

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA**



**CARBONO ALMACENADO DEL SUELO EN DOS SISTEMAS DE USO EN LA
LOCALIDAD DE MOHENA – DISTRITO DE ANDA**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

PRESENTADO POR:

GIANCARLO MARCELO RAMIREZ PANDURO

Tingo María – Perú.

2024



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 028-2025-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 11 de noviembre de 2024, a horas 11. a.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“CARBONO ALMACENADO DEL SUELO EN DOS SISTEMAS DE USO EN LA LOCALIDAD DE MOHENA- DISTRITO DE ANDA”

Presentado por el Bachiller: **RAMIREZ PANDURO, GIANCARLO MARCELO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“BUENA”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 03 de marzo de 2024


Dr. NELINO FLORIDA ROFNER
PRESIDENTE


Dr. SANDRO JUNIOR RUIZ CASTRE
MIEMBRO


Ing. MSc. ERLE O. BUSTAMANTE SCAGLIONI
MIEMBRO




Dr. JOSE DOLORES LEVANO CRISOSTOMO
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 107 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación 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).

Programa de Estudio:

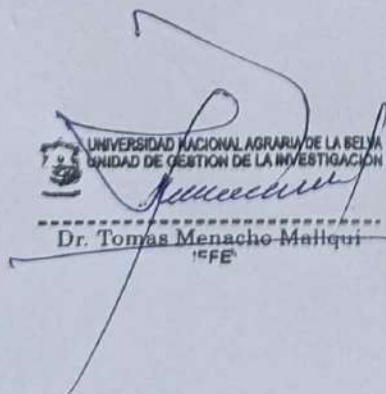
Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CARBONO ALMACENADO DEL SUELO EN DOS SISTEMAS DE USO EN LA LOCALIDAD DE MOHENA – DISTRITO DE ANDA	GIANCARLO MARCELO RAMIREZ PANDURO	09 % Nueve

Tingo María, 11 de abril de 2025


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menacho Mallqui
I.F.F.E.

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA



Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Facultad de Recursos Naturales Renovables
Escuela Profesional	: Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua
Título de tesis	: Carbono almacenado del suelo en dos sistemas de uso en la localidad de Mohena – distrito de Anda
Autor	: Bach. Giancarlo Marcelo Ramírez Panduro
Asesor de tesis	: Ing. MSc. José Dolores Lévano Crisóstomo
Objetivo General	: Cuantificar el carbono almacenado del suelo en dos sistemas de uso en la localidad de Mohena – distrito de Anda
Programa de Investigación	: Ciencias Básicas
Línea (s) de Investigación	: Ecología y Conservación de Suelos
Eje Temático de investigación	: Manejo del carbono orgánico en el suelo
Lugar de ejecución	: Mohena – distrito de Anda
Duración	: Fecha de inicio: 01/02/2023 Fecha de Término: 31/07/2023
Financiamiento	: Propio (X) FEDU () Eterno ()
Presupuesto	: S/. 3690.50

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fuerza de voluntad necesaria para continuar enfocado en el camino correcto y brindarme salud necesaria en todo momento para alcanzar mis objetivos.

A mis padres Mercedes Panduro y Oswaldo Ramírez, que siempre fueron y serán mi impulso en todo aspecto, por el apoyo incondicional en los momentos complicados de mi vida, por creer en mi en todo momento y por brindarme los valores que conservo hoy en día.

A mis abuelos Rosa Chávez y Segundo Ramírez y en especial a mi abuelo Samuel Panduro, además de todas aquellas personas que fueron parte del proceso de mi formación académica y personal, por el apoyo que me brindaron en todo aspecto y por ayudarme a cumplir mis objetivos, gracias totales.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables, escuela profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua y a toda la plana docente que contribuyeron en mi formación profesional y personal.

Al Dr. José Levano Crisostomo, por su asesoramiento, por sus sabios conocimientos y contribuciones, por su apoyo en todo momento que me ayudó a finalizar la presente investigación.

A los miembros de jurado de tesis Dr. Nelino Florida Rofner, Dr. Sandro Ruiz Castre y MSc. Erle Bustamante Scaglioni, por su paciencia, pues me brindaron el tiempo necesario y sus aportes acertados, por su orientación y observaciones que han contribuido en la mejoría de la presente investigación,

A mi familia, por haberme brindado el sustento necesario desde el inicio de esta meta cumplida, mil gracias.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Aminoramiento de GEI.....	3
2.2. Clima y efecto invernadero.....	4
2.3. Ciclo del carbono	4
2.4. Secuestro de carbono	5
2.4.1. Secuestro de C en cultivos.....	7
2.5. Captura de carbono	8
2.6. Almacenamiento de carbono.....	9
2.7. Biomasa y carbono.....	10
2.7.1. Carbono en el suelo	11
2.8. Estado del arte.....	12
2.8.1. Antecedentes internacionales	12
2.8.2. Antecedentes nacionales y locales.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Lugar de ejecución.....	15
3.2. Características del área en estudio	15
3.3. Material y equipos.....	16
3.3.1. Materiales y equipos de campo	16
3.3.2. Materiales y equipos de laboratorio.....	16
3.4. Criterios y análisis de estudio	16
3.4.1. Tipo y nivel de investigación.....	16
3.4.2. Diseño de investigación.....	16

3.5.	Metodología.....	16
3.5.1.	Calcular el carbono almacenado en raíces en cultivos de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) y plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.).....	16
3.5.2.	Calcular el carbono almacenado en hojarasca en cultivos de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) y plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.).....	18
3.5.3.	Calcular el carbono almacenado en el suelo en cultivos de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) y plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.).....	19
3.6.	Análisis estadístico.....	20
3.7.	Población y muestra.....	20
3.8.	Variables.....	21
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1.	Carbono almacenado en raíces en dos sistemas de uso de tierra.....	22
4.2.	Carbono almacenado en hojarasca en dos sistemas de uso de tierra.....	24
4.3.	Carbono almacenado del suelo en dos sistemas de uso.....	27
V.	CONCLUSIONES.....	31
VI.	PROPUESTAS A FUTURO.....	33
VII.	REFERENCIAS.....	34
	ANEXO.....	39
	Anexo 1. Instrumento.....	40
	Anexo 2. Análisis de suelos.....	58
	Anexo 3. Panel fotográfico.....	61
	Anexo 4. Plano de ubicación.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Estadísticos del carbono almacenado en raíces en dos sistemas de uso de tierra en la localidad de Mohena.....	22
2. Prueba de Levene de igualdad de varianzas del carbono en raíces en dos sistemas de uso de tierra.....	23
3. Prueba T de Student para igualdad de medias.....	23
4. Estadísticos del carbono almacenado en hojarasca en dos sistemas uso de tierra en la localidad de Mohena.....	25
5. Prueba de Levene de igualdad de varianzas del carbono en hojarasca en dos sistemas de uso de tierra	25
6. Prueba T de Student para igualdad de medias.....	26
7. Estadísticos del carbono almacenado del suelo en dos sistemas de en la localidad de Mohena	28
8. Prueba de Levene de igualdad de varianzas del carbono del suelo en dos sistemas de uso	28
9. Prueba T de Student para igualdad de medias.....	29
10. Carbono almacenado en raíces de <i>T. cacao</i>	40
11. Carbono almacenado en hojarasca de <i>T. cacao</i>	40
12. Carbono almacenado del suelo de <i>T. cacao</i>	40
13. Carbono almacenado en raíces de <i>T. cacao</i>	41
14. Carbono almacenado en hojarasca de <i>T. cacao</i>	41
15. Carbono almacenado del suelo de <i>T. cacao</i>	41
16. Carbono almacenado en raíces de <i>T. cacao</i>	42
17. Carbono almacenado en hojarasca de <i>T. cacao</i>	42
18. Carbono almacenado del suelo de <i>T. cacao</i>	42
19. Carbono almacenado en raíces de <i>T. cacao</i>	43
20. Carbono almacenado en hojarasca de <i>T. cacao</i>	43

21. Carbono almacenado del suelo de <i>T. cacao</i>	43
22. Carbono almacenado en raíces de <i>T. cacao</i>	44
23. Carbono almacenado en hojarasca de <i>T. cacao</i>	44
24. Carbono almacenado del suelo de <i>T. cacao</i>	44
25. Carbono almacenado en raíces de <i>T. cacao</i>	45
26. Carbono almacenado en hojarasca de <i>T. cacao</i>	45
27. Carbono almacenado del suelo de <i>T. cacao</i>	45
28. Carbono almacenado en raíces de <i>T. cacao</i>	46
29. Carbono almacenado en hojarasca de <i>T. cacao</i>	46
30. Carbono almacenado del suelo de <i>T. cacao</i>	46
31. Carbono almacenado en raíces de <i>T. cacao</i>	47
32. Carbono almacenado en hojarasca de <i>T. cacao</i>	47
33. Carbono almacenado del suelo de <i>T. cacao</i>	47
34. Carbono almacenado en raíces de <i>T. cacao</i>	48
35. Carbono almacenado en hojarasca de <i>T. cacao</i>	48
36. Carbono almacenado del suelo de <i>T. cacao</i>	48
37. Carbono almacenado en raíces de <i>M. paradisiaca</i> L.....	49
38. Carbono almacenado en hojarasca de <i>M. paradisiaca</i> L.....	49
39. Carbono almacenado del suelo de <i>M. paradisiaca</i> L.....	49
40. Carbono almacenado en raíces de <i>M. paradisiaca</i> L.....	50
41. Carbono almacenado en hojarasca de <i>M. paradisiaca</i> L.....	50
42. Carbono almacenado del suelo de <i>M. paradisiaca</i> L.....	50
43. Carbono almacenado en raíces de <i>M. paradisiaca</i> L.....	51
44. Carbono almacenado en hojarasca de <i>M. paradisiaca</i> L.....	51
45. Carbono almacenado del suelo de <i>M. paradisiaca</i> L.....	51
46. Carbono almacenado en raíces de <i>M. paradisiaca</i> L.....	52
47. Carbono almacenado en hojarasca de <i>M. paradisiaca</i> L.....	52

48.	Carbono almacenado del suelo de <i>M. paradisiaca</i> L.....	52
49.	Carbono almacenado en raíces de <i>M. paradisiaca</i> L.....	53
50.	Carbono almacenado en hojarasca de <i>M. paradisiaca</i> L.....	53
51.	Carbono almacenado del suelo de <i>M. paradisiaca</i> L.....	53
52.	Carbono almacenado en raíces de <i>M. paradisiaca</i> L.....	54
53.	Carbono almacenado en hojarasca de <i>M. paradisiaca</i> L.....	54
54.	Carbono almacenado del suelo de <i>M. paradisiaca</i> L.....	54
55.	Carbono almacenado en raíces de <i>M. paradisiaca</i> L.....	55
56.	Carbono almacenado en hojarasca de <i>M. paradisiaca</i> L.....	55
57.	Carbono almacenado del suelo de <i>M. paradisiaca</i> L.....	55
58.	Carbono almacenado en raíces de <i>M. paradisiaca</i> L.....	56
59.	Carbono almacenado en hojarasca de <i>M. paradisiaca</i> L.....	56
60.	Carbono almacenado del suelo de <i>M. paradisiaca</i> L.....	56
61.	Carbono almacenado en raíces de <i>M. paradisiaca</i> L.....	57
62.	Carbono almacenado en hojarasca de <i>M. paradisiaca</i> L.....	57
63.	Carbono almacenado del suelo de <i>M. paradisiaca</i> L.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Esquema general de parcela para colección de muestras de hojarasca, raíces y suelo.....	17
2. Comparación de medias del carbono almacenado en raíces en dos sistemas de uso de tierra.....	24
3. Comparación de medias del carbono almacenado en hojarasca en dos sistemas de uso de tierra.....	26
4. Comparación de medias del carbono almacenado del suelo en dos sistemas de uso.....	29
5. Recolección de muestras de suelo en cultivos de plátano (<i>M. paradisiaca</i> L.)	61
6. Calicata de 30 cm de profundidad para la recolección de muestras de suelo	61
7. Secado de muestras de suelo al aire libre.....	62
8. Muestras de hojarasca dentro de bolsas de papel introducidas a la estufa para el secado.....	62
9. Muestra de raíces seca dentro de una bolsa de papel para el pesado	63
10. Muestras de suelo para su respectivo análisis en el laboratorio.....	63

RESUMEN

Se determinó el carbono almacenado del suelo en dos sistemas de uso en la localidad de Mohena, distrito de Anda. Los sistemas de uso de tierra estudiados fueron el *Theobroma cacao* y *Musa paradisiaca* L, donde ambos cultivos tienen más de cinco años desde su instalación; el muestreo de raíces, hojarasca y suelo se llevó a cabo mediante parcelas muestrales establecidos al azar, donde cada sistemas de uso representó los tratamientos y en cada uno se realizó nueve repeticiones donde en cada repetición se establecieron parcelas generales con medidas de 50x10 metros para recolección de muestras, donde para recolección de muestras de hojarasca se realizó mediante un cuadrante de 50x50 cm, para la recolección de muestras de suelo y raíces se realizaron calicatas de 30 cm x 30 cm x 30 cm para cada lado y recolectando las muestras a tres profundidades: 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm. Los resultados mostraron que la mayor cantidad de carbono almacenado en raíces, hojarasca y suelo fue en el cultivo de *M. paradisiaca* (7,45 tn/ha, 9,47 tn/ha y 54,94 tn/ha, respectivamente). Se concluye que el cultivo de *M. paradisiaca* superó en promedio al cultivo de *T. cacao*, presentando mayor almacenamiento de carbono en raíces, hojarasca y suelo; sin embargo, en todos los casos no existe diferencias estadísticas significativas. Asimismo, se debe sensibilizar a la población sobre la importancia del carbono orgánico y poner en práctica el uso de abonos orgánicos para mejorar el almacenamiento de carbono y productividad de sus cultivos.

Palabras clave: Orgánico; hojarasca; raíces; tierra; biomasa

ABSTRACT

Soil carbon stocks were determined in two land-use systems in the locality of Mohena, Anda district [in Peru]. The land use systems studied were *Theobroma cacao* and *Musa paradisiaca* L, where both crops are more than five years old; The sampling of roots, leaf litter and soil was carried out by means of sample plots established at random, where each system of use represented the treatments and in each one nine repetitions were carried out where in each repetition general plots were established with measures of 50x10 meters for sample collection, where for collection of leaf litter samples was carried out by means of a quadrant of 50x50 cm, for the collection of soil and root samples were made calicatas of 30 cm x 30 cm x 30 cm for each side and collecting the samples at three depths: 0-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm. The results showed that the greatest amount of carbon stored in roots, leaf litter and soil was in the *M. paradisiaca* crop (7.45 tn/ha, 9.47 tn/ha and 54.94 tn/ha, respectively). It is concluded that the *M. paradisiaca* crop outperformed the *T. cacao* crop on average, with higher carbon storage in roots, leaf litter and soil; however, in all cases there are no significant statistical differences. Likewise, the population should be made aware of the importance of organic carbon and implement the use of organic fertilisers to improve the carbon storage and productivity of their crops.

Keywords: organic; leaf litter; roots; soil; biomass.

I. INTRODUCCIÓN

El C (carbono) que se almacena en el suelo es un dilema que se toca en todo el mundo en estos últimos tiempos, ya que es la última opción para mitigar los constantes cambios que existen en el clima y esta última resulta como consecuencia el calentamiento que se genera a nivel global en todo nuestro planeta (Metz et al., 2005). La acumulación excedente de C con las formaciones de moléculas de CO₂ (dióxido de carbono) y CO (monóxido de carbono) es debido a la actividad humana, que se debe por depender de almacenes de energía fósiles tales como son: el carbón, petróleo y, más recientemente, los subproductos de combustión empeoran la calentura global mediante efectos que son casi irreparables. En este sentido, la Conferencia Mundial del Clima de Ginebra, reconoció el cambio climático como un factor hostil para el mundo a términos del siglo XX. Como resultado, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo sentó los principios del Protocolo de Kioto a finales del siglo XX, en el que los países con grandes industrias acordaron compromisos concretos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), siendo el CO₂ el más significativo (Rubin et al., 2005).

