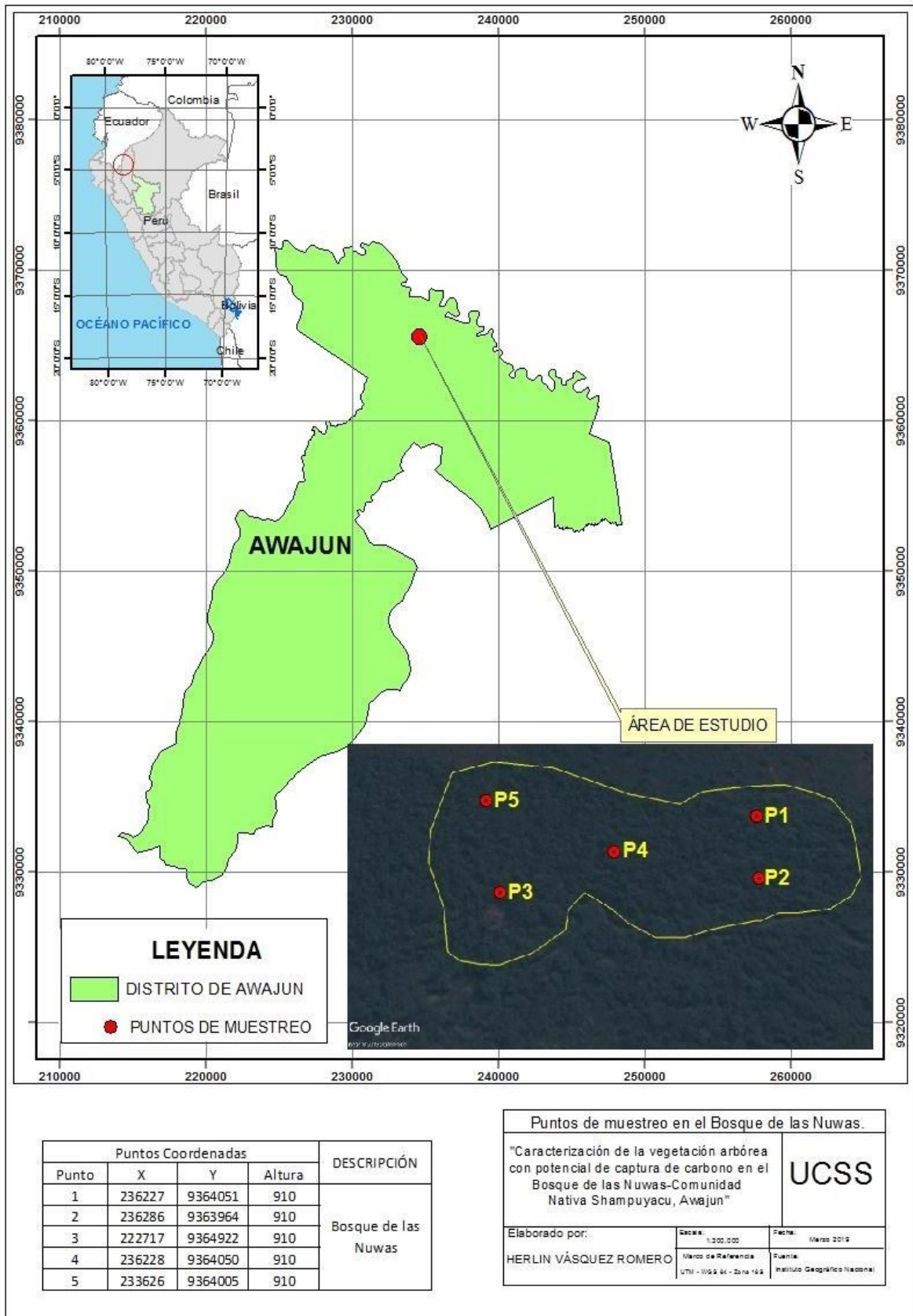


Figura 6. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo: El bosque de las Nuwas.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.2. Fase de campo

En esta fase de campo las dimensiones de las parcelas de muestreo y recojo de las muestras de cada parcela se realizó en base a la metodología que fue desarrollada por el ICRAF (2009) en la “Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales”, por lo cual se describe a continuación.

- Establecimiento del área para la toma de muestra

Se ubicó y reconoció el área de 8.9 ha del bosque las Nuwas, luego se registró los puntos de ubicación de las parcelas con la ayuda de un GPS (Figura 7) y se delimitó cada parcela de 40 x 50 m y sub parcelas de 20 x 20 m con cinta amarilla para luego ser georreferenciados (Figuras 8 y 9).



Figura 7. Georeferenciación de las parcelas.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. Medición de la parcela.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 9. Delimitación de la parcela.

Fuente: Elaboración propia.

- Procedimiento para la caracterización de la vegetación arbórea

En cada parcela de 40 x 50 m se realizó la enumeración al 100 % de todas las especies arbóreas con DAP \geq 30 cm existentes en cada parcela, usando cintas de plástico blanco previamente codificadas, y en las subparcelas de 20 x 20 m se realizó la enumeración al 100 % de todas las especies arbóreas con DAP \geq 10 cm, ya que los árboles grandes representan el componente más importante de la biomasa en los bosques amazónicos (Chave, Condit, Caspersen, Foster y Hubbell, 2003). Cada individuo inventariado se registró con el nombre común, con la ayuda de un matero y asesor. Las especies identificadas se registraron en un formato previamente establecido (Figuras 10 y 11).



Figura 10. Enumeración de las especies arbóreas.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 11. Identificación de las especies arbóreas.

Fuente: Elaboración propia.

- Procedimiento para la estimación de biomasa aérea

En cada parcela y subparcelas de muestreo se realizó la medición del DAP (cm) de los árboles encontrados, haciendo uso de una forcípula (Figura 12), fórmulas matemáticas ya existentes para bosques primarios y se determinó la biomasa aérea (Rugnitz, Chacon y Porro, 2009).



Figura 12. Medición del DAP de las especies arbóreas.

Fuente: Elaboración propia.

- Procedimiento para la estimación de necromasa (Hojarasca)

Se usó un cuadrante de madera de 1 m² (1 m x 1 m), que se estableció al azar dentro de cada parcela, todas las hojas de las especies arbóreas, arbustos, herbáceas y otros que se encontró en cada cuadrante se recolectó. La muestra de cada cuadrante se recolectó en bolsas de plástico. Del total de la muestra fresca recolectada se extrajo una sub muestra de 200 g y se secó en una estufa a 60 °C, por 24 horas hasta obtener un peso constante lo cual ayudó a determinar la cantidad de carbono (Figuras 13, 14, 15 y 16).



Figura 13. Marco para la recolección de hojarasca.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 14. Recolección de la muestra de hojarasca.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 15. Pesado de toda la muestra de hojarasca en el marco de 1 m².

Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. Pesado de la muestra de 200g.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.3. Fase de laboratorio y gabinete

En esta fase se analizaron las muestras de hojarasca tomadas en la fase anterior. Los análisis se realizaron en el laboratorio de suelos del Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM) (Figuras 17 y 18). Además, se determinó la clasificación taxonómica de cada especie en la base de datos electrónicas de la página de Tropicos.org. Missouri Botanical Garden (MGB). Con los datos obtenidos de campo y de laboratorio se realizaron las tabulaciones y procesamiento de los datos, y luego de hacerse las interpretaciones se concluyó con la redacción del informe final.



Figura 17. Pesado de muestras de hojarasca

Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. Secado de muestras en la estufa.

Fuente: Elaboración propia.

2.5. Identificación de variables y su mensuración

a. Caracterización de la vegetación arbórea

Análisis estructural

Se aplicó los siguientes parámetros, según MINAM, (2015):

- Abundancia absoluta (Aa):

Expresa el número total de individuos de cada especie existente en el área de estudio.

- Abundancia relativa (Ar):

Indica la participación de los individuos de cada especie en porcentaje.

$$Ar = \frac{Ae}{Aa} \times 100$$

Donde:

Ae = Número de individuos de cada especie.

Aa = Número total de individuos de todas las especies.

- Dominancia absoluta (Da):

Es la suma total de las áreas basales (AB) de los individuos de todas las especies.

$$AB = \frac{\pi}{4} (dap)^2$$

Donde:

Da = \sum Áreas basales

- Dominancia relativa (Dr):

Es el valor expresado en porcentaje de la dominancia absoluta.

$$Dr = \frac{De}{Da} \times 100$$

Donde:

De = Dominancia de la especie

- Índice de valor de importancia simplificado (IVI) de las especies

El índice de valor de importancia se calculó de la siguiente manera:

$$IVI = \text{Abundancia relativa} + \text{Dominancia relativa}$$

Donde:

Abundancia relativa = $\text{Número de individuos-especies} \times 100 / \text{Total de individuos}$.

Dominancia relativa = $\Sigma \text{ de áreas basales-especie} \times 100 / \Sigma \text{ Total de AB}$.

b. Inventario biométrico

De acuerdo al registro de las especies arbóreas en las parcelas de muestreo, se registró el diámetro altura de pecho (DAP).

c. Carbono de la biomasa arbórea viva (t/ha)

Para determinar la cantidad de biomasa de todos los árboles medidos y registrados (BA) en las parcelas de 40 m x 50 m y subparcelas de 20 x 20 m, se realizó mediante la aplicación de la siguiente fórmula matemática para bosque primario (Chave *et al.*, 2005).

$$BA = \text{Exp} (-2,977 + \ln (0.64 \times \text{dap}^2 \times h))$$

Donde:

BA = Biomasa arbórea en kg.

dap = Diámetro a la altura de pecho en cm.

h = Altura en m.

Para calcular la altura estimada de los individuos se usó la ecuación relacionada al diámetro (Honorio, 2009).

$$H = 11,312 \times \ln (\text{DAP}) - 12,344$$

Luego, para estimar la cantidad de biomasa/ha, se sumó la biomasa de todos los árboles medidos y registrados por cada parcela (Rugnitz *et al.*, 2009).

$$BA = (\Sigma AB / 1000) \times (10000 / \text{área de la parcela})$$

Donde:

BA= Biomasa arbórea (t/ha).

$\sum AB$ = Sumatoria de la biomasa arbórea de todos los árboles de la parcela (kg)

Factor 1000= Conversión de las unidades de la muestra de kg a t.

Factor 10000= Conversión del área (m²) de hectárea.

Para el cálculo del carbono en la biomasa aérea por hectárea, seguimos lo siguiente:

$$AC = (BA \times CF)$$

Donde:

AC= Cantidad de carbono en la biomasa arbórea (tC/ha).

BA= Biomasa arbórea (t/ha).

CF= Fracción de carbono, valor estándar del IPCC es 0.5.

d. Carbono de la necromasa (Hojarasca)

Para calcular la biomasa de la hojarasca, se utilizó la siguiente ecuación (Arévalo, Alegre y Palm, 2003):

$$Bh \text{ (t/ha)} = [(PSM/PFM \times PFT) \times 40]$$

Donde:

Bh= Biomasa de la hojarasca, materia seca.

PSM= Peso seco de la muestra colectada (g).

PFM= Peso fresco de la muestra colectada (g).

PFT= Peso fresco total por metro cuadrado (kg).

Factor de conversión= 40.

Para el cálculo del carbono en la biomasa de hojarasca por hectárea (Arévalo *et al.*, 2003), seguimos lo siguiente:

$$AC = (Bh \times CF)$$

Donde:

AC= Cantidad de carbono en la biomasa de hojarasca (tC/ha)

Bh= Biomasa de hojarasca (t/ha).

CF= Fracción de carbono, valor estándar del IPCC es 0.5.

e. Carbono total almacenado en el bosque evaluado

Se obtuvo mediante la suma total de carbono estimado en cada variable evaluada.

