

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROECOLOGÍA

MENCIÓN EN GESTIÓN DE BOSQUES TROPICALES



**BIOMASA VEGETAL Y CARBONO ALMACENADO EN
PLANTACIÓN MIXTA DE OCHO AÑOS DE *Colubrina glandulosa*
(*Shaina*) y *Vitex pseudolea* (paliperro), LEONCIO PRADO**

Para optar el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROECOLOGIA

MENCIÓN: GESTIÓN BOSQUES TROPICALES

PRESENTADO POR:

RAUL ARAUJO TORRES

TINGO MARIA - PERU

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
UNIDAD DE POSGRADO



DIRECCIÓN

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
Nro. 003-UPG-FRNR-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 4:00 p.m. del martes 18 de abril de 2023, reunidos de manera presencial en el Auditorio de la Escuela de Posgrado, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

"BIOMASA VEGETAL Y CARBONO ALMACENADO EN PLANTACION MIXTA DE OCHO AÑOS DE *Colubrina glandulosa* (*Shaina*) y *Vitex pseudolea* (*paliperro*), LEONCIO PRADO"

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención: Gestión de Bosques Tropicales **RAUL ARAUJO TORRES**.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO** Acto seguido, a horas **5:30** p.m. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE
Presidente del Jurado

Ing. MS.c. WARREN RIOS GARCIA
Miembro del Jurado

Ing. MS.c. EDILBERTO DIAZ QUINTANA
Miembro del Jurado

Ing. MS.c. DAVID PRUDENCIO QUISPE JANAMPA
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 143 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:

Escuela de Posgrado UNAS

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
BIOMASA VEGETAL Y CARBONO ALMACENADO EN PLANTACIÓN MIXTA DE OCHO AÑOS DE Colubrina glandulosa (Shaina) y Vitex pseudolea (paliperro), LEONCIO PRADO	RAUL ARAUJO TORRES	19% Diecinueve

Tingo María, 09 de junio de 2023


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN: GESTIÓN BOSQUES TROPICALES



BIOMASA VEGETAL Y CARBONO ALMACENADO EN UNA PLANTACIÓN MIXTA DE OCHO AÑOS DE *Colubrina glandulosa* (Shaina) Y *Vitex pseudolea* (paliperro), LEONCIO PRADO

Autor	: Ing. Raul Araujo Torres
Asesor	: Ing. M. Cs. David Prudencio Quispe Janampa
Programa de investigación	: Gestión de Bosques Tropicales
Línea de investigación	: Adaptación al cambio climático
Eje temático de investigación	: Fijación, captura y almacenamiento de carbono
Lugar de Ejecución	: Leoncio Prado
Duración	: Fecha de inicio: Junio : Termino: Noviembre
Financiamiento	: 2 524.5

FEDU : No

Propio : Sí

Otros :No

Tingo María – Perú

2023



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL
GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO, INVESTIGACIÓN
DOCENTE Y TESISISTA**

I. Datos Generales de Posgrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Escuela de posgrado	: EPG-UNAS.
Posgrado	: Maestría en Ciencias en Agroecología
Mención	: Gestión de Bosques Tropicales
Título de tesis	: Biomasa vegetal y Carbono almacenado en la plantación mixta de ocho años, <i>Columbrina glandulosa (Shaina)</i> y <i>Vitex pseudolea (paliperro)</i> , Leoncio Prado
Autor	: Raul Araujo Torres.
Asesor de tesis	: Ms.c. David Prudencio Quispe Janampa
Programa de investigación	: Gestión de Bosques Tropicales.
Línea(s) de investigación	: Adaptación al cambio climático.
Eje Temático	: Fijación captura y almacenamiento de carbono.
Lugar de ejecución	: CIPTALD Tulumayo (Leoncio Prado).
Duración	: Inicio : Junio 2022 Término : Noviembre 2022
Financiamiento	: FEDU : S/0.00 Propio : S/2,524.5 Otros : S/0.00

Tingo María, Perú, junio 2023.

Raul Araujo Torres

Tesista

Ms.c. David Prudencio Quispe Janampa

Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
UNIDAD DE POSGRADO



DIRECCIÓN

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
Nro. 003-UPG-FRNR-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 4:00 p.m. del martes 18 de abril de 2023, reunidos de manera presencial en el Auditorio de la Escuela de Posgrado, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

"BIOMASA VEGETAL Y CARBONO ALMACENADO EN PLANTACION MIXTA DE OCHO AÑOS DE *Colubrina glandulosa* (*Shaina*) y *Vitex pseudolea* (*paliperro*), LEONCIO PRADO"

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención: Gestión de Bosques Tropicales **RAUL ARAUJO TORRES**.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO** Acto seguido, a horas **5:30** p.m. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE
Presidente del Jurado

Ing. MS.c. WARREN RIOS GARCIA
Miembro del Jurado

Ing. MS.c. EDILBERTO DIAZ QUINTANA
Miembro del Jurado

Ing. MS.c. DAVID PRUDENCIO QUISPE JANAMPA
Asesor

DEDICATORIA

A Dios, por guiar mis pasos por el camino del bien y así poder lograr mis metas planteadas.

A mis padres; Hector y Consuelo, que Dios los tenga en su gloria y mi recuerdo imperecedero.

A mi esposa Silvia por su constante apoyo en todos los instantes de mi vida.

A mis queridos hijos: Raul y Silvia, que son motivo de superación día a día, y que siempre me brindaron el apoyo en todas mis decisiones para mi superación en lo personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Durante mi formación profesional, personal y desarrollo de la presente investigación, varias personas colaboraron directa e indirectamente, a quienes deseo expresar mi más profundo reconocimiento:

A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria de la Selva, que sus aulas llevaron a la culminación de mi carrera profesional

A los docentes de la Escuela de Posgrado, en especial de la maestría en Agroecología, mención Gestión en Bosques Tropicales quienes contribuyeron en mi formación académica y me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de mi tesis.

A mi asesor Ing. M. Cs. David Quispe Janampa, por brindarme el soporte y experiencia en la ejecución de mi trabajo de investigación.

Al Dr. Casiano Aguirre Escalante, presidente de jurados, por su soporte y conocimientos en la mejora de la investigación.

Al Ing. M. Cs. Edilberto Diaz Quintana y Ing. M. Cs. Warren Rios Garcia, miembros de jurados quienes aportaron con su experiencia y sabiduría, que fueron necesarios en la investigación.

Al Ing. M. Cs. Cleide Santos Flores, por el apoyo en la instalación y evaluaciones periódicas concerniente en el trabajo de investigación.

Al Ing. M. Sc. Brayan Caldas de la Cruz, por su valioso aporte en las evaluaciones de biomasa.

Al Bachiller Pedro Quispe Ugarte por el apoyo en la instalación de las parcelas concerniente a la investigación.

ÍNDICE

	Página.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.Marco teórico	3
2.1.1.Carbono en plantaciones forestales	3
2.1.2.Variación climática	4
2.1.3.Efecto invernadero	4
2.1.4.Ciclo geológico del carbono.....	5
2.1.5.Captura y flujo de carbono	5
2.1.6.Sumidero de carbono en ecosistemas forestales	6
2.1.7.Influencia de los árboles en la variación del clima	7
2.1.8.Biomasa	8
2.1.9.Biomasa forestal.....	8
2.1.10.Biomasa aérea	9
2.1.11.Biomasa en la herbácea	9
2.1.12.Biomasa en la hojarasca	9
2.1.13.Métodos para determinar la biomasa.....	10
2.1.14.Captura de carbono en las plantas	10
2.1.15.Stock de carbono.....	11
2.1.16.Secuestro de CO ₂	11
2.1.17.Métodos para determinar el carbono	11
2.1.18. <i>Vitex pseudolea</i> Rusby	12
2.1.19. <i>Colubrina grandulosa</i> Perkins	13
2.2. Estado del arte.....	14
III.MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Lugar de ejecución.....	18
3.1.1.Zona de vida.....	18
3.1.2.Aspectos del área de influencia	18
3.2. Tipo y nivel de investigación	18
3.2.1.Tipo de investigación	18
3.2.2.Nivel de investigación.....	18
3.3. Población y Muestra	19
3.3.1.Población:	19
3.3.2.Muestra:	19

3.3.3.Diseño de investigación	19
3.4. Técnicas estadísticas	20
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de información.	20
3.6. Variables de estudio:.....	20
3.6.1.VARIABLES INDEPENDIENTES.....	20
3.6.2.VARIABLES DEPENDIENTES.....	20
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	21
3.7.1.Cuantificación de la biomasa	21
3.7.2.Cálculos de la biomasa vegetal	22
3.7.3.Cálculos de la biomasa vegetal total (t ha ⁻¹).....	24
3.7.4.Cálculo del carbono en la biomasa vegetal total (t ha ⁻¹).....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. Biomasa arbórea, herbácea y hojarasca en <i>C. glandulosa</i> y <i>V. pseudolia</i>	26
4.1.1.Biomasa arbórea (t/ha)	26
4.1.2.Biomasa de herbácea (t/ha)	28
4.1.3.Biomasa de hojarasca (t/ha)	30
4.2. Carbono en la biomasa vegetal total de <i>C. glandulosa</i> y <i>V. pseudolia</i>	32
V. CONCLUSIONES	34
VI. PROPUESTAS A FUTURO	35
VII. REFERENCIAS	36
ANEXO	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página.
1. Registro de la biomasa arbórea viva total (t/ha ⁻¹) por especie.....	26
2. Incremento de la biomasa arbórea viva total (t/ha ⁻¹) por especie.	26
3. Prueba T Student de la biomasa arbórea (t ha ⁻¹).....	27
4. Análisis de varianza de la biomasa de herbácea.....	28
5. Análisis de varianza de la biomasa de hojarasca.....	30
6. Análisis de varianza del carbono en la biomasa vegetal total	32
7. Biomasa arbórea de <i>C. glandulosa</i>	46
8. Biomasa arbórea de <i>V. pseudolia</i>	46
9. Registro de peso fresco y seco de la biomasa de herbácea de <i>C. glandulosa</i>	47
10. Registro de peso fresco y seco de la biomasa de herbácea de <i>V. pseudolia</i>	47
11. Registro de peso fresco y seco de la biomasa de hojarasca de <i>C. glandulosa</i>	48
12. Registro de peso fresco y seco de la biomasa de hojarasca de <i>V. pseudolia</i>	49
13. Biomasa vegetal total (t/ha) de <i>C. glandulosa</i>	50
14. Biomasa vegetal total (t/ha) de <i>V. pseudolia</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página.
1. Croquis y distribución de la parcela	19
2. Trampa para herbácea.....	22
3. Trampas para hojarasca	22
4. Comparación de medias por especies	27
5. Comparación de medias de las especies con respecto al tiempo.....	29
6. Comparación de medias de a biomasa de hojarasca con respecto al tiempo.....	30
7. Comparación de medias de la biomasa de hojarasca con respecto a la especie.	31
8. Comparación de medias del carbono en la biomasa vegetal total	32
9. Instalación de trampa para biomasa de herbácea de 1 m x 1 m.....	51
10. Instalación de trampa para colecta de hojarasca de 1 m x 1 m.....	51
11. Registro de la circunferencia de los árboles de <i>C. glandulosa</i> y <i>V. pseudolia</i>	52
12. Colecta de hojarasca	52
13. Colecta de herbácea	53
14. Peso fresco de la biomasa de herbácea y hojarasca.....	53
15. Registro del peso seco de herbácea y hojarasca	54

RESUMEN

La finalidad de la investigación fue estimar la biomasa de hojarasca, arbórea, herbácea y carbono en la biomasa vegetal total en una plantación de *Colubrina glandulosa* y *Vitex pseudolia*, asociada con herbáceas en el distrito Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado, región Huánuco. Para la biomasa arbórea se tomaron una superficie de 750 m² para cada especie, para la hojarasca se instalaron trampas entre aboles de 1 m x 1 m a una altura de 80 cm desde el suelo, mientras para herbácea se establecieron cuadrantes en el suelo de 1 m x 1 m, se tomaron el peso fresco y seco después del secado

Los resultados obtenidos fueron: La biomasa arbórea de la plantación de *C. glandulosa* fue de 232,16 kg, y de la especie *V. pseudolea* fue de 288,73 kg, mientras la biomasa herbácea de la plantación de ocho años en la especie *C. glandulosa* en la primera evaluación fue de 0,38 t/ha⁻¹, en la segunda evaluación de 0,68 t/ha⁻¹, en la tercera evaluación de 1,01 t/ha⁻¹; para la especie *V. pseudolea* en la primera evaluación fue de 0,51 t/ha⁻¹, en la segunda evaluación de 0,87 t/ha⁻¹, en la tercera evaluación de 1,16 t/ha⁻¹. Por otra parte, la biomasa de hojarasca de la plantación de de la especie *C. glandulosa* fue de 1,13 t/ha⁻¹, y de la especie *V. pseudolea* fue de 1,07 t/ha⁻¹. Obteniendo finalmente el carbono en la biomasa vegetal total para la especie *C. glandulosa* fue de 43,09 t/ha⁻¹, y de la especie *V. pseudolea* fue de 62,96 t/ha⁻¹.

Palabras claves: captura de carbono, biomasa arbórea, hojarasca, herbácea

ABSTRACT

The purpose of the research was to estimate the leaf litter, arboreal, herbaceous, and carbon biomass in the total vegetative biomass for a plantation of *Colubrina glandulosa* and *Vitex pseudolia*, associated with grasses in the Pueblo Nuevo district of the Leoncio Prado province in the Huánuco region [of Peru]. A surface area of 750 m² for each specie was used to find the arboreal biomass; for the leaf litter, 1 m x 1 m traps were set between trees at a height of 80 cm from the ground; while for the grasses, 1 m x 1 m quadrants were established in the soil [where] the fresh weight and dry weight after drying were recorded.