Las estimaciones de C en la biomasa de los bosques principales están en un rango de 60 y 230 tn/ha y bosques secundarios 25 y 190 t/ha, el C en el suelo está dentro de 60 y 115 t/ha. La deforestación y quema ha causado la emisión de grandes cantidades de GEI (Baccini et al., 2012), que los números son de 6 a 17 % que los humanos emiten de CO₂ donde va directamente a nuestra atmósfera. Cabe señalar en los primeros años del siglo XXI en forma general se emitió un aproximado de 1 Pg³ C/año debido a la aniquilación de los vastos bosques tropicales y la constantinidad de cambios de uso de la tierra.

Componentes diversos que son concordantes con las prácticas de producción, donde entran a tallar la agroforestería, forestación, las prácticas agrícolas silvopastoriles; donde cada uno de éstas prácticas que realizan generan la captación del carbono que se encuentra en la capa de aire que rodea nuestro planeta (carbono atmosférico), lo cual realiza conforme a las características individuales de genética, donde todo ello es imprescindible obtener datos reales y exactos de la comunidad investigadora respecto a la cuantía de carbono que pueden llegar a albergar mediante el secuestro de dicho elemento los sistemas de uso de tierra. El carbono orgánico en el suelo también es fundamental para sustentar las fertilidades de los suelos, además se asocia con la productividad del ecosistema; donde su contenido se usa como índice de calidad de la tierra, por lo anteriormente señalado, se considera que un mayor y mejor conocimiento de la distribución de la materia orgánica del suelo.

Con respecto a los alcances de la investigación contribuirán con información importante hacia la comunidad investigadora, para diferentes instituciones que monitorean y hacen control de dichos sistemas de cultivo que almacenan carbono orgánico. En tal sentido, se planteó la siguiente hipótesis: Hay diferencia en el cálculo de carbono almacenado del suelo en dos sistemas de uso en la localidad de Mohena – distrito de Anda.

1.1. Objetivo general

Determinar el carbono almacenado del suelo en dos sistemas de uso en la localidad de Mohena – distrito de Anda

1.2. Objetivos específicos

- Calcular el carbono almacenado en raíces en cultivos de cacao (*Theobroma cacao*) y plátano (*Musa paradisiaca* L.).
- Calcular el carbono almacenado en hojarasca en cultivos de cacao (*Theobroma cacao*) y plátano (*Musa paradisiaca* L.).
- Calcular el carbono almacenado del suelo en cultivos de cacao (*Theobroma cacao*) y plátano (*Musa paradisiaca* L.).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aminoramiento de GEI

La espesura boscosa cumplen un principio fundamental durante el ciclo general de carbono, por lo que en la actualidad, la disminución de la espesura boscosa mediante la tala de los árboles es de 1,8 Gt C donde en valores porcentuales es equivalente al 20% de lo que emiten de manera anual los gases que son el dióxido de C, donde todo ello es debido a que los seres humanos lo provocan; en consecuencia, existe una estimación de que las plantaciones de especies arbóreas coadyuva al mejoramiento generalizado en el ambiente, donde éstas especies pueden llegar a capturar C alrededor de 50-100 Gt C hasta el subsiguiente mediano de siglo, con el objetivo del mejoramiento ambiental globalizado (Mendez, 2001).

Los criterios de la captura de C y los vacíos con referencia a las instancias de la disminución con limitados programas, se encuentran en debate; debido a que, mayormente casi en la totalidad de indagaciones. Un equilibrio de los mercados a nivel global para estudios de captura de C se necesita sumamente de buenos estándares con respecto a las especies vegetativas y forestales, con la finalidad de manera mantener un equilibrio (UNEP y GEMS, 1992).

Con referencia al CO₂, la repartición de este gas se lleva a cabo en Perú como se señala líneas abajo: la tala de árboles (deforestación) es de 62%, agotamiento de las energías es de 27% y los procedimientos de las industrias es de 11%; en tal sentido, el vasto bosque alcanza la susceptibilidad a la falta de valoración, ya que no sólo se hace referencia a la extracción de la madera, sino se suma los servicios ecosistémicos que se da en beneficio de nuestro planeta (mediante valores de funcionamiento); por lo que un ejemplo claro es la segregación de los materiales en procedimientos biogeoquímicos (sumersión de CO₂), además de aspectos de defensiva del recubrimiento del recurso suelo añadido al control de las cuencas hidrográficas (UICN, 2001).

Alvarado et al. (1999) menciona que al ser analíticamente los valores de función de los vastos bosques existentes en el planeta se procede al aprovechamiento de captación de CO₂ ya que es el principio rápido hacia la generación de un efecto de hibernación en nuestro globo terráqueo. La valoración para bosques en general, se admite que 1 ha de vasta actividad boscosa genera la captación de 34 tn de CO₂ que produce o se encuentra en nuestra capa de aire que rodea el planeta durante año completo; así mismo, en la región de la selva cada ha⁻¹ de actividad boscosa perenne realiza la captación de alrededor de 164,8 tn de CO₂ que produce la capa de aire que rodea nuestro planeta durante un año.

2.2. Clima y efecto invernadero

La mediana de la temperatura que se mide a nivel global que se viene observando en este último milenio, donde se espera que continúe en las próximas décadas preocupa a los científicos y especialistas en general, por lo que genera preocupación lo que pueda ocurrir en una variedad de ramas. El evento en sí no merece una atención especial, pero es significativo porque las posibles consecuencias del cambio climático y a partir de ahí, hay implicaciones para la producción de alimentos, la salubridad y la parte económica global. La falta de información de la magnitud de lo que se puede generar, donde las consecuencias serían irreparables, las posibles soluciones tornan a la determinación de las ubicaciones, el lapso de tiempo y la probabilidad de la intensidad del cambio climático, donde es necesario para orientar hacia una política decisoria adecuada con la finalidad de una solución próxima (Maisonave, 1997).

El factor que se encuentra debilitando la capa de aire que rodea el planeta es el efecto invernadero que es también denominado como (EI), donde hacemos referencia que es el aumento de temperatura provocado en la vasta atmósfera en la biosfera, sin la presencialidad de lo que hace efecto los aspectos térmicos atmosféricos, la media del grado de calor del ambiente es debido a la radiación que produce nuestra estrella y a la elevada temperatura del suelo sería con un valor que varía en 18°C (255°K). A luz de lo anterior, con referencia a las cualidades en algunos gases dentro de la vasta atmósfera provocan el incremento de la mediana de la temperatura de la tierra con valores de $+15^{\circ}\text{C}$ (288°K). Los gases que generan un efecto de hibernación (GEI) son gases que se enumeran ordinalidad fundamental en función de sus efectos vapor de agua, lo cual son el CO_2 , los clorofluorocarbonos (CFC), CH_4 , N_2O , y O_3 , tienen una influencia térmica significativa (Maisonave, 1997).

2.3. Ciclo del carbono

Con respecto a ello, la capa de aire que rodea nuestro planeta (atmósfera) donde podemos encontrar con una aproximación de valores de 750 - 800 Petagramos (Pg) de C, que en su alcance próximo es correspondiente al dióxido de carbono (CO_2), además de ello se percibe menores cantidades de monóxido de carbono (CO) y metano (CH_4) además de distintas complejidades de hidrocarburos existentes que no son semejantes al CH_4 (Siegenthaler et al., 2005). Por otro lado, el producto general de C que se encuentra en el vasto piélago localizados en la tierra, su valor con aproximación es de 3.8×10^4 Pg, puesto que este valor se calcula que es 50 veces por encima que se encuentra en la capa de aire que rodea nuestro planeta (Houghton, 2007).

Kasting y Walker (1992) mencionan que los piélagos existentes en nuestro planeta por sí mismos actúan como sumideros de C tanto en el interior profundo como en el exterior, por lo que el CO₂ de la capa de aire que rodea la tierra es disuelta en H₂O que enseguida lo termina acidificando. Prosiguiendo, en la capa de aire que rodea nuestro planeta el CO₂ responde con la vaporización del agua que químicamente realiza formaciones de ácidos con ciertas limitaciones funcionales, donde dicho ácido tiene el potencial de disolver las rocas que libera Ca, Mg, K y Na, a luz de lo anterior nos referimos al ácido carbónico. Complementando, dentro de las reservas de C hay la existencia de 2 tipos de emanación a nivel global, donde uno de ellos es de carácter lento por lo que la resistencia es elevado que se denomina el ciclo geoquímico donde dicho ciclo es perpetuo hace milenios (mineralización, formación de rocas, etc.); por otro lado, el otro tipo se denomina el ciclo biológico, donde la cualidad es que su resistencia es menor, sin embargo su perpetuidad varía de una determinadas cantidad de tiempo (tales como las cianobacterias, algas y además los hongos) hasta centenares de años (tales como las especies arbóreas).

2.4. Secuestro de carbono

Nasi et al. (2002) afirma que las especies arbóreas y el conjunto de ellos almacenan C en grandes cantidades, además, diversidad de investigaciones científicas hacen énfasis que el almacenaje de C en las especies arbóreas es elevado en términos generales, además que durante los procedimientos naturales se generan ganancia y disminución de C en la espesura arbórea. Por otro lado, la espesura arbórea principal genera un almacenaje de C en su biomasa aérea y el recurso del suelo cifras cercanas de 250 tn/ha, así mismo, la migratoriedad agrícola que se está dando continuamente realiza la liberación de 200 tn/ha de C, donde al establecerse en cantidades de pastura o también al establecerse en sistemas agrícolas de forma permanentes generarías mayor liberación de C. Ejemplificando, el conjunto de especies arbóreas generan y conservan las cifras que son cercanas a los 115 tn C ha, donde de este valor liberan el C la tercera y cuarta parte respectivamente al momento de realizar otro sistema de uso.

El vasto y extenso diversidad de bosques alrededor del mundo se encuentran enriquecidos con muchos factores que son benéficos para la supervivencia en nuestro globo terráqueo, por lo que entre ellos se encuentra la sustracción del carbono, por lo que es una asistencia ambiental a raíz del ecosistema a nivel mundial, además es reconocido del valor importante para la vida terrestre, ya que provee de un sin número de factores y precedentes a lo largo de la historia y es de importancia el aprovechamiento sostenible y sustentable (Ramírez

et al., 1999). A luz de lo anterior Cielsa (1996) menciona que es en virtud de la constante intranquilidad con respecto a la vulnerabilidad del factor climático y el embate con lo que realiza el ser humano con respecto a los recursos naturales sustentables, en conjunto que es provocado por la mala práctica sobre el aprovechamiento erróneo y nefasto de todos los recursos existentes en nuestro planeta, por lo que entre ellos se encuentra: los cambios constantes de uso de la tierra, la agricultura migratoria intensificada, el abrasamiento de combustibles fósiles sin control, entre otros que son perjudicial para nuestro entorno habitable para todos los seres vivientes, por lo que, entre ellos podemos encontrar al CO₂, donde este gas se encuentra dentro del rango mayoritario que es perjudicioso y alterable, por lo que la sumatoria de todo ello provoca la hibernación y se almacena en la capa de aire que envuelve nuestro planeta.

López (1998) menciona que una manera de aplacamiento el EI, es la disminución de lo que provocan, en consecuencia, la sustracción o la invalidación de los denominados gases que conlleva a su incremento y por ende a tornar en perjuicio, además del almacenamiento de ello en las biomásas tanto fuera y dentro del suelo el tiempo que sea conveniente; asimismo, el vasto bosque diversificado son uno de los principales sumideros que mitigan los gases de EI entre ellos el CO₂, cabe resaltar que las agrupaciones de especies productivas y forestales o también denominado sistemas agroforestales contribuyen al incremento del almacenamiento de carbono orgánico total, por lo que se resalta que en este tipo de especies agrupadas puede almacenar en mediana de 95 Mg C, entre otros factores que son benéficos para la población del mundo.

El vasto bosque y las especies agrupadas realizan contribuciones a la mejora del suelo mediante la caída de sus tallos y también contribuye a la biomasa que se encuentra por encima del suelo por lo que es primordial para que el C se pueda fijar; sin embargo, la remoción de esta cobertura que se encuentra encima del suelo es perjudicial para la fijación de C, por lo que en ambos casos (cobertura por encima del suelo y el recurso suelo) son perjudicados al momento de las fijaciones de C orgánico y altera en su cantidad ya que lo limita en gran manera para su fijación. En las especies agrupadas, la contribución hacia la fijación de C que se encuentra en la cobertura por encima de suelo lo dan las especies forestales o árboles de gran magnitud con abundante copa arbórea; ya que según datos concretos el 68% de C que se fija es proveniente de las especies de gran magnitud de copa arbórea, además se verifica que el fijamiento de C orgánico se da muy directamente con la ubicación del lugar, además de implicar factores edafoclimáticos (Alvarado et al., 1999).

2.4.1. Secuestro de C en cultivos

Kanninen et al. (2001) indican que con referencia a los cultivos agropecuarios, la tensión en el ambiente como el exceso de sales, agostamiento, el incremento y disminución de T° (temperatura), las limitaciones del H_2O acompañado de la falta de luz solar en ciertos sectores en determinadas épocas del año; en conjunto realizan modificaciones en las bases del estado metabólico en las especies vegetativas, en consecuencia afectan directamente al acostumbrado acrecentamiento, también a el rol de atrapamiento de GEI, específicamente del CO_2 .

A luz de lo anterior, diversas áreas científicas mediante arduas investigaciones pudieron precisar que la ansiedad que presenta el H_2O en las especies vegetativas es un deber primordial que debe obtener lo exacto para que pueda mantenerse nutritivo añadido a que el CO_2 debe incorporarse; en tal sentido, el factor destacado también es la temperatura, pues es un valor primordial con lo que respecta al aumento de la foto respiración en las especies vegetativas, ya que éste es el protector del foto sintetismo funcional como aparato que consecuentemente fija el CO_2 . Con respecto a lo anterior, se puede ver que diversos factores son los que se debe de tener como consideración para que se pueda implementar plantaciones o cultivos con la finalidad de secuestrar y almacenar el CO_2 , se tiene como ejemplificaciones con respecto a los cultivos trabajados por los agricultores más ejemplares en las ubicaciones templadas que son cultivares de especies como *Zea mays*, *Hordeum vulgare*, *Triticum durum* y *Avena sativa* (maíz, cebada, trigo y avena, respectivamente) cuya mediana de cada plantación con referencia al secuestro de C orgánico es de 3.5 t C/ha/año (Verhulst et al., 2004).

En extensiones territoriales de trópico, el recurso suelo en aras para el movimiento constante de la agricultora deriva significativamente el anulamiento del vasto territorio boscoso, por lo que consecuentemente, el gas que es perjudicial para nuestro planeta que es el CO_2 realiza la liberación, donde dicho valor liberado es superior a lo que dicho territorio boscoso pudo almacenar durante su estadía; en aras de lo anterior, provoca que los reservorios que se produjeron de C en las cultivaciones en el trópico se encuentran sempiternamente significativamente menor que las formaciones que se da ambientalmente natural de almacenaje de C en el ámbito de extensiones boscosas alrededor del mundo cualesquiera que sean las especies, por lo que los cultivos de caña de azúcar contienen una reserva promedio de 9 Mg C/ha⁻¹, en cultivos de té 28 Mg C/ha⁻¹, en cultivos de sistemas

agroforestales con café 51 Mg C/ha⁻¹, en cultivos de cacao 58 Mg C/ha⁻¹, en cultivos de coco 60 Mg C/ha⁻¹ y en cultivos de palma aceitera 45 Mg C/ha⁻¹ (Rügnitz et al., 2008).