Cálculo del carbono en la biomasa vegetal total (t/ha) (Arévalo *et al.*, 2003)

$$CBV \text{ (t/ha)} = BA + BH$$

Donde:

CBV= Carbono en la biomasa vegetal.

BA= Biomasa arbórea en tC/ha.

BH= Biomasa de hojarasca en tC/ha.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

A continuación, se muestra los resultados obtenidos luego de haber procesado la información recolectada en el bosque de las Nuwas, respecto a las variables en estudio: caracterización de la vegetación arbórea, inventario biométrico, carbono de la biomasa arbórea viva, necromasa y carbono total almacenado.

3.1. Caracterización arbórea e inventario biométrico

3.1.1. Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 1

La Tabla 1, muestra las especies identificadas en la parcela N° 1, en el cual se realizó con la ayuda de un matero y asesor, llegándose a determinar que la especie más abundante es la “mullaca” (*Myrsine oligophylla* Zahlbruckner.) con 17 individuos que pertenece a la familia Meliaceae y las especies arbóreas menos abundantes son: “alfaro” (*Calophyllum brasiliense* Cambess.), “cético” (*Cecropia sciadophylla* Mart.), “cumala” (*Virola sebijera* Aubl.) y “tornillo” (*Cedrelinga cateniformis* Ducke.) (1 especie cada una). Además, la especie con mayor diámetro altura de pecho (DAP) fue la especie “alfaro” (*Calophyllum brasiliense*) con 42 cm de DAP y así mismo la especie con mayor área basal con 0.139 m² y la especie con menor DAP y área basal fue la especie “tornillo” (*Cedrelinga cateniformis*) con 12.5 cm y 0.012 m² respectivamente.

Tabla 1
Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 1

Nombre común	Nombre científico	Familia	N° de individuos	DAP (cm)	AB (m ²)
Alfaro	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Calophyllaceae	1	42	0.139
Cético	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Urticaceae	1	36	0.102
Cumala	<i>Virola sebifera</i>	Myristicaceae	1	31	0.075
Moena blanca	<i>Nectandra globosa</i>	Lauraceae	2	41	0.132
				32.5	0.083
				22	0.038
				23	0.042
				17.5	0.024
				18.5	0.027
				19.5	0.028
				21	0.035
Mullaca	<i>Myrsine oligophylla</i>	Myrsinaceae	17	14.5	0.017
				21.5	0.036
				22	0.038
				18	0.025
				16	0.020
				27	0.057
				18	0.025
				40.5	0.129
Piñaquiro	<i>Hieronyma oblonga</i>	Phyllanthaceae	2	40	0.126
				37	0.108
Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae	1	33	0.086
				21	0.035
Uvilla	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Urticaceae	2	13	0.013
				12.5	0.012
				15.5	0.019
				32	0.080

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 2

La Tabla 2, muestra las especies identificadas en la parcela N° 2, llegándose a determinar que la especie más abundante es el “tornillo” (*Cedrelinga cateniformis*) (10 individuos) que pertenece a la familia Fabaceae y las especies arbóreas menos abundantes son: “alfaro” (*Calophyllum brasiliense*), “palta moena” (*Aniba panurensis* (Meisn.) Mez), “peine de mono” (*Apeiba aspera* Aubl.) (1 individuo cada una). Además, la especie con mayor DAP fue la especie “alfaro” (*Calophyllum brasiliense*) con 57 cm de DAP y así mismo la especie

con mayor área basal con 0.255 m² y las especies con menor DAP y área basal fueron las especies “tornillo” (*Cedrelinga cateniformis*) y “huacapu” (*Minquartia guianensis* Aubl.) con 10 cm y 0.008 m² cada una.

Tabla 2
Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 2

Nombre común	Nombre científico	Familia	N° de Individuos	DAP (cm)	AB (m ²)
Alfaro	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Calophyllaceae	1	57	0.255
				22	0.038
Canela moena	<i>Aniba canelilla</i>	Lauraceae	3	21	0.035
				10	0.008
				10	0.008
Cumala	<i>Virola sebifera</i>	Myristicaceae	3	11.5	0.010
				13.5	0.014
				24.5	0.047
Huacapu	<i>Minquartia guianensis</i>	Olacaceae	4	14	0.015
				10	0.008
				10	0.008
Lanche	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Myrtaceae	2	42	0.139
				20	0.031
				18.5	0.027
				17.5	0.024
Moena	<i>Aniba amazónica</i>	Lauraceae	5	16	0.020
				33	0.086
				39	0.119
				37	0.108
Moena blanca	<i>Nectandra globosa</i>	Lauraceae	3	30	0.071
				27	0.057
				13	0.013
				11.5	0.010
Mullaca	<i>Myrsine oligophylla</i>	Myrsinaceae	7	21	0.035
				25	0.049
				33	0.086
				43	0.145
Peine de Mono	<i>Apeiba aspera</i>	Malvaceae	1	39	0.119
				30	0.071

(continuación)

				2.45	0.047
Piñaquiro	<i>Hieronyma oblonga</i>	Phyllanthaceae	3	31	0.075
				35	0.096
				13	0.013
				29.5	0.068
				13	0.013
				11	0.010
Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae	10	10	0.008
				13	0.013
				40	0.126
				34	0.091
				40	0.126
				37	0.108
				40	0.126
Uvilla	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Urticaceae	3	39	0.119
				45	0.159

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3. Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 3

La Tabla 3, muestra las especies identificadas en la parcela N° 3, llegándose a determinar que la especie más abundantes son: “moena” (*Aniba amazónica* Mez) (5 individuos) que pertenece a la familia Lauraceae y “tornillo” (*Cedrelinga cateniformis*) (5 individuos) que pertenece a la familia Fabaceae, las especies arbóreas menos abundantes son: “canela moena” (*Aniba canelilla* (Kunth) Mez), “cumala” (*Virola sebifera*), “moena amarilla” (*Aniba hostmanniana* (Nees) Mez), “palta moena” (*Aniba panurensis*) y “peine de mono” (*Apeiba aspera*) (1 individuo cada una). Además, la especie con mayor DAP fue la especie “moena blanca” (*Nectandra globosa* (Aubl.) Mez) con 46 cm de DAP y así mismo la especie con mayor área basal con 0.166 m² y las especies con menor DAP y área basal fueron las especies “moena” (*Aniba amazónica*) y “moena amarilla” (*Aniba hostmanniana*) con 10 cm y 0.008 m² cada especie.

Tabla 3
Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 3

Nombre común	Nombre científico	Familia	N° de individuos	DAP (cm)	AB (m ²)
Alfaro	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Calophyllaceae	2	23	0.042
				11	0.010
Canela moena	<i>Aniba canelilla</i>	Lauraceae	1	39	0.119
Cumala	<i>Virola sebifera</i>	Myristicaceae	1	25	0.049
Huacapu	<i>Miquartia guianensis</i>	Olacaceae	2	11.5	0.010
				18.5	0.027
				11.5	0.010
				10	0.008
Moena	<i>Aniba amazónica</i>	Lauraceae	5	12	0.011
				32	0.080
				32	0.080
Moena Amarilla	<i>Aniba hostmanniana</i>	Lauraceae	1	10	0.008
				46	0.166
Moena Blanca	<i>Nectandra globosa</i>	Lauraceae	3	38	0.113
				34	0.091
Mullaca	<i>Myrsine oligophylla</i>	Myrsinaceae	2	17.5	0.024
				21	0.035
Palta Moena	<i>Aniba panurensis</i>	Lauraceae	1	42	0.139
Peine de Mono	<i>Apeiba aspera</i>	Malvaceae	1	14	0.015
Piñaquiro	<i>Hieronyma oblonga</i>	Phyllanthaceae	2	12.5	0.012
				34	0.091
				20	0.031
				30	0.071
Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae	5	21	0.035
				16	0.020
				21.5	0.036
Uvilla	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Urticaceae	2	10.5	0.009
				16	0.020

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4. Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 4

La Tabla 4, muestra las especies identificadas en la parcela N° 4, llegándose a determinar que la especie más abundante es el “moena” (*Aniba amazónica*) (7 individuos) que pertenece a la familia Lauraceae y las especies arbóreas menos abundantes son: “cético” (*Cecropia*

obtusifolia), “lanche” (*Myrcianthes rhopaloides* Kunth), “moena blanca” (*Nectandra reticulada*), “palta moena” (*Aniba panurensis*) y “peine de mono” (*Apeiba aspera*) (1 especie cada una). Además, la especie con mayor DAP fue la especie “tornillo” (*Cedrelinga cateniformis*) con 61.5 cm de DAP y así mismo la especie con mayor área basal con 0.297 m² y las especie con menor DAP y menor área basal fue la especie “piñaqui” (*Hieronyma oblongo* Allemão.) con 11 cm de y 0.010 m² respectivamente.

Tabla 4
Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 4

Nombre común	Nombre científico	Familia	N° de individuos	DAP (cm)	AB (m ²)
Alfaro	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Calophyllaceae	2	26	0.053
				40	0.126
Canela moena	<i>Aniba canelilla</i>	Lauraceae	2	12	0.011
				23	0.042
Cético	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Urticaceae	1	46	0.166
				19	0.028
Huacapu	<i>Minuartia guianensis</i>	Olacaceae	3	14	0.015
				23.5	0.043
Lanche	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Myrtaceae	1	13	0.013
				13	0.013
				12.5	0.012
				20	0.031
Moena	<i>Aniba amazónica</i>	Lauraceae	7	21	0.035
				15.5	0.019
				39.5	0.123
				42	0.139
Moena Blanca	<i>Nectandra globosa</i>	Lauraceae	1	23	0.042
Mullaca	<i>Myrsine oligophylla</i>	Myrsinaceae	2	16.5	0.021
				48	0.181
Palta Moena	<i>Aniba panurensis</i>	Lauraceae	1	48.3	0.183
Peine de Mono	<i>Apeiba aspera</i>	Malvaceae	1	36.5	0.105
				17	0.023
Piñaqui	<i>Hieronyma oblonga</i>	Phyllanthaceae	4	11	0.010
				28.5	0.064
				31.5	0.078

(continuación)

				44	0.152
				40	0.126
Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae	5	41	0.132
				50	0.196
				61.5	0.297
Uvilla	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Urticaceae	2	35	0.096
				20	0.031

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5. Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 5

La Tabla 5, muestra las especies identificadas en la parcela N° 5, llegándose a determinar que la especie más abundante es el “moena” (*Aniba amazónica*) (8 individuos) que pertenece a la familia Lauraceae y las especies arbóreas menos abundantes son: “lanche” (*Myrcianthes rhopaloides*), “moena blanca” (*Nectandra globosa*), “palta moena” (*Aniba panurensis*) y “peine de mono” (*Apeiba aspera*) (1 especie cada una). Además, la especie con mayor DAP fue la especie “mullaca” (*Myrsine oligophylla*) con 56 cm de DAP y así mismo la especie con mayor área basal con 0.246 m² y las especie con menor DAP y área basal fue la especie “tornillo” (*Cedrelinga cateniformis*) con 10 cm y 0.008 m² respectivamente.