The results obtained were that: the arboreal biomass of the *C. glandulosa* plantation was 232.16 kg and for the *V. pseudolea* specie it was 288.73 kg, while the herbaceous biomass of the eight year old plantation for the *C. glandulosa* specie was 0.38 t/ac⁻¹ for the first evaluation, for the second evaluation it was 0.68 t/ac⁻¹, and for the third evaluation it was 1.01 t/ac⁻¹; for the *V. pseudolea* specie it was 0.51 t/ac⁻¹, for the second evaluation it was 0.87 t/ac⁻¹, and for the third evaluation it was 1.16 t/ac⁻¹. On the other hand, the leaf litter biomass for the plantation of the *C. glandulosa* specie was 1.13 t/ac⁻¹, and for the *V. pseudolea* specie it was 1.07 t/ac⁻¹. Finally, the total vegetative carbon biomass for the *C. glandulosa* specie was 43.09 t/ac⁻¹, and for the *V. pseudolea* specie it was 62.96 t/ac⁻¹.

Keywords: carbon capture, arboreal biomass, leaf litter, grasses

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es actualmente una preocupación mundial debido a sus efectos sobre el calentamiento global causado por el incremento de los gases de efecto invernadero, incluido el dióxido de carbono atmosférico (CO₂) originado debido a tala excesiva teniendo un alto grado de deforestación como también el consumo y producción de combustibles fósiles, dando como resultado la alteración del equilibrio de los ecosistemas concerniente a la estabilidad climática lo que conlleva la pérdida masiva de flora, fauna y alteración de los ecosistemas (Grace, 2000).

Las alteraciones del cambio climático generado por la acción del hombre en la tierra causan en primer lugar es el calentamiento global; sin embargo, una de las acciones que pueden contrarrestar de forma parcial este efecto es de acumular o retener el dióxido de carbono (CO₂) en su estructura vegetal de los ecosistemas a través de fase de la fotosíntesis mediante la abundancia y el aumento de materia orgánica. En la actualidad las plantaciones forestales juegan un papel importante siendo unos recursos determinantes para secuestrar el dióxido de carbono atmosférico en las estructuras de las plantas que finalmente se liberan cuando la madera se utiliza como materia prima desde madera para construcción hasta grandes transformaciones mecánicas y químicas.

En la región se han establecido desde tiempos remotos diversos sistemas de producción como también plantaciones forestales maderables y no maderables, todos estos con diversos propósitos ya sea comerciales o de conservación, no obstante existe pocos o limitados reportes en la cuantificación de biomasa y carbono de estos árboles plantados teniendo en cuenta que el carbono asimilado por los árboles disminuye el efecto invernadero y calentamiento global, favoreciendo las condiciones ambientales en la tierra. Teniendo en cuenta estas premisas se plantea la interrogante a esta problemática ¿Cuánto será la biomasa vegetal y carbono almacenado en una plantación mixta de ocho años de *Colubrina glandulosa* (Shaina) y *Vitex pseudolea* (paliperro), Leoncio Prado?

Los estudios de la cuantificación de biomasa y carbono en ecosistemas forestales tienen como objetivo fundamental de alcanzar información más real de esta manera poder emplearlos en la estimación de grandes extensiones el almacenamiento de carbono acumulado en estos ecosistemas y a un futuro generar o acceder a un valor económico por los servicios ecosistémicos prestados.

Bajo este contexto es estudio pretende generar valores mas certeros sobre cuanto almacena una plantación de *C. glandulosa* y *V. pseudolea* en biomasa y carbono, considerando

la biomasa arbórea, hojarasca y herbácea establecida en Leoncio Prado, donde los resultados que se obtendrán servirán como aportes para unas mejores decisiones en el presente y a futuro, de esta manera generar ingresos económicos en los agricultores y a las industrias que vienen fortaleciendo la reforestación en toda la región

Objetivo general

- Estimar la biomasa vegetal y carbono almacenado en una plantación mixta de ocho años de *Colubrina glandulosa* (shaina) y *Vitex pseudolea* (paliperro), Leoncio Prado.

.

Objetivos específicos

- Estimar la biomasa arbórea, herbácea y hojarasca en plantación mixta de ocho años de *Colubrina glandulosa* (shaina) y *Vitex pseudolea* (paliperro), Leoncio Prado.
- Estimar el carbono en la biomasa vegetal total de plantación mixta de ocho años de *Colubrina glandulosa* (shaina) y *Vitex pseudolea* (paliperro), Leoncio Prado.

.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Carbono en plantaciones forestales

IPCC (2000) menciona que las plantaciones forestales representan una gran importancia para la captura de carbono atmosférico ya que realiza la acumulación en la biomasa tanto aérea como subterránea, debido a esto, los componentes leñosos mediante la función almacenan el “C” y lo convierte en el principal componente de sus estructuras.

Arguedas (2012) nos comenta que la tasa de fijación de carbono por hectárea plantada puede oscilar dependiendo de factores como la especie, el diseño de la plantación, el manejo, los suelos, entre otros; sin embargo, para toda área reforestada al desarrollarse de manera ascendente el volumen almacenado de biomasa, aumenta la cantidad de toneladas de carbono mitigadas

Ruiz (2002) afirma que la cualidad del empleo de las áreas boscosas contribuyen de suma importancia en el control de rangos del dióxido de carbono presentes en la superficie atmosférica, además, existen diferentes procesos de una misma forma contribuyen, entre ellas se encuentra una preservación de regiones boscosas que se encuentran vulnerables por la tala ilegal, además, del restablecimiento de áreas forestales, forestar zonas degradadas, restablecimientos con especies agrícolas; del mismo modo, los bosques comprenden una capacidad superior de almacenamiento de CO₂, es decir, contribuye y minimiza las emisiones de CO₂.

Salgado *et al.* (2013) mencionan que la comercialización de toneladas de carbono es requerida por empresas que deseen ser ambientalmente responsables, ya que todas aquellas empresas que deseen minimizar y mitigar su huella de carbono pueden acceder a este tipo bienes, para fomentar de esta manera la reforestación y a la vez añadir un valor agregado como la carbono neutralidad.

Moreno *et al.* (2004) comenta que es fundamental que se aplique a los sistemas forestales por un periodo de tiempo, donde se evalúa la captura de carbono almacenada. Además, actualmente, se realiza investigaciones de biomasa con la finalidad de establecer los niveles de carbono que logra almacenar cada especie.

Chacon (2009) menciona que el “C” almacenado en el suelo se encuentra de manera orgánica e inorgánica. Existe una porción cuyas reservas máximas que interactúan con la atmosfera, y es la forma orgánica. Las formas orgánicas corresponden a las reservas máximas que interactúan con la atmósfera. La captura de “C” que existe en la superficie del terreno se muestra como un balance entre la perdida por el proceso de descomposición y la absorción del material vegetal muerto. Además existe datos e investigaciones donde el stock de ”C” presente en la superficie del suelo es fundamenta para la determinación de la línea base.

2.1.2. Variación climática

Andrade *et al.* (2017) lo define como un proceso global que influencia a los cambios en el clima, lluvia, y altas y bajas de temperatura, además, de ser influencia directa de los gases de efecto invernadero.

Gross *et al.* (2016) comenta que la superioridad de concentración de los gases que habitan en la atmosfera influencia directamente en el planeta, dando temperaturas altas provenientes del sol, por ende, ocasiona que exista un creciente nivel de temperatura en el aire y el océano, esto reduciendo la proporción de masas de hielo en la tierra, incrementando los niveles del mar.

Segura y Kanninen (2002) menciona que el cambio climático en el mundo resulta del producto de la biomasa de los árboles quienes cumplen una función fundamental en los GEI, principalmente en el proceso de fijar y almacenar el C.

IPCC (2007) menciona que el problema en el medio ambiente presenta un gran desafío; por lo cual, se tiene un incremento en número de habitantes y en el consumo de los recursos que integran los servicios del medio ambiente. Del mismo modo, la variación en el clima en años anteriores se presenta como un asunto de vital importancia para comunidades internacionales que se encarga de asuntos ambientales. Por otro lado, los GEI van en un incremento firme, produciendo un problema en el equilibrio del planeta.

2.1.3. Efecto invernadero

IPCC (2007) define a los GEI como fundamentales para el planeta, ya que son los que se encargan de mantener la temperatura media (15°C a 18°C) que es producto de las radiaciones solares, estos se absorben por fotones infrarrojos, dando como consecuencia el fenómeno llamado Calentamiento del planeta.

IPCC (2013) afirma que existen ciertas actividades que ocasionan un crecimiento en las emisiones de los GEI, dichas acciones son producidas por los siguientes sectores: industrial, energético, forestal, agrícola, comercial y residencial, y por último, manejo de desechos.

2.1.4. Ciclo geológico del carbono

Las bajas temperaturas en el planeta es un problema que muestra la afectación que se tiene en la masa de agua, aire y las masas de hielo, ocasionando un derretimiento de dichas masas, lo que genera un incremento en la superficie del mar y en el incremento de la temperatura (IPCC, 2007). Las regiones boscosas y la variación en el clima esta relacionados, por ende, cuando se realiza el foro sobre las variaciones del clima, se muestra como antecedente el comportamiento de las regiones boscosas del trópico, por otro lado, para entender la relación que existe entre estos dos factores, es vital que se comprenda el funcionamiento del ciclo geológico del carbono en el medio ambiente (Giro, 2007).

FAO (2007) menciona a el ciclo geológico del carbono como influencia en el clima, de la siguiente manera, en la actualidad aporta con la emisión de “C” posterior a la tala de árboles, generado por un 50% aprox. de biomasa que se encuentra es “C”, esta tiene una reacción que se sensibiliza con el clima en el buen manejo, además, se produce material leñoso para usas de combustible, finalmente, este cuenta con una cualidad de adsorber el componente de “C” que se encuentra en la biomasa, a la vez almacenarlo.

2.1.5. Captura y flujo de carbono

Arévalo *et al.* (2003) menciona que la capacidad del elemento “C” está en relación con la facultad de las regiones boscosas de conservar una porción de biomasa por ha, esta se encuentra en función a su característica de diversidad y se determina por las situaciones de la superficie del suelo y las variaciones del clima.

Por su parte Ordoñez *et al.* (2005) afirma que en el factor tiempo del “C” presente en la constitución de estructuras leñosas, desde el inicio hasta que se exime del medio ambiente, se deduce que esta en almacenamiento. Además, se tiene de conocimiento que se almacena el CO₂ en las partes del árbol (ramas, tronco, hojarasca, entre otras) reteniendo el carbono en su estructura (Vallejo, 2009).

El proceso de almacenar el “C” se le indica a todo proceso de acumulación en los diversos elementos que lo componen, además de los procedimientos que influyen en su captura. Por otro lado, cuando se procede a almacenar el “C” de una región boscosa, se realiza el muestreo de la siguiente forma: la biomasa de los componentes, la necromasa y el “C” dentro de la materia orgánica presente en la superficie (Honorio y Baker, 2010).

Por otro lado, la cantidad almacenada de una región de plantación de árboles puede determinarse mediante un muestreo de árboles, quienes te permiten generar la función de deducción de la capacidad de “C” teniendo en cuenta los factores de la evaluación. (Joosten *et al.*, 2004).

2.1.6. Sumidero de carbono en ecosistemas forestales

Fonseca *et al.* (2009) afirma que los ecosistemas forestales aportan ciertos servicios del medio ambiente, como, por ejemplo, el recurso del agua, además del restablecimiento de la diversidad, y la alimentación de los animales silvestres. Del mismo modo, también se obtiene ciertos beneficios, donde se tiene a especies que brindan un incentivo económico debido al valor de su madera. Por otro lado, como método de implementación se obtendría muy buenos resultados en cuanto a la captura de carbono, de la misma forma, se reduciría los GEI, los cuales son los principales influenciadores de la variación en el clima.

Dávalos *et al.* (2008) mencionan que parte de la región boscosa se constituye con biomasa viviente y no viviente. Dicho componente al encontrarse inexistente en la tierra se puede hallar dentro de madera de los árboles, que son usadas para diferentes tipos de uso. Por otro lado, para determinan la porción de carbono existente, como procedimiento base se debe realizar la determinación de biomasa.

IPCC (2001) menciona que la captura de carbono que se almacena puede variar por motivos de variaciones entre la adición y reducción de carbono. Además, al ser esta reducción de carbono mayor que la adición, este carbono recude su volumen de almacenamiento, por ende, el carbono será transferido hacia la atmosfera, mientras que, cuando la reducción es menor que la adición, este funciona como un sumidero para la superficie.

IPCC (2005) afirma que el extraer y almacenar el “C” que se encuentra en la atmosfera como parte de la biomasa de las masas de agua del planeta, regiones boscosas o el planeta en general. Además, también se le denomina almacenamiento de carbono, que resulta

ser un servicio para el medio ambiente fundamental, debido a que permite el mantenimiento de la temperatura en el planeta, de igual manera, la estructura química del H₂O.

2.1.7. Influencia de los árboles en la variación del clima

IPCC (2007) mencionan que, en los últimos años, la temperatura y las lluvias, en general el clima, prestan diversas diferencias que producen efectos sobre la meteorología y climatología dentro de la tierra. Además, las actividades antropogénicas generan los famosos GEI, lo que influye directamente en la variación del clima. Del mismo modo, hay investigaciones donde se relaciona a las consecuencias del clima interanual con las consecuencias del cambio en el clima. Los GEI han avanzado de forma creciente durante los años anteriores, por lo que debido a esto las investigaciones incrementaron, donde se determinó que los GEI afectan al cambio climático, y que el crecimiento y avance de estos gases ocasionarán un punto de quiebre en el planeta.

Vargas (2009) menciona que el efecto de los gases de efecto invernadero se están presentando en la actualidad del planeta y esto está afectando las masas de hielo. Además, según investigaciones en los años anteriores ya se perdieron un 22% de las masas de hielo, siendo de mayor gravedad para las masas pequeñas de hielo. Por tal motivo, existen resultados negativos sobre el abastecimiento de agua a un futuro, ya que las masas de hielo alimentan a los ríos del planeta. En una proyección para el año 2025, se estima que nuestro país se encontraría en un rango inferior con respecto a los 5 500 m.s.n.m., teniendo en cuenta que la época de lluvia del país logra abastecer de agua, sin embargo, en las épocas de escases de lluvias, el agua es abastecida por los ríos del Perú, que son alimentados por las masas de hielo del planeta.