Las provisiones de C en especies vegetativas de pequeño tamaño en zonas tropicales se observan que estas especies vegetativas que en su mayoría son mejoradas cumple la finalidad del incremento de C orgánico en el recurso suelo. Por otro lado, en el país de Brasil, las extensas siembras de especies vegetativas de menor tamaño para la alimentación de sus animales que son añadidos a especies forestales, resultan valores favorables ya que el C orgánico incrementa, por lo que es potencial favoritismo la implementaciones de sistemas combinados, puesto que es favorable en todo aspecto (suelos y biomasa) para que se pueda almacenar toneladas de C que son de 20 y 204 tn/ha, por lo que en su mayoría de C orgánico almacenado se encuentra en el recurso suelo e investigaciones conforman valores de 1.8 y 5.2 tn/ha (Botero, 2001).

2.5. Captura de carbono

El carbono normalmente es encadenable hacia el ideal de almacenaje de reservorios de C en el recurso del suelo, territorio boscoso, además de distintas especies que cubren el manto terrestre proporcionando carbono del suelo y carbono aéreo; donde según lo mencionado los reservorios que se encuentran en el vasto bosque, en la actualidad se tornan en estado de peligro inminente de dejar de existir; además, paralelo a ello se torna a la necesidad de promover hacia la sumatoria de regenerar las partes herbáceas afectadas mediante las reforestaciones y forestaciones, incluido otros sistemas existentes que son adecuados con el manejo agrícola, todo ello con el propósito de la recuperación de reservorios de C; además los sistemas adecuados de manejo de especies que cubren el manto terrestre optimizan la productividad de siembras agrícolas, en concordancia se genera captura de C (UNEP y GEMS, 1992).

De La Vega (2007) menciona que con respecto a la captación de C conforme al sembrío de diversas especies vegetativas o arbustivas para el recubrimiento del manto terrestre, representa una parte diminuta con respecto a la resolución cercana de la calentura de la tierra; además añade que lo mencionado líneas arriba, es indispensable reformular los hábitos de ser consumista conductual durante el espacio temporal que tenemos para la resolución de las problemáticas vigentes globalizado; en tal sentido, la retención de C se ejecuta durante el procedimiento de crecimiento y desarrollo de las especies arbustivas donde las especies establecidas tienen la capacidad de absorber CO₂ que se encuentra como almacén en la capa de

gas que cubre el planeta, esto sumado a otros factores elementales encontrados en el suelo y el viento, en conjunto que convierten y/o transforman la madera; así mismo, la sumatoria de CO_2 que una especie determinada captura (es especial las arbustivas) durante que el planeta gira una vuelta completa al sol, es de la diminuta parte en la sumatoria por temporada específica señalada líneas arriba de la biomasa en la especie arbustiva que se multiplica con la biomasa arbórea donde concentra el contenido de C de forma orgánica o natural; en tal sentido, se aproxima el valor de porcentual de 42 hasta 50 de biomasa arbórea (referido al material seco) se concentra el C.

Durante el transcurso de que la especie arbustiva desfallece quiere decir que la reserva de C que sustrajo durante la estadía en la que vivió es emitida hacia la capa de gas que rodea la tierra; por otro lado, en óptimas condiciones naturales de las especies boscosas cuando cumplen al etapa madura de dicha especie es referente a la similitud de C que capta seguidamente, la especie arbustiva pierde importancia en cuanto su fisiología captura C con inmediatez, sino la sumatoria de C que procesa y capta en el episodio de su tiempo vital; en tal sentido, para los cálculos requeridos para de captación de C es indispensable el reconocimiento específico por el cual se identifique el tiempo en la cual la especie arbustiva alcanzará la etapa madura, donde los indicadores que señalan la captación de C se tornan a la variabilidad conforme a diferentes factores según el ámbito territorial que abarca, entre otros (De La Vega, 2007).

Se denominan las formaciones de vitalidad tales como los seres humanos, especies vegetativas que cubren el manto terrestre en general y los animales, donde éstos cuentan con formación vital del elemento C, donde lo mencionado líneas arriba captan energía de la estrella más cercana que tenemos para la obtención de éste elemento fundamental que son químicamente para las células, además basándonos en las especies vegetativas se afirma que cuentan con la capacidad de absorción de CO_2 mediante partes microscópicas de sí mismos por lo que el proceso se denomina la actividad fotosintética (Ismiño y Chappa, 2006).

2.6. Almacenamiento de carbono

La cantidad C que es captado durante los procedimientos cíclicos conlleva a la relación formularia del límite de la extensión territorial boscosa de permanecer cantidades variables de biomasa en $10\,000\text{ m}^2$ de territorio expansivo donde funcionalmente está plegado heterogéneamente, por lo que además se puede precisar por las condicionales del recurso suelo y T° , puesto que las especies vegetativas cuentan con idoneidad de almacenamiento de CO_2 del gas que rodea la tierra que es básicamente en la realidad plasmada de la actividad fotosintética

mediante la fijación de C de manera orgánica en el ambiente, donde transforman dicho elemento para su misma alimentación para su evolución durante el lapso del tiempo donde se afirma que la extensión territorial de 1 ha genera la capacidad de absorción de 10 tn de C durante el tiempo que la tierra gira alrededor de nuestra estrella más cercana, además cabe resaltar que los valores estudiados que se obtuvieron se torna variable de acuerdo a la zona de ubicación (Arévalo et al., 2003).

Hidalgo (2006) afirma que los árboles cuentan con la fuerza necesaria para que almacene GEI, en concreto el CO₂ que se encuentra en el gas que envuelve la tierra que tiene como base la actividad fotosintética que realizan las especies vegetativas tales como el vasto bosque alrededor del planeta y además las especies que se encuentran dentro del vasto océano, donde cabe resaltar que la captación de CO₂ se relaciona directamente proporcional a los factores y todo esto es dependiente de las condiciones edafoclimáticas de las zonas a nivel global.

Durante la captación de C de forma orgánica se puede asumir mediante valores porcentuales que 45% de la biomasa o material seco global es C en su forma orgánica, por lo que se afirma que los vastos ámbitos territoriales boscosas llenan sus fuentes de C donde no se libera hacia el gas que rodea la tierra (Fernández, 2010).

2.7. Biomasa y carbono

Callo (2000) menciona que con respecto al material seco de las especies vegetales es la masa general del material orgánico, donde es interpretativo tales como por especie arbustiva, por unidad de ha y por ámbito territorial individual o conjuntivo.

Cuando hablamos de biomasa se hace referencia al material orgánico que se encuentra sobre y por debajo del recurso suelo donde éstas pueden ser sistemas radiculares, hojas secas, entre otros (Barbarán, 2001). Las diferentes especies utilizan la luz de la estrella de nuestro sistema para poder desplazarse verticalmente y consecuentemente la MO (materia orgánica) que producen las especies vegetativas son benéficas para el recurso suelo, por otro lado, los tallos y hojas que caen en el suelo y éstas se almacenas, en conjunto se denomina biomasa, aunque también el sistema radicular entra a tallar en esta definición, en conjunto es un gran almacenaje de C que se transforma mediante los rayos de nuestra estrella denominada sol. A luz de lo anterior, respecto a la definición de la biomasa, ésta realiza formación que es partícipe del episodio de la naturaleza en el C que está en el rango o relación del suelo-aire (López, 1994).

2.7.1. Carbono en el suelo

El elemento químico de C es la unificación elemental para que los seres puedan desarrollar la vida y su progresión cíclica es indiscutiblemente vital para que en principio todo lo que cuenta con vitalidad pueda desarrollarse, además a nivel molecular orgánico está formado por C, además de almacenarse en diferentes áreas de nuestro planeta donde los océanos cuentan ampliamente con mayor almacenaje de este elemento vital (FAO, 2004).

El gas que rodea la tierra añadida a la hidrósfera, se hace referencia como el reservorio primordial de C (moléculas de CO₂) que están en completa disponibilidad para toda forma de vida en nuestro planeta; cabe señalar que las aguas saladas (océanos) del planeta generan un almacenaje en distanciamiento mayores cantidades de carbono en su forma orgánica (IPCC, 2007).

La importancia del C como elemento con fundamento de los compuestos organolépticos es de mucha vitalidad, por lo mismo que circula por las aguas saladas, en el gas que rodea la tierra, el suelo y debajo de ello mediante reservas ambientales; por lo que este elemento mencionado intercambia de un determinado punto a la siguiente mediante procedimientos diversificados. El almacenamiento de C en los depósitos fósiles supone con lo experimental, menor en las nivelaciones de la capa de gas que envuelve el planeta de CO₂; en tal sentido, si lo mencionado anteriormente se libera, tal como se realiza con el aprovechamiento de líquidos y gases que en su mayoría son utilizados para las industrias motoras sin equilibrio alguno. El ciclo se desplaza con rumbo a la nueva falta de equilibrio de que el total de CO₂ que se encuentra en la capa de gas que envuelve el planeta se suma, no obstante, las posibilidades de reciclado entre sí mismos que son perjudiciales para la masa boscosa de la tierra (IPCC, 2007).

La superficie como recurso suelo en extensiones territoriales permanecen y/o albergan hasta cuatro veces mayor C en su forma orgánica, donde permanece inertemente, por lo cual es necesario el aprovechamiento de dichos recursos tales como materia de investigación científica con la finalidad de generar información, además de expandir los ideales obtenidos con fines progresivos, donde los resultados prometen ser favorables y en cierta medida aplicar en zonas específicas de nuestro planeta para el mejoramiento de éste, consecuentemente para el desarrollo óptimo, equilibrado y con conciencia ambiental (Barbarán, 2001).

2.8. Estado del arte

2.8.1. Antecedentes internacionales

Galicia et al. (2016) investigaron el almacén y dinámica de C orgánico en bosques templados en México, donde tuvieron como objetivo el conocimiento del almacenaje de C en suelos en bosques templados, donde distribuyeron grandes cantidades de tipos de suelos, que cuentan con formaciones iniciales de materia volcánica. En el almacenaje de C del suelo presentó variabilidad según la taxonomía del recurso, además de la zona territorial, por lo que el andosol tuvo un valor de 310 Mg C/ha. A razón de lo anterior, la variabilidad de C en su forma orgánica y circulación del mismo elemento en el vasto bosque, son resultantes de transformaciones a nivel local por lo que éstos lo realizan las rutinas antrópicas desmedidas que afectan directamente a este recurso y elemento; por lo que la agricultura migratoria y el conflicto de los suelos afectan directamente.

Andrade et al. (2016) en sus estudios sobre C orgánico del suelo (COS) en bosques riparios, arrozales y pasturas en pedregales en la ciudad de Tolima – Colombia, tuvieron como objetivo la estimación del carbono orgánico del suelo en la interfase entre bosques riparios, matriz de arrozales y pasturas mediante manejos orgánicos. Seleccionaron dos lotes en producción (arroz y pastura) y se estimaron el COS en ellos y en borde e interior de bosques riparios adyacentes a 0-20 cm de profundidad. Cuantificaron la concentración de carbono orgánico y estimaron la potencialidad cambiante que se da en el COS por alteraciones de uso de suelo en concordancia con arrozales, pastizales y bosque ripario; en tal sentido, interfaseando los arrozales-bosques riparios además de los pastizales-bosque ripario, su potencial de almacenaje dio una media de 65,6 y 61,3 tn/ha respectivamente, donde no se muestran evidencias de diferencialidad significativa ($p > 0,05$), por otro lado, los resultados muestran que es nulo la diferencialidad estadística ($p > 0,05$) en ninguna variable existente en concordancia con la matricidad agropecuaria de arrozales y pastizales; además, el posicionamiento muestral de matricidad y borde incluido la interioridad del bosque resultó con impacto de significancia ($p > 0,05$) con referencia a la variable de DA (densidad aparente) que dichos valores son de 1,7 – 1,1 – 1,0 g/c³ en la interioridad y bordes de los bosques sumado a la matricidad, respectivamente. Estadísticamente ($p > 0,05$) el COS no se vio en afectaciones por el posicionamiento de interface matriz-bosque ripario; en efecto, el convertimiento de bosques riparios a un cultivo de arrozal o pastizales bajo manejo orgánico, no se encuentra emitiendo GEI, sino se encuentra reduciendo dichos gases mediante la incrementación de COS en valores de 3,2 tn/ha.

Hernández et al. (2021) investigaron el almacenaje de C en modo agroforestal en Colombia, tuvo como objetivo estimar el almacenaje de Co en el material aéreo, necromasa y COS en sistemas agroforestales con café, sistemas silvopastoriles y en bosque. El método empleado fue el establecimiento considerables parcelas que fueron muestreadas, medidos a la altura del pecho (dap) ≥ 2.5 cm, donde cuyos valores fueron transformados a C con modelos de material seco y una fracción de carbono default. En los modos agropecuarios, se contó el número de árboles de cacao, café, plantas asociadas y se identificó el tipo de uso (maderable, alimento, combustión). Como resultados más resaltantes fueron que con respecto a la variable almacenaje de C obtuvieron diferencialidad estadística ($P < 0.0001$) con referencia al uso de la tierra; en tal sentido, el mayor valor de C fue en el bosque (216,6 tn/ha) donde dicho valor estimado es superado ampliamente a los sistemas combinados con cacao, SSP y café con valores estimados de 59%, 72% y 73% respectivamente, por otro lado, las especies de *Fabaceae*, *Lauraceae* y *Primulaceae* son los que mostraron altos valores de almacenaje de C con respecto a los demás sistemas estudiados; por lo tanto, con referencia a los sistemas combinados con cacao el más alto valor de C que almacena dicho suelo fue en las especies que son íntegramente para el consumo de las personas, el SSP y el sistema combinado con café los altos valores encontrados de C almacenado se basan en especies que son maderables. Concluyen que los resultados cuentan con considerable potencial con respecto a la captación de C en su forma orgánica por lo que coadyuva a disminuir GEI.

2.8.2. Antecedentes nacionales y locales

Huamaní (2016) estudió la captación de C del *Stipa ichu* en prados altoandinos del Lucanas, Ayacucho – Perú, tuvo como objetivo la determinación de la captación de C en ichu, donde por diferencia de pesos obtuvo los resultados de material arbustivo, herbácea y raíces. El procedimiento fue la metodología destructiva como es el caso de la biomasa arbórea, herbácea, además, colectó datos con el método no destructivo utilizando el procedimiento del IPCC, donde se utilizó el valor de conversión que es de 0,50. Los resultados más importantes fueron que determinó que la cuantificación de C en materia arbórea precisó un límite general de 8,93 t/ha, materia seca en raíces 0,4 t/ha y C de suelo con 44,42 t/ha. En tal sentido dichos elementos estudiados contribuyen a aminoramiento de CO₂ en el gas que rodea la tierra.

Odar (2018) estudió la capacidad de almacenaje de C en sistemas combinados con café en Vilaya, Amazonas – Perú, tuvo como objetivo tasar el almacenaje de

C en elevaciones y valor porcentual del mismo elemento en cultivos diferentes con café, donde consideraron el material en elevaciones, el recurso suelo, hojas secas, además de acumulación de purmas. En todo ello se utilizó la metodología directa fragmentada, además de establecerse ecuaciones alométricas, donde los valores encontrados son que el cultivo en relación a café-guaba-pashaco tuvo el valor de 26.922 tn/ha mientras que el otro cultivo excepto el pashaco obtuvo 16.305 tn/ha en su materia elevada. Concluye que el primer sistema mencionado con policultivos de tres especies obtuvo mayor valor porcentual en los resultados que fueron encontrados.

