



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Influencia del Sistema de Uso de Suelo en la Capacidad de Almacenamiento de Carbono en Suelos Alto andinos, Huamanga-Ayacucho, 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental**

AUTORA:

Pillaca Gomez, Sonia Maribel (ORCID: 0000-0003-0679-5580)

ASESORA:

Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline (ORCID: 0000-0002-9965-9678)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2018

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, a mis hermanos y las personas que me han sido mi fuente de motivación; Luciano, Miranda, Patricia y al gran compañero que estuvo ahí, con su apoyo y el amor de todos mis seres queridos, a ustedes les dedico este logro.

Agradecimientos

Quiero agradecer a dios por cuidarme y guiar mi camino para lograr con éxito el termino de hacia el cumplimiento de los sueños más importantes, a mis padres, a mis seres queridos y amigos por haberme aconsejado y apoyado en todo momento, así como a mis asesores el Dr. José Eloy Cuellar, Mg. Rita Cabello Torres, por sus buenos consejos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	10
III.	METODOLOGÍA	26
3.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.2	VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	26
3.2.1	Variables	26
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA	27
3.3.1	Población	27
3.3.2	Muestra:	28
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	30
3.4.1	Técnica.....	32
3.4.2	Instrumentos de recolección de datos.....	32
3.4.3	Validez y confiabilidad del instrumento	33
3.5	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	34
3.5.1	Método de recojo de datos.....	34
3.5.2	Potencial de hidrogeno (pH).....	34
3.5.3	Determinación de Conductividad eléctrica	35
3.5.4	Contenido de Humedad (%).....	36
3.5.5	Materia orgánica (MO)	37
3.5.6	Densidad aparente (DA).....	39
3.5.7	Densidad Real.....	40
3.5.8	Carbono Orgánico en suelo.....	41
3.5.9	Calculo para la determinación biomasa y carbono en la vegetación arbustiva y herbácea	43
3.6	ASPECTOS ÉTICOS	46
IV.	RESULTADOS	47
V.	DISCUSIÓN	66
VI.	CONCLUSIONES	68
VII.	RECOMENDACIONES	69
	REFERENCIAS	70

Índice de tablas

Tabla N° 1: Matriz de operacionalización de las variables de la investigación..	79
Tabla N° 2: coordenada de los 4 puntos de muestreo de pastizales andinos...	43
Tabla N° 3: coordenada de los 4 puntos de muestreo de <i>Eucalyptus globulus</i>	45
Tabla N° 4: Validación de expertos	49
Tabla N° 5: Prueba de confiabilidad alfa de crombach	50
Tabla N° 6: Determinación de pH	66
Tabla N° 7: Determinación de Contenido de Humedad (%).....	69
Tabla N° 8: Determinación de Contenido de Materia orgánica (%).....	71
Tabla N° 9: Determinación de la Densidad aparente	73
Tabla N° 10: Determinación de la Densidad real	75
Tabla N° 11: Carbono en Biomasa arbustiva herbácea	77
Tabla N° 12 Contenido de carbono total tC / ha en suelo	79
Tabla N° 13: Prueba de significancia de la influencia que existe entre el sistema de uso de suelo y el almacenamiento de carbono	81
Tabla N°14: Prueba de significancia de la influencia que existe entre las propiedades físicas del suelo y el almacenamiento de carbono	82
Tabla N° 15: Prueba de significancia de la influencia que existe entre las propiedades químicas del suelo y el almacenamiento de carbono	81

Índice de Imágenes

Imagen N° 1: Carbono global piscinas y flujos	29
Imagen N° 2 Mapa de ubicación de la zona de estudio	43
Imagen N°3: puntos de ubicación de la zona de pastizales andinos.....	45
Imagen N° 4: puntos de ubicación de la zona de <i>Eucalyptus globulus</i>	46
Imagen N° 5: Proceso para determinar Ph.....	51
Imagen N° 6: Proceso para determinar humedad	53
Imagen N° 7: Proceso para determinar materia orgánica.....	54
Imagen N°8: Proceso para determinar DA	56
Imagen N° 9: Proceso para determinar densidad real.....	57
Imagen N° 10, Proceso para determinar DR en el picnómetro.....	59
Imagen N°11, Proceso para determinar carbono	62

Índice de gráficos

Grafico N° 1: Determinación de pH	67
Grafico N° 2: Determinación de la Conductividad eléctrica del suelo (CE).....	68
Grafico N° 3, Determinación de contenido de humedad.....	70
Grafico N° 4: Determinación de materia orgánica en tres sistemas	72
Grafico N° 5: Determinación de la Densidad aparente del suelo.....	74
Grafico N° 6, Determinación de la Densidad Real.....	76
Grafico N° 7: Contenido de carbono en biomasa arbustiva y herbácea	78
Grafico N° 8: Contenido total de Carbono por sistema.....	80
Grafico N° 9: Distribución de chi – cuadrado para determinar la hipótesis.....	81
Grafico N° 10: Distribución de chi – cuadrado para determinar la hipótesis específica 1	83
Grafico N° 11: Distribución chi – cuadrado, para determinar la hipótesis específica 2	84

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en la Provincia de Huamanga – Ayacucho, con el objetivo de Evaluar la influencia del sistema de uso de suelo, en la capacidad de almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, en la provincia de huamanga, Ayacucho 2018. se establecieron tres sistemas de suelo con tres parcelas por sistema, se tomó muestra compuesta para extraer una muestra representativa por cada parcela, para determinar el carbono almacenado en el suelo, se utilizó la metodología del IPCC (Panel Intergubernamental del cambio climático), que arrojó que los pastizales andinos tiene una mayor capacidad para almacenar carbono con promedio de 36.4, mientras que el sistema de *Eucalyptus globulus* la concentración de carbono es menor con un valor de 23.85, el carbono en biomasa dio de promedio en S1 de 0.5 tC / ha, mientras que en el S2 dio un valor promedio de 0.346 tC / ha y por último la muestra en blanco dio una valor promedio de 0.284 tC / ha, los valores encontrados en S1 tiene mayor carbono en el suelo comparado con S2 y S3, sim embargo se debe tener en cuenta que dicha capacidad es influenciado por parámetros fisicoquímicos y manejo de los sistemas.

Palabras clave: Sistema de uso, carbono, influencia, suelos altoandinos

Abstract

This research work was carried out in the Province of Huamanga - Ayacucho, with the objective of evaluating the influence of the land use system on the carbon storage capacity in high Andean soils, in the province of Huamanga, Ayacucho 2018. established three soil systems with three plots per system, a composite sample was taken to extract a representative sample for each plot, to determine the carbon stored in the soil, the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) methodology was used, which showed that The Andean grasslands have a greater capacity to store carbon with an average of 36.4, while the Eucalyptus globulus system the carbon concentration is lower with a value of 23.85, the carbon in biomass averaged 0.5 tC / ha in S1, while that in S2 gave an average value of 0.346 tC / ha and finally the blank sample gave an average value of 0.284 tC / ha, the values found in S1 has higher carbon in the soil compared to S2 and S3, however it must be taken into account that said capacity is influenced by physicochemical parameters and management of the systems.

Keywords: System of Use, carbon, influence, high Andean soils

I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación busca determinar la influencia que posee los diferentes sistemas de uso de suelo en el almacenamiento de carbono, ya que dependiendo del uso que se dé al suelo dependerá la capacidad para almacenar materia orgánica el cual favorece al almacenamiento de carbono, es así que la acumulación de carbono responde a distintos factores como las propiedades físicas y químicas del suelo no obstante la biomasa existente tanto en la superficie como debajo, contribuye en gran medida al almacenamiento de carbono.

Los factores físicos del suelo como la densidad aparente, los diferentes porcentajes de materia orgánica que en el suelo se encuentran, así como otras propiedades fisicoquímicas que conforma el suelo, condiciona la capacidad de almacenamiento de carbono que tiene dicho suelo. Estos parámetros físicos y químicos que puedan existir en el entorno del suelo son primordiales para determinar la fertilidad del suelo, ya que de ello depende la producción de biomasa subterránea así lo menciona (Cuellar & Salazar. 2015, p.31). Por otro lado, la biomasa que se encuentra sobre el suelo permite enriquecimiento del suelo, donde los componentes orgánicos, como tejidos de hojas, tallos y raíces aportan polímeros complejos, celulosa y lignina, que contribuyen a la acumulación de materia orgánica, y a un mejor almacenamiento de carbono (Martínez, Fuentes & Acevedo. 2008).

Mediante esta investigación se busca determinar cuál de las dos especies en estudio tiene mayor capacidad de almacenamiento de carbono, dentro de las cuales tenemos el sistema de *Eucalyptus Globulus* que es una especie foránea muy utilizada y comercializada que se adaptado perfectamente a condiciones de serranía, el cual permite su desarrollo, expansión y contribución a la captura de carbono, otra de las especies son los pastizales andinos que son oriundas del lugar y que se han desarrollado naturalmente y que actualmente se degrada debido a la poca información con la que cuentan los lugareños de la zona, perdiendo el valor que pueden significar en cuanto capacidad de almacenamiento de carbono.

Por ello el trabajo de investigación tiene por objetivo evaluar la influencia del sistema de uso de suelo, en la capacidad de almacenamiento de carbono en suelos Altoandinos en la provincia de Huamanga, Ayacucho. Donde a través de esta investigación se busca ampliar la información en cuanto a la influencia que poseen los suelos en la capacidad de almacenar carbono.

Durante ciclos se han venido dando sucesos extraordinarios no solo en nuestro país sino también a nivel mundial; tornados, huracanes, ciclones, tormentas, deslizamientos, huaycos e inundaciones, ha puesto en zozobra a pueblos enteros, comunidades y familias que han quedado devastados por estos sucesos, no es difícil encontrar un culpable para estos eventos, hoy en día gracias a todos los avances científicos y tecnológicos podemos decir con certeza que se debe al Cambio Climático como resultado de los diversos gases que son emitidos al medio ambiente, la idea de reducir ha cobrado importante interés de nuestras más grandes autoridades, diversos países han unido esfuerzos por mitigar esta situación.

Es así que la preocupación por reducir los diversos gases de efecto invernadero entre ellas principalmente el dióxido de carbono, toma gran importancia en los diferentes países que buscan a través de mecanismos de desarrollo limpio como la conservación y reforestación de bosques luchar contra este problema, actualmente gran parte de las investigaciones se centran en los bosques, dejando de lado zonas con gran potencial para acumular estos gases, son pocos los estudios que se realizan al suelo y en particular a la influencia que tienen los sistemas de uso de suelo en el almacenamiento de carbono. La serranía peruana y en especial el departamento de Ayacucho que tiene el privilegio de contar con extensas áreas de bosques andinos, con suelos ricos en nutrientes que permite el desarrollo de ecosistemas andinos, que beneficia a la acumulación de CO₂, conforme lo indica (Roque, 2017) "En la Región de Ayacucho existen 44 zonas de vida de las 84 que existen en todo el Perú y 94 especies nativas de las 269 especies de flora endémica están en este departamento" (p. 5). Es así que el departamento de Ayacucho no solo se caracteriza por su variada biodiversidad, si no también, gracias a sus pisos

altitudinales, permite la generación de diversos servicios ambientales como el almacenamiento y captura de carbono en el suelo y otros servicios importantes que buscan mantener la armonía entre el hombre y la naturaleza.

La falta de investigación que contribuya a fortalecer la información que aporte conocimientos de las bondades que posee el suelo para almacenar carbono cobra gran importancia en investigar distintos sistemas de usos de suelo, que se desarrolla en la serranía peruana y en especial en el Departamento de Ayacucho, donde se ha encontrado que los suelos de esta parte de la serranía permite la adaptación de distintas especies foráneas, como por ejemplo el pino y el eucalipto o *Eucalyptus globulus*, entre otras especies tanto nativas como foráneas que contribuyen en menor o mayor porcentaje a la acumulación de dióxido de carbono.

El departamento de Ayacucho, es importante porque es uno de los principales centros abastecedores en cuanto a productos agrícolas se refiere el cual genera que sus agricultores tengan una gran demanda por el uso del suelo, lo que genera que gran parte de pastizales y otros recursos naturales se ven amenazados, debido al cambio de uso de suelo que se da por falta de información e implementación de metodologías que vayan de la mano con la conservación y el aprovechamiento del suelo. Según el Plan Estratégico Regional Agrario – Ayacucho 2009-2015, Ministerio de Agricultura (MINAGRI), la agricultura es uno de los sectores con bajo nivel de desarrollo agrario y rural esto se ve demostrado por los escasos ingresos de rentabilidad y competitividad (p.28).

La falta de información y la poca investigación que se da en esta parte del territorio genera que los campesinos dedicados a la agricultura, pastoreo u otra actividad que conlleve al uso inadecuado del suelo generando la pérdida de carbono orgánico acumulado en el suelo, la pérdida de carbono se da producto de la erosión que sufre el suelo o también por la disolución de las propiedades físico químicas que posee el suelo. No obstante, otro factor importante en la pérdida de C orgánico del suelo, son los incendios forestales, plagas y otras perturbaciones que comprometan que los sistemas de uso de suelo, no permita mantener los depósitos de C y sean drenados, sumando más cantidad de gases contaminantes a la atmósfera (Aalde, H.et. al., 2006, p.4.27). El cambio de uso de suelo, el crecimiento poblacional, el uso de fertilizantes y otros factores genera que se pierda gran parte de materia

orgánica a causa de la erosión del suelo por ende la evacuación del carbono acumulado, de acuerdo a la realidad planteada se enuncia los siguientes problemas del tema de estudio.

Para ello se detalla el problema general

- ✓ ¿Cuál es la Influencia del Sistema de Uso de Suelo, en la Capacidad de Almacenamiento de Carbono en Suelos Altoandinos, en la provincia de Huamanga, Ayacucho 2018?

Problemas específicos

- ✓ ¿En qué medida influyen las propiedades físicas del suelo en el almacenamiento de Carbono en Suelos Altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018?
- ✓ ¿En qué medida influyen las propiedades químicas del suelo en el almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018?

Según PUIGNAU (2008) conocer “los principales problemas derivados del manejo inadecuado del suelo como la: erosión, compactación (pie de arado), planchado (gateo) y descalce” (p.34), el tema de la degradación en los suelos, es uno de los principales factores que preocupa en la serranía peruana, si se sabe que a través de la degradación del suelo es inevitable que se dé la pérdida de carbono en el suelo, tomando en cuenta que el suelo se comporta como receptor así como emisor de carbono, por lo tanto el conocimiento de la capacidad de almacenamiento de carbono bajo el suelo altoandino con influencia de los diferentes sistemas de uso de suelo, es importante para la toma de decisiones como medidas de desarrollo y mitigación al cambio climático. Sobre este punto mucho son los temas de discusión por distintos actores, por ello se ve la necesidad de conocer el

comportamiento de los sistemas de uso de suelo en el almacenamiento de carbono, para promover acciones que busquen a través del conocimiento en la capacidad de almacenamiento que tienen estos dos sistemas en estudio, para así a través de tecnologías limpias y un sistema de gestión en recursos se logre un desarrollo social, económico y sostenible a favor de los campesinos y la población en su conjunto ya que la mitigación al cambio climático es un tema de interés público.

Mirar en retrospectiva hacia el pasado permite ver que la aptitud de la tierra para sostener la vida está disminuyendo a ritmo preocupante, debido a que el hombre incrementa el uso de nuestros recursos. Es así que el cambio de uso y cobertura del suelo en gran parte del Perú es tema importante, ya que de ello depende la reducción de CO₂, diversos son los temas en cuanto al aprovechamiento del suelo desde la agricultura a gran escala hasta una agricultura amigable con el ambiente, el desarrollo de la agricultura a través de técnicas mejoradas hoy en día es de gran ayuda en la mitigación al cambio climático a través de minimización en las emisiones que genera la agricultura y otras fuentes por medio del almacenamiento de carbono en la biomasa de las plantas y el suelo” (FAO, 2018).

Los sistemas de uso de suelo bajo en emisiones incrementa la capacidad de almacenamiento de carbono, a su vez permite incrementar la productividad en capturar carbono (servicio ambiental), el cual permite establecer medidas de desarrollo y mitigación al cambio climático, a través de proyectos de conservación y expansión de los sistemas de uso de suelo, el cual permitirá favorecer tanto a las comunidades, como al propio suelo, ya que a mayor extensión de los sistemas de uso de suelo se garantiza la conservación de los servicios ambientales.

No obstante “los proyectos de forestación y reforestación bajo el MDL son objeto de controversia en lo que respecta a sus impactos ambientales. (...) sobre todo para para plantaciones de eucalipto y pino” (SALINAS, Z., HERNÁNDEZ, P., 2008, p. 86).

Son pocas las metodológica que se aplican en la actualidad en base a estudios sobre el almacenamiento de carbono en el suelo, de acuerdo a la poca información que existe podemos ver que una de las metodologías aplicadas en determinar la capacidad de almacenamiento de carbono en el suelo es la aplicación de metodologías destructivas y no destructivas dependiendo de la zona y entorno en el que se desarrollara el estudio, no obstante, la comparación que se dé entre una y otra es importante ya que, de ello depende los valores que puedan dar como resultado.

De acuerdo con los autores CUELLAR & SALAZAR. (2015) Una de las metodologías que emplearon en el estudio la Dinámica del Carbono Almacenado en los Diferentes Sistemas de Uso de la tierra en el Perú, se basó en la selección del escenario estudio y el establecimiento de parcelas, el cual se dará a través de clústeres en los sistemas que hayan sufrido el cambio de uso de suelo, así como los sistemas nativos del área de estudio. La metodología está basada en la combinación de metodologías destructivas y no destructivas que son validadas por el panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC).

A nivel tecnológico el mal manejo del suelo está generando grandes problemas de erosión, la agricultura, los fertilizantes, la ganadería, el uso intensivo al que es sometido el suelo y otros factores inciden en la pérdida de suelo, sin embargo para PUIGNAU (2008) “los principales problemas derivados del manejo inadecuado del suelo son: erosión, compactación entre otros” así mismo también se menciona que “el mal manejo del suelo, ocasiona problemas de erosión, especialmente en el secano costero y precordillera andina” (p.34).

Si bien es cierto el mal manejo del suelo genera la erosión de la estructura edáfica del suelo, esto se puede revertir a través de la aplicación de nuevas tecnologías, que aporten técnicas para un manejo adecuado del suelo, la agroforestería juega un papel importante en el manejo y gestión de recursos naturales, ya que a través de estas metodologías se busca el desarrollo económico, social y ambiental que contribuya con la comunidad y la sociedad a través de la mitigación al cambio climático.

Económica, Según la INEI (2015-2016) la sierra rural posee un índice de pobreza de 47.8%, en la cual en la cual Ayacucho se encuentra entre “los departamentos con mayor índice de pobreza (32.4% y 36.1%)”. La población ayacuchana se dedica en su gran mayoría a la agricultura, el sembrío de papa, el maíz, la quinua entre otros, lo que genera que este departamento sea netamente agricultor, sin embargo esto no es sinónimo de desarrollo para sus habitantes, ya que muchos de estos productos dependen del mercado nacional e internacional, por solo mencionarlo el año pasado agricultores se vieron afectados por la abrupta caída en el precio de la papa, lo que origino diversas manifestaciones por parte de los agricultores, poniendo en peligro sus vidas y creando una inestabilidad económica de sus pobladores. No obstante, esta parte del Perú goza de extensas áreas de suelo rico en nutrientes y con capacidad de producir bienes y servicios, que permitan el desarrollo de la comunidad y su entorno.