Tabla 5
Especies arbóreas identificadas en la parcela N° 5

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	N° de Individuos	DAP (cm)	AB (m ²)
Canela moena	<i>Aniba canelilla</i>	Lauraceae	2	13.5	0.014
				11.2	0.010
Cético	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Urticaceae	2	24.5	0.047
				34	0.091
				12	0.011
				13	0.013
Huacapu	<i>Minquartia guianensis</i>	Olacaceae	5	11.5	0.010
				10.5	0.009
				15.5	0.019

(continuación)

Lanche	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Myrtaceae	1	10.2	0.008
				19	0.028
				19	0.028
				12	0.011
Moena	<i>Aniba amazónica</i>	Lauraceae	8	19.5	0.030
				35.5	0.099
				30.5	0.073
				33	0.086
Moena Blanca	<i>Nectandra globosa</i>	Lauraceae	1	19.5	0.030
				24	0.045
				36	0.102
Mullaca	<i>Myrsine oligophylla</i>	Myrsinaceae	5	56	0.246
				44	0.152
				30	0.071
Palta Moena	<i>Aniba panurensis</i>	Lauraceae	1	32	0.080
Peine de Mono	<i>Apeiba aspera</i>	Malvaceae	1	12	0.011
				12	0.011
Piñaquiro	<i>Hieronyma oblonga</i>	Phyllanthaceae	5	19	0.028
				28	0.062
				18	0.025
				18	0.025
Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae	4	15.5	0.019
				14.3	0.016
				45	0.159
				35	0.096
Uvilla	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Urticaceae	5	10	0.008
				17	0.023
				11	0.010
				13.5	0.014
				35.5	0.099

Fuente: Elaboración propia.

3.1.6. Abundancia, Dominancia e Índice de Valor de Importancia de las especies identificadas en el área de estudio

La Tabla 6, muestra que la especie más abundante, dominante y con mayor índice de valor de importancia en el área de estudio fue la “mullaca” (*Myrsine oligophylla*) (33 plantas) que representa el 19.186 %, 21.152 %, 40.338 % y la especie con menos abundancia, dominancia y con menor índice de valor de importancia en el área de estudio fue la “moena amarilla” (*Aniba hostmanniana*) que representa el 0.581 %, 0,076 %, 0.657 % del total de especies identificadas en el bosque las Nuwas, Además el índice de valor de importancia de las

especies identificadas en el área de estudio fue de 200 %. Las especies más abundantes en el bosque las Nuwas son: *Myrsine oligophylla*, *Cedrelinga cateniformis*, *Minquartia guianensis* y *Aniba amazónica*.

Tabla 6
Abundancia, Dominancia e Índice de Valor de Importancia de las especies identificadas en el área de estudio

Especie	Nombre científico	Familia	Cantidad	Abundancia %	Dominancia %	I.V.I %
Alfaro	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Calophyllaceae	6	3.488	6.067	9.555
Canela moena	<i>Aniba canelilla</i>	Lauraceae	8	4.651	2.689	7.340
Cético	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Urticaceae	4	2.326	3.941	6.267
Cumala	<i>Virola sebifera</i>	Myristicaceae	5	2.907	1.514	4.421
Huacapu	<i>Minquartia guianensis</i>	Olacaceae	14	8.140	2.553	10.692
Lanche	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Myrtaceae	4	2.326	1.854	4.180
Moena	<i>Aniba amazónica</i>	Lauraceae	25	14.535	12.347	26.822
Moena Amarilla	<i>Aniba hostmanniana</i>	Lauraceae	1	0.581	0.078	0.659
Moena Blanca	<i>Nectandra globosa</i>	Lauraceae	10	5.814	8.668	14.482
Mullaca	<i>Myrsine oligophylla</i>	Myrsinaceae	33	19.186	21.307	40.493
Palta Moena	<i>Aniba panurensis</i>	Lauraceae	3	1.744	3.902	5.646
Peine de Mono	<i>Apeiba aspera</i>	Malvaceae	4	2.326	1.961	4.286

(continuación)

Piñaquiro	<i>Hieronyma oblonga</i>	Phyllanthaceae	16	9.302	6.067	15.369
Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae	25	14.535	19.161	33.696
Uvilla	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Urticaceae	14	8.140	7.892	16.031
Total			172	100	100	200

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Carbono de la biomasa arbórea viva

3.2.1. Carbono de la biomasa arbórea en la parcela N° 1

La Tabla 7, muestra que la especie con mayor DAP y altura fue la especie “Alfaro” (*Calophyllum brasiliense*) con 42 cm y 29.937 cm y la biomasa arbórea viva total en la parcela N° 1 fue de 84.760 t/ha, y el contenido de carbono fue de 42.380 t.

Tabla 7
Carbono de la biomasa arbórea en la parcela N° 1

Nombre común	Nombre científico	N° de individuos	DAP (cm)	Altura (m)	Biomasa arbórea (kg)	Biomasa arbórea (t/ha)	C(t)
Alfaro	<i>Calophyllum brasiliense</i>	1	42	29.937	1721.810	8.609	4.305
Cético	<i>Cecropia sciadophylla</i>	1	36	28.193	1191.319	5.957	2.978
Cumala	<i>Virola sebifera</i>	1	31	26.501	830.377	4.152	2.076
Moena blanca	<i>Nectandra globosa</i>	2	41	29.664	1625.854	8.129	4.065
			32.5	27.036	931.089	4.655	2.328
			22	2.622	356.993	1.785	0.892
			23	3.125	398.857	1.994	0.997
			17.5	0.033	200.038	1.000	0.500
Mullaca	<i>Myrsine oligophylla</i>	17	18.5	0.662	230.567	1.153	0.576
			19.5	1.257	263.550	1.318	0.659
			21	2.096	317.710	1.589	0.794
			14.5	7.906	122.749	0.614	0.307
			21.5	2.362	337.031	1.685	0.843
			22	2.622	356.993	1.785	0.892

(continuación)

			18	0.352	214.998	1.075	0.537
			16	9.020	158.754	0.794	0.397
			27	4.939	592.766	2.964	1.482
			18	0.352	214.998	1.075	0.537
			40.5	9.525	1579.018	7.895	3.948
			40	9.385	1532.940	7.665	3.832
			37	8.503	1272.257	6.361	3.181
			33	7.208	966.090	4.830	2.415
Piñaquiro	<i>Hieronyma oblonga</i>	2	21	2.096	317.710	1.589	0.794
			13	6.671	91.860	0.459	0.230
Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	1	12.5	6.227	82.669	0.413	0.207
Uvilla	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	15.5	8.660	146.174	0.731	0.365
			32	6.860	896.805	4.484	2.242
Total					16951.974	84.760	42.380

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Carbono de la biomasa arbórea en la parcela N° 2

La Tabla 8, muestra que la especie con mayor DAP y altura fue la especie “Alfaro” (*Calophyllum brasiliense*) con 57 cm y 33.391 m, y la biomasa arbórea viva total en la parcela N° 2 fue de 163.189 t/ha, y el contenido de carbono fue de 81.594 t.

Tabla 8
Carbono de la biomasa arbórea en la parcela N° 2

Nombre Común	Nombre Científico	N° de Individuos	DAP (cm)	Altura (m)	Biomasa arbórea (kg)	Biomasa arbórea (t/ha)	C(t)
Alfaro	<i>Calophyllum brasiliense</i>	1	57	33.391	3537.239	17.686	8.843
Canela moena	<i>Aniba canelilla</i>	3	22	22.622	356.993	1.785	0.892
			21	22.096	317.710	1.589	0.794
			10	13.703	44.678	0.223	0.112
			10	13.703	44.678	0.223	0.112
Cumala	<i>Virola sebifera</i>	3	11.5	15.284	65.904	0.330	0.165
			13.5	17.098	101.599	0.508	0.254
			24.5	23.839	466.565	2.333	1.166
Huacapu	<i>Minquartia guianensis</i>	4	14	17.509	111.893	0.559	0.280
			10	13.703	44.678	0.223	0.112
			10	13.703	44.678	0.223	0.112
Lanche	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	2	42	29.937	1721.810	8.609	4.305
			20	21.544	280.974	1.405	0.702

(continuación)

			18.5	20.662	230.567	1.153	0.576
			17.5	20.033	200.038	1.000	0.500
Moena	<i>Aniba</i>	5	16	19.020	158.754	0.794	0.397
	<i>amazónica</i>		33	27.208	966.090	4.830	2.415
			39	29.098	1443.048	7.215	3.608
			37	28.503	1272.257	6.361	3.181
			30	26.130	766.784	3.834	1.917
Moena blanca	<i>Nectandra</i>	3	27	24.939	592.766	2.964	1.482
	<i>globosa</i>		13	16.671	91.860	0.459	0.230
			11.5	15.284	65.904	0.330	0.165
			21	22.096	317.710	1.589	0.794
Mullaca	<i>Myrsine</i>	7	25	24.068	490.460	2.452	1.226
	<i>oligophylla</i>		33	27.208	966.090	4.830	2.415
			43	30.203	1820.824	9.104	4.552
			39	29.098	1443.048	7.215	3.608
			30	26.130	766.784	3.834	1.917
Peine de Mono	<i>Apeiba aspera</i>	1					
	<i>Hieronyma</i>	3	24.5	23.839	466.565	2.333	1.166
Piñaquiuro	<i>oblonga</i>		31	26.501	830.377	4.152	2.076
			35	27.874	1113.326	5.567	2.783
			13	16.671	91.860	0.459	0.230
			29.5	25.940	736.043	3.680	1.840
Tornillo	<i>Cedrelinga</i>	10	13	16.671	91.860	0.459	0.230
	<i>cateniformis</i>		11	14.781	58.314	0.292	0.146
			10	13.703	44.678	0.223	0.112
			13	16.671	91.860	0.459	0.230
			40	29.385	1532.940	7.665	3.832
			34	27.546	1038.257	5.191	2.596
			40	29.385	1532.940	7.665	3.832
		37	28.503	1272.257	6.361	3.181	
			40	29.385	1532.940	7.665	3.832
Uvilla	<i>Pourouma</i>	3	39	29.098	1443.048	7.215	3.608
	<i>cecropiifolia</i>		45	30.717	2028.097	10.140	5.070
Total					32637.744	163.189	81.594

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Carbono de la biomasa arbórea de la parcela N° 3

La Tabla 9, muestra que la especie con mayor DAP y altura fue la especie “moena blanca” (*Nectandra globosa*) con 46 cm y 30.966 cm y la biomasa arbórea viva total en la parcela N° 3 fue de 73.922 t/ha, y el contenido de carbono fue de 36.961t.

Tabla 9
Carbono de la biomasa arbórea de la parcela N° 3

Nombre común	Nombre científico	N° de individuos	DAP (cm)	Altura (m)	Biomasa arbórea (kg)	Biomasa arbórea (t/ha)	C(t)
Alfaro	<i>Calophyllum brasiliense</i>	2	23	23.125	398.857	1.994	0.997
			11	14.781	58.314	0.292	0.146
Canela moena	<i>Aniba canelilla</i>	1	39	29.098	1443.048	7.215	3.608
Cumala	<i>Virola sebifera</i>	1	25	24.068	490.460	2.452	1.226
Huacapu	<i>Minuartia guianensis</i>	2	11.5	15.284	65.904	0.330	0.165
			18.5	20.662	230.567	1.153	0.576
			11.5	15.284	65.904	0.330	0.165
			10	13.703	44.678	0.223	0.112
Moena	<i>Aniba amazónica</i>	5	12	15.765	74.020	0.370	0.185
			32	26.860	896.805	4.484	2.242
			32	26.860	896.805	4.484	2.242
Moena Amarilla	<i>Aniba hostmanniana</i>	1	10	13.703	44.678	0.223	0.112
Moena Blanca	<i>Nectandra globosa</i>	3	46	30.966	2136.389	10.682	5.341
			38	28.804	1356.160	6.781	3.390
			34	27.546	1038.257	5.191	2.596
Mullaca	<i>Myrsine oligophylla</i>	2	17.5	20.033	200.038	1.000	0.500
			21	22.096	317.710	1.589	0.794
Palta Moena	<i>Aniba panurensis</i>	1	42	29.937	1721.810	8.609	4.305
Peine de Mono	<i>Apeiba aspera</i>	1	14	17.509	111.893	0.559	0.280
Piñaquiro	<i>Hieronyma oblonga</i>	2	12.5	16.227	82.669	0.413	0.207
			34	27.546	1038.257	5.191	2.596
			20	21.544	280.974	1.405	0.702
			30	26.130	766.784	3.834	1.917
Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	5	21	22.096	317.710	1.589	0.794
			16	19.020	158.754	0.794	0.397
			21.5	22.362	337.031	1.685	0.843
Uvilla	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	10.5	14.255	51.242	0.256	0.128
			16	19.020	158.754	0.794	0.397
Total					14784.471	73.922	36.961

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. Carbono de la biomasa arbórea de la parcela N° 4

La Tabla 10, muestra que la especie con mayor DAP y altura fue la especie “tornillo” (*Cedrelinga cateniformis*) con 61.5 cm y 34.25 m y la biomasa arbórea viva total en la parcela N° 4 fue de 156.646 t/ha, y el contenido de carbono fue de 78.323 t.

