

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Estimación del carbono almacenado en la biomasa aérea en
purmas de regeneración natural, en la localidad de
Aucaloma, San Martín**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Mirella del Carmen Leon Lozano

Asesor:

Mg. Rubén Martínez Cabrera

Tarapoto, julio del 2023

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Yo Rubén Martínez Cabrera, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“ESTIMACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LA BIOMASA AÉREA EN PURMAS DE REGENERACIÓN NATURAL, EN LA LOCALIDAD DE AUCALOMA, SAN MARTÍN”** del autor Mirella Del Carmen Leon Lozano tiene un índice de similitud de 14 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 31 días del mes de julio del año 2023.



Rubén Martínez Cabrera
Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 13 día(s) del mes de julio del año 2023, siendo las 15:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo, el (la) secretario(a): Mtro. Gerardo Acuña Núñez y los demás miembros: Mg. Jessica Quipas Pezo y Mtra. Ceila Paquita Lao Olivares y el (la) asesor(a) Mtro. Rubén Martínez Cabrera con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Estimación del carbono almacenado en la biomasa aérea en purmas de regeneración natural, en la localidad de Acaloma, San Martín".

del(los) bachiller(es): a) Mirella Del Carmen León Lozano
b)
c)
conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Ambiental

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Mirella Del Carmen León Lozano

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	16	B	Bueno	Muy bueno

Bachiller -(b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.]

Presidente/a

Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

Resumen

Los bosques como sumideros de CO₂, han ganado gran interés e importancia como una alternativa para la reducción del calentamiento global, siendo el objetivo del estudio fue estimar el carbono almacenado en la biomasa aérea de árboles y plantas herbáceas en zonas de purmas ubicadas en la localidad de Aucasoma, provincia de San Martín, con regeneración natural de 20 años, considerando un área de estudio de una hectárea, delimitando y georreferenciando 3 transectos de 1000 m² (50 m x 20 m), con un total de 3000 m² representando el 30% del área total por hectárea, dividida en 10 subparcelas de 100 m² (10m x 10m) para las mediciones y evaluaciones. Se realizó un inventario florístico en cada subparcela identificando botánica y taxonómicamente de las especies existentes en el área de estudio; así mismo se procedió a la medición del DAP de las especies arbóreas y recojo las muestras frescas de la biomasa aérea de especies de plantas herbáceas y arbustivas existente en cada subparcela, registrando el peso fresco de la muestra para el secado en el horno a una temperatura constante de 70°C, para registrar el peso de la biomasa seca, que se utilizaron para el cálculo de la biomasa utilizando ecuaciones alométricas, determinando que el contenido de carbono estimado presente en la biomasa arbórea es de 73.45 t. ha⁻¹ y en la biomasa herbácea/arbustiva es 0.57 t. ha⁻¹, con un total 74.02 t. ha⁻¹ de carbono en la biomasa aérea.

Palabras claves: Carbono, biomasa, purmas, ecuaciones alométricas.

Abstract

Forests as carbon sinks have gained great interest and importance as an alternative to reduce global warming, and the objective of the study was to estimate the carbon stored in the aerial biomass of trees and herbaceous plants in purma areas located in the town of Aucasoma, province of San Martín, with natural regeneration of 20 years, considering a study area of one hectare, delimiting and georeferencing 3 transects of 1000 m² (50 m x 20 m), with a total of 3000 m² representing 30 % of the total area per hectare, divided into 10 subplots of 100 m² (10m x 10m) for measurements and evaluations. A floristic inventory was carried out in each subplot identifying botanically and taxonomically the existing species in the study area; Likewise, the DAP of the tree species was measured and the fresh samples of the aerial biomass of herbaceous and shrubby plant species existing in each subplot were collected, recording the fresh weight of the sample for drying in the oven at a temperature constant of 70°C, to record the weight of the dry biomass, which were used to calculate the biomass using allometric equations, determining that the estimated carbon content present in the tree biomass is 73.45 t. ha⁻¹ and in the herbaceous/shrub biomass it is 0.57 t. ha⁻¹, with a total of 74.02 t. ha⁻¹ carbon in aerial biomass.

Keywords: Carbon, biomass, purmas, allometric equations.

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a Forestal (2017), los bosques cumplen una función de mucha importancia no solamente para la variabilidad biológica presente en los ecosistemas; funcionando como moderador de temperatura de la tierra, puesto que de manera natural tienen la capacidad de absorber y fijar el CO₂, que es un gas que produce el efecto invernadero, como producto de las diferentes actividades antrópicas desarrollados en los procesos industriales, el desmedido uso de combustibles fósiles, la pérdida de los bosques y selvas por actividades de quema, entre otros.

Los ecosistemas de bosques tienen la propiedad de reducir el efecto invernadero utilizando dos métodos referidos al ciclo del carbono, la captura o fijación de carbono, así como la disminución de emisiones como consecuencia de las actividades como la deforestación y consecuente degradación del bosque, las especies vegetales presentes en los bosques, durante su desarrollo absorben dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera y lo transforman en carbono almacenándolo en sus raíces, hojas y tallos, así como almacenando carbono en el suelo, la materia orgánica que se encuentra en la hojarasca y las plantas muerta; todo este proceso contribuye a la disminución del cambio climático, considerándose por tanto a los bosques como un sumidero de carbono.

Dourojeanni (2013) da a conocer que la amazonia “ha sido descrita como tierra sobreexplotada y subutilizada”. En la Amazonía peruana anualmente se usa efectivamente apenas una hectárea de cada 6 a 8 ha ya han sido deforestadas para desarrollar actividades productivas o ganaderas, lo restante se queda en descanso o abandono durante un tiempo hasta la regeneración natural de la fertilidad para iniciar un nuevo ciclo de aprovechamiento.

Según Lozano (1994) la regeneración natural se refiere a un proceso de empurmamiento, es decir dejar “descansar” un área o extensión de campo por un periodo de tiempo de diez años o superior, tiempo en el cual las especies existentes nativas vuelven a posicionarse en su lugar, apareciendo primero las herbáceas y ciertas especies arbustivas. Al cabo de este tiempo el bosque retorna poco a poco a tomar su lugar, en la región amazónica a este tipo de regeneración natural de 10 a más años, se le conoce como “machu purma”, ocurriendo que las especies arbóreas ocupan en su mayoría el área. El agricultor opta en muchas ocasiones retornar al mismo campo, realizar prácticas de tumba y quema en este tipo de terreno que recuperó su fertilidad natural y sembrar nuevamente

por dos o tres años consecutivos, mientras los demás campos intervenidos se regeneran; o en el mejor de los casos conservar el área regenerada.