Dentro de la investigación se considera las siguientes hipótesis que permita determinar la influencia que posee el suelo en la capacidad de almacenamiento de carbono:

Hipótesis general

- HG1: Existe una influencia entre el Sistema de Usos de Suelo y la Capacidad de Almacenamiento de Carbono en Suelos Altoandinos, en la provincia de Huamanga, Ayacucho 2018.

Teorías relacionadas al tema de investigación:

YARANGA, & CUSTODIO, (2013) realizó determino como las especies de pastizales naturales, tienen la capacidad de almacenar carbono, a su vez describió las distintas características que posee la vegetación, stipa ichu entre otros, esto permitió hallar como resultado que la especie que mayor porcentaje de carbono almacena fue Stipa ichu.

PARA CUELLAR, J. & SALAZAR, E. (2015) afirma que “los pastos altoandinos están formados por un grupo numeroso de plantas que

pertencen a las gramíneas, pseudogramíneas, hierbas y arbustos, el cual se distinguen por su morfología” (p.112).

Hipótesis específicas 1

- Existe una influencia entre las propiedades físicas del suelo y el almacenamiento de Carbono en Suelos Altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018.

Teorías relacionadas al tema de investigación:

Para CUELLAR, J. & SALAZAR, E. (2015) afirma que “los pastos altoandinos están formados por un grupo numeroso de plantas que pertenecen a las gramíneas, pseudogramíneas, hierbas y arbustos, el cual se distinguen por su morfología” (p.112).

Para los autores Martínez, fuentes & Acevedo (2008) afirman que una de las propiedades físicas como la porosidad afecta, además, el crecimiento de las raíces de los cultivos, de acuerdo a los poros existentes en el suelo dependerá la capacidad de retención de agua del suelo y esto a su vez depende de la cantidad de materia orgánica que en ella exista, es decir a mayor cantidad de materia orgánica mayor retención y porosidad tendrá el suelo, el cual puede ser calculado con la densidad real y la densidad aparente.

Hipótesis específicas 2

- Existe una influencia entre las propiedades químicas del suelo y el almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018.

Teorías relacionadas al tema de investigación:

Los materiales orgánicos, los tejidos de hojas, tallos y raíces aportan polímeros complejos como celulosa y lignina, el cual contribuye a la acumulación de materia orgánica, y a un mejor almacenamiento de carbono (MARTÍNEZ, FUENTES & ACEVEDO. 2008).

Según, FIGUEROA, M. Y REDONDO, S. (2008) mencionan que “dentro de este tipo de explotación existen dos tipos de árboles que dominan sobre el resto, los eucaliptos y los pinos” (p.90). Se debe tener en cuenta que factores como la vegetación es predominante en la formación de carbono en el suelo ya que provee de la materia orgánica, y nutrientes requeridos para su formación.

Los autores CUELLAR, J. & SALAZAR, E. (2015) mencionan que los “factores físicos del suelo la textura y estructura del suelo condicionan las características de porosidad y drenaje interno, las cuales son importantes al momento de evaluar la fertilidad del suelo, ya que de ello depende la producción de biomasa subterránea” (p. 31).

Finalmente a través de esta investigación se busca determinar el siguiente objetivo general, así como los siguientes objetivos específicos.

Objetivo General:

- Evaluar la Influencia del Sistema de Uso de Suelo, en la Capacidad de Almacenamiento de Carbono en Suelos Altoandinos, en la provincia de Huamanga, Ayacucho 2018.

Objetivos específicos

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Determinar cómo influyen las propiedades físicas del suelo en el almacenamiento de Carbono en Suelos Altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018.
- Determinar las propiedades químicas del suelo y cómo influyen en el almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018.

II. MARCO TEÓRICO

Esta investigación, busca a través de la influencia de los diferentes sistemas de uso de suelo, establecer cuál es la capacidad de almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, por lo cual

LLAMUCA, J. (2015) realizó el trabajo de tesis *“Determinación de carbono en el suelo de bosque nativos de ceja andina en el sector Guangra, Parroquia Achupallas, Cantón Alausi, Provincia de Chimborazo”*, dicho estudio se presentó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Facultad de Recursos Naturales, su objetivo es determinar el carbono en el suelo de bosques nativos en ceja andina en el sector Guangra, parroquia Achupallas, cantón Alausi, provincia de Chimborazo. Para desarrollar esta investigación se usó el método de pérdida de carbono por Ignición que consistió en evaluar la pérdida de peso de una muestra de suelo luego de ser sometidas a temperaturas de 430 °C, durante 24 h. dicha temperatura permite la oxidación de la MO. El empleo de este método se hizo no solo por su precisión en los valores, sino también porque permitió hallar como resultado que la mayor concentración de carbono se encuentra a altitudes de 2090 – 3070 msnm, obteniendo un valor de 256,70 ton C ha, mientras que a altitudes de 3240 – 3270 msnm, la reserva de carbono es de 247,87 ton C ha, en la altitud de 3200 – 3230 el carbono almacenado es de 241,83 ton C ha, con valor de C almacenado es de 241,83 ton C ha. Se debe tener en cuenta que el carbono almacenado en estos suelos depende de muchos factores como la biodiversidad, MO, entre otros, finalmente se menciona que el carbono almacenado en el suelo de área boscosa siempre Verde que está ubicado en Ceja Andina del sector Guangra entre las profundidades de 0 a >30 cm mediante el método de Lost Ignición tenemos 252,57 ton C ha, mientras que por combustión por Dumas en el equipo flash 2000 dio un resultado de 248,80 ton C ha.

ORTIZ, K & MORENO, E. (2015) en la investigación *“Incidencia de la Mesofauna en el Almacenamiento de Carbono Orgánico total en los suelos del páramo de la comunidad de Guangopud Parroquia Juan de Velasco Cantón Colta”* investigación realizada para la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo –Facultad de

Ciencias, la cual tuvo como objetivo; determinar cómo incide la mesofauna en la acumulación de carbono en el suelo de páramo en la comunidad de Guangopud, parroquia Juan de Velasco, donde se aplicó la metodología de muestreo de mesofauna y el muestreo de turriculo, de esta forma se logró hallar el contenido de carbono en suelos de origen volcánico el perfil (A) tiene un alto contenido de carbono, cuyo valor medio es de 77,83 % de carbono edáfico, de esta forma los sectores menos intervenidos el desarrollo de la mesofauna es evidente en la parte alta con un valor de 49,87 % de carbono orgánico, finalmente la relación del aporte de contenido de carbono por parte de la mesofauna edáfica es proporcional al contenido total, sumado a una serie de factores que hacen posible el desarrollo de la biota del suelo, el grado de intervención también es evidente debido a que los sitios con baja presión antrópica son altos para el desarrollo de la biota del suelo la mayor concentración de carbono de la mesofauna edáfica, es así que la concentración de carbono del suelo es de 60,10 %.

ANDRADE, A. y YÉPEZ, H. (2014) elaboro la investigación titulada *“Almacenamiento de Agua y Cuantificación de Carbono en el Ecosistema Paramo dentro de un Esquema Global Environment Outlook (GEO), caso de Estudio: Paramo de Pintag-Cuenca Alta de Rio Pita”* fue presentada para la Escuela Politécnica Nacional – facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, donde tuvo como objetivo analizar la capacidad de secuestro de carbono y capturar agua de los suelos de los páramos, como parte del esquema Global Environment Outlook sobre los tipos de cobertura, para ello se aplicó la metodología de EIA-GEO considero cinco elementos básicos: fuerzas motrices, presiones, estado y tendencias, impactos y respuestas, esto permitió dar como resultado que la materia orgánica y carbono realizados en laboratorio para los suelos de la área A la materia orgánica (MO) reporto valores de 13,12 % en el área 11,86 % y B, estos resultados son influenciados por la diversos factores como el clima, la humedad, altitud y la vegetación, aplicando la ecuación (4.19) de Ibrahim y otros (2007), se tiene que el carbono almacenado en el suelo de los pajonales alcanza los 168 T/ha, en conclusión menciona que el detrimento o alteración de la capa vegetal de los páramos, sufren un impacto negativo debido a la mal aprovechamiento por parte del hombre, lo cual genera que se pierda la capacidad de acumulación del agua en

el suelo, como en el poder de secuestro de carbono tanto en suelo como en zona boscosa.

LLANOS, E. & ESCANDÓN, J. (2016) realizaron la investigación para la obtención del título de Ingenieros Agrónomos que lleva por título "*Almacenamiento de Carbono en el suelo bajo tres tipos de cobertura vegetal en los páramos andinos en la cuenca del Rio Paute*", la cual fue presentada a la Universidad de Cuenca – Facultad de Ciencias Agropecuarias, dicha investigación tiene por objetivo principal es generar una información tecnicada en cuanto al almacenamiento de carbono en los páramos de la región andina, sur del Ecuador. La metodología empleada se basó en instalar una cierta cantidad de lugares de muestreo distribuidos en paramo intervenido y en paramo no intervenido, para ello se ha distribuido en tres pisos altitudinales que van desde los 2500 aproximadamente hasta los 3600 msnm. Así mismo se obtuvo como resultado que el COS que está ubicado a una distancia corta de la superficie del suelo y a altitudes comprendidas entre los valores de P2: 3200 – 3599 msnm arrojaron mayores valores, mientras que a altitudes de P1: 2800 – 3200 se registraron valores menores. Por otro lado, se analizó de igual forma que el carbono orgánico del suelo (COS) a 30 cm tiene una mayor capacidad de aporte que el COS ubicado a 10 cm de profundidad, que está ubicado en los primeros estratos. Finalmente podemos concluir que el carbono del suelo se encuentra en gran cantidad en los lugares ubicados a más altitud que están comprendidos a altitudes menores es decir en los 3200, y los 3500 msnm, así mismo se notó que estos suelos se caracterizan por ser suelos Andosoles es decir ricos en materia orgánica el clima y una temperatura adecuada hace propicio que la descomposición de la materia orgánica sea más lenta por ende una mayor retención del carbono orgánico en el suelo.

YARANGA, R. & CUSTODIO, M. (2013) realizó el tema de investigación "*Almacenamiento de carbono en pastos naturales altoandinos*" se realizó para la Universidad Nacional del Centro del Perú – Facultad de Zootecnia, el cual tuvo como objetivo determinar la eficiencia en el almacenamiento de carbono en la especies de pastos nativos, bajo un método especial para cada especie, de tal forma que se pueda estimar la cantidad de carbono secuestrado en esta área, la

ubicación del estudio se caracteriza por evidenciar flora muy diversificada, tanto en especies temporales como permanentes, de crecimiento erguido y acaparrado, la especies: *Stipa Ichu* entre otros, esto permitió hallar como resultado que la especie que mayor porcentaje de carbono almacena fue *Stipa Ichu* tanto en biomasa aérea como en biomasa radicular, lo que permite llegar a la conclusión que la correlación entre el peso de la biomasa aérea y la biomasa radicular de las especies de pastos naturales altoandinos *Stipa Ichu* y otras especies resultaron altamente significativos con valores altos, por último la concentración de carbono en los cinco especies de pastos es superior al promedio.

CHÁVEZ, F. (2003), Realizo la tesis que lleva por título “Estimación de captura de carbono en cuatro especies de pastos: *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbes*, *Pennisetum purpureun* y *Saccharum sinensis* en cuñunbuque - San Martín”, para la universidad Nacional de San Martín Facultad de Ciencias Agrarias el cual tuvo como objetivo cuantificar las reservas de carbono de la biomasa aérea, en la hojarasca y en el suelo en cuatro especies de pastos *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbes*, *Pennisetum purpureun* y *Saccharum sinensis* en el distrito de cuñunbuque, Provincia de Lamas, Departamento de San Martín, la metodología empleada en el estudio es el diseño por bloques completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones. En el cual se obtuvo como resultado que la mayor cantidad de carbono se encontraba en la hojarasca del suelo se obtuvo con *brachiaria decumbes* con un total de 16 469.00 Kg/ha. Así mismo *Brachiaria decumbes* fue la gramínea que presentó mayor acumulación de carbono en el suelo con un valor de 19 890.00 Kg/ha, finalmente menciona que la mayor acumulación de carbono total se presentó en *Brachiaria decumbes* con un total acumulado en el suelo.

Maquera, D. (2017) realizó la tesis para “*Determinación del Contenido de Carbono por Especie Forestal en Bosque del CIO Camacani – UNA – Puno por Titulación*” la cual ha sido presentada en la Universidad Nacional del Altiplano – Facultad de Ingeniería Química, la cual tuvo como objetivo Determinar la cantidad de carbono por especie, en los rodales de eucalipto, ciprés y pino en el bosque del Centro de Investigación y Producción CIP – Camacani UNA – Puno, por titulación. Donde se encontró que el contenido de carbono en la producción de biomasa por rodales de

Eucalipto, ciprés y pino, para ello se tomó 3 muestras de cada árbol medio para su respectivo análisis por titulación mediante el método de combustión húmeda (Walkley and Black). Donde se obtuvo como resultado que la mayor producción de biomasa aérea total en el bosque de CIP – Camacani tuvo el Eucalipto con 2 411,82 tC, el pino con 869,90 tC y por último el Ciprés con 473,22 tC de Carbono capturado, finalmente podemos concluir que el Eucalipto captura más cantidad de dióxido de carbono de la atmosfera.

APOLINARIO, J. & CARMEN, K. (2015) quienes realizaron el trabajo “*Capacidad de Almacenamiento de Carbono en un Bosque Joven y Maduro de Puya Raimondi Harms Vilcashuaman – Ayacucho*” lo cual fue presentado en la Universidad Nacional del Centro del Perú – Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, cuyo objetivo ha sido Determinar el almacenamiento y flujo de carbono del bosque de *Puya raimondii* Harms según estados de desarrollo y densidad de masa en VilcasHuamán - Ayacucho, la metodología aplicada fue semidestructiva, que consiste en el pesado directo para ciertos compartimientos y mediciones de volumen y densidad para otros, obteniendo como resultado que el carbono retenido en la biomasa aérea, subterránea y suelo se encontró en promedio para el bosque que el suelo presenta los valores más altos con 91,679 tC/ha, seguido de la biomasa aérea con 32.274 tC/ha y por último la biomasa subterránea con 1.258 tC/ha esta diferencia se debe a la densidad de los estratos, en conclusión se menciona que la concentración de carbono acumulado en el suelo fueron superiores respecto a la biomasa aérea y subterránea con 91.679 tC/ha siendo el suelo y plantas vivas los componentes que presentaron mayor cantidad de carbono almacenado en promedio con 72.55 % y 25.07 % respectivamente.

Es así que para determinar la relación que existe entre el suelo y su capacidad de almacenamiento para el carbono se determinara las siguientes variables, que permitan entender individualmente su comportamiento.

Variable Independiente: Sistemas de Uso de Suelos:

Para la (FAO, 2015) los sistemas de uso de la tierra y paisajes extraordinarios son ricos en diversidad biológica de importancia mundial que evolucionan a partir de la convivencia de una comunidad con el ambiente y sus necesidades y aspiraciones de desarrollo sostenible.

No obstante para los autores MARTÍNEZ, FUENTES & ACEVEDO (2008) dicen que los suelos también pueden comportarse como fuente o reservorio de carbono, el cual consta del uso y manejo que se dé al suelo. Hay prácticas agrícolas que contribuyen a la captura de carbono en el suelo (WEST y POST. 2002). Según que cito en su investigación a BATTLE et al. (1996) Y KEELING et al. (1996). Donde dice que cuando se da la fijación biológica del dióxido de carbono se excedería el límite de mineralización de la materia orgánica, conformando los sistemas de uso como sumideros de carbono. Así mismo lo menciona autores como MARTÍNEZ, FUENTES & ACEVEDO (2008) que menciona que los suelos contienen más cantidad de carbono que lo sumado entre la vegetación y la atmosfera.

Es así que las propiedades químicas y físicas del suelo se ven relacionados con la cantidad de carbono orgánico del suelo (COS) y que forma parte principal de la materia orgánica del suelo (MOS). Por otro lado los autores CUELLAR & SALAZAR. (2015) mencionan que los “factores físicos del suelo la textura y estructura del suelo condicionan las características de porosidad y un buen drenaje, las cuales son importantes para evaluar la fertilidad del suelo, ya que de ello depende la capacidad para producir biomasa de bajo del suelo” (p. 31).

Por otro lado para MARTÍNEZ, FUENTES & ACEVEDO (2008) afirman que una de las propiedades físicas más importantes es la porosidad, ya que este parámetro es necesario para el crecimiento de las raíces en los cultivos, es así que de la cantidad de poros que existe en el suelo dependerá la capacidad para retener agua en el

suelo y esto a su vez está condicionado a la cantidad de materia orgánica que en ella exista, es decir a mayor cantidad de materia orgánica mayor retención agua y porosidad tendrá el suelo, el cual puede ser calculado con la densidad real y la densidad aparente.

Conocer las propiedades físicas del suelo, ayuda a establecer los tipos de uso que se da al suelo, donde destacan por la intensidad de uso del suelo, el sistema agrícola y sistema agroforestal, en el cual predomina el sistema agrícola por la intensidad de uso al que es sometido, para ello un buen manejo del suelo tiene por objetivo transformar la producción de un cultivo. Por otro lado, se debe tener en cuenta que para establecer la intensidad de uso de suelo no es una tarea fácil, se debe de cumplir ciertas características como la ocupación de suelo, cantidad de nutrientes, manejo de plagas, insumos de energía y provisión de agua, así como otros factores importantes (JIMÉNEZ & VARGAS, 1998, p.330).

Potencial de hidrogeno pH

De acuerdo con la FAO (2009), menciona que el pH del suelo expresa la actividad de los iones hidrogeno presentes en la solución de suelo. Afectando la disponibilidad de los nutrientes y minerales necesarios para el desarrollo de las plantas y otros procesos del mismo (p. 42).

Los autores MARTÍNEZ, FUENTES & ACEVEDO (2008) señala que “los suelos que están cercanos a neutro o que tienen una cantidad elevada de carbonato y bicarbonatos, el potencial de hidrogeno disminuye por aumento del CO₂ en la atmosfera del suelo”, de acuerdo con lo que mencionan los autores las propiedades químicas del suelo como el pH que disminuye mientras más aporte de CO₂ se vuelva el suelo es decir oscila entre valores de 1 a 7 de pH, otro factor importante que mencionan los autores MARTÍNEZ, FUENTES & ACEVEDO (2008) es que la MOS juega un papel importante en la disminución o aumento del pH del suelo.

Materia Orgánica (MO)

Por otro lado la FAO (2009), dice que la materia orgánica está referida a todos los materiales de origen animal o vegetal que este descompuesto, medianamente descompuesto o sin descomposición (p. 44). El contenido de materia orgánica en el suelo (MOS), causa la reacción del pH, por la contribución de acidez a las bases el cual se encuentran presentes en los residuos orgánicos que contribuyen al suelo, así también mencionan que la MO contiene aproximadamente el 58% de carbono MARTÍNEZ, FUENTES & ACEVEDO (2008).

Densidad aparente del suelo

Para la FAO (2009), la densidad aparente del suelo se puede definir como la masa de una unidad de volumen del suelo seco (105°). Donde este volumen contiene tanto sólidos como poros, es decir la densidad aparente del suelo muestra los poros totales que contenida en el suelo, la FAO (2009) también menciona que un suelo con densidad aparente bajo (por debajo de 1,3 kg dm⁻³) indica un suelo bien estructurado donde es beneficio el desarrollo de raíces y buen drenaje (p. 52).