Enriquez (2018) estudió la determinación capacidad de captación de C en sistemas combinados con café en el Valle Esquilaya, Puno – Perú, el objetivo fue la estimación de C; asimismo, todo ello lo estudió en métodos agroforestales que incluyeron cultivos de café, además de pastizales; por lo que el método empleado fue en obtener valores físico-químicos del suelo recolectando muestras en puntos estratégicos (cinco puntos) distribuidos al azar repetidos dos veces. Como resultados se muestran que existe diferencia con significancia en el contenido de C orgánico de sistemas combinados, donde el sistema combinado con café mostró mayor C con respecto al uso de suelos con pastizales. Asimismo, en los estratos y el C se encontraron estadísticamente diferencias con significancia donde en café y pastizales fueron valores de 108.6 tn/ha y 38.3 tn/ha, en el orden como se muestra y se evidencia que los valores tienen influencia en el almacén de C en su forma orgánica.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se ejecutó en la localidad de Mohena que pertenece al distrito de Anda, que se encuentra ubicado con aproximación a 10 km desde la ciudad de Aucayacu hasta llegar al caserío de Angashyacu con recorrido por la carretera Fernando Belaunde Terry con dirección hacia la ciudad de Tingo María, luego se hace un recorrido de 15 minutos con movilidad por el desvío que existe en el lado derecho de la carretera principal ya mencionada con dirección hacia la carretera sin asfaltar; asimismo, se encuentra localizado con las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur 8° 59' 60''S y Latitud Oeste 76° 4' 37''W con una altitud de 609 msnm (Ver Anexo 4).

3.2. Características del área en estudio

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida añadido el diagrama bioclimático elaborada por Holdridge (2000), el distrito de Anda se encuentra clasificado como conformación vegetativa de bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT); además, teniendo en consideración a las regiones naturales de nuestro país que fue propuesta por Pulgar (1987), dicho distrito se encuentra en la provincia de Rupa Rupa o también denominado como Selva Alta.

– Sistema de uso de tierra con *Musa paradisiaca* L. (plátano)

Este sistema de uso contó con 10 años de instalación al momento de realizar la fase de campo para la extracción de muestras generales de hojarasca, raíces, suelo y para densidad aparente del suelo, lo cual tiene una siembra con distanciamiento de 3x3 metros abarcando una extensión total de 6 hectáreas con una pendiente de 3%, por otro lado, este cultivo no requiere de mucha intervención antrópica para el manejo, debido a que se encuentra en una zona que es adaptable con facilidad por la fisiología que cuenta la planta ya que se encuentra cerca del río, sin embargo presentó gran variedad de gramíneas extendiéndose en todo el cultivo, además en algunas zonas muestreadas existen inundaciones de manera bianual abarcando las zonas más bajas.

– Sistema de uso de tierra con *Theobroma cacao* L. (cacao)

El mencionado sistema de uso contó con 12 años de instalación al momento de realizar los muestreos de raíces, hojarasca y suelo, lo cual tiene una siembra con distanciamiento de 3.5x3.5 metros que abarca aproximadamente 5 hectáreas con una pendiente de 2%, cabe señalar que dicho cultivo cuenta con gran intervención antrópica para el respectivo manejo de

las plantaciones ya que utilizan abonos orgánicos, fertilizantes minerales y entre otros tales como: guano de isla, sulfato de potasio, ulexita (boro y magnesio) y úrea, además se realizan tres podas al año ya que el cuidado y la producción son primordiales para generar rentabilidad del agricultor, donde la productividad es de aproximadamente 800 kg/ha; cabe señalar que en la zona existen inundaciones de manera bianual, lo cual abarca todo el cultivo.

3.3. Material y equipos

3.3.1. Materiales y equipos de campo

Estacas de madera, cuadrantes de maderas, machete, wincha de 50 metros, pala, flexómetro, rafia, bolsas plásticas, costales, plumón indeleble, tamiz, cilindros de volumen conocido y EPP's.

3.3.2. Materiales y equipos de laboratorio

Vaso precipitado, probeta, tubo de ensayo, reactivos, cámara fotográfica, GPS, estufa y balanza digital.

3.4. Criterios y análisis de estudio

3.4.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación tiene como enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel de investigación descriptivo correlacional, donde se inició con recopilación de información bibliográfica existente para comprender y cuantificar el carbono almacenado del suelo.

3.4.2. Diseño de investigación

La investigación comprendió de un diseño no experimental ya que estará orientado a la descripción y observación de comportamiento del carbono almacenado del suelo en dos sistemas de uso de tierra.

3.5. Metodología

3.5.1. Calcular el carbono almacenado en raíces en cultivos de cacao (*Theobroma cacao*) y plátano (*Musa paradisiaca* L.)

3.5.1.1. Identificación del área de estudio

Se realizó el reconocimiento de acuerdo la carta de ubicación del distrito de Anda, con el propósito de estratificar las parcelas con los dos sistemas de uso de tierra.

3.5.1.2. Diseño de muestreo general

Se realizó delimitaciones para las muestras conforme lo realizado por (Schlegel et al., 2001) con muestreos completamente al azar en parcelas con medidas de 50m x 10m, donde también se realizaron subparcelas para separar los muestreos de raíces, hojarasca y suelo.

Para coleccionar muestras de raíces y suelos se realizó dos subparcelas de 125 m² donde se realizó a profundidades de 0 cm a 10 cm, 10 cm a 20 cm y de 20 cm a 30 cm (Arévalo et al., 2003). Para coleccionar muestras de hojarasca se realizó una subparcela de 250 m² y se dividió en 10 partes por igual, por lo que se extrajeron muestras de cada subdivisión (Macdicken, 1997).

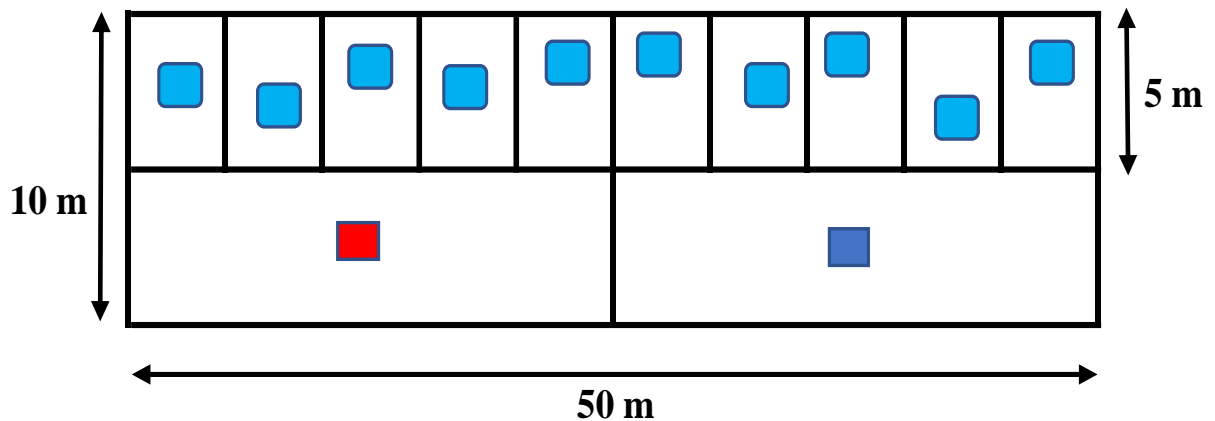


Figura 1. Esquema general de parcela para colección de muestras de hojarasca, raíces y suelo

Donde:

- Puntos de colecta de muestras de hojarasca
- Punto de colecta de muestras de raíces
- Punto de colecta de muestras de suelo

3.5.1.3. Colecta de muestras de raíces

Se realizaron calicatas en la subparcela de 25 m x 5 m como se muestra en la Figura 1, donde dicha calicata tuvo medidas de 30 cm x 30 cm x 30 cm para cada lado y las muestras serán divididos en tres profundidades con rangos de 0 cm a 10 cm, 10 cm a 20 cm y 20 cm a 30 cm y se depositarán en bolsas donde luego fueron llevadas al laboratorio

de suelos. Asimismo, se recolectó 3 muestras radiculares por cada calicata establecida o repetición, 27 muestras radiculares por cada sistema de uso, siendo un total de 54 muestras de raíces.

3.5.1.4. Recolección de datos de raíces

Las muestras de raíces recolectadas de cada profundidad del suelo fueron debidamente lavadas con un tamiz, después se dejó que seque al aire libre por 30 minutos y enseguida se pesó para obtener el peso fresco de la muestra, a continuación, se puso en una bolsa hecha de papel para ser llevada a una estufa con 70 °C por un lapso de hasta 48 horas (ICRAF, 2009) hasta que estuvo uniforme para enseguida obtener el peso seco.

3.5.1.5. Obtención de datos de raíces

En el cálculo de C almacenado en las hojarascas de dos SUT con cultivos de cacao (*Theobroma cacao*) y plátano (*Musa paradisiaca* L.) se utilizó las fórmulas propuestas por (ICRAF, 2009) e (IPCC, 2007), donde se muestra a continuación:

$$\mathbf{CR = BR (tn/ha) \times 0.5} \quad \mathbf{(1)}$$

Donde:

CR : Carbono en raíces

BR : Biomasa de raíces (Diferencia de pesos de raíces)

0.5 : Valor propuesto por el IPCC

3.5.2. Calcular el carbono almacenado en hojarasca en cultivos de cacao (*Theobroma cacao*) y plátano (*Musa paradisiaca* L.)

3.5.2.1. Identificación del área de estudio

Se realizó el reconocimiento y/o identificación del área de estudio de acuerdo la carta de ubicación del distrito de Anda, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, con el propósito de estratificar las parcelas generales con los dos sistemas de uso de tierra con cultivos de cacao (*Theobroma cacao*) y plátano (*Musa paradisiaca* L.), donde se empleó la metodología propuesta por (ICRAF, 2009), donde cada muestra colectada fue correctamente codificada y luego fue llevado al laboratorio de conservación de suelos y laboratorio de análisis de suelos, agua y ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para el respectivo análisis.

3.5.2.2. Colecta de muestras de hojarasca

Se colectó toda la hojarasca y fragmento orgánico menor a 4 cm de diámetro que esté dentro de un cuadrante de 0.5 m x 0.5 m ubicado en la subparcela de 50 m x 5 m, en total se colectó diez muestras de hojarasca por cada parcela establecida. Asimismo, se recolectó 10 muestras de hojarasca por cada parcela establecida o repetición, 90 muestras de hojarasca por cada sistema de uso, siendo un total de 180 muestras de hojarasca.

3.5.2.3. Recolección de datos de hojarasca

Se obtuvo las muestras de peso fresco, en seguida se dispuso en bolsas de papel para ser colocada en la estufa a 70 °C por un tiempo de hasta 48 horas (ICRAF, 2009) hasta que estuvo uniforme y en seguida se pesó y se obtuvo el peso seco de cada muestra extraída.

3.5.2.4. Obtención de datos de hojarasca

En la cuantificación de carbono almacenado en la hojarasca se utilizó las fórmulas propuestas por (ICRAF, 2009) e (IPCC, 2007).

$$CH = BH \text{ (tn/ha)} \times 0.5 \quad (2)$$

Donde:

CH : Carbono en hojarasca

BH : Biomasa de hojarasca (Diferencia de pesos de hojarasca)

0.5 : Valor propuesto por el IPCC

3.5.3. Calcular el carbono almacenado en el suelo en cultivos de cacao (*Theobroma cacao*) y plátano (*Musa paradisiaca* L.)

3.5.3.1. Identificación del área de estudio

Se realizó el reconocimiento de acuerdo la carta de ubicación del distrito de Anda, con el propósito de estratificar las parcelas con los dos SUT.

3.5.3.2. Colecta de muestras de suelo

Se realizó calicatas en la subparcela restante de 25x5 m con medidas de 30x30x30 cm para cada lado, las muestras estuvieron divididos en tres profundidades con rangos de 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm, se colectó muestras de suelo de

500 gramos y se depositaron en bolsas de plástico y se llevó al laboratorio de suelos. Asimismo, se recolectó 3 muestras de suelo por cada calicata establecida o repetición, 27 muestras de suelo por cada sistema de uso, siendo un total de 54 muestras de suelo de 500 gramos por cada muestra extraída.

3.5.3.3. Recolección de datos de suelo

Las muestras fueron secadas al aire libre en sombra por un lapso de 3 días, enseguida fueron pasadas por un tamizaje de 2 mm y enseguida se realizó el análisis de porcentaje de materia orgánica, en tal sentido se calculó el porcentaje de carbono orgánico (%CO) para los respectivos cálculos (Walkley y Black, 1934).

3.5.3.4. Obtención de datos de suelo

En la cuantificación de carbono almacenado en el suelo se utilizó las siguientes fórmulas propuestas por (ICRAF, 2009), (Walkley y Black, 1934) e (ICRAF, 2009).

$$CS = \%C \times Da \times Ps \quad (3)$$

Donde:

CS : Carbono en el suelo (t/ha⁻¹)

%C : 0.58 x % Materia Orgánica

Da : Densidad aparente (g/cm³)

Ps : Profundidad del suelo (cm)

3.6. Análisis estadístico

Se establecieron parcelas generales de manera al azar, tabulando los datos, enseguida se utilizó la estadística descriptiva, puesto que se describió los sistemas de uso que cuentan dichos suelos con cultivo de cacao (*T. cacao*) y plátano (*M. paradisiaca*). Los datos fueron sometidos a la prueba T de Student para la determinación de diferencias entre los SUT; asimismo, para el procesamiento de cifras se dispuso en el software IBM SPSS versión 26.

3.7. Población y muestra

La población estuvo constituida por los sistemas de uso que cuentan dichos suelos.

La muestra lo conformaron los sistemas de uso de tierra con plantaciones de *Theobroma cacao* L. (cacao) y *Musa paradisiaca* (plátano).

3.8. Variables

a) Independiente

Los sistemas de uso de tierra con plantaciones de *Theobroma cacao* L. (cacao) y *Musa paradisiaca* (plátano).

b) Dependiente

Carbono almacenado en raíces, hojarasca y suelo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Carbono almacenado en raíces en dos sistemas de uso de tierra

Con respecto a la Tabla 1, se puede verificar la media de carbono almacenado en raíces en los sistemas de uso de tierra con cultivos de *T. cacao* y *M. paradisiaca* L., respectivamente, donde dichas muestras de raíces fueron muestreados y recolectados a tres rangos de profundidades del suelo que son de 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm, todo ello consistió con muestras de 9 repeticiones en cada sistemas de uso, siendo un total de 27 muestras obtenidas en cada cultivo; en tal sentido, dichos resultados obtenidos muestran que existió mayor coeficiente de variabilidad en el cálculo de carbono almacenado en raíces del sistema de uso de tierra con cultivo de cacao (*T. cacao*), puesto que en dicho sistema de uso se registró una cantidad de 25,96 % de coeficiente de variación; por otro lado, en el sistema de uso de tierra con cultivo de plátano (*M. paradisiaca* L.) se registró 24,52 % de coeficiente de variación en el carbono almacenado en raíces, donde dicha cantidad presenta mayor homogeneidad de datos calculados.

Tabla 1. Estadísticos del carbono almacenado en raíces en dos sistemas de uso de tierra en la localidad de Mohena

Sistema de uso de tierra	N	Media	DS	CV (%)
Cacao	9	6,40	1,66	25,96
Plátano	9	7,45	1,83	24,52

DS: Desviación Estándar, CV: Coeficiente de Variación, N: Numero de repeticiones

De acuerdo a los estadísticos de la prueba de Levene, como se muestra en la Tabla 2, que hace referencia a la homogeneidad de las varianzas que se presentan en el sistema de uso de tierra con cultivos de *T. cacao* y *M. paradisiaca* L., donde en los resultados se evidencia que el P-valor o significancia registró una cantidad de 0,356 por lo que dicho valor es superior a 0,05; en tal sentido, se puede concluir que las varianzas del carbono almacenado en raíces de los sistemas de uso de tierra con cultivos de *T. cacao* y *M. paradisiaca* L., no son significativos entre sí; puesto que quiere decir que el carbono almacenado en raíces tanto del sistema de uso

de tierra con cultivo de cacao y plátano (*T. cacao* y *M. paradisiaca* L.) respectivamente, son homogéneos.

