



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DEL CARBONO ORGÁNICO E IDENTIFICACIÓN DE LOS
FACTORES ANTRÓPICOS QUE HAN INFLUENCIADO EN EL SUELO DE
PÁRAMO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO LA CHIMBA, PARROQUIA
OLMEDO, CANTÓN CAYAMBE**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del
Título de Ingenieros Ambientales

AUTORES: JEAN PIERRE SUNTAXI ANASI
JOSSELYN ARACELLY TOSCANO VELASTEGUÍ

TUTOR: EDWIN FABIÁN BERSOSA VACA

Quito - Ecuador

2022

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Jean Pierre Sntaxi Anasi con documento de identificación N° 1722663752 y Josselyn Aracelly Toscano Velasteguí con documento de identificación N° 1727015156; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 14 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Jean Pierre Sntaxi Anasi
1722663752



Josselyn Aracelly Toscano Velasteguí
1727015156

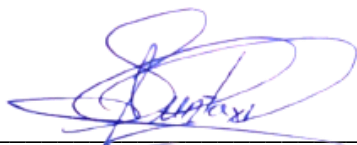
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Jean Pierre Sntaxi Anasi con documento de identificación No. 1722663752 y Josselyn Aracelly Toscano Velasteguí con documento de identificación No. 1727015156, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Trabajo Experimental: “Evaluación del Carbono Orgánico e Identificación de los Factores Antrópicos que han Influenciado en el Suelo de Páramo en la Microcuenca del Río La Chimba, Parroquia Olmedo, Cantón Cayambe”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Ambientales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

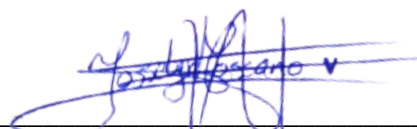
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 14 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Jean Pierre Sntaxi Anasi
1722663752




Josselyn Aracelly Toscano Velasteguí
1727015156

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edwin Fabián Bersosa Vaca con documento de identificación N° 1709204141, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: EVALUACIÓN DEL CARBONO ORGÁNICO E IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES ANTRÓPICOS QUE HAN INFLUENCIADO EN EL SUELO DE PÁRAMO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO LA CHIMBA, PARROQUIA OLMEDO, CATÓN CAYAMBE, realizado por Jean Pierre Suntaxi Anasi con documento de identificación N° 1722663752 y por Josselyn Aracelly Toscano Velasteguí con documento de identificación N° 1727015156, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 14 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Dr. Edwin Fabián Bersosa Vaca, M. Sc
1709204141

DEDICATORIA

A Dios por a ver permitido contar con salud y bienestar, por no dejarme caer en cada uno de los momentos duros y difíciles en mi vida, por salvaguardar a cada una de las personas que de alguna manera ayudaron a que llegue a este punto de mi vida.

A mis padres Gonzalo y Noemi y mi hermana Polette, quienes son el pilar principal de mi vida, ustedes son partícipes de cada proceso de ella, donde supieron velar por mí, brindándome consejos y alentándome para seguir adelante. Hoy por hoy, gracias a cada uno de sus esfuerzos, puedo decirles que este logro no solo es mío si no es de ustedes.

A mis Abuelitos Manuel y Angelina, y mi angelito Venancio quienes son y serán el motor de mi vida, soñé muchas veces con poder compartir este momento con todos ustedes, y ahora les agradezco por haber sido una fuente de inspiración y de lucha para poder seguir día a día creciendo no solo como profesional sino como persona poniendo en práctica lo que ustedes me lo inculcaron.

Jean Pierre Suntaxi Anasi.

A mis padres Pablo y Elizabeth por ser siempre mi ejemplo a seguir, por guiarme por el buen camino, por siempre estar en buenos y malos momentos junto a mí, por permitirme cumplir cada uno de mis sueños, por apoyarme en cada decisión que tomo, por velar por mi bienestar, por haberme enseñado que toda meta tiene su recompensa, por enseñarme a jamás rendirme, por enseñarme hacer todo con amor y sobre todo por darme todo su amor incondicional.

A mis hermanos Kelly y Dylan por apoyarme en cada momento de mi vida, por compartir grandes experiencias juntos, por escucharme y apoyarme en todo momento, por no permitirme rendir frente algunos obstáculos y por alentarme a seguir adelante.

A mi tía Cristina y mi primo Oscar por apoyarme en cada paso que doy, por darme consejos cuando los necesito, por ayudarme cuando es necesario, por ser su consentida y sobre todo por todo el amor que me brindan siempre.

A mis dos angelitos Cristina y Mateo quienes me ayudaron dándome fuerza cuando más lo necesitaba, por jamás dejarme caer, por permitirme seguir adelante, por ser mi ejemplo a seguir y por cuidarme y guiarme desde el cielo.

Josselyn Aracelly Toscano Velasteguí

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermana por su esfuerzo, por compartirme la oportunidad de realizarme como profesional, por cada voz de aliento y consejos para seguir adelante a pesar de los obstáculos que se presentaban.

A mi compañera Josselyn Toscano, a sus padres Pablo y Elizabeth quien, junto a su familia, nos apoyaron durante toda la carrera universitaria quienes supieron brindarnos el cariño y apoyo para lograr cada uno de los objetivos que nos planteamos, es por eso mi gratitud y respeto por su gran esfuerzo.

A mi tutor, Dr. Edwin Bersosa, quien con su buena voluntad y a pedido de nosotros como estudiantes acepto ser participe del seguimiento al documento que servirá como constancia del esfuerzo y dedicación que ejerció como tutor y como docente durante toda nuestra vida universitaria.

A cada uno de los docentes que nos ayudaron con su sabiduría y su conocimiento durante toda la carrera universitaria, quienes no solo nos formaron como profesionales si no también como personas.

A mis compañeros y amigos Nicole y David quienes con su esfuerzo y aliento fueron parte y testigos del arduo esfuerzo para la realización de este trabajo experimental. Gracias por cada uno de los momentos compartidos.

Jean Pierre Sntaxi Anasi

A Dios por darnos salud y bienestar a mis padres, hermanos, mascotas y a mi persona.

A mis padres por haberme brindado todos mis estudios y por permitirme haber seguido una carrera que a mí me gustaba.

A mi compañero Jean por acompañarme gran parte de nuestra carrera, por ser un amigo incondicional, por brindarme siempre su apoyo, por ser una gran persona y por permitirme formar parte de su vida.

A sus padres Noemí y Gonzalo por habernos brindado su cariño y apoyo a lo largo de la realización de este trabajo experimental.

A mi mascota Sherlock por estar junto a mí en cada momento y hacer feliz mis días.

A mi tutor de tesis Dr. Fabian Bersosa por haber aceptado guiar y apoyar el presente trabajo de titulación.

A mis amigos Nicole y David por brindarnos su tiempo para ayudar en la fase de campo, por acompañarnos en esta travesía y por ser amigos incondicionales.