Los autores (ALVARADO, ANDRADE & SEGURA. 2013. P. 24). Menciona que de acuerdo a la incorporación de carbono orgánico al suelo disminuye la densidad aparente del mismo

Especie *Eucalyptus globulus* como sistema de uso de suelo

Taxonomía:

Familia: *Myrtaceae* (Mirtaceas).

Nombre científico: *Eucalyptus globulus*

(FONNEGRA. R., & JIMENEZ. S., 2008, p.111).

“El *Eucalyptus globulus* es una de las especies entre todas las clases de eucalipto más conocida y plantada en gran parte del mundo, se establece y desarrolla muy fácil a su vez tiene un rápido crecimiento u una resistencia a vientos fuertes es decir a climas extremos” (FONNEGRA. R., & JIMENEZ. S., 2008, p.111). Estas

cualidades hacen posible que en lugares como la serranía de nuestro país se promueva el desarrollo del eucalipto, es difícil no notar la presencia de este árbol ya que posee la particularidad de emanar un aroma intenso, cuenta con una altura y porte que hacen, que este árbol sea muy requerido en otros países, en nuestro país las plantaciones de eucalipto aún están en fase inicial ya que no se le da el debido valor.

Según, FIGUEROA, M. Y REDONDO, S. (2008) mencionan que “dentro de este tipo de explotación existen dos tipos de árboles que dominan sobre el resto, los eucaliptos y los pinos” (p.90). Ya que tienen una mejor adaptabilidad en las altitudes elevadas y por ende se da un mejor desarrollo de la plantación, no obstante, se debe tener en cuenta que factores como la vegetación es predominante en la formación de biomasa en el suelo ya que provee de los materiales orgánicos, así como nutrientes que se requieren para su formación.

Pastizales andinos como sistema de uso de suelo

Taxonomía:

Familia: Las Gramíneas (*poaceae*)

Nombre Científico: *Festuca*, *Stipa*, *Calamagrostis*.

Para CUELLAR, J. & SALAZAR, E. (2015) afirma que los pastos nativos están conformados por un conjunto numeroso de especies que pertenecen a la familia de las gramíneas, hierbas y otros afines a ellos, el cual se diferencian por su morfología (p.112).

Los pastizales andinos son gramíneas de hojas duras y punzantes denominadas “ichus”, (...), constituyendo así los extensos pastizales de los Andes; finalmente en el piso subnival por encima de 4600m. (...), ocupando los suelos crioturbados (TOVAR, 2019, p.13).

YARANGA, & CUSTODIO, (2013) llegaron a determinar que las especies de pastizales naturales, tienen la capacidad de almacenar carbono, a su vez también describieron las distintas características que posee la vegetación, *stipa ichu* entre otros, esto permitió hallar como resultado que la especie que mayor porcentaje de carbono almacena fue *Stipa ichu*. (p.45).

De acuerdo a lo mencionado por varias investigaciones, “donde señalan que una de las más importantes, es la Gramínea, cuyo aporte a la humanidad es vital, ya que es fuente de alimentación, no obstante, también es considerado como forraje, el *stipa ichu*, *stipa obtusa*, *fostuca*, son solo algunos de las más de 70 especies nativas que existen actualmente” (TAPIA, M., 2008, p.44, 45). Sin embargo, esto se ve amenazado debido a distintos factores como el cambio de uso de suelo, la ganadería, la mala gestión por parte de las comunidades asentadas en las zonas. Las gramíneas o también conocidas como pastizales andinos ocupan una extensión de áreas agropecuarias de la Sierra del Perú, tienen una expansión de unos 22,694.100 ha. Del cual 15,956.900 ha pertenece a pastizales naturales, 2,833.800 ha comprende un área agrícola y 3,903.400 ha a superficies no agrícolas (Velásquez, F., 2013, p.21). No obstante se debe mencionar “que conformamos una sociedad depredadora que ha introducido especies animales, generando un incremento de la carga animal lo cual lleva al sobrepastoreo y una explotación cada vez más frecuente además la quema irracional por parte de los agricultores andinos ha llevado a una degradación de la vegetación natural” poniendo en peligro que se degraden los suelos. Según el Plan Estratégico Regional Agrario – Ayacucho 2009-2015, Ministerio de Agricultura (MINAGRI).

Variable Dependiente: Almacenamiento de carbono en Suelos Altoandinos

Los autores LEFEVRE, REKIK, ALCÁNTARA & WIESSE (2017) mencionan que COS o el carbono orgánico presente en el suelo representa una parte importante del ciclo global del carbono es decir que el ciclo de carbono no solo se da a través del océano, vegetación sino también del suelo (Imagen N°1), tal como lo menciona los autores se estimado que existe almacenado 1 500 Pg C en un metro de suelo, lo cual supone que existe más carbono que la atmosfera, ya que en la atmosfera existe aproximadamente 800 Pg C y en la vegetación 500 Pg C, es decir de acuerdo con los autores el contenido de carbono orgánico en el suelo es mayor en comparación con otros sistemas (p.4).

Organización de las naciones unidas para la agricultura 2008), menciona que “que el proceso de captura o flujo de carbono bajo el suelo forma parte del ciclo global del carbono. (...). En consecuencia, la acumulación de carbono en los terrenos refleja los índices en los procesos que se dan de almacenamiento y pérdidas”.

Así también se menciona que los suelos a través de los años han representado un stock importante de carbono (C) y que funcionan como un amortiguador frente al incremento de Dióxido de carbono (CO₂) atmosférico y a su vez un sumidero capaz de capturar carbono. En la actualidad la captura de C que se da en el suelo podría contribuir de una forma importante con miras de mitigación y principalmente reducir las emisiones de dióxido de carbono.

En cuanto a los factores principales para la pérdida de dióxido de carbono es la erosión del suelo, el cual se da por la lixiviación de los diferentes componentes encontrados en el suelo lo que genera una disminución de los materiales orgánicos como tallos, hojas raíces del suelo y de los residuos orgánicos que protegen el suelo, es así que un suelo erosionado incrementa la cantidad de CO₂ a la atmosfera (MARTÍNEZ, FUENTES & ACEVEDO. 2008).

Sin embargo, la mayor contribución al enriquecimiento del suelo lo aporta la materia orgánica y sus distintos componentes que terminan aportan polímeros complejos como celulosa y lignina, el cual contribuye a la acumulación de materia orgánica, y a un mejor almacenamiento de carbono (MARTÍNEZ, FUENTES & ACEVEDO. 2008). Así también la materia orgánica del suelo (MOS) contiene un promedio del 55-60 por ciento de carbono en masa esto presente en muchos suelos, donde el carbono representa la mayor parte o casi la totalidad de los depósitos de C – a las que se conoce como COS - salvo excepciones cuando aparece el carbono en forma inorgánica en el suelo (LEFEVRE, REKIK, ALCÁNTARA & WIESSE, 2017, p.4).

Para CUELLAR & SALAZAR. (2015) las pasturas o pastizales andinos que se encuentran dentro de la familia de gramíneas mejorada secuestran más C en los estratos profundos de la superficie del suelo, el cual se encuentra casi siempre debajo del perfil arable (10 – 15cm). Estos atributos hacen que el carbono quede mínimamente expuesto a los cambios de oxidación y por ende menos pérdida de dióxido de carbono (p.32). Cabe destacar que el departamento de Ayacucho cuenta con suelos del tipo Andisol, Inceptisol entre otros, anexo 7 (carbono orgánico en los suelos del mundo), cuyo suelo es principalmente privilegiado de contar con gran cantidad de materia orgánica el cual es un indicativo de la acumulación de carbono orgánico en el suelo (Gobierno Regional de Ayacucho. 2016. P. 11).

El factor clave responsable del incremento en el almacenamiento de carbono, es el alto ingreso de carbono derivado de las raíces de las plantas, la gran cantidad de biomasa es lo que abastece potencialmente al incremento de la materia orgánica del suelo en las pasturas. (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación, 2008, p.37).

Según BERAUN D. (2011) encontró como resultado en su investigación que al “almacenamiento de carbono en sistemas de pasto mejorado y natural dieron como resultado carbono orgánico del suelo en la pastura natural a profundidades de 0 a 10 cm, de 10 a 20 cm y de 20 a 30 cm presentan valores de 22.01, 10.35, 10.02 t C.ha, y en pasto mejorado de 2.30, 2.30, 1.15 t C.ha, obteniendo un total de COS de 42.38 t C.ha. Carbono bajo suelo en pasto mejorado es de 46.15 t C.ha, e en pasto natural fue de 49.98 t C.ha.”

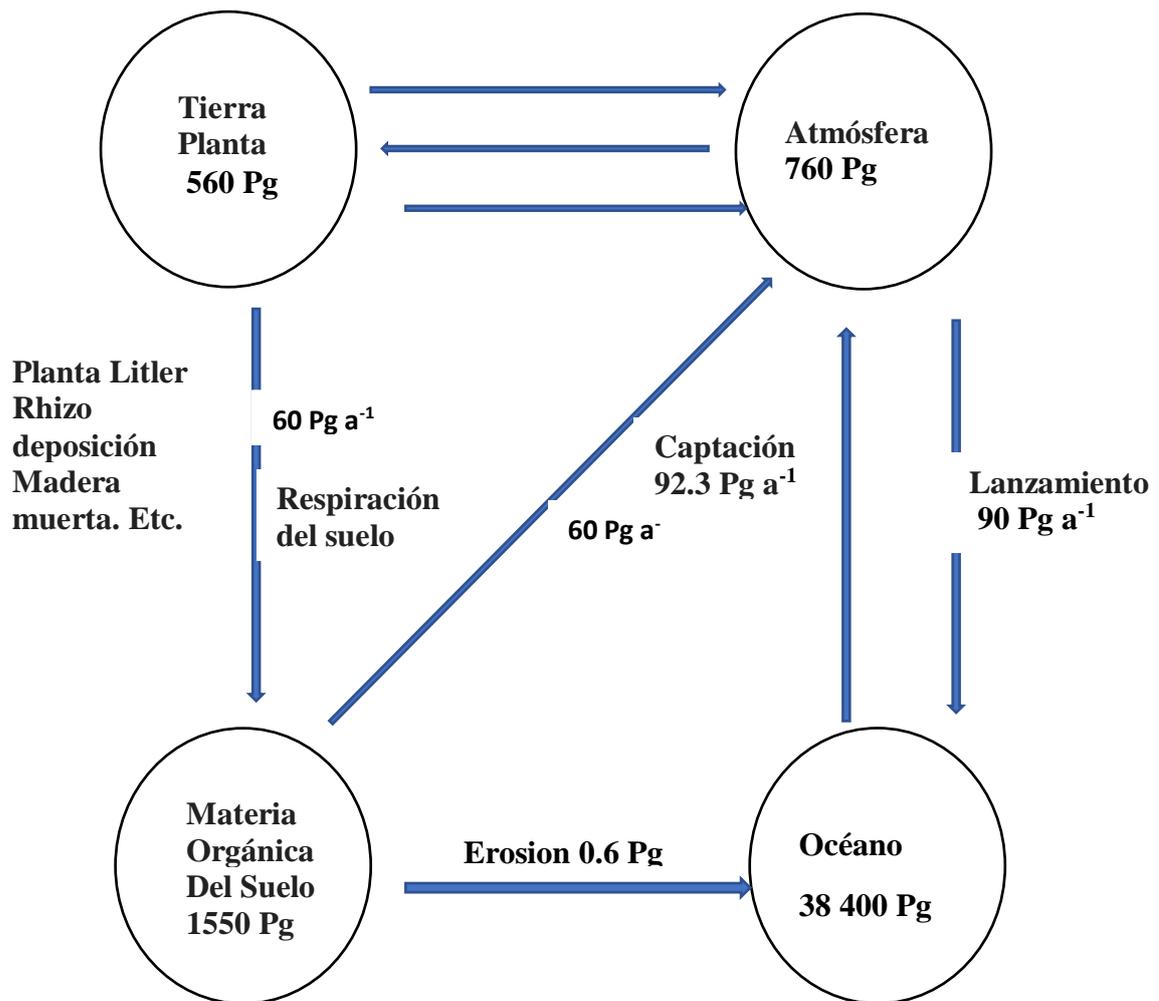


Imagen N° 1. Carbono global: flujos y piscinas

Fuente: Lal 2018. Elaboración propia

Almacenamiento de carbono en el suelo con influencia del *Eucalyptus globulus*

El carbono en el suelo varía según la calidad de bosques y la variación en el clima, (...), los suelos forestales minerales contienen aproximadamente 700 Pg. C, aunque los depósitos de carbono (C) orgánico no son estáticos debido a las diferencias entre las entradas y las salidas de C que ocurren a través del tiempo (AALDE, GONZALES, GYTARSKY, KRUG, KURTZ, OGLE, RAISON, SCHOENE, RAVINDRANAT, 2008, p. 4.27). Las variantes en los niveles de carbono en el suelo son sujeto a las especies forestales, degradación de la biomasa aérea, así como al tiempo que tomas la incorporación de los mismos.

El almacenaje de carbono en los suelos representa 2/3 de la superficie terrestre, esto es sin duda es un importante dato que indica que el suelo también puede actuar como fuente de carbono, es decir el suelo puede comportarse como receptor de carbono o como fuente emisor de carbono, por lo tanto a que se debe este comportamiento, Se debe a todas las especies que realizan el proceso de fotosíntesis, permiten capturar el carbono y convertirlo en nutrientes y a través de la transpiración eliminarlo como CO₂ (SCHIMEL, BRASWELL, HOLLAND, MCKEOWN, OJIMA, PAINTER, PARTON, AND A.R. TOWNSEND, 2008, p.280).

La historia nos dice que la agricultura, es denominada como el almacén de los gases contaminantes, (GEI), que al sufrir la alteración en el uso de suelo son proveedores de estos gases a la atmosfera, en actualidad los esfuerzos realizados no han bastado para frenar esto, por ello aún son responsables de gran parte de estas emisiones. Una de las tecnologías aplicada a revertir esta situación se basa en metodología que permitan una agricultura mejorada, que ayude a minimizar la variación que genera el cambio climático mediante la minimización en las emisiones por parte de la agricultura y otras fuentes, a través de la acumulación carbono en la biomasa de las plantas y el suelo (FAO, 2018).

Almacenamiento de carbono en el suelo con influencia de pastizales naturales

El ciclo global de carbono en el suelo, está conformado sin lugar a duda por la captura de carbono, la circulación de carbono permite ver claramente que en suelo ocurren procesos de pérdida y acumulación de carbono, que a su vez depende de la variante tiempo que permite alcanzar mayores magnitudes, la dinámica que se da en el suelo permite observar que el suelo no está inactivo si no por el contrario que está en constante cambios debido a la materia orgánica que se desarrolla en su medio. (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación, 2008, p.37).

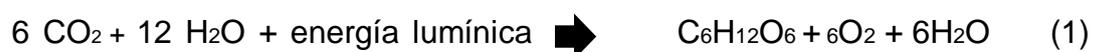
De acuerdo a las investigaciones un manejo adecuado y cuidadoso en el pastoreo, genera un impacto positivo en la cantidad de carbono del suelo, los cuales se visualiza en pasturas compuestas de alfalfa y gramíneas perennes en las pampas

semiáridas (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación, 2008, p.38). Se puede deducir que las tierras con pastoreo tienen un mayor contenido de carbono que las tierras sin pastoreo, ya que esto es un indicador de que se halla vegetación y materia orgánica en el suelo, por ende facilitan el almacenamiento de carbono, en consecuencia, la clave para mantener e incrementar el secuestro de carbono en los sistemas de praderas es maximizar la productividad de las pasturas y la generación de raíces (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación, 2008, p.38).

De acuerdo a las investigaciones de María Amezquita (2008), menciona que el mayor contenido de carbono se encuentra en los lugares con mayor altitud, donde los ecosistemas con laderas andinas se visualiza mayores cantidades de carbono en comparación con los ecosistemas bajos (p. 2).

Metabolismo de las plantas en el suelo

Es importante para que se dé el desarrollo en las plantas o especies boscosas, la interacción de los componentes agua, luz solar y dióxido de carbono, a través de un proceso llamado fotosíntesis se logra esto, por otro lado, podemos ver en detalle el proceso de fotosíntesis como nos muestra, (GLIESSMAN, S., 2002, p. 31) que afirma que resumiendo la fotosíntesis es el resultado de la producción de glucosa, a partir del aporte de energía solar, agua y el dióxido de carbono, y se resume en esta ecuación sencilla.



Por otro lado, los autores, CURTIS, H., BARNES, N., SCHNEK, A., MASSARINI, A., (2008) afirman la oxidación de carbono fijado durante la fotosíntesis es la fuente de la energía del ATP para los organismos heterótrofos y para las células heterótrofas de las plantas (p.122).

Uno de los principales nutrientes en las plantas es el dióxido de carbono, que suministra carbono y oxígeno, no obstante, la infiltración de los nutrientes, generalmente se realiza mejor a través de las raíces jóvenes, por medio de los

pelos radiculares. Que se van incrementando de acuerdo a la evolución de las raíces, su tiempo de vida es muy corto por lo que constantemente se renuevan, lo cual, junto con el crecimiento de las raíces, permite que la planta se posicione mejor en el suelo. Otra parte importante que realizan las raicillas es segregar una sustancia algo acida que permite solubilizar ciertos compuestos, dentro de las cuales se encuentra el dióxido de carbono (CO_2), así una de las formas que ingresen nutrientes a la raíz es a través de flujo masivo, lo cual permite que los nutrientes se movilizan en la solución del suelo en dirección a las raíces en curso de la transpiración. (GARCÍA, G., GARCÍA, S., 2013, p.54).

III. METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación realizada será de tipo aplicada ya que permite el uso de los conocimientos adquiridos a través de la experiencia y aplicarlos a la realidad. Según MURILLO (2008), menciona que “La investigación aplicada recibe el nombre de investigación práctica o empírica” (p.56).

El nivel de estudio será Explicativo ya que se describe el proceso e indaga las dos variables de la investigación.

Diseño de la investigación es **experimental - cuasi experimental**, este estudio es una derivación del estudio experimental, que nos permitirá observar un antes y un después entre dos más especies en cómo es la influencia de los sistemas de uso de suelo en el almacenamiento de carbono en suelos altoandinos y será de corte transversal ya que se realizará en un tiempo determinado, (abril – diciembre).

3.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

La identificación de las variables es muy importante en toda investigación y poder definir las, por ello la Operacionalización de cada variable es imprescindible para hallar sus dimensiones e indicadores el cual permite entender el comportamiento del suelo con respecto al almacenamiento de carbono.

3.2.1 Variables

❖ **Variable Independiente (VI):** Sistemas de Uso de Suelos

❖ **Variable Dependiente (VD):** Almacenamiento de Carbono en suelos Altoandinos.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población

La población tomada para el desarrollo de esta investigación que permita determinar la influencia del sistema de uso de suelo en el almacenamiento de carbono. El cual permita tomar muestras del sistema de pastizales andinos y *Eucalyptus Globulus*, el cual comprende un área de 40 hectáreas, ubicado en distrito de Huamanga - Ayacucho, que presentan características similares u homogéneas que permitan realizar la toma de muestra.