Se tiene de conocimiento que en cada kilogramo del “C” que se captura de la biomasa arbórea, se encuentra 3.67 kilogramos de CO₂. Las áreas de plantaciones con fin comercial y las regiones boscosas almacenan un “C” a un periodo largo, del mismo modo, el incremento de la biomasa en el sector forestal se encuentra afectado por diversos inconvenientes que se encuentran en relación con las características del clima y del terreno, además de la actividad humana. En tal sentido, la actividad forestal mediante los inventarios son empleados en gran magnitud para la determinación de la biomasa en el material leñoso (Balboa *et al.*, 2006; Gómez-García y Pérez *et al.*, 2015).

FAO (2007) recalca que la biomasa que se encuentra en las masas forestales son fundamentales en los estudios que corresponden a las variaciones en la atmosfera, de manera

que, esta biomasa se logra determinar mediante la concentración de “C” que esta existente en las regiones boscosas, quien ejecuta la función de incluir y aportar el “C” de la atmosfera en el ciclo biológico de la función clorofílica; mediante el cual las plantas atraen el CO₂ y lo convierte en un componente vital para los carbohidratos, el cual se adhiere en los vegetales mediante el tejido que se encuentra en sus componentes.

2.1.8. Biomasa

Del Castillo (2003) define como la capacidad de materia viviente que se encuentra en un determinado periodo, y se expresa en unidades de superficie; además, menciona que resulta ser la producción de peso seco de la muestra viva por unidad de superficie (g/cm²; Kg/m²; T/ha; mientras que el tema de la producción es la "productividad de biomasa" por unidad de tiempo (g/cm.²/hora; T/ha. año). Por otro lado, menciona que las investigaciones sobre biomasa resultan ser primordiales para entender e interpretar un sistema de árboles forestales, debido que entregan una disposición de la materia orgánica en el ecosistema que posibilita la evaluación de efectos de una explotación en relación con el equilibrio mineral en el ecosistema.

Del mismo modo, IPCC (2001) define como la masa orgánica que se encuentra en la parte superior o inferior, con vida o sin vida. Existen procedimientos alométricos plasmados mediante procesos destructivos por los cuales se calcula la biomasa aérea. Por otro lado, se evalúa la biomasa de la necromasa y de madera no viva, con el fin de determinar la biomasa aérea muerta; uno de los componentes, es el mantillo que se contempla de la biomasa muerta, teniendo un diámetro menor, además el componente debe encontrarse en descomposición sobre la superficie del suelo.

Además, resulta ser una variable que facilita la comparación de las características estructurales y funcionales de un sistema, del mismo modo, la gran capacidad de los que componen el árbol de la edad del sistema incrementa su biomasa (Gayoso *et ál.*, 2002).

2.1.9. Biomasa forestal

Schlegel *et al.* (2000) define como la estimación de la materia orgánica, ubicada en un sistema forestal superior o inferior, del mismo modo, se evalúa y su capacidad se da en t/ha⁻¹. Por otro lado, dicha evaluación se suele dar en componentes del árbol y alrededor del suelo (necromasa).

Malhi *et al.* (2006) comenta que las formaciones boscosas contemplan una porción de biomasa dentro del sistema en uso que resulta de vital importancia en el ciclo de carbono. No obstante, el almacenamiento absoluto y los factores de los componentes resulta de bajo conocimiento. Además, esta biomasa se a convertido en un estudio fundamental en el sector de la industria, energía y en el ambiente, debido a que ocupa intereses fundamentales.

2.1.10. Biomasa aérea

Gayoso (2002) comenta que la biomasa de la parte aérea se constituye por elementos como: hojas, ramas y fuste, cuyas proporciones son diferentes tanto por diversidad de la especie como por la dimensión de los árboles. Por otro lado, dichos elementos de biomasa pueden desarrollarse como sumideros de carbono.

Schulze *et al.* (2000) comentan también que entre los factores que influyen en la captura de carbono en formaciones boscosas se encuentra la formación florística, la edad de la planta y la densidad de los árboles del área, dichos factores los afectan.

2.1.11. Biomasa en la herbácea

Herrera (2002) menciona que este tipo de biomasa de porción pequeña se forma por la vegetación de menor altura y diámetro (hierbas, enredaderas entre otras), sin embargo, la formade evaluación depende mucho del tipo de estudio a realizarse, enfocándose al tipo de producto que se desea.

2.1.12. Biomasa en la hojarasca

Rügnitz (2009) define como la vegetación boscosa que pasa por un sistema de descomposición, proceso mediante el cual se realiza la colecta de la materia orgánica (hojas) del área evaluada, teniendo en cuenta las áreas de evaluación y submuestras, las cuales mediante pruebas de laboratorio se determina.

Cotrufo (2010) comenta que la etapa de descomposición de la materia orgánica, en este caso de la hojarasca, se da mientras reduce progresivamente las partículas de su estructura, al punto que estas partículas ya no existan, además intervienen componente como el agua, dióxido de carbono y otros minerales. Posteriormente, se desarrollan productos orgánicos y se libera carbono orgánico al suelo.

2.1.13. Métodos para determinar la biomasa

Schlegel (2001) menciona que para la determinación de la biomasa es muy importante, ya que el carbono se encuentra en cada elemento, el cual detalla la porción de “C” que es liberada a la superficie o almacenado en la superficie cuando se requiere mitigar los gases de efecto invernadero; se encuentran los siguientes métodos:

Método destructivo

Este método se procede cortando los árboles y por siguiente se pesa la biomasa de los fuste, ramas y hojas que luego se llevara a la estufa para secar la muestras, además se realizan evaluación en el terreno donde se encuentra los árboles, cosecha y colección de muestras del total de la vegetación. Finalmente, dicho método requiere de mayor incentivo monetario, además necesita una mayor inversión de tiempo.

Método indirecto

Este método consiste en usar patrones de regresión con variables que se obtienen en el campo, donde se emplea patrones de biomasa por especie, de igual forma, se toman datos como: DAP, altura; dichos datos se convierten a biomasa con ayuda de los modelos.

2.1.14. Captura de carbono en las plantas

Vallejo (2005) menciona que es el procedimiento por el cual se realiza el almacenamiento “C”, se tienen como consecuencia de la absorción del dióxido de carbono presente en la superficie atmosférica a través del proceso clorofílico, además, el dióxido de carbono se captura y presenta en la estructura de la materia fundamental como glucosa, para constituir la planta y posteriormente se almacena dentro de tejido como biomasa aérea y debajo de la superficie o en el suelo.

En la actualidad las regiones boscosas de las zonas templadas y tropical cuentan con la cabida de poder realizar el almacenamiento y conservación de “C”, de tal forma que participa con el 90% del flujo anual de “C” que se encuentra en la atmósfera y en el suelo. Por otro lado, una determinación de “C”, se da por una deducción de biomasa de sistemas forestales. Los monitoreos se dan en cualquier ecosistema y su información sirve para que se pueda determinar la cabida para almacenar en las regiones boscosas con relación de parámetros del medio ambiente.

2.1.15. Stock de carbono

Montoya (2002) mencionan que, se definen como fácil para determinar el “C” que se captura en los sistemas forestales en incremento. Se tienen entendido, el contenido de “C” en la biomasa es el 50% aproximadamente del peso anhidro, debido a que hay métodos que se adecuan para determinar o evaluar el avance del almacenamiento de “C” en sistemas forestales con fin comercial, así como en regiones boscosas maduras. Por otro lado, Guerrero y Tejada (2018) afirman la síntesis de dióxido de carbono de una masa vegetal no solo es dependiente de la especie, además de su desarrollo, la dimensión de su oblación y las variaciones morfológicas.

2.1.16. Secuestro de CO₂

Gonzales *et al.* (2006) menciona que la reducción de dióxido de carbono en la superficie de la atmosférica con el fin de fijar y que almacene como un sumidero de “C”, además Lino (2009) afirma que es un procedimiento por el cual el CO₂ de la atmosfera es almacenado por la biomasa de los árboles, que resulta de la función clorofílica.

CONAM (2001) afirma a las regiones boscosas de servir como generador de recursos ambientales, sino que además de combustibles, medicinas, materiales de construcción y alimentos. Por otro lado, estos cumplen la función de la conservación del recurso hídrico.

2.1.17. Métodos para determinar el carbono

Gayoso y Schlegel (2001) mencionan que para cuantificar el “C” presente en las regiones boscosas se optan por procedimientos que determinan lo presente, dado que permite tener relación entre los estudios realizado en el ámbito forestal de forma directa y sencilla, con una inversión menor. En tal sentido, el método de stock de carbono en bosques se consta aplicar las ciencias forestales en relación con el suelo, lo que permite determinar la densidad de árboles y de la biomasa que se encuentra en la parte aérea, subterránea y el contenido de “C” en el suelo.

Masera *et al.* (2002) comenta acerca del almacenamiento de “C” como el volumen de “C” que se contiene en la biomasa, de tal modo, que diversos depósitos de “C” logran determinarse en las plantaciones forestales. Por otro lado, el “C” total que almacena en los sistemas forestales son la suma de cada componente.

2.1.18. *Vitex pseudolea* Rusby

Taxonomía

Según Cronquist, citado por Mostacero *et al.* (2002) clasifica de la siguiente manera:

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Magnolidae

Orden: Lammidae

Familia: Lammidae

Género: *Vitex*

Especie: *Pseudoleae*

Nombre vulgar: "paliperro"

Descripción y extensión

Gascon (2002) menciona que mide de hasta 15 metros de altura y de unos 30 centímetros de diámetro, con fuste rectilíneo y escasa ramificación, corteza externa lisa de color verde, presentan ramitas terminales cuadrangulares de 1 - 2 cm de sección glabras de color marrón grisáceo, además sus hojas son simples y opuestas, glabras pero con pubescencia solamente en el nervio medial por envés, con peciolo de 2 - 3 cm de longitud por 4 - 6 cm de ancho, en el ápice acuminado, muestra una inflorescencia de panículas terminales de 6 cm de longitud por 4 cm de diámetro, con numerosas flores, con floración hermafroditas de unos 6 mm de longitud y sus fructificación en bayas de color morado, semillas piramidales a ovoides lisas.

Por otro lado, Ayala (2003) comenta que dicha especie se distribuye ampliamente en América. Su distribución en Perú se da en los bosques primarios y secundarios de la Amazonía, principalmente en regiones como Amazonas, Cusco, Huánuco, Pasco y San Martín, en altitudes que varían entre los 500 y 2500 m.s.n.m.

2.1.19. *Colubrina glandulosa* Perkins

Taxonomía

Cronquist (1981), lo clasifica como sigue:

División:	MAGNOLIOPHYTA
Clase:	MAGNOLIOPSIDA (Dicotiledóneas)
Subclase:	Rosidae
Orden:	Rhamnales
Familia:	RHAMNACEAE
Género:	<i>Colubrina</i>
Especie:	<i>glandulosa</i>
Nombre común:	Shaina

Descripción y extensión

Flores (2002) menciona que es un árbol de 10 a 25 metros de altura y 10 a 50 cm de diámetro. Presenta un tronco recto y cilíndrico, en ocasiones un poco irregular, con una corteza exterior de color marrón o gris que muestra fisuraciones. En la etapa juvenil presenta ramas muy largas y finas. Además, sus hojas son opuestas o sub opuestas y con un par de glándulas en la base con una medida de 5 a 20 cm de largo y de 3 a 10 cm de ancho, ovalado y elíptica, y con un ápice acuminado o redondeado, bordes enteros y base cordada

Ibarra (2011) comenta que esta especie se desarrolla en baja a medianas elevaciones, y en los climas húmedos a más, además de generalmente habitar en bosque secundarios y áreas abiertas. Por otro lado, Del Castillo (2003) indica que es propia de las regiones tropicales, y se distribuye en América (Brasil), en el Perú se encuentra en San Martín.

2.2. Estado del arte

García *et al.* (2019) estudiaron el carbono y dióxido de carbono almacenado en una plantación de *Tectona grandis* de 4 y 5 años de edad en México, la toma de datos en campo se realizó en el año 2017, en una superficie de 50,000 m²; efectuándose mediciones de variables dasométricas en cada árbol; los datos colectados fueron diámetros a 0.3 m sobre el nivel del suelo ($d_{0,3}$), diámetro a la altura del pecho ($d_{1,3}$) y diámetros a cada dos metros (d_2 , d_4 , d_6 , d_8 , d_{10} , d_{12} , d_{14}) hasta la altura total (h) con el dendrómetro Criterion RD 1000®. Obtuvimos que el carbono almacenado para 4 y 5 años respectivamente fue de 18,09 ton/ha y de 29,2 ton/ha, y el CO₂ almacenado fue de 66,42 ton/ha y 107,17 ton/ha.

Jiménez *et al.* (2020) estimaron carbono almacenado en una plantación de *Tectona grandis* L. f. mediante ecuaciones alométricas, donde se trabajó mediante variables dasométricas, mediante análisis de regresión se ajustaron estas variables, donde concluyen La plantación de *T. grandis* presenta una densidad de 1 666 árboles ha⁻¹, 220.29 m³ ha⁻¹ de madera, densidad básica 0.59 g cm³ y almacena 77.20 ton ha⁻¹ de carbono a los 11 años de edad. La ecuación ajustada permite estimar de manera indirecta el carbono almacenado en los árboles, puede adecuarse para plantaciones bajo condiciones bioclimáticas similares, y es factible incorporarla a los sistemas de productividad para calcular el potencial de las plantaciones forestales comerciales como proveedoras de servicios ambientales a fin de mitigar las emisiones de CO₂.

López *et al.* (2017) estudiaron el carbono fijado en la biomasa aérea de plantaciones de Teca en Chahal, Guatemala, con edades de 14 y 15 años, para lo cual se generó un modelo de regresión para estimar la biomasa aérea a partir del método del Instituto Internacional Wincrock, que consistió en derribar árboles de distintas clases de diámetros, para luego tomar variables de DAP, altura total, diámetro de copa, diámetro mayor y menor, largo de troza y el peso fresco y seco de fuste, ramas y hojas. Donde los resultados que se obtuvieron fueron de 108,36 y 151,37 toneladas por hectárea en edades de 14 y 15 años respectivamente.