Josselyn Aracelly Toscano Velasteguí

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema	1
1.2. Delimitación	2
1.3. Pregunta de investigación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	4
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	4
1.5. Hipótesis.....	4
1.5.1. <i>Caso Uno: Suelo Intervenido</i>	4
1.5.2. <i>Caso Dos: Suelo No Intervenido</i>	5
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.1. Páramo	6
2.2. Tipos de Páramo	7
2.2.1. <i>Páramo No Intervenido</i>	7
2.2.2. <i>Páramo Intervenido</i>	7
2.3. Cambio Climático	7
2.3.1. <i>Gases de Efecto Invernadero (GEI)</i>	8
2.3.2. <i>Dióxido de Carbono (CO₂)</i>	8
2.3.3. <i>Relación del Carbono Orgánico del Suelo (COS) frente al Cambio Climático</i>	8
2.4. Suelo	9
2.4.1. <i>Fase Sólida del Suelo</i>	10

2.4.2.	<i>Fase Líquida del Suelo</i>	10
2.4.3.	<i>Fase Gaseosa del Suelo</i>	10
2.4.4.	<i>Horizontes del Suelo</i>	11
2.4.5.	<i>Propiedades Físicas del Suelo</i>	11
2.5.	Actividades Antrópicas	14
2.5.1.	<i>Agricultura</i>	15
2.5.2.	<i>Ganadería</i>	15
2.5.3.	<i>Pastoreo</i>	16
2.5.4.	<i>Turismo (Senderismo)</i>	17
2.5.5.	<i>Producción a Gran Escala (Monocultivos)</i>	17
2.5.6.	<i>Quema y Deforestación</i>	18
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1.	Tipo y Diseño de la investigación	20
3.2.	Diseño estadístico	20
3.3.	Protocolos.....	21
3.3.1.	<i>Área de estudio</i>	21
3.3.2.	<i>Microcuencas del Área de Estudio</i>	22
3.3.3.	<i>Delimitación de la Microcuenca del río “La Chimba”</i>	22
3.4.	Metodología (Procedimiento).....	28
3.5.	Metodología de toma de muestras de suelo	29
3.6.	Materiales y Equipos.....	30
3.6.1.	<i>Implementos usados en la fase de campo</i>	30
3.6.2.	<i>Implementos usados en la fase de laboratorio</i>	30
3.7.	Diagrama de Fase Experimental.....	31
3.7.1.	<i>Variables</i>	31

3.8.	Recolección de datos.....	35
3.8.1.	<i>Fase de Campo</i>	35
3.8.2.	<i>Fase de Laboratorio</i>	40
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1.	Resultados	48
4.1.1.	<i>Potencial de Hidrógeno (pH) del Suelo</i>	48
4.1.2.	<i>Densidad Aparente</i>	49
4.1.3.	<i>Porcentaje de Porosidad</i>	50
4.1.4.	<i>Humedad del Suelo</i>	51
4.1.5.	<i>Materia Orgánica del Suelo</i>	52
4.1.6.	<i>Carbono Orgánico del Suelo</i>	53
4.1.7.	<i>Resultados de los Análisis Estadísticos aplicados al Carbono Orgánico del Suelo</i>	54
4.1.8.	<i>Resultados de Determinación de la Cantidad de COS Más Alta por Tratamiento</i>	69
4.1.9.	<i>Resultados de los análisis físico-químicos</i>	70
4.1.10.	<i>Resultado de las Encuestas</i>	76
4.2.	<i>Discusión</i>	91
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
5.1.	Conclusiones.....	95
5.2.	Recomendaciones	96
6.	BIBLIOGRAFÍA	97
7.	ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de Tabla para Recolección de Datos Aleatorios.....	20
Tabla 2. Coordenadas Geográficas para la Delimitación de las Altitudes Muestreadas	23
Tabla 3. Coordenadas de Zonas de Muestreo por Altitud	26
Tabla 4. Materiales de Fase de Campo	30
Tabla 5. Materiales de Fase de Laboratorio	30
Tabla 6. Datos del Censo a la Parroquia Olmedo en 2010.....	38
Tabla 7. Número de Habitantes por Comunidad	40
Tabla 8. Resultados de pH del Suelo	48
Tabla 9. Resultados de Densidad Aparente del Suelo.....	49
Tabla 10. Resultados de Porcentaje de Porosidad	50
Tabla 11. Resultados de Humedad del Suelo	51
Tabla 12. Resultados de Materia Orgánica del Suelo	52
Tabla 13. Resultados de Carbono Orgánico del Suelo.....	53
Tabla 14. Datos Ingresados en el Programa Estadístico InfoStat de COS Intervenido .	54
Tabla 15. Análisis del Coeficiente de Variabilidad o Variación “CV”	54
Tabla 16. Cuadro de Análisis de la Varianza para COS Intervenido.....	55
Tabla 17. <i>Prueba de Tukey al 5% en Tratamientos de COS Intervenido</i>	56
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% en Repeticiones de COS Intervenido	57
Tabla 19. Prueba de Fisher al 5% en Tratamientos de COS Intervenido	58
Tabla 20. Prueba de Fisher al 5% en Repeticiones en COS Intervenido	59
Tabla 21. Prueba de Fisher al 1% en Tratamientos de COS Intervenido	60
Tabla 22. Prueba de Fisher al 1% en Repeticiones de COS Intervenido	61
Tabla 23. Datos Ingresados en el Programa Estadístico InfoStat de COS No Intervenido	62

Tabla 24. Análisis del Coeficiente de Variabilidad o Variación “CV”	62
Tabla 25. Cuadro de Análisis de la Varianza para COS No Intervenido	63
Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% en Tratamientos de COS No Intervenido	63
Tabla 27. Prueba de Tukey al 5% en Repeticiones de COS No Intervenido	64
Tabla 28. Prueba de Fisher al 5% en Tratamientos de COS No Intervenido	65
Tabla 29. Prueba de Fisher al 5% en Repeticiones de COS No Intervenido.....	66
Tabla 30. Prueba de Fisher al 1% en Tratamientos de COS No Intervenido	67
Tabla 31. Prueba de Fisher al 1% en Repeticiones de COS No Intervenido.....	68
Tabla 32. Cantidades de COS por Altitudes.....	69
Tabla 33. Resultados de Género de las y los jefes de hogar.....	76
Tabla 34. Resultados de Edad de las y los jefes de hogar	77
Tabla 35. Resultados de las personas que se han beneficiado del suelo o trabajado en el mismo	78
Tabla 36. Resultados del conocimiento de las actividades antrópicas que se realizan en la Parroquia Olmedo	79
Tabla 37. Resultados de la población encuestada que posee terrenos con suelo de páramo	80
Tabla 38. Resultados de ejecución de trabajos en el suelo de páramo.....	81
Tabla 39. Resultados de aplicación de actividades antrópicas en los suelos de páramo	82
Tabla 40. Resultados de la frecuencia de cambio de uso del suelo	83
Tabla 41. Resultados de cambios en el suelo vistos por la población encuestada.....	84
Tabla 42. Resultados de la importancia del cuidado del suelo de páramo	85
Tabla 43. Resultados de la categorización del estado del suelo	86
Tabla 44. Resultados de la dependencia del suelo	87