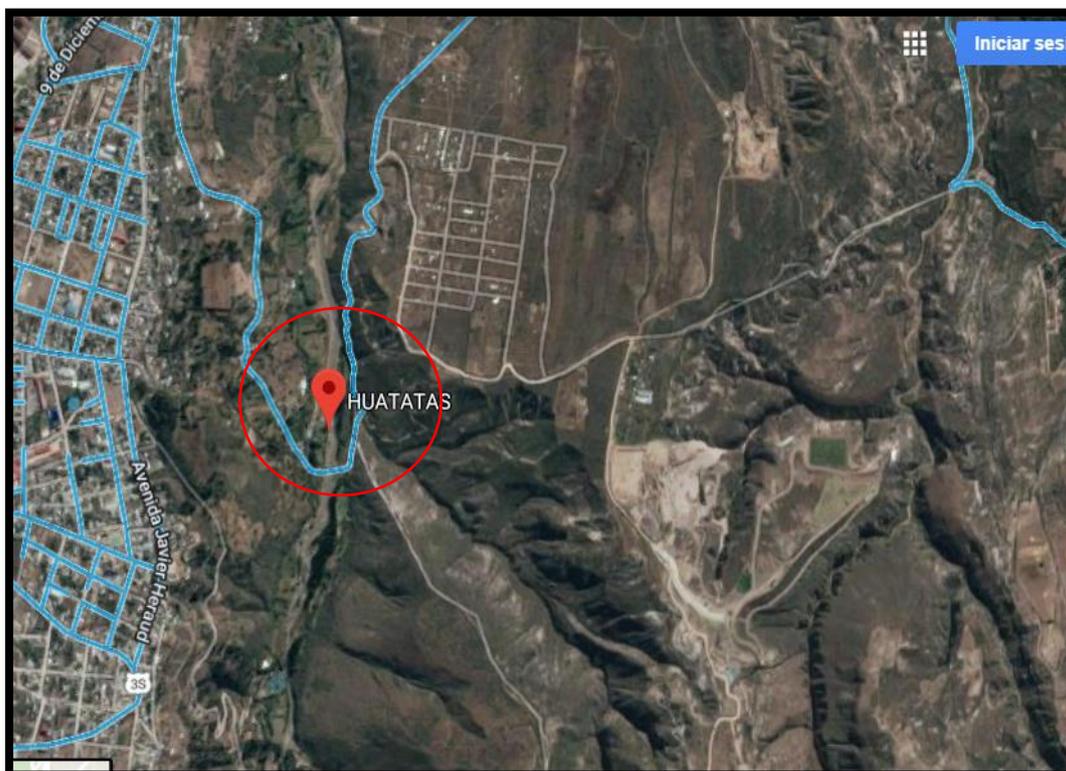


Imagen N° 2: ubicación de la zona de estudio de Pastizales y Eucalyptus

Fuente: Google Maps

3.3.2 Muestra:

La muestra considerada en esta investigación será de 6 parcelas, donde representaran 3 parcelas al sistema de suelo con pastizales andinos y 3 parcelas con *Eucalyptus Globulus* las cuales se delimitará en un espacio de 10 x 20 m, donde permitirá tomar 200 m² por parcela, con la ayuda de una tabla se procedió a cuadricular el espacio de 1m x 1m, el cual permitió tomar al azar las muestras de suelo requeridas tanto de plantaciones de *Eucalyptus Globulus*, pastizales naturales y una muestra en blanco de la zonas aledañas que cumplan con las características requeridas, para obtener mayores datos del objetivo en estudio.

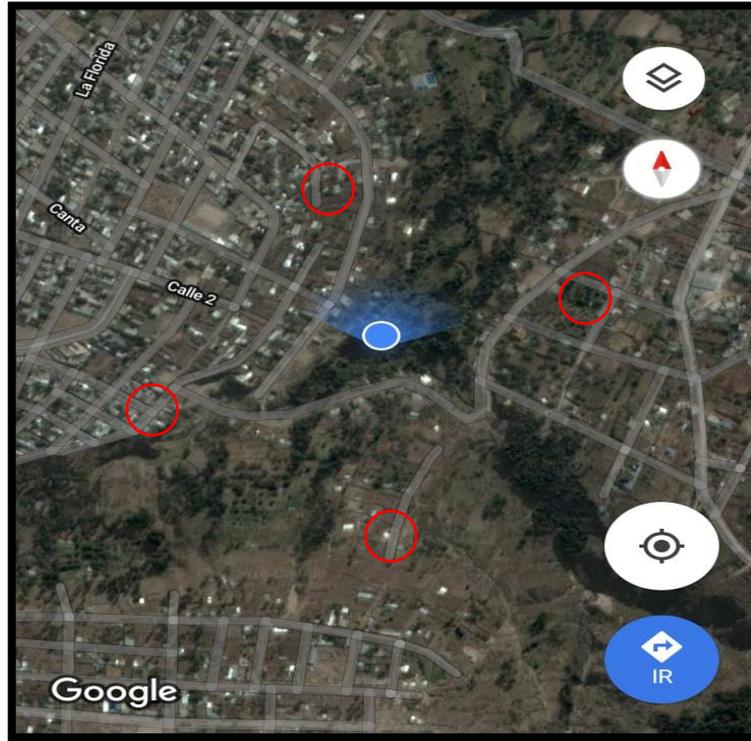
El muestreo estimado para este estudio es del tipo no probabilístico, para la cual se hará una cuadrícula para determinar los puntos de muestreo basado en la selección al azar, que permitirá tener una muestra representativa de la zona de estudio, para ello se establecerán algunos criterios como, el acceso al lugar para la toma de muestra y traslado de la misma, así como la ubicación del área de estudio que cumpla con las condiciones requeridas para la evaluación de la muestra.

En área considerada de suelo para la toma de muestra es de 4 puntos para cada parcela, dentro de las cuales están los pastizales, eucalipto y la muestra en blanco según la guía para muestreo de suelo del Decreto Supremo N°002-2013-MINAM.

Tabla N°2: Coordenada de los 4 puntos de muestreo de pastizales andinos		
Puntos	Este (X)	Sur (Y)
1	074° 12" 889'	13° 11" 492'
2	074° 12" 888'	13° 11" 493'
3	074° 12" 886'	13° 11" 490'
4	074° 12" 882'	13° 11" 488'

Fuente: elaboración propia.

Imagen N° 3, Puntos de muestreo de pastizales andinos

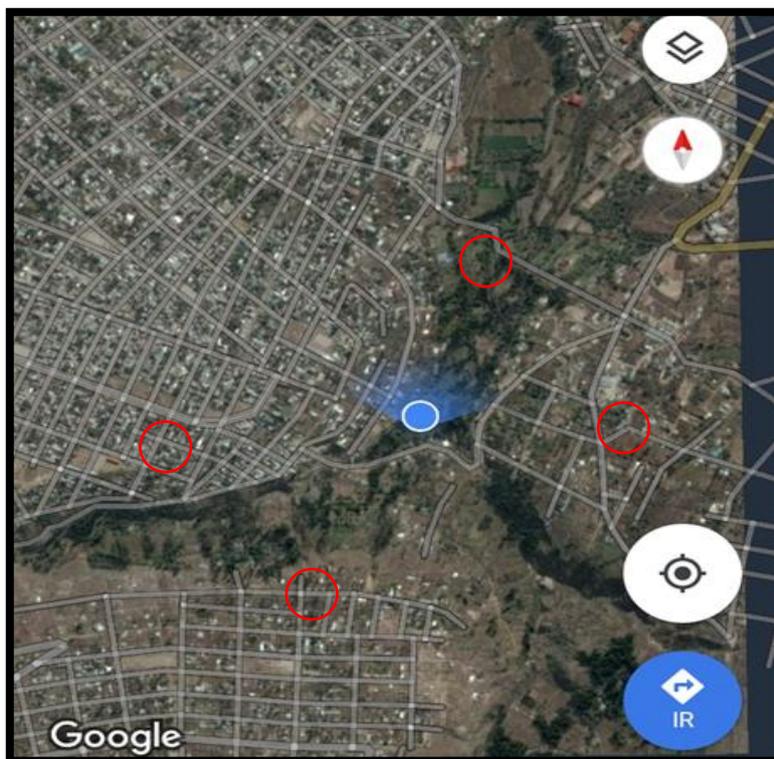


Fuente: google maps

Tabla N°3: Coordenada de los 4 puntos de muestreo de <i>Eucalyptus globulus</i> .		
puntos	Este (X)	Sur (Y)
1	072° 15" 754'	16° 09" 345'
2	072° 15" 753'	16° 09" 344'
3	072° 15" 755'	16° 09" 336'
4	072° 15" 756'	16° 09" 337'

Fuente: elaboración propia.

Imagen N° 4, Puntos de muestreo de *Eucalyptus Globulus*



Fuente: google maps.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

El área para esta investigación se determinó mediante visitas in situ para constatar la presencia de plantaciones tanto de Eucalipto como de pastizales nativos en la provincia de Huamanga departamento de Ayacucho.

Para esta investigación el tipo de muestra empleada es la muestra de identificación el cual permite definir la cantidad de carbono almacenado en las especies estudiadas, así como determinar la capacidad del suelo para almacenar carbono, de acuerdo a los estándares establecidos para los sistemas de uso de suelo. A su vez los puntos de muestreo se realizarán de acuerdo a los criterios establecidos en la Guía para Muestreo de Suelos en el Marco del Decreto Supremo N° 002-2013 – MINAM.

Se identificarán los puntos de muestreo en la zona de investigación, donde se trabajó con 6 parcelas, de acuerdo a la guía de muestreo del MINAM son tres parcelas como mínimo para cada sistema, por ello se tomó 3 parcelas para *Eucalyptus Globulus* y 3 parcelas para pastizales nativos, así mismo se procedió a realizar las calicatas que consta de 4 por cada parcela, en concordancia con la guía de muestreo para suelo del ministerio del ambiente donde señala hacer mínimo 4 calicatas para los terrenos cuya medida sea menor a 1 hectárea, el cual permitirá obtener muestras compuestas de cada lugar de extracción, para ello se realizara una excavación a una profundidad de 0 a 30 cm. De donde se extraerá 1 Kg de suelo.

Las muestras obtenidas serán debidamente conservadas en un cooler el cual mantendrá frescas a una temperatura adecuada hasta ser transportados al laboratorio y realizar los análisis correspondientes en la Universidad Cesar Vallejo.

Todas las muestras de suelo serán recolectadas en bolsas bien selladas, respectivamente rotulados con nombre de la muestra, hora, coordenadas y ubicación que permitan su rápida identificación a la hora de analizarlo, de la misma forma la biomasa de los sistemas en estudio se colocó en bolsas bien selladas.

El transporte de las muestras se debe de realizar con especial cuidado procurando vigilar constantemente alguna anomalía que altere los resultados.

Recolección de muestras para stock arbustivo y herbáceo

Se recogió biomasa arbustiva y herbácea el que estaba comprendido dentro del área de estudio, se extrajo la muestra en forma aleatoria, tomando en el área de eucalipto 5 hojas y para pastizales se cortó al ras de suelo posteriormente se colocó en una bolsa plástica para extraer 250g aprox. Para ser llevados a analizar.

Laboratorio

En la etapa de laboratorio consiste en llevar las muestras que se obtuvo para que sean analizadas en el laboratorio y poder determinar los parámetros fisicoquímicos del suelo y la capacidad de almacenamiento del suelo para almacenar carbono.

En el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo se realizó las siguientes pruebas; potencial de hidrogeno (pH), textura, conductividad, densidad aparente, densidad real, materia orgánica, contenido de humedad (%), contenido de carbono en especies herbáceas y arbustivas así como la determinación de carbono en el suelo.

3.4.1 Técnica

La técnica utilizada es la observación, donde permite saber la realidad y apreciar formas de conducta a través de una observación directa con el objeto o fenómeno en estudio. Para Hernández et al. (2000) menciona que la observación es una técnica natural que permite a un individuo ser observado en su forma natural o también a través de los cambios diversos que esté presente, hallar el resultado con este tipo de técnica resulta fácil ya que solo basta la observar el objeto de estudio.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos utilizados para recolección de datos y la búsqueda de información están adjuntados en los anexos:

- Ficha de observación
- Ficha de establecimiento ubicación del punto de muestreo.
- Ficha de registro de datos

3.4.3 Validez y confiabilidad del instrumento

Los instrumentos empleados en este estudio han sido validados por expertos, con un amplio conocimiento y experiencia laboral en temas relacionados al tema de investigación, para ello evaluaron los indicadores que medirán las variables correspondientes, con la finalidad de emitir su aprobación y opinión en cuanto a algunos puntos observables que sirvan para la mejora de esta investigación.

Tabla N° 4, Validación de expertos

Nombre y Apellido	Especialidad	% Validez
Milton C. Tullume Chavesta	Ing. Forestal	95%
Alejandro Suarez Alvites	Ing. Químico	80%
Eduardo Espinoza Farfan	Mg, ambiental	80%
Martel Javier E A.	Dr. Ambiental	80%
Honores Baleazar Cesar	Mg	95%

Fuente: elaboración propia.

Para determinar la confiabilidad de los instrumentos se sometió al alfa de crombach, que es un instrumento óptimo para determinar la confiabilidad obteniendo una confiabilidad de 0.997, es decir la confiabilidad del instrumento es buena.

Tabla N° 5, Prueba de confiabilidad alfa de crombach

Seccion 1	1.5
Seccion 2	0.665
ABSOLUTO S2	0.665
ALFA	0.997

Fuente: Elaboración propia

3.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

3.5.1 Método de recojo de datos

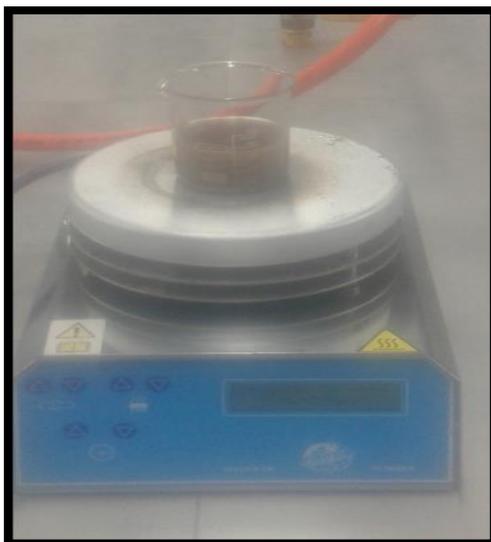
En presente trabajo de investigación se empleó el método directo que consiste en la recolección de datos se a través de fichas de observación, en el cual se registraron todos los datos de campo. Así también se tuvo en cuenta que son dos los sistemas de uso comprendidas en esta investigación, a las cuales se realizó el análisis de suelo para determinar los parámetros físicos y químicos (densidad aparente, densidad real, pH, conductividad y materia orgánica, contenido de humedad, contenido de carbono en especies arbóreas y arbustivas y contenido de carbono en el suelo).

3.5.2 Potencial de hidrogeno (pH)

Para la determinación de pH (potencial de hidrogeno) de la muestra de suelo del Eucalipto y pastizal andino, a través del método potenciométrico se procedió de la siguiente forma:

1. Pesar 1g de suelos en una balanza analítica.
2. Colocar la muestra de suelo en vaso precipitado
3. Agregar 25 ml de agua destilada en el vaso precipitado.
4. Llevar al agitador magnético y colocar dentro una pastilla de magneto (sensor).

Imagen N° 5, Proceso para determinar pH



Fuente: Elaboración propia

5. Colocar el agitador magnético con 600 rpm (revolución por minuto) y un espacio de 20 minutos.
6. Seguidamente colocar la muestra en una probeta y dejar que esta se sedimente.
7. Colocar el medidor y tomar lectura del pH.

3.5.3 Determinación de Conductividad eléctrica

Para la determinación de la conductividad de la muestra de suelo del Eucalipto y pastizal andino, se utilizó el método del conductímetro para la cual se formó una suspensión de 1:1 y se procedió de la siguiente forma:

1. Pesar 2 g de suelos en una balanza analítica.
2. Colocar la muestra de suelo en vaso precipitado
3. Agregar 50 ml de agua destilada en el vaso precipitado.
4. Llevar al agitador magnético y colocar dentro una pastilla de magneto (sensor).
5. Colocar el agitador magnético con 600 rpm (revolución por minuto) y un espacio de 20 minutos.
6. Seguidamente colocar la muestra en una probeta y dejar que esta se sedimente.

7. Colocar el medidor y tomar lectura de la conductividad.

3.5.4 Contenido de Humedad (%)

Para determinar contenido de humedad del suelo se realizó desarrollando el método de pérdida por ignición, (Davies. 1974) donde involucra la degradación de toda la materia orgánica del suelo sometiendo la muestra a temperaturas elevadas, el cual se describe a continuación.

1. Se toma 5 g de muestra, tamizada a 2 mm, colocada en estufa (105 °C) por un espacio de 24 horas el cual permite calcular la humedad higroscópica.
2. Posterior a pesar las muestras se coloca en horno mufla (400 °C) por 24 h.

Imagen N° 6, Proceso para determinar humedad



Fuente: Elaboración propia

3. Seguidamente colocar en un desecador, con silica gel el cual permite que alcance una temperatura ambiente y no absorba más humedad.

4. Finalmente pesar las muestras.

$$W = \frac{W_I - W_F}{W_F - W_T} \times 100 = \frac{W_W}{W_S} = 100$$

Dónde:

W = Contenido de humedad (%)

W_I = Peso inicial (g)

W_F = Peso final (g)

W_T = Peso del crisol (g)

W_W = Peso del agua contenida (g)

W_S = Peso seco de la muestra (g)

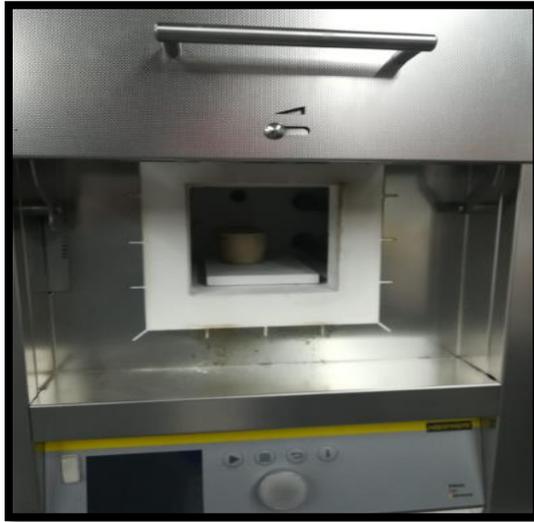
3.5.5 Materia orgánica (MO)

El proceso para determinar materia orgánica por el método de pérdida por ignición, (Davies. 1974) el cual involucra la degradación de toda la materia orgánica del suelo sometiendo la muestra a temperaturas elevadas, el cual se describe a continuación.

5. Se toma 5 g de muestra, tamizada a 2 mm, colocada en estufa (105 °C) por un espacio de 24 horas el cual permite calcular la humedad higroscópica.

6. Posterior a pesar las muestras se colocan en horno mufla (400 °C) por 24h.

Imagen N° 7, Proceso para determinar materia orgánica



Fuente: Elaboración propia

7. Seguidamente colocar en un desecador, con silica gel el cual permite que alcance una temperatura ambiente y no absorba más humedad.
8. Finalmente pesar las muestras.

$$W = \frac{W_I - W_F}{W_T} \times 100$$

Dónde:

W = Contenido de Materia orgánica

W_I = Peso inicial (g)

W_F = Peso final (mufla) (g)

W_T = Peso del crisol (g)

3.5.6 Densidad aparente (DA)

Proceso para determinar densidad Aparente y Densidad Real de la muestra de suelo del Eucalipto y pastizal andino, se procedió aplicando el método del cilindro de volumen conocido de (Andrade & Ibrahim. 2003), donde se toma la muestra de suelo empleando un cilindro, el cual se procede de la siguiente forma:

1. Se usó un cilindro de dimensiones conocidas, con la cual se extrajo material del suelo.

Imagen N° 8, Proceso para determinar DA



Fuente: Elaboración propia

2. El material del suelo se colocó en placas petrix, tomados los pesos correspondientes, tanto de la placa como del material.
3. Se llevó a la estufa por espacio de 24 horas a 40 °C
4. Posteriormente se obtuvo el peso seco de la muestra.
5. Finalmente se realizan los cálculos correspondientes.