Figuroa *et al.* (2005) ejecutaron estudios sobre concentración de carbono en árboles, donde determinaron el % de almacenamiento de "C" en la biomasa de estas especies que se presentan en este tipo de bosque son iguales a los bosques de zonas templadas, además el porcentaje que no intervienen para realizar las estimaciones de almacenamiento de carbono en las áreas forestales es el 50%, debido a que se emplea para evaluar el almacenamiento de carbono en masas forestales que no forman parte de las estimaciones. Para el resultado se

obtuvo un porcentaje promedio en las hierbas y arbusto de cafetales de 41,4% siendo el menor valor, por otro lado, se obtuvo para los bosques un 47,0% que un valor superior con relación al anterior, finalmente en menor porcentaje se encontró a las hierbas y arbustos con 34,6%.

Samaniego (2009) en su investigación de sobre carbono capturado de la especie *Guazuma crinita* de una plantación de 8 años, para la metodología se seleccionó un total de 30 árboles para la muestra y se realizó la medición de las variables biométricas (diámetro y altura) del árbol en pie, y también del árbol tumbado, posteriormente se sacan las muestras para su evaluación y determinación de biomasa y carbono. Para los resultados se obtuvo en la biomasa en las hojas fue de 0,735 kg, para la biomasa de las ramas fue de 6,629 kg, para la biomasa de fuste fue de 61,939 kg, para la biomasa aérea total de un árbol de *Guazuma crinita* un 68,484 kg en promedio, para el carbono en la hojas fue de 0,36 kg, para el carbono en las ramas fue de 3,02 kg, para el carbono en el fuste fue de 28,64 kg, para el carbono total de un árbol fue de 31,6437 kg, para la fracción de carbono para las hojas fue de 0,4876, la fracción de carbono de las ramas fue de 0,4555.

Fonseca (2021) en un estudio de la especie *Tectona grandis* L. f. de 10 años de edad en la determinación de la biomasa y carbono, para la metodología se seleccionó el área de estudio donde se evaluó la biomasa mediante el método destructivo, que consta en tomar el peso de las muestras en campo (fuste, ramas, hojas y raíz) y por otro lado se determinó el volumen de secciones de árbol, del mismo modo de determino la fracción de carbono. Para los resultados en la biomasa en las hojas fue de 24,06 kg que representa el 5%, biomasa en las ramas fue de 73,73 kg que representa el 15,3%, biomasa en el fuste 276,36 kg que representa el 57,4%, biomasa en la raíz fue de 107,09 kg que representa el 22,2%, biomasa total fue de 481,24 kg; la fracción de carbono en las hojas fue de 40,7%, para la fracción de carbono en las ramas fue de 44,9%, para la fracción de carbono en el fuste fue de 45,4%, para la fracción de carbono en la raíz fue de 45,7%.

Rosas (2011) en su estudio sobre el carbono en masa de árboles de teca *Tectona grandis* L. f. con la finalidad de determinar el stock en los sistemas, para la metodología se localizó 4 plantaciones de teca, donde se evaluaron árboles talados en las que se estableció el carbono almacenado de la biomasa aérea, carbono almacenado del suelo, carbono en la raíz. Para los resultados promedios del carbono almacenado aéreo fue de 125,61 t C ha⁻¹, carbono almacenado del suelo fue de 94,12 t C ha⁻¹, carbono almacenado de la raíz fue de 376,83 t C ha⁻¹, carbono almacenado total fue de 596,55 t C ha⁻¹.

Gorbitz (2011) en su investigación sobre la biomasa en plantaciones con 8 años de edad. Para los resultados en la biomasa arbórea 77,676 t/ha, biomasa arbustiva herbácea 2,575 t/ha, biomasa de hojarasca 14,324 t/ha, biomasa vegetal total 95,032 t/ha, por otro lado para el carbono de la biomasa arbórea 27,323 t/ha, carbono de la biomasa herbácea 1,199 t/ha, carbono de la biomasa de la hojarasca 5.704 t/ha, carbono total 34,346 t/ha.

Hernández *et al.* (2017) en su investigación de la especie de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake “teca” sobre la biomasa y sus factores de expansión, para la metodología se seleccionó el área de estudio donde se recolecto la información mediante un muestreo de los árboles, se tomaron datos entre diámetros y altura, para la determinación de biomasa. Para los resultados de la biomasa del follaje es de 2,03%, biomasa de las ramas es de 5,54%, biomasa del fuste es de 92,42%,

Baltazar (2007) en su investigación sobre el almacenamiento de carbono en la especie *Guazuma crinita* Martius de 1 año, con la finalidad de estimar el carbono que almacena una plantación. Para los resultados para la biomasa arbórea promedio fue de 14,99 t/ha, biomasa arbustiva/herbácea fue de 0,10 t/ha, biomasa de hojarasca fue de 6,01 t/ha, biomasa vegetal total 21,09 t/ha; para el carbono almacenado en la biomasa vegetal total fue de 9,49 t/ha, el carbono aéreo almacenado en el total de las plantaciones fue de 47,45 t/ha.

Anaya (2010) en su investigación sobre el almacenamiento de carbono en bolaina blanca de 1,2,3,4 y 5 años, con el fin de evaluar la biomasa y carbono almacenado en la plantación se empleó la metodología que se llevó a cabo mediante la selección del área, toma muestras. Para los resultados de la biomasa vegetal total fue de 2,62 t/ha para la plantación de 1 año de edad, 26,62 t/ha para la plantación de 2 años de edad, 191,17 t/ha para la plantación de 4 años de edad, 212,48 t/ha para la plantación de 5 años edad, para el carbono almacenado total fue de 1,18 t/ha para la plantación de 1 años, carbono almacenado total fue de 11,98 t/ha para la plantación de 2 años, carbono almacenado total fue de 86,03 t/ha para la plantación de 4 años, carbono almacenado total 95,62 t/ha para la plantación de 5 años, el carbono total almacenado en la biomasa vegetal y el suelo fue de 267,46 t/ha en la plantación de 5 años, y 152,37 en plantación de 1 año.

Valverde (2017) en su investigación sobre biomasa de una plantación de eucalipto *Eucalyptus globulus* Labill con la finalidad de estimar la biomasa en dicha especie para una posterior ecuación, en la metodología se localizó el área de estudio donde se seleccionó las muestras donde se realizó las mediciones biométricas, posteriormente la tala de los árboles y

obtención de datos, finalmente el cálculo para determinar la biomasa. Para los resultados de la biomasa del fuste fue de 81,13 kg, biomasa de las ramas fue de 16,51 kg, biomasa de la corteza fue de 20,60 kg, biomasa de la copa fue de 39,74 kg, biomasa total fue de 260,33 kg.

Centeno (2003) en su investigación sobre la biomasa de la especie *Miconia barbeyana* Cogniaux, para la metodología se seleccionó el área, donde se eligieron los árboles para el posterior tumbado y colección de datos. Para los resultados de la biomasa arbórea se tiene 4160,753 kg, para la biomasa en las hojas se tiene 68,43 kg, para la biomasa en las ramas se tiene 313,032 kg, para la biomasa total se tiene 8208,806 kg.

Rodríguez (2014) en su estudio sobre carbono de la especie capirona (*Caycophyllum spruceanum*), en la metodología se localizó el área de estudios donde se seleccionó los árboles para la posterior colección de datos de las muestras y la determinación del almacenamiento de carbono. Para los resultados para la biomasa arbórea fue de 1,79 tn/ha, biomasa de la hojarasca fue de 14,92 tn/ha, para la biomasa vegetal total fue de 22,09 tn/ha, por otro lado, para el carbono en la biomasa vegetal fue de 9,94 tn/ha.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en una plantación mixta de *C. glandulosa* y *V. pseudolea* de ocho (08) años de edad con una superficie de 3500 m² asociado con otras especies que no se han desarrollado, instalado el mes de junio del 2013, ubicado en los ambientes de la Universidad Nacional Agraria de la Selva denominado CIPTALD – Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria que políticamente se localiza en el distrito Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado y región Huánuco.

La plantación mixta se ubica geográficamente en la coordenada que se tomó en la parte céntrica de la parcela: 0385221; 8991336, con una altitud 613 m.s.n.m.

3.1.1. Zona de vida

El Centro de Investigación y Producción Tulumayo, concerniente a su Zona de vida se ubica dentro formaciones vegetales de bosque muy húmedo Pre montano Tropical (bmh-PT), esto es según el diagrama bioclimático de Holdridge (1986).

3.1.2. Aspectos del área de influencia

La plantación mixta de *C. glandulosa* y *V. pseudolea*, en sus alrededores cuenta con mucha vegetación arbustiva como el cetico, también con plantaciones de aguaje, bambú y sistemas agroforestales con guaba.

3.2. Tipo y nivel de investigación

3.2.1. Tipo de investigación

Según las características de la investigación es aplicada, ya que se recurrió de las ciencias básicas que concierne a la estimación de biomasa y carbono para solucionar problemas prácticos sobre el calentamiento global, y de esta manera generar reportes sobre la captura de carbono en plantaciones forestales con el fin de acceder a bonos de carbono.

3.2.2. Nivel de investigación

El nivel de la investigación corresponde a descriptivo, porque se enfoca a cuantificar el carbono almacenado en la biomasa vegetal de dos especies forestales, lo cual se expresó usando tablas con valores con estadística descriptiva y figuras.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población:

En lo que concierne a la población constó de una plantación mixta de ocho (08) años de las especies de *C. glandulosa* y *V. pseudolea* con un distanciamiento de 5 m x 5 m, con un área de 3600 m², teniendo otras especies que no se han desarrollado en la parcela como la caoba, cedro, etc.

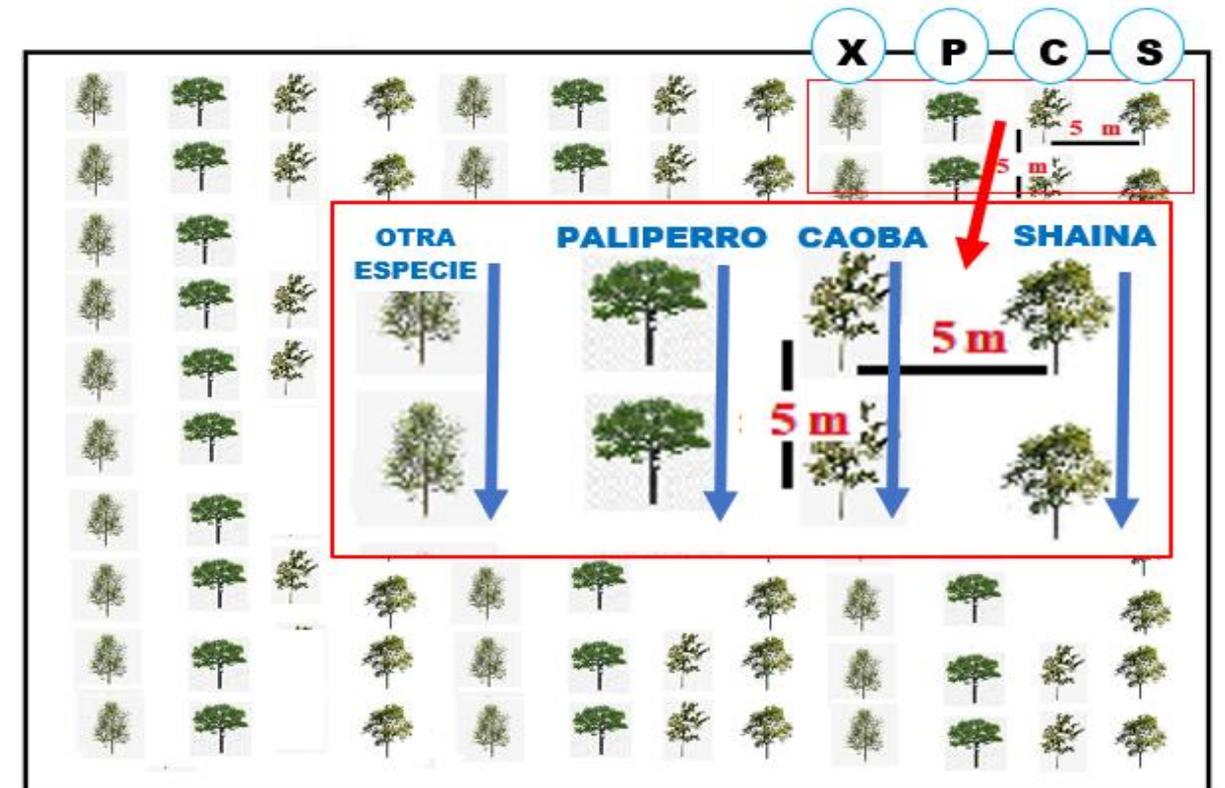


Figura 1. Croquis y distribución de la parcela

3.3.2. Muestra:

Se tuvo en cuenta a todos los individuos de la población de la biomasa arbórea de *C. glandulosa* con 31 individuos y *V. pseudolea* con 38

3.3.3. Diseño de investigación

Tipo de diseño

El diseño fue no experimental, ya que no se manipularon ninguna variable, será tomado en su contexto natural.

3.4. Técnicas estadísticas

Para analizar los datos obtenidos y con la finalidad de comparar estadísticamente la biomasa de hojarasca en los meses se empleó un ANOVA de un factor con un nivel de confianza del 95%, mientras para comparar las demás variables en estudio entre dos muestras independientes que son las especies forestales (*V. pseudolea* y *C. glandulosa*) para lo cual se empleó la prueba paramétrica de T Student, a través de la siguiente formula:

$$T = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{x_1-x_2}}$$

Dónde:

\bar{X}_1 = Promedio de carbono de *C. glandulosa*.

\bar{X}_2 = Promedio de carbono de *V. pseudolea*.

