



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**CUANTIFICACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO
ORGÁNICO EDÁFICO EN ECOSISTEMAS NATIVOS E
INTERVENIDOS, EN LA PARROQUIA QUIMIAG, CANTÓN
RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: ANDRÉS WLADIMIR PINZÓN VALLEJO

DIRECTOR: Ing. NORMA SOLEDAD ERAZO SALDOVAL PhD.

Riobamba – Ecuador

2022

©2022, Andrés Wladimir Pinzón Vallejo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, ANDRÉS WLADIMIR PINZÓN VALLEJO, Declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; El patrimonio intelectual a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 13 abril 2022.

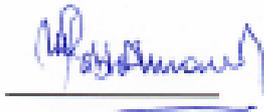


Andrés Wladimir Pinzón Vallejo

110464937-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del trabajo de integración curricular certifica que: El trabajo de integración curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **CUANTIFICACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO ORGÁNICO EDÁFICO EN ECOSISTEMAS NATIVOS E INTERVENIDOS, EN LA PARROQUIA QUIMIAG, CANTÓN RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, realizado por el señor **ANDRÉS WLADIMIR PINZÓN VALLEJO** ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de integración curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		: 2022-04-13
Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval PhD. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-04-13
Dra. Magdy Mileni Echeverría Guadalupe Phd MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-04-13

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por brindarme salud, fuerza y sabiduría en mi formación personal y como futuro profesional, a pesar de las circunstancias que he transcurrido en este camino.

Con mucho amor, A Leonardo Pinzón, quien ha sido el mejor padre, me ha enseñado que con esfuerzo y dedicación se puede lograr todo, gracias por confiar en mí y animarme para seguir adelante. A Lucia Vallejo, por su apoyo incondicional y confianza, por su sacrificio y esfuerzo de cada día.

A Arturo Vallejo, por su incondicional apoyo y consejos que me enseñado a ser mejor cada día que se necesita de sacrificio y trabajo duro para seguir adelante.

Andrés

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme salud y vida para cumplir mis objetivos.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por permitir formarme como profesional y la Facultad de Ciencias y Escuela de Ingeniería Forestal.

A mi Directora Ing. Norma Erazo tanto como la Dra. Magdy Echeverría por permitir realizar el trabajo de investigación en el grupo de Investigación GIDAC.

A los Ing. Carlos Bonilla, Ing. Diego Damián, Ing. José Luis Herrera, Ing. Fredy Armijo, Ing. Jorge Ilbay, por compartir sus conocimientos para desarrollar el presente trabajo.

Quiero agradecer a todas las personas que me han apoyado en el camino universitario sin esperar nada a cambio.

Andrés

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1. Carbono.....	4
1.1.1. Ciclo del carbono.....	4
1.1.2. Suelo.....	4
1.1.2.1. Propiedades del suelo.....	4
1.1.2.2. Materia orgánica en el suelo.....	6
1.1.3. Carbono orgánico del suelo.....	6
1.1.3.1. Reservas globales de carbono mundial.....	7
1.1.4. Fracciones de carbono en el suelo.....	8
1.1.5. Metodología utilizada para la estimación de carbono en el suelo.....	8
1.1.5.1. Para el cálculo de COS en suelos minerales.....	8
1.1.5.2. Para el cálculo de COS en suelos de capas orgánicas.....	9
1.1.5.3. Método de LOI.....	9
1.2. Ecosistema.....	10
1.2.1. Páramo.....	10
1.2.2. Clasificación de los páramos en la Provincia de Chimborazo.....	11
1.2.2.1. Páramos de pajonal.....	11
1.2.2.2. Páramo herbáceo de almohadilla.....	11
1.2.2.3. Páramo seco.....	11
1.2.2.4. Páramo sobre arenales.....	12
1.2.2.5. Superpáramo.....	12
1.2.2.6. Características de los suelos de la parroquia Quimiag.....	12

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	13
2.1.	Materiales y métodos	13
2.1.1.	<i>Características del lugar</i>	13
2.1.1.1.	<i>Localización</i>	13
2.1.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	13
2.1.1.3.	<i>Características Climáticas</i>	13
2.2.	Tipo de investigación	13
2.3.	Variables	13
2.4.	Población de estudio	14
2.5.	Muestra	15
2.5.1.	<i>Tamaño de la muestra</i>	15
2.5.2.	<i>Diseño experimental</i>	15
2.5.3.	<i>Selección de muestra</i>	15
2.6.	Metodología	17
2.6.1.	<i>Métodos y técnicas</i>	17
2.6.1.1.	<i>Fase de Campo</i>	17
2.6.1.2.	<i>Técnicas</i>	18
2.6.2.	<i>Análisis estadístico</i>	23
2.6.3.	<i>Materiales y equipos</i>	24

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	25
3.1.	Análisis de laboratorio	25
3.1.1.	<i>Ph</i>	25
3.1.2.	<i>Conductividad Eléctrica</i>	26
3.1.3.	<i>Propiedades físicas del suelo</i>	27
3.2.	Análisis estadístico del contenido de carbono orgánico edáfico	32
3.2.1.	<i>Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3200 a 3400 msnm en pastos, cultivos, bosque de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.</i>	32
3.2.2.	<i>Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3200 a 3400 msnm en pastos, cultivos, bosque de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.</i>	34
3.2.3.	<i>Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3200 a 3400 msnm en pastos, cultivos, bosque de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.</i>	36

3.2.4.	<i>Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3400 a 3600 msnm en pastos, cultivos, bosque/páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.</i>	37
3.2.5.	<i>Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3400 a 3600 msnm en pastos, cultivos, bosque/páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.</i>	39
3.2.6.	<i>Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3400 a 3600 msnm en pastos, cultivos, bosque /páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.</i>	41
3.2.7.	<i>Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3600 a 3800 msnm en pastos, cultivos, herbazal páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.</i>	42
3.2.8.	<i>Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3600 a 3800 msnm en pastos, cultivos, herbazal páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.</i>	44
3.2.9.	<i>Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3600 a 3800 msnm en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.</i>	45
	CONCLUSIONES.....	48
	RECOMENDACIONES.....	49
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Valores promedios de pH, relación Suelo, agua.....	4
Tabla 2-1:	Clasificación de los ecosistemas de paramo del Ecuador	11
Tabla 1-2:	Uso de suelo de la parroquia Quimiag.....	15
Tabla 2-2:	Coordenadas de los conglomerados con su altitud	16
Tabla 3-2:	Escala para clasificar los suelos según salinidad	20
Tabla 4-2:	Porcentaje del suelo en función del contenido de materia orgánica.	22
Tabla 5-2:	Calculo de tabla ADEVA.....	23
Tabla 1-3:	Resultados de Ph.....	25
Tabla 2-3:	Resultados de Conductividad eléctrica	26
Tabla 3-3:	Características físicas del suelo.....	27
Tabla 4-3:	Resultados de densidad aparente.....	28
Tabla 5-3:	Resultados de Humedad.....	29
Tabla 6-3:	Resultados de Materia orgánica.....	30
Tabla 7-3:	Determinación de Carbono orgánico del suelo MgC/ha.....	31
Tabla 8-3:	Análisis varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, bosque de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.....	32
Tabla 9-3:	Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, bosque de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.	34
Tabla 10-3:	Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, bosque de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.	36
Tabla 11-3:	Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, bosques/páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.....	37
Tabla 12-3:	Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, bosques/páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.....	39
Tabla 13-3:	Comparacion de medias en pastos, cultivos, bosques/páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.....	39
Tabla 14-3:	Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos cultivos, bosque/páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.	41
Tabla 15-3:	Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.	42
Tabla 16-3:	Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.	44
Tabla 17-3:	Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.	45

Tabla 18-3: Comparacion de medias en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.	46
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Tabla de Munsell para identificar el color del suelo.....	5
Figura 1-2:	Ubicación parroquia Quimiag.....	14
Figura 2-2:	Puntos del Muestreo parroquia Quimiag	16
Figura 3-2:	Estructura del conglomerado	18

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2:	Determinación de la textura a través de un diagrama de flujo	21
Gráfico 1-3:	pH en ecosistemas nativos e intervenidos en altitudes de 3200 a 3800 msnm..	25
Gráfico 2-3:	Conductividad eléctrica en ecosistemas nativos e intervenidos en altitudes de 3200 a 3800 msnm	26
Gráfico 3-3:	Densidad aparente en ecosistemas nativos e intervenidos en altitudes de 3200 a.3800 msnm	28
Gráfico 4-3:	%Humedad en ecosistemas nativos e intervenidos en altitudes de 3200 a 3800 msnm	29
Gráfico 5-3:	%Materia Orgánica en ecosistemas nativos e intervenidos en altitudes de 3200 a 3800 msnm	30
Gráfico 6-3:	Determinación de Carbono orgánico del suelo MgC/ha en ecosistemas nativos e intervenidos en altitudes de 3200 a 3800 msnm.....	31
Gráfico 7-3:	Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosque de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.	33
Gráfico 8-3:	Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosque de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.....	34
Gráfico 9-3:	Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosque de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.	35
Gráfico 10-3:	Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosque de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.....	35
Gráfico 11-3:	Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosque para la profundidad de 0-15 y 15-30 cm.	36
Gráfico 12-3:	Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosque para la profundidad de 0-15 y 15-30 cm.	37
Gráfico 13-3:	Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosques/páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.....	38
Gráfico 14-3:	Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosques/páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.....	38
Gráfico 15-3:	Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosques/páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.....	40
Gráfico 16-3:	Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosques/páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.....	40
Gráfico 17-3:	Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosque-páramo para la profundidad de 0-15 y 15-30 cm.	41

Gráfico 18-3:	Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos y bosque-páramo para la profundidad de 0-15 y 15-30 cm.	42
Gráfico 19-3:	Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.	43
Gráfico 20-3:	Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, herbazal-páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.....	44
Gráfico 21-3:	Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos y herbazal de páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.	44
Gráfico 22-3:	Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos y herbazal de páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.....	45
Gráfico 23-3:	Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.	46
Gráfico 24-3:	Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.	47

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** VOLCÁN EL ALTAR VISTO DESDE QUIMIAG.
- ANEXO B:** MODELO DE ETIQUETAS PARA LAS FUNDAS ZIPLOC.
- ANEXO C:** RECONOCIMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO.
- ANEXO D:** TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO.
- ANEXO E:** ACTIVIDADES DE LABORATORIO.
- ANEXO F:** PERMISO GADPRQ
- ANEXO G:** CERTIFICADO DE DESARROLLO DE TESIS
- ANEXO H:** REPORTE DEL URKUND

RESUMEN

El objetivo fue cuantificar el contenido de carbono orgánico edáfico en ecosistemas nativos e intervenidos, en la Parroquia Quimiag, cantón Riobamba provincia de Chimborazo. Se recolectaron dos muestras de 1 kg de suelo a dos profundidades: 0-15 cm y 15-30 cm (de acuerdo a la metodología GIDAC) mediante un muestreo estratificado aleatorio se obtuvo 54 muestras, a 3 altitudes que van desde los 3200 hasta los 3800 m.s.n.m, se analizaron las propiedades fisicoquímicas, organolépticas, y el contenido de Materia Orgánica por el método de Loss Ignition, cuyos resultados de materia orgánica se aplicaron los análisis estadísticos de varianza y comparación de medias con pruebas de Tukey y diferencia media significativa (DMS) al 5% de significancia utilizando el programa estadístico InfoStat estudiantil. Los resultados indican que: los suelos tienen un pH desde fuertemente ácido hasta neutro (5-7) según el manual internacional de fertilidad de suelos, una conductividad eléctrica de 42,08 a 90,95 $\mu\text{S}/\text{cm}$, estructura granular, textura franco arcilloso (principalmente), densidad aparente de 0,47 a 0,84 g/cm^3 , humedad relativa de 42,29 a 62,87% , porcentaje de materia orgánica de 12,17 a 18,8 %. El contenido de carbono orgánico en los ecosistemas fue: 203 MgC/ha en cultivos, 160,3 MgC/ha en pastos, 147,33 MgC/ha en herbazal de páramo, 140,01 MgC/ha en bosque, 124,7 MgC/ha en bosque/páramo. Los suelos con intervención antrópica mostraron un aumento en el contenido de COS con respecto al no intervenido, probablemente debido al aporte de materia orgánica proporcionado por la deposición del ganado y la adición de nutrientes en los cultivos. El ADEVA indicó que a la profundidad del suelo influyen de forma significativa en el contenido de COS ($p < 0,05$) (a medida que la profundidad del suelo aumenta el COS disminuye). Se recomienda valorar las actividades antrópicas de los ecosistemas en el sector (pastoreo, agricultura) que afectan directamente al suelo.

Palabras clave: <MATERIA ORGÁNICA>, <SUELO>, <HERBAZAL DE PÁRAMO >, <USOS DE SUELOS>, <ECOSISTEMA>.



0892-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The aim was to quantify the content of edaphic organic carbon in native and intervened ecosystems in the Quimiag parish, Riobamba canton, Chimborazo province. Two samples of 1 kg of soil were collected at two depths: 0-15 cm and 15-30 cm (according to the GIDAC methodology) using a stratified random sampling, 54 samples were obtained at 3 altitudes ranging from 3200 to 3800 m.a.s.l., and the physical and chemical properties of the soil were analyzed. The physicochemical, organoleptic properties and the organic matter content were analyzed by the Loss Ignition method. The results of the organic matter were analyzed using the statistical analysis of variance and comparison of means with Tukey tests and significant mean difference (SMD) at 5% significance using the student statistical program InfoStat. The results indicate that the soils have a pH ranging from strongly acidic to neutral (5-7) according to the international manual of soil fertility, an electrical conductivity of 42.08 to 90.95 $\mu\text{S}/\text{cm}$, granular structure, clay loam texture (mainly), bulk density of 0.47 to 0.84 g/cm^3 , relative humidity of 42.29 to 62.87%, percentage of organic matter of 12.17 to 18.8%. The organic carbon content in the ecosystems was: 203 MgC/ha in crops, 160.3 MgC/ha in pasture, 147.33 MgC/ha in paramo grassland, 140.01 MgC/ha in forest, 124.7 MgC/ha in forest/paramo. Soils with anthropogenic intervention showed an increase in COS content with respect to the non-intervention, probably due to the contribution of organic matter provided by the deposition of livestock and the addition of nutrients in crops. The ADEVA indicated that soil depth significantly influences COS content ($p < 0.05$) (as soil depth increases COS decreases). It is recommended to assess the anthropogenic activities of ecosystems in the sector (grazing, agriculture) that directly affect the soil.

Key words: <ORGANIC MATTER>, <SOIL>, <GRASSLAND HERBAGE>, <SOIL USES>, <ECOSYSTEM>.

A handwritten signature in blue ink, enclosed within a blue oval. The signature appears to read "Elsa Basantes".

INTRODUCCIÓN

Estudios revelan que la concentración de CO₂ en la atmósfera ha incrementado en un 44% con respecto a la época preindustrial, liberando; “403.3 mg kg⁻¹ de carbono (CO₂) a la atmósfera durante el año 2016”, las principales causas; actividad industria, quema de fósiles, deforestación como consecuencia del cambio de uso del suelo. Esta última representa una tasa de 0.13% ha⁻¹ de pérdida de bosque, reflejando una “liberación anual de cerca de 546.35 millones de toneladas de carbono por año” (Novelo et al., 2019, p. 18).

Lefèvre et al., (2017: p.5) cuando se trata del flujo de carbono, el suelo es como un arma de doble filo debido a la influencia humana. Puede funcionar como fuente neta de gases del efecto invernadero, sin embargo, como sumidero es una alternativa importante para mitigar y controlar el impacto del cambio climático.

Esto lo corrobora (Orjuela, 2018: p.83) al mencionar que el suelo desempeña un papel importante en la dinámica de generación, fijación y captura de los gases del efecto invernadero, (Loayza et al., 2020: p.1) siendo el mayor reservorio terrestre de carbono orgánico en comparación con los océanos, la vegetación y la atmósfera. También (Novelo et al., 2019: p.318) promover la captura y almacenamiento de CO₂ a través de la vegetación, la biomasa vegetal y el suelo.

El contenido del carbono en el suelo se encuentra mayormente como materia orgánica encontrándose en diversos estados de descomposición (Mosquera, 2017: p.2) y depende de sus características (físicas, químicas y biológicas), influencia del clima, el equilibrio entre las tasas de entrada de carbono orgánico (animal o vegetal), y las de salida, resultantes del metabolismo microbiano que genera CO₂ y lo más importante las prácticas de manejo de los mismos (Orjuela, 2018: p.83).

En el Ecuador, un estudio realizado por (Loayza et al., 2020: p.9) revela que el carbono orgánico en los suelos se encuentra a una profundidad de;

0 - 30 cm, fue de 1.63 Pg ± 0.38 Pg, en estos rangos se encuentran aquellos suelos que presentaron niveles bajos (41 %) y medios de COS (43 %). Los suelos que presentaron mayor contenido de COS fueron aquellos localizados en tierras con mayores altitudes, climas de bajas temperaturas y zonas húmedas de la Sierra; en tanto que los suelos que presentaron valores medios de COS se ubicaron en las vertientes occidentales y en una parte de la región Amazónica. Los suelos de la región de la Costa y resto de la Amazonía fueron los suelos que menor contenido de COS, esto a causa de que las condiciones del medio natural dado por temperaturas mayores a los 22 °C y al uso indiscriminado de la agricultura, que ha aportado al lavado y compactación de los suelos. En

el caso de la Amazonía a causa de la deforestación, suelos desnudos y acidificación de sus suelos (Loayza et al., 2020: p.9).

Los ecosistemas se pueden dividir de acuerdo a las condiciones, en este caso se hace referencia a los ecosistemas naturales e intervenidos; el primero hace referencia a los ecosistemas cuyo equilibrio se mantiene sin la alteración provocada por las actividades antrópicas del hombre, normalmente aquí se encuentra paramos, bosques nativos de altitudes altas, entre otros. Los intervenidos en cambio son aquellos que de alguna forma fueron alterados por las actividades del hombre, por ejemplo; cambio de usos de suelo, asentamientos humanos, deforestación, etc.

PROBLEMÁTICA

El uso y manejo del suelo puede generar diversos roles al momento del cambio climático, las actividades antropogénicas realizadas por el hombre generan emisión CO₂; por actividades como la deforestación, la combustión de fósiles y el cambio de uso de suelo y el metano (CH₄) que se produce principalmente de los desechos sólidos de grandes ganaderas y por la descomposición de materia orgánica.

Debido a la alteración que se produce en el suelo, la respiración natural que es controlada por factores ambientales como temperatura, humedad, contenido de nutrientes y concentración de oxígeno se ve alterada por el desequilibrio producido emitiendo hacia la atmósfera gases causantes del efecto invernadero y con ello acelerando el calentamiento global.

JUSTIFICACIÓN

Debido al importante rol del suelo en el planeta como sumidero para el almacenamiento de carbono, es importante conocer el contenido de carbono orgánico almacenado en el mismo, ya que contribuye a mejorar la cuantificación de sumideros y flujo de carbono en el entorno, incluso con estos datos se puede realizar negociaciones con los programas de REDD y REDD+. Con la presente investigación se priorizará la importancia de cuantificar el contenido de carbono orgánico edáfico en ecosistemas nativos e ecosistemas intervenidos, en la parroquia Quimiag, cantón Riobamba provincia de Chimborazo, además conservar suelos cuyo equilibrio ecosistémico normal mejorará la cantidad de carbono que se almacena en el mismo, para lo cual se empleará la metodología LOI cumpliendo así con los dos objetivos propuestos.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Cuantificar el contenido de carbono orgánico edáfico en ecosistemas nativos e intervenidos, en la parroquia Quimiag, cantón Riobamba provincia de Chimborazo.

Objetivos Específicos

- Determinar el contenido de Carbono orgánico edáfico en los ecosistemas nativos, e intervenidos, en la parroquia Quimiag, cantón Riobamba provincia de Chimborazo.
- Comparar el carbono orgánico edáfico entre los ecosistemas nativos, e intervenidos, en la parroquia Quimiag, cantón Riobamba provincia de Chimborazo.

HIPÓTESIS

Hipótesis Nula

- El contenido de carbono orgánico edáfico no varía entre los ecosistemas nativos e intervenidos.

Hipótesis Alternante

- El contenido de carbono orgánico edáfico varía entre los ecosistemas nativos e intervenidos.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Carbono

1.1.1. Ciclo del carbono

El ciclo del carbono comienza en la atmósfera, y luego una parte del dióxido de carbono es obtenida y almacenada por las plantas fotosintéticas, y la otra parte se devuelve a la atmósfera. El ciclo del carbono en el ecosistema está regulado principalmente por el suelo, porque en el suelo se mineralizan los residuos o materia orgánica de plantas, animales y otras materias orgánicas. El equilibrio entre el flujo y el almacenamiento de carbono se establece en el ciclo del carbono. La cantidad de carbono almacenado en los ecosistemas terrestres se encuentra principalmente en la madera de los árboles y la materia orgánica del suelo (García et al., 2017: p.2).