Tabla 2. Prueba de Levene de igualdad de varianzas del carbono almacenado en raíces en dos sistemas de uso de tierra

	F	Sig.
Prueba de Levene	0,904	0,356 ^{ns}

ns: no significativo

Con respecto a la Tabla 3, donde se muestra la prueba estadística de T de Student para muestras independientes e igualdad de medias o promedio, donde se asumen la igualdad de varianzas; asimismo la significancia (bilateral) registró una cantidad de 0,223 por lo que en dicho resultado se puede concluir que la muestra de carbono almacenado en raíces en los sistemas de uso de tierra con cultivo de cacao y plátano (*T. cacao* y *M. paradisiaca* L.) respectivamente, no existe diferencia significativa entre ambos cultivos; en tal sentido ambos sistemas de uso de tierra presentan promedios diferentes, sin embargo estadísticamente presentan igualdad.

Tabla 3. Prueba T de Student para igualdad de medias

t	GL	Sig. (bilateral)
-1,269	16	0,223 ^{ns}

ns: no significativo

En la Figura 2 se puede observar la comparación de medias de carbono almacenado en raíces en dos sistemas de uso de tierra, donde el mayor valor en la media se obtuvo en el sistema de uso de tierra con cultivo de plátano (*M. paradisiaca* L.) con una cantidad de 7,45 t/ha (toneladas por hectárea), seguido del sistema de uso de tierra con cultivo de cacao (*T. cacao*) con una cantidad en promedio de 6,40 t/ha, con una desviación estándar de $\pm 1,83$ y $\pm 1,66$, respectivamente, en tal sentido según los estadísticos establecidos ambos sistemas de uso de tierra son similares en los resultados, por lo que no existe diferencia estadística significativa.

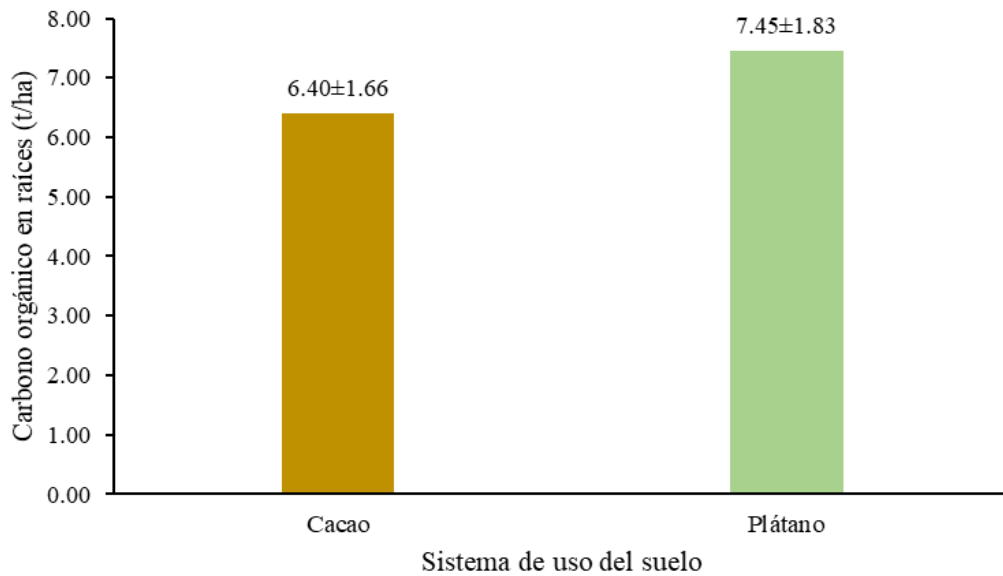


Figura 2. Comparación de medias del carbono almacenado en raíces en dos sistemas de uso de tierra

El carbono almacenado en el sistema radicular de las especies vegetativas en nuestro planeta, se ve asociado al potencial que tiene cada cultivo de la generación de un gran volumen de raíces en profundidades con un rango de 0-30 cm de profundidad de los suelos; en tal sentido, el cultivo de plátano (*M. paradisiaca* L.) tiene el potencial fisiológico de desarrollar sus sistemas radiculares en este rango de profundidad del suelo que varía según sus condiciones edafológicas y climáticas, por lo que se ve reflejada en los resultados obtenidos durante la investigación. A luz de lo anterior, Lukac (2012) hace énfasis en que los sistemas radiculares son contribuyentes a las interconexiones que relaciona las especies vegetativas y los suelos, añadido a que su rol es importante en el ciclo global del carbono y el aspecto nutrimental en dicha especie que alberga, ya que éstas raíces durante su crecimiento genera una desvalidación retrógrada y de manera constante la fisiología de la planta lo reemplaza conforme a la necesidad potencial de recambio radicular, por lo que su aporte de carbono orgánico tanto hacia el exterior del suelo y el interior del mismo a menudo es mayor en cuanto al volumen que éstos generan durante su etapa de vida.

4.2. Carbono almacenado en hojarasca en dos sistemas de uso de tierra

Con respecto a la Tabla 4, se puede verificar la media de carbono almacenado en las hojarascas en los sistemas de uso de tierra con cultivos de *Theobroma cacao* y *Musa paradisiaca* L., respectivamente, donde dichas muestras de hojarascas fueron muestreados y recolectados mediante un cuadrante de madera de 50x50 cm, recolectando 10 muestras en cada

parcela general establecida, todo ello consistió con muestras de 9 repeticiones en cada sistemas de uso de tierra, siendo un total de 90 muestras obtenidas en cada cultivo establecido; en tal sentido, dichos resultados obtenidos muestran que existió mayor coeficiente de variabilidad en el cálculo de carbono almacenado en las hojarasca del sistema de uso de tierra con cultivo de plátano (*M. paradisiaca* L.), puesto que en dicho sistema de uso de tierra se registró una cantidad de 32,86 % de coeficiente de variación; por otro lado, en el sistema de uso de tierra con cultivo de cacao (*T. cacao*) se registró 25,71 % de coeficiente de variación en el carbono almacenado en raíces, donde dicha cantidad establecida presenta mayor homogeneidad de datos calculados.

Tabla 4. Estadísticos del carbono almacenado en hojarasca en dos sistemas de uso de tierra en la localidad de Mohena

Sistema de uso de tierra	N	Media	DS	CV (%)
Cacao	9	8,89	2,29	25,71
Plátano	9	9,47	3,11	32,86

DS: Desviación Estándar, CV: Coeficiente de Variación, N: Numero de repeticiones

De acuerdo a los estadísticos de la prueba de Levene, como se muestra en la Tabla 5, que hace referencia a la homogeneidad de las varianzas que se presentan, donde el P-valor o significancia registró una cantidad de 0,361 por lo que dicho valor es mayor a 0,05; en tal sentido, las varianzas no son significativas entre sí; puesto que quiere decir que el carbono almacenado en hojarasca tanto del sistema de uso de tierra con cultivo de cacao y plátano (*T. cacao* y *M. paradisiaca* L.) respectivamente, son homogéneos.

Tabla 5. Prueba de Levene de igualdad de varianzas del carbono almacenado en hojarasca en dos sistemas de uso de tierra

	F	Sig.
Prueba de Levene	0,883	0,361 ^{ns}

ns: no significativo

Con respecto a la Tabla 6, donde se muestra la prueba T de Student para muestras independientes donde se asumen la igualdad de varianzas, donde la significancia (bilateral) registró una cantidad de 0,662 por lo que resulta que en el carbono almacenado en hojarasca en los sistemas de uso de tierra con cultivo de cacao y plátano (*T. cacao* y *M. paradisiaca* L.) respectivamente, no existe diferencia significativa; en tal sentido ambos sistemas de uso de tierra son similares.

Tabla 6. Prueba T de Student para igualdad de medias

t	GL	Sig. (bilateral)
-0,445	16	0,662 ^{ns}

ns: no significativo

En la Figura 3 se puede observar la comparación de medias de carbono almacenado en hojarasca en dos sistemas de uso de tierra, donde el mayor valor se obtuvo en el sistema de uso de tierra (SUT) con cultivo de plátano (*M. paradisiaca* L.) con una cantidad de 9,47 t/ha (toneladas por hectárea), seguido del SUT con cultivo de cacao (*T. cacao*) con una cantidad de 8,89 t/ha; en tal sentido según los estadísticos establecidos ambos SUT son similares por lo que no existe diferencia estadística significativa.

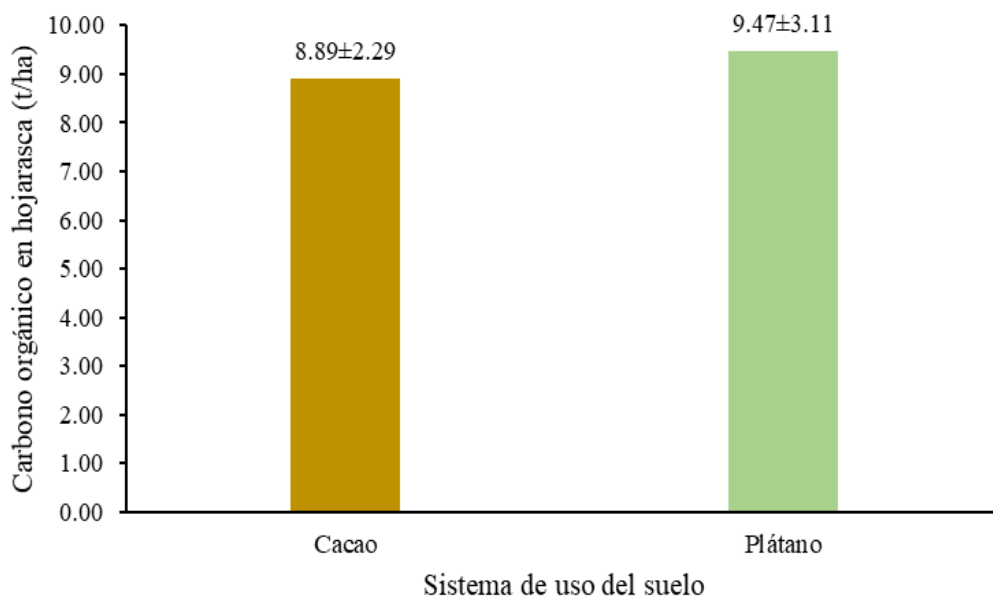


Figura 3. Comparación de medias del carbono almacenado en hojarasca en dos sistemas de uso de tierra

El carbono almacenado en la hojarasca, se asocia principalmente al tamaño y corpulencia de hojas que presentan las especies vegetativas con diferentes fisiologías; cabe resaltar que, en la mayoría de los casos, los cultivos de cacao (*T. cacao*) cuenta con mayor corpulencia de hojas que crecen en sus ramas, sin embargo, las plantaciones de plátano (*M. paradisiaca* L.) presentan un destacable tamaño en sus hojas en general que presentan desde temprana edad y aumentan el tamaño según se va desarrollando las plantas; es por ello que al momento de que las hojas se despenden hacia al suelo y convertirse en hojarasca el peso es mucho mayor y por ende este cultivo su media de carbono almacenado es mayor que el *T. cacao*. De acuerdo con Chuquizuta et al. (2016) resalta que el carbono en la hojarasca se ve influenciado de alguna manera con el factor clima, puesto que en los lugares templados existe superioridad referente al carbono orgánico del suelo, esto se debe a que la velocidad de descompostura por parte de los microorganismos que se encuentran en la materia orgánica es netamente inferior a comparación de otros factores climatológicos. En tal sentido, Martínez-Atencia et al. (2020) menciona la existencia de eventos climatológicos que contrasta la descompostura de la hojarasca, que además se relaciona con nutrimentos que son importantes para el desarrollo óptimo de las especies vegetativas y calidad de los suelos, además del almacenamiento de C en la hojarasca.

4.3. Carbono almacenado del suelo en dos sistemas de uso

Con respecto a la Tabla 7, se puede verificar la media de carbono almacenado en el suelo en los sistemas de uso de tierra con cultivos de *Theobroma cacao* y *Musa paradisiaca* L., respectivamente, donde dichas muestras de suelo fueron muestreados y recolectados a tres rangos de profundidades del suelo que son de 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm, todo ello consistió con muestras de 9 repeticiones en cada sistemas de uso de tierra y siendo en total 18 repeticiones en ambos sistemas de uso o también considerados tratamientos, siendo un total de 27 muestras obtenidas en cada cultivo establecido, con un total de 54 muestras recolectadas en ambos sistemas de uso; en tal sentido, dichos resultados obtenidos muestran que existió mayor coeficiente de variabilidad en la cantidad de carbono almacenado en el suelo del sistema de uso de tierra con cultivo de cacao (*Theobroma cacao*), puesto que en dicho sistema de uso se registró una cantidad de 35,40 % de coeficiente de variación y una desviación estándar de 17,65; por otro lado, en el sistema de uso de tierra con cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.) se registró un total de 26,79 % de coeficiente de variación en el carbono almacenado en el suelo y una desviación estándar de 14,72, donde dicha cantidad de coeficiente de variabilidad

presentada por el cultivo de *Musa paradisiaca* L. tiene mayor homogeneidad de datos calculados.

Tabla 7. Estadísticos del carbono almacenado del suelo en dos sistemas de uso en la localidad de Mohena

Sistema de uso de tierra	N	Media	DS	CV (%)
Cacao	9	49,84	17,65	35,40
Plátano	9	54,94	14,72	26,79

DS: Desviación Estándar, CV: Coeficiente de Variación, N: Numero de repeticiones

De acuerdo a los estadísticos de la prueba de Levene, como se muestra en la Tabla 8, que hace referencia a la homogeneidad de las varianzas que se presentan entre sí, donde el P-valor o también denominado significancia registró una cantidad de 0,720 por lo que dicho valor es mayor a 0,05; en tal sentido, las varianzas no son significativas entre sí; puesto que se puede concluir que el carbono almacenado del suelo tanto del sistema de uso con cultivo de cacao y el SUT con cultivo de plátano (*T. cacao* y *M. paradisiaca* L.) respectivamente, son homogéneos.

Tabla 8. Prueba de Levene de igualdad de varianzas del carbono almacenado del suelo en dos sistemas de uso

	F	Sig.
Prueba de Levene	0,133	0,720 ^{ns}

ns: no significativo

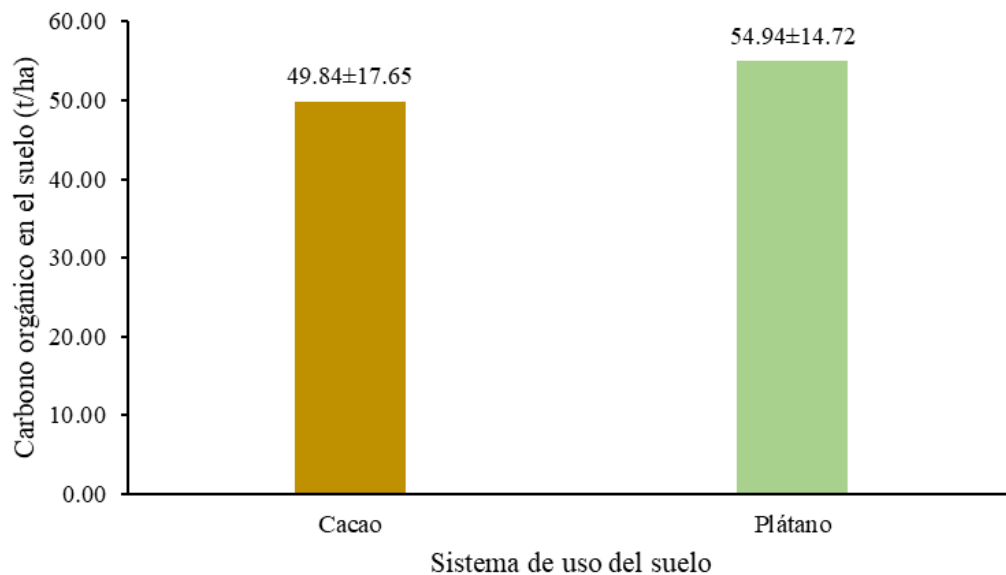
Con respecto a la Tabla 9, donde se muestra la prueba estadística de T de Student para muestras independientes donde se asumen la igualdad de varianzas, donde la significancia (bilateral) registró una cantidad de 0,515, por lo que, resulta que en el carbono almacenado del suelo en los sistemas de uso con cultivo de cacao y plátano (*T. cacao* y *M. paradisiaca* L.) respectivamente, no existe diferencia significativa; en tal sentido ambos sistemas de uso de tierra son similares.