Tabla 45. Resultados de Actividades que Generan Impactos Negativos en el Suelo de Páramo.....	89
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación de la Microcuenca del río "La Chimba" y Puntos de Muestreo .	3
Figura 2. Delimitación de la Microcuenca del Río "La Chimba"	21
Figura 3. Microcuencas de la Parroquia Olmedo	22
Figura 4. Altitudes Delimitadas dentro de la Microcuenca.....	24
Figura 5. Mapa de Alturas en metros sobre el nivel del mar	25
Figura 6. Mapa de Zonas de Muestreo por cada Altitud.....	26
Figura 7. Ejemplos de Suelos de Páramo Intervenido tomados para Muestreo	27
Figura 8. Ejemplos de Suelos de Páramo No Intervenidos tomados para Muestreo	27
Figura 9. Procedimiento Aplicado a la Fase Experimental.....	31
Figura 10. Recolección de las Submuestras con: Barreno y Cilindros	37
Figura 11. Pesaje de Materiales en Balanza Granataria.....	41
Figura 12. Ejemplo de Rotulación, Clasificación y Pesaje de Submuestras	41
Figura 13. Traspaso de submuestras de suelo a bandejas de aluminio circulares y rectangulares.....	42
Figura 14. Introducción de las submuestras de suelo en la Estufa	42
Figura 15. Determinación de pH de suelo.....	43
Figura 16. Determinación de Densidad Aparente	44
Figura 17. Pesaje de materiales y reactivos para determinación de Humedad.....	45
Figura 18. Procedimiento para obtención de Materia Orgánica.....	46
Figura 19. Resultados de pH del Suelo	48
Figura 20. Resultados de Densidad Aparente del Suelo	49
Figura 21. Resultados de Porcentaje de Porosidad.....	50
Figura 22. Resultados de Humedad del Suelo.....	51
Figura 23. Resultados de Materia Orgánica del Suelo.....	52

Figura 24. Resultados de Carbono Orgánico del Suelo	53
Figura 25. Resultado de la Prueba de Tukey expresado en Gráfico de Barras basado en Tratamientos de COS Intervenido	56
Figura 26. Resultado de la Prueba de Tukey expresado en Gráfico de Barras basado en Repeticiones de COS Intervenido.....	57
Figura 27. Resultados de la Prueba de Fisher al 5% expresado en Gráfico de Barras basado en Tratamientos de COS Intervenido	58
Figura 28. Resultados de la Prueba de Fisher al 5% expresado en Gráfico de Barras basado en Repeticiones de COS Intervenido	59
Figura 29. Resultados de la Prueba de Fisher al 1% expresado en Gráfico de Barras basado en Tratamientos de COS Intervenido	60
Figura 30. Resultados de la Prueba de Fisher al 1% expresado en Gráfico de Barras basado en Repeticiones de COS Intervenido	61
Figura 31. Resultados de la Prueba de Tukey expresado en Gráfico de Barras Basado en Tratamientos en COS No Intervenido.....	64
Figura 32. Resultados de la Prueba de Tukey expresado en Gráfico de Barras basado en Repeticiones de COS No Intervenido	65
Figura 33. Resultados de la Prueba de Fisher al 5% expresado en Gráfico de Barras basado en Tratamientos de COS No Intervenido	66
Figura 34. Resultados de la Prueba de Fisher al 5% expresado en Gráfico de Barras basado en Repeticiones de COS No Intervenido	67
Figura 35. Resultados de la Prueba de Fisher al 1% expresado en Gráfico de Barras basado en Tratamientos de COS No Intervenido	68
Figura 36. Resultados de la Prueba de Fisher al 1% expresado en Gráfico de Barras basado en Repeticiones de COS No Intervenido	69

Figura 37. Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Primera Hectárea Altitud Uno – Suelo Intervenido	70
Figura 38. Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Segunda Hectárea Altitud Uno – Suelo Intervenido	71
Figura 39. Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Tercera Hectárea Altitud Uno – Suelo No Intervenido.....	71
Figura 40. Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Cuarta Hectárea Altitud Uno – Suelo No Intervenido	72
Figura 41. Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Primera Hectárea Altitud Dos – Suelo Intervenido.....	72
Figura 42. Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Segunda Hectárea Altitud Dos – Suelo No Intervenido	73
Figura 43. Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Tercera Hectárea Altitud Dos – Suelo Intervenido.....	73
Figura 44. Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Cuarta Hectárea Altitud Dos – Suelo No Intervenido	74
Figura 45. Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Primera Hectárea Altitud Tres – Suelo Intervenido	74
Figura 46. Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Segunda Hectárea Altitud Tres – Suelo No Intervenido.....	75
Figura 47. Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Tercera Hectárea Altitud Tres – Suelo No Intervenido.....	75
Figura 48. Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Cuarta Hectárea Altitud Tres – Suelo Intervenido	76
Figura 49. Resultados de Género de las y los jefes de hogar	77

Figura 50. Resultados de Edad de las y los jefes de hogar	78
Figura 51. Resultados de las personas que se han beneficiado del suelo o trabajado en el mismo	79
Figura 52. Resultados del conocimiento de las actividades antrópicas que se realizan en la Parroquia Olmedo	80
Figura 53. Resultados de la población encuestada que posee terrenos con suelo de páramo	81
Figura 54. Resultados de ejecución de trabajos en el suelo de páramo	82
Figura 55. Resultados de aplicación de actividades antrópicas en los suelos	83
Figura 56. Resultados de la frecuencia de cambio de uso de suelo	84
Figura 57. Resultados de los cambios en el suelo vistos por la población encuestada..	85
Figura 58. Resultados de la importancia del cuidado del suelo de páramo	86
Figura 59. Resultados de la categorización del estado del suelo	87
Figura 60. Resultados de la dependencia del suelo	88
Figura 61. Resultados de Actividades que Generan Impactos Negativos en el Suelo de Páramo.....	89

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla de comparación de Coeficientes de Variabilidad	104
Anexo 2. Primera Página de Tríptico de Socialización	104
Anexo 3. Segunda Página de Tríptico de Socialización	105
Anexo 4. Ejemplo de Uso del Programa Estadístico InfoStat.....	105
Anexo 5. Materiales utilizados en fase de campo	106
Anexo 6. Continuación de materiales utilizados en fase de campo.....	107
Anexo 7. Materiales utilizados en fase de laboratorio.....	108
Anexo 8. Continuación de materiales utilizados en fase de laboratorio	109
Anexo 9. Proceso de obtención de resultados en laboratorio.....	110
Anexo 10. Formato de encuesta aplicada.....	111
Anexo 11. Recolección de Información mediante Encuestas	112
Anexo 12. Ejemplos de Actividades antrópicas reportadas en la parroquia	113
Anexo 13. Paisaje y Restricción.....	113

RESUMEN

La presente investigación está enfocada en la Evaluación del Carbono Orgánico e Identificación de los Factores Antrópicos que han Influenciado en el Suelo de Páramo en la Microcuenca del Río La Chimba, Parroquia Olmedo, Cantón Cayambe. Que tiene como finalidad evaluar las concentraciones de Carbono Orgánico de Suelo (COS) de páramo e identificar si las actividades antrópicas que se desarrollan en el área de estudio afectan dichas concentraciones.