1.1.2. Suelo

Las principales propiedades detalladas son las propiedades químicas, que están relacionadas con la calidad del agua, la disponibilidad y la nutrición de las plantas (pH, materia orgánica, macro y micronutrientes, conductividad eléctrica, etc.). Por otro lado, el físico refleja la forma en que el suelo almacena y proporciona agua a las plantas (densidad aparente, estructura, infiltración, capacidad de almacenamiento, etc.) y finalmente biológico (Medina et al., 2018: p.143).

1.1.2.1. Propiedades del suelo

pH: es una propiedad química que se refiere a la “concentración de iones hidrogeno activos (H⁺) que se da en la interface líquida del suelo, por la interacción de los componentes sólidos y líquidos” (Fernández y Rojas, 2006) citado en (López Párraga & Zamora Mera, 2016: p.6).

Tabla 1-1: Valores promedios de pH, relación Suelo, agua.

Categoría	Valor de pH
Fuertemente ácido	< 5.0
Moderadamente ácido	5.1 - 6.5
Neutro	6.6 - 7.3
Medianamente alcalino	7.4 - 8.5
Fuertemente alcalino	8.5

Fuente: (Fernández, y Rojas, 2006) citado en (López Párraga y Zamora Mera, 2016: p.7).

Textura: se refiere a la proporción relativa de las clases de tamaño de partícula o separaciones de suelo en un volumen dado (López Párraga y Zamora Mera, 2016: p.11). esta texturas de deben a la combinación de porcentajes de arena, limo y arcilla (Cajilema Mullo y Piguabe Hinojosa, 2020: p.7), esta característica resulta importante en la agricultura ya que condiciona el comportamiento del suelo (López Párraga & Zamora Mera, 2016: p.11).

Porosidad: “se refiere a la relación entre el volumen que ocupa los poros y el volumen total expresado en porcentaje” (López Párraga & Zamora Mera, 2016: p.12).

Color: el color se debe a los elementos que contiene cada horizonte del suelo y se lo clasifica según la tabla de Munsell (Cajilema Mullo & Piguabe Hinojosa, 2020: p.8). La tabla incluye los matices del rango electromagnético visible. La tabla está compuesta por cortes representados por una serie de placas o "chips". Estos cortes o "chips" están dispuestos en diferentes colores y están dispuestos sistemáticamente en los cortes, lo que representa claridad (value) y pureza (chroma) (Díaz, 2019: p.10).

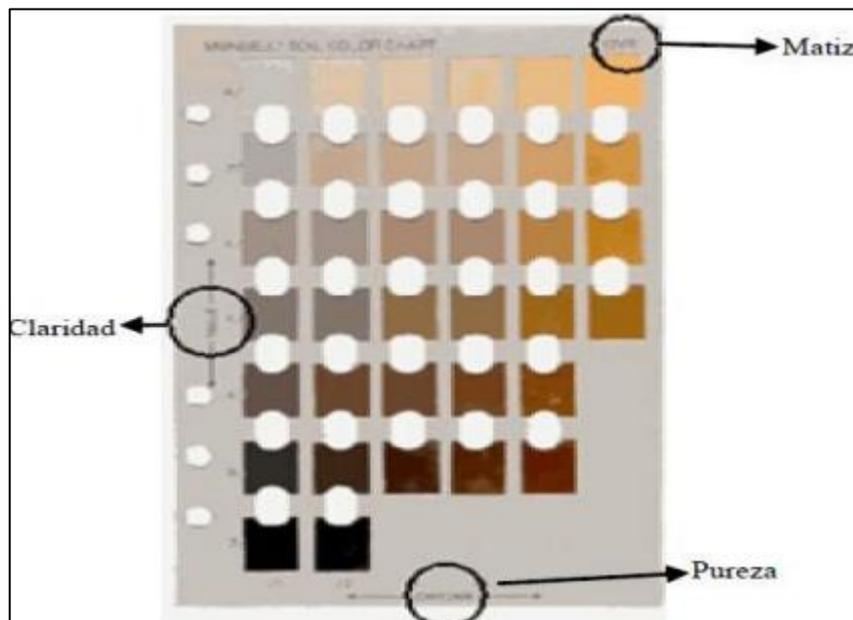


Figura 1-1. Tabla de Munsell para identificar el color del suelo.

Fuente: (Domínguez et al. 2012) citado en (Burga Díaz, 2019: p.10).

- a) Estructura: según Calvache (2009) citado en (López Párraga & Zamora Mera, 2016: p.12) establece que la textura hace referencia a la “forma en la cual las partículas primarias (arena, limo y arcilla) se asocian entre sí, formando agregados o terrones (minerales, materia orgánica y poros) creando así la estructura del suelo”.
- b) Densidad aparente: es el peso seco del suelo por unidad de volumen del mismo (López Párraga y Zamora Mera, 2016: p.12), normalmente se utiliza la formula;

$$da = \frac{Pa}{Va}$$

Donde;

Da= Densidad aparente

Pa: Peso del suelo seco (gr)

Va: Volumen del suelo (cm³)

1.1.2.2. Materia orgánica en el suelo

La materia orgánica del suelo es la principal forma de almacenamiento de carbono en el mismo y contiene aproximadamente el 55-60% de carbono en masa (Lefèvre et al., 2017: p.4), la cantidad existente de esta materia orgánica condiciona las propiedades físicas del suelo (Cajilema Mullo y Piguabe Hinojosa, 2020: p.9).

(Gougoulas et al., 2014) citado en (Lefèvre et al., 2017: p.4) la MOS se puede dividir de acuerdo al tiempo utilizado para la descomposición total y el tiempo de residencia de los productos del suelo conocido también como tiempo de rotación , por ejemplo:

- Reservas activas: renovación en mese o pocos años
- Reservas pasivas: renovación en miles de años

1.1.3. Carbono orgánico del suelo

El carbono orgánico del suelo, conocido también por las siglas COS es una pequeña parte del ciclo global del carbono. (Lefèvre et al., 2017: p.1) menciona que el COS almacenado en el primer metro de suelo es 1500 PgC, a comparación del contenido de carbono en la atmósfera que es 800 PgC y en la vegetación terrestre 500 PgC. (Burbano Orjuela, 2018:pp.88-89) menciona que COS se refiere mayormente al contenido de materia orgánica del suelo, la cantidad de la misma se debe al balance entre la productividad de la biomasa y la velocidad catabólica de la misma.

El carbono en el suelo se encuentra principalmente en forma de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) constituyendo así los principales gases atmosféricos a base de carbono. Los organismos autótrofos sintetizan el CO₂ atmosférico en material orgánico, “el cual es incorporado al suelo por la fauna del mismo lo que conlleva la entrada de carbono en el suelo a través de la transformación del material orgánico por microorganismos heterótrofos” (Lefèvre et al., 2017: p.1). Sin embargo (Burbano Orjuela, 2018:pp.88-89) “cuando el catabolismo es menor que la entrada de biomasa, la materia orgánica se acumula y si la tasa de descomposición supera a la adición de

biomasa, la MOS disminuye” normalmente esto ocurre en áreas con cultivo pero también depende de otros fenómenos como la erosión y la percolación.

La cantidad de COS almacenada depende del equilibrio entre la cantidad de carbono que entra y sale del suelo, normalmente las formas de salida se debe a la mineralización microbiana, la lixiviación del suelo, la erosión o deposición (Lefèvre et al., 2017: p.1) y las actividades antrópicas realizadas por el hombre (Loayza et al., 2020: p.2) como prácticas agrícolas insostenibles, sobrepastoreo, compactación, deforestación y con ello pérdida de cobertura vegetal, cambio de uso de suelo, aplicación de pesticidas y fertilizantes y demás.

1.1.3.1. Reservas globales de carbono mundial

Según (Lefèvre et al., 2017: pp. 23-25) la cantidad de almacenamiento de carbono depende de diversos factores, sin embargo la mayor reserva de COS se encuentra en zonas críticas como humedales y turberas. Estas zonas críticas son muy sensibles al cambio climático y pueden convertir con facilidad en fuentes de emisión de GEI debido al alto contenido de COS, las principales son;

- Suelo negro; debido a la alta cantidad de materia orgánica y humos presente en este suelo posee la capacidad de almacenar gran cantidad de COS, sin embargo resulta muy susceptible a la degradación afectando así la pérdida de COS (Lefèvre et al., 2017: p. 25).
- Permafrost; debido al potencial de deshielo que posee estos suelos hace que la materia orgánica descompuesta se acumule durante un largo tiempo optimizando así la acumulación de COS (Lefèvre et al., 2017: p. 25)
- Turberas; se caracterizan por la acumulación de turba y contienen el 30% de carbono del suelo a nivel mundial (Lefèvre et al., 2017: p. 27).
- Pastizales: “representan el 70 por ciento del área agrícola global y contienen alrededor del 20% de las reservas mundiales de COS” (Lefèvre et al., 2017: p. 28).
- Zonas áridas; representan un tercio a nivel mundial, debido a su gran superficie y largo almacenamiento de COS (Lefèvre et al., 2017: p. 29).
- Suelo forestal;

La reserva de COS puede llegar a comprender el 85 por ciento de las reservas de C terrestres en el bosque boreal, el 60 por ciento en los bosques templados y el 50 por ciento en los bosques tropicales. Una gran parte de la reserva total de COS se encuentra en suelos de regiones de tundra, pre-tundra y taiga. El contenido de COS en suelos forestales puede oscilar de 0 por ciento en suelos muy jóvenes a 50 por ciento en algunos suelos orgánicos o de humedales, conteniendo la mayoría de los suelos entre 0.3 y 11.5 por ciento en los 20 cm superficiales de suelo mineral (Lefèvre et al., 2017, p. 29).

1.1.4. Fracciones de carbono en el suelo

La cantidad o fracción de carbono que se almacena en los suelos depende de; nutrientes, propiedades físicas, químicas y biológicas, el aporte de nitrógeno, la cantidad de materia orgánica, las condiciones ambientales y sobre todo el manejo del mismo. Este manejo puede mejorar o empeorar la cantidad de carbono que se almacena en el mismo (Martínez et al., 2008: p.69). En un estudio realizado (Perez Iglesias et al., 2021: p.147) concluye que el uso del suelo influye notoriamente en el contenido de COS ya que en los diversos agro ecosistemas estudiados presentan valores diferentes de almacenamiento o secuestro de carbono.

En el Ecuador según Loayza et al., (2020: p.2) la mayor concentración de COS se presenta en la región de los Andes con (>120 t ha⁻¹), a diferencia de las regiones de la Costa e Insular cuyos valores fluctúan entre medios a bajos y finalmente la región Amazónica con valores de (<40 t ha⁻¹).

Se estima que desde que se incorporan nuevos suelos a la agricultura hasta establecer sistemas intensivos de cultivo se producen pérdidas de COS que fluctúan entre 30 y 50% del nivel inicial. La pérdida de material húmico de los suelos cultivados es superior a la tasa de formación de humus de suelos no perturbados por lo que el suelo, bajo condiciones de cultivo convencionales, es una fuente de CO₂ para la atmósfera (Martínez et al., 2008: p.69).

1.1.5. Metodología utilizada para la estimación de carbono en el suelo

La reserva de carbono en el suelo se calcula mediante la proporción de carbono orgánico por el incremento de profundidad, densidad aparente y la proporción de suelo libre de fragmentos gruesos (<2mm) en el incremento de la profundidad. Sin embargo, la estimación del contenido de carbono del suelo es bastante complicada pero se utiliza como guía las siguientes ecuaciones (Lefèvre et al., 2017: p.39):

1.1.5.1. Para el cálculo de COS en suelos minerales

Esta ecuación fue realizada por la FAO, citada en (Lefèvre et al., 2017: p.39):

$$COS_{\text{reserva}} = p * Da * (C_{\text{total}} - C_{\text{min}}) * FC_{\text{pd}}$$

Donde;

COS_{reserva} = reserva de carbono orgánico del suelo (kg m⁻²)

C_{tot} y C_{min} = (contenido total y mineral de carbono (g g⁻¹), a considerar para suelos calcáreos, y si la combustión seca ocurre normalmente a altas temperaturas (de lo contrario C_{tot} es igual a C_{min})

p = profundidad del horizonte/orden de profundidad (m)

Da = densidad aparente (kg m⁻³)

FC_{pd} = Factor de corrección de pedregosidad ((1 - % piedras) /100), incluyendo substracción de gravas y piedras

1.1.5.2. Para el cálculo de COS en suelos de capas orgánicas

Esta ecuación fue realizada por la FAO, citada en (Lefèvre et al., 2017: p.39):

$$COS_{\text{mantillo}} = d * Da * (C_{\text{total}} - C_{\text{min}}) * FC_{\text{pd}}$$

Donde;

COS_{mantillo} = carbono orgánico en mantillo (kg m⁻²)

d = peso seco del mantillo muestreado

C_{tot} y C_{min} = (contenido total y mineral de carbono (g g⁻¹), a considerar para suelos calcáreos, y si la combustión seca ocurre normalmente a altas temperaturas (de lo contrario C_{tot} es igual a C_{min}).

1.1.5.3. Método de LOI

Este método es conocido también como calcinación o pérdida de peso por ignición, cuyo objetivo es medir el contenido de MO sometida a elevadas temperaturas durante cierto periodo de tiempo y con ello la obtención de datos a partir de la diferencia gravimétrica. Sin embargo, al someter a la MO a elevadas temperaturas se puede volatilizar otros componentes como; agua, carbonatos, hidroxilos y modificar la estructura del mismo, y está pérdida puede resultar en una combustión incompleta de la materia orgánica (Dabadie, et al., 2018, p.148) citado en (Lluga Paredes & Duche Guaman, 2020: p.19).

El carbono contenido en el suelo se calcula a partir de los valores de porcentaje de carbono, densidad aparente y volumen de la muestra, aplicando la fórmula de (Rosenzweig y Hillel 2000) citada en (Ojeda Huilca, 2017: p.16):

$$COS \frac{MgC}{Ha} = DA * CO * P * A$$

Donde;

DA = Densidad aparente (Mg/m³)

CO = Contenido de carbono (%)

P = Profundidad de muestreo en (m)

A = Área (m²) = 10000 m²

1.2. Ecosistema

Los ecosistemas se pueden dividir de acuerdo a las condiciones, en este caso se hace referencia a los ecosistemas naturales e intervenidos; el primero hace referencia a los ecosistemas cuyo equilibrio se mantiene sin la alteración provocada por las actividades antrópicas del hombre, normalmente aquí se encuentra paramos, bosques nativos de altitudes altas, entre otros. Los intervenidos en cambio son aquellos que de alguna forma fueron alterados por las actividades del hombre, por ejemplo; cambio de usos de suelo, asentamientos humanos, deforestación, etc.

1.2.1. Páramo

En el Ecuador los páramos forman parte de una notable biodiversidad a escala de ecosistemas debido a tres factores principales; la presencia de la cordillera de los Andes y otras menores y la situación ecuatorial. Gran parte de los suelos del páramo son de origen volcánico, esto sumado al clima frío evita que la materia orgánica se descomponga rápidamente, contribuyendo a un almacenamiento de hasta un 50% de materia orgánica, siendo un sumidero de carbono eficaz para evitar los efectos del calentamiento global, además cumplen con servicios ambientales de captación y distribución de agua. En páramos no intervenidos, con suelos e insolación óptima la producción de materia orgánica es relativamente alta, esta capacidad se pierde notablemente cuando existe una alteración en la cobertura vegetal con prácticas como sobrepastoreo, cambio de uso de suelo y la deforestación (Mena-Vásquez y Hofstede, 2006. pp.92-94-96).

Sin embargo en un estudio realizado por (Torres et al., 2012: p.140) menciona que en ciertos páramos de alta montaña intervenidos la acumulación de carbono fue sorprendentemente alta, en comparación a los no intervenidos, esto debido a la introducción de especies vegetales forrajeras las cuales contienen una cantidad de biomasa más alta que las especies nativas. Debido a las condiciones extremas del páramo la cantidad de biomasa y materia orgánica es menor a diferencia de los bosques de altitudes bajas, por ende, el contenido de carbono en el suelo va ser menor.

También (Lluga Paredes & Duche Guaman, 2020: p.72) menciona que el contenido de carbono orgánico varía con respecto al rango altitudinal y con ello los lugares menos intervenidos, pues la conservación del contenido de carbono se mantiene intacto tanto en el suelo como en la biomasa, a diferencia de lugares cuya vegetación desaparece por el pastoreo, la agricultura, la compactación y demás.

Los páramos en el Ecuador ocupan el 9,6% de su territorio y se encuentran desde los 3600 o 3900msnm llegando hasta los 4700msn, con temperaturas entre 3 y 6°C dividiéndose en 7 formaciones ecológicas respecto a la cantidad de precipitación anual y al territorio que ocupan (Camacho, 2014: p. 81):

Tabla 2-1: Clasificación de los ecosistemas de paramo del Ecuador

FORMACIONES ECOLÓGICAS	PRECIPITACIÓN ANUAL	ÁREA
Bosque húmedo subalpino	250 a 500mm	25.800 ha
Bosque muy húmedo subalpino	500 a 1000mm	207.950 ha
Bosque pluvial subalpino	1000 a 2000mm	213.125 ha
Subpáramo seco	250 a 500mm	110.225 ha
Subpáramo húmedo	500 a 1000mm	974.575 ha
Subpáramo muy húmedo	1000 a 2000mm	1'098.045 ha
Subpáramo lluvioso	>2000mm	104.675 ha

Fuente: (Camacho, 2014: p. 81) realizado por Andrés Pinzón, 2022.

1.2.2. Clasificación de los páramos en la Provincia de Chimborazo

1.2.2.1. Páramos de pajonal

Constituyen una superficie de 184.757 ha y cubren el 70% de los ecosistemas del Ecuador, son los más extensos y están cubiertos por pajonal de varios géneros, los principales; *Calamagrostis*, *Festuca* y *Stipa*. Están combinados por manchas boscosas en sitios protegidos con géneros como; *Buddleja*, *Polylepis*, *Oreopanax* y *Miconia* y por arbustos de; *Chuquiraga*, *Pernettya*, *Arcytophyllum*, *Valeriana* y *Brachyotum* y pequeños pantanos pequeños (Hofsetede, et al., 2003, pp.100-101) citado en (Lluga Paredes & Duche Guaman, 2020: pp.9-10).

1.2.2.2. Páramo herbáceo de almohadilla

Este ecosistema de pajonal constituye 3.660 ha y no suele ser dominante, por ende “es sustituido por plantas herbáceas que forman almohadillas que pueden llegar a cubrir hasta un 100% de la superficie total” (Hofsetede, et al., 2003, pp.100-101) citado en (Lluga Paredes & Duche Guaman, 2020: pp.9-10).

1.2.2.3. Páramo seco

Constituye 1.464 ha de pajonal y está dominado generalmente por *Stipa* y por hierbas que resisten a la desecación como; *Orthrosanthus* y *Buddleja*. Las características del mismo lo hacen de uso potencial para las actividades humanas, llegando así a un desequilibrio en su ecosistema con la disminución de la precipitación (Hofsetede, et al., 2003, pp.100-101) citado en (Lluga Paredes & Duche Guaman, 2020: pp.9-10).

1.2.2.4. Páramo sobre arenales

Constituye alrededor de 2.666 ha, se caracterizan por que sus suelos “son arenosos resultados de procesos erosivos intensos, como el páramo de Chimborazo los arenales así dan como resultado a un páramo seco pero la humedad es mayor y la falta de cobertura vegetal se puede decir que es debido a la erosión climática y antropogénica” (Hofsetede, et al., 2003, pp.100-101) citado en (Lluga Paredes & Duche Guaman, 2020: pp.9-10).

1.2.2.5. Superpáramo

Posee una superficie de 2.148 ha donde las montañas alcanzan latitudes de 4.200msnm, cuyas condiciones climáticas se asemejan a las de las tundas templadas, donde las plantas son más resistentes a condiciones extremas como bajas temperaturas, desecación fisiológica, viento y demás (C) citado en (Lluga Paredes & Duche Guaman, 2020: pp.9-10).

1.2.2.6. Características de los suelos de la parroquia Quimiag

El uso actual del suelo de la parroquia Quimiag según el PDOT, atribuye a su mayor parte para cultivos de pasto debido a la actividad ganadera que se realiza. La cobertura vegetal en cambio se enfoca en actividad agropecuaria en un 30%, seguida de paramos en un 25% cuya cobertura paramal se encuentra en proyectos de conservación a nivel nacional, luego se encuentra la cobertura arbustiva que esencialmente sirve de hogar para especies nativas de flora y fauna la cual se va perdiendo o desgastando debido al cambio de uso de suelo (Gobierno Autónomo descentralizado parroquial rural Quimiag, 2015a).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Materiales y métodos

2.1.1. *Características del lugar*

2.1.1.1. *Localización*

La presente investigación se llevó a cabo en la parroquia Quimiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

2.1.1.2. *Ubicación geográfica*

Lugar: Quimiag Riobamba Chimborazo

Coordenadas X: 774245 Latitud S

Coordenadas Y: 9819847 Longitud E

Altitud: 2400 A 5319 msnm.