$S_{x_1-x_2}$ = Desviación standard de las diferencias.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de información

Básicamente consistió en la obtención de datos a través de registro del DAP de las dos especies, donde los árboles cumplieron con los requisitos para ser evaluados, teniendo en cuenta la utilización de fichas y formatos en la obtención de variables en campo teniendo en cuenta la estructura para una mejor toma de datos (DAP, peso seco, peso fresco), donde serán mostrados en tablas y figuras.

3.6. Variables de estudio

3.6.1. Variables independientes

- Especie (*C. glandulosa*, *V. pseudolea*)

3.6.2. Variables dependientes

- Biomasa arbórea viva (Kg/ha)
- Biomasa arbórea viva (t/ha)
- Biomasa herbácea (t/ha)
- Biomasa de hojarasca (t/ha)

- Biomasa total vegetal (t/ha)
- Carbono de la biomasa vegetal total (t/ha)

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.7.1. Cuantificación de la biomasa

a. Selección de los arboles

En un primer momento se tomó como referencia realizar un inventario de todos los individuos de la plantación tomando en cuenta como variable el DAP (Diámetro a la altura del pecho)

Teniendo en cuenta a lo establecido por el Centro Internacional de Investigación en Agroforestería, se tomó en cuenta para la estimación de la biomasa en hojarasca, herbácea, arbórea y carbono almacenado (Arévalo *et al*, 2002).

a- Biomasa arbórea

Se registro tres filas por especie en la parcela, donde para la biomasa arbórea se tomaron en cuenta a los individuos superiores a 10 cm de diámetro donde el distanciamiento era de 5 x 5 m, una superficie por fila de 250 m²

b- Biomasa herbácea

Para la estimación de la biomasa herbácea (epigea) contenida en la superficie del suelo de la plantación en estudio, los cuales fueron arbustos inferiores a 2.5 cm de diámetro, como también hierbas y/o gramíneas. Donde en un primer momento se procedió a limpiar la parcela para ver el crecimiento de forma uniforme en todas las filas evaluadas de las dos especies, se tomó tres registros cada dos meses en dos cuadrantes de 1 m x 1 m (**Figura 2**) por fila que fueron colocadas en el suelo, para lo cual se cortó toda la biomasa herbácea desde el ras del suelo en cada trampa obteniendo el peso fresco, par posterior ser llevado a la estufa a 70°C por tres días y registrar el peso seco.

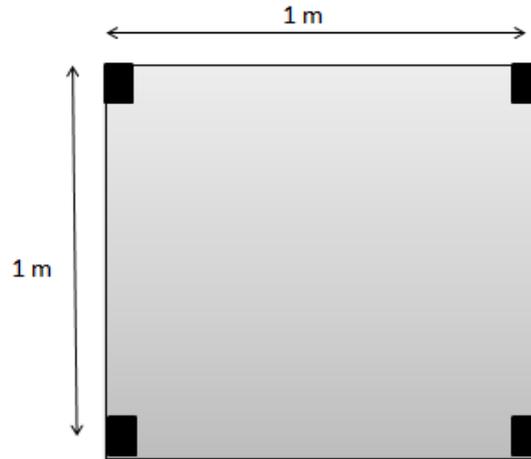


Figura 2. Trampa para herbácea

c- Biomasa de hojarasca

Se instalaron trampas de 1 m x 1 m con malla a una altura de 80 cm desde el suelo (**Figura 3**) donde se colectó la caída de hojarasca en un periodo de seis meses, teniendo seis registros de la biomasa en las trampas, en cada evaluación las muestras fueron colocadas en sobres de papel y pesada, para obtener el peso fresco total, posterior se llevó a la estufa a 75°C por tres días para tomar el peso seco

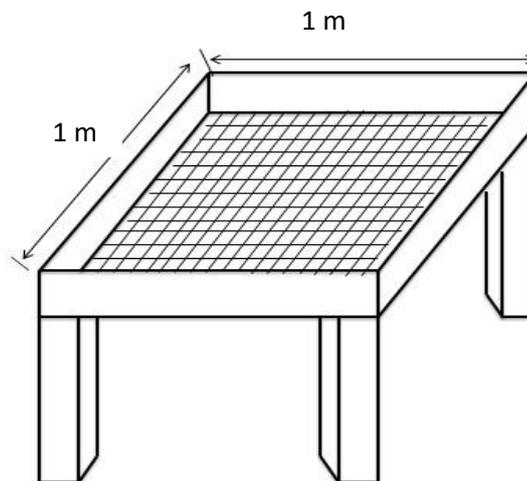


Figura 3. Trampas para hojarasca

3.7.2. Cálculos de la biomasa vegetal

Una vez obtenido las variables evaluadas como el DAP de los árboles, el peso fresco y seco de la biomasa herbácea y de hojarasca se emplearon las fórmulas planteadas por

el ICRAF para el cálculo de la biomasa por cada componente y el carbono en la biomasa vegetal total (Arevalo *et al.*, 2002).

a. Biomasa arbórea viva (kg árbol⁻¹)

$$BA = 0.1184DAP^{2.53}$$

Dónde:

BA = Biomasa de árboles vivos en pie (kg)

0.1184 = Constante

DAP = Diámetro a la altura del pecho (1.30 cm)

2.53 = Constante

b. Biomasa arbórea viva (t ha⁻¹)

Una vez estimado la biomasa (kg) por árbol se sumó todos los individuos concernientes a cada especie tanto para la *C. glandulosa* y *V. pseudolea*, obteniendo la biomasa arbórea viva total (BAVT) de las tres filas por especie.

$$BAVT \text{ (kg.)} = BA_1 + BA_2 + \dots + BA_n$$

Donde:

BAVT = Biomasa de árboles vivos en kg

BA = Biomasa de árboles

Para la parcela de 15 m x 50 m (250 m² área de cada fila siendo un total de 750 m²)

$$BAVT \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = ((BAVT \text{ (kg)} / 1000 \text{ kg}) * 10000 \text{ m}^2) / 750 \text{m}^2$$

$$BAVT \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = BTAV * 0.013$$

Dónde:

BAVT = Biomasa de árboles vivos en t ha⁻¹

BTVA = Biomasa total de la parcela

0.013 = Factor de conversión de la parcela 750 m²

c. Biomasa arbustiva / herbácea (t ha⁻¹)

$$\text{BAH (t ha}^{-1}\text{)} = [(\text{PSM} / \text{PFM}) \times \text{PFT}] \times 0.01$$

Dónde:

BAH = Biomasa arbustiva 1 herbácea, materia seca (t ha⁻¹)

PSM = Peso seco de la muestra colectada (g)

PFM = Peso fresco de la muestra colectada (g)

PFT = Peso total por metro cuadrado (g)

0.01 = Factor de conversión cuando es de 1 m x 1m

d. Biomasa de la hojarasca (t ha⁻¹)

$$\text{Bh (t ha}^{-1}\text{)} = [(\text{PSM} - \text{PFM}) \times \text{PFT}] \times 0.01$$

Dónde:

Bh = Biomasa de la hojarasca, materia seca (t ha⁻¹)

PSM = Peso seco de la muestra colectada (g)

PFM = Peso fresco de la muestra colectada (g)

PFT = Peso total por metro cuadrado (g)

0.01 = Factor de conversión cuando es de 1 m x 1 m

3.7.3. Cálculos de la biomasa vegetal total (t ha⁻¹)

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

Donde:

BVT = Biomasa vegetal total

BAVT = Biomasa total de árboles vivos

BAH = Biomasa arbustiva y herbácea

Bh = Biomasa de la hojarasca

3.7.4. Cálculo del carbono en la biomasa vegetal total ($t\ ha^{-1}$)

$$CBV\ (t\ ha^{-1}) = BVf \times 0.45$$

Dónde:

CBV = Carbono en la biomasa vegetal

BVf = Biomasa vegetal total

0.45 = Constante {proporción de carbono, asumido por convención}

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Biomasa arbórea, herbácea y hojarasca en *C. glandulosa* y *V. pseudolia*

4.1.1. Biomasa arbórea (t/ha)

Concerniente a la biomasa arbórea, se tienen las dos especies con sus respectivas evaluaciones, donde para la especie *C. glandulosa* en su primera evaluación presentó un 83,46 t/ha⁻¹, en su segunda evaluación un 93,56 t/ha⁻¹, mientras que para la especie *V. pseudolea* en su primera evaluación presentó un 130,86 t/ha⁻¹, en su segunda evaluación un 137,49 t/ha⁻¹. En tal sentido, se obtuvo que la especie *V. pseudolea* presentó valores superiores con respecto a la biomasa arbórea en la plantación de ocho años (Tabla 1).

Tabla 1. Registro de la biomasa arbórea viva total (t/ha⁻¹) por especie

Especies	Evaluaciones	N	Biomasa arbórea (kg)			BTAV (kg)	BAVT (t/ha ⁻¹)
			Máximo	Mínimo	Media		
<i>C. glandulosa</i>	1	31	462,93	41,70	211,53	6420,05	83,46
	2	31	483,04	47,20	232,16	7196,89	93,56
<i>V. pseudolea</i>	1	38	548,08	58,64	264,91	10066,48	130,86
	2	38	580,03	60,69	288,73	10575,85	137,49

Con respecto al incremento de la biomasa arbórea, la especie *C. glandulosa* presento un 8,31 t/ha⁻¹ de incremento de la primera evaluación a la segunda evaluación, por consiguiente, para especie *V. pseudolea* presento un 11,77 t/ha⁻¹ de incremento de la primera evaluación a la segunda evaluación, en consecuencia, en conclusión, la especie *V. pseudolea* obtuvo valores superiores con respecto a la especie *C. glandulosa* (Tabla 1).

Tabla 2. Incremento de la biomasa arbórea viva total (t/ha⁻¹) por especie.

Especies	Tiempo	Biomasa arbórea (kg)			BTAV (kg)	BAVT (t/ha ⁻¹)
		Máximo	Mínimo	Media		
<i>C. glandulosa</i>	A la 2da evaluación	114,20	0,69	20,63	639,48	8,31
<i>V. pseudolea</i>	A la 2da evaluación	111,52	2,05	23,82	905,09	11,77

Al analizar las dos especies forestales con la prueba de T Student con nivel de confianza al 95%, muestra que para las especies *C. glandulosa* y *V. pseudolea* no existe diferencias estadísticas significativas con un p-valor de 0,0597, donde el p-valor supera el 5% (Tabla 3).

Tabla 3. Prueba T Student de la biomasa arbórea ($t\ ha^{-1}$)

Especie	N	Media	pHomVar	T	GL	Sig. (bilateral)
<i>V. pseudolea</i>	38	288.730	0.4433	1.92	1	0.0597
<i>C. glandulosa</i>	31	232.160				

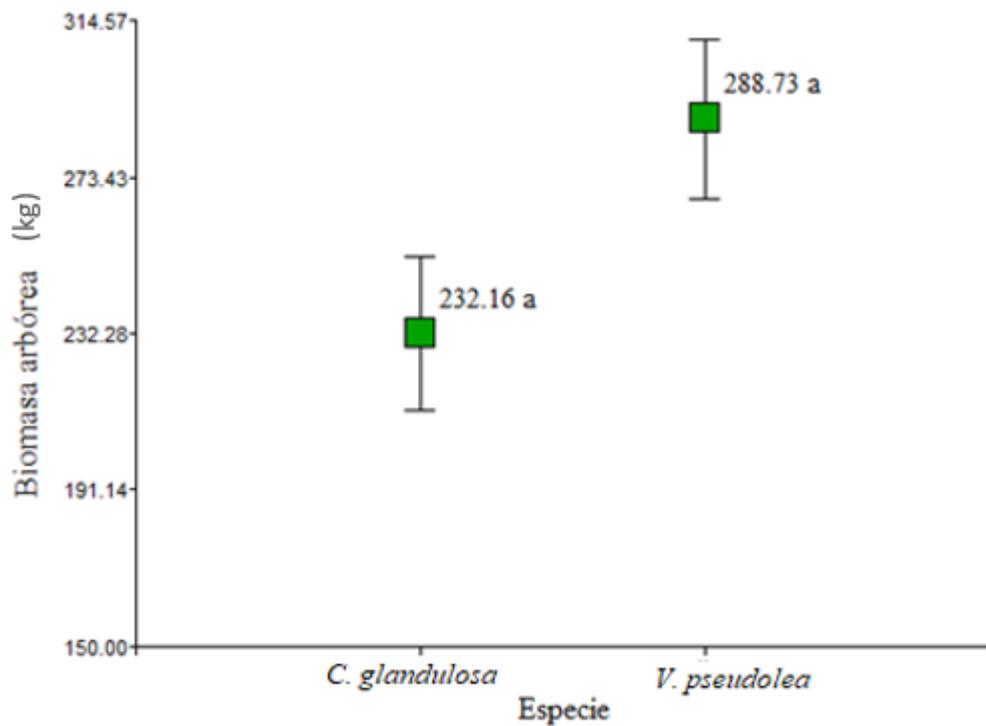


Figura 4. Comparación de medias por especies

La comparación de medias de las especies, donde para la especie *C. glandulosa* presento 232,16 kg, del mismo modo, la especie *V. pseudolea* un 288,73 kg, siendo la especie *V. pseudolea* superior con respecto a la biomasa arbórea (Figura 4).

En tal sentido, siendo los resultados superiores a comparación de lo obtenido por Samaniego (2009) en su investigación de sobre carbono capturado de la especie *Guazuma crinita* de una plantación de 8 años, para la biomasa aérea de un árbol fue 68,484 kg en promedio, del mismo modo, Centeno (2003) en su investigación sobre la determinación de la biomasa de la especie *Miconia barbeyana* Cogniaux “paliperro” en el bosque, obtuvo en los

resultados de la biomasa arbórea se tiene 4160,753 kg, estos datos difieren posiblemente a las diferentes edades de las plantaciones y la especie, también se ven influenciado por las condiciones climáticas del entorno.