Tabla 9. Prueba T de Student para igualdad de medias

T	GL	Sig. (bilateral)
-0,666	16	0,515 ^{ns}

ns: no significativo

En la Figura 4 se puede observar la comparación de medias de carbono almacenado del suelo en dos sistemas de uso, donde el mayor valor se obtuvo en el sistema de uso de tierra (SUT) con cultivo de plátano (*M. paradisiaca* L.) con una cantidad de 54,94 t/ha (toneladas por hectárea), seguido del SUT con cultivo de cacao (*T. cacao*) con una cantidad de 49,84 t/ha; en tal sentido según los estadísticos establecidos ambos SUT son similares por lo que no existe diferencia estadística significativa.

**Figura 4.** Comparación de medias del carbono almacenado del suelo en dos sistemas de uso

El carbono que es almacenado en los suelos de la superficie terrestre se relaciona con las distinguidas coberturas y especies vegetativas que se desarrollan en este diversificado recurso, asimismo, tanto la materia orgánica y los macronutrientes que cuenta el recurso suelo se ve asociado directamente con el carbono orgánico que almacena los suelos; en tal sentido, el cultivo de plátano (*M. paradisiaca* L.) tuvo valores más altos con referencia a la materia orgánica en comparación con el cultivo de cacao (*T. cacao*) por lo que los resultados muestran que éste último cultivo tuvo el valor más bajo en carbono almacenado en el suelo hasta 30 cm de profundidad. A luz de lo anterior Martínez et al. (2008) relaciona al contenido de carbono

con la disponibilidad de nutrientes y el porcentaje de material orgánico que presenta el recurso suelo ya que éstos están asociados a la dispersión coloidal en la elevada CIC (capacidad de intercambio catiónico), además el carbono se vincula adjuntamente con el manejo que cuenta el recurso suelo puesto que la utilización intensiva de este recurso libera C hacia la capa de gases que rodea nuestro planeta (atmósfera), sin embargo un mantenimiento sostenible hace que el C se almacene orgánicamente en el interior del suelo.

V. CONCLUSIONES

1. El carbono almacenado en raíces de dos sistemas de uso de tierra (SUT) en la localidad de Mohena, obtuvo un valor superior en el SUT con cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), esto se debe a que el cultivo del plátano desarrolla mayormente sus sistemas radiculares en la capa superficial que va de los 0 hasta 20 cm del recurso suelo, cabe señalar este cultivo estaba acompañado de gran cantidad de especies de gramíneas que se extendían en toda el área de siembra, por lo que ambas especies proporcionaron mayor volumen radicular al momento del muestreo; sin embargo el SUT con cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) obtuvo un valor menor, debido a que sus raíces de este cultivo son desarrollados a mayor profundidad del suelo, por lo que se encontró menor volumen radicular al momento del muestreo. En tal perspectiva, los datos obtenidos de los SUT con cultivo de plátano y cacao (*M. paradisiaca* L y *T. cacao*, respectivamente) son la base para futuras investigaciones en este ámbito.
2. El carbono almacenado en hojarasca de dos sistemas de uso de tierra (SUT) en la localidad de Mohena, obtuvo un valor superior en el SUT con cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), esto se debe a que el cultivo del plátano presenta hojas de grandes dimensiones que puede medir hasta 2 metros, donde proporciona mayor volumen de hojas al momento de recolectar las muestras de hojarasca, además la gran variedad de gramíneas (pastos) que rodeó toda la extensión del cultivo proporcionó mayor volumen al momento de recolectar las hojarascas, por lo que influyó en gran manera; sin embargo el SUT con cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) obtuvo un valor menor, debido a que sus hojas tienen menor dimensión que puede llegar hasta 0,4 metros, por lo que se al momento de realizar el muestreo encontró el volumen de hojarasca es menor, además de que este cultivo no presentaron otras especies que se desarrollan de manera rastrera. Cabe señalar que, los valores obtenidos de los SUT con cultivo de *M. paradisiaca* L y *T. cacao*, respectivamente, generó nueva información para futuras investigaciones que permitirá reforzar el conocimiento del carbono orgánico.
3. El carbono almacenado del suelo en dos sistemas de uso en la localidad de Mohena, obtuvo un valor superior de promedio en el sistema de uso de tierra con cultivo de *Musa paradisiaca* L., esto se debe a que el cultivo del plátano presentó mayor cantidad de porcentaje de materia orgánica, adicionalmente este cultivo estaba asociado a especies de

gramíneas que crecieron alrededor de las plantas por lo que existe mayor actividad microbiológica y por ende mayor producción de material orgánico que se acumula en el suelo; sin embargo el SUT con cultivo de *Theobroma cacao* obtuvo un valor menor donde cabe señalar que la superficie de este cultivo estuvo sin cobertura vegetal, además se debe a que sus raíces de este cultivo son desarrollados a mayor profundidad del suelo, por lo que en el análisis de suelos se encontró menor cantidad de materia orgánica y el almacenamiento de carbono orgánico está asociado a la cantidad de materia orgánica que presenta el suelo. En tal sentido, los SUT con cultivo de *M. paradisiaca* L y *T. cacao*, respectivamente, si bien es cierto no presentaron diferencias estadísticas significativas en el carbono almacenado del suelo, cabe señalar que la información obtenida es beneficiosa para futuras investigaciones en esta rama.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Ampliar la investigación de la presente tesis, evaluando la calidad que presentan dichos sistemas de uso de tierra que fueron evaluados y los demás SUT que aún no han sido evaluados, todo ello con el propósito de la obtención de información precisa y eficiente para determinar la calidad y cantidad de carbono de la localidad evaluada, además para obtener una base de datos para investigaciones futuras.
2. Instaurar un procedimiento de sensibilización a los pobladores de la localidad de Mohena sobre la importancia fundamental que brindan los suelos, por lo que es necesario un buen manejo para la sostenibilidad eficiente de este recurso; además, fomentar las buenas prácticas para el aprovechamiento del recurso suelo y la importancia que aporta el carbono almacenado del suelo.
3. Aplicar técnicas sostenibles para mejorar el carbono orgánico de los suelos, todo ello con la finalidad de mejorar la calidad de los suelos, lo cual conlleva a mejorar el rendimiento en la productividad de los cultivos.

VII. REFERENCIAS

- Alvarado, J.; López, D, E; Medina B. (1999). Cuantificación estimada del dióxido de carbono fijado por el agroecosistema café en Guatemala. Boletín PROMECAFE, 81 (enero-abril). P. 7-14.
- Andrade-Castañeda, H. J., Segura-Madrigal, M. A., & Rojas-Patiño, A. S. (2016). Carbono orgánico del suelo en bosques riparios, arrozales y pasturas en Piedras, Tolima, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 233-241.
- Arévalo, L., Alegre J., 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. Edición gráfica Miguel Álvarez A. Pucallpa. Perú. 24p.
- Baccini A., Goetz S., Laporte N., Walker, W., (2012). Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation by carbon density maps. *Revista Nature climate change*.
- Barbarán, J. (2001). Cuantificación de biomasa y carbono en los principales sistemas de uso del suelo en Campo Verde. Pucallpa, Perú. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. 66p.
- Botero, J. (2001). Contribución de los sistemas ganaderos tropicales al secuestro de carbono. Taller Agroforestería para la producción animal en América Latina, FAO. Roma, Italia. p. 6-9.
- Callo, D. (2000). Cuantificación del carbono secuestrado por algunos SAF's y testigos, en tres pisos ecológicos de la Amazonia del Perú. Chapingo, México. Tesis Msc. Maestría en Agroforestería para el desarrollo sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. 72p.
- Chuquizuta, P. D., Ruiz, G. F., Salas, C. T., & López, L. A. (2016). Carbono almacenado en cinco sistemas de uso de tierra, en la región San Martín Perú. *Rinderesu*, 1(2), 57-67.
- Cielsa, W. M. (1996). Cambio climático, bosques y ordenación forestal. Una visión de conjunto. Estudio FAO Montes No 126. 147 p.
- De La Vega, Jorge. (2007). Calentamiento Global – Captura de Carbono. México.
- Enriquez Lope, L. M. (2018). Determinación de captura de carbono en suelos de un sistema agroforestal con café (*Coffea arábica*) en el Valle Esquilaya-Región Puno, 2018.

- Fernandez, Luis. (2010). Valoración Económica de una Plantación de Aguaje (*mauritia flexuosa* Lt.) Establecida en un Bosque Secundario. Tingo María, Perú
- Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. (2004). National forest resources assessment WP 94. Rome. Consultado el 22 de abril de 2012. Tomado de:<http://www.fao.org/docrep/008/ae578e/AE578E00.html>.
- Galicia, L., Gamboa Cáceres, A. M., Cram, S., Chávez Vergara, B., Peña Ramírez, V., Saynes, V., & Siebe, C. (2016). Almacén y dinámica del carbono orgánico del suelo en bosques templados de México. *Terra Latinoamericana*, 34(1), 1-29.
- Hernández-Núñez, H. E., Andrade, H. J., Suárez-Salazar, J. C., Gutiérrez-García, G. A., Trujillo-Trujillo, E., & Casanoves, F. (2021). Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales en los Llanos Orientales de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 69(1), 352-368.
- Hidalgo, Prudencio. (2006). Determinación de las reservas totales de carbono en plantaciones forestales de “*eucalyptus globulus* L”. En *marcará – Carhuaz, 2003*. Perú. 39 pág.
- Holdridge, R.L. (2000). Ecología basada en zonas de vida. Quinta reimpresión. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) San José- Costa Rica, 216 pp. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/7936>.
- Houghton, R. (2007). Balancing the global carbon budget. *Annual review of earth and planetary sciences*. Saint Luis. 35(1):313-347.
- Huamaní Quispe, L. J. (2016). Almacenamiento de Carbono del Ichu *Stipa Ichu* en las Praderas Naturales Altoandinas de Lucanas, Puquio–Ayacucho. 2016.
- ICRAFF – Centro mundial agroforestal (2009). Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Lima, Perú. 79 p.
- IPCC. (2007) Panel Intergubernamental sobre cambio climático. Cambio climático. 30may2010: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf.
- Ismiño, M.; Chappa S.M., C.E. (2006.) “Estimación del Carbono en la Biomasa Aérea del Café bajo sombra de guaba en la Provincia de Lamas - Perú” Para optar el Título de Ingeniero Agrónomo, UNSM – T Pág. 17.

- Kanninen, M. (2001). Secuestro de Carbono en bosques, su papel en el ciclo global. Taller Agroforestería para la producción animal en América Latina, FAO. Roma, Italia. p. 25-28.
- Kasting, J. y Walker, J. (1992). The geochemical carbon cycle and the uptake of fossil fuel CO₂. Department of Geosciences, Penn State University, University Park. p. 2-4.
- López, A. (1998). Aporte de los sistemas silvopastoriles al secuestro de carbono en el suelo. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 50 p.
- López, W. (1994). “Sistemas Agrarios de producción” Tarapoto – Perú. 113 p.
- Lukac, M. (2012) Fine Root Turnover. In S. Mancuso (Ed.), *Measuring Roots: an updated approach*. (pp. 363-373). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. DOI: 10.1007/978-3-642-22067-8_18.
- Macdicken, K. (1997). A guide to Monitoring Carbón Storage in Forestry and Agroforestry Projects. Arlington, VA: Winrock International Institute for Agricultural Development. 43 p.
- Maisonave, R. (1997). El Efecto Invernadero y el Clima. Conferencia realizada para la Academia Nacional de Ingeniería el día 28 de octubre de 1997 en el Salón de Actos del Ministerio de Educación y Cultura. Perú. 30 pág.
- Martínez-Atencia, J., Loaiza-Usuga, J. C., Osorio-Vega, N. W., Correa-Londoño, G., & Casamitjana-Causa, M. (2020). Leaf litter decomposition in diverse silvopastoral systems in a neotropical environment. *Journal of Sustainable Forestry*, 39(7), 710–729. <https://doi.org/10.1080/10549811.2020.1723112>
- Martínez, E., Fuentes, J. P., & Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 8(1), 68-96.
- Mendez, E. (2001). Ecuaciones de biomasa para especies de matorral espinoso tamaulipeco del nordeste de México. Datos con aplicaciones para inventarios de biomasa. México. 74 pág.
- Mezt, B., Davidson, O., DE Coninck, H., Meyer, L. (2005). La captación y almacenamiento de carbono. Resumen para responsables de políticas. Informe del grupo de trabajo III del IPCC-Grupo Intergubernamental de Expertos Cambio Climático. PNUMA-Washington D.F, EE.UU 29 p.

- Nasi, R., Wunder, S., Campos, J. (2002). Servicios de los ecosistemas forestales ¿Podrían ellos pagar para detener la deforestación?. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. Informe Técnico No 331. 37p.
- Odar Rojas, B. A. (2018). Evaluación de almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de café (*Coffea spp.*) En el anexo de Vilaya, distrito de Colcamar, provincia de Luya, Amazonas, 2017-2018.
- Pulgar, J. (1987). Geografía del Perú. Lima, Perú. 26 p.
- Ramírez, O; Rodríguez, L; Finegan, B; Gómez, M. (1999). Implicaciones económicas del secuestro de CO₂ en los bosques naturales. Revista Forestal Centroamericana. "279: 10-16".
- Rubin, E.; Meyer, L.; Heleen De Conick, P. (2005). Captación y almacenamiento de dióxido de carbono CO₂. Reunión del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. (12,13, 2005, Washintong D.F, EE.UU). 2005. Naciones Unidas, PNUMA. p. 24-29.
- Rügnitz, M.; Chacón, M.; Porro, R. (2009). Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Center for International Forestry Research (CIFOR). 1ra. ed. Bogor Barat, Indonesia. 92 p.
- Schlegel, B, Gayoso, J. Guerra, J. (2001). Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia, Chile. 17 p.
- Siegenthaler, F.; Stocker, E.; Tonnin, D.; Luthi, J.; Scwander, B.; Stauffer, D. (2005). Stable carbon cycle–climate relationship during the late pleistocene. Science, Boston. 353(5752):1313-1314.
- UICN. (2001) "Aporte a la Estrategia Nacional sobre Diversidad Biológica". Comité Peruano de la Unión Mundial para la Conservación. Lima, Perú.
- UNEP y GEMS. (1992). Los gases que producen el efecto de invernadero, cambio climático global. Sánchez – Vélez A. Y. Gerón D., Traductores. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. 41 p.
- Verhulst, N., Francois, I., Govaerts, B. (2004). Agricultura de conservación y captura de carbono en el suelo. Centro internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). México D.F, México. p. 8-9.

Walkley A, Black A, (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38.