Considerando además que la mayoría de las áreas donde se desarrollan estas prácticas son áreas con pendiente y por consiguiente deben ser protegidas desarrollando otro tipo de aprovechamiento amigable con la protección del medio ambiente, por lo cual esta investigación tiene como fin estimar el carbono almacenado en la biomasa aérea en purmas de regeneración natural, en la localidad de Aucaloma, distrito de San Antonio, provincia y región San Martín, para dar a conocer su posterior valorización económica como servicio ecosistémico.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del lugar de estudio

La localidad de Aucasoma se encuentra ubicada en el distrito de San Antonio, provincia y región San Martín. (Fig. 1).

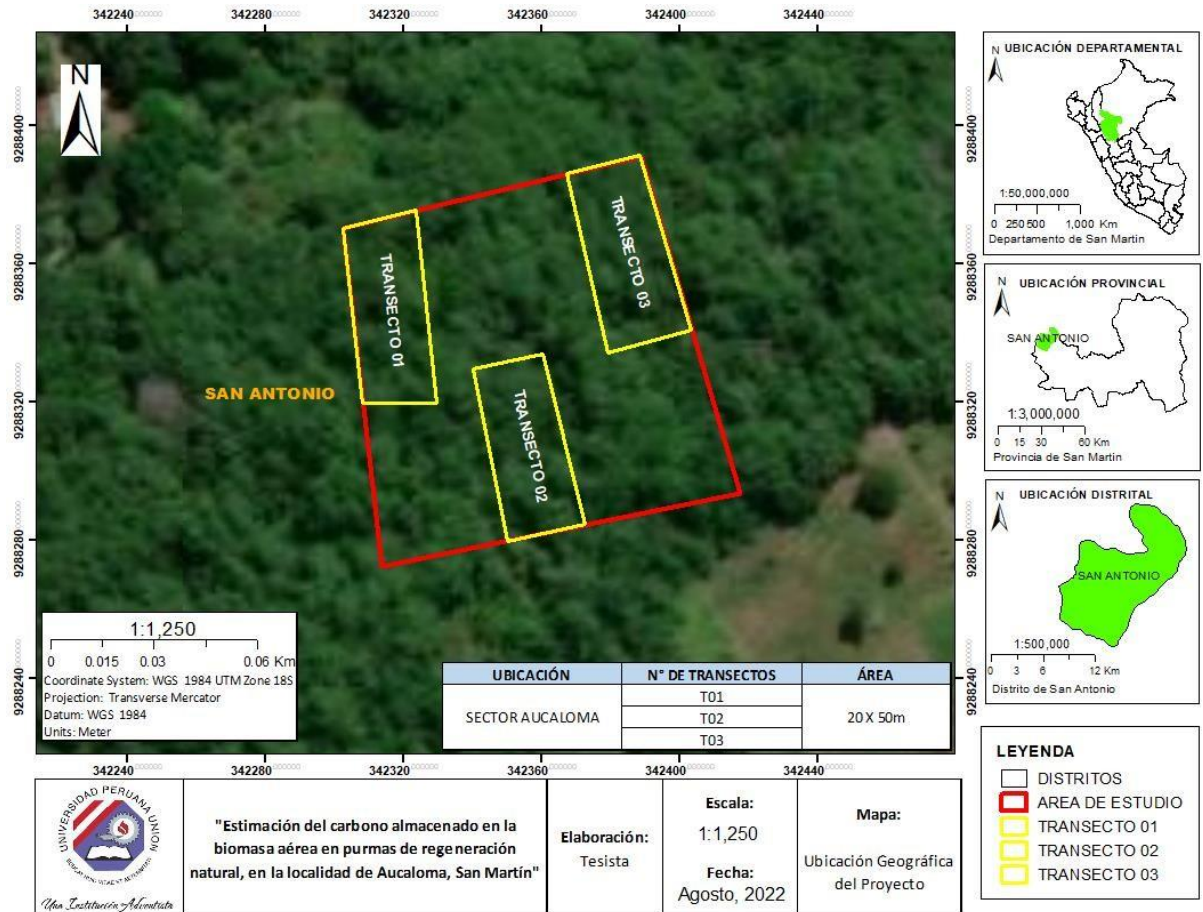


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

2.2. Materiales y equipos empleados

Los materiales (Vegetal / Campo) usados durante el estudio de investigación comprendieron en especies arbóreas, especies herbáceas y especies arbustivas, wincha para medir el área (10000 m²), rafia para la delimitación del área, una libreta de apuntes para el inventario de las especies, una forcípula para medir el diámetro de las especies arbóreas y herbáceas, sobres manilas oficio para las muestras de cada parcela. Equipos de trabajo como el GPS, balanza electrónica, celular y computadora portátil. Además, para la obtención final de resultados se utilizaron los softwares de ArcGis 10.5, Google Earth Pro, Excel 2016 y Microsoft office.

2.3. Metodología

2.3.1. Diseño Metodológico

En el presente estudio se utilizó un diseño no experimental, tipo transversal con un alcance correlacional – causales, de acuerdo con Hernández et. al (2010) en la “Investigación transversal se recolectan datos en un solo momento y en un tiempo único”, siendo su finalidad describir variables (cantidad de biomasa - cantidad de carbono almacenado), así como analizar la interrelación e incidencia en un momento específico. En este tipo de investigación se describen las relaciones existentes entre dos o más grupos, de conceptos o variables en un momento dado (Hernández et. al 2010).

2.3.2. Diseño Muestral

Definición de la población

La unidad total de evaluación es una hectárea (10000 m^2) delimitada y georreferenciada dentro del área de bosque secundario con 10 a más años de regeneración natural (purmas), ubicado en la localidad de Aucaloma en el distrito y provincia de Lamas, región San Martín.

Definición de la muestra

De acuerdo con la metodología utilizada por Rüginitz et. al (2009), para efectuar los muestreos dentro del área seleccionada, se trazó 3 transectos de una extensión 1000 m^2 ($50 \text{ m} \times 20 \text{ m}$), con un total de 3000 m^2 representando el 30% del área total por hectárea (10000 m^2). La parte central de la parcela de muestreo se georreferenció, por la cual pasó una línea recta de 50 m de longitud que fue la línea de central que dividió a la parcela. Esta línea recta estuvo orientada teniendo en cuenta la forma del área, de tal manera que la dirección sea aquella distancia más larga que presente el área seleccionada. Esta parcela de muestreo fue subdividida en 10 celdas (sub parcelas) de 100 m^2 ($10 \times 10 \text{ m}$), para la toma de mediciones y muestras de plantas herbáceas, arbustivas y árboles, de acuerdo a la (Fig. 2).