El tipo de trabajo realizado fue de carácter experimental y descriptivo, en donde se realizaron análisis físico-químicos de tres tratamientos (Primera, Segunda y Tercera Altitud), cuatro hectáreas de muestreo (Dos de Suelo Intervenido y Dos de Suelo No Intervenido) elegidos aleatoriamente, 15 submuestras de suelo recolectadas en la superficie del suelo con ayuda de un cilindro de 5x5 (diámetro/altura) y 15 submuestras con ayuda de barreno a 30 cm de profundidad que formaron una submuestra compuesta.

Los resultados de los análisis físico-químicos demostraron que los suelos, tanto intervenidos como no intervenidos, cuentan con pH ligeramente ácido entre 5,10 a 5,76, una densidad aparente entre 0,87 a 1,58%, un porcentaje de porosidad entre 40,49 a 66,98, un porcentaje de humedad entre 33,46 a 83,34, un contenido de materia orgánica entre 4,52 a 12,37% y total de carbono orgánico de suelo entre 92,85 y 186,14 mg/ha.

Finalmente, los análisis estadísticos realizados señalaron que las actividades antrópicas tienen una influencia significativa en las cantidades de COS de páramo.

Palabras Clave: COS, microcuenca, altitudes, páramo, suelo intervenido, suelo no intervenido, actividades antrópicas.

ABSTRACT

The present research is focused on the Evaluation of Organic Carbon and Identification of Anthropic Factors, that have Influenced the Paramo Soil in the La Chimba River Micro basin, Olmedo Parish, Canton Cayambe. It's to evaluate the concentrations of Soil Organic Carbon (COS) of paramo and to identify if anthropic activities that develop in the study area affect such concentrations.

The type of work performed was experimental and descriptive, where physical-chemical analyses were performed from three treatments (First, Second and Third Altitudes), four hectares of sampling (Two Intervened Soil and Two Non-Intervened Soil) randomly chosen, 15 soil subsamples collected on the soil surface using a 5x5 (diameter/height) cylinder and 15 subsamples with the aid of drilling at depth of 30 cm which formed a composite subsample using an auger.

The results of the physics-chemical analyses showed that these soil, both intervened and non-intervened, have a slightly acidic pH between 5,10 and 5,76, an apparent density between 0,87 and 1,58%, a percentage of porosity between 40,49 to 66,98, a percentage of humidity between 33,46 to 83,34, and organic matter content between 4,52 to 12,37% and total organic soil carbon between 92,85 and 186,14 mg/ha.

Finally, the statical analyses carried out indicated that anthropic activities have a significant influence on the quantities of paramo COS.

Keywords: COS, micro basin, altitudes, paramo, intervened soil, non-intervened soil, anthropic activities.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema

El COS de páramo nos ofrece y brinda servicios ecosistémicos esenciales para el suelo, ya que proporciona: estabilidad y resistencia del suelo, controla las filtraciones de agua, previene la erosión, conserva los nutrientes, almacena contaminantes y desnaturaliza los mismos, actúa como fuente de energía para los organismos presentes en el suelo, también, reduce y regula la propagación de plagas y enfermedades del suelo (P. Castillo, 2019). Las bajas temperaturas que se registran en los páramos, debido al clima, producen una disminución en la putrefacción de la materia orgánica (MO) acumulada en los suelos de estas zonas, regulando las emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂) emitidas a la atmósfera. Así también, siempre que exista vegetación natural como pajonal y bosques se podrá reducir la esorrentía, proteger y evitar los golpes de las precipitaciones y evitar la ruptura de los agregados superficiales (Pinos et al., 2021).

Es necesario conocer que los suelos de páramo son considerados sumideros o reservorios de carbono, pero los mismos al verse alterados de su estado natural a causa de las actividades antrópicas, liberan el CO₂ a la atmósfera, convirtiéndose a su vez en uno de los principales emisores de Gas de Efecto Invernadero (GEI) dando paso a una aceleración en el calentamiento global (Burbano, 2018).

La pérdida de Carbono Orgánico del Suelo (COS) en los páramos, es un hecho que se da por el incremento que han tenido las actividades antrópicas en los páramos. Este proceso de ocupación y poblamiento, se produce debido a los factores tanto: económicos, sociales o prestación de servicios y bienes ambientales. El desconocimiento de los habitantes acerca de los impactos negativos que se produce por las actividades antrópicas que durante toda su vida han venido realizado, como: la agricultura, ganadería,

introducción de especies, minería y turismo, dan paso al mayor de todos los impactos, el cambio climático (Bello, 2020).

La presente investigación bajo el tema de: “Evaluación del Carbono Orgánico e Identificación de los Factores Antrópicos que han Influenciado en el Suelo de Páramo en la Microcuenca del Río La Chimba”, se realizó con la finalidad de evaluar la concentración de COS, mediante el análisis físico-químico de los suelos de páramo intervenidos y no intervenidos para el establecimiento de la influencia de las actividades antrópicas en las cantidades de carbono orgánico del suelo (COS). Cabe mencionar que el COS es uno de los principales componentes del ciclo del carbono (C), este representa un 69,8% de carbono orgánico (CO) de la biósfera, pero con las actividades antrópicas que se han generado a lo largo de los años, el COS ha ido en decadencia entre el 30 y 50% en referencia a su nivel inicial, dando como resultado a sus pérdidas, la afección en las propiedades físicas, químicas y biológicas de estos suelos, alterando la productividad de los mismos (Martínez et al., 2008).

1.2. Delimitación

Olmedo se encuentra localizada en Ecuador, en la provincia de Pichincha, a 90 km de la ciudad de Quito, en el cantón Cayambe. Es una de las seis parroquias rurales de este cantón. Ésta se encuentra delimitada al norte con la provincia de Imbabura, al este con la provincia de Sucumbíos mientras que, al sur y al oeste delimita con la parroquia San José de Ayora (Farinango y Morocho, 2020).