Densidad aparente = masa/volumen

$$DA = PSN/VC$$

DA: Densidad aparente (g/cm³)

PSN: Peso seco del suelo (g)

VC: Volumen cilindro (constante) (cm³)

3.5.7 Densidad Real

Proceso para determinar Densidad Real de la muestra de suelo del Eucalipto y pastizal andino, se procedió mediante el método del Picnómetro que consiste en medir el volumen desplazado por un volumen conocido, de la siguiente forma:

1. Se pesó 20 g de muestra seca (P1)
2. Enrazar la fiola con agua destilada, y pesar la fiola para obtener el (P2).

Imagen N° 9, Proceso para determinar densidad real



Fuente: Elaboración propia

3. Dejar en la fiola aproximadamente ¼ del volumen inicial.
4. Depositar en la fiola los 20 g de suelo. Mover ligeramente con la bagueta para retirar el aire que pueda haber en el interior.

5. Luego enrazar la fiola con agua destilada y proceder a pesar (P3).

Imagen N° 10, Proceso para determinar DR en el picnómetro



Fuente: Elaboración propia

6. Hallar el peso del agua desplazada $P2 - (P3 - P1)$.

$$Dr = m \text{ (gr)/}V \text{ (cm}^3\text{)}$$

Análisis para determinar la capacidad de Carbono en el suelo.

3.5.8 Carbono Orgánico en suelo

Proceso para determinar carbono orgánico de las muestras de suelo recogidas del eucalipto y pastizal andino, se realizó la aplicación de fórmulas el cual permite hacer cálculos para determinar la cantidad de carbono/hectárea por muestra obtenida, así como la totalidad del stock. (Cuellar et al., 2015).

$$DA=PSN/VC$$

Donde:

DA: Densidad aparente (g/cm³)

PSN: Peso seco del suelo (g)

VC: Volumen cilindro (constante) (cm³)

Una vez calculado la densidad aparente de cada muestra, se procede a calcular el volumen del suelo.

$$V_s = DA + Ps * 10\ 000$$

Vs: Volumen de suelo

DA: Densidad aparente

Ps: Profundidad aparente

10 000: constante

Por último se multiplico el carbono obtenido en el proceso de laboratorio, el que sirvió para determinar el contenido de carbono presente en cada nivel de suelo para así promediar todos los valores hallados en tC/ha el cual permitirá obtener el contenido de carbono en el stock del suelo.

$$CS = V_s * CI$$

CS: C en el suelo (tC/ha)

Vs: Volumen de suelo (t/ha)

CI: C dado por el laboratorio (% o g)

Carbono total por sistema

$$\Delta C = \text{sumatoria } \Delta C \text{ depósitos}$$

Determinación de Carbono en laboratorio (CI)

Proceso para determinar carbono orgánico de las muestras de suelo recogidas del eucalipto y pastizal andino, se basó en la aplicación del método de digestión húmeda de (Walkley-Black. 1934) aplicado por (Cuellar et al., 2015).

Se procedió de la siguiente forma:

Preparación de soluciones

1. En un Erlenmeyer de 250 mL, se pesaron aproximadamente 0.3 g de suelo el cual se pasó por una malla N° 60 (0.25 mm de diámetro). Seguidamente se añadió 5 mL de solución de dicromato de potasio 1 N y 10 mL de ácido sulfúrico concentrado, se mezcló durante 1 minuto y se dejó en reposo por un espacio de 30 minutos
2. Se agregó 70 mL de agua destilada y 3 mL de ácido fosfórico al 85%.
3. Para determinar la solución se añadió 0.5 mL de solución de Difenilamina para posterior titular con una solución de sulfato ferroso amoniacal desde un color azul a un verde brillante.

3.5.9 Calculo para la determinación biomasa y carbono en la vegetación arbustiva y herbácea

Para determinar la cantidad de biomasa o materia seca de la muestra en estudio se utilizo es método de por (Cuellar et al., 2015).

$$MS = (PS/PF) \times PFT$$

Donde:

MS = materia seca de la muestra o biomasa (g/m²).

PS = peso o materia seca de la sub muestra llevada para la determinación del porcentaje de humedad.

PF = peso o materia fresca de la sub muestra llevada para la determinación del porcentaje de humedad. (g)

PFT = peso o materia fresca total de la muestra, el cual debe estar en (g/m²).

Posterior de calcular la biomasa /g/m²) se procede a determinar los cálculos con la ceniza obtenida para determinar el porcentaje de materia Orgánica.

Cálculo de porcentaje de C de la muestra seca, se utiliza la siguiente formula:

$$\%MO = ((PS - PC_z) / PS) \times 100$$

Porcentaje de materia orgánica

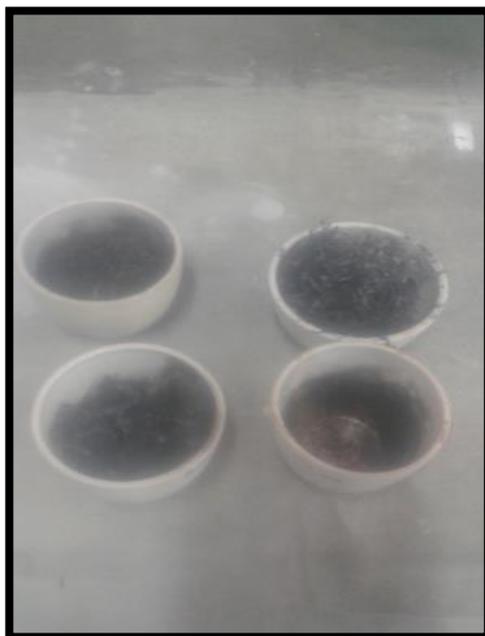
Donde:

%MO = porcentaje de materia orgánica.

Ps = Peso seco de la muestra (g)

PC_z = Peso de ceniza (g).

Imagen N°11, Proceso para determinar carbono



Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se procede a desarrollar los cálculos para determinar el porcentaje de carbono en la muestra, donde se toma el 2.22 como numero constante.

$$\% C = (\%MO)/2.22$$

%C: Porcentaje de C (%)

%MO: Porcentaje de materia orgánica (%)

Posteriormente se procede a calcular la cantidad de carbono que hay en una muestra (g/m²)

$$C = MX \times \% C$$

C: C almacenado en muestra (g/m²)

MS: Materia seca o peso seco total (PS) de la muestra. (Biomasa)

Proceso de análisis de datos

Cabe mencionar que los datos han sido procesado en Microsoft Excel, el cual permitirá recopilar todos los datos tanto de campo como del laboratorio, el programa de Excel no solo permite tener ordenado los datos de campo si no también no muestra gráficos que nos van dando una idea de cómo funciona cada sistema de suelo.

Los datos obtenidos en campo y laboratorio serán procesados en el software SSPS, el cual permitirá realizar los cálculos y el correspondiente análisis estadístico. Así también los datos pasaran por otros parámetros estadísticos como la prueba el chi cuadrado, el cual permitirá aprobar o rechazar la hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación.

3.6 ASPECTOS ÉTICOS

Este trabajo de investigación presenta los siguientes aspectos éticos, mediante el cual se basó el desarrollo del proyecto:

- Actuar con integridad para poder preservar la confianza y las buenas relaciones con los demás.
- Evitar cualquier proceso que pueda afectar la salud de la población, así como del ambiente.
- Tener en cuenta que el plagio o copia de investigación similares a tema de estudio, va contra los principios del autor de este estudio.
- Trabajar con compromiso y buena voluntad para lograr desarrollar el tema de estudio y así lograr los objetivos planteados desde el inicio de la investigación, el cual permitirá el desarrollo personal y social.

IV. RESULTADOS

Análisis N°1:

Determinación de pH en las 3 muestras estudiadas, para lo cual se establece tres cuadros comparativos y un gráfico, donde se establece el nivel de pH para cada especie.

Tabla N° 6: Determinación de pH

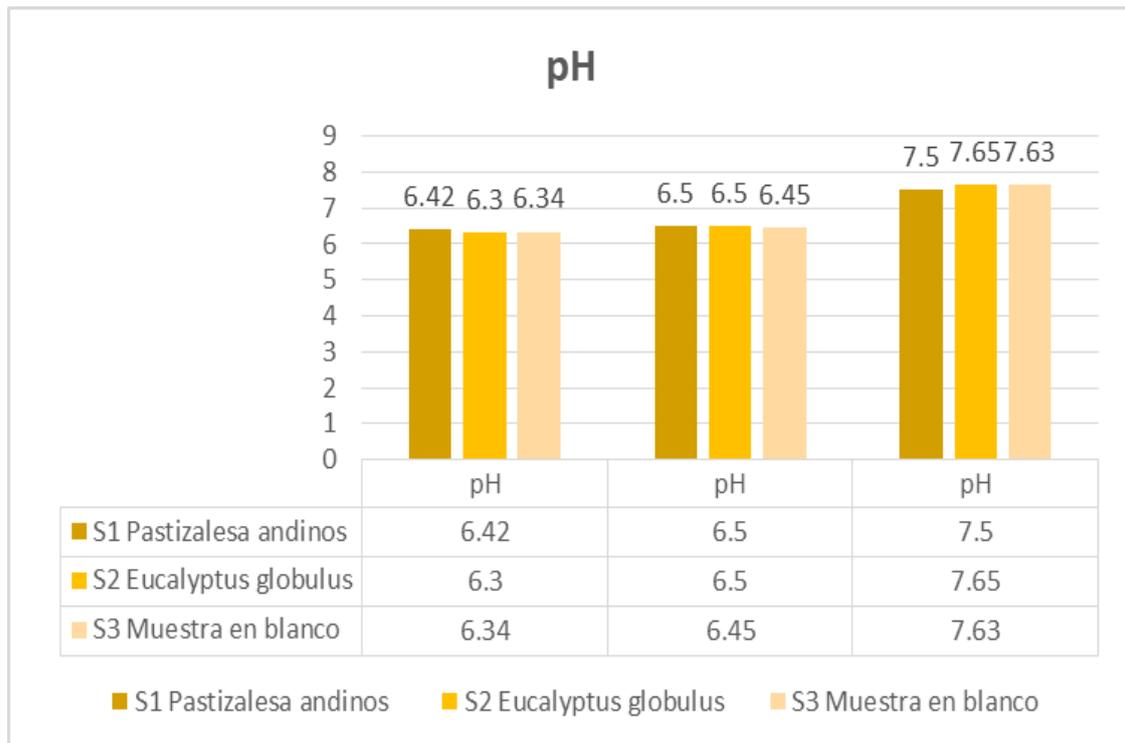
Pastizales Andinos		
Muestra	Peso	pH
1	1g	6.42
2	1g	6.3
3	1g	6.34
Eucaliptus Globulus		
1	1g	6.5
2	1g	6.5
3	1g	6.45
Muestra en Blanco		
1	1g	7.5
2	1g	7.65
3	1g	7.63

Fuente: elaboración propia.

Descripción:

Para la determinación de pH, se extrajo la muestra de tres ubicaciones las cuales tuvieron un área de 200 m, donde se realizó 4 calicatas que permitan obtener una muestra compuesta para su posterior análisis, dichas muestras se llevaron a laboratorio de Biotecnología, para someterlo análisis el cual consto de extraer 1g. de cada muestra y someterlo a procesos, las cuales dio como resultado los valores detallados en la tabla N°6.

Grafico N° 1, Determinación de pH.



Fuente: elaboración propia.

Interpretación:

Tal como se observa en el grafico N° 1, se han establecido 3 niveles de pH por cada sistema, donde los niveles de pH del sistema de pastizales naturales se encuentran entre 6.30 a 6.42, de acuerdo con la tabla informativa de la fertilidad del suelo y parámetros que la definen (2014). Los parámetros encontrados en el primer análisis muestra que el suelo es un suelo ácido, se debería la presencia de contenidos altos de materia orgánica, el cual se detallará en los análisis de MO, por otro lado los análisis realizados en plantaciones de eucalipto globulus muestra que el suelo está entre un suelo ácido por los niveles encontrados de pH que están entre 6.45 a 6.50, de la misma forma la muestra en (blanco) arroja un pH de 7.50 a 7.63, los índices hallados muestran que gran parte de los suelos estudiados tienen influencia de carbonatos, debido a la geología del lugar, así también se puede mencionar que el pH encontrado en el sistema de pastizales y de eucalipto la absorción de los nutrientes.

Análisis N° 2: Determinación de la Conductividad CE

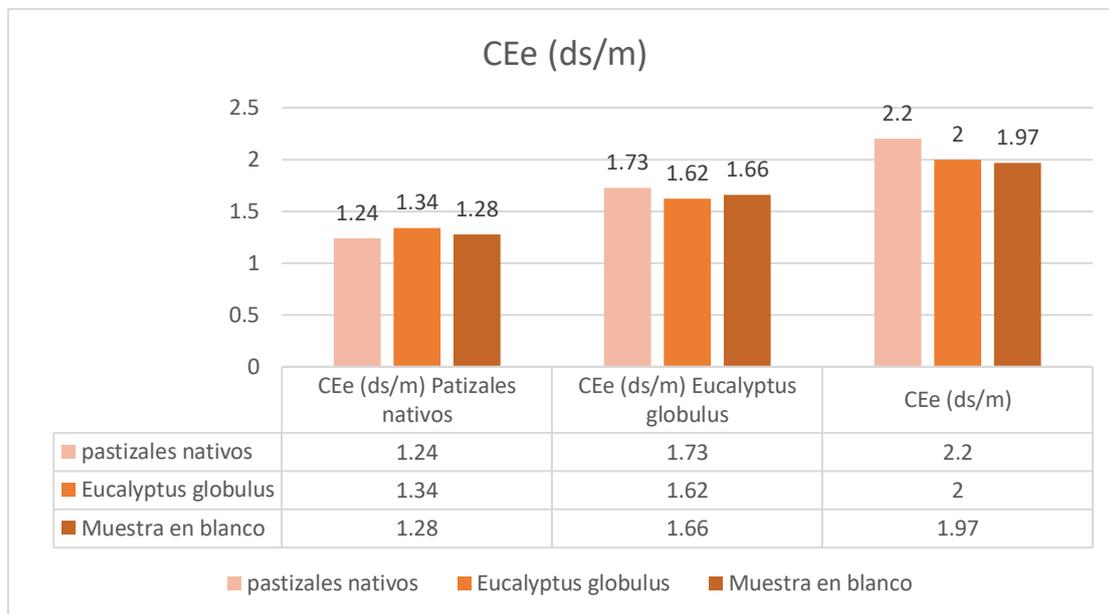


Grafico N° 2: Determinación de la Conductividad eléctrica del suelo (CE).

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Tal como se observa en el grafico N° 2 la conductividad eléctrica del suelo en el sistema de pastizales nativos tiene una conductividad eléctrica, que va desde 1.24 a 1.34 ds/m, los valores emitidos están dentro de los estándares de calidad ambiental para suelo según la guía de Canadá donde indica valores de 2 ds/m, favorables para el desarrollo de la vegetación (ver anexo 8), en los sistemas de *Eucalyptus globulus* los valores del análisis fueron de 1.62 a 1.73 ds/m, estos valores hallados también se encuentran dentro de los estándares. Estos resultados determinan que no es un suelo salino y por lo tanto es apto para el desarrollo de los sistemas en estudio y mejorar la capacidad de almacenamiento de carbono, sin embargo la muestra en blanco se hallaron valores más altos indicando presencia de salinidad lo que dificultara la producción de vegetación.

Análisis N° 3: Determinación de Contenido de Humedad (%)

Tabla N° 7, Determinación de Contenido de Humedad (%)

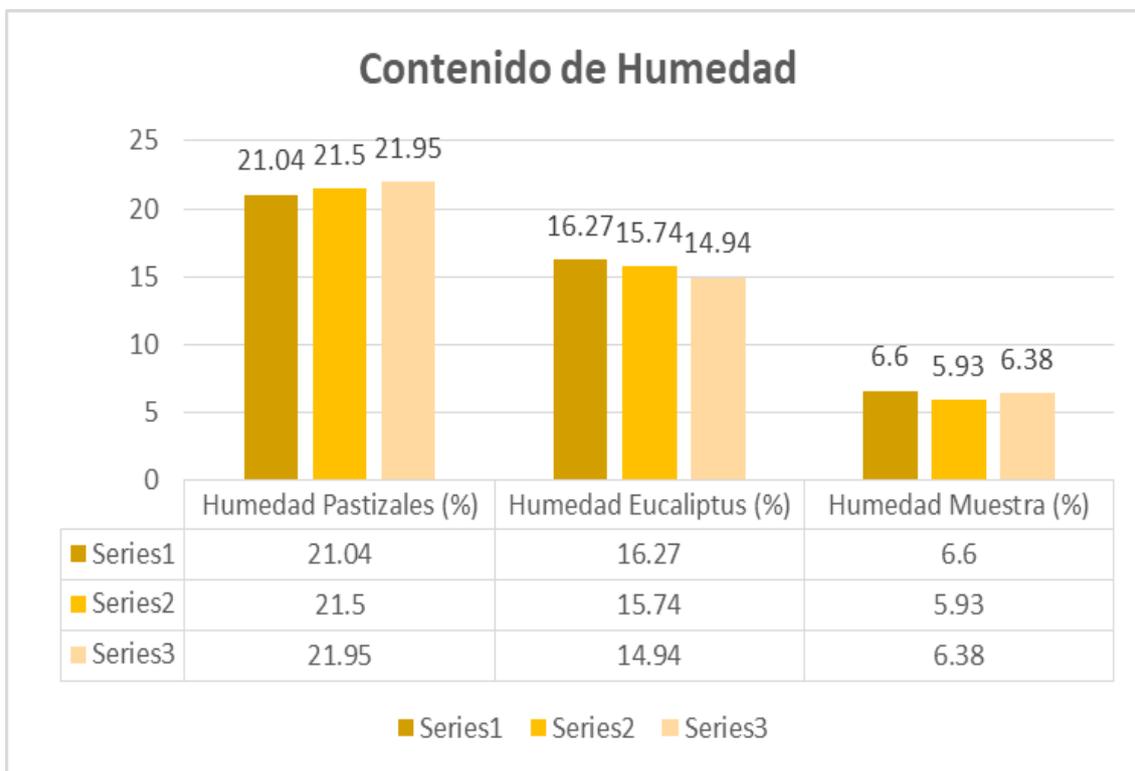
Pastizales Andinos						
Muestra pastizales andinos	Peso crisol (g)	Peso de la muestra (g)	Peso de agua contenida	Peso inicial (g)	Peso final o seco (g)	Humedad (%)
1	35	5	0.8	40	39.2	21.04
2	34	5	0.81	39	38.19	21.5
3	35.05	5	0.9	40.05	39.15	21.95
Eucalyptus Globulus						
1	35	5	0.7	40	39.3	16.27
2	34	5	0.68	39	38.32	15.74
3	35.05	5	0.65	40.05	39.4	14.94
Muestra en blanco						
1	35	5	0.48	40	39.52	6.6
2	34	5	0.52	39	38.48	5.93
3	35.05	5	0,53	40.05	39.52	6.38

Fuente: Elaboración propia.