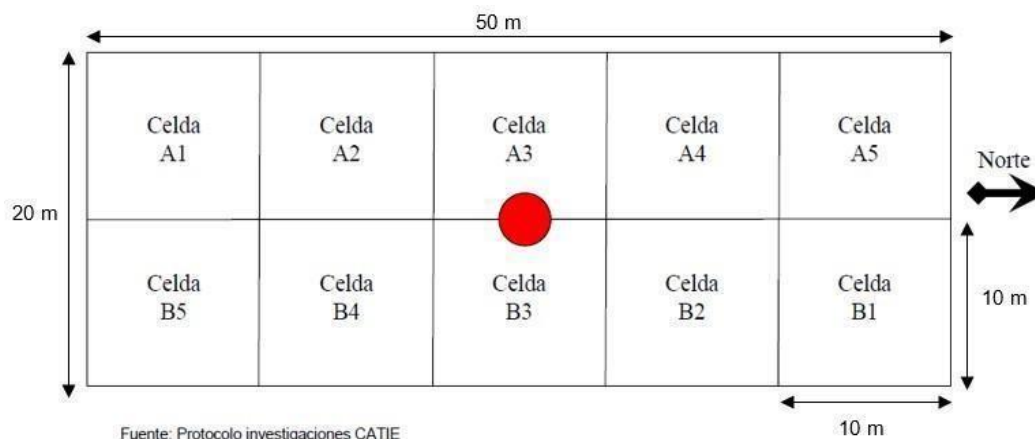


Figura 2. Parcela de muestreo (50 m x 20 m) y delimitación de las sub parcelas (10m x 10m) (Rügnitz et. al, 2009)

2.3.3. Estudio florístico

El estudio florístico consistió en realizar la identificación botánica y taxonómica de las especies existentes en el área de trabajo.

Se realizaron 5 jornadas de exploración y recolección en el campo. La recolección de información en el campo consistió en ubicar las especies existentes en el área de trabajo (transecto), para el caso de especies arbóreas se consideró a todas presentes en cada transecto; para especies herbáceas y arbustivas se consideró aquellas presentes en cada metro cuadrado de muestreo dentro de cada subparcela. Cada ejemplar recolectado se respaldó con notas de campo que incluya número y fecha de colecta, localidad (provincia, distrito y localidad), ubicación geográfica (coordenadas), altitud, colector y acompañantes, nombre común, datos de características específicas de la planta y el tipo de vegetación (purma). La recolección de estos datos mediante formularios sistematizados aseguró la precisión de la labor, facilitó el establecimiento de una base de datos y el proceso de identificación. La colecta de las especies se realizó en todos los transectos (arbóreo, arbustivo y herbáceo). (Rügnitz et. al, 2009)

Además, se tomaron fotografías de cada especie de planta, las cuales sirven como material de apoyo visual.

2.3.4. Identificación de especies

El proceso de determinación de la identidad de las especies y determinación del taxón correspondiente al que pertenece, se utilizó los datos obtenidos de cada especie botánica comparándose con claves de identificación taxonómica y la información bibliográfica especializada, trabajos de investigación similares, textos publicados por Institutos de Investigación y herbarios, los mismos que se consignan en la bibliografía. Para la verificación de la información taxonómica actualizada, se utilizó bases de datos indexadas, como son: The Catalogue of Life (www.catalogueoflife.org) que cuenta con un registro actualizado de 1,64 millones de especies animales y vegetales, también “Integrated Taxonomic Information System (www.itis.gov)” y “The Plant List (www.theplantlist.org)”. (Rügnitz et. al, 2009).

2.3.5. Registro de especies botánicas

Los datos recolectados de cada especie vegetal se organizaron en cuadros donde se muestran los diferentes nombres comunes, taxa por familia, género y especie y la forma biológica o de vida que han sido identificados.

2.3.6. Biomasa de especies arbóreas vivas

Para la determinación de la biomasa de especies arbóreas vivas se realizó de acuerdo con la metodología propuesta por “International Center for Research in Agroforestry (ICRAF)”, en aplicación de los procedimientos establecidos en el “manual de determinación de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de tierra”. (Arévalo et al., 2003)

La biomasa arbórea viva estimada comprendió al tronco, ramas, hojas de los árboles cuyos diámetros sean mayores o iguales de 2.5 cm. Para la medición del DAP de las especies arbóreas, se utilizó una forcípula, en los 3 transectos o parcela de muestreo (repeticiones), que permitió estimar su biomasa aérea por especie, utilizando el método indirecto mediante el uso de ecuaciones alométricas. (Rügnitz et. al, 2009)

La aplicación de esta metodología comprende la utilización de la siguiente ecuación:

$$BA = (0,1184 * DAP)^{2,53}$$

Dónde:

BA = Biomasa de árboles vivos en pie.

0,1184 = Constante

DAP = Diámetro a la Altura del Pecho (cm).

2,53 = Constante exponencial.

La cantidad total de biomasa arbórea viva obtenida (Kg) por cada parcela de muestreo se expresó en toneladas por hectárea ($t. ha^{-1}$), para esto acumulando la biomasa de los árboles registrados y medidos en cada transecto (parcela de muestreo):

$$BAVT (t. ha^{-1}) = BTAV. 0,01$$

Donde:

BAVT = Biomasa árboles vivos en $t. ha^{-1}$

BTAV = Biomasa total en los transectos (parcela de muestreo) por especie arbórea

0,01 = Factor de conversión cuando el transecto (parcela de muestreo) es de 50m x 20m

2.3.7. Biomasa arbustiva (Bab) y herbácea (Bhb)

La biomasa herbácea y arbustiva, estuvo conformada por la biomasa existente sobre el suelo de modo epigeo de arbustos cuyos diámetros sean menores de 2.5 cm, gramíneas y otras especies herbáceas. La cantidad biomasa se estimó mediante muestreo directo en cada uno de los tres transectos, donde se estableció áreas de submuestra de 1 m x 1 m, tomadas al azar de cada una de la sub parcela que compone el transecto, donde se evaluaron las especies arbóreas y se procedió a cortar toda la vegetación viva sobre el suelo, registrando el peso fresco total del metro cuadrado, de esta cantidad se tomó una sub-muestra (aproximadamente 200 g) colocando en una bolsa de papel correctamente identificadas anotando el peso fresco, posteriormente se secó en una estufa a 70° C durante 48 horas, hasta obtener peso seco constante. El peso seco de la biomasa seca se expresó luego en $t * ha^{-1}$, de acuerdo con la figura 3 (Rügnitz et. al, 2009).