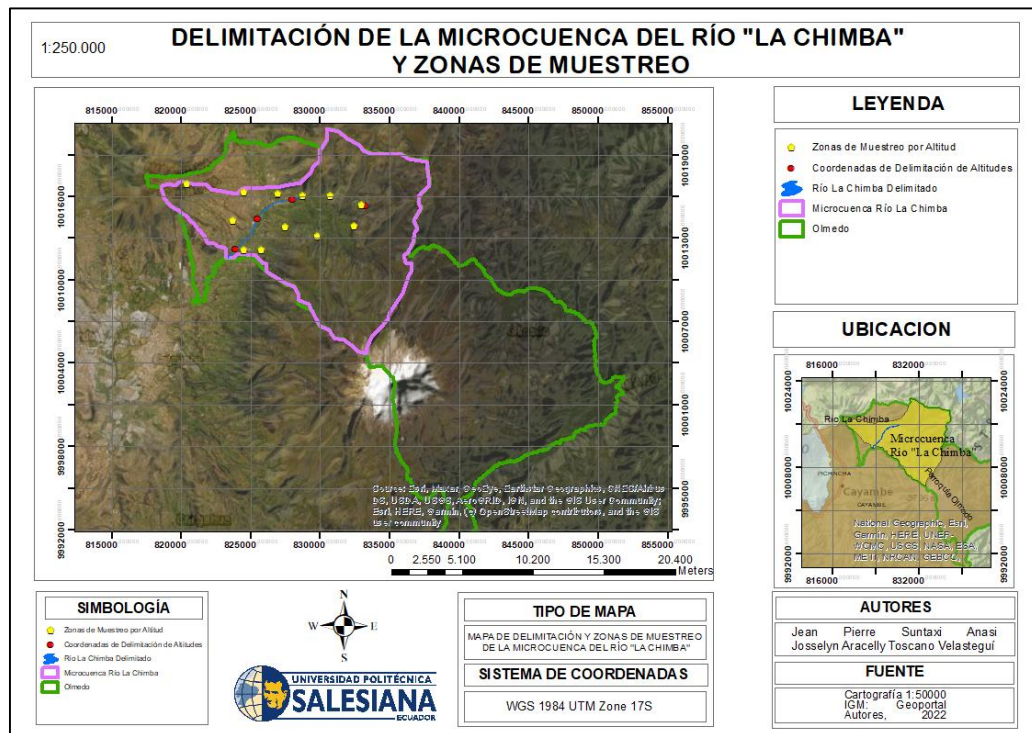
La parroquia Olmedo cuenta con una extensión de territorio de 351, 24 kilómetros cuadrados, además constituye diez comunidades, las cuales son: Santa Ana, Muyurku, Caucho Alto, El Chaupi, San Pablo Urco, Puliza, Pesillo, Turucucho y La Chimba. Además, en la parroquia Olmedo se encuentra localizado parte del Parque Nacional

Cayambe-Coca, que es un atractivo turístico de alto potencial (Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional del Municipio de Cayambe, 2015).

El río la Chimba se ubica en el cantón Cayambe y es considerado un efluente del volcán Cayambe (Uvidia y Villagómez, 2020). Conforme con la cartografía ocupada del Instituto Geográfico Militar, el río La Chimba conecta al norte con las Quebradas: La Calera y Turucucho ubicadas en la parroquia Olmedo, mientras tanto al sur conecta con el río San José ubicado en la parroquia San José de Ayora.

Figura 1.

Delimitación de la Microcuenca del río "La Chimba" y Puntos de Muestreo



Nota. Mapa delimitado de la Microcuenca del río "La Chimba", Río La Chimba y Puntos de Muestreo en la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

1.3. Pregunta de investigación

¿Cuál es la variación de las concentraciones de Carbono Orgánico del Suelo (COS) en función de las actividades antrópicas en el suelo de páramo de la Microcuenca del Río La Chimba, parroquia Olmedo, cantón Cayambe?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la concentración de Carbono Orgánico del Suelo (COS), mediante el análisis físico-químico del suelo, para el establecimiento de la influencia de las actividades antrópicas sobre el porcentaje de COS en la microcuenca del río “La Chimba”.

1.4.2. Objetivos Específicos

Identificar los distintos usos de suelo, mediante encuestas a los habitantes en el área de estudio, para la determinación de la incidencia en la pérdida de COS en el páramo.

Establecer el grado de incidencia de las actividades antrópicas sobre el porcentaje de COS, mediante los resultados obtenidos en las encuestas y los análisis físico-químicos, para la comparación de la relación de la influencia de dichas actividades entre el suelo intervenido y no intervenido.

Determinar la altitud con menor porcentaje de COS, mediante la comparación de la variable “Caracterización de Carbono Orgánico del Suelo (COS)”, para la socialización de la importancia del cuidado y conservación de los suelos de páramo a las comunidades que se encuentren ubicadas dentro de dicha altitud.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Caso Uno: Suelo Intervenido

1.5.1.1. Hipótesis nula.

La cantidad de Carbono Orgánico del Suelo (COS) del ecosistema páramo, no se ve afectado por las distintas actividades antrópicas que se desarrollan en la Microcuenca del Río “La Chimba”.

1.5.1.1.Hipótesis alternativa

La cantidad de Carbono Orgánico del Suelo (COS) del ecosistema páramo, se ve afectado por las distintas actividades antrópicas que se desarrollan en la Microcuenca del Río “La Chimba” y no son similares al COS del páramo no intervenido.

1.5.2. Caso Dos: Suelo No Intervenido

1.5.2.1.Hipótesis nula.

La cantidad de Carbono Orgánico del Suelo (COS) del ecosistema páramo, se ve afectado por las distintas actividades antrópicas que se desarrollan en la Microcuenca del Río “La Chimba”.

1.5.2.2.Hipótesis alternativa

La cantidad de Carbono Orgánico del Suelo (COS) del ecosistema páramo, no se ve afectado por las distintas actividades antrópicas que se desarrollan en la Microcuenca del Río “La Chimba” y no son similares al COS del páramo intervenido.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Páramo

El páramo es considerado un ecosistema frágil neotropical de alta montaña, dentro del Ecuador se cubre alrededor del 7% de territorio con páramos, los mismos que se encuentran a una altura de 3300 ms.n.m. relativamente, estos están ubicados a lo largo de la Cordillera Oriental y Occidental de los Andes, en la Cordillera Oriental se encuentra en gran parte la mayoría de páramos (Rosero, 2019).

En estos ecosistemas se encuentran el 6,7% de plantas endémicas y el 5,7% de especies de vertebrados. Además, como principal característica es ser recolectores y reguladores del recurso hídrico (agua), debido a que tienen baja evapotranspiración, gran potencial de humedad y su alta acumulación de materia orgánica, y son importantes ya que en los mismos se almacena gran cantidad de carbono orgánico (CO) (Chuncho y Chuncho, 2019).