ANEXO

Anexo 1. Instrumento

SUT Cacao (*Theobroma cacao*) – Repetición N° 1

Parcela general muestral N°1

Coordenadas: N: 9003984 E: 379579

Altitud: 576 msnm

Tabla 10. Carbono almacenado en raíces de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	152,22	58,04	9,673	4,837
10 - 20	22,14	15,07	2,512	1,256
20 - 30	24,05	16,44	2,740	1,370
Total	66,80	29,85	14,925	7,463

Tabla 11. Carbono almacenado en hojarasca de *T. cacao*

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	46,13	39,22	1,569	0,784
2	35,58	27,81	1,112	0,556
3	45,09	38,58	1,543	0,772
4	35,42	25,06	1,002	0,501
5	41,91	35,04	1,402	0,701
6	44,31	37,12	1,485	0,742
7	35,08	32,63	1,305	0,653
8	53,36	43,54	1,742	0,871
9	45,21	33,12	1,325	0,662
10	47,29	41,67	1,667	0,833
Total	429,38	353,79	14,152	7,076

Tabla 12. Carbono almacenado del suelo de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 - 10	1,25	1,204	15,050
10 - 20	1,26	0,673	8,480
20 - 30	1,33	0,496	6,597
Total	1,28	0,791	30,127

SUT Cacao (*Theobroma cacao*) – Repetición N° 2

Parcela general muestral N°2

Coordenadas: N: 9003954 E: 379579

Altitud: 577 msnm

Tabla 13. Carbono almacenado en raíces de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	59,92	35,52	5,920	2,960
10 - 20	54,14	33,33	5,555	2,778
20 - 30	23,12	16,52	2,753	1,377
Total	45,73	28,26	14,228	7,114

Tabla 14. Carbono almacenado en hojarasca de *T. cacao*

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	34,15	23,71	0,948	0,474
2	77,26	49,27	1,971	0,985
3	42,38	28,81	1,152	0,576
4	45,05	32,73	1,309	0,655
5	48,67	30,84	1,234	0,617
6	35,76	30,07	1,203	0,601
7	45,77	36,09	1,444	0,722
8	53,04	37,71	1,508	0,754
9	44,34	37,45	1,498	0,749
10	44,02	35,33	1,413	0,707
Total	470,44	342,01	13,680	6,840

Tabla 15. Carbono almacenado del suelo de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,30	0,815	10,595
10 – 20	1,33	0,531	7,062
20 - 30	1,36	0,213	2,897
Total	1,33	0,520	20,554

SUT Cacao (*Theobroma cacao*) – Repetición N° 3

Parcela general muestral N°3

Coordenadas: N: 9003923 E: 379579

Altitud: 577 msnm

Tabla 16. Carbono almacenado en raíces de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	73,63	47,75	7,958	3,979
10 - 20	101,73	52,79	8,798	4,399
20 - 30	25,42	17,43	2,905	1,453
Total	66,93	39,32	19,662	9,831

Tabla 17. Carbono almacenado en hojarasca de *T. cacao*

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	63,07	39,09	1,444	0,722
2	50,82	39,37	1,575	0,787
3	56,36	48,52	1,941	0,970
4	45,35	22,52	0,901	0,450
5	50,41	44,25	1,770	0,885
6	36,97	23,37	0,935	0,467
7	39,49	35,52	1,421	0,710
8	44,24	32,48	1,299	0,650
9	40,05	35,23	1,409	0,705
10	73,81	52,30	2,092	1,046
Total	500,57	369,65	14,786	7,393

Tabla 18. Carbono almacenado del suelo de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,20	1,558	18,696
10 – 20	1,25	0,992	12,400
20 - 30	1,30	0,673	8,749
Total	1,25	1,074	39,845

SUT Cacao (*Theobroma cacao*) – Repetición N° 4

Parcela general muestral N°4

Coordenadas: N: 9004015 E: 379640

Altitud: 576 msnm

Tabla 19. Carbono almacenado en raíces de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	35,42	22,55	3,758	1,879
10 - 20	17,74	14,12	2,353	1,177
20 - 30	22,62	15,06	2,510	1,255
Total	25,26	17,24	8,622	4,311

Tabla 20. Carbono almacenado en hojarasca de *T. cacao*

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	36,64	28,73	1,149	0,575
2	48,73	36,91	1,476	0,738
3	50,22	37,37	1,495	0,747
4	84,68	62,12	2,485	1,242
5	47,87	38,06	1,522	0,761
6	75,60	59,11	2,364	1,182
7	85,32	76,34	3,054	1,527
8	55,15	45,73	1,829	0,915
9	94,51	73,88	2,955	1,478
10	67,28	42,71	1,708	0,854
Total	646,00	500,96	20,098	10,019

Tabla 21. Carbono almacenado del suelo de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,26	1,763	22,214
10 – 20	1,28	1,023	13,094
20 - 30	1,30	0,881	11,453
Total	1,28	1,222	46,761

SUT Cacao (*Theobroma cacao*) – Repetición N° 5

Parcela general muestral N°5

Coordenadas: N: 9003954 E: 379670

Altitud: 576 msnm

Tabla 22. Carbono almacenado en raíces de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	39,95	28,69	4,782	2,391
10 - 20	29,87	19,78	3,297	1,648
20 - 30	45,61	22,32	3,720	1,860
Total	38,48	23,60	11,798	5,899

Tabla 23. Carbono almacenado en hojarasca de *T. cacao*

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	56,43	39,40	1,576	0,788
2	78,15	66,61	2,664	1,332
3	71,58	60,75	2,430	1,215
4	112,55	73,63	2,945	1,473
5	79,41	62,28	2,941	1,246
6	50,28	47,73	1,909	0,955
7	71,88	53,87	2,155	1,077
8	69,32	56,14	2,246	1,123
9	91,50	66,18	2,647	1,324
10	92,84	69,23	2,769	1,385
Total	773,94	595,82	23,833	11,916

Tabla 24. Carbono almacenado del suelo de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,22	2,186	26,669
10 – 20	1,27	1,305	16,574
20 - 30	1,29	0,917	11,829
Total	1,26	1,469	55,072

SUT Cacao (*Theobroma cacao*) – Repetición N° 6

Parcela general muestral N°6

Coordenadas: N: 9003923 E: 376970

Altitud: 576 msnm

Tabla 25. Carbono almacenado en raíces de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	47,63	33,41	5,568	2,784
10 - 20	49,37	30,15	5,025	2,513
20 - 30	17,42	14,26	2,377	1,188
Total	38,14	25,94	12,970	6,485

Tabla 26. Carbono almacenado en hojarasca de *T. cacao*

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	85,64	72,23	2,889	1,445
2	84,33	73,28	2,931	1,466
3	87,16	73,45	2,930	1,465
4	56,48	50,49	2,020	1,010
5	71,29	60,61	2,424	1,212
6	56,47	50,18	2,007	1,004
7	113,25	91,83	3,673	1,837
8	75,33	64,26	2,570	1,285
9	71,21	63,15	2,526	1,263
10	60,40	53,72	2,149	1,074
Total	761,56	653,00	26,120	13,060

Tabla 27. Carbono almacenado del suelo de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,27	1,798	22,835
10 – 20	1,27	1,375	17,463
20 - 30	1,33	0,670	8,911
Total	1,29	1,281	49,208

SUT Cacao (*Theobroma cacao*) – Repetición N° 7

Parcela general muestral N°7

Coordenadas: N: 9004015 E: 379701

Altitud: 576 msnm

Tabla 28. Carbono almacenado en raíces de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	130,31	49,04	8,173	4,087
10 - 20	30,15	12,45	2,075	1,038
20 - 30	22,65	12,10	2,017	1,008
Total	61,04	24,53	12,265	6,133

Tabla 29. Carbono almacenado en hojarasca de *T. cacao*

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	38,58	27,81	1,112	0,556
2	45,09	38,58	1,543	0,772
3	35,42	25,06	1,002	0,501
4	41,91	35,04	1,402	0,701
5	44,31	37,12	1,485	0,742
6	46,13	34,21	1,368	0,684
7	84,68	62,10	2,484	1,242
8	47,87	38,60	1,544	0,772
9	75,60	59,10	2,364	1,182
10	67,28	47,70	1,908	0,954
Total	526,87	405,32	16,213	8,106

Tabla 30. Carbono almacenado del suelo de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,25	1,948	23,275
10 – 20	1,26	1,891	22,200
20 - 30	1,27	1,748	21,632
Total	1,26	1,862	67,107

SUT Cacao (*Theobroma cacao*) – Repetición N° 8

Parcela general muestral N°8

Coordenadas: N: 9003985 E: 379762

Altitud: 577 msnm

Tabla 31. Carbono almacenado en raíces de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	40,25	38,73	6,455	3,228
10 - 20	39,44	17,29	2,882	1,441
20 - 30	44,27	15,19	2,532	1,266
Total	41,32	23,74	11,868	5,934

Tabla 32. Carbono almacenado en hojarasca de *T. cacao*

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	38,67	30,84	1,234	0,617
2	35,76	30,07	1,203	0,601
3	41,71	36,09	1,444	0,722
4	47,04	37,71	1,508	0,754
5	44,34	37,45	1,498	0,749
6	34,15	23,44	0,938	0,469
7	47,26	40,22	1,609	0,804
8	35,38	28,81	1,152	0,576
9	45,05	32,73	1,309	0,655
10	60,92	52,27	2,091	1,045
Total	430,28	349,63	13,985	6,993

Tabla 33. Carbono almacenado del suelo de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,25	1,948	24,350
10 – 20	1,26	1,891	23,827
20 - 30	1,27	1,748	22,200
Total	1,26	1,862	70,376

SUT Cacao (*Theobroma cacao*) – Repetición N° 9

Parcela general muestral N°9

Coordenadas: N: 9003954 E: 379731

Altitud: 577 msnm

Tabla 34. Carbono almacenado en raíces de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	50,12	27,65	4,608	2,304
10 - 20	48,59	15,72	2,620	1,310
20 - 30	13,15	10,11	1,685	0,843
Total	37,29	17,83	8,913	4,457

Tabla 35. Carbono almacenado en hojarasca de *T. cacao*

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	31,89	25,36	1,016	0,508
2	60,56	49,73	1,989	0,995
3	30,85	23,33	0,933	0,467
4	27,72	22,16	0,886	0,443
5	37,47	30,39	1,216	0,608
6	69,23	55,27	2,211	1,105
7	106,62	88,10	3,524	1,702
8	62,53	48,40	1,936	0,968
9	59,23	47,23	1,889	0,945
10	60,84	42,45	1,698	0,849
Total	480,94	261,42	17,298	8,649

Tabla 36. Carbono almacenado del suelo de *T. cacao*

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,28	1,948	24,934
10 – 20	1,30	1,805	23,465
20 - 30	1,32	1,601	21,133
Total	1,30	1,785	69,533

SUT Plátano (*Musa paradisiaca* L.) – Repetición N° 1

Parcela general muestral N°10

Coordenadas: N: 9003769 E: 379488

Altitud: 576 msnm

Tabla 37. Carbono almacenado en raíces de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	95,12	69,64	11,607	5,803
10 - 20	37,83	20,47	3,412	1,706
20 - 30	14,37	11,48	1,913	0,957
Total	49,11	33,86	16,932	8,466

Tabla 38. Carbono almacenado en hojarasca de *M. paradisiaca* L.

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	52,34	42,09	1,684	0,842
2	40,36	32,05	1,282	0,641
3	35,82	28,22	1,129	0,564
4	31,69	23,58	0,943	0,472
5	47,33	28,06	1,122	0,561
6	59,58	49,72	1,989	0,994
7	47,78	35,76	1,430	0,715
8	39,09	28,62	1,145	0,572
9	40,12	22,85	0,914	0,457
10	63,85	40,41	1,616	0,808
Total	457,96	331,36	13,254	6,627

Tabla 39. Carbono almacenado del suelo de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,27	2,126	27,000
10 – 20	1,29	0,708	9,133
20 - 30	1,31	0,319	4,179
Total	1,29	1,051	40,312

SUT Plátano (*Musa paradisiaca* L.) – Repetición N° 2

Parcela general muestral N°11

Coordenadas: N: 9003800 E: 379549

Altitud: 576 msnm

Tabla 40. Carbono almacenado en raíces de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	140,13	82,43	13,738	6,869
10 - 20	32,86	20,95	3,492	1,746
20 - 30	32,05	20,20	3,367	1,683
Total	68,35	41,19	20,597	10,298

Tabla 41. Carbono almacenado en hojarasca de *M. paradisiaca* L.

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	63,01	53,33	2,133	1,067
2	32,82	19,36	0,774	0,387
3	51,83	46,62	1,865	0,932
4	29,64	20,04	2,402	0,401
5	31,49	25,86	1,034	0,517
6	63,17	53,31	2,132	1,066
7	39,54	33,44	1,738	0,669
8	50,73	31,45	2,058	0,629
9	43,76	24,23	1,529	0,485
10	41,38	29,21	1,408	0,584
Total	447,37	336,85	13,474	6,737

Tabla 42. Carbono almacenado del suelo de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,25	1,417	17,713
10 – 20	1,25	0,850	10,625
20 - 30	1,28	0,531	6,797
Total	1,30	0,933	35,134

SUT Plátano (*Musa paradisiaca* L.) – Repetición N° 3

Parcela general muestral N°12

Coordenadas: N: 9003831 E: 379610

Altitud: 575 msnm

Tabla 43. Carbono almacenado en raíces de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	54,55	30,70	5,117	2,558
10 - 20	29,23	14,33	2,388	1,194
20 - 30	42,81	24,63	4,105	2,053
Total	42,20	23,23	11,610	5,805

Tabla 44. Carbono almacenado en hojarasca de *M. paradisiaca* L.

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	47,22	32,92	1,317	0,658
2	29,42	22,64	0,906	0,453
3	33,93	19,91	0,796	0,398
4	40,51	29,11	1,164	0,582
5	37,58	24,77	0,991	0,495
6	60,56	49,73	1,989	0,995
7	35,85	23,33	0,933	0,467
8	27,72	22,16	0,886	0,443
9	45,47	30,39	1,216	0,608
10	28,89	25,39	1,016	0,508
Total	387,15	280,35	11,214	5,607

Tabla 45. Carbono almacenado del suelo de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,28	1,275	16,320
10 – 20	1,29	1,098	14,164
20 - 30	1,33	0,638	8,485
Total	1,30	1,004	38,970

SUT Plátano (*Musa paradisiaca* L.) – Repetición N° 4

Parcela general muestral N°13

Coordenadas: N: 9003739 E: 379579

Altitud: 575 msnm

Tabla 46. Carbono almacenado en raíces de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	68,33	41,79	6,965	3,483
10 - 20	32,45	22,45	3,742	1,871
20 - 30	19,26	14,29	2,382	1,191
Total	40,01	26,18	13,088	6,544

Tabla 47. Carbono almacenado en hojarasca de *M. paradisiaca* L.

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	81,39	60,14	2,406	1,203
2	97,31	59,21	2,368	1,184
3	49,38	29,29	1,172	0,586
4	66,22	52,92	2,117	1,058
5	78,17	44,25	1,770	0,885
6	68,66	34,53	1,381	0,691
7	63,75	34,79	1,392	0,696
8	91,83	67,44	2,698	1,349
9	59,44	50,41	2,016	1,008
10	59,65	45,40	1,816	0,908
Total	715,80	478,38	19,135	9,568

Tabla 48. Carbono almacenado del suelo de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,28	2,045	26,176
10 – 20	1,31	1,481	19,401
20 - 30	1,34	1,058	14,177
Total	1,31	1,528	59,754

SUT Plátano (*Musa paradisiaca* L.) – Repetición N° 5

Parcela general muestral N°14

Coordenadas: N: 9003739 E: 379640

Altitud: 575 msnm

Tabla 49. Carbono almacenado en raíces de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	30,62	23,33	3,888	1,944
10 - 20	53,53	43,26	7,210	3,605
20 - 30	17,21	12,02	2,003	1,002
Total	33,79	26,20	13,102	6,551

Tabla 50. Carbono almacenado en hojarasca de *M. paradisiaca* L.