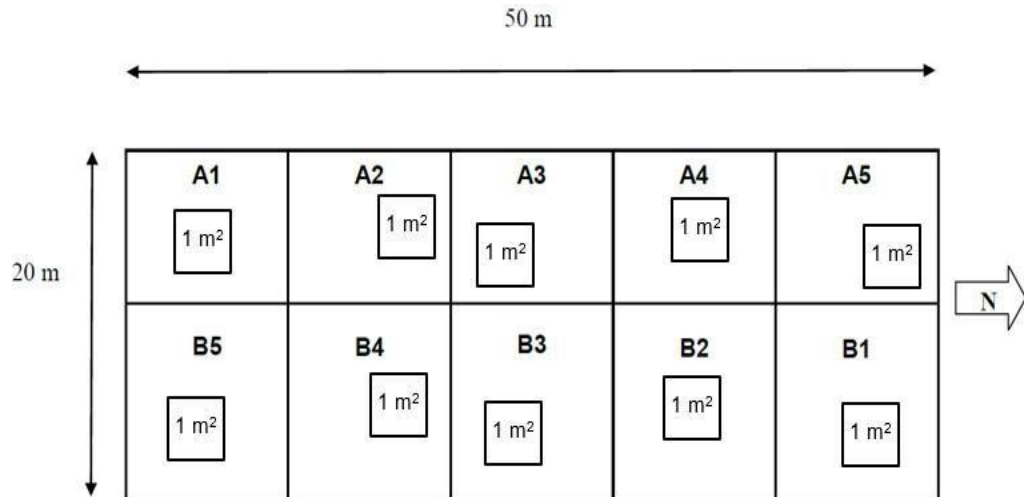


Figura 3. Muestreo de biomasa arbustiva (Bab) y herbácea (Bhb) en cuadrantes de 1 m², distribuidos al azar (Rügnitz et. al, 2009)

a. Cálculo de la biomasa arbustiva/herbácea (t. ha⁻¹)

Para la determinación de esta biomasa en t. ha⁻¹, se aplicó la ecuación:

$$\text{BAH (t. ha}^{-1}\text{)} = ((\text{PSM} / \text{PFM}). \text{PFT}). 10$$

Donde:

BAH = Biomasa arbustiva/herbácea, 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)

10 = Factor de conversión.

b. Cálculo total de la biomasa vegetal viva (t. ha⁻¹)

Consistió en la sumatoria de la biomasa de especies arbóreas vivas y la biomasa arbustiva y herbácea.

$$\text{BVT (t. ha}^{-1}\text{)} = (\text{BAVT} + \text{BAH})$$

Dónde:

BVT = Biomasa total vegetal viva.

BAVT = Biomasa total de árboles vivos.

BAH = Biomasa arbustiva y herbácea.

c. Determinación del contenido de carbono total en la biomasa vegetal viva (t.ha¹)

La cantidad de BVT viva (Biomasa Vegetal Total) se multiplicó por el factor de 0,45; estimándose así la cantidad de carbono presente en la biomasa vegetal viva (el factor 0,45 utilizado para el cálculo estimado de carbono, porque se considera que en promedio la materia vegetal seca contiene un 45% de carbono). (Noriega, 2011)

2.3.8. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

A los datos conseguidos de la cantidad de biomasa aérea y carbono de las muestras de especies de plantas arbóreas, herbáceas y arbustivas, se les aplicó instrumentos de la estadística descriptiva y comparativa, determinando el promedio, valores mínimos y máximos y desviación estándar, mediante el uso del software estadístico Infostat, que permitió procesar los datos de los componentes estudiados del área de regeneración natural evaluada (purma), específicamente de la biomasa aérea de las árboles, especies de plantas herbáceas y arbustivas, de acuerdo a los resultados conseguidos se elaboró gráficos estadísticos que representen a estos valores utilizando cuadros y gráficos de barras descriptivas.

III. RESULTADOS

El resultado del inventario florístico de los árboles, plantas arbustivas y herbáceas se detalla en la Tabla I, presentes en zonas de purma de regeneración natural evaluada, en la localidad de Aucaloma, distrito de San Antonio, provincia y región de San Martín.

Tabla I. *Inventario florístico de los árboles, plantas arbustivas y herbáceas*

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Familia botánica	Forma biológica	Cant. Indiv.	Diámetro promedio (cm)
1	Arrean	<i>Roupala sp.</i>	Proteaceae	Árbol	2	8.50
2	Atadijo	<i>Trema micrantha</i> (L.) Bl.	Cannabaceae	Árbol	1	3.82
3	Brea caspi	<i>Caraipa densifolia</i> Mart.	Calophyllaceae	Árbol	2	3.03
4	Came	N.D	-	-	29	3.91
5	Caraña Huanguna	<i>Clidemia piperifolia</i> Gleason	Melastomataceae	Herbáceo	2	3.18
6	Cedro Mocoa Blanco	<i>Cedrela sp.</i>	Meliaceae	Árbol	11	4.35
7	Cespedesia	<i>Cespedesia spathulata</i> (Ruiz & Pav.) Planchon	Ochnaceae	Herbáceo	3	5.70
8	Cetico	<i>Cecropia membranacea</i> Trec.	Urticaceae	Árbol	7	7.26
9	Copalillo	<i>Protium aracouchini</i> (Aubl.) Marchand	Burseraceae	Árbol	3	4.33
10	Fapina	<i>Cupania cinerea</i> Poepp. & Endl.	Sapindaceae	Árbol	3	3.40
11	Horno Pichana	N.D	-	-	1	2.50
12	Hualaja	<i>Zanthoxylum sprucei</i> Engl.	Rutaceae	Árbol	1	7.00
13	Huamansamana	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Bignoniaceae	Árbol	2	9.00
14	Huarimi Huarimi	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerf. & Frodin	Araliaceae	Árbol	2	4.10
15	Huimba	<i>Ceiba samauma</i> (C. Mart. & Zucc.) Schum.	Malvaceae	Árbol	1	4.14
16	Indano	<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) DC.	Malpighiaceae	Árbol	17	4.61
17	Ingaina	<i>Myrsine oligophylla</i> Zahlbruckner	Primulaceae	Árbol	10	7.99
18	Isula Micuna	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Lauraceae	Árbol	2	3.00
19	Mashonaste Amarillo	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Moraceae	Árbol	1	3.82
20	Matico o Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae	Arbusto	3	3.34
21	Mullaca	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae	Herbácea	11	3.29