2.1.1.3. *Características Climáticas*

Temperatura: La temperatura anual del sitio es de entre 13O C

Precipitación: Se registra una precipitación anual de 512 mm.

Humedad relativa: 75 a 80%.(Gobierno Autónomo descentralizado parroquial rural Quimiag, 2015: p.14)

2.2. Tipo de investigación

Debido a su profundidad, la investigación es de tipo explorativa para que pueda ser más blanda, amplia y dispersa en su metodología, se mencionó al final la cantidad de carbono orgánico que se localizó en el suelo de ecosistemas nativos e intervenidos.

2.3. Variables

Variable dependiente= Contenido de carbono orgánico

Variable independiente= suelo (altitud/profundidad)

Factores primordiales:

- Sitio
- Profundidad
- Color
- Textura
- Rango altitudinal
- Densidad aparente
- pH Húmedo
- pH seco
- Conductividad suelo húmedo
- Conductividad suelo seco

2.4. Población de estudio

La población de la parroquia Quimiag está conformado por 5.257 habitantes, con un área de 13.949,63 has.

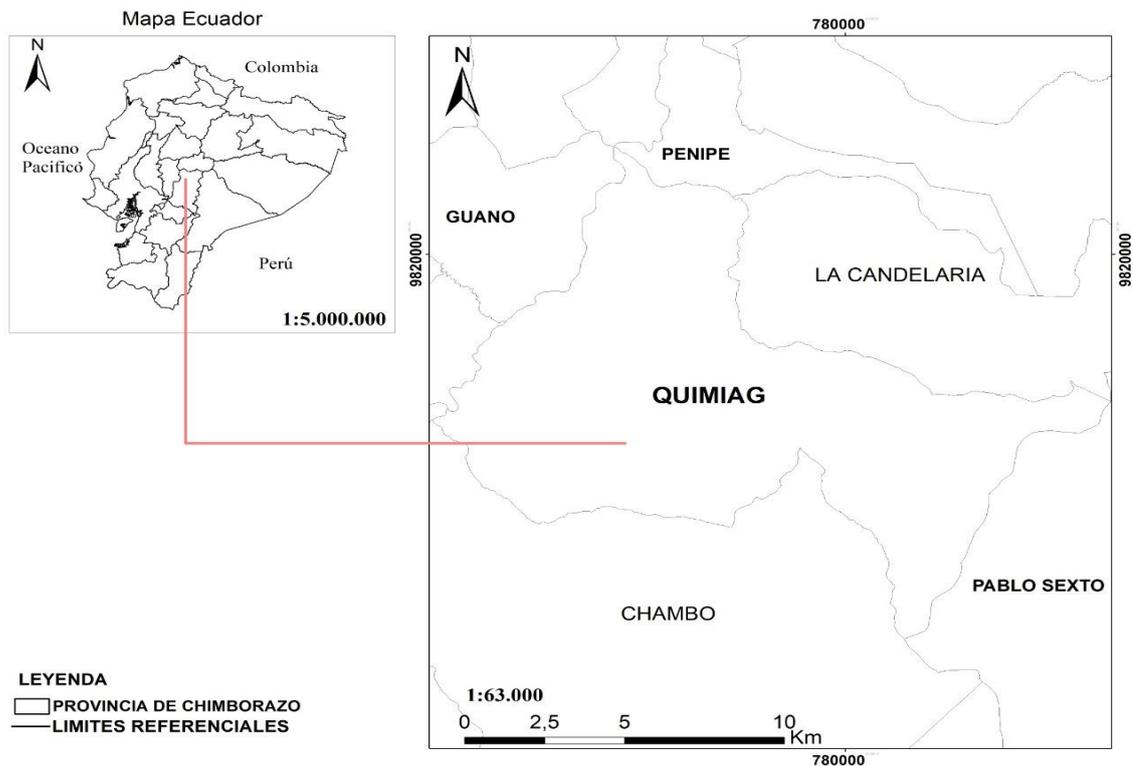


Figura 1-2. Ubicación parroquia Quimiag

Fuente: Grupo de Investigación y Desarrollo para el Ambiente y Cambio Climático – ESPOCH, 2021

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

2.5. Muestra

La delimitación del área de estudio de los ecosistemas nativos e intervenidos pertenecientes a la parroquia Quimiag se realizó utilizando herramientas geográficas para determinar el área exacta donde se realizó el muestreo de suelo de acuerdo al factor y uso de suelo para determinar el tamaño de la muestra.

2.5.1. *Tamaño de la muestra*

En función de la existencia de diferentes zonas para cada uso del suelo, se determinó el número de muestras a recaudar para cada elemento, dado que existen un mayor de (36,6% aproximadamente) puntos de muestreo en el suelo de pastos seguidos de herbazal de páramo, cultivos, bosque/páramo y posteriormente bosque.

Tabla 1-2: Uso de suelo de la parroquia Quimiag.

Uso actual del suelo	Superficie (ha)	Porcentaje
Páramo	3259,01	23,4
Pastos	5106,42	36,6
Cultivos	1525,37	10,9
Pastos y cultivos	67,68	0,49
Zonas de vegetación arbustiva	226,16	1,6
Zonas de rivera de río	17,9	0,1
Zona poblada	31,77	0,2
Zona de afloramiento rocoso	1875,66	13,4
Bosque plantado	638,75	4,6
Bosque natural	1027,66	7,4
Cuerpo de agua	39,75	0,3
Áreas de Conservación	133,5	0,98
TOTAL	13949,67	100,0%

Fuente: (Gobierno Autónomo descentralizado parroquial rural Quimiag, 2015)

2.5.2. *Diseño experimental*

Se utilizó un diseño completamente al azar y de un solo factor vs uso de suelo.

2.5.3. *Selección de la muestra*

Se elaboró un mapa según las curvas de nivel de la parroquia Quimiag utilizando la herramienta ArcGis, en el cual se pudo obtener altitudes que van desde los 3200 msnm hasta los 3800 msnm. Dentro de los cuales se ubicaron 27 parcelas a lo largo de la gradiente altitudinal.

Los puntos distribuidos a lo largo de la parroquia Quimiag correspondientes a los 9 conglomerados trabajados. Cada conglomerado está conformado por dos profundidades 0-15 y 15-30 cm y cada conglomerado posee tres sub parcelas dentro del conglomerado, obteniendo 54 muestras como resultado para la valoración del carbono orgánico.

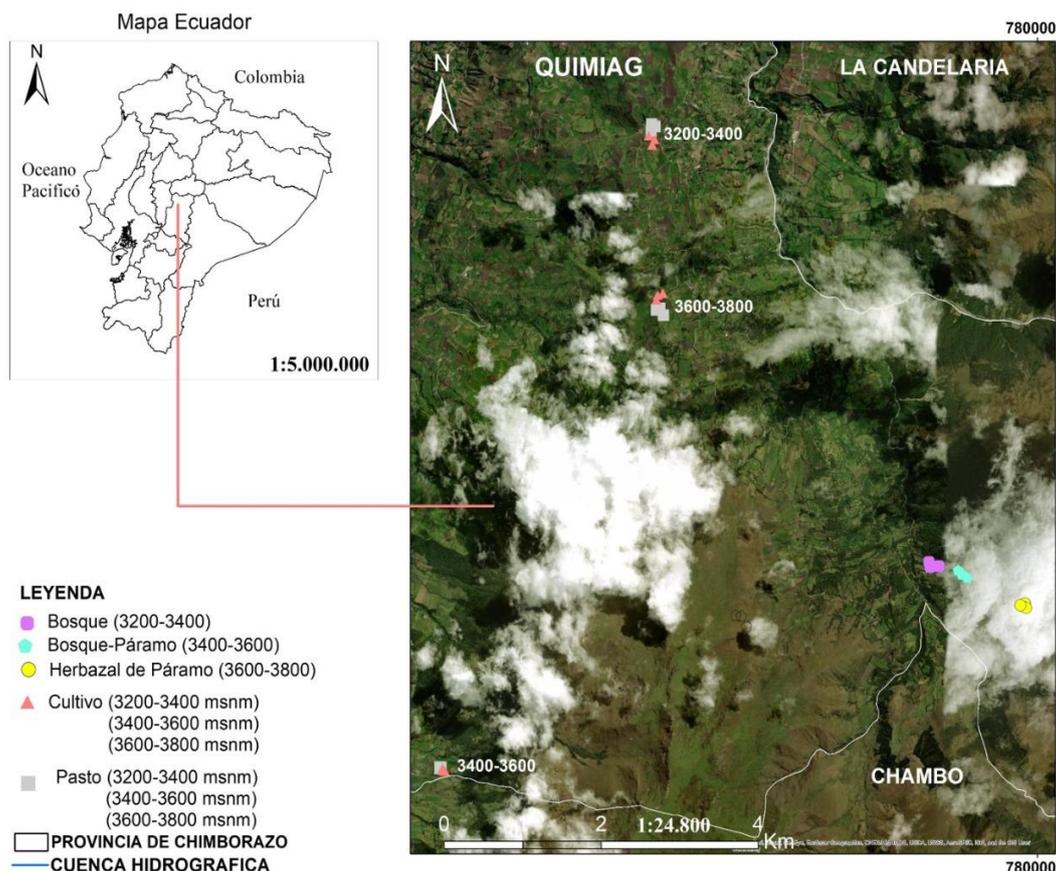


Figura 2-2. Puntos del Muestreo parroquia Quimiag

Fuente: Grupo de Investigación y Desarrollo para el Ambiente y Cambio Climático – ESPOCH, 2021.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

Tabla 2-2: Coordenadas de los conglomerados con su altitud

Uso del Suelo	Conglomerado	Altitud	Coordenadas	
			X	Y
Zona Intervenido Pasto	C1-R1	3200 a 3400	775136	9818878
		3200 a 3400	775084	9818818
		3200 a 3400	775092	9818909
Zona Intervenido Cultivo	C1-R2	3200 a 3400	775097	9818649
		3200 a 3400	775130	9818715
		3200 a 3400	775052	9818765

No Intervenido Bosque	C1-R3	3200 a 3400	778748	9813497
		3200 a 3400	778637	9813485
		3200 a 3400	778622	9813547
Zona Intervenido Pasto	C1-R4	3400 a 3600	772410	9811031
		3400 a 3600	772393	9811034
		3400 a 3600	772393	9811017
Zona Intervenido Cultivo	C1-R5	3400 a 3600	772430	9811019
		3400 a 3600	772422	9810989
		3400 a 3600	772458	9810983
No Intervenido Bosque /Páramo	C1-R6	3400 a 3600	779042	9813395
		3400 a 3600	778992	9813447
		3400 a 3600	779108	9813360
Zona Intervenido Pasto	C1-R7	3600 a 3800	775196	9816652
		3600 a 3800	775241	9816567
		3600 a 3800	775151	9816635
Zona Intervenido Cultivo	C1-R8	3600 a 3800	775152	9816755
		3600 a 3800	775167	9816812
		3600 a 3800	775233	9816834
No Intervenido Herbazal de Páramo	C1-R9	3600 a 3800	779843	9813036
		3600 a 3800	779858	9812983
		3600 a 3800	779785	9813014

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

2.6. Metodología

La metodología que fue usada para este proceso fue la de conglomerados establecida por (Ministerio del Ambiente y ONU-REDD+(2012); citado en Morales (2020,pp.25-26), en la cual cada conglomerado consta de tres parcelas colocadas en campo en forma de L, cada una tiene una separación de 250 metros, cada parcela se dividió en 3 sub parcelas de 20x20, se realizó en tres puntos es decir así mismo en forma de L, Se recolectaron 6 muestras compuestas por cada uno de los conglomerados a profundidades de (0-15 y 15-30 cm).

2.6.1. Métodos y técnicas

2.6.1.1. Fase de Campo

Una vez en el lugar del muestreo (primera parcela) se logró tomar coordenadas de campo con el GPS, teniendo en cuenta la altitud para ecosistemas nativos e intervenidos.

a) Suelo

Se realizó una calicata a una profundidad de 0 a 30 cm, se recolectó alrededor de 1 kilogramo dentro de los cuales se tomó 2 muestras de 0-15 y de 15-30 cm, para observar las diferentes profundidades del suelo se utilizó una cinta métrica midiendo desde la parte superficial del suelo siendo el caso o sino si hay mucho material vegetativo se tomó en cuenta desde donde terminó dicho material vegetativo o raicilla.

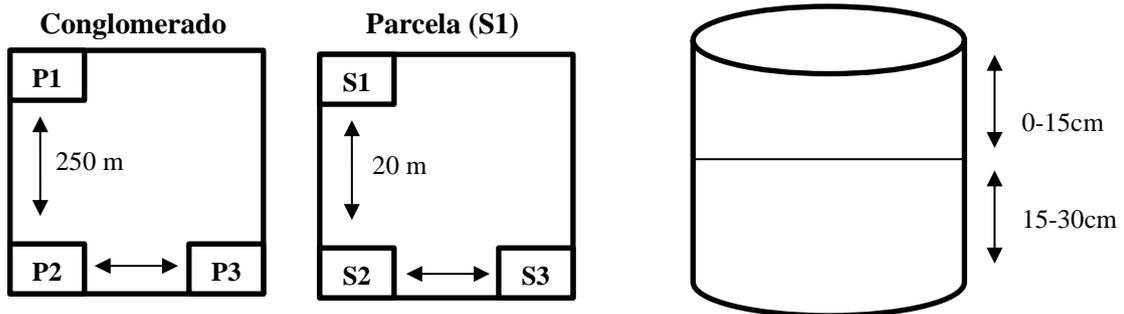


Figura 3-2. Estructura del conglomerado

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

b) Densidad

En la calicata que se realizó de 0-15 cm y 15-30 cm en cada parcela con la ayuda de la hoyadora con y una cinta métrica, se introdujo ligeramente un cilindro horizontalmente en el suelo excavado, hasta que la muestra del suelo ocupe toda la capacidad del cilindro, y extraemos la muestra haciendo un ligero movimiento, cada uno de los cilindros tendrán que ser marcado, tomando en cuenta el conglomerado, parcela y la profundidad de donde se extrajo, para minimizar la pérdida de humedad se selló herméticamente.

2.6.1.2. Técnicas

2.6.1.2.1. Fase de laboratorio

Al momento de tener las muestras en el laboratorio (Grupo de Investigación-Desarrollo para el Ambiente y Cambio Climático), se procedió a agrupar según su altitud, conglomerado y sus respectivas profundidades.

Siguiendo el protocolo establecido por el equipo de investigación, se analizó inmediatamente la densidad, así también para la determinación de los parámetros físico-químicos en las muestras de suelo.

a) Densidad aparente

La compactación del suelo en la densidad aparente representa la relación entre sólidos y espacio poroso. La determinación de la densidad aparente se efectúa por medio del método de cilindro o por medio de un terrón parafinado (Erazo et al., 2019, p.39-59).

Para la densidad aparente las muestras deben analizarse lo más antes posible, se procedió a colocar la muestra de suelo del cilindro traído del campo en una bandeja de aluminio, posteriormente se pesó la bandeja de aluminio más el suelo en húmedo mediante la balanza analítica se le conoce como peso en húmedo. Las bandejas de aluminio con las muestras de suelo húmedo se las introdujo en la estufa a 105^o C durante 24 horas. Después de las 24 horas se pesó nuevamente las canastas, el contenido se lo denomina Peso Seco (PS).

- Se realizó los cálculos de la Densidad aparente mediante la siguiente ecuación:

$$Da(g/cm^3) = \frac{Ps}{v}$$

Dónde;

Da=Densidad aparente

Ps= Peso de suelo seco

V=Volumen cilindro

b) pH (potencial de hidrogenoides) y CE (Conductividad Eléctrica)

Se realizó en el menor tiempo posible, desde que se tomó la muestra.

Para la medición del pH y conductividad eléctrica se tomó en cuenta el siguiente procedimiento:

- Con una balanza analítica, se pesó 20gr de suelo en un vaso plástico, se agregó 80 ml de agua destilada. Se agito continuamente alrededor de 10 minutos, y se dejó reposar por 5 minutos. Se registró los valores de cada respectiva muestra dados por el pH-metro.
- Para la conductividad, se utilizó las mismas muestras de suelo preparadas para medir el pH, pero se las conservó en reposo durante 24 horas antes de la medición, se registró los valores de conductividad en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Tabla 3-2: Escala para clasificar los suelos según salinidad

Suspensión- relación suelo/agua	Conductividad eléctrica (dS/m)
No salina	0-1
Levemente salina	1-2
Moderadamente salina	2-4
Muy salina	4-8

Fuente: (Cremona y Enriquez, 2020: p.3) realizado por Andrés Pinzón, 2022.

c) Color

La composición del color del suelo se refleja en las condiciones pasadas y presentes de óxido-reducción del suelo. Generalmente está determinado por el revestimiento de partículas muy finas de materia orgánica humificada (oscuro), óxidos de fierro (amarillo, pardo, anaranjado y rojo), óxidos de manganeso (negro) y otros, o puede ser íntegro al color de la roca parental (FAO, 2009: p.45).

El análisis de color se realizó comparando la tonalidad de cada una de las muestras del suelo secas, usando las tablas de Munshell Soil Color Book.

- Se usó una tabla de acuerdo a la tonalidad de los suelos, los datos se registraron en un orden respectivo como: Matiz (Tinte), fila y columna (1,2 o 3).

d) Textura

La textura del suelo se puede relacionar con otras propiedades físicas (estructura, porosidad y, por tanto, propiedades hídricas del suelo). La textura del suelo es un diagnóstico de la capacidad de intercambio iónico, es muy importante en el mecanismo de absorción de nutrientes. Esta propiedad determina cuánta agua puede retener los suelos (Lizcano et al., 2017, pp.36-60).

Se determinó la textura con la siguiente metodología:

- Se colocó alrededor (25 g) de muestra de suelo agregando agua en pequeñas proporciones hasta que adquiriera una consistencia de masilla.
- Luego por el método de textura por tacto colocamos la muestra de suelo entre el pulgar y el índice, en seguida presionar el pulgar hacia arriba de forma de una cinta.
- Finalmente se determinó su textura correspondiente. Para ello se detalla en el gráfico 4-2.