Por otro lado, para la biomasa arbórea en t/ha^{-1} , para la especie *C. glandulosa* presentó un $93,56 t/ha^{-1}$, mientras que para la especie *V. pseudolea* presentó un $137,49 t/ha^{-1}$, resultados que difieren con los autores Gorbitz (2011) quien en su investigación sobre la determinación de carbono en la biomasa aérea en plantaciones con 8 años. Para los resultados en la biomasa arbórea resultó $77,676 t/ha^{-1}$. Además, Baltazar (2007) en su investigación sobre el almacenamiento de carbono en una plantación en (*Guazuma crinita* Martius) de 1 año. Para los resultados para la biomasa arbórea promedio fue de $14,99 t/ha^{-1}$ y de igual forma, Rodríguez (2014) en su estudio sobre la estimación de la captura de carbono de la especie capirona (*Caycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K.). Para los resultados para la biomasa arbórea fue de $1,79 t/ha^{-1}$.

En resumen, dichas diferencias se deben posiblemente a la influencia que tienen las características de cada especie, además de sus propiedades fisiológicas, a esto añadir el tipo de manejo silvicultural que se le brinda a cada plantación que repercute en la producción de biomasa y captura de carbono.

4.1.2. Biomasa de herbácea (t/ha)

En el caso de la biomasa herbácea, de acuerdo con el análisis de varianza a un 95% de nivel de confianza, que, a los 2 meses, 4 meses y 6 meses, no se encontraron diferencias estadísticas significativas con p-valor (0,0977, 0,1635, 0,2841) respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis de varianza de la biomasa de herbácea

Tiempo	Especie	Media	pHomVar	T	GL	Sig. (bilateral)
2 meses	<i>C. glandulosa</i>	0.505	0.826	1.826	10	0.0977
	<i>V. pseudolea</i>	0.377				
4 meses	<i>C. glandulosa</i>	0.868	1.504	1.504	10	0.1635
	<i>V. pseudolea</i>	0.685				
6 meses	<i>C. glandulosa</i>	1.160	1.132	1.132	10	0.2841
	<i>V. pseudolea</i>	1.012				

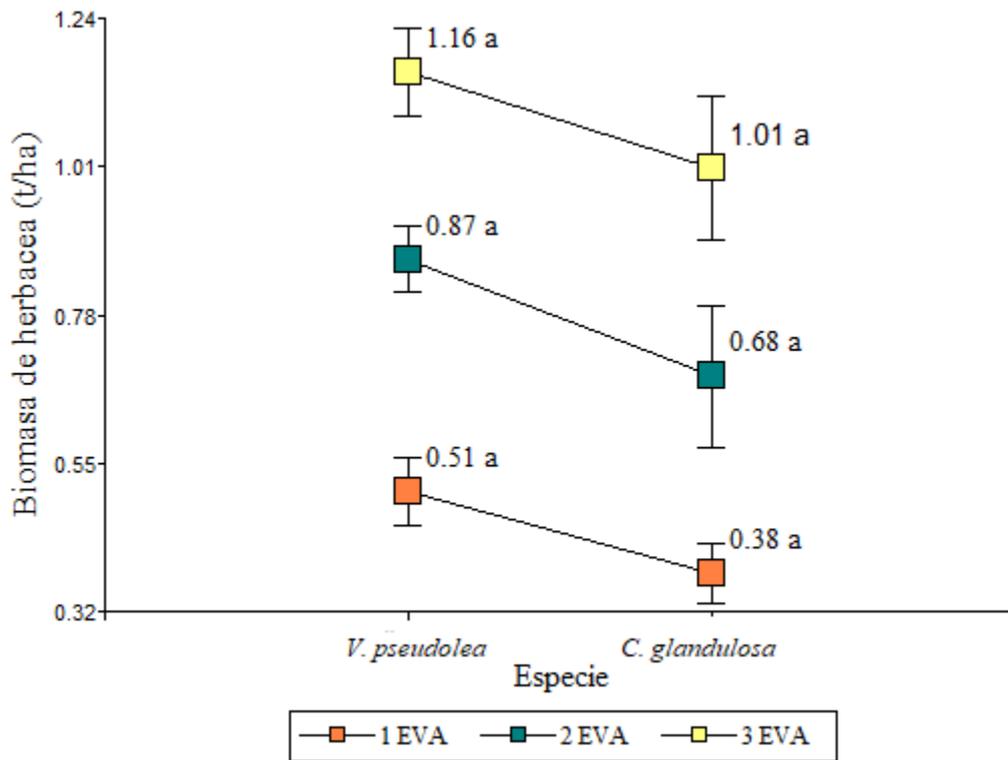


Figura 5. Comparación de medias de las especies con respecto al tiempo.

La comparación de medias con respecto al tiempo, donde para la especie *V. pseudolea* presentó para la primera evaluación un $0,51 \text{ t/ha}^{-1}$, para la segunda evaluación un $0,87 \text{ t/ha}^{-1}$, y para la tercera evaluación un $1,16 \text{ t/ha}^{-1}$, por otro lado, para la especie *C. glandulosa* presentó para la primera evaluación un $0,38 \text{ t/ha}^{-1}$, para la segunda evaluación un $0,68 \text{ t/ha}^{-1}$, y para la tercera evaluación un $1,01 \text{ t/ha}^{-1}$, en tal sentido, se puede concluir que la especie *V. pseudolea* obtuvo un mayor valor con respecto a la biomasa de herbácea (Figura 5).

Por consiguiente, la especie *V. pseudolea* presentó un $1,16 \text{ t/ha}^{-1}$, por otro lado, para la especie *C. glandulosa* presentó un $1,01 \text{ t/ha}^{-1}$, resultados que difiere con los siguientes autores, Gorbitz (2011) en su investigación sobre la determinación de carbono en la biomasa aérea en plantaciones con 8 años de edad, se obtuvo como biomasa arbustiva herbácea un $2,575 \text{ t/ha}^{-1}$, del mismo modo, Baltazar (2007) en su investigación sobre el almacenamiento de carbono en una plantación en bolaina blanca (*Guazuma crinita* Martius) de 1 año. Para los resultados para la biomasa arbustiva/herbácea fue de $0,10 \text{ t/ha}^{-1}$, estas diferencias en los resultados se deben posiblemente a las características de la estructura de cada especie, siendo también de aspecto importante la edad de la plantación o sistema de evaluación y las condiciones climáticas a la que se encuentra en exposición.

4.1.3. Biomasa de hojarasca (t/ha)

Con la finalidad de evaluar las fuentes de variación en biomasa de hojarasca, se observa en el análisis de varianza al 95% que, para el caso de tiempo con un p-valor (0,0023) presentan diferencias estadísticas altamente significativas, por otro lado, para el caso de especies e interacción de (Tiempo*Especie) no presentan diferencias estadísticas significativa con un p-valor superior al 5% (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de varianza de la biomasa de hojarasca

FV	GL	SC	CM	F valor	P valor
Tempo	5	6.77	1.35	4.23	0.0023**
Especie	1	0.06	0.06	0.19	0.668 ^{NS}
Tiempo*especie	5	0.4	0.08	0.25	0.9378 ^{NS}
Error	60	19.22	0.32		
Total	71	26.45			

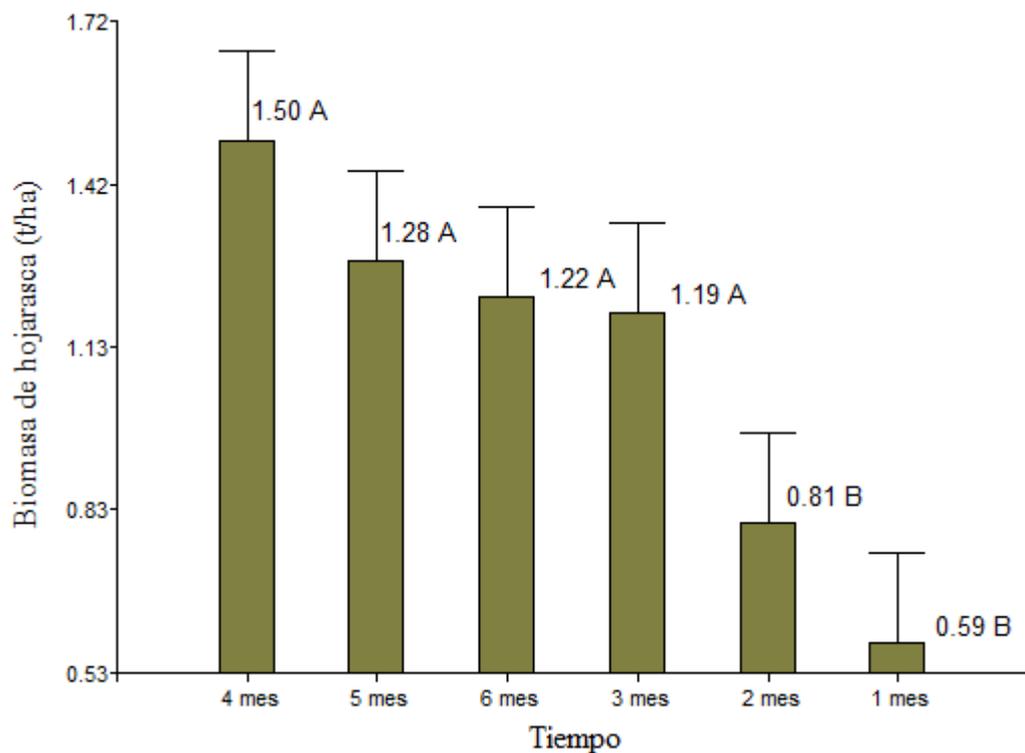


Figura 6. Comparación de medias de a biomasa de hojarasca con respecto al tiempo.

Al comparar las medias de la biomasa de hojarasca con respecto al tiempo, se presentó dos grupos y valores numéricamente distintos, donde a los cuatro meses se obtuvo un $1,50 \text{ t/ha}^{-1}$ siendo el mayor numéricamente con respecto a los demás meses, por otro lado, al primer mes se obtuvo un $0,59 \text{ t/ha}^{-1}$ siendo el valor numéricamente menor con respecto a los demás (Figura 6).

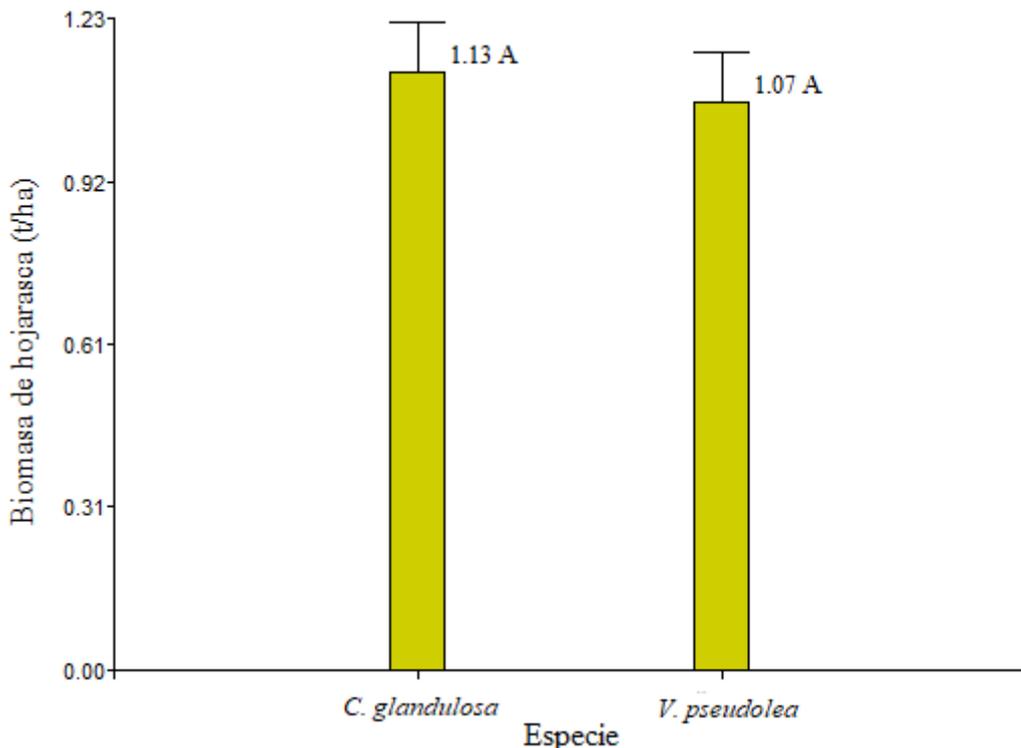


Figura 7. Comparación de medias de la biomasa de hojarasca con respecto a la especie.

La comparación de medias para la biomasa de hojarasca con respecto a la especie, donde se presentan las especies estadísticamente similares, pero numéricamente diferente, siendo superior numéricamente la especie *C. glandulosa* con $1,13 \text{ t/ha}^{-1}$, por otro lado, la especie *V. pseudolea* obtuvo un $1,07 \text{ t/ha}^{-1}$ (Figura 7).

En tal sentido, existe una diferencia con los siguientes autores, Gorbitz (2011) en su investigación sobre la determinación de carbono en la biomasa aérea en plantaciones con 8 años, se obtuvo en la biomasa de hojarasca un $14,324 \text{ t/ha}^{-1}$, del mismo modo, Baltazar (2007) en su investigación sobre el almacenamiento de carbono en una plantación en bolaina blanca (*Guazuma crinita* Martius) de 1 año. Para los resultados en la biomasa de hojarasca fue de $6,01324 \text{ t/ha}^{-1}$, además, Rodríguez (2014) en su estudio sobre la estimación de la captura de carbono

de la especie capirona (*Caycophyllum spruceanum*). Para los resultados en la biomasa de la hojarasca fue de 14,92 t/ha⁻¹.