22	Mullaca Blanca	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae	Herbácea	1	6.68
23	Mullaquilla	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae	Herbácea	45	3.61
24	Novia Sisa	<i>Palicourea sp.</i>	Rubiaceae	Herbácea	22	3.95
25	Ocuera Amarilla	<i>Pollalesta sp.</i>	Asteraceae	Herbácea	3	3.83
26	Ocuera Blanca	<i>Pollalesta sp.</i>	Asteraceae	Herbácea	1	3.50
27	Ojé	<i>Ficus insipida Willdenow</i>	Moraceae	Árbol	8	5.63
28	Palicourea	<i>Palicourea guianensis Aubl.</i>	Rubiaceae	Herbácea	10	2.94
29	Pichirina Colorada	<i>Vismia macrophylla Kunth</i>	Hypericaceae	Árbol	2	4.45
30	Puca Pashaca	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneb	Fabaceae	Árbol	1	4.10
31	Quillo Sisa	<i>Vochysia lomatophylla Standl.</i>	Vochisiaceae	Árbol	7	5.40
32	Renaco	<i>Ficus schultesii Dugand</i>	Moraceae	Árbol	1	2.55
33	Renaco Blanco	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	Árbol	2	6.45
34	Sacha Chacruna	<i>Psichotria sp.</i>	Rubiaceae	Herbácea	1	4.50
35	Sani Sisa	<i>Malpighia sp.</i>	Malpighiaceae	Árbol	4	4.70
36	Ucshaquiro	<i>Sclerolobium paniculatum Vogel</i>	Fabaceae	Árbol	77	24.52
37	Vainilla veneno	N.D	Fabaceae	Arbusto	2	3.60
38	Yacushapana Negra	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.)	Combretaceae	Árbol	2	5.50
39	Yahuar caspi	<i>Brownea macrophylla Linden</i>	Fabaceae	Árbol	5	6.28
40	Yanahuasca	<i>Duguetia sp.</i>	Annonaceae	Árbol	9	3.31
41	Yanavara	<i>Acalyha macrostachya</i>	Chrysoblanaceae	Arbusto	1	5.00
Total					318	

En la tabla I se muestra el listado de especies vegetales inventariadas presentes en la zona de purma de regeneración natural evaluada, identificándose 41 especies distribuidas en 28 familias botánicas, entre árboles, arbustos y herbáceas, el listado incluye el nombre común y científico, la cantidad de individuos por especie y el diámetro a la altura del pecho (DAP) promedio (cm) por especie. El mayor número de individuos corresponde a “Ucshaquiro” (*Sclerolobium paniculatum* Vogel, Fabaceae) con 77 individuos inventariados con un DAP promedio de 24.52 cm, seguido de “Mullaquilla” (*Miconia sp.*, Melastomataceae) con 45 individuos con un DAP promedio de 3.61 cm.

Así mismo se detalla en la tabla II, el número de especies y cantidad de individuos por familia botánica de árboles, plantas arbustivas y herbáceas presentes en los transectos evaluados ubicados en zonas de purmas de regeneración natural, en la localidad de Aucaloma.

Tabla II. *Número de especies y cantidad de individuos por familia botánica de árboles, plantas arbustivas y herbáceas*

Familia botánica	Número de especies	Cantidad individuos	Porcentaje
Fabaceae	4	85	26.73%
Melastomataceae	4	59	18.55%
Rubiaceae	3	33	10.38%
Came	1	29	9.12%
Malpighiaceae	2	21	6.60%
Moraceae	4	12	3.77%
Meliaceae	1	11	3.46%
Primulaceae	1	10	3.14%
Annonaceae	1	9	2.83%
Urticaceae	1	7	2.20%
Vochisiaceae	1	7	2.20%
Asteraceae	2	4	1.26%
Burseraceae	1	3	0.94%
Ochnaceae	1	3	0.94%
Piperaceae	1	3	0.94%
Sapindaceae	1	3	0.94%
Araliaceae	1	2	0.63%
Bignoniaceae	1	2	0.63%
Calophyllaceae	1	2	0.63%
Combretaceae	1	2	0.63%
Hypericaceae	1	2	0.63%
Lauraceae	1	2	0.63%
Proteaceae	1	2	0.63%
Cannabaceae	1	1	0.31%
Chrysoblanaceae	1	1	0.31%
Malvaceae	1	1	0.31%
Rutaceae	1	1	0.31%
Horno Pichana	1	1	0.31%
Total	41	318	100.00%

En total se inventarió 318 individuos, distribuidos en 41 especies vegetales. Se encontró familias botánicas cuyas especies identificadas son típicas de bosques secundarios o purmas de crecimiento espontáneo. De acuerdo con la tabla II, el 26.73% (85 individuos) corresponden a la familia Fabaceae (4 especies), 18.55% (59 individuos) están incluidos en la familia Melastomataceae (4 especies), seguido del 10.38% (33 individuos) pertenecen a la familia Rubiaceae (3 especies), las demás familias presentan porcentajes menores al 10% variando la cantidad de individuos y el número de especies,

correspondiendo el menor porcentaje (0.31%) a las familias Cannabaceae, Chrysoblanaceae, Malvaceae, Rutaceae.

En la fig. 4 y 5 se observa la biomasa aérea y el stock de carbono estimado obtenidos en las evaluaciones realizadas de acuerdo con la metodología empleada del ICRAF (Rügnitz et. al, 2009), aplicada en especies arbóreas, herbáceas y arbustivas, valores extrapolados a una hectárea a partir de los transectos evaluados, evidencian que la mayor cantidad de biomasa estimada está dada por el estrato arbóreo obtenido mediante la aplicación de la ecuación para el cálculo de la biomasa de especies arbóreas vivas ($163.23 \text{ t. ha}^{-1}$) seguido por la biomasa del sotobosque, especies herbáceas y arbustivas obtenido mediante la aplicación de la ecuación para el cálculo de la biomasa de especies herbáceas/arbustivas (1.26 t. ha^{-1}), a partir de las cuales se determinó el stock de carbono existente en la biomasa, con 73.45 t. ha^{-1} (99.23%) y 0.57 t. ha^{-1} (0.77%) respectivamente, correspondiente al bosque secundario o purma evaluado.