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	136,51	120,49	4,820	2,410
2	83,38	67,21	2,688	1,344
3	86,37	75,38	3,015	1,508
4	70,24	61,22	2,465	1,232
5	60,86	52,27	2,091	1,045
6	126,25	101,84	4,074	2,037
7	122,87	102,66	4,106	2,053
8	65,60	53,45	2,138	1,069
9	80,22	67,94	2,718	1,359
10	55,49	45,71	1,828	0,914
Total	887,79	748,57	29,943	14,971

Tabla 51. Carbono almacenado del suelo de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,33	1,446	19,232
10 – 20	1,35	1,199	16,187
20 - 30	1,37	0,987	13,522
Total	1,35	1,211	48,940

SUT Plátano (*Musa paradisiaca* L.) – Repetición N° 6

Parcela general muestral N°15

Coordenadas: N: 9003800 E: 379640

Altitud: 575 msnm

Tabla 52. Carbono almacenado en raíces de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	87,26	50,24	8,373	4,187
10 - 20	57,09	34,32	5,720	2,860
20 - 30	26,23	17,40	2,900	1,450
Total	56,89	33,99	16,993	8,497

Tabla 53. Carbono almacenado en hojarasca de *M. paradisiaca* L.

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	69,23	55,27	2,211	1,105
2	106,62	88,11	3,524	1,762
3	62,53	48,47	1,939	0,969
4	158,34	123,43	4,937	2,469
5	88,29	54,31	2,172	1,086
6	75,81	62,65	2,506	1,253
7	59,09	46,59	1,864	0,932
8	71,22	55,31	2,212	1,106
9	60,84	43,57	1,743	0,871
10	59,23	47,05	1,882	0,941
Total	811,20	624,76	24,990	12,495

Tabla 54. Carbono almacenado del suelo de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,30	2,327	30,521
10 – 20	1,30	1,692	21,996
20 - 30	1,33	1,340	17,822
Total	1,31	1,786	70,069

SUT Plátano (*Musa paradisiaca* L.) – Repetición N° 7

Parcela general muestral N° 16

Coordenadas: N: 9003678 E: 379702

Altitud: 575 msnm

Tabla 55. Carbono almacenado en raíces de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	74,65	41,78	6,963	3,482
10 - 20	44,12	21,64	3,607	1,803
20 - 30	12,09	8,12	1,353	0,677
Total	43,62	23,85	11,923	5,962

Tabla 56. Carbono almacenado en hojarasca de *M. paradisiaca* L.

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	52,34	42,09	1,684	0,842
2	40,36	32,05	1,282	0,641
3	45,82	28,22	1,129	0,564
4	31,69	23,58	0,943	0,472
5	78,10	44,20	1,768	0,884
6	68,60	34,50	1,380	0,690
7	63,70	34,70	1,388	0,694
8	91,80	67,20	2,688	1,344
9	50,40	39,42	1,577	0,788
10	49,40	40,21	1,608	0,804
Total	572,21	386,17	15,447	7,723

Tabla 57. Carbono almacenado del suelo de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 - 10	1,27	1,690	21,463
10 - 20	1,27	1,576	20,015
20 - 30	1,30	1,318	17,134
Total	1,28	1,528	58,612

SUT Plátano (*Musa paradisiaca* L.) – Repetición N° 8

Parcela general muestral N°17

Coordenadas: N: 9003739 E: 379732

Altitud: 575 msnm

Tabla 58. Carbono almacenado en raíces de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	111,24	86,43	14,405	7,203
10 - 20	36,73	20,21	3,368	1,684
20 - 30	15,33	9,45	1,575	0,788
Total	54,43	38,70	19,348	9,674

Tabla 59. Carbono almacenado en hojarasca de *M. paradisiaca* L.

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	120,34	105,76	4,230	2,115
2	67,20	42,78	1,711	0,856
3	77,34	68,69	2,748	1,374
4	76,63	66,23	2,649	1,325
5	52,23	45,27	1,811	0,905
6	101,81	82,93	3,317	1,659
7	102,67	44,13	1,765	0,883
8	53,49	45,11	1,804	0,902
9	67,91	40,61	1,624	0,812
10	45,72	35,32	1,413	0,706
Total	765,34	576,83	23,073	11,537

Tabla 60. Carbono almacenado del suelo de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,28	1,805	23,104
10 – 20	1,29	1,748	22,549
20 - 30	1,33	1,633	21,719
Total	1,30	1,729	67,372

SUT Plátano (*Musa paradisiaca* L.) – Repetición N° 9

Parcela general muestral N°18

Coordenadas: N: 9003709 E: 379793

Altitud: 576 msnm

Tabla 61. Carbono almacenado en raíces de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Raíces peso fresco (g)	Raíces peso seco (g)	Biomasa radicular (t/ha)	Carbono en raíces (t/ha)
0 - 10	58,54	30,31	5,052	2,526
10 - 20	29,35	15,02	2,503	1,252
20 - 30	42,88	17,42	2,903	1,452
Total	43,59	20,92	10,458	5,229


Tabla 62. Carbono almacenado en hojarasca de *M. paradisiaca* L.

N° cuadrante	Hojarasca peso húmedo (g)	Hojarasca peso seco (g)	Biomasa Hojarasca (t/ha)	Carbono en hojarasca (t/ha)
1	31,58	24,77	0,991	0,495
2	60,56	49,73	1,989	0,995
3	27,85	23,33	0,933	0,467
4	27,72	22,16	0,886	0,443
5	37,47	30,39	1,216	0,608
6	30,81	25,42	1,017	0,508
7	74,23	60,53	2,421	1,211
8	106,60	88,10	3,524	1,762
9	62,50	48,40	1,936	0,968
10	158,25	124,25	4,970	2,485
Total	617,57	497,08	19,883	9,942

Tabla 63. Carbono almacenado del suelo de *M. paradisiaca* L.

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)	%Carbono	Carbono del Suelo (t/ha)
0 – 10	1,33	2,120	28,196
10 – 20	1,36	1,862	25,323
20 - 30	1,36	1,604	21,814
Total	1,35	1,862	75,334


Anexo 2. Análisis de suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

LASAE



ANÁLISIS DE SUELOS

1. DATOS

SOLICITANTE:	RAMIREZ PANDURO GIANCARLO MARCELO	MUESTREADO POR:	RAMIREZ PANDURO GIANCARLO MARCELO
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCIÓN:	9/06/2023
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	9/06/2023
DISTRITO:	SANTO DOMINGO DE ANDA	FECHA DE REPORTE:	12/06/2023
LOCALIDAD:	FUNDO EDGAR (1-9) - FUNDO KETTY (10-18)	RECIBO O FACTURA:	23014951
CULTIVO:	PLATANO (1-9) - CACAO (10-18)	OBSERVACIÓN:	--


2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	CE		M.O.	N	C
	COD LAB	COD SOL	Arena		Clase Textural	dS/m		1:1	%			
			%	%								
1	S0862	PP1 10 cm	--	--	--	--	--	3.664	0.183	2.126	--	--
2	S0863	PP1 20 cm	--	--	--	--	--	1.221	0.081	0.708	--	--
3	S0864	PP1 30 cm	--	--	--	--	--	0.550	0.027	0.319	--	--
4	S0865	PP2 10 cm	--	--	--	--	--	2.443	0.122	1.417	--	--
5	S0866	PP2 20 cm	--	--	--	--	--	1.466	0.073	0.860	--	--
6	S0867	PP2 30 cm	--	--	--	--	--	0.916	0.046	0.531	--	--
7	S0868	PP3 10 cm	--	--	--	--	--	2.198	0.110	1.276	--	--
8	S0869	PP3 20 cm	--	--	--	--	--	1.853	0.095	1.098	--	--
9	S0860	PP3 30 cm	--	--	--	--	--	1.099	0.055	0.638	--	--
10	S0861	PC1 10 cm	--	--	--	--	--	2.076	0.104	1.204	--	--
11	S0862	PC1 20 cm	--	--	--	--	--	1.160	0.058	0.673	--	--
12	S0863	PC1 30 cm	--	--	--	--	--	0.855	0.043	0.486	--	--
13	S0864	PC2 10 cm	--	--	--	--	--	1.404	0.070	0.816	--	--
14	S0865	PC2 20 cm	--	--	--	--	--	0.916	0.046	0.531	--	--
16	S0866	PC2 30 cm	--	--	--	--	--	0.366	0.018	0.213	--	--
17	S0867	PC3 10 cm	--	--	--	--	--	2.687	0.134	1.568	--	--
17	S0868	PC3 20 cm	--	--	--	--	--	1.710	0.086	0.992	--	--
18	S0869	PC3 30 cm	--	--	--	--	--	1.160	0.058	0.673	--	--


Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA



DR. LUIS GERMAN MANAYLLA MINAYA
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531



ANÁLISIS DE SUELOS

LASAE



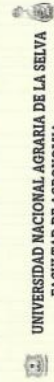
1. DATOS

SOLICITANTE:	RAMIREZ PANDURO GIANCARLO	MUESTREO POR:	RAMIREZ PANDURO GIANCARLO MARCELO
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCIÓN:	7/07/2023
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	7/07/2023
DISTRITO:	RUPA RUPA	RECIBO O FACTURA:	17/07/2023
SECTOR:	SANTO DOMINGO DE ANDA		18252
CASERIO:	MOHENA	OBSERVACION:

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS		M.O.	N	C
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA			
1	S1001	PC 1 - 10	%	%	%
2	S1002	PC 1 - 20	3.039	0.152	1.763
3	S1003	PC 1 - 30	1.763	0.088	1.023
4	S1004	PC 2 - 10	1.520	0.076	0.881
5	S1005	PC 2 - 20	3.769	0.188	2.186
6	S1006	PC 2 - 30	2.249	0.112	1.305
7	S1007	PC 3 - 10	1.580	0.079	0.917
8	S1008	PC 3 - 20	3.100	0.155	1.798
9	S1009	PC 3 - 30	2.371	0.119	1.375
10	S1010	PP 1 - 10	1.156	0.058	0.670
11	S1011	PP 1 - 20	3.526	0.176	2.045
12	S1012	PP 1 - 30	2.663	0.128	1.481
13	S1013	PP 2 - 10	1.824	0.091	1.058
14	S1014	PP 2 - 20	2.492	0.125	1.446
15	S1015	PP 2 - 30	2.067	0.103	1.199
16	S1016	PP 3 - 10	1.702	0.085	0.887
17	S1017	PP 3 - 20	4.012	0.201	2.327
18	S1018	PP 3 - 30	2.918	0.146	1.692
			2.310	0.115	1.340

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este Informe sin la autorización escrita del LASAE. Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA

[Signature]
ING. LUIS GERMAN MANSILLA MINAYA
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología





ANÁLISIS DE SUELOS

1. DATOS

SOLICITANTE:	RAMIREZ PANDURO GIANCARLO MARCELO	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCIÓN:	18/10/2023
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	18/10/2023
DISTRITO:	ANDA	FECHA DE REPORTE:	23/10/2023
CASERÍO:	MOHENA	RECIBO O FACTURA:	27082
CULTIVO:	PLATANO PP - CACAO PC	OBSERVACION:	FUNDO HUGO (PP) Y FUNDO KETTY (PC)

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS	ANÁLISIS MECÁNICO				pH	CE		M.O.	N	C
		Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural		dS/m	%			
	CODIGO DEL LAB.	DATOS DEL SOLICITANTE									
1	S1465	PP1-10cm	--	--	--	1:1	1:1	%	2.914	0.146	1.690
2	S1466	PP1-20cm	--	--	--	--	--	%	2.716	0.136	1.576
3	S1467	PP1-30cm	--	--	--	--	--	%	2.272	0.114	1.318
4	S1468	PP2-10cm	--	--	--	--	--	%	3.111	0.156	1.805
5	S1469	PP2-20cm	--	--	--	--	--	%	3.013	0.151	1.748
6	S1470	PP2-30cm	--	--	--	--	--	%	2.815	0.141	1.633
7	S1471	PP3-10cm	--	--	--	--	--	%	3.655	0.183	2.120
8	S1472	PP3-20cm	--	--	--	--	--	%	3.210	0.161	1.862
9	S1473	PP3-30cm	--	--	--	--	--	%	2.766	0.138	1.604
10	S1474	PC1-10cm	--	--	--	--	--	%	3.210	0.161	1.862
11	S1475	PC1-20cm	--	--	--	--	--	%	3.062	0.153	1.776
12	S1476	PC1-30cm	--	--	--	--	--	%	2.914	0.146	1.690
13	S1477	PC2-10cm	--	--	--	--	--	%	3.358	0.168	1.948
14	S1478	PC2-20cm	--	--	--	--	--	%	3.260	0.163	1.891
15	S1479	PC2-30cm	--	--	--	--	--	%	3.013	0.151	1.748
16	S1480	PC3-10cm	--	--	--	--	--	%	3.358	0.168	1.948
17	S1481	PC3-20cm	--	--	--	--	--	%	3.111	0.156	1.805
18	S1482	PC3-30cm	--	--	--	--	--	%	2.761	0.138	1.601



Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE. Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Anexo 3. Panel fotográfico



Figura 5. Recolección de muestras de suelo en cultivos de plátano (*M. paradisiaca* L.)



Figura 6. Calicata de 30 cm de profundidad para la recolección de muestras de suelo



Figura 7. Secado de muestras de suelo al aire libre



Figura 8. Muestras de hojarasca dentro de bolsas de papel introducidas a la estufa para el secado



Figura 9. Muestra de raíces seca dentro de una bolsa de papel para el pesado

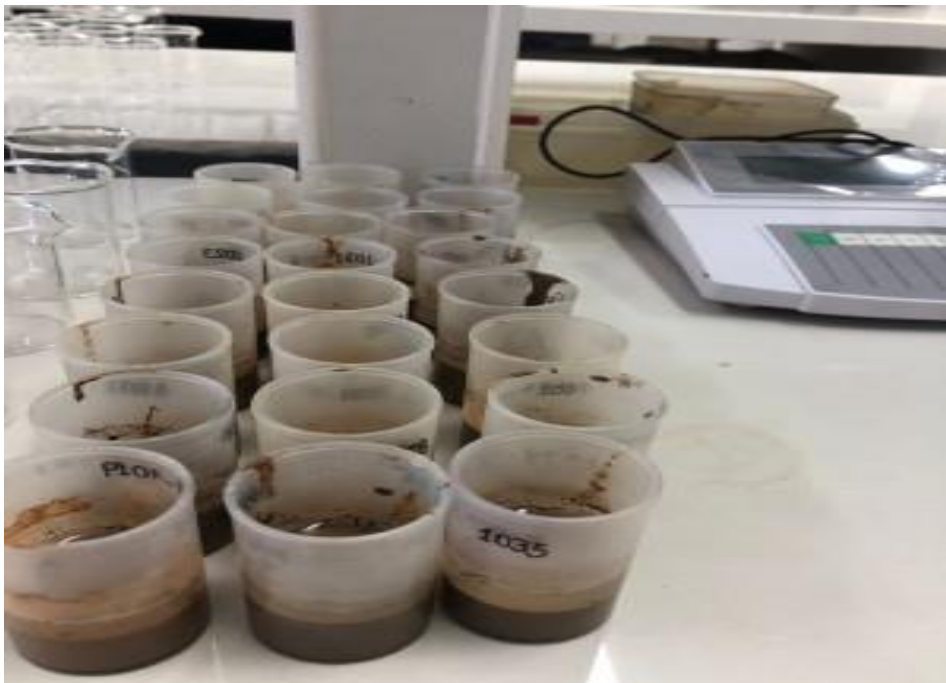


Figura 10. Muestras de suelo para su respectivo análisis en el laboratorio

Anexo 4. Plano de ubicación