Los páramos con el pasar del tiempo han sufrido afectaciones, dentro de estas encontramos: el “Cambio Climático”, dónde (Burbano, 2018) nos menciona que con su variabilidad en la temperatura han provocado cambios en el ciclo hidrológico, ocasionando la redistribución temporal y espacial del recurso hídrico (agua), este afecta de manera casi directa en las partes altas de las cordilleras, debido a que son más propensas al estrés ambiental a causa de sus características físicas y biológicas. También se presentan las “Actividades Antrópicas”, que al realizar varios cambios en el uso del suelo han llegado a ocasionar la erosión de los mismos, dando paso a la pérdida de varias características físicas y químicas del suelo, entre algunas de las actividades antrópicas encontramos: agricultura, minería, pastoreo, entre otros (Chuncho y Chuncho, 2019).

2.2. Tipos de Páramo

Según (Rivera, 2021), en el Ecuador existe una gran variedad de microclimas, ocasionando que los páramos sean heterogéneos, por ende estos comprenden tres tipos de categorías, las cuales son:

- **Páramo Inferior:** está situado entre los 3200 y 4000 ms.n.m., comprende una zona de pajonal y es altamente propenso a la presencia de actividades humanas.
- **Páramo Medio:** está situado entre los 4000 y 4500 ms.n.m., comprende una zona de almohadilla y arbustos.
- **Páramo Superior:** está situado sobre los 4500 ms.n.m., comprende una zona de páramo desértico o superpáramo.

2.2.1. Páramo No Intervenido

El páramo no intervenido es aquel que no presenta cambios o alteraciones en el uso del suelo por la presencia de actividades antrópicas, dicho páramo se encuentra cubierto por pajonal, bosques y pantanos (Pinos et al., 2021).

2.2.2. Páramo Intervenido

Es considerado páramo intervenido a aquel páramo que hospeda a poblaciones humanas que realizan su diario vivir a través de los diferentes usos de suelo para la obtención de varios beneficios económicos, entre algunos ejemplos tenemos: agricultura, ganadería, turismo (senderismo), pastoreo, quemas, cultivos a gran escala (monocultivos) y deforestación (Pinos et al., 2021).

2.3. Cambio Climático

El cambio climático es la consecuencia del aumento de la temperatura media del planeta, considerado también uno de los principales problemas ambientales que enfrenta actualmente la civilización humana, esto se debe al aumento de los gases de efecto invernadero a causa de la constante creciente de las actividades antrópicas que con el

pasar del tiempo han empezado a desmesurarse debido a que las grandes economías han utilizado recursos de forma indiscriminada y sin medir las consecuencias de su grado de impacto y contaminación (Burbano, 2018).

2.3.1. Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Los gases de efecto invernadero son gases que se hallan en la atmósfera, también, son los principales contribuidores del efecto invernadero, estos gases pueden ser de origen antrópico o de origen natural. Además, son los principales causantes del calentamiento global (Cepsa, 2015).

Dentro de los principales gases de efecto invernadero encontramos: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonados (HFCs), Perfluorcarburo (PFCs), Hexafluoruro de Azufre (SF₆) (Trespalacios et al., 2018).

2.3.2. Dióxido de Carbono (CO₂)

Es un gas producido en mayor parte por la combustión de combustibles fósiles, gases naturales, petróleo y carbón. Además, este conforma alrededor del 70% de los gases de efecto invernadero, posee características de ser inoloro e insaboro y se lo puede localizar de forma natural a través del ciclo del carbono (Trespalacios et al., 2018).

2.3.3. Relación del Carbono Orgánico del Suelo (COS) frente al Cambio Climático

El suelo es el mayor reservorio de carbono que se puede encontrar, esto se debe a que al encontrarse en el suelo logra entrar en un estado de armonía entre la proporción de carbono orgánico que ingresa y sale. El suelo en un estado intacto sin la presencia de actividades antrópicas es un gran reservorio, al contrario de lo que sucede cuando se generan actividades antrópicas que rompen el estado de equilibrio liberando gran cantidad de los gases de efecto invernadero a la atmósfera. El carbono orgánico del suelo generalmente se encuentra en mayor proporción en las zonas superficiales con respecto a la profundidad que va disminuyendo, una muestra representativa de la cantidad de COS

podría ser recuperada entre los primeros 20-30 cm, por esta razón el cambio que se le puede dar al suelo por la presencia del hombre a las distintas actividades antrópicas podría producir la pérdida de carbono que cumple como nutriente sino que también pasaría a ser el suelo un emisor de GEI dando paso a un aporte más para el cambio climático (Burbano, 2018).

2.4. Suelo

El suelo es considerado como la unión entre la biósfera, la litósfera, la atmósfera y la hidrósfera, en el cual se forma un conjunto de materia de un espesor variable, el mismo que contiene cubierta edáfica que muestra la historia pasada y presente, frente a los cambios que ha obtenido en el transcurso del tiempo; en el suelo coexisten tres tipos de fases: sólida, líquida y gaseosa. Además, está constituido por minerales, fragmentos de roca, materia orgánica, agua y gases. Esto permite que se clasifique por capas u horizonte; permitiendo identificar sus propiedades físicas, químicas, físico-químicas y biológicas; el suelo es primordial para el desarrollo ambiental, ya que, proporciona servicios ecosistémicos para los seres vivos, haciéndolo útil para los ciclos biogeoquímicos, la producción de materia orgánica y la dotación de alimentos (Porta et al., 2019).

En el Ecuador los páramos son divididos de norte a sur según su tipo de suelo. En la zona centro-norte se encuentran suelos de páramos negros y gruesos, debido a la alta actividad volcánica que existen en estas zonas. Cuentan con una alta retención de agua, permeabilidad y fijación de fósforo y una baja densidad. Mientras que, en la zona centro-sur encontramos suelos de páramo con baja cantidad de ceniza volcánica que se ha visto afectada por la erosión del suelo, lo que da paso a la pérdida de ceniza volcánica joven y permite que sobresalga la ceniza volcánica antigua y meteorizada. Estos suelos con el pasar de los años han ido degradándose debido a la actividad humana y a la inserción y

reproducción de especies de flora y fauna. Estos daños han ocasionado que el 90-95% de bosques andinos, especialmente los páramos, vayan desapareciendo, alterando el paisaje y los suelos de los mismos (Chuncho y Chuncho, 2019).

Los suelos de páramo tienen como una de sus principales características la retención de altas cantidades de carbono orgánico, constituyéndose reservas naturales de agua.

2.4.1. Fase Sólida del Suelo

Es aquella que se encuentra en mayor cantidad en los suelos, esta representa alrededor del 50% de entre las tres fases que son. Esta fase se encuentra formada por fracciones de minerales y materia orgánica, dentro de las fracciones de mineral encontramos: minerales primarios como cuarzos, piroxenos, micas, olivino y feldspatos; así también se encuentran los minerales secundarios como lo son: las arcillas, carbonatos de calcio, óxidos de hierro, entre otros. Por otra parte, la materia orgánica está compuesta por restos de animales y vegetales, que proporcionan: hidrógeno, carbono y nitrógeno, los cuales son importantes para mantener las características del suelo (Pachés, 2019).