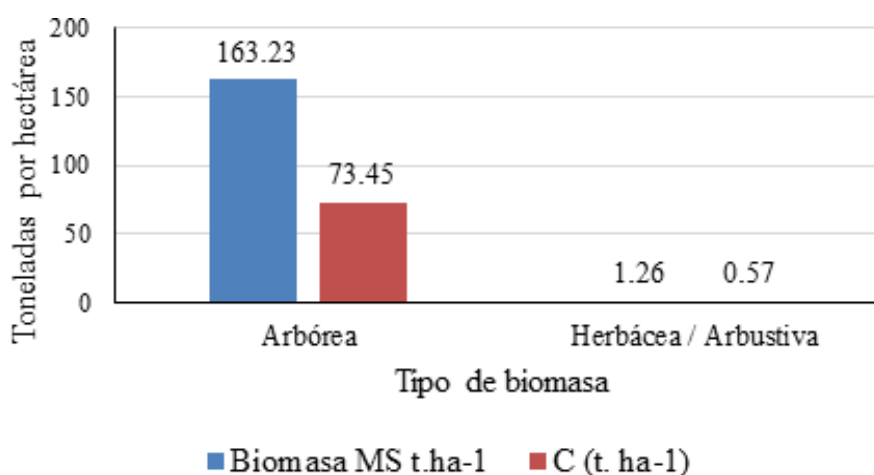


Figura 4. Biomasa aérea y carbono total estimado (t. ha^{-1})

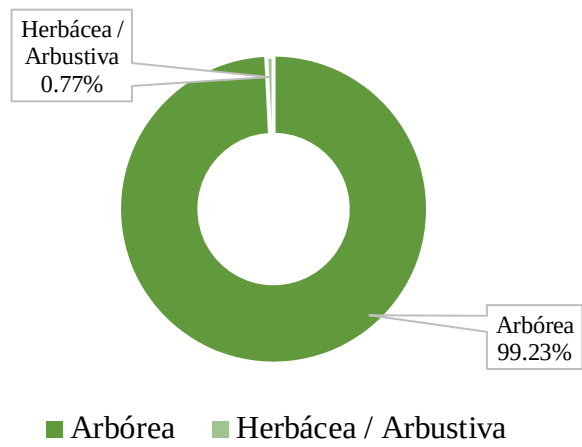


Figura 5. Distribución porcentual de carbono estimado en la biomasa aérea

En la tabla III se observa la biomasa y carbono herbáceo y arbustivo obtenido como promedio por subparcela y transecto y extrapolado a una hectárea, muestran una desviación estándar de 0.53 y 0.24 respectivamente para la Biomasa MS (BAH) (t. ha⁻¹) y el stock de carbono Ch (t. ha⁻¹), lo cual indica que los valores evaluados para ambos casos están próximos a la media y no están muy dispersos.

Tabla III. Promedio de biomasa y carbono herbáceo y arbustivo por subparcela (Transecto I, II y III)

Sub- parcela	Peso muestra fresca (Kg) (1 m ²) (PFT)	Peso muestra fresca (g) (PFM)	Peso muestra seca (g) (PSM)	Materia seca (%)	Biomasa MS (t.ha ⁻¹) (BAH)	Ch (t. ha ⁻¹)
A1	0.39	199.3	67.1	33.7	1.29	0.58
A2	0.26	176.3	63.5	38.0	0.88	0.40
A3	0.16	127.0	49.9	46.0	0.57	0.26
A4	0.17	152.7	61.3	45.7	0.65	0.29
A5	0.30	158.0	61.7	43.1	1.06	0.48
B1	0.72	198.7	60.3	30.4	2.20	0.99
B2	0.37	198.7	86.7	43.5	1.71	0.77
B3	0.28	162.3	58.6	38.5	0.95	0.43
B4	0.52	200.0	59.8	29.9	1.85	0.83
B5	0.43	181.3	68.9	39.1	1.43	0.65
Promedio:				38.8	1.26	0.57
Desviación estándar					0.53	0.24

IV. DISCUSIÓN

La composición florística observada en la zona de purma de regeneración natural evaluada, en la localidad de Aucaloma, distrito de San Antonio, provincia y región San Martín, son similares con otros estudios, el cual se reportó familias botánicas (30), especies (65) e individuos (322) con $DAP \geq 10$ cm donde se muestra algunos de los mismos patrones florales similares que han sido reportados para la Amazonía (García et.al 2021). Las familias Fabaceae, Melastomataceae y Rubiaceae son las más representativas en cuanto al mayor número de especies registradas; esto es consistente con otros estudios informados previamente con características topográficas e hidrológicas similares al presente estudio. (García et.al 2021). La familia Fabaceae adicionalmente a la mayor cantidad de individuos (85), presenta 4 especies diferentes, destacando la especie arbórea “Ucshaquiro” (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) con 77 individuos inventariados, con diámetros a la altura del pecho (DAP) de 24.52 cm, con predominancia en el bosque secundario o purma evaluado con 20 años de descanso, sin intervención antrópica. La menor cantidad de especies herbáceas y arbustivas existentes se atribuye a la predominancia de las especies arbóreas, que reduce la luz solar, nutrientes del suelo para que estas especies herbáceas y arbustivas incrementen la cantidad de individuos. La otra familia que destaca es la familia Melastomataceae, cuya presencia es típica en bosques secundarios o purmas, con regeneración natural, que crecen en sotobosques o en claros, como una típica de sucesión ecológica (Santander y García, 2022).

La composición florística, referido a la densidad, el tipo, la edad, dominancia de las especies vegetales, basados en los parámetros de las características botánicas y dasométricas (García et.al 2021), suministra información relevante referido a la acumulación de biomasa y la capacidad para almacenar carbono (Rojas et al. 2019), esto se pudo verificar en la presente investigación, donde se evidenció una mayor acumulación en las especies arbóreas, siendo de alto riesgo la intervención antrópica en estos bosques secundarios o purmas porque se contribuiría al empobrecimiento de las reservas de carbono (García et al. 2021).