Tabla 10
Carbono de la biomasa arbórea de la parcela N° 4

Nombre común	Nombre científico	N° de individuos	DAP (cm)	Altura (m)	Biomasa arbórea (kg)	Biomasa arbórea (t/ha)	C(t)
Alfaro	<i>Calophyllum brasiliense</i>	2	26	24.51	540.261	2.701	1.351
			40	29.38	1532.940	7.665	3.832
Canela moena	<i>Aniba canelilla</i>	2	12	15.77	74.020	0.370	0.185
			23	23.12	398.857	1.994	0.997
Cético	<i>Cecropia sciadophylla</i>	1	46	30.97	2136.389	10.682	5.341
Huacapu	<i>Minuartia guianensis</i>	3	19	20.96	246.749	1.234	0.617
			14	17.51	111.893	0.559	0.28
			23.5	23.37	420.768	2.104	1.052
Lanche	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	1	13	16.67	91.860	0.459	0.23
			13	16.67	91.860	0.459	0.23
			12.5	16.23	82.669	0.413	0.207
			20	21.54	280.974	1.405	0.702
Moena	<i>Aniba amazónica</i>	7	21	22.1	317.710	1.589	0.794
			15.5	18.66	146.174	0.731	0.365
			39.5	29.24	1487.617	7.438	3.719
			42	29.94	1721.810	8.609	4.305
Moena Blanca	<i>Nectandra globosa</i>	1	23	23.12	398.857	1.994	0.997
Mullaca	<i>Myrsine oligophylla</i>	2	16.5	19.37	171.921	0.860	0.43
			48	31.45	2362.367	11.812	5.906
Palta Moena	<i>Aniba panurensis</i>	1	48.3	31.52	2397.350	11.987	5.993
Peine de Mono	<i>Apeiba aspera</i>	1	36.5	28.35	1231.418	6.157	3.079
			17	19.71	185.681	0.928	0.464
Piñaqui	<i>Hieronyma oblonga</i>	4	11	14.78	58.314	0.292	0.146
			28.5	25.55	676.656	3.383	1.692
			31.5	26.68	863.235	4.316	2.158

(continuación)

			44	30.46	1922.914	9.615	4.807
			40	29.38	1532.940	7.665	3.832
Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	5	41	29.66	1625.854	8.129	4.065
			50	31.91	2600.973	13.005	6.502
			61.5	34.25	4223.797	21.119	10.56
Uvilla	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	35	27.87	1113.326	5.567	2.783
			20	21.54	280.974	1.405	0.702
Total					31329.127	156.646	78.323

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5. Carbono de la biomasa arbórea de la parcela N° 5

La Tabla 11, muestra que la especie con mayor DAP y altura fue la especie “Mullaca” (*Myrsine oligophylla*) con 56 cm y 33.19 cm y la biomasa arbórea viva total en la parcela N° 5 es de 110.438 t/ha, y el contenido de carbono es de 55.219 t.

Tabla 11

Carbono de la biomasa arbórea de la parcela N° 5

Nombre común	Nombre científico	N° de individuos	DAP (cm)	Altura (m)	Biomasa arbórea (kg)	Biomasa arbórea (t/ha)	C(t)
Canera	<i>Aniba canelilla</i>	2	15.5	17.1	101.599	0.508	0.254
moena			11.2	14.98	61.288	0.306	0.153
Cético	<i>Cecropia sciadophylla</i>	7	24.5	23.84	466.565	2.333	1.166
			34	27.55	1038.257	5.191	2.596
			12	15.77	74.020	0.370	0.185
Huacapu	<i>Minuartia ouianensis</i>	5	15	16.67	91.860	0.459	0.230
			11.5	15.28	65.904	0.330	0.165
			10.5	14.25	51.242	0.256	0.128
			15.5	18.66	146.174	0.731	0.365
Lanche	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	1	10.2	13.93	47.243	0.236	0.118
			19	20.96	246.749	1.234	0.617
			19	20.96	246.749	1.234	0.617
			12	15.77	74.020	0.370	0.185
Moena	<i>Aniba amazónica</i>	8	19.5	21.26	263.550	1.318	0.659
			35.5	28.03	1151.955	5.760	2.880
			30.5	26.32	798.228	3.991	1.996
			33	27.21	966.090	4.830	2.415
			32	26.86	896.805	4.484	2.242

(continuación)

Moena Blanca	<i>Nectandra globosa</i>	1	19.5	21.26	263.550	1.318	0.659
			24	23.61	443.336	2.217	1.108
			36	28.19	1191.319	5.957	2.978
Mullaca	<i>Myrsine oligophylla</i>	5	56	33.19	3393.742	16.969	8.484
			44	30.46	1922.914	9.615	4.807
			30	26.13	766.784	3.834	1.917
Palta Moena	<i>Aniba panurensis</i>	1	32	26.86	896.805	4.484	2.242
Peine de Mono	<i>Apeiba aspera</i>	1	12	15.77	74.020	0.370	0.185
			12	15.77	74.020	0.370	0.185
			19	20.96	246.749	1.234	0.617
Piñaquiro	<i>Hieronyma oblonga</i>	5	28	25.35	648.004	3.240	1.620
			18	20.35	214.998	1.075	0.537
			18	20.35	214.998	1.075	0.537
			15.5	18.66	146.174	0.731	0.365
Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	4	14.3	17.75	118.339	0.592	0.296
			45	30.72	2028.097	10.140	5.070
Uvilla	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	5	35	27.87	1113.326	5.567	2.783
			10	13.7	44.678	0.223	0.112
			17	19.71	185.681	0.928	0.464
			11	14.78	58.314	0.292	0.146
			13.5	17.1	101.599	0.508	0.254
			35.5	28.03	1151.955	5.760	2.880
Total					22087.698	110.438	55.219

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Carbono de la necromasa (hojarasca) en el bosque de las Nuwas

3.3.1. Carbono de la necromasa (hojarasca) de la parcela N° 1

La Tabla 12, muestra que la necromasa (hojarasca) total en la parcela N° 1 es de 19.274 t/ha, y el contenido de carbono es de 9.367 t.

Tabla 12

Carbono de la necromasa (hojarasca) de la parcela N° 1

N°	Peso Fresco Total (PFT) (kg/m ²)	Peso fresco de la sub muestra (PFM) (g)	Peso seco de la muestra (PSM) (g)	Porcentaje de humedad (%)	Biomasa hojarasca peso seco (t/ha)	C (tC/ha)
1	1.900	200	50.72	74.65	19.274	9.367

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Carbono de la necromasa (hojarasca) total en la parcela N° 2

La Tabla 13, muestra que la necromasa (hojarasca) total en la parcela N° 2 es de 23.142 t/ha, y el contenido de carbono es de 11.571 t.

Tabla 13

Carbono de la necromasa (hojarasca) de la parcela N° 2

N°	Peso Fresco Total (PFT) (kg/m ²)	Peso fresco de la sub muestra (PFM) (g)	Peso seco de la muestra (PSM) (g)	Porcentaje de humedad (%)	Biomasa hojarasca peso seco (t/ha)	C (tC/ha)
2	2.100	200	55.10	72.45	23.142	11.571

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Carbono de la necromasa (hojarasca) de la parcela N° 3

La Tabla 14, muestra que la necromasa (hojarasca) total en la parcela N° 3 es de 39.556 t/ha, y el contenido de carbono es de 19.778 t.

Tabla 14

Carbono de la necromasa (hojarasca) de la parcela N° 3

N°	Peso Fresco Total (PFT) (kg/m ²)	Peso fresco de la sub muestra (PFM) (g)	Peso seco de la muestra (PSM) (g)	Porcentaje de humedad (%)	Biomasa hojarasca peso seco (t/ha)	C (tC/ha)
3	2.200	200	89.90	55.05	39.556	19.778

Fuente: Elaboración propia.

3.3.4. Carbono de la necromasa (hojarasca) de la parcela N° 4

La Tabla 15, muestra que la necromasa (hojarasca) total en la parcela N° 4 es de 35.700 t/ha, y el contenido de carbono es de 17.850 t.

Tabla 15

Carbono de la necromasa (hojarasca) de la parcela N° 4

N°	Peso Fresco Total (PFT) (kg/m ²)	Peso fresco de la sub muestra (PFM) (g)	Peso seco de la muestra (PSM) (g)	Porcentaje de humedad (%)	Biomasa hojarasca peso seco (t/ha)	C (tC/ha)
4	2.500	200	71.40	64.30	35.700	17.850

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5. Carbono de la necromasa (hojarasca) de la parcela N° 5

La Tabla 16, muestra que la necromasa (hojarasca) total en la parcela N° 4 es de 49.728 t/ha, y el contenido de carbono es de 24.864 t.

Tabla 16

Carbono de la necromasa (hojarasca) de la parcela N° 5

N°	Peso Fresco Total (PFT) (kg/m ²)	Peso fresco de la sub muestra (PFM) (g)	Peso seco de la muestra (PSM) (g)	Porcentaje de humedad (%)	Biomasa hojarasca peso seco (t/ha)	C (tC/ha)
5	3.700	200	67.20	66.40	49.728	24.864

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Carbono almacenado en kilogramos por parcela

3.4.1. Carbono en biomasa arbórea en kilogramos por parcela muestreada

En el componente biomasa arbórea (Carbono almacenado de la biomasa arbórea del bosque de las Nuwas en kg/2000m²), la parcela 2 tiene la mayor cantidad de carbono (16318.8 kg) y de menor cantidad la parcela 3 (7392.2 kg) (Tabla 17).

Tabla 17

Carbono almacenado en la biomasa arbórea en las 5 parcelas evaluadas (kg/parcela)

Puntos de muestreo	Contenido de carbono en biomasa arbórea (kg/2000m ²)
1	8476
2	16318.8
3	7392.2
4	15664.6
5	11043.8

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Carbono en necromasa (hojarasca) en kilogramos por parcela muestreada

El carbono almacenado en la necromasa. (Carbono almacenado de la necromasa del bosque de las Nuwas en kg/2000m²), la parcela 5 tiene la mayor cantidad de carbono (9945.6 kg) y de menor cantidad la parcela 1 (3854.8 kg) (Tabla 18).

Tabla 18

Carbono almacenado en la necromasa (hojarasca) en las 5 parcelas evaluadas (kg/parcela)

Puntos de muestreo	Contenido de carbono en necromasa (hojarasca) (kg/2000m ²)
1	3854.8
2	4628.4
3	7911.2
4	7140.0
5	9945.6

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Carbono almacenado en toneladas por hectárea (tC/ha)

3.5.1. Carbono en biomasa arbórea (tC/ha)

Del carbono almacenado en biomasa arbórea, en la parcela 2 se obtuvo la mayor cantidad de carbono (81.594 tC/ha), mientras que en la parcela 3 se registró la menor cantidad (36.961 tC/ha) (Tabla 19) (Figura 19).