4.2. Carbono en la biomasa vegetal total de *C. glandulosa* y *V. pseudolia*

De acuerdo con el análisis de varianza a un 95% con respecto al carbono en la biomasa vegetal total, en el cual se puede observar que existe diferencias estadísticas altamente significativas en la especie *V. pseudolea* con un p-valor de (0,0001), resultando inferior a 5% (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de varianza del carbono en la biomasa vegetal total

Especie	Media	pHomVar	T	GL	Sig. (bilateral)
<i>V. pseudolea</i>	62.960	0.8935	126.98	1	0.0001
<i>C. glandulosa</i>	43.090				

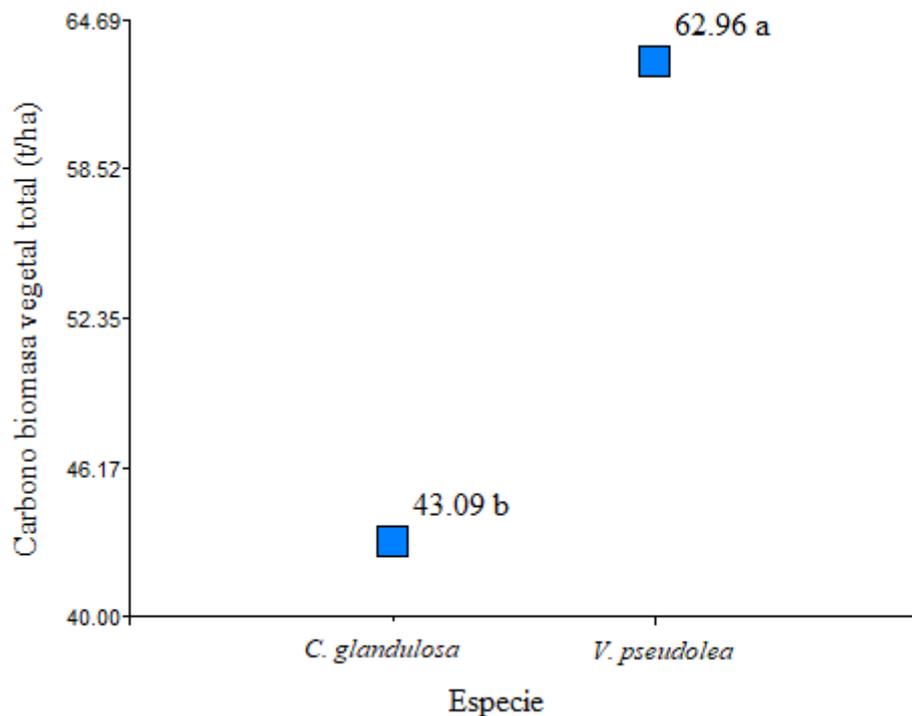


Figura 8. Comparación de medias del carbono en la biomasa vegetal total

Para el caso del carbono en la biomasa vegetal, de acuerdo con la comparación de medias, se encontró diferencias estadísticas, donde la especie *V. pseudolea* obtuvo un 62,96 t/ha⁻¹ siendo numéricamente superior con respecto a la especie *C. glandulosa* que resulto numéricamente inferior con un valor de 43,09 96 t/ha⁻¹, la variación en valores con respecto al

carbono en la biomasa vegetal total se presenta posiblemente a la variación de especie, por ende las diferencia entre las características del tejido vegetal (Figura 8).

Del mismo modo, los siguientes autores difieren con los resultados de la investigación, Rodríguez (2014) en su estudio sobre la estimación de la captura de carbono de la especie capirona (*Caycophyllum spruceanum*). Para el carbono en la biomasa vegetal fue de $9,94 \text{ t/ha}^{-1}$, de la misma forma, Baltazar (2007) en su investigación sobre el almacenamiento de carbono en una plantación en bolaina blanca (*Guazuma crinita*) de 1 año. Para los resultados para el carbono almacenado en la biomasa vegetal total fue de $9,49 \text{ t/ha}^{-1}$, además, Gorbitz (2011) en su investigación sobre la determinación de carbono en plantaciones con 8 años donde obtuvo resultados en el carbono biomasa total $34,346 \text{ t/ha}^{-1}$, también, Anaya (2010) en su investigación sobre el almacenamiento de carbono en bolaina blanca obtuvo en carbono total almacenado en la biomasa vegetal y el suelo fue de $267,46 \text{ t/ha}^{-1}$ en la plantación de 5 años.

comparando con los autores, los resultados obtenidos en la investigación difieren posiblemente a las características propias de cada especie, y, por ende, los elementos estructurales que la conforman, además las condiciones climáticas y características fisiográficas del entorno donde se encuentran influyen en esta variable; de la misma forma, el manejo silvicultural que se le brinda, y la edad de la planta.

V. CONCLUSIONES

La biomasa arbórea de la plantación de ocho años en la especie *C. glandulosa* fue de 232,16 kg, y de la especie *V. pseudolea* 288,73 kg.

La biomasa herbácea de la plantación de ocho años en la especie *C. glandulosa* en la primera evaluación fue de 0,38 t/ha⁻¹, en la segunda evaluación 0,68 t/ha⁻¹, en la tercera evaluación 1,01 t/ha⁻¹; para la especie *V. pseudolea* en la primera evaluación 0,51 t/ha⁻¹, en la segunda evaluación 0,87 t/ha⁻¹, en la tercera evaluación 1,16 t/ha⁻¹.

La biomasa de hojarasca de la plantación de ocho años en la especie *C. glandulosa* fue de 1,13 t/ha⁻¹, y de la especie *V. pseudolea* fue de 1,07 t/ha⁻¹.

El carbono en la biomasa vegetal total de la plantación de ocho años en la especie *C. glandulosa* fue de 43,09 t/ha⁻¹, y de la especie *V. pseudolea* fue de 62,96 t/ha⁻¹.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Realizar estudios del carbono en la biomasa total incluyendo el suelo, con la finalidad de tener información sobre la fertilidad y como esta influye en el desarrollo.
2. Promover estudios de biomasa desde su etapa de crecimiento inicial para tener datos anuales que nos permitan monitorear las plantaciones y evaluar su dinamina en función al tiempo.
3. Realizar estudios de biomasa y carbono en otros ecosistemas forestales con el fin de garantizar la capacidad de otras especies en retener el carbono almacenado en su estructura.
4. Considerar en otros estudios análisis físico, químicos y biológicos, con el fin de analizar la calidad de suelo de plantaciones.
5. Hay que estudiar el grafeno en forma de carbono a partir de la lignina.

VII. REFERENCIAS

- Acosta Mireles, M. (2003). Diseño y aplicación de un método para medir los almacenes de carbono en sistemas con vegetación forestal y agrícolas de ladera en México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillos, México.
- Anaya, K. (2010). Carbono almacenado en plantaciones disetáneas de *Guazuma crinita* Martius “bolaina blanca”, en Tingo María – Perú. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/938>
- Arévalo, L.; Alegre, J. y Palm, CH. (2003). Manual de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en Perú. Publicación de STC - CGIAR Ministerio de agricultura. Pucallpa, Perú. 24p
- Arguedas, M. M. (2011). La huella de carbono del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Revista Forestal Mesoamericana, 9 (22): 51 - 59.
- Ayala, F. (2003). Taxonomía vegetal - Gymnospermae y Angiospermae de la Amazonía Peruana. (1 era ed.). Centro de estudios tecnológicos de la Amazonía (CETA).
- Ávila, G; Jiménez, F; Beer, J; Gómez, M; Ibrahim, M. (2001). Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica. Agroforestería en las Américas 8(30):32-35.
- Balboa-Murias, M.A., Rojo, J.G., Álvarez-González, A.M. (2006). Carbon and nutrient stocks in mature *Quercus robur* L. stands in NW Spain. *Annals of Forest Science*. 63:557-565.
- Baltazar, A. (2007). Carbono aéreo almacenado en una plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Martius) de un año de edad, en el Centro Poblado Nuevo Edén, Alto Madre de

- Dios. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/563>
- Andrade, H., Arteaga, C., Segura, M. (2017). Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué , Tolima (Colombia). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(1), 103– 112.
- Chacón, L., Rognitz, T., Porro, R. (2009). Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Lima, Perú. 78p.
- Centeno, V. (2003). Determinación de biomasa aérea de la especie *Miconia barbeyana* Cogniaux “paliperro” en el bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/678>
- CONAM. (2001). Informe Nacional sobre el Estado del Ambiente. Geo- Perú. Perú.
- Cotrufo, M. (2010). Litter decomposition: Concepts, methods and future perspectives. *Soil Carbon Dynamics: An Integrated Methodology*, 76-90.
- Cronquist, A. (1981). Lista de las Clases, Subclases, Órdenes y Familias de las Angiospermas. Columbia. University Press. New York.
- Dávalos, R., Rodríguez, M., Martínez, E. (2008). Almacenamiento de carbono. Pp 223-233. En: *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz*. Manson (ed.) INECOL. México
- Dávalos, R. (2008). Almacenamiento de Carbono. Instituto Nacional de Ecología. MX. 11 p.
- Del Castillo, R. (2003). Cuantificación de biomasa aérea en plantaciones forestales de *Shaina Colubrina glandulosa* Perk. (Rhamnaceae) en región San Martín -Perú. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional UNSM. <http://hdl.handle.net/11458/790>

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2007. Situación de los bosques del mundo. (en línea). Consultado el 11 de octubre del 2010. Disponible en <http://www.fao.org/icalog/inters.Htm>
- Figuerola, C., Etchevers, J., Velásquez, A., Acosta, M. (2005). Concentración de carbono en diferentes tipos de vegetación de la Sierra Norte de Oaxaca. (Redalyc, Ed.) Terra Latinoamericana, 23(1), 57 - 64.
- Flores, F. (2002). Manual Técnico de Plantaciones Forestales. Cajamarca, Perú. 120p.
- Fonseca, G. W., Alice, G. F. y Rey, B. J. M. (2009). Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. Bosque, 30 (1): 36 - 47.
- Fonseca, W., Ávila, C., Murillo, R., Rojas, M. (2021). Predicción de biomasa y carbono en plantaciones clonales de *Tectona grandis* L. f. Revista Colombia Forestal. 24(1), 31-44.
- Gascon, S. (2002). Manual de campo de especies forestales de bosque ribereño en la microcuenca Wara. Oxapampa, Perú. 117 p.
- García, D., García, G., Jiménez, J. (2019). Carbono y dióxido de carbono almacenado en una plantación de *Tectona grandis* de 4 y 5 años de edad en México. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales. 15 (1): 28-34.
- Gayoso, J., Schlegel, B., (2001). Guía para la formulación de proyectos forestales de carbono. Valdivia, Chile, UACH. 49 p.
- Gayoso, J. (2002). Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques nativos y plantaciones de Chile. Revista Foresta Iberoamericana Vol. 1 No 1. Chile.
- Giro, F. (2007). Bosques y cambio climático. (en línea). Consultado el 11 de octubre del 2010. Disponible en <http://www.ecodes.org/pages/especial/cc/docs/accionnatura.pdf>

- Gómez-García, E., Pérez-Rodríguez, F. (2015). Evolución de la biomasa y del carbono acumulado por *Quercus robur* en Galicia (España). *Bosque*. 36:255-264.
- Gonzales, J., Paz, O., Zaballa, M., Ramiro, R. (2006). Estrategia de participación en el mecanismo de desarrollo limpio y en otros esquemas de comercio de emisiones de gases de efecto invernadero en el marco del plan nacional de desarrollo de Bolivia. *Mitigación del cambio climático. Programa Nacional de Cambios Climáticos. Bolivia*. 75 p.
- Grace Malh. (2000). Tropical forest and atmospheric carbon dioxide. *Trends in ecology and evolution* Pg. 15: 332-337.
- Gross, J. E., Woodley, S., Welling, L. A., & Watson, J. E. M. (2016). *Adapting to Climate Change: Guidance for protected area managers and planners. Best Practice Protected Area Guidelines*. Gland, Switzerland: UICN.
- Gorbitz, G. (2011). Determinación de las Reservas de Carbono en la biomasa aérea en plantaciones de 8 años de *Calycophyllum spruceanum* b. en el Valle del Aguaytía. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1670>
- Hernández, J., De los Santos, H., Valdez, J., Tamarit, J., Ángeles, G., Hernández, A., Peduzzi, A., Carrero, O. (2017). Biomasa aérea y factores de expansión en plantaciones forestales comerciales de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. *Revista Agrociencia*. 51(8), 921-938.
- Herrera, M. (2002). Biomasa de la vegetación herbácea y leñosa pequeña y necromasa en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica Porce II. [Tesis pregrado, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín] Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2975>

- Honorio, E. y Baker, T. (2010). Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana/ Universidad de Leeds. 54 p.
- Ibarra. Y. (2011). Influencia de las mallas raschey negra y roja en la germinación y crecimiento de shainas (Colubrina glandulosa Perkins.) en Tingo María. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/542>
- IPCC (Informe de síntesis de Cambio Climático). 2001. Climate Change 2001: Glosario de términos. Anexo B. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds. Metz, B., O.R. Davidson, R. Swart, y J. Pan. Cambridge, UK y US, Cambridge University Press. 752 p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2005. Informe por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático por invitación de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. 57 p.
- IPCC (Informe de síntesis de Cambio Climático).2007. Grupo Intergubernamental de expertos sobre cambio climático. (Informe). Ginebra, Suiza, 104 Pg..
- IPCC. (2013). Climate Change 2013 - Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jiménez, J., Telles, R., Alanis, E., Yerena, J., García, D., Gómez, M. (2020). Estimación del carbono almacenado en una plantación de *Tectona grandis* L. f. mediante ecuaciones alométricas. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 11(57): 32-56.
- Joosten, R; Schumacher, J.; Wirth, CH. & Schulte, A. (2004). Evaluate tree carbon predictions for beech (*Fagus sylvatica* L.) in Western Germany. For. Ecot. Manage. 189:87-96.