Los resultados obtenidos como producto de las mediciones realizadas y consecuentemente la aplicación de la metodología utilizada ICRAF (Rügnitz et. al, 2009), permitió estimar la biomasa aérea y stock de carbono almacenado ($t. ha^{-1}$) por las especies inventariadas en el área evaluada, purmas de regeneración natural, en la localidad de Aucaloma, distrito de San Antonio, provincia y región San Martín, en el cual se evidenció que el tipo de bosque evaluado, presentó una biomasa aérea total de $164.49 t. ha^{-1}$

(biomasa arbórea, herbácea y arbustiva) y un stock de carbono almacenado de 74.02 t. ha⁻¹ (Fig. 4).

Estudios similares realizados como el de Calle (2017), quien evaluó el potencial de secuestro de carbono de los bosques secundarios en el sector de Lago Avispa, provincia de Requena, cuantificaron la biomasa de especies encontradas en cada parcela y área de estudio (1 ha) y estimaron la cantidad de carbono secuestrado en una comparación productiva, encontró que en la biomasa viva existía 7.976 t. ha⁻¹, resultando menor al encontrado en el presente estudio. Antivo (2018), quien estimó el potencial de secuestro de carbono de las especies de plantas grandes en los bosques de tierras altas del bosque secundario de la comunidad campesina de Tumpa, provincia de Yungay, encontró 37.953 t. ha⁻¹ de carbono en la biomasa arbórea, 2.808 t. ha⁻¹ de carbono en la biomasa arbustiva/herbácea en el sistema evaluado. Morán (2011), en su investigación, evaluó el potencial de secuestro de carbono de los bosques naturales secundarios en el centro de producción e investigación Pabloyacu en Moyobamba, encontró aproximadamente de 4.818 t. ha⁻¹ de Carbono, que resulta un valor inferior al encontrado en el presente trabajo de investigación desarrollado.

Estos resultados variados encontrados, en comparación con el valor estimado de carbono almacenado en la purma de regeneración natural, en la localidad de Aucaloma, distrito de San Antonio, provincia y región San Martín, podría deberse al tipo de vegetación existente en el área de estudio, la cantidad y a la edad de los mismos; tal como lo indica Villoslada (2017), quien evaluó el potencial del ecosistema y su impacto en la captura de carbono, de un bosque secundario ubicado en un terreno agrícola, jurisdicción del sector de Puerto Motilones, Moyobamba, descubrió que la biomasa de las plantas leñosas regulares secuestra 234.14 T de carbono.

Díaz et al. (2016), indica que en general, los bosques primarios y secundarios almacenan la mayor cantidad de carbono, en contraste con los sistemas de uso de la tierra influenciados por el hombre, ya que la transición del bosque al monocultivo reduce la captura de carbono y, por lo tanto, el CO₂, uno de los gases responsables del cambio climático.

V. CONCLUSIONES

La cantidad de biomasa total estimada en el bosque secundario de regeneración natural (purma) evaluado fue de 164.49 t. ha⁻¹, distribuida en especies arbóreas con 163.23 t. ha⁻¹ y herbáceas y arbustivas con 1.26 t. ha⁻¹.

La cantidad total de carbono estimado en el bosque secundario de regeneración natural (purma) evaluado fue de 74.02 t. ha⁻¹, distribuida en especies arbóreas con 73.45 t. ha⁻¹ (99.23%), y en especies herbáceas y arbustivas con 0.57 t. ha⁻¹ (0.77%) respectivamente.

Mediante el inventario florístico del bosque secundario de regeneración natural (purma) evaluado, se identificó 318 individuos, distribuidas en 41 especies y 28 familias botánicas, entre árboles (183), arbustos (6) y herbáceas (99), con predominancia de la familia fabaceae.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar otros estudios complementarios que permitan determinar la biomasa y el stock de carbono existente en la necromasa y en el suelo del área estudiada, que permita estimar la cantidad total de biomasa y stock de carbono del sistema completo de purma.

Incentivar a realizar otros estudios de investigación que permitan determinar la curva de mayor almacenamiento de biomasa y stock de carbono evaluando bosques secundarios o purmas de diferentes años de regeneración natural ubicados en zonas intervenidas ubicadas en laderas.

Adicionalmente, se recomienda que para la influencia del potencial ecosistémico del bosque secundario en la captura de carbono a estimar es oportuno tener en cuenta la biomasa total, condicionada a la composición florística, densidad de la población, tipo, edad y dominancia de las especies vegetales, según las características botánicas y dasométricas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