Tabla 19

Carbono almacenado en la biomasa arbórea en las 5 parcelas evaluadas (tC/ha)

Puntos de muestreo	Contenido de carbono en biomasa arbórea (tC/ha)
1	42.380
2	81.594
3	36.961
4	78.323
5	55.219

Fuente: Elaboración propia.

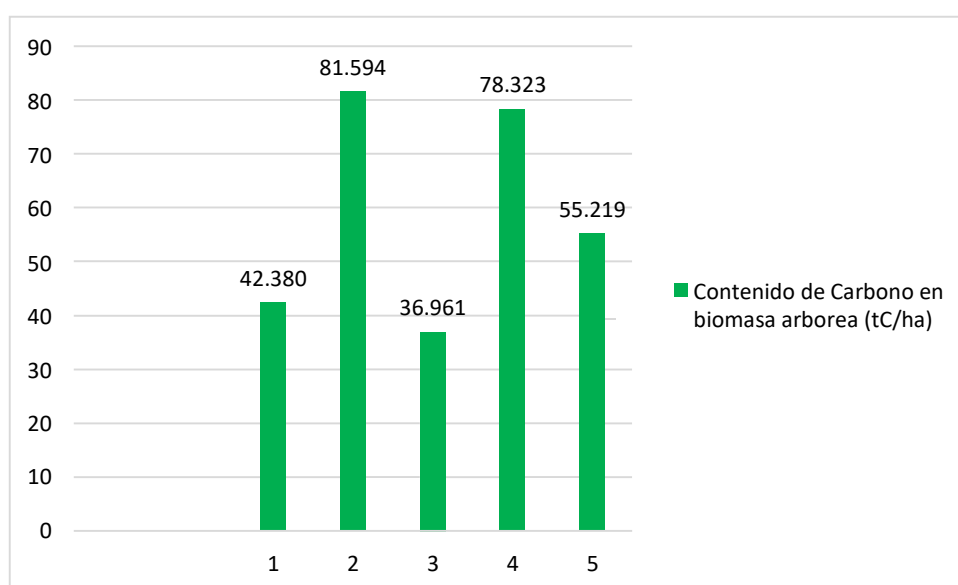


Figura 19. Carbono almacenado en la biomasa arbórea en las 5 parcelas evaluadas (tC/ha).

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. Carbono en necromasa (hojarasca) (tC/ha)

De los datos de carbono almacenado en la biomasa muerta (hojarasca). (Carbono almacenado de la necromasa del bosque de las Nuwas en tC/ha), la parcela 5 tiene la mayor cantidad de carbono (9.638 tC/ha) y de menor cantidad la parcela 1 (24.864 tC/ha) (Tabla 20) (Figura 20).

Tabla 20

Carbono almacenado en la necromasa (hojarasca) en las 5 parcelas evaluadas (tC/ha)

Puntos de muestreo	Contenido de Carbono en necromasa (hojarasca) (tC/ha)
1	9.638
2	11.571
3	19.778
4	17.850
5	24.864

Fuente: Elaboración propia.

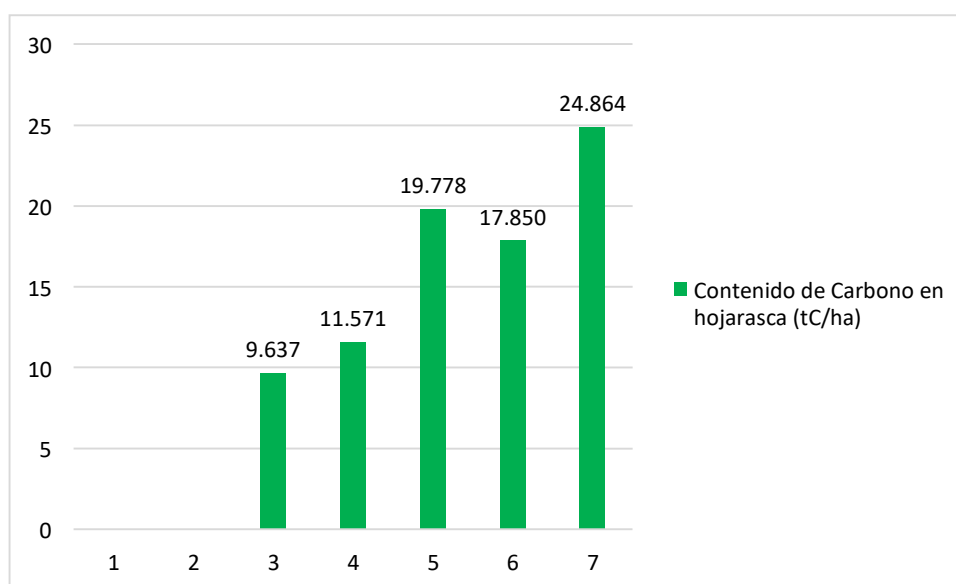


Figura 20. Carbono almacenado en necromasa en las 5 parcelas evaluadas.

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Carbono almacenado total en toneladas por hectárea (tC/ha) por componente evaluado

3.6.1. Carbono almacenado en la biomasa arbórea

El carbono almacenado en la biomasa arbórea, en toneladas por hectárea, en el bosque de las Nuwas es de 58.895 tC/ha (Tabla 21).

Tabla 21
Carbono almacenado en la biomasa arbórea

Punto	Nro. de parcelas	Mínimo	Máximo	Promedio (tC/ha)	Desviación estándar (tC/ha)
Bosque de las Nuwas	5	36.961	81.5940	58.895	20.3719

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2. Carbono almacenado en la necromasa (hojarasca)

El carbono almacenado en la necromasa (hojarasca), en toneladas por hectárea, en el bosque de las Nuwas es 16.740 tC/ha (Tabla 22).

Tabla 22
Carbono almacenado en la necromasa (hojarasca)

Punto	Nro. de parcelas	Mínimo	Máximo	Promedio (tC/ha)	Desviación estándar (tC/ha)
Bosque de las Nuwas	5	9.637	24.864	16.740	5.5431

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Carbono total por componente evaluado en el bosque de las Nuwas

El total de carbono almacenado en el bosque de las Nuwas, en toneladas por hectárea es la suma del promedio de todos los componentes evaluados: biomasa arbórea (58.895 tC/ha), biomasa de hojarasca (16.740 tC/ha). Obteniendo como resultado de almacenamiento de carbono 75.635 tC/ha (Tabla 23). Este resultado sería lo que almacena y captura en promedio el bosque de las Nuwas.

Tabla 23
Carbono total por componente evaluado en el bosque de las Nuwas

Punto	Biomasa arbórea (tC/ha)	Biomasa de hojarasca (tC/ha)	Total (tC/ha)
Bosque de las Nuwas	58.895	16.740	75.635

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 21, se observa que, de los dos componentes evaluados en el bosque de las Nuwas, el componente biomasa arbórea ha almacenado la mayor cantidad de carbono, en comparación del componente biomasa de hojarasca que ha almacenado carbono en menor cantidad.

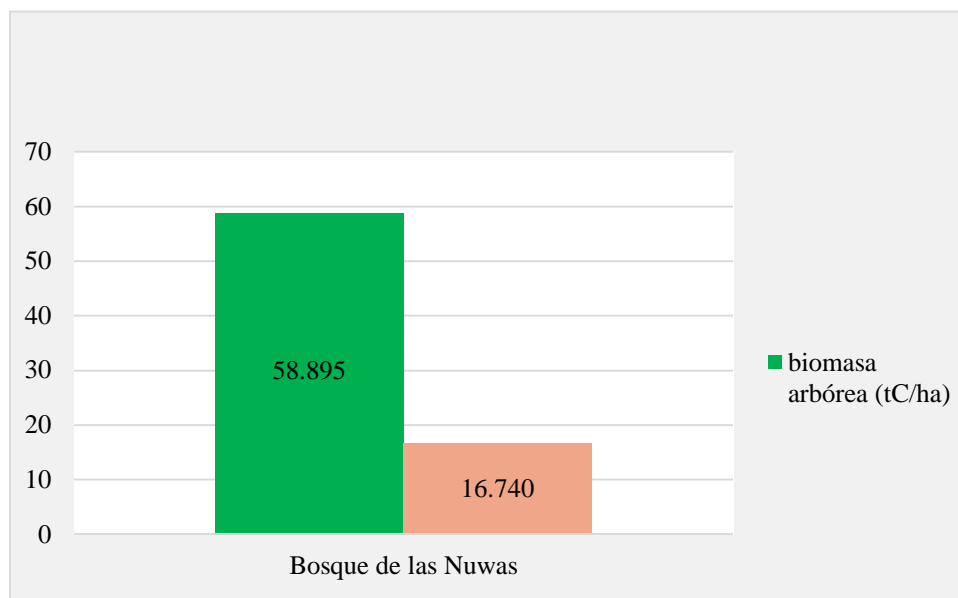


Figura 21. Carbono almacenado en toneladas por hectárea en los componentes evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 22, muestra la diferencia de distribución de carbono almacenado, entre los componentes evaluados en el bosque de las Nuwas, el componente que tiene el mayor porcentaje de carbono almacenado es biomasa arbórea con 78 % y el menor porcentaje de carbono almacenado lo tiene el componente de necromasa (hojarasca) con 22 %.

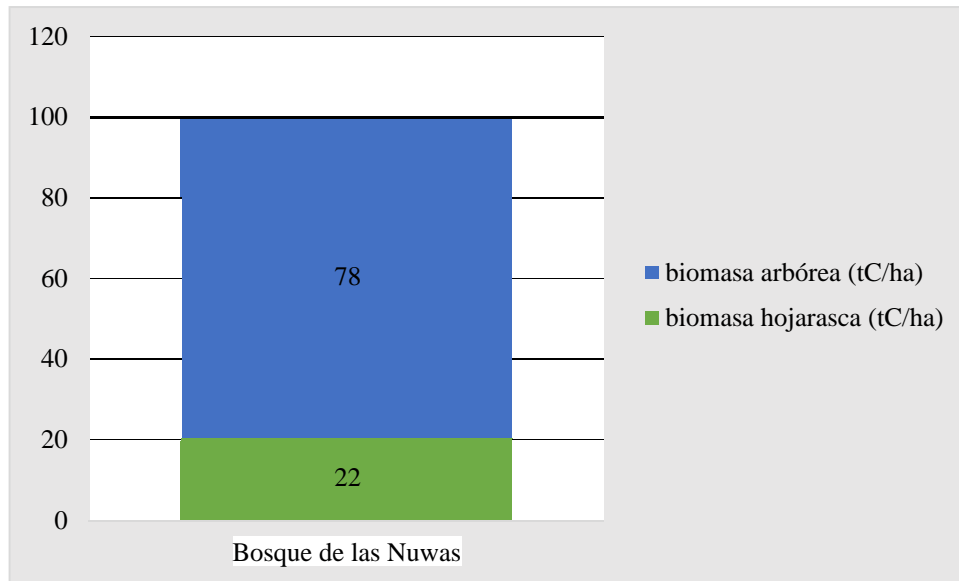


Figura 22. Distribución de carbono almacenado en toneladas por hectárea en los componentes evaluados. *Fuente:* Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: DISCUSIONES

Con respecto a las especies identificadas en el bosque de las Nuwas, la especie con mayor Diámetro Altura de Pecho (DAP) fue el “tornillo” (*Cedrelinga cateniformis*) con 61.5 cm de DAP y también con mayor área basal (0.297 m²), ya que por ser un bosque primario se puede encontrar especies con alto DAP, debido a que son bosques que han permanecido intactos por muchos años.