Descripción:

Para la determinación de Humedad, se extrajo la muestra de tres ubicaciones las cuales tuvieron un área de 200 m, donde se realizó 4 calicatas que permitan obtener una muestra compuesta para su posterior análisis, dichas muestras se llevaron a laboratorio de Biotecnología, para someterlo análisis el cual consto de extraer 5g. De cada muestra colocarlos en los crisoles y llevarlos a la estufa por un espacio de 24h a temperatura de 400 °C y seguir el proceso hasta determinar la humedad por diferencia de pesos de la muestra, obteniendo los valores las cuales están detallados en la tabla N°7.

Grafico N° 3, Determinación de contenido de humedad (%).



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Tal como se observa en el grafico N° 3 el contenido de humedad del sistema de pastizales andinos es de 21.95 a 21.04%, observándose que entre la muestra 1 y la muestra 2 hay una mínima diferencia de % de humedad, sin embargo la muestra 3 tiene mayor % de humedad que las muestras anteriores, Por otro lado el contenido de humedad del sistema de eucaliptus va desde 16.27 a 14.94 % de humedad, encontrándose una diferencia mínima entre los puntos. Por último la muestra en blanco presenta un % de humedad que va desde los 6.60 a 5.38 % de humedad. Los resultado obtenido en los sistemas de pastizales se puede observar que existe una diferencia significativa entre las muestras, incluso perteneciendo al mismo sistema. No obstante las propiedades físico-químicas de los suelos contribuyen al comportamiento del suelo.

Análisis N° 4: Determinación de Materia Orgánica

Tabla N° 8, Determinación de contenido de Materia orgánica (%)

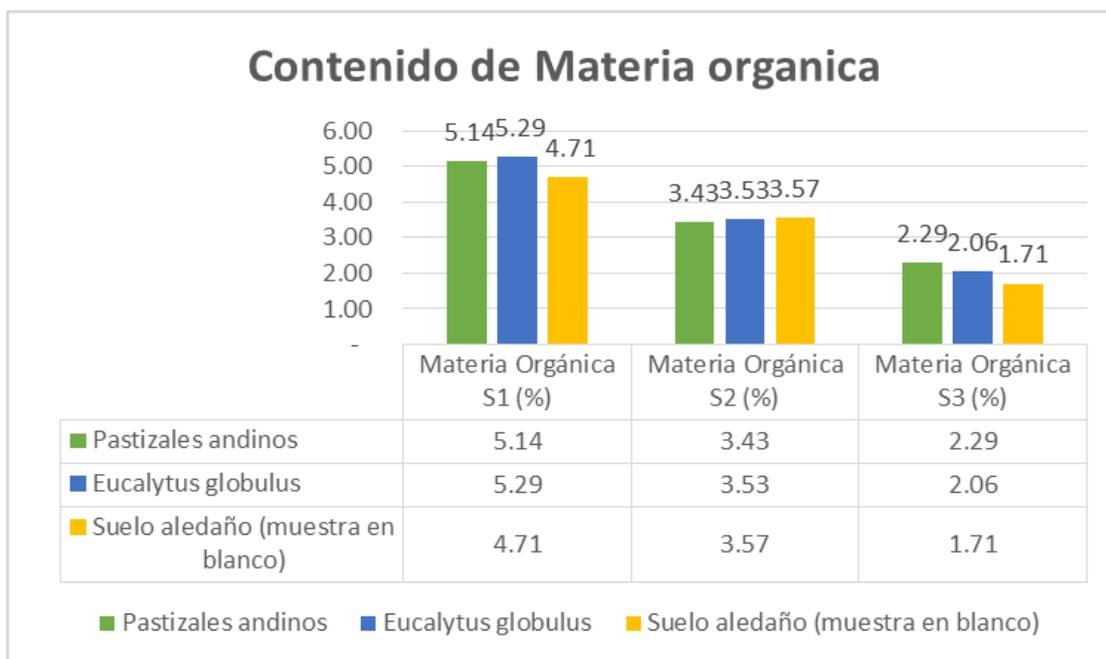
Pastizales Andinos							
Muestra	Peso crisol (g)	Peso de la muestra (g)	Peso de agua contenida	Peso inicial (g)	Peso final o seco (g)	Peso de la Mufla	Materia Orgánica l (%)
1	35	5	1.8	40	39.2	38.2	5.14
2	34	5	1.8	39	38.19	37.2	5.29
3	35.05	5	1.65	40.05	39.15	38.4	4.71
Eucalytus Globulus							
1	35	5	1.2	40	39.3	38.8	3.43
2	34	5	1.2	39	38.32	37.8	3.53
3	35.05	5	1.25	40.05	39.4	38.8	3.57
Muestra en Blanco							
1	35	5	0.8	40	39.52	39.2	2.29
2	34	5	0.7	39	38.48	38.3	2.06
3	35.05	5	0.6	40.05	39.52	39.45	1.71

Fuente: Elaboración propia.

Descripción:

Para la determinación de Materia orgánica, se extrajo la muestra de tres ubicaciones las cuales tuvieron un área de 200 m, donde se realizó 4 calicatas que permitan obtener una muestra compuesta para su posterior análisis, dichas muestras se llevaron a laboratorio de Biotecnología, para someterlo análisis el cual consto de extraer 5g. para colocar la muestra en crisoles y llevarlos a la estufa por un espacio de 24h a temperatura de 400 °C y seguir el proceso hasta determinar el contenido de materia orgánica, cuyo de resultado se detallan en la tabla N° 8.

Grafico N° 4, Determinacion de materia organica en tres sistemas.



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Tal como se observa en el grafico N°4 el contenido de materia orgánica del sistema de pastizales andinos va desde 4.71 a 5.29%, el cual es considerado un suelo rico en materia orgánica, de acuerdo a la tabla de IGP. Anexo N° 9, por otro lado el sistema de eucalipto presenta un contenido de materia orgánica de 3.43 a 3.57%, así también el resultado de las muestras en blanco es de 1.71 a 2.29% (MOS), observándose una diferencia significativa entre los sistemas estudiados. Los resultados hallados en el sistema de pastizales naturales evidencian un alto contenido de (MOS) por encima del 1%, lo cual se debe a diversos factores como el clima y el tipo de suelo, la vegetación existente en las zonas así como otros factores que influyen en la acumulación de materia orgánica.

Análisis N° 5, Densidad Aparente.

Tabla N° 9, Determinación de la Densidad Aparente.

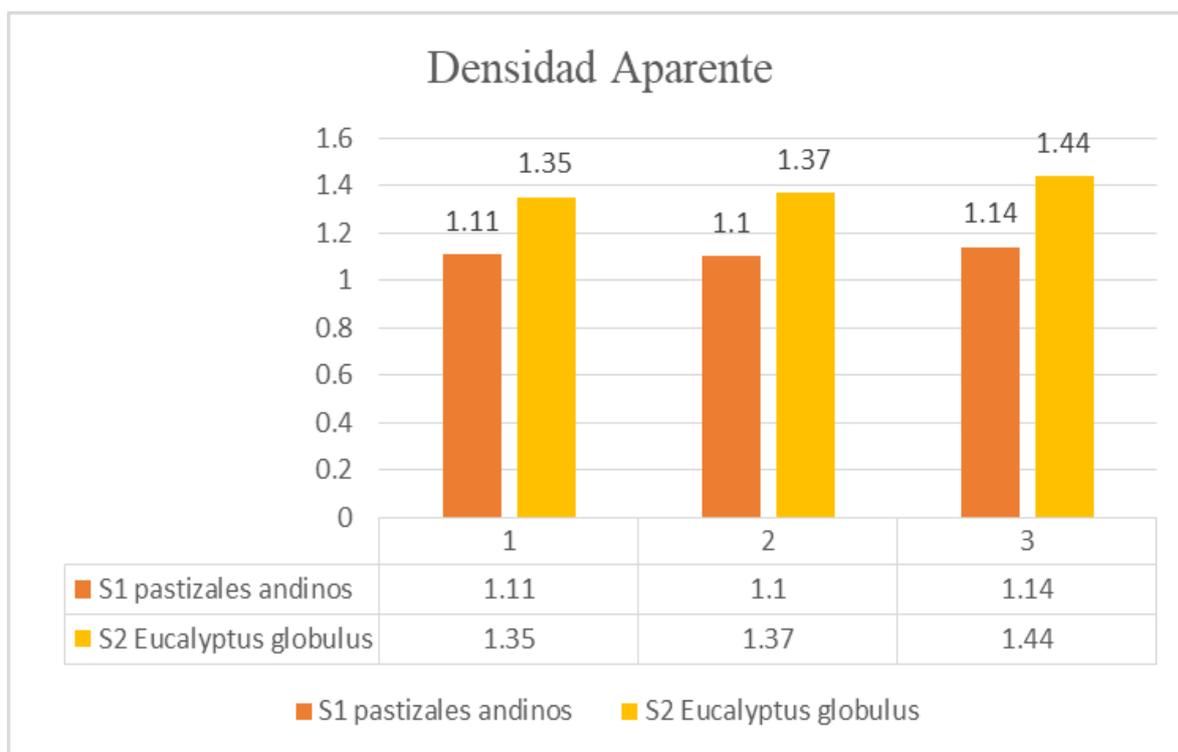
Pastizales Andinos			
Muestra	Peso de la muestra (g)	Volumen del cilindro	Densidad Aparente
1	320	288	1.11
2	318	288	1.1
3	330	288	1.14
Eucalytus Globulus			
1	390	288	1.35
2	395	288	1.37
3	399	288	1.44

Fuente: *Elaboración propia.*

Descripción:

Para la determinación de la Densidad Aparente, se extrajo la muestra de tres ubicaciones las cuales tuvieron un área de 200 m, donde se realizó 3 calicatas por cada área, donde se colocó los cilindros el cual permitió obtener una muestra para su posterior análisis, dichas muestras se llevaron a laboratorio de Biotecnología, para someterlo análisis el cual consto en pesar las muestras y llevarlo a la estufa por un espacio de 24 h a 105 °C y seguir el proceso hasta determinar la densidad aparente de las muestras, las cuales están detallados en la tabla N° 9.

Grafico N° 5: Determinación de la Densidad aparente del suelo.



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Tal como se observa en el grafico N°5, la densidad aparente del sistema de pastizales andinos oscila entre 1.10 g/cm³ a 1.14 g/cm³, a través de los valores hallados podemos determinar que el suelo de los sistemas de pastizales es un suelo bien estructurado, con buena aireación y con buena porosidad lo que beneficia el desarrollo de las plantas según Martínez & Acevedo (2008). Por otro lado el sistema de *Eucalytus globulus* muestra una densidad aparente de 1.35 g/cm³ a 1.44 g/cm³, observándose una mayor densidad aparente, el cual muestra que es un suelo ligeramente más compactado, menos poroso, con baja estructura, el cual condiciona la producción de materia orgánica en el suelo.

Análisis N° 6: Densidad Real del suelo.

Tabla N° 10, Determinación de la Densidad Real

Pastizales Andinos				
Muestra	Peso de la muestra (g)	Peso de fiola + agua (2/3)	Peso de fiola + agua + suelo	Densidad Real
1	20	369.8	358,7	2.53
2	20	366	355	2.52
3	20	364.5	353	2.56
Eucalyptus Globulus				
1	20	371	358.5	2.66
2	20	364.4	352	2.63
3	20	370	358	2.62

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Para la determinación de la Densidad Real, se trabajó con la muestra obtenida de la densidad aparente las cuales se extrajó 20 g. la cual se colocó en los Picnómetros para posteriormente seguir con el proceso, el cual se aplicó para el S1 Y S2, dando como resultados los valores que están detallados en la tabla N°10, estos análisis fueron obtenidos en el laboratorio de Biotecnología,

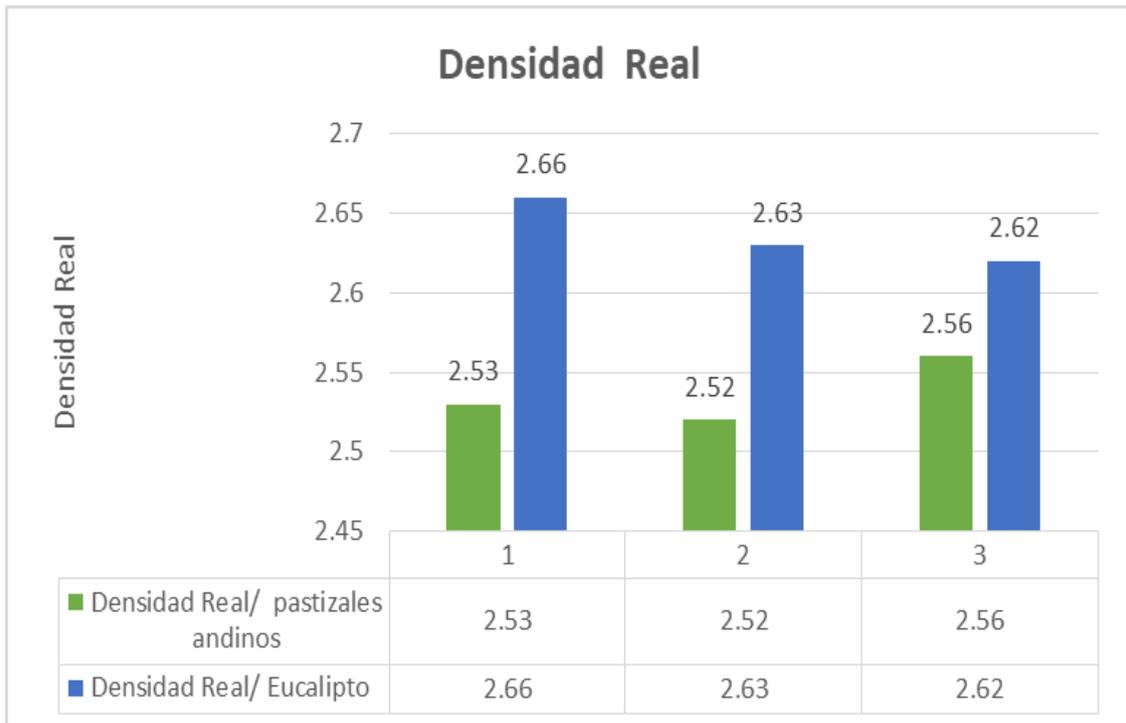


Grafico N° 6, Densidad Real

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Tal como se observa en el grafico N° 6 la densidad real del suelo en el sistema de pastizales andinos de la ciudad de Huamanga, donde se extrajo tres muestras compuestas presenta una ligera variación que va desde los 2.56 g/cm³ a 2.52 g/cm³

La densidad real en la muestra de los sistemas de pastizales de Huamanga no presenta variaciones significativas el cual permite evidenciar un suelo bastante fértil y con poros ligeros, que propician la acumulación de materia orgánica.

No obstante en los sistemas de *Eucalyptus globulus*, se observa un suelo más compacto por lo tanto más pesado, que disminuye la presencia de materia orgánica.

Análisis de Captura de carbono

Tabla N° 11, Carbono en Biomasa arbustiva herbácea.

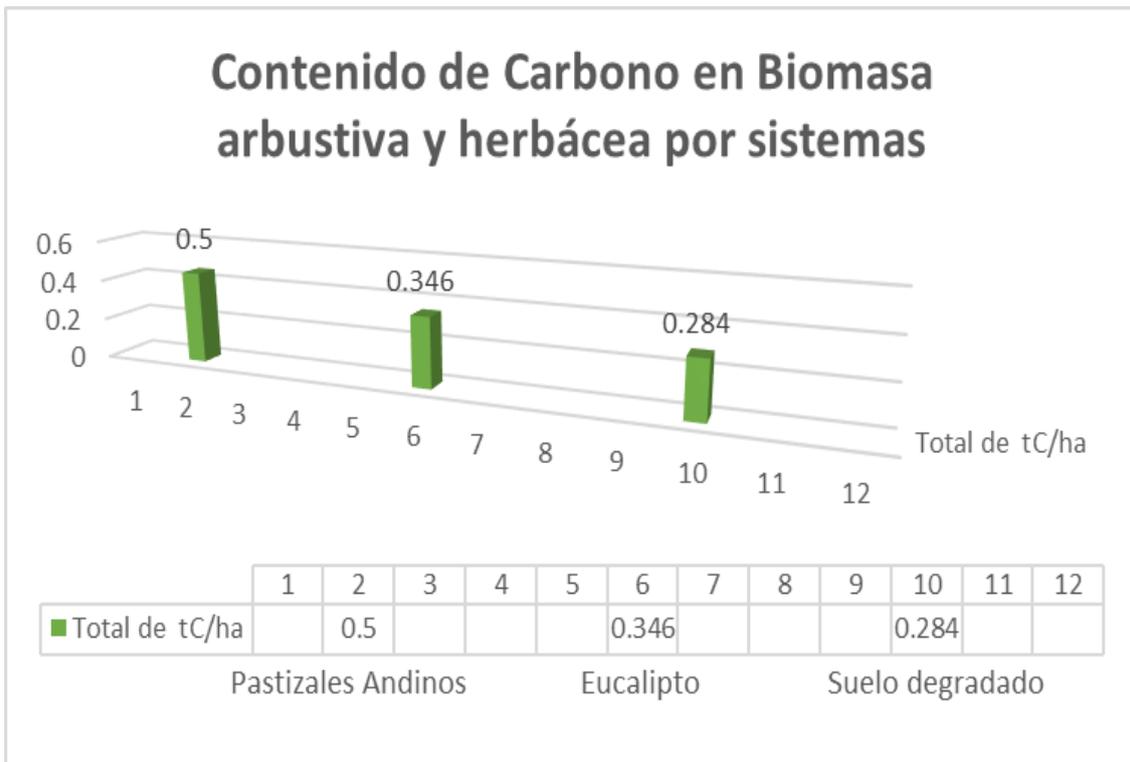
Muestra	Peso Fresco Total (g/m)	Peso Fresco de la muestra (g)	Peso Seco (g)	Biomasa (g/m ²)	Ceniza (g)	% MO	% C	C en Muestra (g/m ²)	Prom. CM (g/m ²)	Total de tC/ha
Pastizales Andinos										
1	256	50	21	104.96	0.98	95.33%	42.94%	45.02	45.4	0.5
2	258	50	21,47	107.35	0.99	95.40%	43%	46.16		
3	244	50	21	104.96	0.98	95.33%	42.94%	45.02		
Eucalyptus globulus										
1	250	50	17.5	87.5	0.98	94.40%	42.52%	37.187	34.58	0.346
2	258	50	21,47	107.35	0.99	95.40%	43%	46.16		
3	216	50	11.45	49.5	0.99	91.53%	41.23%	20.4		
Muestra en Blanco										
1	100	20	15.23	76.15	2.45	83.91%	37.79%	28.77	28.36	0.284
2	102	20	14.55	74.2	2.55	82.47%	37.14%	27.55		
3	100	20	15.23	76.15	2.45	83.91%	37.79%	28.77		

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Para la determinación del contenido de carbono en la biomasa arbustiva y herbácea, se procesó la muestra de tres parcelas el cual consto de un área de 200 m, donde se realizó 4 calicatas que permitan obtener una muestra, en la tabla N° 11, se observa el peso fresco de la muestra, así como el peso de la ceniza de la muestra, el porcentaje de materia orgánica, el contenido de carbono en la muestra, el contenido de carbono por hectárea y por último el promedio de carbono contenido por hectárea.

Grafico N° 7, Contenido de carbono en biomasa arbustiva y herbácea.