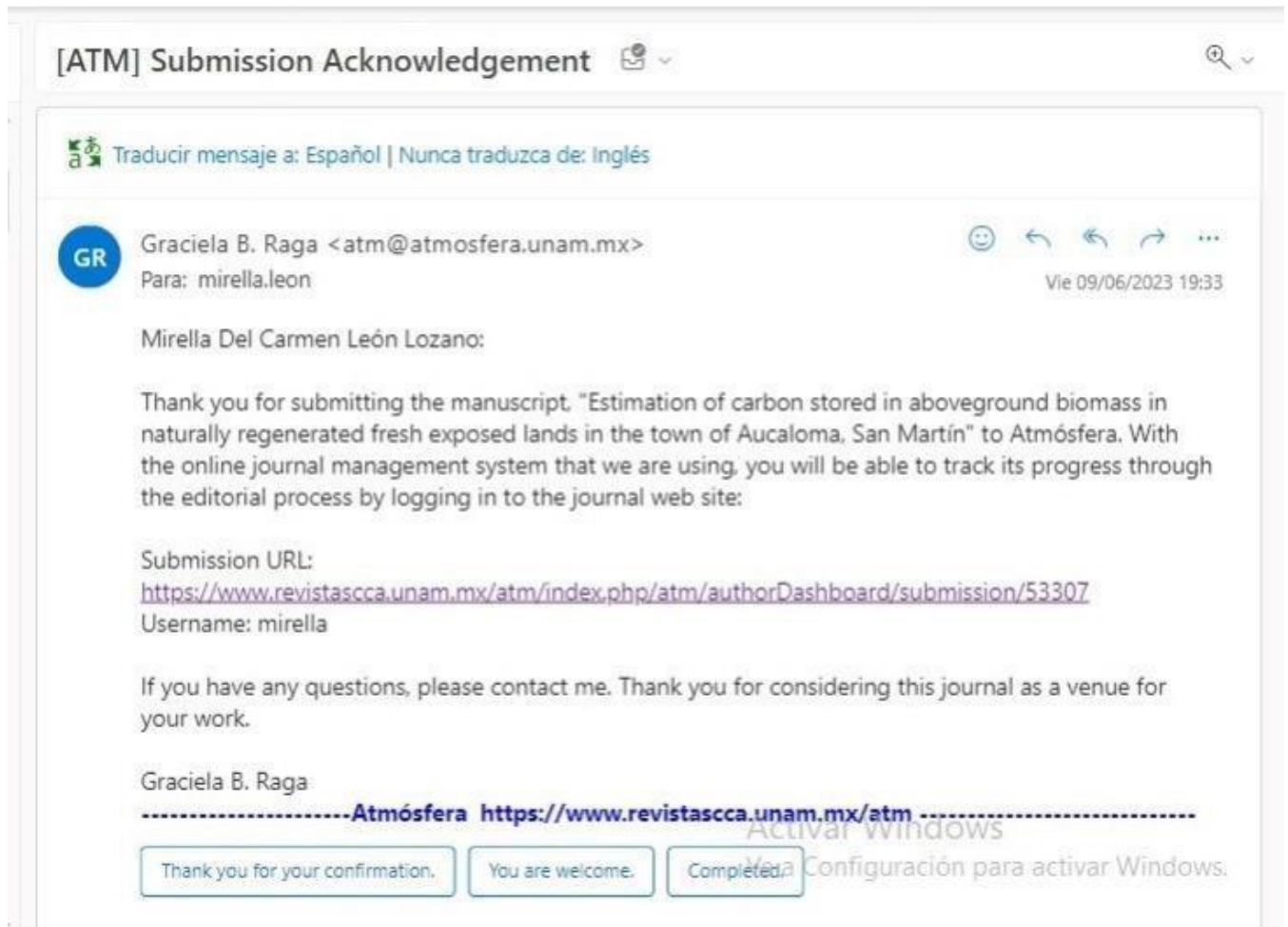
- Calle Rojas, D. D. (2017). “Estimación del potencial de captura de carbono de un bosque secundario en el sector Lago Avispa y su contribución como sumideros naturales frente al cambio climático, Requena – 2016”. (*Tesis de Licenciatura Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba.*) Obtenido de <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3190>
- Díaz Chuquizuta, P., Fachin Ruiz, G., Tello Salas, C., & Arévalo López, L. (2016). Carbono almacenado en cinco sistemas de uso de tierra, en la región San Martín Perú. *RINDERESU (Revista internacional de desarrollo regional sustentable)*, 1, 57-67. Obtenido de <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/22>
- Dourojeanni, M. (2 de agosto de 2013). Desperdicio de tierras en la Amazonía del Perú. *SPDA Actualidad Ambiental*. Obtenido de <https://www.actualidadambiental.pe/desperdicio-de-tierras-en-la-amazonia-del-peru-escribe-marc-dourojeanni/>
- Fonseca, W., Alice, F., Montero, J., Toruño, H., & Leblanc, H. (2008). Acumulación de biomasa y carbono en bosques secundarios y plantaciones forestales de *Vochysia guatemalensis* e *Hieronyma alchorneoides* en el Caribe de Costa Rica. (T. (. CATIE, Ed.) *CATIE - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza*, 1-8. Obtenido de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5742>
- Forestal, C. N. (22 de noviembre de 2017). Bosques y Cambio Climático. *Gobierno de México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/conafor/documentos/bosques-y-cambio-climatico-23762>
- García Quintana, Y., Arteaga Crespo, Y., Torres Navarrete, B., Bravo Medina, C., & Robles Morilo, M. (2021). Biomasa aérea de familias botánicas en un bosque siempreverde piemontano sometido a grados de intervención. *Colombia Forestal*,

- 24(1), 45-59. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/15939>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la Investigación. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Lozano, M. B. (1994). *Diagnóstico de la agricultura tradicional en la Sub-cuenca del Mayo Central*. Universidad Nacional de San Martín.
- Noriega Morán, J. D. (2011). "Estimación del potencial de captura de carbono, del bosque natural secundario en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu, Moyobamba-2011". (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba. Obtenido de <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2326>
- Rojas Vargas, E. P., Silva Agudelo, E. D., Guillén Motta, A. Y., Motta Delgado, P. A., & Herrera Valencia, W. (2019). Carbono almacenado en estrato arbóreo de sistemas ganaderos y naturales del municipio de Albania, Caquetá, Colombia. *Revista Ciencia y Agricultura*, 16(3), 35-46. Obtenido de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/9515
- Rügnitz Tito, M., Chacón León, M., & Porro, R. (2009). *Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales*. Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) / Consorcio Iniciativa Amazónica (IA), Lima. Obtenido de <https://www.worldagroforestry.org/publication/guia-para-la-determinacion-de-carbono-en-pequenas-propiedades-rurales>
- Santander Malo, V., & García Quintana, Y. (enero-abril de 2022). Evaluación de biomasa aérea acumulada y sostenibilidad ecológica en bosques amazónicos: estudio de caso comunidad Cotococha. *CFORES (Revista cubana de ciencias forestales)*, 10(1), 1-15. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11472>

- Tacarpo Antivo, A. M. (2018). "Estimación del potencial de captura de carbono de las especies de flora predominante de la parte alta del bosque de la comunidad campesina de Tumba - provincia de Yungay, 2018". (*Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Santiago Antúñez de Mayolo, Ancash.*) Obtenido de <https://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2780>
- Villoslada Hernández, J. E. (2017). "Evaluación del potencial ecosistémico de un bosque secundario y su influencia en la captura de carbono, en el sector en el sector Moyobamba-2015". (*Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto.*) Obtenido de <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2625>

VIII. ANEXOS

EVIDENCIA DE SUMISIÓN DEL ARTÍCULO



RESOLUCIÓN DE INSCRIPCIÓN DEL PERFIL DE PROYECTO

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

RESOLUCIÓN N° 0358-2022/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Naña 26 de abril de 2022

VISTO:

El expediente de **Mirella Del Carmen León Lozano**, identificado(a) con Código Universitario N° 201612675, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Mirella Del Carmen León Lozano**, ha solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Carbono almacenado en la biomasa aérea en purmas de regeneración natural, en la localidad de Acaloma, San Martín" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 26 de abril de 2022, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

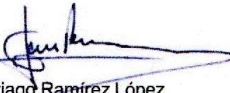
Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Carbono almacenado en la biomasa aérea en purmas de regeneración natural, en la localidad de Acaloma, San Martín**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar a **Mg. Rubén Martínez Cabrera** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Dr. Geomar Vallejos Torres** y **Ing. Jessica Quipas Pezo**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Dr. Santiago Ramírez López
SECRETARIO ACADÉMICO

CC:
-Interesado
Asesor
Dirección General de Investigación
Archivo