Con respecto a la caracterización arbórea en el bosque de las Nuwas, se identificaron 15 especies agrupadas en 10 familias, de lo cual las especies más predominantes en el Bosque las Nuwas fueron “mullaca” (*Myrsine oligophylla*) (33 individuos), “moena” (*Aniba amazónica*) (25 individuos) , “tornillo” (*Cedrelinga cateniformis*) (25 individuos) y, las especies identificadas nos muestran la importancia que tiene la caracterización arbórea de un bosque en la estructura funcional de las especies, dado que muestra la interrelación con otros individuos, como fauna, así como también en el uso humano; mientras que Díaz *et al.* (2016), en un bosque primario en la región San Martín registraron las especies más abundantes como “cumala” (*Virola sebifera* Aubl.), “moena” (*Nectandra reticulada*), “pona” (*Iriarteia deltoidea* Ruiz & Pav.) y “sacha shimbillo” (*Inga spp* Mill.). Además, estas especies más predominantes tienen un alto valor comercial debido a que son especies maderables empleadas para la elaboración de muebles principalmente.

Con respecto a la especie más abundante, dominante y con mayor índice de valor de importancia en el área de estudio fue la “mullaca” (*Myrsine oligophylla*) (33 individuos que representa el 19.186 %, 21.307 %, 40.493 % y la especie con menos abundancia, dominancia y con menor índice de valor de importancia en el área de estudio fue la “moena amarilla” (1 individuo) (*Aniba hostmanniana*) que representa el 0.581 %, 0.078 %, 0.659 % del total de especies identificadas en el bosque las Nuwas. Esta diferencia se debe a que la especie (*Myrsine oligophylla*) tiene presencia con mayor número de individuos y mayor DAP en las 5 parcelas evaluadas en comparación de la especie (*Aniba hostmanniana*) solo se identificó una sola especie y menor DAP en las 5 parcelas evaluadas. El valor máximo de índice de valor de importancia para el bosque es de 300 %, y cuanto más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y el dominio florístico sobre las demás (Ordóñez, 2002). Para el caso del bosque de las Nuwas el índice de valor de importancia de las especies identificadas fue de 200 %, por lo tanto, se puede decir que la importancia ecológica del bosque las Nuwas es alta.

En cuanto al carbono almacenado en la biomasa arbórea en el bosque de las Nuwas en tC/ha, la parcela 2 tuvo mayor cantidad de carbono (81.594 tC/ha), mientras que la parcela 3 presentó la menor cantidad (36.961 tC/ha), esta diferencia está influenciada por el valor del DAP promedio registrado, puesto que en la parcela 2 el DAP promedio fue mayor con 25.64 cm en comparación con la parcela 3 en la que el diámetro promedio fue menor con 22.48 cm. Además, en la parcela 2 registró 45 individuos en comparación con la parcela 3 que solo registró 28 individuos. Por lo tanto, mientras mayor es la diversidad y densidad de especies de flora un ecosistema forestal, éste captura mayor cantidad de carbono, es decir la cantidad de carbono almacenado está determinado por las condiciones del suelo y clima, en función a su heterogeneidad, ya que hay los individuos varían en diámetro, altura y densidad (Arévalo *et al.*, 2003).

Respecto al carbono en necromasa (hojarasca) la parcela 5 presentó la mayor cantidad de carbono (24.864 tC/ha), en tanto que la parcela 1 presentó la menor cantidad (9.637 tC/ha), esto se debe a que, en la parcela 5 se registró mayor peso de biomasa de hojarasca en comparación con la parcela 1, en la que se registró un menor peso, además de la influencia de las condiciones climáticas, ya que en lugares templados la descomposición de la materia

orgánica es más lenta (FAO, 2002). Estas cantidades de carbono en la hojarasca encontrado en el bosque de las Nuwas es alto, dado que al ser bosque primario la radiación solar que ingresa hacia el interior del bosque es menor, por lo cual la descomposición de la hojarasca es lenta y la disponibilidad de carbono en el suelo es menor (Pardos, 2010).

El carbono almacenado en los componentes evaluados en el bosque de las Nuwas en tC/ha, el componente biomasa arbórea obtuvo mayor cantidad de carbono (58.895 tC/ha) y el componente necromasa (hojarasca) presentó menor cantidad (16.740 tC/ha), estos resultados muestran que existe diferencia significativa entre ambos componentes evaluados, esto se debe a que existe mayor disponibilidad de biomasa arbórea que necromasa, ya que la biomasa arbórea está en proceso de crecimiento constante, y por ser un bosque primario el carbono que almacena es alto en el componente biomasa arbórea debido a que los ecosistemas que almacenan más carbono en la biomasa vegetal son los de mayor edad, puesto que suelen preservar individuos mayores y más robustos, también la densidad y la diversidad de especies (Arévalo *et al.*, 2003).

El total de carbono almacenado en el “Bosque de las Nuwas” en tC/ha en promedio por componente evaluado fue de 58.895 tC/ha para biomasa arbórea y 16.740 tC/ha para necromasa (hojarasca), mientras que Quiceno *et al.* (2015), estimaron 47.60 tC/ha para biomasa arbórea de un bosque primario, siendo este valor por componente evaluado menor al obtenido en la presente investigación, por tanto existe diferencia significativa con los valores encontrados, esta diferencia se debe a que en la investigación desarrollada por Quiceno *et al.* (2015) solo se evaluó la parte aérea, mientras que ésta investigación además de ello se evaluó el componente necromasa. Asimismo, Cruzado (2010), estimó 83.55 MgC/ha para la Concesión para Conservación Alto Huayabamba (CCAH), siendo este valor mayor a lo obtenido en la presente investigación (75.635 tC/ha), esta diferencia se debe a que Cruzado (2010), incluyó en su estimación de carbono además de la necromasa, los diferentes estratos de vegetación, siendo estas especies arbóreas, sotobosques y herbáceas; mientras que en esta investigación se evaluó solo vegetación arbórea y necromasa.

Existe diferencia de distribución de carbono almacenado, entre los componentes evaluados en el bosque de las Nuwas (Figura 20), el componente biomasa arbórea tiene el mayor porcentaje de carbono almacenado (78 %), sin embargo, muy poco porcentaje de carbono almacenado en el componente necromasa (22 %). En general la biomasa arbórea tiene la mayor cantidad promedio de carbono almacenado debido a que árboles grandes representa el componente más importante de la biomasa en los bosques amazónicos (Chave *et al.*, 2003). Por otro lado, es de conocimiento que las especies arbóreas con mayor diversidad, densidad y DAP capturan mayor cantidad de carbono (Arévalo *et al.*, 2003).

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

1. En la caracterización arbórea realizada en el bosque de las Nuwas se identificó 15 especies que se agrupan en 10 familias botánicas las cuales son: Calophyllaceae (*Calophyllum brasiliense*), Phyllanthaceae (*Hieronyma oblonga*), Lauraceae (*Aniba canelilla*, *Aniba hostmanniana*, *Nectandra globosa*, *Aniba panurensis*), Urticaceae (*Cecropia sciadophylla*, *Pourouma cecropiifolia*), Myristicaceae (*Virola sebifera*), Olacaceae (*Minquartia guianensis*), Myrtaceae (*Myrcianthes rhopaloides*), Myrsinaceae (*Myrsine oligophylla*), Malvaceae (*Apeiba aspera*), Fabaceae (*Cedrelinga cateniformis*), estas especies identificadas son de alto valor ambiental, ya que su índice de valor de importancia es de 200%, así mismo el bosque de las Nuwas tiene un alto potencial de captura de carbono, siendo el almacenamiento de carbono total de 75.635 tC/ha.
2. El total de carbono almacenado en el bosque de las Nuwas en toneladas por hectárea en promedio en el componente evaluado de biomasa arbórea fue de 58.895 tC/ha, debido a la diversidad de especies arbóreas y a la abundancia de cada especie tratarse de un bosque primario.
3. El total de carbono almacenado en el bosque de las Nuwas en toneladas por hectárea en promedio en el componente evaluado de necromasa (hojarasca) fue de 16.740 tC/ha, ya que existe un elevado porcentaje de materia orgánica en la necromasa, además al tratarse de un bosque primario el tiempo de descomposición de la necromasa es lenta debido al bajo índice de radiación solar que ingresa al interior del bosque.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

1. En investigaciones futuras que se realicen en el bosque de las Nuwas, se recomienda hacer un estudio taxonómico de todas las especies según mediante una clave taxonómica, para tener un inventario detallado taxonómico de las especies.
2. A la municipalidad distrital de Awajun y estudiantes de la Universidad Católica Sedes Sapientiae desarrollar investigaciones de la captura de carbono en bosques primarios en el distrito de Awajun, para poder tener información de captura de carbono.
3. Los valores de carbono almacenado para el bosque de las Nuwas obtenidos en la presente investigación podrían ser utilizados como datos de referencia para posteriores estudios en bosques primarios en cuanto a almacenamiento.
4. A la organización de mujeres de la comunidad nativa Shampuyacu, realizar una valoración económica del bosque de las Nuwas, basándose en todos los servicios ambientales que este bosque ofrece.
5. Los resultados de la presente investigación podrían ayudar a que la organización de mujeres del bosque de las Nuwas, puedan acceder al establecimiento de mecanismos de retribución económica para la implementación de pago de servicios ambientales de carbono.

6. A la municipalidad distrital de Awajun realizar capacitaciones de educación ambiental en las comunidades nativas del distrito de Awajun, con el objetivo de concientizar e informar la importancia que tienen los bosques primarios, especialmente en al área de estudio.

REFERENCIAS

- Ariosa, R. L. y Camacho, B. A. (2000). *Diccionario de Términos Ambientales*, La Habana, Cuba. Recuperado de: <https://higieneysseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/diccionario-tc3a9rminos-ambientales.pdf>
- Arévalo, L. A., Alegre, J. C. y Palm C. A. (2003). *Manual de reservas de carbono en diferentes Sistemas de uso de la tierra en Perú*. Pucallpa, Perú: INIA, Instituto Nacional de Investigación Agraria.
- Banco Mundial (2017). Emisiones de CO₂ (toneladas métricas per cápita). Centro de Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (Tennessee, Estados Unidos). Recuperado de: <https://datos.bancomundial.org/indicador/en.atm.co2e.pc>
- Centro Internacional de Investigación Agroforestal. (2009). *Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales*. (ICRAF). Recuperado de: http://www.aecidcf.org.co/Ponencias/2016/septiembre/MI120916-1/Ref.7.Guia_Carbono.pdf
- Chao, K., Phillips, O. y Baker, T. (2008). Wood density and stocks of coarse woody debris in a northwestern Amazonian landscape. *Canadian Journal of Forest Research*. 38, 795-805. Recuperado de: http://www.rainfor.org/upload/publication-store/itm_54/Chao%20KJ%20et%20al%20CJFR%202008.pdf
- Chave J., Condit R., Caspersen J., Foster R. y Hubbell S. (2003). Spatial and temporal variation of biomass in a tropical forest: results from a large census plot in Panama. *Revista Journal of Ecology*, 91, 240-252. Recuperado: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1365-2745.2003.00757.x>
- Chave J., Andalo C., Brown S., Cairns M., Chambers J., Eamus D., Folster H., Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescure J., Nelson B., Ogawa H., Puig H. y Riera B. yamakura T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and biomass balance in tropical forests. *Revista Oecología*, 145, 87-99. Recuperado de: https://www.academia.edu/3651160/Tree_allometry_and_improved_estimation_of_carbon_stocks_and_balance_in_tropical_forests
- Comisión Forestal y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2008). *Los Bosques y el Cambio Climático: una verdad oportuna*. Recuperado de: <http://www.fao.org/forestry/climatechange/81386/es/>