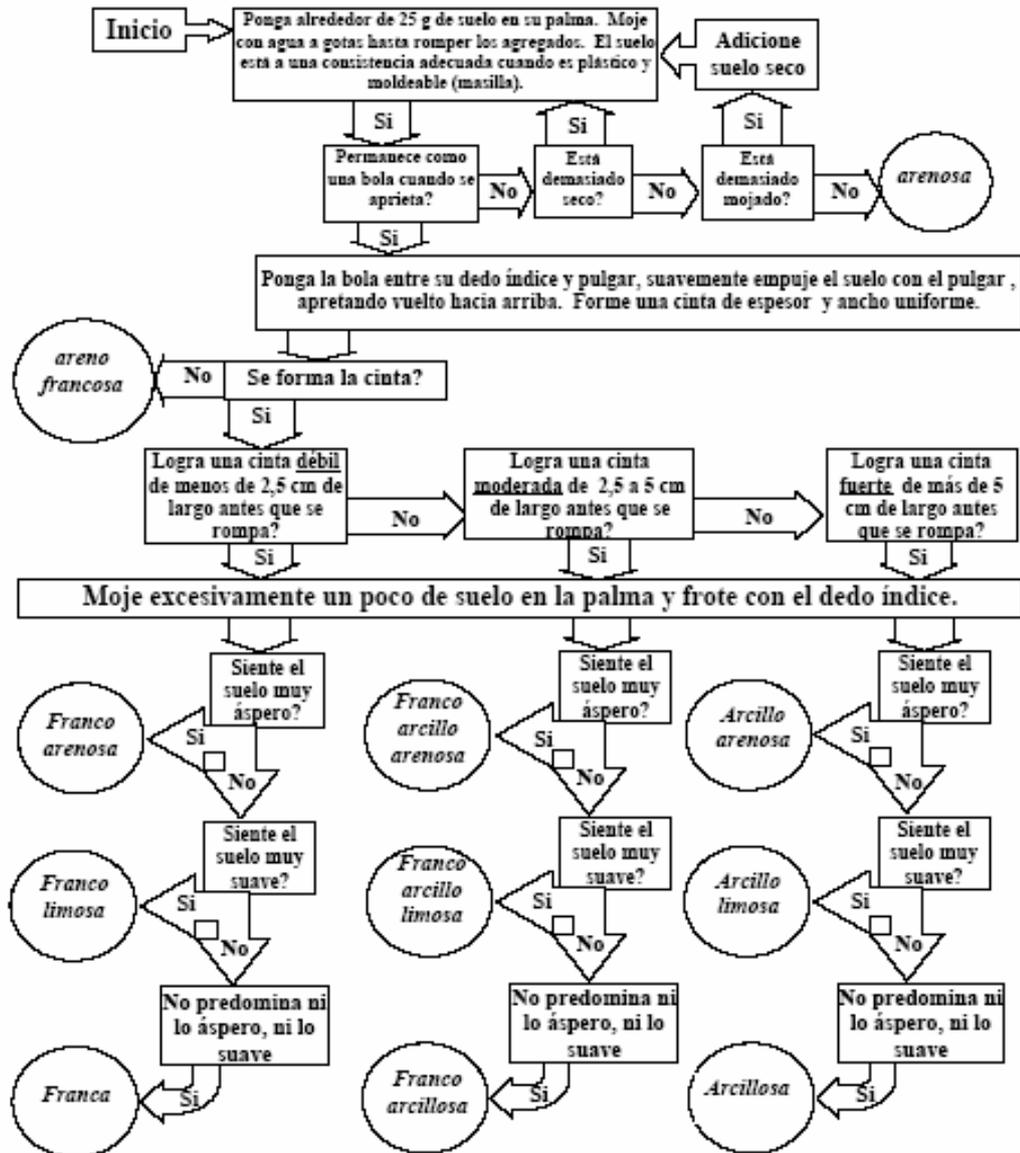


Gráfico 1-2. Determinación de la textura a través de un diagrama de flujo

Fuente: (Ciancaglini-Prosap, 2017, pp.10)

e) Secado y tamizado

- Las muestras fueron colocadas y etiquetadas sobre papel de empaque, y quedaron a temperatura ambiente entre 3 a 4 días hasta que las muestras pierdan totalmente la humedad, asumiendo de que no reciban radiación solar directa.
- Se realizó la medición de pH y conductividad en seco además se tamizo las muestras con el tamiz de 250 μm que nos servirá para analizar la materia orgánica.

f) Materia orgánica

Para determinar el contenido de materia orgánica en el suelo se lo realizó mediante el método de calcinación o también conocido como (loss on ignition, LOI), basado en la cuantificación directa del contenido de MO y la determinación de la pérdida de peso de la muestra de suelo cuando se expone a altas temperaturas (Eyherabide et al., 2014). El contenido de materia orgánica del suelo se puede clasificar de la siguiente manera:

Tabla 4-2: Porcentaje del suelo en función del contenido de materia orgánica.

PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA	CALIFICACIÓN
0 – 1	Muy bajo
1,1 - 2,9	Bajo
3 – 5,9	Medio
> 6	Alto

Fuente:(Rosero Gabriela, 2019) citado en (Amaguaya, J. 2015).

Procedimiento para determinar el contenido de materia orgánica:

- Se taro los crisoles es decir que consistió en calentar, se enfrió hasta que obtenga un peso constante. En el caso del crisol se colocó en una mufla que va a una temperatura de 800o C por 2 horas, y así se compacten sus partículas y obtengan un peso constante y se enfrió los crisoles en el desecador.
- Una vez que los crisoles obtuvieron un peso constante se etiqueto con su código en la parte inferior del crisol, se pesó el crisol (Peso uno), se ensero la balanza analítica y se pesó 5 gramos de la muestra de suelo (Peso dos), se colocó en la estufa por 24 horas hasta que alcance una temperatura de 105 o C se enfrió las muestras en el desecador y se pesó (Peso 3), posteriormente se colocó en la mufla las muestras por 2 horas a una temperatura de 360 o C se enfrió las muestras en el desecador y se procedió a pesar (Peso 4).

La siguiente fórmula se utilizó para obtener el contenido estimado de materia orgánica del suelo:

$$\%MO = \frac{(Peso\ 3 - Peso\ 4)}{(Peso\ 3 - Peso\ 1)} \times 100$$

%MO= Porcentaje de materia orgánica

Peso 3=Peso de la estufa a temperatura de 105° C durante 24 horas

Peso 4=Peso de la mufla a temperatura de 360° C durante 24 horas

Peso 1=Peso del crisol

g) Carbono orgánico

El carbono orgánico del suelo se encuentra en forma de humus, en forma de residuos orgánicos ligeramente modificados de plantas, animales y microorganismos. En condiciones naturales, el carbono orgánico del suelo es el resultado de un equilibrio entre la absorción de materia orgánica fresca del suelo y la liberación, erosión y liberación de carbono del suelo como CO₂ a la atmósfera. El método de combustión seca se utiliza para medir el carbono orgánico. (Martínez et al., 2008: p.69)

Según los valores conseguidos de materia orgánica, se empleó el factor de Van Bemmelen de 1,724 este es uno de los métodos más utilizados para calcular la proporción de carbono orgánico en el suelo, esto supone que 58% de la materia orgánica está compuesto de carbono orgánico. (Dabadie et al., 2018)

La siguiente ecuación se utilizó para determinar el carbono orgánico.

$$\%CO = \frac{\%MO}{1,724}$$

2.6.2. Análisis estadístico.

Para considerar el contenido de carbono orgánico en los ecosistemas nativos e intervenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) que nos muestran el comportamiento de los datos, si los valores obtenidos difieren, se realizara la prueba de Tukey para saber qué diferencias poseen. Según (Gutiérrez y De la Vara, 2016, p.62), menciona que el propósito del ANOVA es comprobar si existe igualdad entre tratamientos según una variable de respuesta, lo cual se resume en la siguiente hipótesis

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k = \mu$$

$$H_a: \mu_i \neq \mu_j \text{ para algún } i \neq j$$

Tabla 5-2: Calculo de tabla ADEVA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fo	Valor P
Tratamientos	SCTRAT	k-1	$CMQA = \frac{SC\ TRAT}{K-1}$	$\frac{CM\ TRAT}{CME}$	P(F>F0)
Error	SCE	N-k	$CME = \frac{SCE}{N-k}$	-	-
Total	SCT	N-1	-	-	-

Fuente: (Gutiérrez y De la Vara, 2016, p.62).

2.6.3. Materiales y equipos

a) Materiales de campo

- Lápiz
- Marcador
- Cuaderno de apuntes
- GPS Garmin Vista HCx
- Fundas Ziploc
- Cilindros de acero inoxidable
- Fundas Grandes de las normales
- Hoyadora
- Machete
- Cinta métrica
- Platico adhesivo transparente
- Pala de jardinería

b) Materiales de laboratorio

- Balanza Analítica
- pH-metro
- Conductímetro
- Estufa
- Horno mufla
- Desecador
- Crisoles
- Tabla de Munsell
- Tamiz

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Análisis de laboratorio

3.1.1. pH

En la Tabla 1-3, se presentan los resultados correspondientes a pH de los ecosistemas nativos e intervenidos que van desde 5,41 registrado en bosque/páramo hasta 6,52 localizado en pastos.

Tabla 1-3: Resultados de Ph

Promedios de pH				
Pastos	Cultivos	Bosque	Bosque/páramo	Herbazal de páramo
6,52	6,45	5,95	5,41	5,89

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

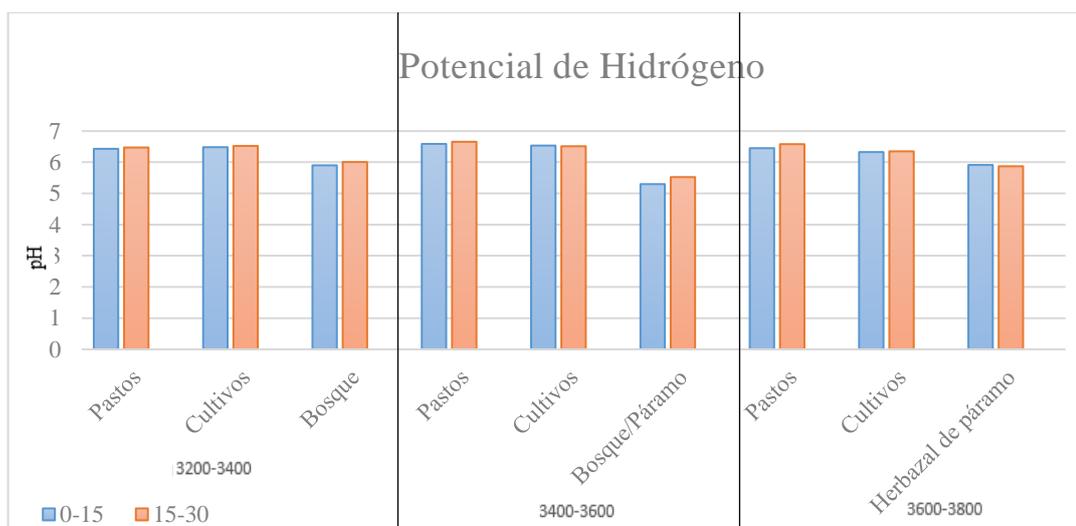


Gráfico 1-3. pH en ecosistemas nativos e intervenidos en altitudes de 3200 a 3800 msnm

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

Todos los resultados obtenidos están bajo el pH neutro es decir que son ligeramente ácidos, los resultados obtenidos en pastizales y cultivos se asemejan con (Rosero, 2019: p.59) con valores menores a 7 y en ecosistemas de paramo entre 5 a 7, se podría decir que el tiempo de medición está sujeto a las escasas variaciones lo cual son ligeramente ácidos . Menciona además (Amaguaya, 2015: p.47) que los suelos de bosque presentan un valor promedio de 5,73 representa un pH moderadamente ácido.

Los resultados de (Hernández, 2018: p.39) concuerdan con respecto a herbazal de paramo con un valor promedio de 5,8 a 5,6 respectivamente cabe recalcar que los suelos pertenecientes a páramo y bosque tienden hacer más ácidos debido a presencia de materiales parentales ricos en rocas basálticas. Estos minerales, al ser alterados por procesos de transformación, dan lugar a un suelo de pH neutro que, por lixiviación con el tiempo, se vuelve ligeramente ácido

3.1.2. Conductividad Eléctrica

En la Tabla 2-3, se presentan los resultados correspondientes conductividad eléctrica de los ecosistemas nativos e intervenidos que van desde 42,08 $\mu\text{S}/\text{cm}$ registrado en bosque/páramo hasta 90,95 $\mu\text{S}/\text{cm}$ localizado en cultivos.

Tabla 2-3: Resultados de Conductividad eléctrica

Promedios de Conductividad eléctrica				
Pastos	Cultivos	Bosque	Bosque/páramo	Herbazal de páramo
70,87	90,95	63,83	42,08	56,27

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

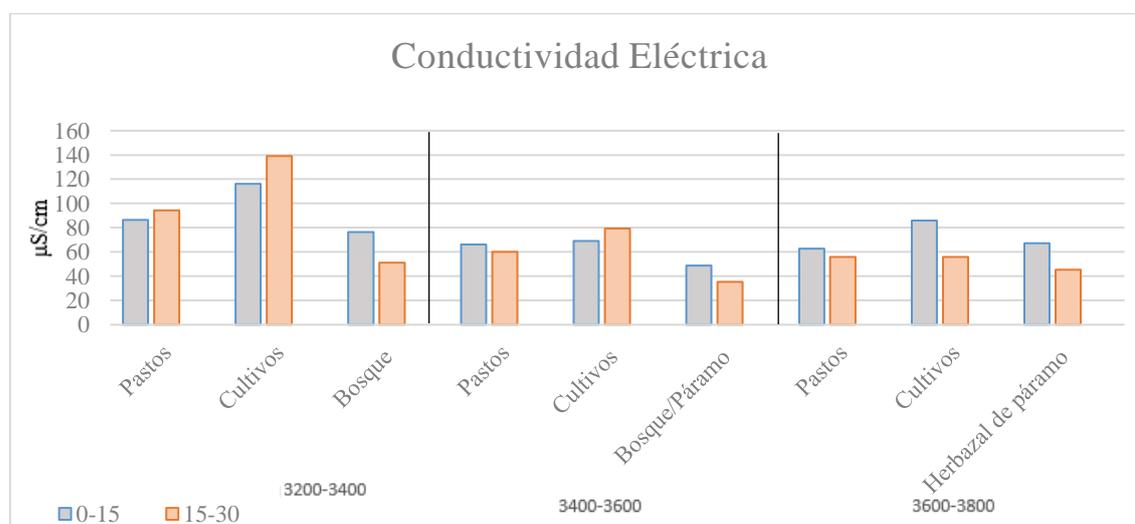


Gráfico 2-3. Conductividad eléctrica en ecosistemas nativos e intervenidos en altitudes de 3200 a 3800 msnm

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

Según los resultados obtenidos en conductividad eléctrica en los suelos de bosque, bosque páramo y herbazal de páramo se encuentran en el rango más bajo de todos los usos de suelo, mientras que el mayor estaría en los cultivos. Se podría mencionar que la presencia de sales solubles en el suelo presentes en los cultivos afecta ya que la mayoría de los productos cultivados en dichas zonas (Papa) generan tolerancia en los suelos salinos, además los pastos presentan un nivel moderado

de conductividad eléctrica. Los resultados obtenidos de (Rosero, 2019: p.60) concuerdan además los cultivos y pastizales también presentan un nivel alto de conductividad eléctrica con 102,91 a 115,76 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cultivos y pastos con 75,75 a 139,91 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los resultados de (Aichholzer Florian y Durán Wilmer 2010: p.35) coinciden en lo que son ecosistemas de bosque y páramo con un promedio que van de 50 a 62 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Según (Simón, et al., 2013, pp.45-55), los niveles altos de conductividad eléctrica están relacionados con la textura del suelo, en suelos con partículas más finas (como arcilla) la conductividad tiende a ser mayor, mientras que en suelos con partículas más gruesas (como arena) la conductividad eléctrica es menor. Esta condición se refleja en las muestras de tierras de cultivo que tienen una textura limosa, lo que significa que su grano es fino, mientras que, en las muestras de pastizales, los suelos son más francos, de ahí su conductividad eléctrica es más baja.

3.1.3. *Propiedades físicas del suelo*

En la tabla 3-3, se presentan los resultados correspondientes a las características físicas del suelo de los ecosistemas nativos e intervenidos donde presentaron texturas: franco-arcillosa, franco-limoso, franco-arcillo limoso, franco areno arcilloso, franco arenoso con una estructura granular y colores que van desde 2,5 Y -3/2 hasta 10 YR -3/1.

Tabla 3-3: Características físicas del suelo

Características Físicas del Suelo				
Altitud		Textura	Estructura	Color
Pastos	3200-3400	franco-arcilloso	Granular	5Y - 4/1
Cultivos		franco-arcilloso	Granular	2,5Y-3/2
Bosque		franco-limoso	Granular	5Y - 3/1
Pastos	3400-3600	franco-arcilloso	Granular	2,5Y-4/2
Cultivos		franco-arcillo limoso	Granular	2,5Y-4/1
Bosque/páramo		franco-areno-arcilloso	Granular	5Y -2,5/2
Pastos	3600-3800	franco-arenoso	Granular	5Y - 3/2
Cultivos		franco-limoso	Granular	5Y - 3/1
Herbazal de páramo		franco-arenoso	Granular	10YR-3/1

Dónde: 2,5Y-3/2 marrón grisáceo muy oscuro, 2,5Y-4/1 gris oscuro, 2,5Y-4/2 marrón grisáceo oscuro, 5Y -2,5/2 Negro, 5Y - 3/1 gris muy oscuro, 5Y - 4/1 gris oscuro, 10YR-3/1 gris muy oscuro.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

Según (GTP, 2008: p.26) los suelos tienen una buena influencia con la actividad volcánica que es más o menos conocido porque de ahí vienen las partículas de ceniza que se descomponen para conformar el suelo no son del tamaño de la arena sino son tamaño del limo entonces por esa razón casi en todas las texturas nos aparece como limo, también como arcilloso que al igual que el limo

se descompone y se hace con partículas más pequeñas. Los resultados de (Rosero, 2019: p.61-64) concuerdan con las propiedades físicas tanto en bosque , cultivos, pastizales que van desde tonalidades oscuras y los ubica en la gama de 5YR hasta 7,5YR su textura que son partículas muy finas además concuerda con su estructura además la intensidad del color comienza a aclararse a medida que aumenta su profundidad.

Corroborando con los estudios de (Hernández, 2018 p.38) los suelos de Herbazal de páramo están en ese rango 10YR 3/1 – 10YR 4/1 - 10YR 5/1 y 10YR 2/2 – 10YR 3/2 - 10YR 4/2, concuerda además su textura que predomina suelo franco, franco arenoso, franco limoso y su estructura granular asimismo marco una clara relación del contenido de materia orgánica porque a mayor porcentaje de materia orgánica también mayor intensidad de color.

➤ Densidad aparente

En la tabla 4-3, se presentan los resultados correspondientes a densidad aparente de los ecosistemas nativos e intervenidos que van desde 0,47 g/cm³ registrado en herbazal de páramo hasta 0,82 g/cm³ localizado en pastos.

Tabla 4-3: Resultados de densidad aparente

Promedio de Densidad aparente				
Pastos	Cultivos	Bosque	Bosque/páramo	Herbazal de páramo
0,82	0,74	0,64	0,5	0,47

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

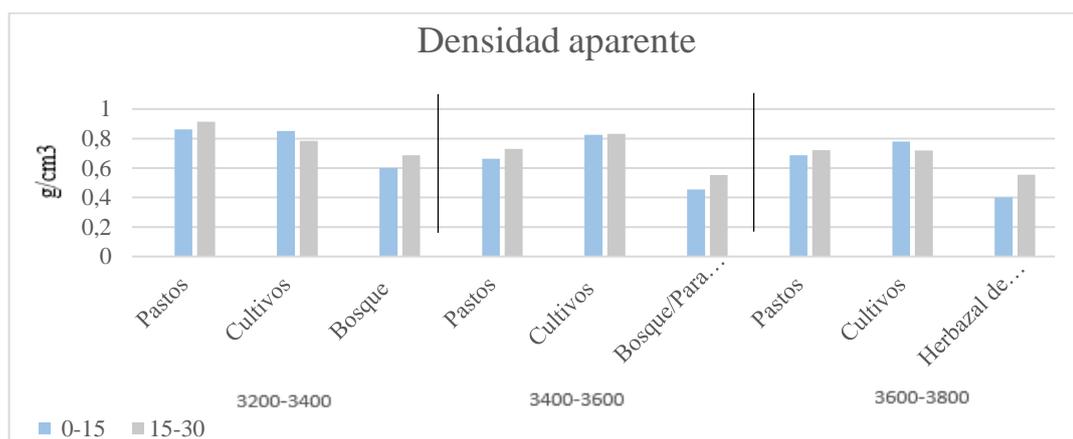


Gráfico 3-3. Densidad aparente en ecosistemas nativos e intervenidos en altitudes de 3200 a 3800 msnm

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El Gráfico 3-3, muestra que los resultados obtenidos de la densidad aparente para las dos profundidades van aumentando según se profundiza el suelo. Corroborando con (Salamanca Alveiro

y Sadeghian Siavosh, 2020: p.381-397) en su trabajo de investigación la densidad aparente del suelo va aumentando según la profundidad y debido a esto presenta una alta relación en la humedad y el contenidos de materia orgánica. Además, con el aumento de la densidad aparente, aumenta la compactación y las condiciones de retención de humedad se ven afectadas, lo que limita el crecimiento de las raíces. Todos los valores de la densidad aparente cuando son menores a 1 expresan valores bajos debido a su porosidad, cantidad de materia orgánica y textura. La calidad del suelo es un indicador que establece la degradación de la estructura, la resistencia mecánica y la cohesión del mismo (Carrasco, Padilla y Echeverría, 2016, p.14). Los resultados de (Barroso, 2017: p.34) se asemejan en lo que son pastos, cultivos con 0,76 g/cm³ y 0,84 g/cm³ y páramo con 0,79 g/cm³. Además, menciona que la densidad aparente de los suelos de páramos y bosques andinos pueden variar entre 0,42 y 0,94 g/cm³ se debe al eminente contenido de materia orgánica y la presencia de componentes en los suelos.

➤ Humedad %

En la tabla 5-3, se presentan los resultados correspondientes a %humedad de los ecosistemas nativos e intervenidos que van desde 42,29 registrado en cultivos hasta 62,87 localizado en herbazal de páramo.