2.4.2. Fase Líquida del Suelo

Está conformada por agua que se retiene en los espacios porosos del suelo, ésta es representada por el 25% del mismo, además de que el agua puede ser proveniente de aguas lluvia, aguas subterráneas, entre otros (Pachés, 2019).

2.4.3. Fase Gaseosa del Suelo

La fase gaseosa del suelo es también conocida como “la atmósfera del suelo”, está compuesta por un gas que contiene características similares a las del aire. La fase gaseosa ocupa de igual manera 25% del suelo, esta es importante ya que la misma permite la respiración de los organismos vivos que se encuentran en el suelo (Pachés, 2019).

2.4.4. Horizontes del Suelo

El horizonte del suelo se caracteriza por encontrarse formado por capas horizontales del suelo, estas capas se las podrá identificar al observar por su cambio repentino de color en el suelo, además estas capas nos permitirán observar, al ser analizadas, las diferentes características física y químicas que contengan cada una de ellas. Los horizontes del suelo se dividen en dos tipos:

- Horizontes genéticos, que son aquellos que nos permiten identificar el perfil del suelo.
- Horizontes de diagnóstico, que son aquellos que nos permiten clasificar el suelo.

Adicionalmente se puede distinguir diferentes tipos de horizontes del suelo dependiendo del lugar y proceso por el cual se haya formado (Moreno y Ibañez, 2020).

2.4.5. Propiedades Físicas del Suelo

Las propiedades físicas del suelo son aquellas que nos ayudan a determinar la rigidez, fuerza de sostenimiento, facilidad de penetración de raíces, aireación, capacidad de drenaje y almacenamiento de agua, plasticidad y retención de nutrientes del suelo, es una de las partes fundamentales para que las actividades antrópicas que tengan relación con el uso del suelo, puedan ser moderadas de tal manera que estas puedan permitir la existencia de mejores condiciones del mismo (Rucks et al., 2004)

Una de las propiedades físicas a determinarse en el presente trabajo de investigación es la porosidad, misma que será descrita a continuación.

2.4.5.1. Porosidad del suelo

La porosidad del suelo son aquellos espacios que no se encuentran ocupados por los diferentes sólidos del suelo, es decir son espacios de aire, llamados también espacios porosos, estos son divididos en dos: microporos y macroporos, los primeros son aquellos

que ayudan a retener el agua que se infiltra en el suelo, mientras que los segundos son aquellos espacios que naturalmente son ocupados por las diferentes raíces de las plantas.

El total de porosidad del suelo o espacio poroso del suelo puede variar dependiendo de la estructura y textura del suelo que se esté investigando (Rucks et al., 2004).

2.4.5.2. Propiedades Químicas del Suelo

Las propiedades químicas del suelo son aquellas que nos ayudan a estudiar la calidad y disponibilidad de agua y nutrientes destinados para las plantas (Calderón et al., 2018).

Algunas de las propiedades químicas a determinarse en el presente trabajo de investigación son pH, densidad aparente, humedad del suelo, materia orgánica del suelo y carbono orgánico del suelo, mismas que serán descritas a continuación.

2.4.5.3. pH del Suelo

El pH del suelo ayuda a la determinación de la acidez del suelo, este puede determinarse a través del análisis por medio de un pH metro o un potenciómetro, este análisis arrojará un valor dentro de una escala de 0 a 14, donde desde 0 a 6,5 será considerado un pH ácido y de 7,5 a 14 será considerado un pH básico, mientras que de 6,5 a 7,5 el pH será considerado neutro (Calderón et al., 2018).

2.4.5.4. Densidad Aparente (DA)

La densidad aparente nos permite determinar la calidad del suelo, esta tiene una relación de masa de suelo seco por unidad de volumen del mismo. Además, esta sirve para estimar la capa arable del suelo, calcular láminas de riego y determinar el índice de compactación del suelo, entre otros (Calderón et al., 2018).

2.4.5.5.Humedad del Suelo

La humedad del suelo es el fundamental ayudante para la productividad agrícola, además este actúa dentro del ciclo hidrológico, así como también ayuda en intercambio de energía entre suelo – cobertura – atmósfera. Así también la humedad del suelo se relaciona con la capacidad de retención de agua en los espacios porosos del suelo (García, 2020).

2.4.5.6.Materia Orgánica del Suelo (MOS)

La materia orgánica del suelo está compuesta por diferentes restos de materia vegetal o animal, que entran en procesos de descomposición y a su vez van agregando nutrientes al suelo, además, son los responsables de ayudar en los procesos biológicos que ocurren en el suelo, haciendo que su funcionamiento sea correcto (Aguilar, 2019).

Según (Aguilar, 2019) la materia orgánica del suelo es también considerada, una de las principales propiedades del suelo ya que al realizar análisis de la misma se puede llegar a determinar la calidad del suelo.

2.4.5.7.Carbono Orgánico del Suelo (Suelo)

El Carbono Orgánico del Suelo forma parte del ciclo global del carbono, en la cual se involucra el paso del carbono por el suelo, la vegetación, los océanos y la atmósfera. Aproximadamente el COS como reserva contiene alrededor de 1500 PgC que se encuentra en el primer metro de suelo, lo que sería la suma de COS que se encuentra en la atmósfera y la vegetación, teniendo como resultado, que el suelo es el mayor reservorio de CO (FAO, 2017).

En los páramos las bajas temperaturas y la ayuda de microorganismos heterótrofos hacen que la descomposición de la materia orgánica muerta sea lenta, ocasionando que el carbono ingrese al suelo, dando como resultado la fijación del COS por largos períodos de tiempo y que los suelos de páramo sean altos reservorios del mismo. Las diferentes

actividades antrópicas en los suelos, causan alteraciones en el COS, ya sea la pérdida del mismo, y el aumento de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el planeta alterando de tal manera el clima (Chuncho y Chuncho, 2019).

2.4.5.8. Servicios Ecosistémicos del Carbono Orgánico del Suelo

El suelo suministra servicios ecosistémicos, como lo es el almacenamiento del carbono orgánico del suelo que dan paso a los siguientes servicios:

- Estabilidad del suelo proporcionando resistencia y compactación.
- Controla las filtraciones de agua.
- Prevención de la erosión del suelo.
- Conservación de nutrientes.
- Almacenamiento de contaminantes y desnaturalización de los mismos.
- Actúa como fuente de energía para los organismos presentes en el suelo.
- Reduce y regula la propagación de plagas y enfermedades en el suelo.
- Reductor de CO₂ a la atmósfera.

Se considera que la interacción por la presencia del ser humano en las distintas actividades en el uso del suelo, están afectando directa e indirectamente a la conservación de los servicios ecosistémicos que nos brinda (Meza et al., 2017)

2.5. Actividades Antrópicas

Las actividades antrópicas provienen de aquellas actividades que son realizadas por los seres humanos, como por ejemplo la agricultura, entre otras, estas pueden estar relacionadas o implicadas a los cambios de los ciclos de la naturaleza, causando afecciones a largo o corto plazo. En los páramos las actividades antrópicas son las causantes de la alteración de carbono orgánico en el suelo, debido a su cambio constante en el uso del mismo (Gomez, 2019).