- Comisión Nacional Forestal. (2015). *Guía para la caracterización y clasificación de habitats forestales*. México: (CONAFOR). Recuperado de: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/49/6661Gu%C3%ADa%20para%20la%20caracterizaci%C3%B3n%20y%20clasificaci%C3%B3n%20de%20h%C3%A1bitats%20forestales.pdf>
- Cooperación Internacional. (2016). *El Bosque de las Nuwas*. Perú: (CI). Recuperado de: https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/cartilla_bosque_de_las_nuwas.pdf
- CMNUCC (1998). Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. En: *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su tercer periodo de sesiones, celebrando en Kyoto del 1° al 11 de diciembre de 1997*. Addendum Segunda parte: Medidas adoptadas por la Conferencia de las Partes. Decisión 1/CP.3 (FCCC/CP/1997/7/Add.1.) CMNUCC, Bonn. Alemania. Recuperado de: <http://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6908.pdf>
- Cruzado, L.A. (2010). *Determinación De Las Reservas De Carbono En La Biomasa Aérea De Los Bosques Altoandinos De La Concesión Para Conservación Alto Huayabamba - San Martín*. (Tesis de Grado). Universidad Agraria de la Selva, Tingo María - Perú. Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162004000100006
- Díaz C. P., Fachin R. G., Tello S. C. y Arévalo L. L. (2016). Carbono almacenado en cinco sistemas de uso de tierra, en la Región San Martín Perú. *Revista Internacional de desarrollo Regional Sustentable*, volumen 1(2),57-67. Recuperado de: <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/viewFile/22/06>
- Dossantos, J. E. (2014). *Almacenamiento de carbono en la biomasa aérea del bosque primario y bosque secundario en la parcela "Muro Huayra", en la reserva nacional Allpahuayco Mishana, Iquitos-Perú*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos - Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2510/Almacenamiento%20de%20carbono%20en%20la%20biomasa%20a%C3%A9rea%20del%20bosque%20primario%20y%20bosque%20secundario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial. (2012). *Actividades Sobre Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS): FMAM*. Recuperado de https://www.thegef.org/sites/default/files/publications/LULUCF_-_Spanish_0.pdf
- Fernández, L. M. (2017). *Revisión de métodos para la estimación de captura de carbono almacenado en bosques naturales*. (Tesis de maestría). Universidad Militar, Nueva Granada. Recuperado de

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16394/Fen%20IndezLosadaMagdaYolima2017.pdf;jsessionid=CB0309C9E23A895DD93FE90434202262?sequence=3>

Flores, A. S. (2018). *Estimación de la captura de carbono en especies forestales en la concesión para la conservación bosques de Marona-Moyobamba, 2017*. (Tesis de grado). Universidad César Vallejo, Moyobamba, Perú. Recuperado de: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/19164/flores_cha.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Godoy, O y Rueda, M. (2016). El uso de inventarios forestales para entender la evolución, el mantenimiento, y el funcionamiento de la diversidad de especies. *Revista científica de ecología y medio ambiente (ecosistemas) Sevilla, España*. Recuperado de: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/145758/1/1210-4725-1-PB.pdf>

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2005). *La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono*. Recuperado de https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_spm_ts_sp.pdf

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2014). *Cambio Climático 2014*. Ginebra, Suiza: IPCC. Recuperado de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

Hernández, Z. (1999). *Cronosecuencia del bosque seco tropical en el Parque Nacional Palo Verde, Bagaces, Costa Rica*. (Tesis de grado). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Recuperado de: <http://opac.bibliotecaorton.catie.ac.cr/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=460239>

Hernández, R., Fernández, y Baptista, M. P. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6th ed.). (pp. 88-100). México D. F: Macgraw-will & Interamericana.

Honorio, C. E. (2009). Uso de las ecuaciones alométricas y el efecto de las variables en la estimación de la biomasa. Taller de análisis estadístico para apoyar el diseño de los inventarios de carbono. Recuperado de: http://www.geog.leeds.ac.uk/projects/espa/Documents/Memoria_Taller%20carbono.pdf

Israel, P. G. (2004). *Manual de inventario forestal integrado para unidades de manejo*. Petén, Guatemala. Recuperado de: http://assets.panda.org/downloads/wwfca_manualinven.pdf

- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenible*. Carrillo, A. (Trad). Eschborn. DE. GTZ (Cooperación Técnico Alemana). Recuperado de: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2015005945>
- Lal, R. (1998). *Physical Management of Soil of the Tropics: Priorities for the 21 Century*. Soil Science 165. Madison, USA.
- Ley Marco Sobre el Cambio Climático N° 30754. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 18 de abril del 2018. pp. 3-9.
- Mamani, J. L. (2012). *Stock de Carbono Aéreo en un Bosque con Paca de Terrazas de la Concesión de la Conservación "Gallocunca", Sector Baltimore, Distrito Tambopata, Madre de Dios-Perú*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Madre de Dios - Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/91/004-2-3-016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marcano, J. (2007). Las amenazas del bosque. Recuperado de <http://www.jmarcano.com/bosques/threat/deforesta.html>
- Melo, O. y Vargas, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué, CO, Universidad del Tolima. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/11436235/Evaluacion-Ecologica-y-Silvicultural-de-Ecosistemas-Boscosos>
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana*. Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental, Lima-Perú: MINAM. Recuperado de: <http://siar.regionjunin.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf>
- Ministerio de Ambiente (2012). *Glosario de Términos para la Formulación de Proyectos Ambientales*. Recuperado de: <http://siar.minam.gob.pe/puno/download/file/fid/59577>
- Ministerio del Ambiente (2014). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*. Recuperado de <http://infocarbono.minam.gob.pe/inventarios-nacionales-gei/intro/>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía de inventario de la flora y vegetación*, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima: MINAM. Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp->

content/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FLORA-Y-VEGETACI%C3%83%E2%80%9CN.compressed.pdf

Ministerio del Ambiente. (2019). *Bosques y Cambio Climático*. Periodo 2008-2017. Lima: MINAM. Recuperado de: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/bosques_y_cambio_climatico.pdf

Mojica, S. C. A. (2013). *Caracterización, almacenamiento de carbono y emisiones evitadas en bosques nativos en áreas de influencia del Páramo de Anaime Tolima, Colombia*. (Tesis de grado). Universidad del Tolima, Colombia. Recuperado de: <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1099/1/RIUT-GAA-spa-2013-Caracterizaci%C3%B3n%20almacenamiento%20de%20carbono%20y%20emisiones%20evitadas%20en%20bosques%20nativos%20en%20%C3%A1reas%20de%20influencia%20del%20p%C3%A1ramo%20de%20Anaime%20Tolima%20Colombia.pdf>

Mostacero, J., Mejía, F. y Gamarra, O. (2002). *Taxonomía de las Fanerógamas Útiles del Perú*. (Vol I). Trujillo, Perú: Concytec.

Nascimento, E. y Laurance, W. (2002). Total aboveground biomass in central Amazonia rainforests: a landscape-scale study. *Forest Ecology and management* 5793 (2001) 1-11. Manaus, Brasil. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112701007496>

Ñique, A. M. (2008). *Glosario Ambiental Multidisciplinario*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.

Noriega, D. C. (2011). *Estimación del Potencial de Captura de Carbono, del bosque natural secundario en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu, Moyobamba*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba, Perú. Recuperado de: http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2350/TP_IAMB_00183_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ordóñez, A. (1999). *Estimación de la Captura de Carbono en un Estudio de Caso*. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP, México DF.

Ordóñez, J. A. B. y Masera, O. (2001). La captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosques*. 7(1):3-12. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/617/61770102.pdf>

- Ordóñez, H. A. (2002). *Evaluación de la diversidad florística y estructura de los bosques secundarios altoandinos del municipio de Pasto, Nariño*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2002). *La FAO, Los Bosques y el Cambio Climático*. Roma, Italia: (FAO). Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/017/i2906s/i2906s00.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2005). *Términos y definiciones. Evaluación de los recursos forestales*. Roma: (FAO). Recuperado de: <http://www.fao.org/forestry/9690-0d07adfee9364a4127238bf3ffc7d6ab2.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010*. Roma: (FAO). Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2010). *La gestión de los bosques ante el cambio climático*. Roma: (FAO). Recuperado de: <http://www.fao.org/3/i1960s/i1960s00.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2013). *Insignia de los Bosques*. Roma, Italia: (FAO). Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3479s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2016). *Los Bosques y el Cambio Climático en el Perú*. Roma: (FAO). Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i5184s.pdf>
- Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre. (2019). Glosario de Términos. Recuperado de: <https://www.osinfor.gob.pe/permisos-y-autorizaciones/glosario-de-terminos/>
- Pardos, J. (2010). *Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global*. Recuperado de: http://www.inia.es/gcontrec/Pub/60587OT_LIBRO_WEB_1277883079734.pdf
- Programa Mexicano del Carbono. (2011). *Manual de Carbono para el Inventario Estatal Cuantitativo*. México: (PMC). Recuperado de: http://pmcarbono.org/pmc/descargas/manuales/Manual_Inventario_de_Carbono_Cuantitativo_RETUS.pdf

- Quiceno, U. N., Tangarife, M. G. y Álvarez L. R. (2015). Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el Resguardo Indígena Piapoco Chiguiro-Chátare de Barrancominas, departamento del Guainía (Colombia). *Revista Luna Azul*, 43, 171-202. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n43/n43a09.pdf>
- Reátegui, J. C. (2015). *Estructura Horizontal y Diversidad Florística de un Bosque Denso de Terrazas en Áreas de Perforación del Lote 174, Ucayali – Perú*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos, Perú. Recuperado de: http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4970/Juan_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Robert, M. (2002). Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Roma: FAO Food & Agriculture, (pp. 69). Informes sobre recursos mundiales de suelos, ISSN 1020-4030-X. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-bl001s.pdf>
- Ruiz, P. M., García, F. C. y Sayer, J. A. (2007). Los servicios ambientales de los bosques. *Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 16 (3), 81-90. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/540/54016309.pdf>
- Rugnitz M., Chacon M. y Porro R. (2009). *Guía para la determinación de Carbono en pequeñas propiedades rurales*. 1ra edición. Lima, Perú. Centro Mundial agroforestal ICRAF/ Consorcio Iniciativa Amazónica Recuperado de: http://www.aecidcf.org.co/Ponencias/2016/septiembre/MI120916-1/Ref.7.Guia_Carbono.pdf
- Salazar, E., Gámez, S., Gonzáles N. y Siles P. (2012). *Caracterización de la vegetación arbórea y arbustiva con potencial de servicios ambientales, al este del lago de Nicaragua*. Nexo. 25 (01), 02-08. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/d759/5898d499ee7e528456d40b8c3f9cffdbf055.pdf>
- Salazar, E. J. (2012). *Cuantificación Del Carbono En La Biomasa Aérea De Tres Diferentes Usos De La Tierra En La Cuenca De Aguaytía Sectores: Irazola, Curimaná Y Campo Verde - Región Ucayali*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/541/T.FRS-141.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tiepolo, G., Calmon, M. y Feretti, A. R. (2002). Measuring and Monitoring Carbon Stocks at the Guaraquecaba Climate Action Project, Paraná, Brazil. *Extención Serie Taiwan Forestry Research Institute*. (153), 98-115. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Gilberto_Tiepolo/publication/252239721_Measu

ring_and_Monitoring_Carbon_Stocks_at_the_Guaraquecaba_Climate_Action_Project
_Parana_Brazil/links/5767eabb08ae421c448dcde5.pdf

TERMINOLOGÍA

- **Arbusto.** Es una planta leñosa con uno o varios troncos que no alcanzan los 5m de altura en estado de madures y se ramifica a poca altura sobre el suelo (Ñique, 2008).
- **Biomasa.** Es el total de materia orgánica producida o existente en un ser vivo (árbol) o más especies por unidad de áreas y se puede encontrar en la raíz, tallo y hojas (Ñique, 2008).
- **Bosque.** Es un complejo de “Comunidades de seres vivos que se relacionan e influyen al mismo tiempo y están subordinados al ambiente dominante de los árboles” (Ñique, 2008).
- **Bosque primario.** Dícese de aquel “Bosque inalterado por actividades humanas en su mayor parte” así mismo donde el hombre no ha intervenido para su creación (Ñique, 2008).
- **Captura de carbono.** Hace referencia a la extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera a través de los sumideros de bosques primarios o secundarios, mediante la fotosíntesis (MINAM, 2012).
- **Cambio climático.** Es la variación del clima, que se da en un periodo de tiempo y sus causas que lo originan pueden ser naturales o por actividades del hombre (MINAM, 2012).
- **Deforestación.** Es un proceso que consiste en la reducción y eliminación de la cobertura vegetal en un área determinada, producto de las actividades humanas (Ariosa y Camacho, 2000).
- **Densidad:** Cantidad de existencias en una plantación o bosque por unidad de superficie, expresada en número de árboles generalmente. (Ñique, 2008).