Tabla 5-3: Resultados de Humedad

Promedios de Humedad %				
Pastos	Cultivos	Bosque	Bosque/páramo	Herbazal de páramo
43,91	42,29	49,58	59,5	62,87

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

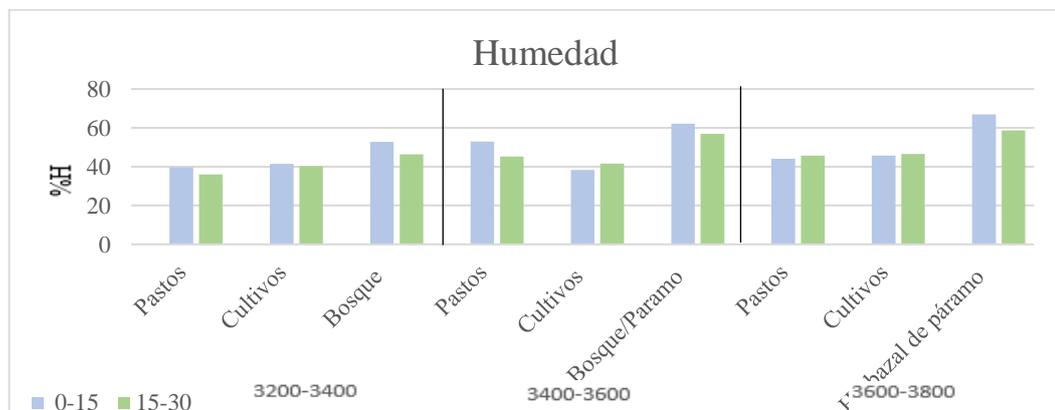


Gráfico 4-3. % Humedad en ecosistemas nativos e intervenidos en altitudes de 3200 a 3800 msnm

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El Gráfico 4-3, muestra que el resultado obtenido de la humedad disminuye mientras la profundidad aumenta. Según (Mena-Vásquez y Hofstede, 2006. pp.60-69) menciona que la cantidad de lluvia en el páramo es mayor puede variar (entre 500 y más de 3.000 mm/año). Más que la precipitación, es la humedad constante (niebla, llovizna, etc.) lo que le da al suelo una humedad permanente y permite un rápido crecimiento del suelo, el porcentaje de humedad está involucrada en el porcentaje de materia orgánica.

Los resultados obtenidos de (Amaguaya, 2015: p.49) se asemejan los de bosque con un 52.72%, también menciona que el agua es un regulador significativo de las actividades químicas, físicas y biológicas en el suelo. corroborando con los estudios realizados por (Martínez, 2017: p.66) los valores presentados en herbazal de paramo se asemejan con un porcentaje de 66,66%. Menciona también (Simón, et al., 2013, pp.45-55) que la materia orgánica juega un papel importante en el mantenimiento de las propiedades físicas del suelo y está involucrada en la acumulación de nutrientes y la retención de agua. Además (Robert, 2002: p.39) menciona que la cobertura del suelo acrecienta la infiltración del agua y eso perturba al incremento de la humedad del suelo.

➤ Materia Orgánica %

En la tabla 6-3 se presentan los resultados correspondientes a %Materia orgánica de los ecosistemas nativos e intervenidos que van desde 12,17 registrado en pastos hasta 18,8 localizado en herbazal de páramo.

Tabla 3: Resultados de Materia orgánica

Promedios de Materia orgánica				
Pastos	Cultivos	Bosque	Bosque/páramo	Herbazal de páramo
12,17	14,57	12,58	14,61	18,8

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

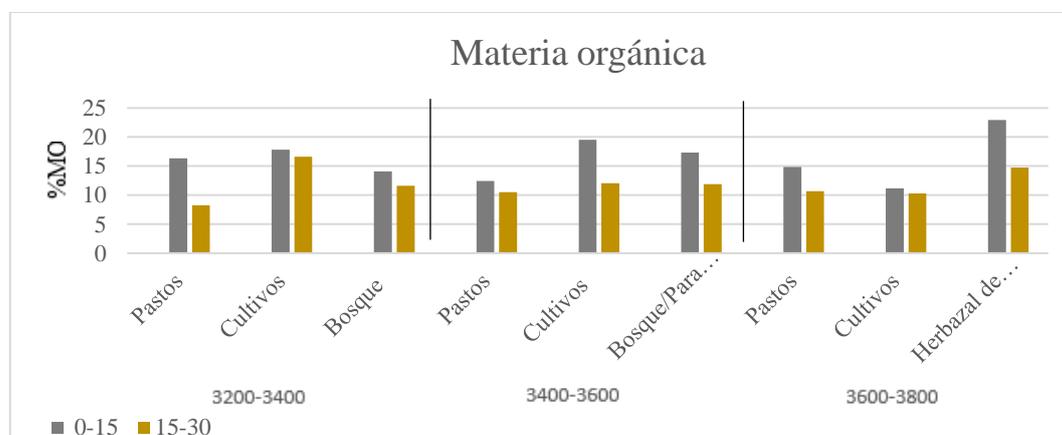


Gráfico 5-3. %Materia Orgánica en ecosistemas nativos e intervenidos en altitudes de 3200 a 3800 msnm

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

Menciona (Robert, 2002: p.46) la materia orgánica del suelo es un indicador muy significativo de la calidad del suelo, la estabilidad de la estructura del suelo y la agregación aumentan con el contenido de materia orgánica.

El autor (Proaño et al., 2018: p.9) menciona que los páramos andinos son ecosistemas muy buenos donde la disponibilidad de nutrientes puede variar mucho dependiendo de factores como el tipo de suelo, la altitud, y topografía. Los resultados de (Burga Díaz, 2019: p.71) se asemejan en lo que son ecosistemas de bosque con 11,70%. Corroborando con los valores obtenidos de (Cabezas López & Guevara Ruiz, 2020: p.40) se asemejan a paramo con 19,46%, además pastos y cultivos con 17,04% esto se debe generalmente a que el cambio de uso de suelo.

➤ Determinación de Carbono orgánico del suelo MgC/ha

En la tabla 7-3, se presentan los resultados correspondientes a carbono orgánico de los ecosistemas nativos e intervenidos que van desde 124,7 registrado en bosque/páramo hasta 203 localizado en cultivos.

Tabla 7-3: Determinación de Carbono orgánico del suelo MgC/ha

Promedios de Carbono orgánico del suelo				
Pastos	Cultivos	Bosque	Bosque/páramo	Herbazal de páramo
160,3	203	140,01	124,7	147,33

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

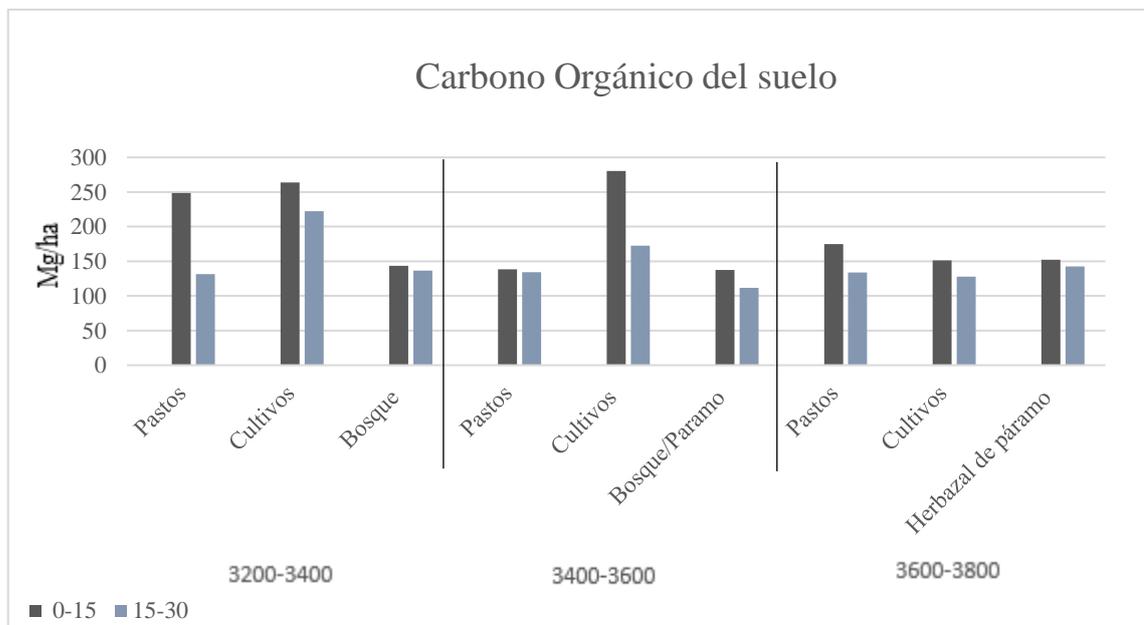


Gráfico 6-3. Determinación de Carbono orgánico del suelo MgC/ha en ecosistemas nativos e intervenidos en altitudes de 3200 a 3800 msnm

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

En el Gráfico 6-3, se puede observar la cantidad de Carbono orgánico del suelo reduce a medida que aumenta la profundidad del suelo para las 3 altitudes. Según (Solís Hernández et al., 2014: p.10) que a mayor profundidad, el contenido de materia orgánica es menor, mientras que, a menor profundidad, el contenido de materia orgánica es mayor. Los pastizales pueden afectar debido a la ganadería ya que los animales aportan un porcentaje de carbono en los suelos con sus deposiciones y en algunas altitudes los cultivos mostraron menor contenido de materia orgánica como resultado de las actividades antrópicas.

Probablemente la diferencia del contenido de carbono en el suelo se debe a la explotación agrícola continuada e intensiva, al cambio de uso de la tierra, con aplicación de fertilizantes y maquinaria agrícola que provoca pérdida de materia orgánica y del contenido de carbono orgánico esto conduce a la degradación de estas propiedades y reduce la productividad del suelo.

Corroborando los estudios de (Burga, 2019: p.64) se asemejan con respecto bosque con 133,57 mgC/ha. Los resultados de (Ayala, 2019: p.59) concuerdan con respecto a herbazal de páramo con un valor promedio de 150 a 205 mgC/ha. Además (Castañeda & Montes, 2017: p.210) menciona que los valores estándares en herbazal de páramo (páramo sin alteración) varían entre 119 y 397 MgC/ha. El control del sobrepastoreo y los sistemas agroforestales son prácticas que desarrollan largo plazo el contenido de carbono en el suelo (Solís Hernández et al., 2014: p.5-11).

En la investigación realizada por (Barroso, 2017: p.) encontramos valor similares en pastos con un promedio de 166,25 MgC/ha. Debido a que los pastos se van renovando según las necesidades de los propietarios. Igualmente, en cultivos con un promedio 158,16 MgC/ha esto se debe a que recién existe una interacción antrópica y aun no existe pérdida considerable de carbono.

3.2. Análisis estadístico del contenido de carbono orgánico edáfico.

3.2.1. Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3200 a 3400 msnm en pastos, cultivos, bosque de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.

De acuerdo al análisis de varianza en la tabla 8-3, no existe diferencia significativa para las altitudes 3400 a 3600 msnm en pastos, cultivos, bosques de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.

Tabla 8-3: Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, bosque de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
USO SUELO	2	25858	12929	0,68	0,543 ns
Error	6	114578	19096		
Total	8	140435			

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 7-3, muestra que hay dos grupos significativamente diferentes que pertenecen a Cultivos-Bosque, Pastos-Bosque basado en las diferencias de las medias entre grupos asumimos que el grupo de Pastos-Cultivos, muestran semejanzas en las medias por lo que cada sección tiene que ser examinado específicamente.

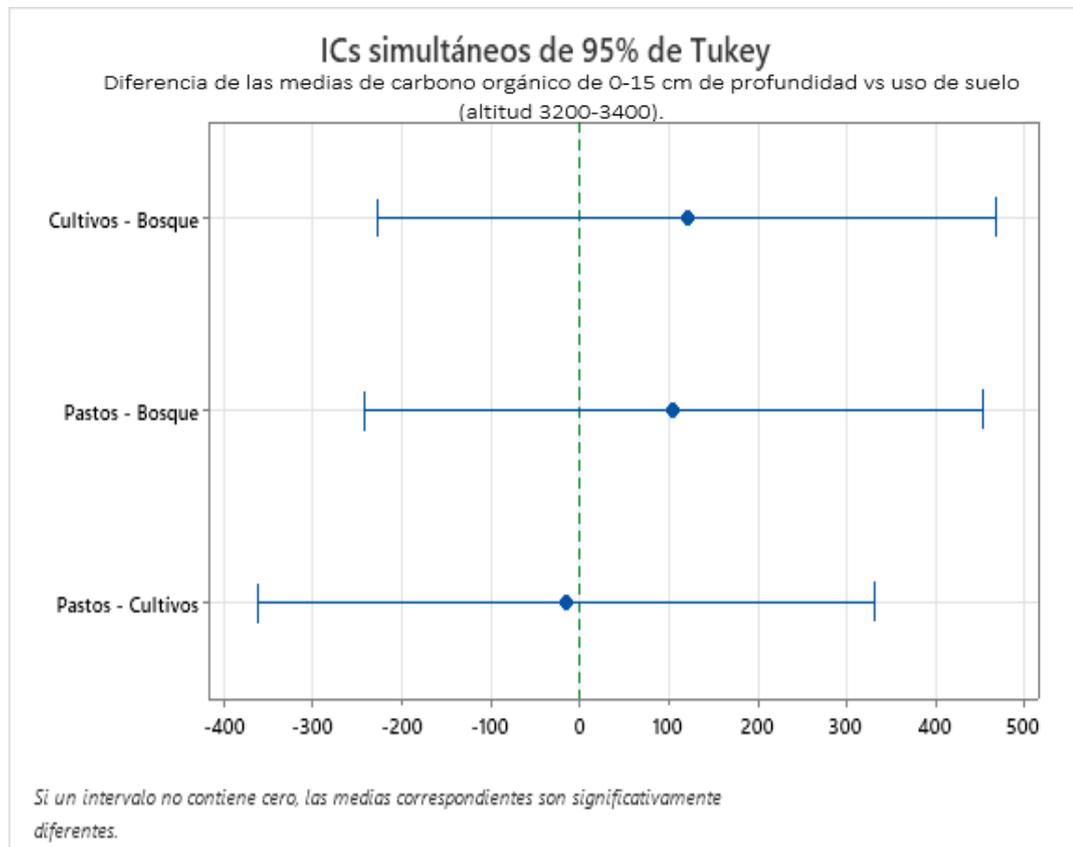


Gráfico 7-3. Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosque de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 8-3, indica que el contenido de carbono en MgC/ha en pastos, cultivos, bosque para la profundidad de 0-15 cm vs uso de suelo, cultivos y pastos tienen la media más alta y bosque presenta la más baja se podría decir que no presentan diferencias significativas.

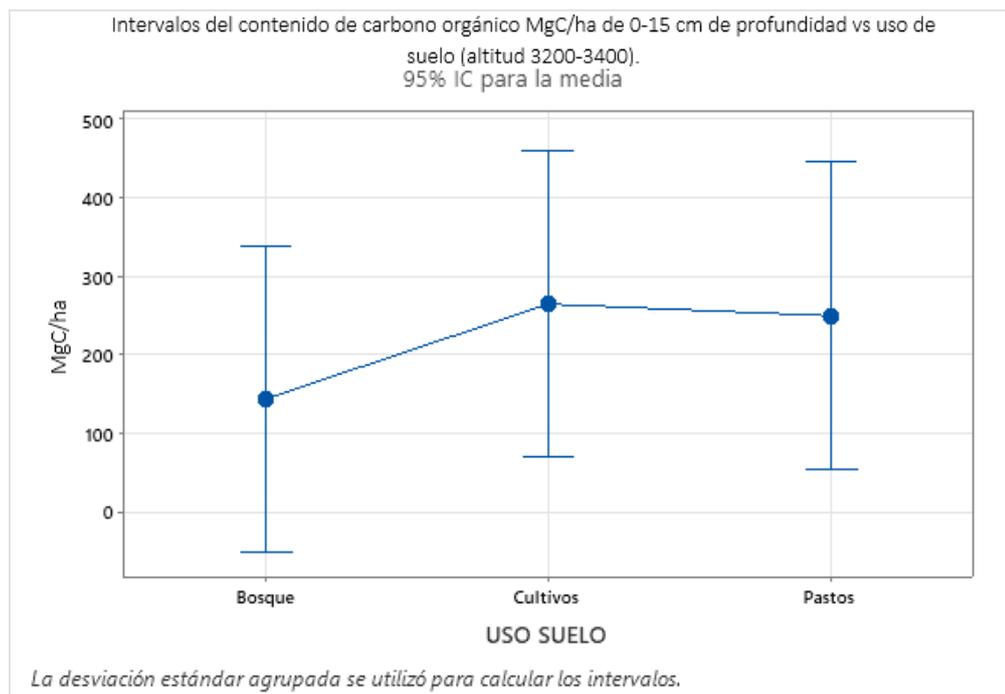


Gráfico 8-3. Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosque de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

3.2.2. Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3200 a 3400 msnm en pastos, cultivos, bosque de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

De acuerdo al análisis de varianza en la tabla 9-3, no existe diferencia significativa para las altitudes 3400 a 3600 msnm en pastos, cultivos, bosques de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

Tabla 9-3: Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, bosque de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
USO SUELO	2	15574	7787	1,62	0,274 ns
Error	6	28824	4804		
Total	8	44398			

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 9-3, muestra que hay dos grupos significativamente diferentes que pertenecen a Pastos-Cultivos, Pastos-Bosque basado en las diferencias de las medias entre grupos tenemos que el grupo de Cultivos-Bosque muestran semejanzas en las medias por lo que cada sección tiene que ser examinado específicamente.

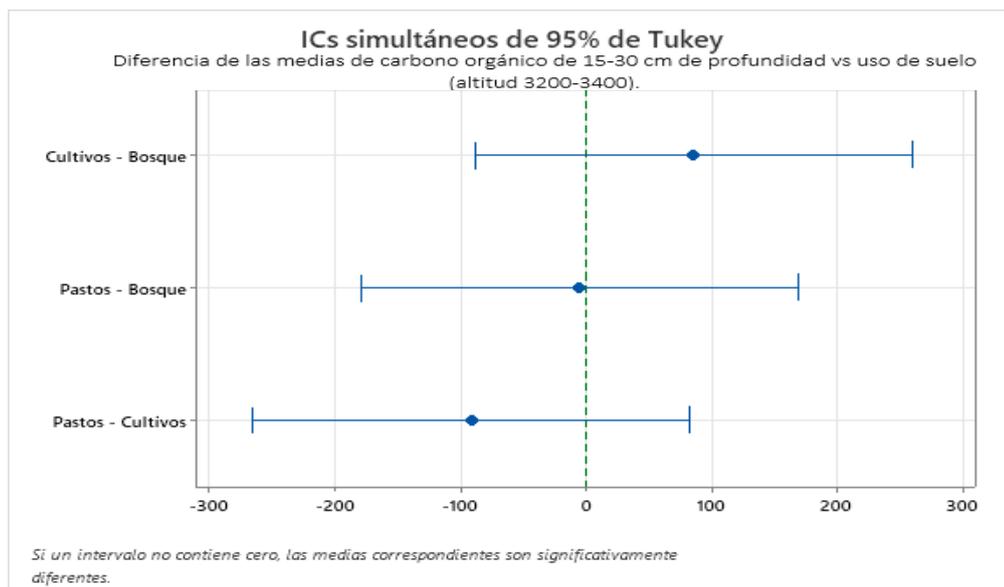


Gráfico 9-3. Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosque de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 10-3, indica que el contenido de carbono en MgC/ha en pastos, cultivos, bosque para la profundidad de 15-30 cm vs uso de suelo, cultivos tienen la media más alta, bosque y pastos presentan casi una igualdad del contenido de carbono orgánico se podría decir que no presentan diferencias significativas.

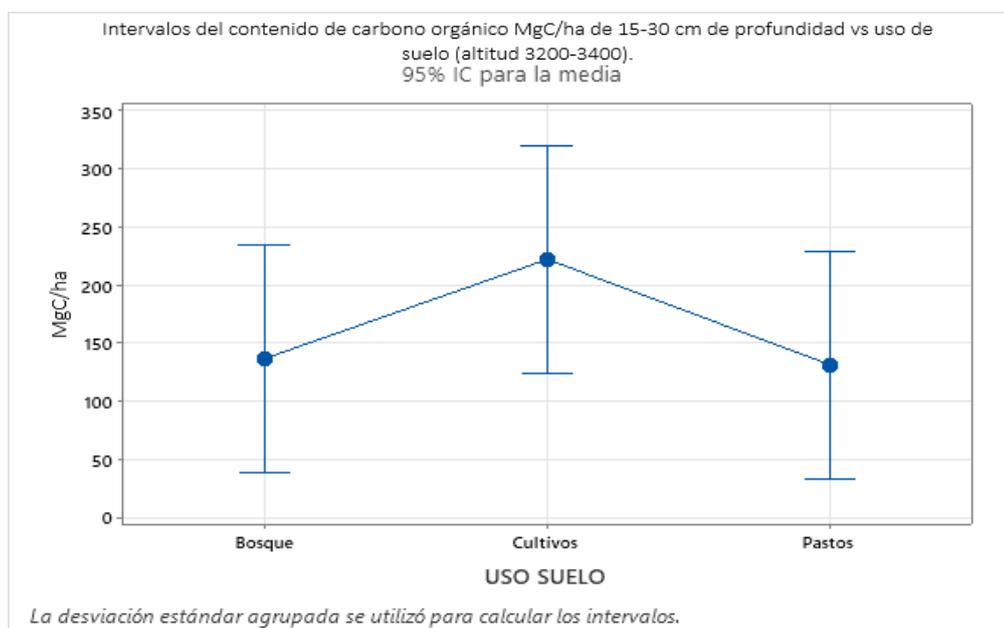


Gráfico 10-3. Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosque de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

3.2.3. Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3200 a 3400 msnm en pastos, cultivos, bosque de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.