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

El grafico N° 7 muestra valores de carbono almacenado en cada sistema estudiado, así mismo el sistema de pastizales en las tres parcelas analizadas muestra un valor promedio de 0.50 toneladas de carbono por hectárea, por otro lado en el sistema de Eucalipto o *Eucayptus globulus* en las tres parcelas analizadas muestra un valor promedio de 0.35 toneladas de carbono por hectárea, por último el sistema de suelo pobre o muestra en blanco en las tres parcelas analizadas muestra un valor promedio de 0.284 toneladas de carbono por hectárea, la variación existente en los promedios de cada sistema se puede deber a que algunos sistemas tienen mayor cantidad de biomasa tanto en la superficie como debajo de ella que aportan materia orgánica al suelo haciéndolo muy rico.

Tabla N° 12, Contenido de carbono total tC / ha en suelo

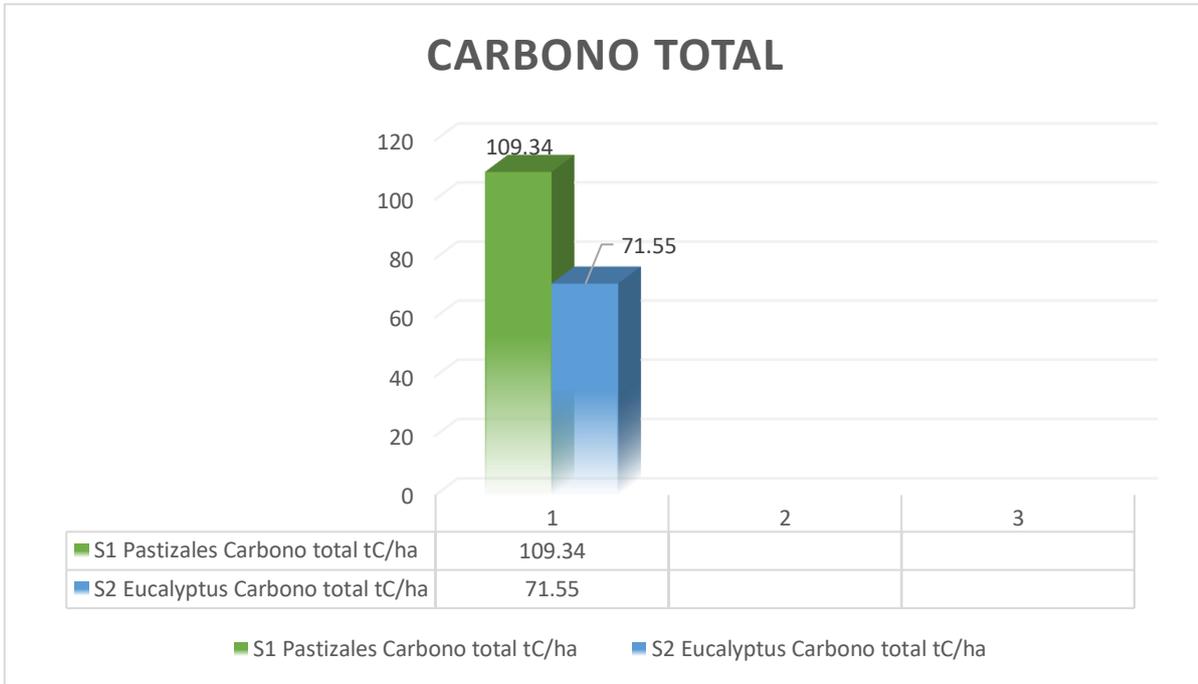
S1 Pastizales Andinos							
Muestra	Peso de la muestra (g)	Volumen del cilindro	Densidad Aparente	Peso de volumen del suelo	C. Laboratorio	Carbono Total	Carbono Total
	Kg	Cm ³	g/cm	t/ha	g C	tC / ha	tC / ha
10	320	288	1.11	1110	2.4	26.64	109.34
20	318	288	1.1	2200	2.1	46.2	
40	330	288	1.14	4560	0.8	36.5	
S2 Eucalyptus Globulus							
10	390	288	1.35	1350	1.6	21.6	71.55
20	395	288	1.37	2740	0.75	20.55	
40	399	288	1.44	5760	0.51	29.4	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Para la determinación del contenido de carbono en el suelo por tC / ha, se procesó la muestra de las tres parcelas, donde se muestra la tabla N° 12, los pesos de las muestras en gramos (g), el volumen del cilindro en (cm³), lo cual dio como resultado la densidad aparente de cada muestra, el peso de volumen del suelo tC / ha, el resultado del carbono obtenido en el proceso de laboratorio de Biotecnología, carbono total obtenido el volumen del suelo por el carbono de laboratorio y finalmente el carbono total contenido por hectárea, el cual se obtuvo sumando las tres parcelas de una hectárea.

Grafico N° 8, Contenido total de Carbono por sistema



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

El grafico N° 9 muestra los valores totales de carbono toneladas por hectárea, donde el sistema de pastizales andinos S1 se determinó el valor de 109 Tc / ha y en el sistema de Eucalipto o *Eucaypus globulus* se determinó el valor de 74. tC / ha, estos valores se logró analizando las tres parcelas de cada sistema, la densidad aparente de cada sistema fue determinante para hallar el contenido de carbono ya que a mayor densidad significaba un suelo más compacto y con menor contenido de MO, mientras que una densidad baja significaba un suelo que propicia las condiciones para el desarrollo de MO,

CONTRASTE DE HIPÓTESIS GENERAL

H0: No Existe una influencia entre el Sistema de Uso de Suelo y la capacidad de almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, en la provincia de Huamanga, Ayacucho 2018.

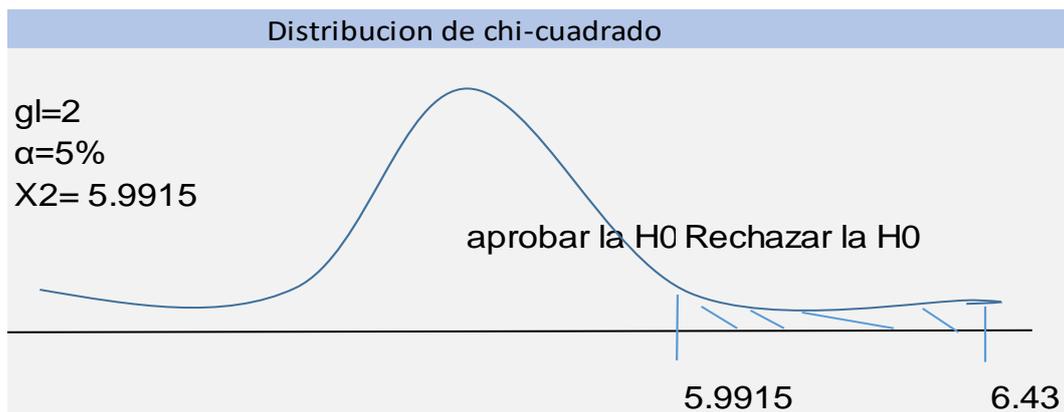
Ha: Existe una influencia entre el Sistema de Uso de Suelo y la capacidad de carbono en suelos altoandinos, en la provincia de Huamanga, Ayacucho 2018

Tabla N° 13: Prueba de significancia de la influencia que existe entre el sistema de uso de suelo y el almacenamiento de carbono

Prueba Chi-cuadrado	
CHI TABLA	5.9915
Grado de libertad	2
P=	0.0402
CHI CUADRADO	6.427224356

Fuente: Elaboración propia

Grafico N° 9: distribución de chi – cuadrado para determinar la hipótesis



general

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De acuerdo con la tabla N° 13 muestra el valor de P que la significancia, cuyo valor es menor de 0.05, con un grado de libertad de 2 y el chi cuadrado con un valor de 6.43, de acuerdo con el grafico N° 10, donde se señala la distribución del chi – cuadrado, el cual permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la alterna que menciona que existe una influencia entre el sistema de uso de suelo y la capacidad de almacenamiento de carbono en Huamanga - Ayacucho 2018.

CONTRASTE DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA

1. Hipótesis específica 1

Ho: No existe influencia entre las propiedades físicas del suelo y el almacenamiento de Carbono en Suelos Altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018.

Ha: existe influencia entre las propiedades físicas del suelo y el almacenamiento de Carbono en Suelos Altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018.

Tabla N° 14: Prueba de significancia de la influencia que existe entre las propiedades físicas del suelo y el almacenamiento de carbono

Prueba Chi-cuadrado	
CHI TABLA	5.9915
Grado de libertad	2
P=	0.042644733
CHI CUADRADO	6.309703014

Fuente: Elaboración propia

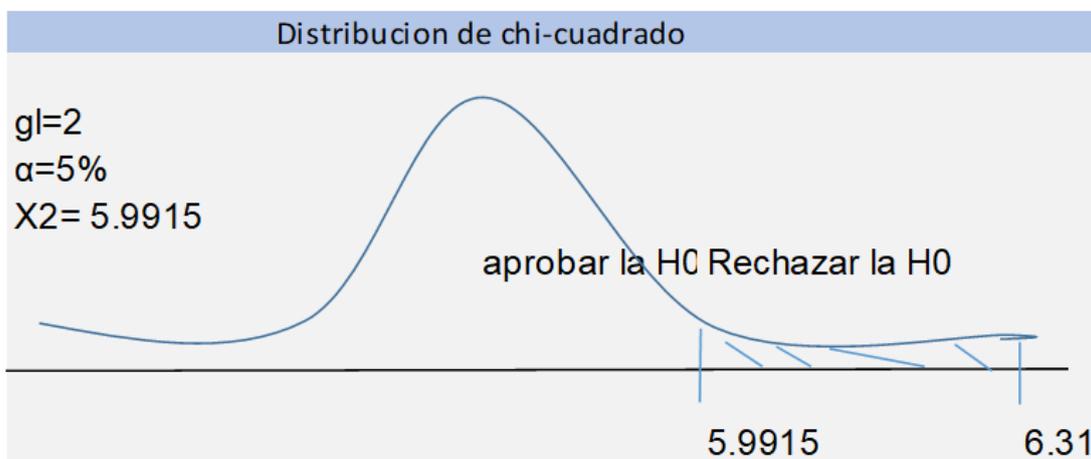


Grafico N° 10: distribución de chi – cuadrado para determinar la hipótesis específica 1. Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación:

De acuerdo a la tabla N° 14 muestra el valor de P que la significancia, cuyo valor es menor de 0.05, el cual tiene un grado de libertad de 2 y el chi cuadrado nos da un valor de 6.31, por otro lado se observa en el grafico N° 11, donde se señala la distribución del chi – cuadrado, el cual permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna, el cual menciona que existe una influencia entre las propiedades físicas del suelo y el almacenamiento de carbono en suelos altoandinos en la provincia de Huamanga - Ayacucho 2018.

2. Hipótesis específica 2

H₀: No existe una influencia entre las propiedades químicas del suelo y el almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018.

H_a: Existe una influencia entre las propiedades químicas del suelo y el almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018.

Tabla N° 15: Prueba de significancia de la influencia que existe entre las propiedades químicas del suelo y el almacenamiento de carbono

Prueba Chi-cuadrado	
CHI TABLA	5.9915
Grado de libertad	2
P=	0.018537308
CHI CUADRADO	7.975939861

Fuente: Elaboración propia

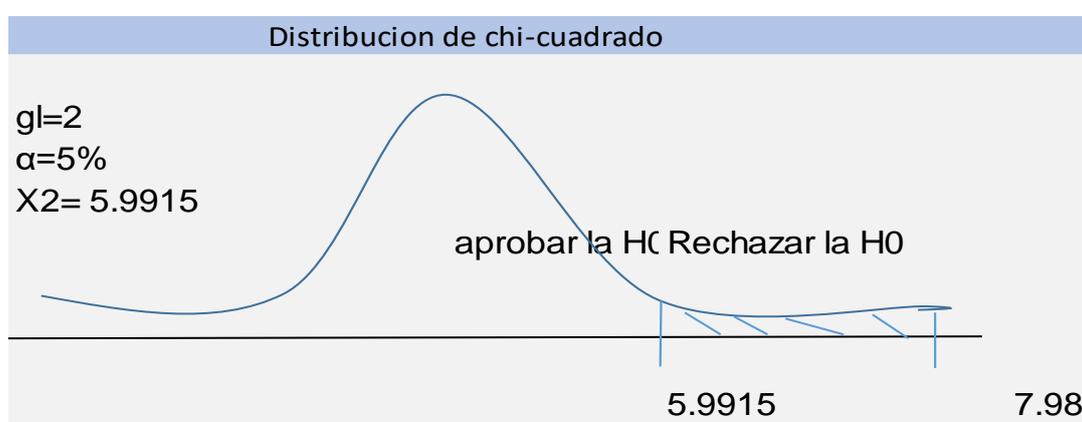


Grafico N° 11: distribución chi – cuadrado, para determinar la hipótesis específica 2

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De acuerdo con la tabla N° 15 indica un valor de P (significancia) cuyo valor es 0.05 con un grado de libertad de 2 y el chi – cuadrado da un valor de 7.98, por otro lado también se puede mencionar que en el grafico N° 12, que señala la distribución del chi – cuadrado y observa un chi tabla de 5.99 y un chi – cuadrado de 7.98, el cual permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna que menciona que existe influencia entre las propiedades químicas del suelo y el almacenamiento de carbono en suelos altoandinos en la provincia de Huamanga – Ayacucho 2018.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación busca establecer si existe influencia de los sistemas de suelo, en la capacidad para almacenar carbono, para lo cual se realizó una serie de análisis tanto físicos como químicos, donde se determinó dos sistemas de uso el S1 Pastizales andinos y el S2 Eucaliptus globulus así como una muestra en blanco (S3) dicha muestra sirvió para comparar como estos sistemas en estudio influyen en la capacidad de almacenamiento de carbono.

Para LLAMUCA, J. (2015) que determinó el carbono del suelo de los bosques nativos en ceja andina, el autor dentro de los parámetros que evaluó para hallar el carbono fueron pH, densidad aparente, contenido de humedad y el contenido de carbono, donde halló resultados de pH en rangos de 5.13 a 6.14, los resultados obtenidos en la muestra de pH muestran valores menores a la del estudio realizado en la presente tesis. Por otro lado también analizó la densidad aparente en el cual obtuvo valores inferiores al estudio de tesis con valores en el S1 valores de 1.10 a 1.14, y en el S2 valores de 1.35 a 1.44, otro análisis realizado es la de MO con valores en el S1 va desde 4.71 a 5.29, en el S2 los resultados son 3.43 a 3.57 y en muestra S3 1.71 a 2.29, el resultado del contenido de MO hallado por LLAMUCA, J. (2015) varían significativamente con el estudio, por último los resultados de carbono en el suelo del S1 es de 109.34 Tc / ha y en S2 los resultados es de 71.55 tC / ha, obteniéndose una diferencia significativa con los resultados hallados por el autor.

ORTIZ & MORENO (2015) realizaron diversos análisis para determinar el almacenamiento de carbono orgánico en suelos de paramo, para ello evaluaron análisis de la densidad aparente, materia orgánica y el contenido de carbono en el suelo, los resultados hallados se observa una mínima diferencia con los resultados obtenidos en el presente estudio de tesis, no obstante se menciona al resultado del análisis que determina el contenido de carbono en el suelo que es de 85.13 a 114 tC / ha que tiene una ligera diferencia con el estudio de la presente tesis, a que mencionar que los resultados hallados por ORTIZ & MORENO (2015) se realizaron a través del método de Ignición, dicho método

también ha sido desarrollado en el estudio de tesis de esta investigación permitiendo encontrar dichos resultados.

Los autores LLANOS, E. & ESCANDON, J. (2016), determinaron el contenido de carbono almacenado en el suelo a través de la densidad aparente y de la obtención de la materia orgánica usando el método de ignición que consto en someter la muestra a una temperatura de 430 °C por un espacio de 24 h, lo cual les permitió hallar como resultado que los valores de carbono orgánico en el suelo se ubican a altitudes mayores, lo que se debe a una mayor concentración de materia orgánica y una buena densidad aparente en dicho suelo (p.39). no obstante se debe mencionar que el estudio que realizaron los autores no muestra mayores detalles de los parámetros analizados para poder determinar si sus resultados fueron precisos, también se menciona que de acuerdo a la revisión de diversos estudios en relación al almacenamiento de carbono en el suelo diversos autores han aplicado análisis de densidad aparente, así como el análisis de materia orgánica para la obtención del contenido de carbono orgánico, de la misma forma hago mención que el presente estudio aplicado métodos de Ignición y métodos de combustión húmeda lo que ha hecho posible la obtener resultados en el S1 de 109. tC / ha y en S2 74 tC / ha, los cuales son valores similares a los hallados por los otros autores en referencia.

Chávez, F. (2003). Determina el carbono almacenado en cuatro especies, para ello analizo densidad aparente, conductividad, ph, materia orgánica y carbono en el suelo, los valores hallados con relación a la densidad aparente y conductividad son similares al presente estudio, sin embargo la cantidad de materia orgánica presente en su análisis arrojan resultados de 3.33 % y el contenido de carbono en el suelo es de 19890 Kg. ha, si esto es expresado a toneladas tiene un total de carbono almacenado en eel suelo de 1.9.89, lo que significa que existe una diferencia significativa con respecto a los valores hallados en la presente investigación, es importante mencionar en el estudio que realizo el autor su objetivo era determinar cuál de las cuatro especies tenia mayor contenido de carbono, llegando a la conclusión de que la especie de pasto tiene mayor concentración de carbono.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados hallados y detallados en las diferentes tablas analizadas en la investigación y los objetivos planteados se concluye en lo siguiente:

De acuerdo a los resultados hallados se determinó que los sistemas de uso de suelo si influyen en el almacenamiento de carbono en Huamanga – Ayacucho 2018, así también los análisis realizados a los parámetros fisicoquímicos del suelo contribuyeron a determinar que el sistema de pastizales andinos S1 tiene mayor cantidad de carbono contenido en comparación con el sistema de *Eucalyptus globulus*.

En cuanto a la influencia que existe entre las propiedades físicas del suelo y el almacenamiento de carbono en Huamanga – Ayacucho 2018, se pudo determinar, que si influyen las propiedades físicas del suelo y que juegan un papel importante en la capacidad del suelo para almacenar carbono ya que un suelo deficiente no genera la producción de materia orgánica por ende la capacidad de almacenar carbono está condicionado a estas propiedades.

Con respecto a la influencia que existe entre las propiedades químicas del suelo y el almacenamiento de carbono en Huamanga – Ayacucho 2018, se determinó, que las propiedades químicas del suelo si influyen en el almacenamiento de carbono y la capacidad del suelo para almacenar carbono, así también se determinó que la materia orgánica juega un papel importante en el almacenamiento de carbono es decir a mayor cantidad de materia orgánica mayor es la cantidad de carbono presente en el suelo, por ende el manejo del suelo condiciona la producción de materia orgánica y este a su vez la capacidad de almacenar carbono.

Finalmente se logró estimar la cantidad de carbono almacenado en los sistemas de uso de suelo en la que el sistema con mayor contenido de carbono es la de pastizales andinos con un valor de 109.34 tC / ha, y sistema de *Eucalyptus globulus* tuvo un valor de 71,55 tC /ha, los valores hallados en la investigación contribuye al aporte de la investigación científica.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a la investigación realizada, se recomienda que los futuros investigadores realicen análisis los parámetros físicos y químicos del suelo a mayores profundidades que analicen los horizontes superiores e inferiores, empleando distintas técnicas de muestreo y análisis, lo cual permita hacer comparaciones entre ellas e identificar si existe alguna variación entre los métodos empleados, por otro lado también se debe de incluir realizar análisis a los organismos vivos del suelo y cómo influyen estos organismos en la descomposición de la materia orgánica, ya que de esto depende el contenido de carbono en los sistemas de suelo.