- **Diversidad.** Es la medida del número de especies y su abundancia en una determinada área, en el cual ayuda a determinar la riqueza de especies y su abundancia relativa (Ariosa y Camacho, 2000).
- **Diversidad biológica.** Es la variedad de seres vivos dentro de cada especie y su diversidad que existe entre especies y ecosistemas (Ariosa y Camacho, 2000).
- **Especie.** Hace referencia al conjunto de individuos que tienen características básicas similares y pueden reproducir entre ellos y aumentar su descendencia (Ñique, 2008).
- **Forcípula.** Instrumento de metal o de madera que consta de una regla graduada y dos brazos perpendiculares a esta, un fijo y otro móvil, que se desplaza a lo largo de la regla, que sirve para realizar medición del diámetro del fuste de los árboles (Organismo de Supervisión de los Recursos Naturales y de Fauna Silvestre [OSINFOR], 2019).
- **Inventario:** Anotación de la composición y demás caracteres de interés que presenta una comunidad concreta, en el cual debe contener la lista completa de las especies que existen en el área estudiada, detallando la cantidad y datos sobre condiciones geográficas y ecológicas de la superficie (OSINFOR, 2019).
- **Matero.** Es aquella persona, que diferencia, conoce de las especies forestales a nivel de nombres comunes vernaculares (OSINFOR, 2019).

APÉNDICES

Apéndice 1. Puntos de muestreos evaluados en el bosque de las Nuwas.

BOSQUE DE LAS NUWAS		
Parcelas de Muestreo	Coordenadas	
1	236227	9364051
2	236286	9363964
3	222717	9364922
4	236228	9364050
5	236226	9364005





Fuente: Elaboración propia

Nº DE PARCELA:	02	FECHA:	06/02/19	Coord. parcela	X: 236286 Y: 9363964
Peso Total de Hojarasca en 1m ²		2.100 kg.		Peso de submuestra de Hojarasca	200gr.
BOSQUE DE LAS NUWAS					
Número	Nombre común			DAP(cm)	
001	Tornillo			13.00	
002	Palta Moena			16.00	
003	Tornillo			29.50	
004	Moena			18.50	
005	Moena			17.50	
006	Moena blanca			27.00	
007	Moena			16.00	
008	Lanche			20.00	
009	Peine de mono			30.00	
010	Ituacapu			24.00	
011	Ituacapu			14.00	
012	Cumula			10.00	
013	Pinaguero			24.00	
014	Ituacapu			10.00	
015	Canela moena			22.00	
016	Mullaca			13.00	
017	Mullaca			11.50	
018	Mullaca			21.00	
019	Cumula			11.50	
020	Tornillo			13.00	
021	Mullaca			25.00	
022	Tornillo			11.00	
023	Tornillo			10.00	
024	Canela moena			21.00	
025	Canela moena			10.00	
026	Tornillo			13.00	
027	Ituacapu			10.00	
028	Cumula			13.50	
029	Tornillo			40.00	
030	Tornillo			34.00	
031	Pinaguero			31.00	
032	Mullaca			33.00	
033	Moena blanca			30.00	
034	Alfaro			57.00	

Nº DE PARCELA:	04	FECHA:	06/02/19	Coord. parcela	X: 236228 Y: 9364050
Peso Total de Hojarasca en 1m ²		2.500 kg		Peso de submuestra de Hojarasca	
200 gr.					
BOSQUE DE LAS NUWAS					
Número	Nombre común			DAP(cm)	
001	Pinaguero			17.00	
002	Moena blanca			23.00	
003	Mollaca			16.50	
004	Pinaguero			11.00	
005	Moena			13.00	
006	Cancla			12.00	
007	Cancla			23.00	
008	Algaro			26.00	
009	Moena			12.80	
010	Pinaguero			28.50	
011	Moena			20.00	
012	Ihuacapu			19.00	
013	Ihuacapu			14.00	
014	Moena			21.00	
015	Lenche			13.00	
016	Ihuacapu			23.50	
017	Moena			15.50	
018	Cetico			46.00	
019	Tormillo			44.00	
020	Moena			39.50	
021	Tormillo			40.00	
022	Mollaca			48.00	
023	Moena			42.00	
024	Tormillo			41.00	
025	Algaro			40.00	
026	Pinaguero			31.50	
027	Tormillo			50.00	
028	Peme de mono			36.50	
029	Palta Moena			48.30	
030	Tormillo			61.50	
031	Uvilla			35.00	
032	Uvilla			20.00	

Nº DE PARCELA:	05	FECHA:	06/02/19	Coord. parcela	X: 236226 Y: 9364005
Peso Total de Hojarasca en 1m ²		3.700 kg		Peso de submuestra de Hojarasca	200gr
BOSQUE DE LAS NUWAS					
Número	Nombre común			DAP(cm)	
001	Mollaca			24.00	
002	Moena			19.00	
003	Moena blanca			19.50	
004	Uvilla			10.00	
005	Lanche			10.20	
006	Piñaguairo			12.00	
007	Piñaguairo			19.00	
008	Piñaguairo			28.00	
009	Moena			19.00	
010	Ituacapu			12.00	
011	Moena			12.00	
012	Uvilla			17.00	
013	Piñaguairo			18.00	
014	Cetico			24.50	
015	Piñaguairo			18.00	
016	Cancla			13.50	
017	Ituacapu			13.00	
018	Ituacapu			11.50	
019	Cancla			11.20	
020	Tormillo			15.50	
021	Ituacapu			10.50	
022	Ituacapu			15.50	
023	Uvilla			11.00	
024	Tormillo			14.30	
025	Peine de mono			12.00	
026	Uvilla			13.50	
027	Moena			19.50	
028	Moena			35.50	
029	Uvilla			35.50	
030	Cetico			34.00	
031	Moena			30.50	
032	Mollaca			36.00	
033	Palta moena			32.00	
034	Mollaca			56.00	

Apéndice 4. Resultados de análisis de humedad de la necromasa (hojarasca)

		PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO OFICINA NUEVA CAJAMARCA LABORATORIO DE ANÁLISIS AGRÍCOLAS DE SUELOS				
HERLIN VÁSQUEZ ROMERO, Nueva Cajamarca, Rioja – San Martín.						
Muestras de material vegetal para determinación de humedad.						
PROCEDENCIA: BOSQUE DE LAS NUWAS - AWAJUN						
DETERMINACION DE LA HUMEDAD DE UNA MUESTRA VEGETAL:						
DESCRIPCION	Tara g.	Muestra Hojas g.	Peso Total g.	Peso Seco g.	Hojas Secas g.	Humedad %
P1 M1	5.99	20.0000	25.9900	11.06	5.0700	74.65%
P2 M2	5.06	20.0000	25.0600	10.57	5.5100	72.45%
P3 M3	4.72	20.0000	24.7200	13.71	8.9900	55.05%
P4 M4	5.70	20.0000	25.7000	12.84	7.1400	64.30%
P5 M5	5.70	20.0000	25.7000	12.42	5.7200	66.40%
Humedad = 1 – (Peso seco / Peso de la Muestra)						
 Vº Bº Ing. Carlos Hugo Egoávil De la Cruz Registro C.I.P. N° 32743				 Nueva Caja marca, 08 de Febrero del 2019  Gleoder Ruiz Flores Laboratorista de Suelos		
Av. Cajamarca Norte N° 1151, distrito de Nueva Cajamarca (sector Los Olivos), Provincia de Rioja – San Martín. Teléfono 042-556443.						

Apéndice 5. Datos registrados de tC/ha en necromasa (hojarasca)

N°	Peso Fresco Total (PFT) (kg/m ²)	Peso fresco de la sub muestra (PFM) (g)	Peso seco de la muestra (PSM) (g)	Porcentaje de humedad (%)	Biomasa hojarasca peso seco (Ton/Ha)	C(tC/ha)
1	1.900	200	50.72	74.65	19.274	9.637
2	2.100	200	55.10	72.45	23.142	11.571
3	2.200	200	89.90	55.05	39.556	19.778
4	2.500	200	71.40	64.30	35.700	17.850
5	3.700	200	67.20	66.40	49.728	24.864

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 6. Especies más abundantes en el bosque las Nuwas.



Figura 23. Especie “*Minquartia guianensis*”



Figura 24. Especie “*Myrsine olgophylla*”



Figura 25. Especie “*Cedrelinga cateniformis*”



Figura 26. Especie “*Aniba amazónica*”

Apéndice 7: Procesos matemáticos para la obtención de la abundancia, dominancia e Índice de Valor de Importancia de las especie “*Calophyllum brasiliense*”.

✓ **Especie “*Calophyllum brasiliense*”**

- Abundancia absoluta (Aa):

6 individuos.

- Abundancia relativa (Ar):

$$Ar = \frac{Ae}{Aa} \times 100$$

Donde:

Ae = Número de individuos de cada especie.

Aa = Número total de individuos de todas las especies.

Desarrollo:

$$Ar = \frac{6}{172} \times 100$$

$$Ar = 3.488 \%$$

- Dominancia absoluta (Da):

$$AB = \frac{\pi}{4}(\text{dap})^2$$

Donde:

$$Da = \sum \text{Áreas basales}$$

Desarrollo:

$$AB = \frac{\pi}{4}(0.42)^2 \quad AB = \frac{\pi}{4}(0.57)^2 \quad AB = \frac{\pi}{4}(0.23)^2$$

$$AB = 0.139 \text{ m}^2 \quad AB = 0.255 \text{ m}^2 \quad AB = 0.042 \text{ m}^2$$

$$AB = \frac{\pi}{4}(0.11)^2 \quad AB = \frac{\pi}{4}(0.26)^2 \quad AB = \frac{\pi}{4}(0.40)^2$$

$$AB = 0.010 \text{ m}^2 \quad AB = 0.053 \text{ m}^2 \quad AB = 0.126 \text{ m}^2$$

$$De = 0.625 \text{ m}^2$$

- Dominancia relativa (Dr):

$$Dr = \frac{De}{Da} \times 100$$

Donde:

De= Dominancia de la especie

$$Dr = \frac{0.625}{10.302} \times 100$$

$$Dr = 6.067 \%$$

- Índice de valor de importancia simplificado (IVI) de las especies

IVI= Abundancia relativa + Dominancia relativa

Donde:

Abundancia relativa= Número de individuos-especies x 100 / Total de individuos.

Dominancia relativa = Σ de áreas basales/especie x 100 / Σ Total de AB.

$$IVI = 3.488 \% + 6.067 \%$$

$$IVI = 9.555 \%$$