De acuerdo al análisis de varianza en la tabla 10-3, no existe diferencia significativa para las altitudes 3400 a 3600 msnm en pastos, cultivos, bosques de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.

Tabla 10-3: Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, bosque de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	13716	13716	1,19	0,292 ns
Error	16	184833	11552		
Total	17	198549			

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 11-3, muestra que hay dos agrupaciones significativamente diferentes que pertenecen a la profundidad de 0-15 y 15-30 cm además expresan semejanzas en las medias por lo que cada sección tiene que ser examinado específicamente.

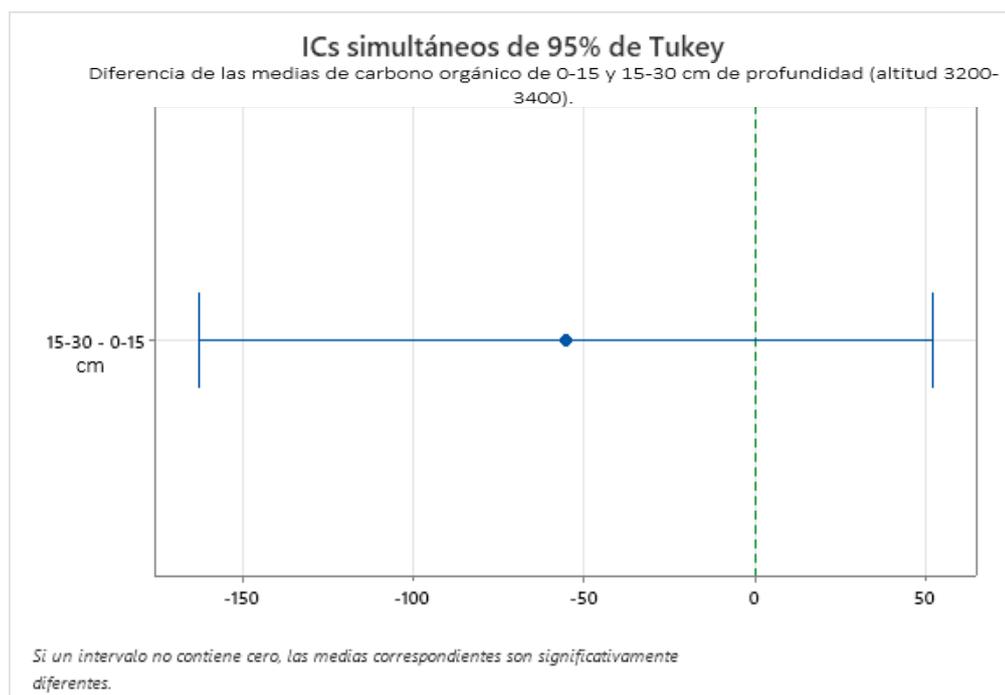


Gráfico 11-3. Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosque para la profundidad de 0-15 y 15-30 cm.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 12-3, indica que el contenido de carbono en MgC/ha en pastos, cultivos, bosque para la profundidad de 0-15 y 15-30 cm a medida que aumenta la profundidad del suelo disminuye la concentración de carbono orgánico edáfico.

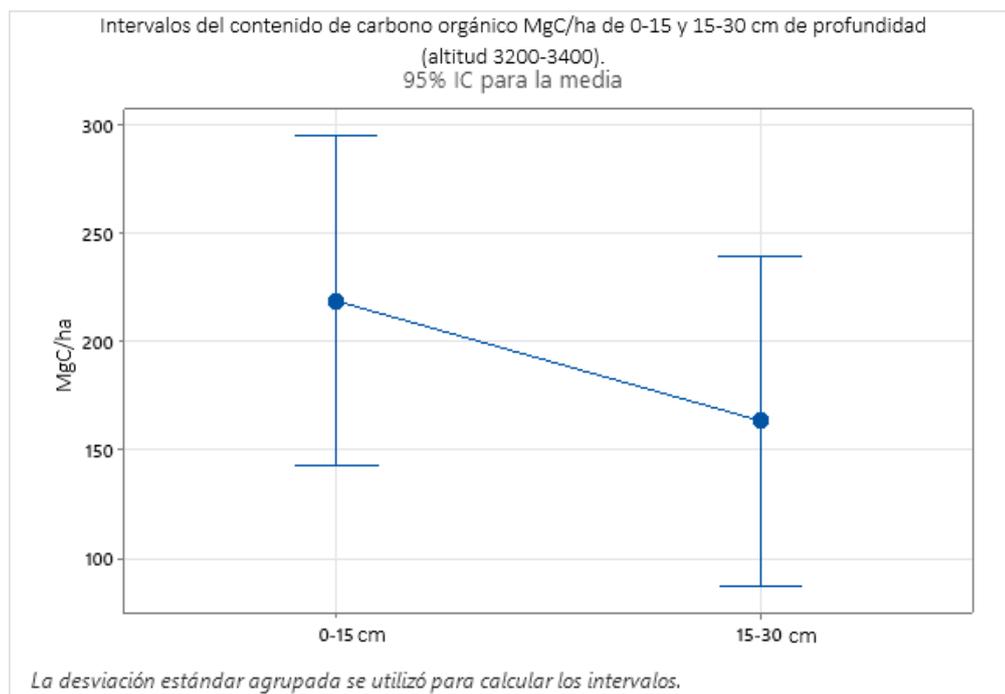


Gráfico 12-3. Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosque para la profundidad de 0-15 y 15-30 cm.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

3.2.4. *Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3400 a 3600 msnm en pastos, cultivos, bosque/páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.*

De acuerdo al análisis de varianza en la tabla 11-3, no existe diferencia significativa para las altitudes 3400 a 3600 msnm en pastos, cultivos, bosques/páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.

Tabla 11-3: Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, bosques/páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
USO SUELO	2	40516	20258	1,92	0,226 ns
Error	6	63254	10542		
Total	8	103770			

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 13-3, muestra que hay dos grupos significativamente diferentes que pertenecen a Pastos- Cultivos, Cultivos-Bosque/páramo, basado en las diferencias de las medias entre grupos tenemos que el grupo de Pastos-Bosque/páramo, muestran semejanzas en las medias por lo que cada sección tiene que ser examinado específicamente.

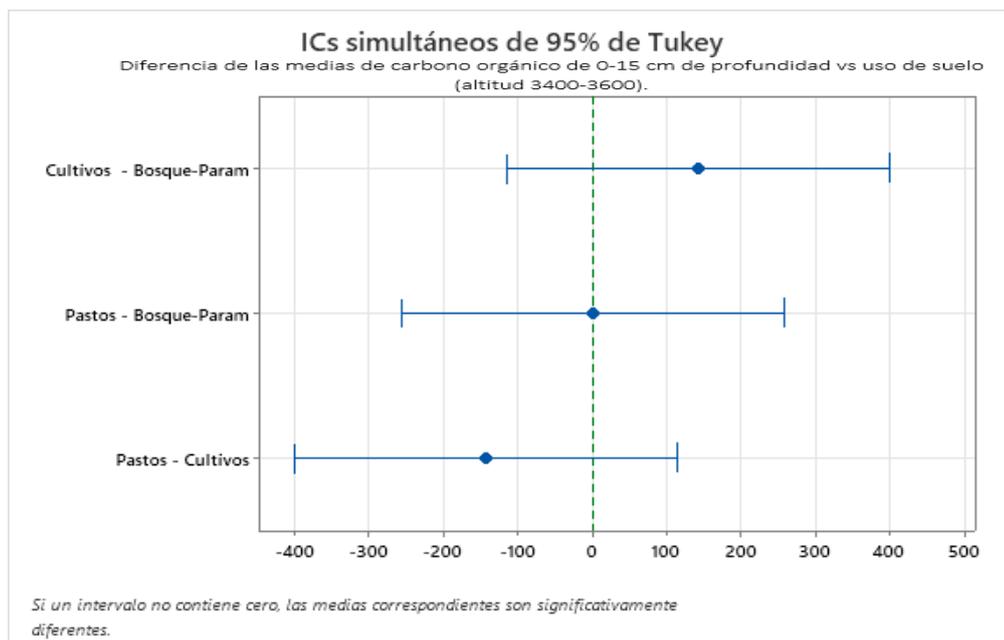


Gráfico 13-3. Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosques/páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 14-3, indica que el contenido de carbono en MgC/ha msnm en pastos, cultivos, bosques/páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo, cultivos tiene la media más alta, bosque/páramo y pastos presentan casi una igualdad del contenido de carbono orgánico se podría decir que no presentan diferencias significativas.

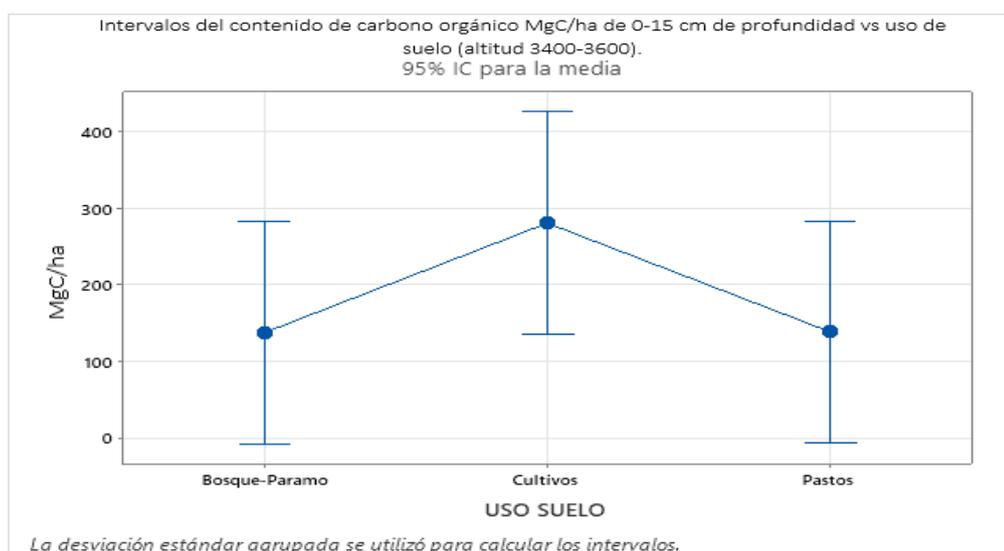


Gráfico 14-3. Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosques/páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

3.2.5. Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3400 a 3600 msnm en pastos, cultivos, bosque/páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

De acuerdo al análisis de varianza en la tabla 12-3, existe diferencia significativa entre el uso de suelo y el contenido de carbono para las altitudes 3400 a 3600 msnm en pastos, cultivos, bosques/páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

Tabla 12-3: Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, bosques/páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
USO SUELO	2	5681	2840,3	6,32	0,033*
Error	6	2695	449,2		
Total	8	8376			

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

La prueba de Tukey con una confianza de 95% para el contenido de carbono orgánico (MgC/Ha) para las altitudes 3400 a 3600 msnm en pastos, cultivos, bosques/páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo, (Tabla 13-3) se presentó dos agrupaciones en el rango “A” se encuentran cultivos con una media de 172,6 MgC/Ha, en el rango “B” se sitúa bosques/páramo y pastos con una media de 111,81 y 134,2 MgC/Ha respectivamente, pastos es el único compartimiento que están en ambos rangos. Las disconformidades entre las medias que comparten una letra no son estadísticamente significativas.

Tabla 13-3: Comparación de medias en pastos, cultivos, bosques/páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

USO SUELO	N	Media	Agrupación	
Cultivos	3	172,6	A	
Pastos	3	134,2	A	B
Bosque-Paramo	3	111,81		B

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 15-3, muestra que hay dos agrupaciones significativamente diferentes que pertenecen a Cultivo-Bosque/páramo, Pastos-Bosque/páramo, basado en las disconformidades de las medias entre grupos asumimos que el grupo de Pastos-Cultivos, muestran semejanzas en las medias por lo que cada sección tiene que ser examinado específicamente.

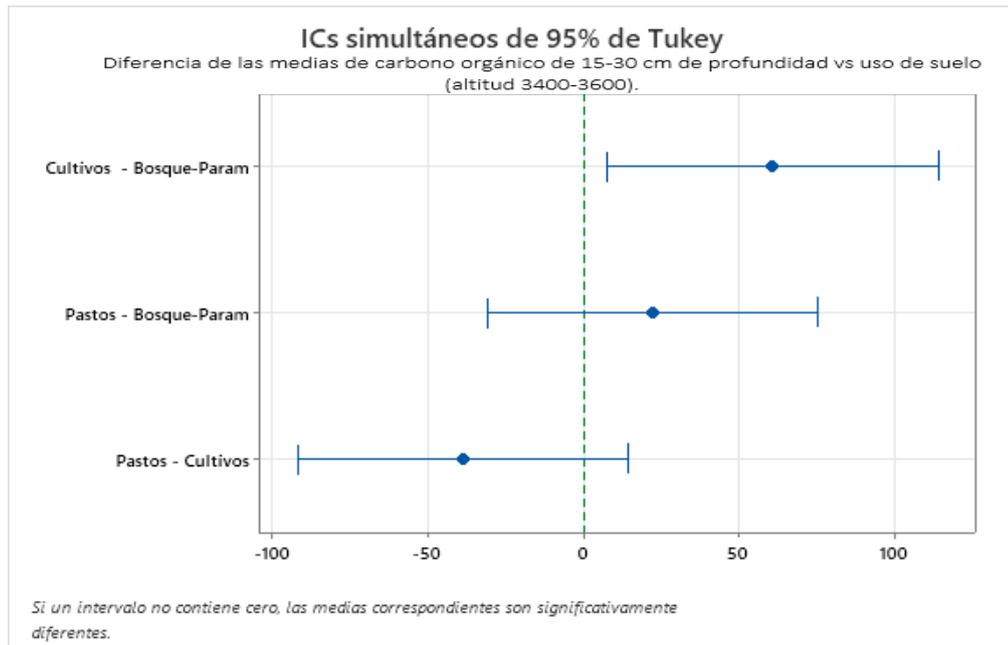


Gráfico 15-3. Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosques/páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 16-3, indica que el contenido de carbono en MgC/ha msnm en pastos, cultivos, bosques/páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo, cultivos tiene la media más alta, lo sigue pastos y posteriormente se encuentra bosque/páramo se podría decir que no presentan diferencias significativas.

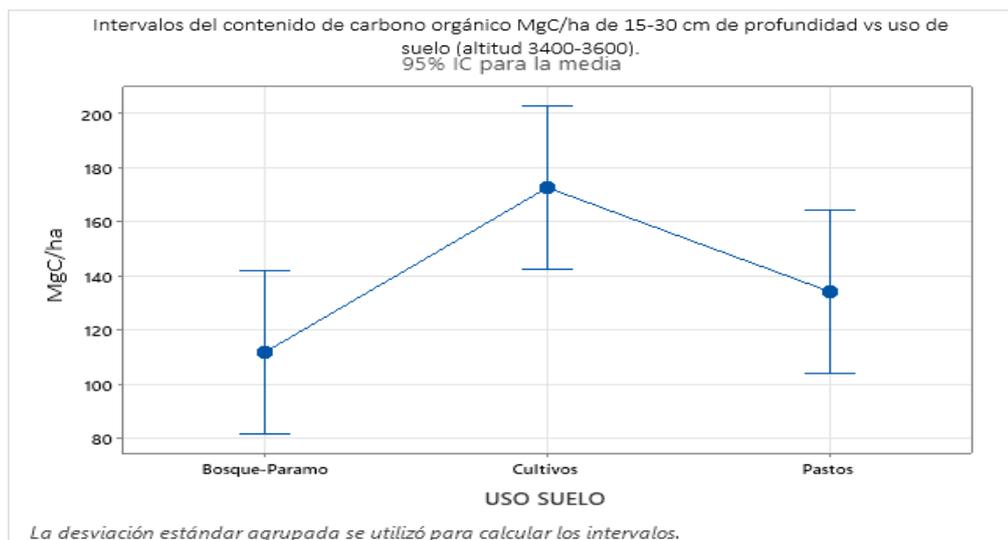


Gráfico 16-3. Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosques/páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

3.2.6. Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3400 a 3600 msnm en pastos, cultivos, bosque /páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.

De acuerdo al análisis de varianza en la tabla 14-3, no existe diferencia significativa para las altitudes 3400 a 3600 msnm en pastos cultivos, bosque/páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.

Tabla 14-3: Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos cultivos, bosque/páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	9500	9500	1,36	0,261 ns
Error	16	112146	7009		
Total	17	121645			

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 17-3, muestra que hay dos agrupaciones significativamente diferentes que pertenecen a la profundidad de 0-15 y 15-30 cm además expresan semejanzas en las medias por lo que cada sección tiene que ser examinado específicamente.

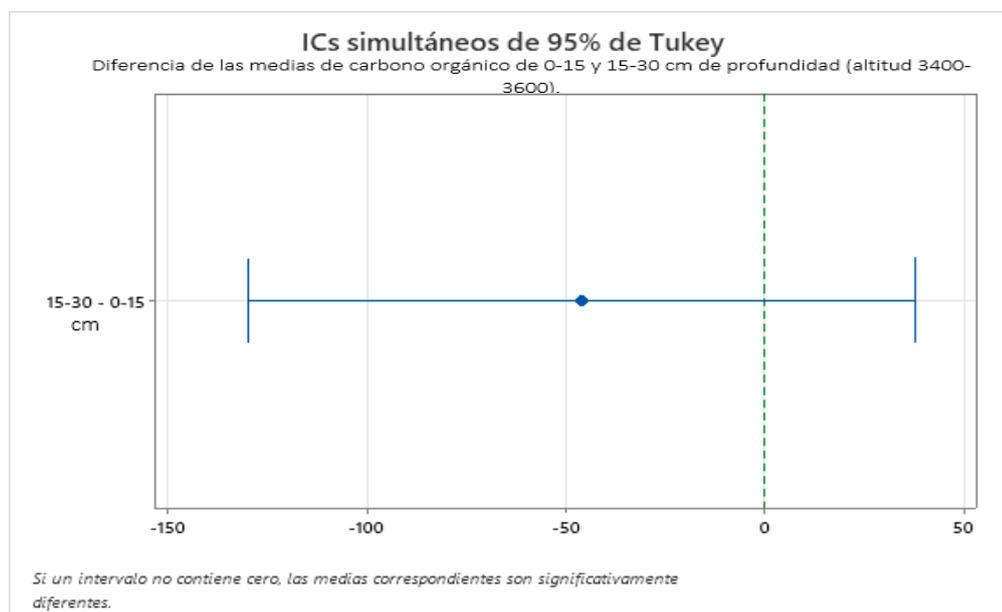


Gráfico 17-3. Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, bosque-páramo para la profundidad de 0-15 y 15-30 cm.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 18-3, indica que el contenido de carbono en MgC/ha en pastos, cultivos, bosque/páramo para la profundidad de 0-15 y 15-30 cm a medida que aumenta la profundidad del suelo disminuye la concentración de carbono orgánico edáfico.

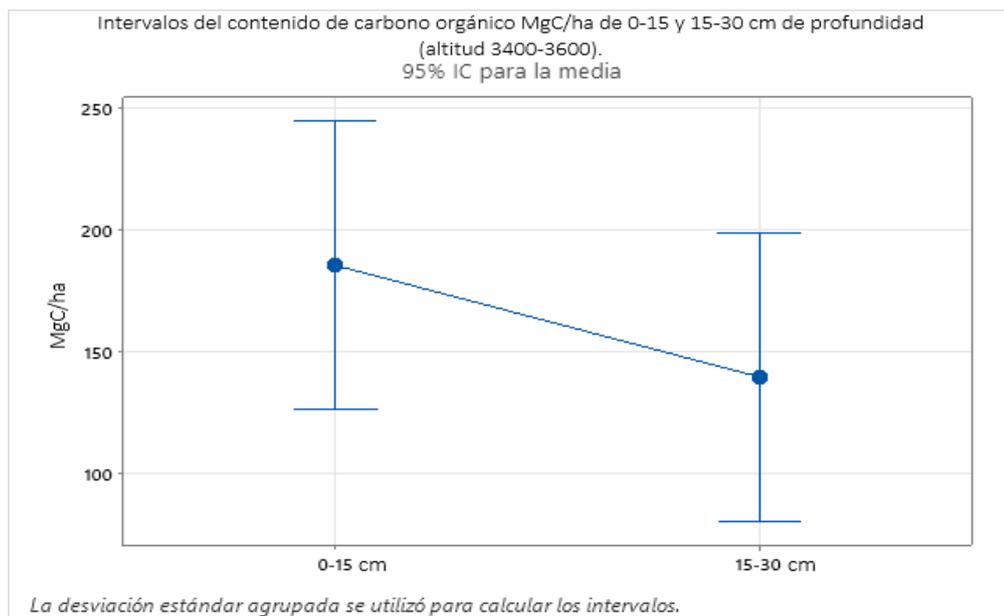


Gráfico 18-3. Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos y bosque-páramo para la profundidad de 0-15 y 15-30 cm.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

3.2.7. Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3600 a 3800 msnm en pastos, cultivos, herbazal páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.