Se recomienda que las futuras investigaciones medir el carbono inorgánico presente en el suelo, que facilite tener información de cuanto es el carbono inorgánico capturado en el suelo.

Se sugiere que se realice investigaciones a las especies endémicas del lugar y influencia en el almacenamiento de carbono, la zona en estudio tiene las bondades de contar con pisos altitudinales, y climas que propician el desarrollo de distintas especies que favorecen la captura y secuestro de carbono, con miras a contribuir con el cambio climático.

A las autoridades competentes que están enfocadas en temas relacionadas a mitigar los efectos del cambio climático, promover investigaciones relacionadas almacenamiento de carbono en el suelo, ya que en la actualidad existen pocas investigaciones sobre este tema, por otro lado también se recomienda la difusión del rol que cumple el suelo en ciclo de carbono así como la participación e involucrar a los pobladores y campesinos de la zona ya que ellos tiene el contacto directo con estos sistemas, realizar programas de manejo sostenible con miras a un desarrollo económico social y ambiental que beneficien a todos.

REFERENCIAS

- AMAGUAYA. Jose. Determinación de carbono en suelo de bosques nativo de ceja andina en el sector Guangra, Parroquia Achupallas, Canton Alausi, Provincia de Chimborazo. Tesis (Título de Ingeniero Forestal). Riobamba: Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador, 2015. 99 pp.
- Alvarado, Andrade & Segura. (2013). Almacenamiento de Carbono Orgánico en suelos en sistema de producción de café en el municipio de Líbano, Tolima, Colombia: Colombia Federal. P.24.
- ANDRADE, A. y Yépez, H. (2014) *Almacenamiento de Agua y Cuantificación de Carbono en el Ecosistema Paramo dentro de un Esquema Global Environment Outlook (GEO), caso de Estudio: Paramo de Pintag-Cuenca Alta de Rio Pita*. Tesis (Título Ingeniero Civil). Quito: Escuela Politécnica Nacional. Ecuador. 2014. 281 pp.
- APOLINARIO, J. & Carmen, K. (2015) *Capacidad de Almacenamiento de Carbono en un Bosque Joven y Maduro de Puya Raimondi Harms Vilcashuaman – Ayacucho*. Tesis (Título de Ingeniero Forestal y Ambiental). Huancayo: universidad Nacional del Centro del Perú. Perú. 2015. 105 pp.
- BERAUN, D. (2011). Carbono almacenado en sistemas con pastura natural y pastura mejorada (*B. decumbens*) en el distrito de José Crespo y Castillo. Tesis Ing. Zoot, Tingo María, pero. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Zootecnia. 53 p.
- CHÁVEZ F. (2003), Estimación de captura de carbono en cuatro especies de pastos: *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbes*, *Pennisetum purpureum* y *Saccharum sinensis* en cuñunbuque - San Martín Tesis (título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de San Martín Facultad de Ciencias Agrarias. Perú. 58 pp.

- CUELLAR, SALAZAR. Dinámica del Carbono Almacenado en los Diferentes Sistemas de Uso de la Tierra en el Perú. 1ed. Lima Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA.
ISBN: 9789972440281
- CÁRDENAS, *et al.* Desarrollo sostenible es los Andes de Colombia [en línea]. 1 ed. Bayaca Colombia.: JAVEGRAF, 2008 [fecha de consulta: 7 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=U2SqOc5hb2wC&pg=PA280&dq=definicion+de+sistemas+de+uso+de+suelo&hl>
- DONALD, D. SPARKS, PH. (2008). Soil physical chemistry. Departamento of plant, and Soil Sciences University of Delaware Newark, Delaware. [En línea]. 2nd ed. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=-8vHlnSQVSEC&printsec=frontcover&dq=physical+and+chemical+properties+of+the+soil&hl>
- FAO. 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/secuestro-de-carbono-en-el-suelo/es/>
- Fonnegra. R., & Jimenez. S. *Plantas medicinales aprobadas en Colombia*. 2ed. Medellin, Colombia: Universidad de Antioquia. Organización Mundial de la Salud. 2008. 45 pp.
ISBN: 978958659997
- FAO. Org. Viale delle Terme di Caracalla 09/04/2015. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/282761/>
- GLIESSMAN, S. (2008). *AGROECOLOGÍA Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible* Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=rnqan8BOVNAC&pg>

- IPCC. Definición de Cambio Climático. Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático. 2008. 89 pp.
ISBN: 929166693197
- JIMÉNEZ, Francisco, Vargas, Arturo. Apunte de clase de curso corto: Sistema Agroforestales. 3. a ed. Turrialba, C. R.: CATIE, 2008. 45 pp.
ISBN: 9977573123
- LLANOS, E. & Escandón, J. (2016) *Almacenamiento de Carbono en el suelo bajo tres tipos de cobertura vegetal en los páramos andinos en la cuenca del Rio Paute*. Tesis (Título de Ingenieros Agrónomo). Cuenca: Universidad de Cuenca. Ecuador. 2016. 61 pp.
- MAQUERA, D. (2017) *Determinación del Contenido de Carbono por Especie Forestal en Bosque del CIO Camacani – UNA – Puno*. Tesis (Título de Ingeniero Químico). Puno: universidad Nacional del Altiplano. Perú. 2017. 92 pp.
- MOREIRA, Huising & Bignell. Manual de biología de suelos tropicales. 1 ed. México D.F.: Instituto Nacional de Ecología, 2012. 73 pp.
ISBN: 9786077908319
- ORTIZ, K & Moreno, E. (2015) Incidencia de la Mesofauna en el Almacenamiento de Carbono Orgánico total en los suelos del páramo de la comunidad de Guangopud Parroquia Juan de Velasco Cantón Colta. Tesis (Título de Ingeniera en Biotecnología Ambiental). Riobamba: Escuela superior Politecnica de Chimborazo. Ecuador, 2015. 95 pp.
- ONU Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación. Secuestro de Carbono en Tierras áridas. 1ed. Viale delle Terme di Caracalla 00153 Roma, Italia.: grupo de ventas y comercialización, 2008. 23 pp.
ISBN: 9789253952391

- Plan estratégico Decenal para Mejorar la Aplicación de la Convención 2008-2018. Portal de Cambio Climático. 11 de noviembre del 2010. Disponible en: <http://cambioclimatico.minam.gob.pe/manejo-de-la-tierra-y-el-agua/la-convencion-de-lucha-contra-la-desertificacion-cnuld/plan-estrategico-decenal-para-mejorar-la-aplicacion-de-la-convencion-2008-2018>
- Plan Estratégico Regional Agrario – Ayacucho 2009-2015, (MINAGRI) http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes_estrategicos_regionales/ayacucho.pdf
- Stewart, C.E., Paustian, K., Conant, R. T., Plante, A. F. & Six, J. 2007. Soil carbón saturation: concept, evidence and evaluation. *Biochemistry*, 86: 19-31.
- RADULOVICH, R., Tecnologías Productivas para Sistemas Agrosilvopecuarios de la Ladera con sequia estacional. 1ed. Turrialba, Costa Rica.: centro agronómico tropical de investigación y enseñanza, 2008. 85 pp. ISBN: 9977571767
- RATTAN, L. (2008). SOIL QUALITY and SOIL EROSION. [En línea]. Soil and Water Conservation Society. Boca Raton, London. [fecha de consulta: 10 de julio de 2018]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=hebmq2q1dZkC&pg=PA39&dq=physical+and+chemical+properties+of+the+soil&hl>
- SIX, J., Conant, R., Paul, E., & Paustian, K. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soil. [En línea]. Natural Resource Ecology Laboratory, Colorado State University. 2008 [fecha de consulta: 10 de junio de 2018]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1016125726789>
- SALGADO, L. (2008). *El mecanismo de desarrollo limpio en actividades de uso de la tierra, cambio de uso y forestería (LULUCF) y su potencial en la región latinoamericana*. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?id=B_NNLdeuG_wC&printsec=frontcover

&dq=Estimación+de+Carbono+En+las+Especie+Eucalyptus+globulus+y++la+Especie+Nativa+Shinus+molle&hl

- YARANGA, R. & Custodio, M. (2013) *Almacenamiento de carbono en pastos naturales altoandinos*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro. Perú. 2013. 7 pp.
- West, T., Post, W. soil organic carbón sequestration rates by tillage and crop rortation: A global data analysis. Soil Sci. Soc. Am. J. 66, 2002.

ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
General	General	General			
¿Cuál es la influencia del sistema de uso, en la capacidad de almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, en la provincia de Huamanga, Ayacucho-2018?	Evaluar la influencia del sistema de uso de suelo, en la capacidad de almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, en la provincia de Huamanga, Ayacucho 2018.	Existe una influencia entre el sistema de usos de suelo y la capacidad de almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, en la provincia de Huamanga, Ayacucho 2018.	-	-	-
Específicos	Específicos	Específicos			Indicadores
¿En qué medida influyen las propiedades físicas del suelo en el almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, en la provincia de Huamanga, Ayacucho-2018?	Determinar cómo influyen las propiedades físicas del suelo en el almacenamiento de Carbono en Suelos Altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018.	Existe una influencia entre las propiedades físicas del suelo y el almacenamiento de Carbono en Suelos Altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018.	Variable independiente: sistemas de uso de suelos.	Propiedades físicas del suelo	Densidad aparente., Densidad Real Contenido de Humedad
				Propiedades Químicas	pH, Conductividad, materia orgánica
¿Cómo influyen las propiedades químicas del suelo en el almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018?	Analizar las propiedades químicas del suelo y cómo influye en el almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018.	Existe una influencia entre las propiedades químicas del suelo y el almacenamiento de carbono en suelos altoandinos, en la Provincia de Huamanga - Ayacucho 2018.	Variable dependiente: Almacenamiento de carbono en suelos altoandinos	Biomasa carbono en el suelo	Biomasa en hojarasca y vegetación muerta En <i>Eucalytus Globulus</i> , pastizales andinos. Medición de carbono en el suelo, con plantaciones de <i>Eucalyptus globulus</i> y pastizales andinos

Tabla N° 1: Matriz de operacionalización de las variables de la investigación

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
Variable independiente: sistemas de uso de suelos.	Los autores Cuellar & Salazar. (2015) mencionan que los "factores físicos del suelo la textura y estructura del suelo condicionan las características de porosidad y un buen drenaje, las cuales son importantes para evaluar la fertilidad del suelo, ya que de ello depende la capacidad para producir biomasa de bajo del suelo" (p. 31). Autores como Lefevre, Rejik, Alcantara & Wiese (2017) mencionan que el carbono orgánico del suelo (COS) se divide en varios conjuntos en función de su estabilidad tanto física como química (p.4).	Para obtener los registro de las propiedades físicas y químicas del suelo, se extraerá una muestra de los capas superficiales (10-30 cm) el cual se llevara al laboratorio para su respectivo análisis, mediante la utilización de equipos se determinara la concentración de cada indicador en estudio, una vez obtenido los resultados permitirá obtener cuál de los dos sistemas de estudio tienen la capacidad de almacenar mayor carbono.	Propiedades físicas del suelo	Densidad Aparente. Densidad Real	(g/cm ³)
				Humedad (%)	%
			Propiedades Químicas	PH, Conductividad eléctrica.	(cmol.Kg ⁻¹)
				Materia orgánica	%
Variable dependiente: Almacenamiento de carbono en suelos altoandinos.	Los autores LEFEVRE, REKIK, ALCÁNTARA & WIESSE (2017) mencionan que COS o el carbono orgánico presente en el suelo representa una parte importante del ciclo global del carbono es decir que el ciclo de carbono no solo se da a través del océano, vegetación sino también del suelo (Imagen N°1), tal como lo menciona los autores se estimado que existe almacenado 1 500 PgC en un metro de suelo, lo cual supone que existe más carbono que la atmosfera ya que en la atmosfera existe aproximadamente 800 PgC y en la vegetación 500 PgC,	Para registrar las muestras de la biomasa del suelo, se obtendrá mediante el método de cilindro, el cual se debe medir fresco y sacarlo a 105°C por 24 horas para obtener el peso seco constante y por último el peso seco de cada muestra, las muestras obtenidas se guardaran en un lugar hasta el momento del análisis.		Carbono en hojarasca y vegetación muerta en pastizales.	(g/m ²)
			Biomasa	Carbono en hojarasca y vegetación muerta, <i>Eucalyptus globulus</i>	(g/m ²)
			Carbono en el suelo.	Medición de carbono en el suelo, con plantaciones de <i>Eucalyptus globulus</i>	(t/ha)
				Medición de carbono en el suelo, con plantaciones de pastizales andinos.	(t/ha)

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

“Influencia del Sistema de Uso de Suelo en la Capacidad de Almacenamiento de Carbono en Suelos Altoandinos, Huamanga-Ayacucho, 2018”

FICHA DE UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

NOMBRE DE DISTRITO

ZONA DE MUESTREO

CODIGO DEL PUNTO

CLASE DE PUNTO

pastizales

Eucalytus

METODO EMPLEADO

OBSERVACIONES

Anexo N° 3
**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**
“Influencia del Sistema de Uso de Suelo en la Capacidad de Almacenamiento de Carbono en Suelos Altoandinos, Huamanga-Ayacucho, 2018”

N°	Variable	Pertinencia ¹				Relevancia ²				Claridad ³				Sugerencias
	Sistemas de Uso de Suelo													
	DIMENSIÓN 1: PROPIEDADES FÍSICAS	M D	D	A	M A	M D	D	A	M A	M D	D	A	M A	
1	Densidad aparente. Humedad (%)													
2	Densidad real,													
	DIMENSIÓN 2: PROPIEDADES QUÍMICAS													
3	PH, conductividad													
4	Carbono orgánico del suelo, Materia orgánico.													
N°	Almacenamiento de carbono en suelos altoandinos													



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**“Influencia del Sistema de Uso de Suelo en la Capacidad de Almacenamiento de
Carbono en Suelos Altoandinos, Huamanga-Ayacucho, 2018”**

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CÓDIGO DE MUESTRA	
NUMERO DE MUESTRA	
LUGAR DE MUESTRA	
MES DE MUESTREO	

Sistema 1		Sistema 2	
FECHA DE RECOLECCIÓN		FECHA DE RECOLECCIÓN	
HORA DE RECOLECCIÓN		HORA DE RECOLECCIÓN	
TEMPERATURA DE Muestra		TEMPERATURA DE Muestra	

RECuento DE MUESTRAS	
NÚMERO DE MUESTRAS	
Kg	
OBSERVACIONES	

Anexo 5. Validación de Expertos



INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante. Dr./Mg.: MILTON CESAR TOLLUMÉ CHAVESTA
 1.2. Cargo e Institución donde labora: MINISTERIO PÚBLICO 7
 1.3. Especialidad del experto: ING. FORESTAL

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con el lenguaje apropiado.					95
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica.					95
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.					95
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de actualidad.					95
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					95
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					95
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación.					95
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.					95
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento.					95
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					95

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

San Juan de Lurigancho, ...de del 2018.

Firma de experto Informante
 DNI: 07487588

95

INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE
INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante: Dr. Martel Javier E. A
 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente de la UCV
 1.3. Especialidad del experto: Dr. en Ingeniería Ambiental

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con el lenguaje apropiado.				70%	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica.				75%	
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.					80%
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de actualidad.					80%
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					80%
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					80%
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación.					80%
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.					80%
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento.					80%
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					80%

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

San Juan de Lurigancho, 10 de Julio del 2018.


Firma de experto/informante
DNI: 09331452





INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante, Dr./Mg.: Suarez Montes Alejandro
1.2. Cargo e institución donde labora: U.C.V. - ESTE
1.3. Especialidad del experto: Eng. Químico

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiencia 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con el lenguaje apropiado.					81
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica.					81
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.					81
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de actualidad.					81
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					81
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					81
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación.					81
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.					81
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento.					81
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					81

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación? Ninguno

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

San Juan de Lurigancho, 07 de 07 del 2018.


Firma de experto Informante
DNI: 2.7106485

81%



INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante, Dr./Mg.: EDUARDO RONALD ESPINOSA FALSAW
1.2. Cargo e Institución donde labora: DIRECTOR UCV - LIMA ESTE
1.3. Especialidad del experto: ING. AMBIENTAL Y DE RENN

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con el lenguaje apropiado.				80	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica.				80	
FERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.				80	
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de actualidad.				80	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				80	
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.				80	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación.				80	
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.				80	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento.				80	
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.				80	

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendrías que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

San Juan de Lurigancho, 10 de Julio del 2018.


Firma de experto Informante
DNI: 40231221

80%

Anexo 6:

Carbono orgánico en los suelos del mundo (modificado de Eswaran *et al.*, 1993).

ORDEN ¹	Área (10 ³ km ²)	COS (Pg) ²	COS/Área (Pg 10 ⁻³ km ²)
Histosols	1.745	357	0,205
Andisols	2.552	78	0,031
Inceptisols	21.580	352	0,016
Spodosols	4.878	71	0,015
Mollisols	5.480	72	0,013
Oxisols	11.772	119	0,010
Entisols	14.921	148	0,010
Ultisols	11.330	105	0,009
Alfisols	18.283	127	0,007
Vertisols	3.287	19	0,006
Aridisols	31.743	110	0,003
Misceláneos	7.644	18	0,002
TOTAL	135.215	1.576	0,012

Anexo: N° 7: Registros fotográficos

Figura N° 7, ubicación de los puntos de muestreo



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 13, medición del área de estudio



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 14, medición del área de la calicata



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 15, medición del área de estudio



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 16, medición de la profundidad de la calicata



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 17, medición del área de estudio



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 18, medición del área de estudio



Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 8, Estándares de calidad Ambiental para suelo según Canadian Soil Quality Guidelines

SUMMARY TABLES		Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health			
Update 7.0					
Table 2. Interim remediation criteria for soil ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) that have not yet been replaced by Canadian Soil Quality Guidelines ¹ .					
Parameter	Year released	Land use			
		Agricultural	Residential/ parkland	Commercial	Industrial
General Parameters					
Conductivity (dS/m)	1991	2	2	4	4
pH	1991	6 to 8	6 to 8	6 to 8	6 to 8
Sodium adsorption ratio	1991	5	5	12	12
Inorganic Parameters					
Antimony	1991	20	20	40	40
Beryllium	1991	4	4	8	8
Boron (hot water soluble)	1991	2	—	—	—
Cobalt	1991	40	50	300	300
Fluoride (total)	1991	200	400	2000	2000
Molybdenum	1991	5	10	40	40
Silver	1991	20	20	40	40
Sulphur (elemental)	1991	500	—	—	—
Tin	1991	5	50	300	300
Monocyclic Aromatic Hydrocarbons					
Chlorobenzene	1991	0.1	1	10	10
1,2-Dichlorobenzene	1991	0.1	1	10	10
1,3-Dichlorobenzene	1991	0.1	1	10	10
1,4-Dichlorobenzene	1991	0.1	1	10	10
Styrene	1991	0.1	5	50	50
Phenolic Compounds					
Chlorophenols ^a (each)	1991	0.05	0.5	5	5
Nonchlorinated ^b (each)	1991	0.1	1	10	10
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)					
Benzo(a)anthracene	1991	0.1	1	10	10
Benzo(b)fluoranthene	1991	0.1	1	10	10
Benzo(k)fluoranthene	1991	0.1	1	10	10
Dibenz(a,h)anthracene	1991	0.1	1	10	10
Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	1991	0.1	1	10	10
Phenanthrene	1991	0.1	5	50	50
Pyrene	1991	0.1	10	100	100