- López, H., Vaides, E., Alvarado, A. (2017). Evaluación de carbono fijado en la biomasa aérea de plantaciones de teca en Chahal, Alta Verapaz, Guatemala. *Agronomía Costaricense*. 42 (1): 137-153.
- Lino, K. (2009). Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio Institucional UNU. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/2118>
- Malhi, Y., Wood, D., Baker, T., Wright, J., Phillips, O., Cochrane, T., Meir, P., Chave, J., Almeida, S., Arroyo, L., Higuchi, N., Killeen, T., Laurance, S., Laurance, W., Lewis, S., Monteagudo, A., Neill, D., Vargas, P., Pitman, N. (2006). The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology*. 12: 1107-1138p.
- Moreno, J., Burgos, J., Nieves, H., & Buitrago, C. (2004). Modelo alométrico general para la estimación del secuestro de carbono por plantaciones de caucho *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. en Colombia. *Colombia Forestal*, 5.
- Masera, O., Astier, M., López, S. (2002). *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales: el marco de evaluación MESMIS*. Mundi-Prensa, GIRA, UNAM, D.F. 160 pp
- Mostacero, J., Mejía, F., Gamarra, T. (2002). *Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú*. Vol.1. Edit. Nomás Legales S.A. C. 667p.
- Montoya, G. (2002). *Desarrollo forestal sustentable: Captura de carbono en las zonas tzeltal y tojolabal del estado de Chiapas*. The Edinburgh Centre for Tropical Forests. Chiapas-México 50p. Chiapas - México.

- Pérez, D.M.E., Ruiz, E.M., Pisco, G.P. (2015). Almacenamiento y fijación de carbono en una plantación de aguaje (*Mauritia flexuosa*) y palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en campus de la universidad nacional de Ucayali. *Revista científica TZHOECOEN*. 6:153-164.
- Rodríguez, S. (2014). Estimación del potencial de captura de carbono de la especie capirona (*Caycophyllum spruceanum*) en el centro ecológico de La Juanita 2012. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional UNSM. <http://hdl.handle.net/11458/146>
- Rosas, A. (2011). Determinación de la cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea y en el suelo en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L. f.) en el Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas. [tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio de UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2087>
- Rügnitz, M., Chacón, M., Porro, R. (2009). Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Lima, Perú. 79p.
- Ruiz, A. (2002). Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas sillvopastoriles y competitividad económica en Matiguas Nicaragua. [tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/2148>
- Salgado, L., Dumas, M., Feoli, M., Cedeño, M. (2013). Mercado Doméstico Voluntario de Carbono de Costa Rica: Un instrumento hacia la C-Neutralidad. Programa de las naciones unidas 45 para el desarrollo: costa rica (PNUD - MINAE.). Contracorriente Editores. Recuperado a partir de http://www.pnud.or.cr/images/stories/Informe_MDVCCR_.pdf
- Samaniego, D. (2009). Estimación de la cantidad de carbono capturado por Guazuma crinita en una plantación de 8 años en Ucayali. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1666>

- Schlegel, B., Gayoso, J., & Guerra, J. (2000). Medición de la capacidad de captura de carbono de bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Manual de procedimientos muestrales de biomasa forestal, Valdivia - Chile
- Schlegel, B. (2001). Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempreverde. Simposio Internacional de Medición y Monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia, Chile.
- Schulze, E., Wirth, C., & Heimann, M. (2000). Managing forests after Kyoto. *Science*, 2058-2059.
- Segura, M., Kanninen, M. (2002). Inventarios para estimar carbono en ecosistemas forestales tropicales. In: *Inventarios Forestales para bosques latifoliados en América Central*. CR. CATIE. pp. 202-213.
- Ordóñez, J.; De Jong, B. y Masera O. (2001). Almacenamiento de carbono en un bosque de *Pinus pseudostrobus* en Nuevo San Juan, Michoacán. *Madera y Bosques* 7: 27-47.
- Vallejo, M. (2005). Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. IavH. Bogotá – Colombia. 275 p. Bogota - Colombia.
- Valverde, J. (2017). Determinación de la ecuación de biomasa aérea de *Eucalyptus globulus* Labill de plantaciones en cercos vivos, Distrito de Huertas, Junín. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2701>
- Vallejo, A. (2009). Cambio climático, bosques y uso de la tierra. Curso Formulación de Proyectos MOL Forestal y Bioenergía. Csrbón Descisions. Buenos Aires, Argentina, 16~20 de febrero. 29 p. 04 de Junio 2012. Disponible en: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/FAC/File/vallejo_cc_bosquesyuso_dela tierra.pdf

Vargas, P. (2009). El Cambio Climático y Sus Efectos en el Perú. Banco Central de Reserva del Perú. Working Paper series. Perú.

ANEXO

Tabla 7. Biomasa arbórea de *C. glandulosa*

N°	1 EVALUACIÓN			2 EVALUACIÓN		
	FILA 1	FILA 2	FILA 3	FILA 1	FILA 2	FILA 3
P1	365.083	173.171	99.025	400.460	181.102	100.707
P2	108.197	462.934	94.080	117.247	483.044	96.808
P3	124.164	273.633	139.411	128.039	299.076	140.098
P4	257.425	243.731	107.609	274.666	252.482	117.247
P5	41.701	283.014	122.254	47.198	306.756	130.003
P6	67.108	396.575	189.249	71.606	443.340	303.450
P7	198.462	99.025	204.463	215.003	102.407	218.588
P8	206.197	345.749	229.558	233.288	362.631	233.288
P9	323.611	248.570	163.180	362.631	257.425	269.525
P10		270.548	137.361		272.602	173.171
P11		343.377			350.523	
P12		238.950			252.482	
SUMATORIA	1691.948	3379.276	1348.828	1850.137	3563.869	1782.884
		6420.052			7196.890	
BIOMASA ARBOREA POR HA		83.461			93.560	

Tabla 8. Biomasa arbórea de *V. pseudolia*

N°	1 EVALUACIÓN			2 EVALUACIÓN		
	FILA 1	FILA 2	FILA 3	FILA 1	FILA 2	FILA 3
P1	453.073	182.714	210.572	512.674	197.613	233.288
P2	157.949	173.171	277.778	172.390	283.014	299.076
P3	453.073	133.986	233.288	468.627	142.172	251.501
P4	58.636	163.180	189.249	60.689	173.171	201.020
P5	440.582	305.652	534.052	474.362	315.677	575.166
P6	224.032	267.485	213.224	233.288	283.014	224.032
P7	548.076	287.245	520.248	580.029	304.550	541.816
P8	247.597	360.189	287.245	257.425	374.989	304.550
P9	249.544	234.226	412.254	272.602	345.749	437.835
P10	281.962	216.791	327.048	310.083	228.632	350.523
P11		165.454	293.662		174.740	295.821
P12		246.627	128.039		255.441	143.565
P13		196.767	83.634		205.329	91.398
P14		132.651			210.572	
P15		175.528			185.148	
SUMATORIA	3114.524	3241.665	3710.292	3342.169	3284.090	3949.590
		10066.482			10575.850	
BIOMASA ARBOREA POR HA		130.864			137.486	

Tabla 9. Registro de peso fresco y seco de la biomasa de herbácea de *C. glandulosa*

Fila	N°	1 EVALUACIÓN		2 EVALUACIÓN		3 EVALUACIÓN	
		Pesos	Biomasa (t/ha)	Pesos	Biomasa (t/ha)	Pesos	Biomasa (t/ha)
F1	T1	Ph 156	0.51	Ph 270	0.62	Ph 332	0.85
		Ps 50.59		Ps 62		Ps 85	
	T2	Ph 108	0.38	Ph 210	0.65	Ph 302	1.04
		Ps 38		Ps 65		Ps 104	
F2	T1	Ph 155	0.49	Ph 244	0.61	Ph 290	0.89
		Ps 49.1		Ps 61		Ps 89	
	T2	Ph 75	0.29	Ph 152	0.45	Ph 210	0.78
		Ps 29.43		Ps 45		Ps 78	
F3	T1	Ph 296	0.39	Ph 340	1.22	Ph 389	1.54
		Ps 38.75		Ps 122		Ps 154	
	T2	Ph 30	0.20	Ph 180	0.56	Ph 205	0.97
		Ps 20.38		Ps 56		Ps 97	

Tabla 10. Registro de peso fresco y seco de la biomasa de herbácea de *V. pseudolia*

Fila	N°	1 EVALUACIÓN		2 EVALUACIÓN		2 EVALUACIÓN	
		Pesos	Biomasa (t/ha)	Pesos	Biomasa (t/ha)	Pesos	Biomasa (t/ha)
F1	T1	Ph 174	0.710	Ph 280	0.900	Ph 320	1.250
		Ps 71		Ps 90		Ps 125	
	T2	Ph 93	0.320	Ph 160	0.670	Ph 210	0.890
		Ps 31.95		Ps 67		Ps 89	
F2	T1	Ph 203	0.520	Ph 289	0.930	Ph 312	1.240
		Ps 51.98		Ps 93		Ps 124	
	T2	Ph 187	0.490	Ph 299	1.010	Ph 321	1.320
		Ps 48.95		Ps 101		Ps 132	
F3	T1	Ph 159	0.450	Ph 265	0.770	Ph 300	1.020
		Ps 44.98		Ps 77		Ps 102	
	T2	Ph 172	0.544	Ph 297	0.930	Ph 329	1.240
		Ps 54.36		Ps 93		Ps 124	

Tabla 11. Registro de peso fresco y seco de la biomasa de hojarasca de *C. glandulosa*

Fila	Trampa	1 EVALUACIÓN		2 EVALUACIÓN		3 EVALUACIÓN		4 EVALUACIÓN		5 EVALUACIÓN		5 EVALUACIÓN							
		Pesos	t/ha	Pesos	t/ha	Pesos	t/ha	Pesos	t/ha	Pesos	t/ha	Pesos	t/ha						
F1	T1	Ph	39	0.340	Ph	75	0.450	Ph	140	1.290	Ph	198	1.560	Ph	154	1.240	Ph	140	1.190
		Ps	34		Ps	45		Ps	129		Ps	156		Ps	124		Ps	119	
	T2	Ph	102	0.810	Ph	140	0.599	Ph	180	0.750	Ph	235	1.200	Ph	200	0.980	Ph	190	0.830
		Ps	81		Ps	59.92		Ps	75		Ps	120		Ps	98		Ps	83	
F2	T1	Ph	91	0.790	Ph	296	1.680	Ph	320	1.900	Ph	387	2.460	Ph	304	2.150	Ph	272	2.100
		Ps	79		Ps	168		Ps	190		Ps	246		Ps	215		Ps	210	
	T2	Ph	55	0.46	Ph	49	0.305	Ph	114	0.900	Ph	130	1.000	Ph	112	0.650	Ph	115	0.580
		Ps	46		Ps	30.49		Ps	90		Ps	100		Ps	65		Ps	58	
F3	T1	Ph	51	0.42	Ph	72	0.370	Ph	101	0.870	Ph	158	0.980	Ph	103	0.530	Ph	101	0.500
		Ps	42		Ps	36.97		Ps	87		Ps	98		Ps	53		Ps	50	
	T2	Ph	67	0.56	Ph	286	1.540	Ph	301	2.000	Ph	345	2.760	Ph	226	1.900	Ph	229	1.870
		Ps	56		Ps	153.97		Ps	200		Ps	276		Ps	190		Ps	187	

Tabla 12. Registro de peso fresco y seco de la biomasa de hojarasca de *V. pseudolia*

Fila	Trampa	1 EVALUACIÓN		2 EVALUACIÓN		3 EVALUACIÓN		4 EVALUACIÓN		5 EVALUACIÓN		5 EVALUACIÓN	
		Pesos	t/ha	Pesos	t/ha	Pesos	t/ha	Pesos	t/ha	Pesos	t/ha	Pesos	t/ha
F1	T1	Ph	68	Ph	93	Ph	150	Ph	200	Ph	145	Ph	150
		Ps	53	Ps	50	Ps	79	Ps	98	Ps	87	Ps	81
	T2	Ph	67	Ph	164	Ph	189	Ph	245	Ph	189	Ph	170
		Ps	55	Ps	73	Ps	99	Ps	140	Ps	110	Ps	100
F2	T1	Ph	154	Ph	291	Ph	310	Ph	380	Ph	270	Ph	278
		Ps	133	Ps	186	Ps	201	Ps	254	Ps	235	Ps	210
	T2	Ph	35	Ph	180	Ph	200	Ph	242	Ph	198	Ph	190
		Ps	32	Ps	64.88	Ps	102	Ps	123	Ps	154	Ps	156
F3	T1	Ph	60	Ph	151	Ph	170	Ph	230	Ph	202	Ph	214
		Ps	49	Ps	57.12	Ps	87	Ps	97	Ps	136	Ps	138
	T2	Ph	51	Ph	64	Ph	100	Ph	110	Ph	98	Ph	100
		Ps	44	Ps	43	Ps	87	Ps	93	Ps	70	Ps	67

Tabla 13. Biomasa vegetal total (t/ha) de *C. glandulosa*

N	Biomasa vegetal total (t/ha)				CBVT
	Arborea	Herbácea	Hojarasca	BVT	
1	93.56	0.85	1.19	95.60	43.02
2	93.56	1.04	0.83	95.43	42.94
3	93.56	0.89	2.10	96.55	43.45
4	93.56	0.78	0.58	94.92	42.71
5	93.56	1.54	0.50	95.60	43.02
6	93.56	0.97	1.87	96.40	43.38

Tabla 14. Biomasa vegetal total (t/ha) de *V. pseudolia*

Trampa	Biomasa vegetal total (t/ha)				CBVT
	Arborea	Herbácea	Hojarasca	BVT	
1	137.49	1.25	0.81	139.55	62.80
2	137.49	0.89	1.00	139.38	62.72
3	137.49	1.24	2.10	140.83	63.37
4	137.49	1.32	1.56	140.37	63.16
5	137.49	1.02	1.38	139.89	62.95
6	137.49	1.24	0.67	139.40	62.73



Figura 9. Instalación de trampa para biomasa de herbácea de 1 m x 1 m



Figura 10. Instalación de trampa para colecta de hojarasca de 1 m x 1 m



Figura 11. Registro de la circunferencia de los árboles de *C. glandulosa* y *V. pseudolia*



Figura 12. Colecta de hojarasca



Figura 13. Colecta de herbácea



Figura 14. Peso fresco de la biomasa de herbácea y hojarasca



Figura 15. Registro del peso seco de herbácea y hojarasca