De acuerdo al análisis de varianza en la tabla 15-3, no existe diferencia significativa para las altitudes 3400 a 3600 msnm en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.

Tabla 15-3: Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
USO SUELO	2	1090	544,8	0,55	0,606 ns
Error	6	5998	999,6		
Total	8	7087			

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 19-3, muestra que hay dos grupos significativamente diferentes que pertenecen a Pasto-Herbazal de páramo, Pastos-Cultivos, basado en las diferencias de las medias entre grupos tenemos que el grupo de Herbazal de páramo-Cultivos muestran semejanzas en las medias por lo que cada sección tiene que ser examinado específicamente.

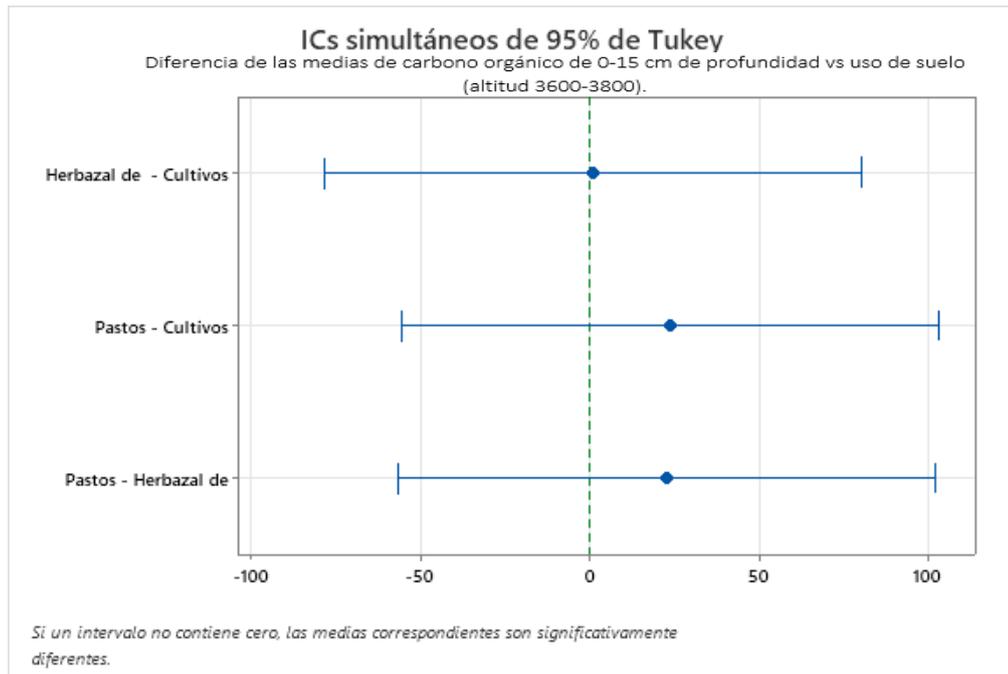


Gráfico 19-3. Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 20-3, indica que el contenido de carbono en MgC/ha msnm en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo, pastos tiene la media más alta, herbazal de páramo y pastos presentan casi una igualdad del contenido de carbono orgánico se podría decir que no presentan diferencias significativas.

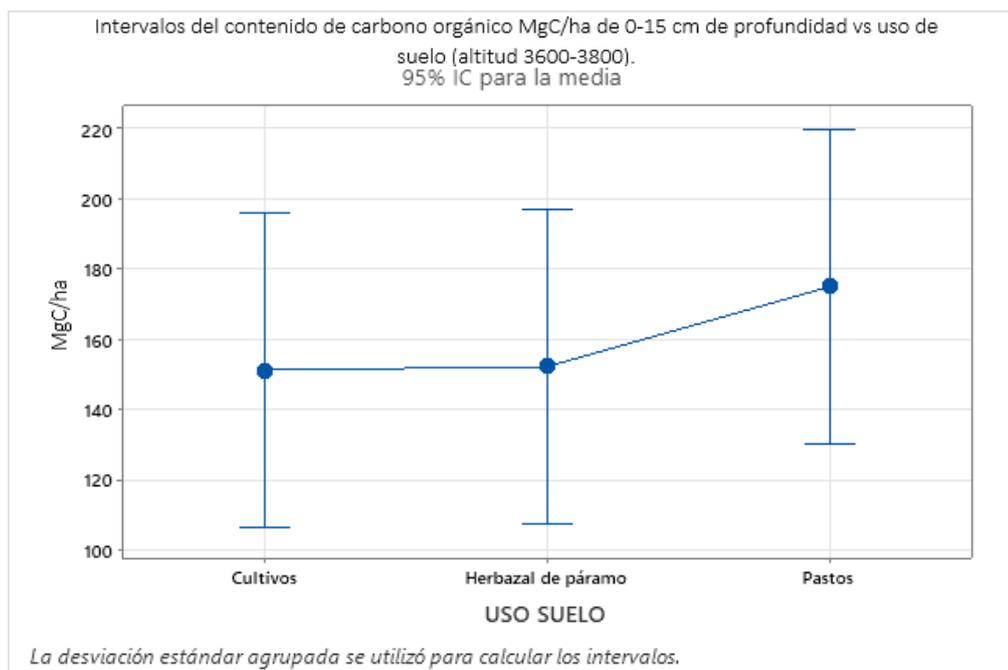


Gráfico 20-3. Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, herbazal-páramo de 0-15 cm de profundidad vs uso de suelo.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

3.2.8. Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3600 a 3800 msnm en pastos, cultivos, herbazal páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

De acuerdo al análisis de varianza en la tabla 16-3, no existe diferencia significativa para las altitudes 3600 a 3800 msnm en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

Tabla 16-3: Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
USO SUELO	2	321,6	160,8	0,77	0,502 ns
Error	6	1246,1	207,7		
Total	8	1567,8			

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 21-3, muestra que hay dos grupos significativamente diferentes que pertenecen a Pasto-Cultivos, Herbazal de páramo-Cultivos, basado en las diferencias de las medias entre grupos tenemos que el grupo de Pastos-Herbazal de páramo muestran semejanzas en las medias por lo que cada sección tiene que ser examinado específicamente.

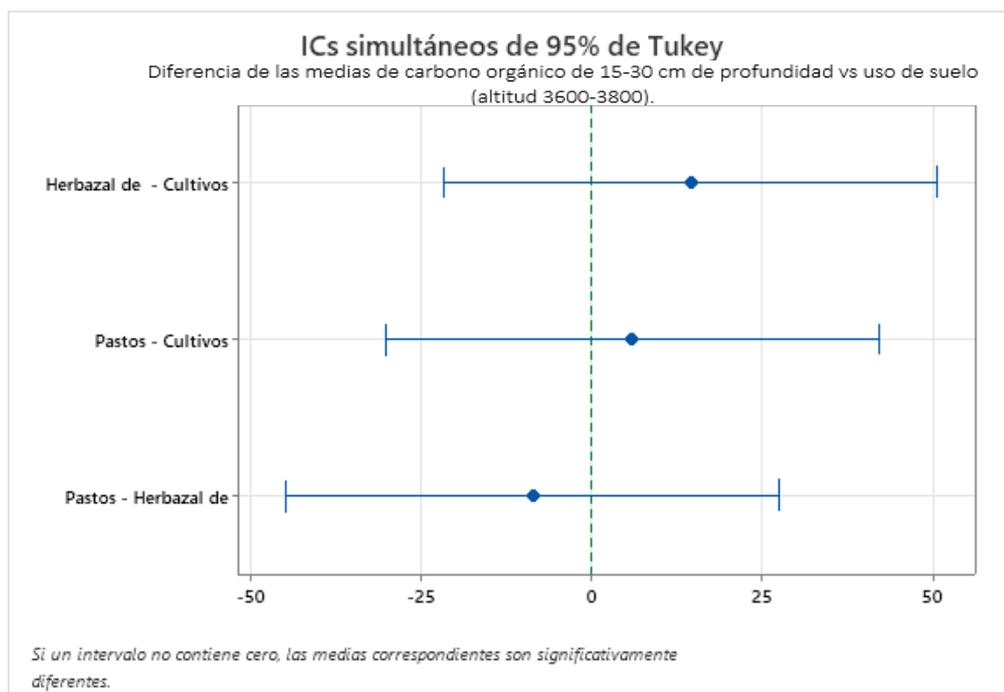


Gráfico 21-3. Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos y herbazal de páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 22-3, indica que el contenido de carbono en MgC/ha msnm en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo, herbazal de páramo tiene la media más alta, lo sigue pastos y posteriormente se encuentra cultivos se podría decir que no presentan diferencias significativas.

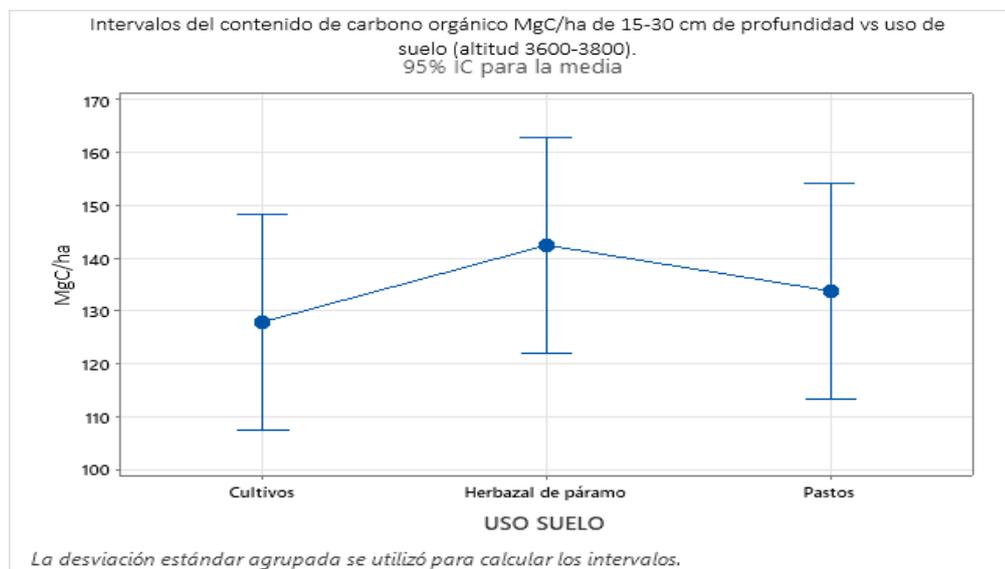


Gráfico 22-3. Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos y herbazal de páramo de 15-30 cm de profundidad vs uso de suelo.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

3.2.9. Contenido de carbono orgánico edáfico entre 3600 a 3800 msnm en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.

De acuerdo al análisis de varianza en la tabla 17-3, existe diferencia significativa entre el uso de suelo y el contenido de carbono para las altitudes 3600 a 3800 msnm en pastos cultivos, herbazal de páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.

Tabla 17-3: Análisis de varianza del contenido de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	2764	2763,7	5,11	0,038*
Error	16	8655	540,9		
Total	17	11419			

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

La prueba de Tukey con una confianza de 95% para el contenido de carbono orgánico (MgC/Ha) para las altitudes 3600 a 3800 msnm en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 y 15-30 cm

de profundidad. (Tabla 18-3) se presentaron 2 agrupaciones en el rango “A” se encuentran 0-15 con una media de 159,50 MgC/Ha, en el rango “B” se sitúa la profundidad de 15-30 con una media de 134,72 MgC/Ha respectivamente.

Tabla 18-3: Comparación de medias en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.

Factor	N	Media	Agrupación	
0-15	9	159,50	A	
15-30	9	134,72		B

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 23-3, muestra que hay dos agrupaciones significativamente diferentes que pertenecen a la profundidad de 0-15 y 15-30 cm además 0-15 cm posee una media significativa mayor a la agrupación 2 que corresponde de 15-30 cm por lo que expresan semejanzas en las medias y cada sección tiene que ser examinado específicamente.

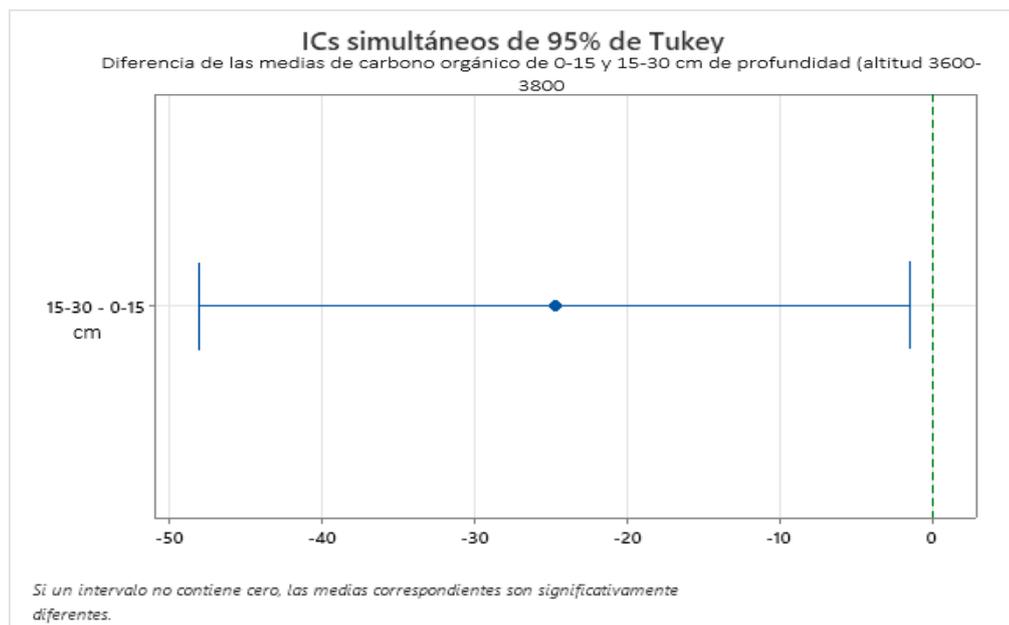


Gráfico 23-3. Comparaciones múltiples de carbono orgánico (MgC/ha) en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

El gráfico 24-3, indica que el contenido de carbono en MgC/ha, para las altitudes 3600 a 3800 msnm en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad a medida que aumenta la profundidad del suelo disminuye la concentración de carbono orgánico edáfico.

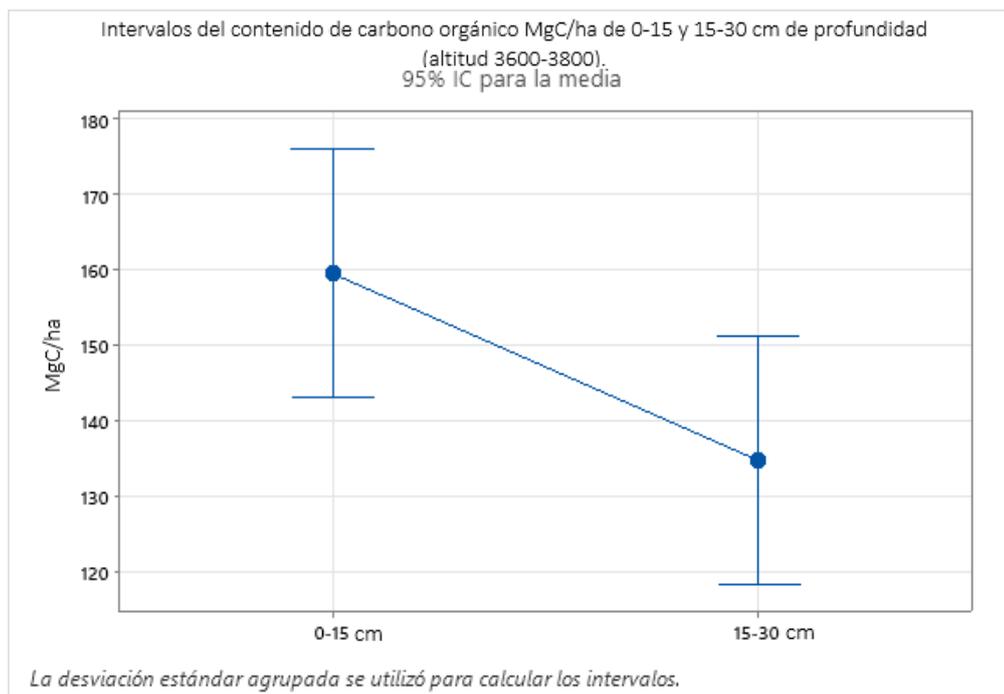


Gráfico 24-3. Comparación de carbono orgánico (MgC/ha), en pastos, cultivos, herbazal de páramo de 0-15 y 15-30 cm de profundidad.

Realizado por: Pinzón, Andrés. 2022.

En esta investigación se demostró que el contenido de materia orgánica encontrado para las altitudes entre 3200 hasta los 3800 msnm hubo diferencias según su profundidad, localizando que, a mayor profundidad, el contenido de materia orgánica es menor, mientras que, a menor profundidad, el contenido de materia orgánica es mayor. Corroborando con (Solís Hernandez et al., 2014: p.10) la cantidad de materia orgánica se reduce con la profundidad del suelo debido a que en los primeros 30 cm hay mayor actividad de desarrollo de raíces de plantas.

CONCLUSIONES

- Se determinó el contenido carbono orgánico edáfico entre los ecosistemas nativos, e intervenidos. Con respecto al piso altitudinal 3200 a 3800 msnm en el caso de intervenidos por actividades antrópicas es de 203 MgC/ha, para cultivos y para pastizales 160,3 MgC/ha, mostrado mayor contenido que en ecosistemas nativos bosque 140,01 MgC/ha, bosque/páramo 124,7 MgC/ha y Herbazal de páramo 147,33 MgC/ha.
- El contenido de carbono orgánico edáfico inversamente proporcional a la profundidad, indicando que a mayor profundidad (15-30 cm) menor contenido de carbono orgánico edáfico, mientras a menor profundidad (0-15 cm) mayor contenido de carbono orgánico edáfico.
- La materia orgánica representa la calidad del suelo. La capacidad de transporte de diversas sustancias, la capacidad de retención de humedad, la densidad aparente, entre otros factores, se ven favorecidas por un aumento en el contenido de materia orgánica del suelo.

RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar monitoreo de carbono para la realización de futuros proyectos de conservación, por lo que se deberían seguir desarrollando investigaciones que permitan tener un seguimiento de la dinámica del carbono.
- Valorar las actividades antrópicas de los ecosistemas en la comunidad o sector (pastoreo, agricultura) que afectan directamente al suelo.
- Se recomienda ejecutar estudios que comprueben la cantidad de carbono orgánico edáfico de modo que logren ser relacionados con los resultados de este estudio.
- Realizar estudios de respiración edáfica con variables controladas con la finalidad de determinar las condiciones a las cuales los suelos presentan una mejor actividad microbiana.
- Concientizar a la población y autoridades locales sobre los principales efectos que causa el cambio de uso de suelo, y así generar políticas de conservación de paramos ya que este ecosistema es sumidero de carbono y por ende reduce las emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera evitando el calentamiento global.

GLOSARIO

Carbono orgánico: Es materia derivada de la descomposición de las plantas, el crecimiento de bacterias y las actividades metabólicas de los organismos vivos (Borie, G., et.al.1999, pp. 29-32).

La calcinación: es el proceso de calentar una sustancia a temperatura elevada, (temperatura de descomposición), para provocar la desintegración térmica o un cambio de estado en su constitución física o química. El proceso, que suele llevarse a cabo en largos hornos cilíndricos, tiene a menudo el efecto de volver frágiles las sustancias (Bautista, 2021, p. 20-28.)

Muestreo: Herramientas para la investigación científica y estadística. Su función básica es determinar qué parte del hecho en estudio (población o universo) debe examinarse para poder hacer inferencias sobre esa porción de la población (Rudnykh, Svetlana, 2008).

Ph: “Es la unidad de medida de alcalinidad o acidez de una solución que mide la cantidad de iones de hidrógeno que contiene una solución. De hecho, la sigla significa potencial de hidrogeniones y tiene una escala de valores que van de 0 a 14. El 7 se considera neutro, mientras que por debajo de ese número se indica el rango de acidez y por encima el nivel de alcalinidad o basicidad. Es proceso importante ya que se pueden obtener muchos datos con respecto a la estructura y actividad de las moléculas y a su vez saber más respecto a las células del cuerpo” (La Nacion , 2019).

Uso de suelo: El uso del suelo abarca la gestión y modificación del medio ambiente natural para convertirlo en terreno agrícola: campos cultivables, pastizales; o asentamientos humanos. El término uso del suelo también se utiliza para referirse a los diferentes usos del terreno en zonificaciones (Galván Fernández, Antonina; et. al. 2018).

BIBLIOGRAFÍA

AICHHOLZER, FLORIAN & DURÁN, WILMER. Caracterización y comportamiento de ecosistema de páramo bajo la influencia de bosque de pino(*pinus patula*) bosque nativo y de pajonal [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado). Universidad de Cuenca, Facultad de ciencias Agropecuarias, Escuela de ingeniería Agronomica, Cuenca, Ecuador. 2010. pp. 1-74. [Consulta: 29 noviembre 2021]. Disponible en <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3041/1/tag288.pdf>

AMAGUAYA, J. Determinación de Carbono en el Suelo de Bosque nativo de ceja andina en el sector Guangra, Parroquia Achupallas, Cantón Alausí, Provincia de Chimborazo. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, Riobamba, Ecuador, 2015. pp. 1-99. [Consulta: 08 agosto 2021]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/3883/1/33T0135%20.pdf>

ANDRADE PROAÑO, Sebastián Ignacio, et al. *Distribución de biomasa aérea y subterránea en formas de vida de plantas de páramo en los andes nororientales del Ecuador.* [en línea] 2018. Tesis de Licenciatura. Quito. Disponible en: <http://192.188.53.14/bitstream/23000/7549/1/139509.pdf>.

AYALA IZURIETA, johanna elizabeth. *Mapeo digital de carbono orgánico del suelo mediante imágenes satelitales y algoritmos de autoaprendizaje en el ecosistema Herbazal del Páramo,* provincia de Chimborazo, Ecuador: 2019 pp.59-93. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata.

BARROSO CAICEDO, Andrea Elizabeth. Aplicación y validación del modelo matemático kriging, para determinar la relación del stock de carbono edáfico con los sistemas ecológicos, en la parroquia Achupallas, cantón Alausí, provincia de Chimborazo. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2017. pp. 1-61. [Consulta: 5 enero 2021]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4432/1/UNACH-EC-ING-AMB-2017-0010.pdf>

BURBANO ORJUELA, H. *Revista de Ciencias Agrícolas* "El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático". [en línea], 2018 (Colombia) 35(1), pp. 82-96. [Consulta: 26 agosto 2021]. ISSN 0120-0135. DOI 10.22267/rcia.183501.85. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6572299>.

BURGA DÍAZ, E.A. Determinación del carbono en el suelo del bosque del caserío La Palma, Chadín, Chota [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad de Cajamarca, Perú. 2019. pp. 1-93. [Consulta: 26 agosto 2021]. Disponible en: [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3543/DETERMINACIÓN DEL CARBONO EN EL SUELO DEL BOSQUE DEL CASERÍO LA PALMA%2C CHADÍN%2C CHOTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3543/DETERMINACIÓN%20DEL%20CARBONO%20EN%20EL%20SUELO%20DEL%20BOSQUE%20DEL%20CASERÍO%20LA%20PALMA%20CHADÍN%20CHOTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

CABEZA LÓPEZ, Carlos Eduardo; PABLO, Guevara Ruiz Juan. Calidad del suelo mediante indicadores físicos, químicos y biológicos en suelos bajo páramo, pasto y cultivo, parroquia Achupallas provincia de Chimborazo [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Nacional de Chimborazo 2020. pp. 1-60. [Consulta: 4 enero 2022]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7163/2/Trabajo%20de%20titulacion%20%20Carlos%20Cabezas%20y%20Juan%20Pablo%20Guevara.pdf>

CAJILEMA MULLO, E.M & PIGUABE HINOJOSA, C.J. Estimación de materia orgánica en el suelo y biomasa del páramo de Quimiag [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2020. pp. 1-74. [Consulta: 26 agosto 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13796/1/156T0008.pdf>.

CALDERÓN-MEDINA, C; et al. *Orinoquia* "Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del Meta". [en línea], 2018 (Colombia) 22(2), pp. 141-157. [Consulta: 26 agosto 2021]. ISSN 0121-3709. DOI 10.22579/20112629.524.

CAMACHO, M. *Revista Anales* "Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible". [en línea], 2014 (Ecuador) 1(372), pp. 77-92. [Consulta: 26 agosto 2021]. ISSN 1390-7891. DOI 10.29166/anales.v1i372.1241. Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/anales/article/download/1241/1227/4713>.

CARRASCO, Miguel; PADILLA, Alex; ECHEVERRÍA, Magdy. *Análisis del ecosistema páramo Igualata frente al cambio climático en base a los recursos naturales*. Perfiles [en línea], 2016, vol. 15, p. 11-16. Disponible en: <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/Articulos/Perfiles15Art2.pdf>.

CASTAÑEDA, Abel; PULIDO, Carmen Rosa Montes. *Carbono almacenado en páramo*

andino. Entramado, 2017, vol. 13, no 1, p. 210-221.

CIANCAGLINI-PROSAP, N. *Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico*. [en línea], pp. 10. Disponible en: http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO_R001_Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico.pdf.

CREMONA, M.; & ENRIQUEZ, A. *Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: El pH y la conductividad eléctrica*. EEA Bariloche. n°73 (2020), (Argentina) pp 1-3.

DABADIE, Mariana. et al. "Calibración del método de pérdida de peso por ignición para la estimación del Carbono Orgánico en Inceptisoles del NE de Entre Ríos". *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* [en línea], 2018, (Argentina), vol. 117, 1, pp. 157-159-162. [Consulta: 30 agosto 2019]. ISSN 0041-8676. Disponible en: [file:///C:/Users/Dell/Downloads/Dialnet-CalibracionDelMetodoDePerdidaDePesoPorIgnicionPara-6937489%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Dell/Downloads/Dialnet-CalibracionDelMetodoDePerdidaDePesoPorIgnicionPara-6937489%20(1).pdf)

ERAZO, C., et.al. "Actualización de la cobertura de suelo mediante teledetección para la estimación del umbral de escorrentía en la Cuenca del Río Chimborazo threshold in the Chimborazo River Basin", 2019, vol. 3, pp. 39-59. Disponible en: doi: 10.33262/cienciadigital.v3i2.6.517.

EYHERABIDE; et al. *Ciencia del suelo*, Comparación de métodos para determinar carbono orgánico en suelo. 2014. vol. 32, no. 1, pp. 13-19. ISSN 1850-2067.

FAO, *Guía para la descripción de suelos*. Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación [en línea], 2009, pp. 45. Disponible en: [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ Guía para la descripción de suelos.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Guía para la descripción de suelos.pdf).

GTP. PÁRAMO. *Paisaje estudiado, habitado, manejado e institucionalizado* [en línea]. EcoCiencia, Universitaria Abya Yala y Ecobona, Quito-Ecuador, 2011 : Abya Yala, 2008. [Consulta: 22 diciembre 2021]. p. 27. Disponible en: <http://190.57.147.202:90/xmlui/handle/123456789/1888>.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL QUIMIAG. 2015a. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Quimiag_*. Riobamba , Ecuador: s.n.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL QUIMIAG.

Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Quimiag [en línea], Riobamba, Ecuador. 2015. [Consulta: 28 agosto 2021]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0660821990001_Diagnostico_24-06-2015_22-18-04.pdf.

HERNÁNDEZ, Adalberto Solís, et al. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, Carbono orgánico del suelo en rodales silvícolas del ejido La Victoria, Pueblo Nuevo, Durango. 2014, vol. 22, no 63, p. 5-11. [Consulta: 3 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/674/67435407001.pdf>

HERNÁNDEZ MUÑOZ, Carlos Ignacio. Estimación del secuestro de carbono edáfico en el ecosistema herbazal de páramo del territorio hídrico del río cebadas, Chimborazo [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018. pp. 1-60 [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4491/1/UNACH-EC-ING-AMB-2018-0001.pdf>

HERRERA MOSQUERA, M. Estimación del contenido de carbono en suelos con diferentes usos en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. 2017. pp.1-39. [Consulta: 28 agosto 2021]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6041/1/IAD-2017-017.pdf>.

LEFÉVRE, C; et al. *Carbono organico del suelo el potencial oculto* [en línea]. Roma; Italia, Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2017. [Consulta: 29 agosto 2021]. ISBN 9789253096817. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i6937s/i6937s.pdf>.

LIZCANO, R.,et al. *Muestreo de suelos, técnicas de laboratorio e interpretación de análisis de suelos*. Centro de Formación Agroindustrial La Angostura Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), 2017, [Consulta: 27 agosto 2021]. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/CARTILLAMUESTREOSDESUELOS-PANAMERICANA.pdf>.

LOAYZA, N; et al. *Revista Ecosistemas*. "Mapeo digital de carbono orgánico en suelos de Ecuador". [en línea], 2020 (Ecuador) 29(2), pp. 1-13. [Consulta: 28 agosto 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7510709>.

LÓPEZ PÁRRAGA, G.M. & ZAMORA MERA, A.R., Diagnóstico de la fertilidad del suelo

en el area de investigacion, innovacion y desarrollo de la ESPAM- MFL [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador. 2016. pp. 1-48. [Consulta: 01 septiembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/270/1/TA54.pdf>.

LLUGSA PAREDES, M.E & DUCHE GUAMAN, V.B. Estimación De Carbono Orgánico Total En El Suelo Y Biomasa Del Páramo Andino De Yasipan Y Atillo [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2020. pp. 1-79. [Consulta: 26 agosto 2021]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13956>.

MARTÍNEZ, E; et al. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutricion Vegetal* "Carbono orgánico y propiedades del suelo". [en línea], 2008 (Chile) 8(1), pp. 68-96. [Consulta: 28 agosto 2021]. ISSN 0717635X. DOI 10.4067/s0718-27912008000100006.

MARTÍNEZ MARTÍNEZ, Jessica Paola. Régimen de humedad de suelo de páramo y su relación con las prácticas socioculturales de manejo ante la variabilidad climática [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Cotopaxí, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente Latacunga, Ecuador 2017. pp. 1-100. [Consulta: 8 septiembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4291/1/UTC-PC-000184.pdf>

MENA-VÁSCONEZ, P & HOFSTEDE, R. *Botánica económica de los Andes Centrales* "Los páramos ecuatorianos". [en línea], 2006 (Ecuador), pp. 91-109. [Consulta: 02 septiembre 2021]. Disponible en: http://www.beisa.dk/Publications/BEISA_Book_pdf/Capitulo_06.pdf.

MORALES MORALES Segundo Gregorio. Relación de la respiración edáfica con las propiedades físico-químicas de los suelos de la microcuenca del río Guano, provincia de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). (Química) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas. (Riobamba-Ecuador). 2020. pp. 31-32. [Consulta: 26 enero 2021]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/14255?mode=full>

OJEDA HUILCA, E.J. Impacto del cambio de uso en coberturas de bosque a pasto en suelos de la comunidad de Lluçud provincia Chimborazo [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Carrera de ingeniería ambiental, Riobamba, Ecuador. 2017. pp. 1-50. [Consulta: 01 septiembre 2021]. Disponible en:

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4178/1/UNACH-EC-ING-AMB-2017-0007.pdf>.

PÉREZ IGLESIAS, H; et al. *Revista Universidad y Sociedad* "Secuestro de carbono por el suelo y sus fracciones en agroecosistemas tropicales de la región costa ecuatoriana". [en línea], 2021 (Ecuador) 13(2), pp. 141-149. [Consulta: 28 agosto 2021]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v13n2/2218-3620-rus-13-02-141.pdf>.

POOL-NOVELO, L; et al. *Terra Latinoamericana* "Estimate of organic carbon content in soils and vegetation of the State of Campeche. Methodological proposal". [en línea], 2019 (México) 37(4), pp. 317-328. [Consulta: 02 septiembre 2021]. ISSN 23958030. DOI 10.28940/terra.v37i4.461. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v37n4/2395-8030-tl-37-04-317.pdf>.

PULIDO, H et al. *Análisis y diseño de experimentos*. 2016. Análisis y diseño de experimentos. S.l.: s.n. ISBN 9789701065266.

ROBERT, Michel. *Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Food & Agriculture Org.* vol. 1, n° 14 (2002), pp. 1-83.

ROJAS-GARCÍA, F; et al. *Elementos para Políticas Públicas* "La Ciencia Del Suelo En El Ciclo Del Carbono De México". [en línea], 2017 (México) 1(2), pp. 69-96. [Consulta: 02 septiembre 2021]. Disponible en: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/105813/Artículo_La_Ciencia_del_Suelo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ROSERO OBANDO, Gabriela Andrea. Evaluación de carbono orgánico del suelo en el ecosistema de páramo de la microcuenca del río Chimborazo en base a las actividades antrópicas. 2019, provincia de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). (Química) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas. (Riobamba-Ecuador). 2020. pp. 31-32. [Consulta: 22 enero 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11124/1/236T0433.PDF>

SALAMANCA, ALVEIRO; SADEGHIAN, SIAVOSH., *La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera Colombiana*. [en línea], vol. 56, no. 4, pp. 381-397. [Consulta: 16 Septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc056%2804%29381-397.pdf>

SIMÓN, M et al. *Relación entre la conductividad eléctrica aparente con propiedades del suelo*

y nutrientes. 2013. Relación entre la conductividad eléctrica aparente con propiedades del Suelo y nutrientes. [en línea], vol. 276, no. 7620, pp. 45-55. Disponible en: El manejo sitio-especifico demanda la identificación de subregiones con características homogéneas (zonas de manejo).%5CnSin embargo, la determinación de zonas es dificultosa por las complejas relaciones y variabilidad espacial de las propiedades%5Cnde su.

TORRES, A; et al. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural* "Evaluación del impacto de actividades antrópicas en el almacenamiento de carbono en biomasa vegetal en ecosistemas de alta montaña de Colombia". [en línea], 2012 (Colombia) 16(1), pp. 132-142. [Consulta: 02 septiembre 2021]. ISSN 0123-3068. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v16n1/v16n1a11.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A: VOLCÁN EL ALTAR VISTO DESDE QUIMIAG.



ANEXO B: MODELO DE ETIQUETAS PARA LAS FUNDAS ZIPLOC.

Sector del muestreo	Quimiag	Profundidad	(0-15)
Condición de intervención	Pasto	Conglomerado	C1-R1
Responsable	Andrés Pinzón	Parcela	1
Fecha del muestreo		Altura (msnm)	
Coordenadas		Intervenidos	

ANEXO C: RECONOCIMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO.



Herbazal de páramo



Bosque



Bosque/Páramo



Pasto



Cultivos

ANEXO D: TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO.



Toma de puntos con el Geoposicionador.



Realización de la calicata.



Colocación de los cilindros.



Toma de muestra (Densidad)

ANEXO E: ACTIVIDADES DE LABORATORIO.



Análisis de densidad



Medición del pH.



Medición del Conductividad.



Secado de Muestras.



Medición del Color.



Tamizaje de muestras.



Preparación para Materia Orgánica.



Análisis de materia orgánica Mediante el método LOI.

ANEXO F: PERMISO GADPRQ

		
GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL QUIMIAG		
Oficio N° 0161-P-2021-GADPRQ Quimiag, 01 julio del 2021		
<p>Ingeniera Norma Erazo Sandoval DIRECTORA CARRERA AGRONOMIA Presente.-</p>		
<p>De mi consideración:</p>		
<p>Reciba un atento y cordial saludo a nombre del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Quimiag, a la vez que le deseamos toda clase de éxitos en sus delicadas funciones.</p>		
<p>En atención al Oficio SIN de fecha 30 de junio del 2021, autorizo para que los siguientes estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal, Stevens Miranda con CC: 0604000248-5 y Andrés Pinzón CC: 110464937-9, se ingresen a diferentes áreas en los temas necesarias para su investigación de la Parroquia Quimiag.</p>		
<p>Particular que comunico para los trámites pertinentes</p>		
<p>Atentamente,</p>		
		
		
Abg. José Daquilema PRESIDENTE DEL GADPR QUIMIAG		
<p>CI 0603834250 Telf: 2340078-0591110009 E-mail: chimborazo_quimiag13@hotmail.com</p>		
<p>Ela. Por: Z.Y</p>		<p>Rev. Por: J.D </p>
JUNTOS POR EL SUMAK KAWSAY		
<hr/> <p>Dirección: Principal sin Edificio Central de la Casa Parroquial Telf: (03) 2340-078 / Email: chimborazo_quimiag13@hotmail.com QUIMIAG - CHIMBORAZO - ECUADOR</p>		

ANEXO G: CERTIFICADO DE DESARROLLO DE TESIS



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA EL AMBIENTE Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

CERTIFICADO DE DESARROLLO DE TESIS EN PROYECTO/GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Riobamba, 18 de Mayo de 2022

El presente trabajo de titulación: "CUANTIFICACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO ORGÁNICO EDÁFICO EN ECOSISTEMAS NATIVOS E INTERVENIDOS, EN LA PARROQUIA QUIMIAG, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO", se realizó en el programa "Building a Resilient Future for the Andean Páramo Ecosystem of Ecuador", GIDAC, en el proyecto: "Medios de vida como estrategia para la gestión y la adaptación basada en ecosistemas - PACILA", por el señor: Andrés Wladimir Pinzón Vallejo, portador de la C.I. 1104649379.


Magdy M. Echeverría G.



Full Professor-Faculty of Sciences

President - Group of Research and Development for the Environment and Climate Change - GIDAC

Senior Member - Renewable Energy and the Environment Research Center - CEAA

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Panamericana Sur Km 1 1/2.

Telef. (593) 0994147596

(593) 0955805995

Dirección: Panamericana Sur km. 1 1/2 Teléfono: 2998220 www.espoch.edu.ec

Riobamba-Ecuador

ANEXO H: REPORTE DEL URKUND



Document Information

Analyzed document	TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR ANDRES PINZÓN (CUANTIFICACIÓN CARBONO ORGANICO E DÁFICO) QUIMIAG.docx (D128479818)
Submitted	2022-02-21T15:45:00.000000
Submitted by	norma
Submitter email	nerazo@epoch.edu.ec
Similarity	9%
Analysis address	nerazo.esepoch@analysis.orkund.com

Sources included in the report

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO / DETERMINACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN EL SUELO ANDINO DE ICHUBAMBA Y GUARGUALLA, PA RROQUIA CEBADAS.docx Document DETERMINACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN EL SUELO ANDINO DE ICHUBAMBA Y GUARGUALLA, PA RROQUIA CEBADAS.docx (D63202567) Submitted by: magdy.echeverria@epoch.edu.ec Receiver: magdy.echeverria.esepoch@analysis.orkund.com		6
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO / ESTIMACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO TOTAL EN EL SUELO Y BIOMASA DEL PÁRAMO ANDINO DE Y ASIPAN Y ATILLO.docx Document ESTIMACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO TOTAL EN EL SUELO Y BIOMASA DEL PÁRAMO ANDINO DE Y ASIPAN Y ATILLO.docx (D62887814) Submitted by: magdy.echeverria@epoch.edu.ec Receiver: magdy.echeverria.esepoch@analysis.orkund.com		2
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO / jefferson bautista-shirley lema.docx Document jefferson bautista-shirley lema.docx (D104479047) Submitted by: magdy.echeverria@epoch.edu.ec Receiver: magdy.echeverria.esepoch@analysis.orkund.com		2
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO / StevensMiranda.docx Document StevensMiranda.docx (D128305037) Submitted by: nerazo@epoch.edu.ec Receiver: nerazo.esepoch@analysis.orkund.com		13
	Tesis Daniel Reinoso-2.docx Document Tesis Daniel Reinoso-2.docx (D79135546)		1
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO / EVALUACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN EL ECOSISTEMA DE PÁRAMO DE LA MICROCU ENCA DEL RÍO CHIMBORAZO EN BASE A LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS.docx Document EVALUACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN EL ECOSISTEMA DE PÁRAMO DE LA MICROCU ENCA DEL RÍO CHIMBORAZO EN BASE A LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS.docx (D47872320) Submitted by: magdy.echeverria@epoch.edu.ec Receiver: magdy.echeverria.esepoch@analysis.orkund.com		3
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO / TIC COMPLETA_compressed.pdf Document TIC COMPLETA_compressed.pdf (D102482157) Submitted by: nerazo@epoch.edu.ec		1



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 20/05/2022

INFORMACIÓN DEL AUTORA (S)
Nombres - Apellidos: Andrés Wladimir Pinzón Vallejo
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Ingeniería Forestal
Título a optar: Ingeniero Forestal
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



0892-DBRA-UTP-2022