2.5.1. Agricultura

La agricultura es una actividad antrópica la cual se originó hace 12000 años a. C., en donde los cambios de temperatura generaron condiciones adecuadas para el desarrollo de plantas, mismas que se empezaron a recolectar y almacenar. Tiempo después, se descubrió el proceso de plantación de semillas para la obtención de cultivos, dando paso a las primeras producciones agrícolas. Finalmente, esto daría paso a una serie de mejoras día tras día, para la revolución de la agricultura, la cual seguirá avanzando según el crecimiento poblacional (Andrade, 2016).

Estudios realizados por el (GAD Parroquial de Olmedo, 2020) muestran que la agricultura dentro de la parroquia es caracterizada como cultivos predominantes para autoconsumo. Dentro de la zona de Turucucho se cuenta con una producción de leguminosas, hortalizas, papas (*Solanum tuberosum*) y cebada (*Hordeum vulgare*). En las zonas de Pesillo y La Chimba se produce en mayor cantidad los productos como maíz (*Zea mays*) y frejol (*Phaseolus vulgaris*). Mientras que en las zonas de Caucho Alto y San Pablo Urco existe una producción de papas (*Solanum tuberosum*), cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) dependiendo de la época estacionaria en que se encuentren, esto debido a que existe un sistema productivo temporal debido a la escases de fuentes hídricas.

Según (Andrade, 2016), en la actualidad la gran demanda de alimento a ocasionando un impacto notorio sobre los ecosistemas ya que contribuyen en las emisiones de GEI, pérdida de biodiversidad, degradación y contaminación de los recursos hídricos como ríos, lagos y acuíferos destinado para el riego.

2.5.2. Ganadería

La ganadería es la actividad con la que se le conoce a la crianza de bovinos, de los cuales se puede obtener varios productos para el consumo como: carne, leche y sus

derivados. El desarrollo en la ganadería ocasiona el deterioro del suelo y es una de las actividades con mayor impacto negativo en los ecosistemas, esto se debe a que en su desarrollo afecta en la erosión del suelo, eutrofización, pérdida de biodiversidad y es una fuente generadora de GEI (Parra et al., 2019).

El (GAD Parroquial de Olmedo, 2020) menciona que la producción lechera se ha fortalecido con el transcurso del tiempo, llegando a tener parámetros ajustados a las normas de calidad y consumo. Dentro de la producción lechera se encuentra que la comunidad de Pesillo comercializa alrededor de 16200 litros de leche, la comunidad de La Chimba comercializa un total de 20500 litros de leche, la comunidad de Turucucho comercializa 2200 litros de leche, la comunidad de San Pablo Urco cuenta con una producción de 1900 litros de leche, en la comunidad de Puliza se recolecta alrededor de 4800 litros de leche para ser comercializados, en la comunidad de Muyurku se comercializa alrededor de 1500 litros de leche, mientras que en la comunidad de Olmedo solo se comercializan un total de 1200 litros.

2.5.3. Pastoreo

El pastoreo nace a partir del siglo XIX, en donde hasta la actualidad se busca espacios fértiles que cuenten con pasto y otras plantas, que serán el alimento para animales herbívoros. Actualmente, se han ocupado más exenciones de terreno para esta actividad, los cuales en su mayoría son ocupadas por especies introducidas, que al pasar reiteradamente compactan el suelo saturándolo e impidiendo que se genere nuevamente la vegetación, ocasionado la desertificación del paisaje en grandes extensiones (Ormaechea et al., 2019).

En la parroquia Olmedo esta actividad ha predominado debido a la alternancia entre cultivos y ganadería, esto se debe a que los terrenos en reposo después de ser cosechados generan grandes cantidades de forraje que sirve como alimento para el ganado

vacuno o también para ovejas del sector, así lo menciona el (GAD Parroquial de Olmedo, 2020).

2.5.4. Turismo (Senderismo)

El senderismo también conocido como turismo de aventura o de montaña, es la actividad que se lleva a cabo para poner a prueba la determinación y resistencia física de los aficionados o deportistas que buscan llegar a disfrutar de los paisajes que se proporcionan en una determinada zona, esto a través de senderos tanto señalizados como no señalizados. En esta actividad se han identificado varios problemas para el ambiente entre los que se menciona: la acumulación de residuos, erosión del suelo, compactación del suelo, perturbación del ecosistemas y afectación al suelo, aire, fauna, agua, y flora, esto se debe a la visita masiva, a la irregularidad por parte del turismo ilegal, paso masivo de vehículos, entre otros (Maldonado, 2019).

La parroquia Olmedo se ha caracterizado por contar con el llamado Ecoturismo y Turismo Comunitario, ya que dentro de esta zona se cuenta con gran variedad de atractivos naturales, culturales y religiosos, también se encuentran con gran variedad de flora y fauna, así lo menciona el (GAD Parroquial de Olmedo, 2020).

2.5.5. Producción a Gran Escala (Monocultivos)

La producción a gran escala se puede definir como la expansión de la agricultura para generar mayor producción para satisfacer las necesidades alimentarias, en donde para lograr este objetivo se buscaron utilizar alternativas como: fertilizante sintético para acelerar el ritmo de crecimiento y prácticas agrícolas industriales para un solo cultivo denominándose, así como monocultivo en donde las grandes extensiones dan paso al agotamiento de los nutrientes del suelo. Dentro de la problemática de los monocultivos al no existir una rotación de cultivos se generará un agotamiento de ciertos nutrientes dando paso a la no regeneración de las propiedades del suelo, por esta razón, nace la necesidad

de usar cada vez mas de fertilizantes sintéticos que remplacen estos nutrientes faltantes para nutrir a los cultivos, lo que da lugar a la generación de plagas, enfermedades y destrucción de la biodiversidad local (Truitt, 2019).

La producción a gran escala de la parroquia Olmedo es conocida por las diferentes plantaciones de rosas en el lugar, además de las plantaciones de árboles para tala y en algunos casos grandes plantaciones de papa. Así también el (GAD Parroquial de Olmedo, 2020) puede constatar que la explotación de bovinos lecheros son considerados producción a gran escala dentro de los sectores de Turucucho, Pesillo, La Chimba y San Pablo Urco.

2.5.6. *Quema y Deforestación*

La quema e incendios forestales son términos similares, pero con connotaciones distintas, se identifica a la quema como fuego controlado y se direcciona su terminología a su relación con la vegetación agropecuaria, a diferencia de un incendio él cual se identifica como fuego descontrolado que se direcciona hacia la vegetación silvestre conociéndose así a bosques y cobertura forestal; por otra parte, la deforestación es la acción humana que consiste en la tala de zonas forestales, ya sea con la intención de limpiar una superficie o para la recolección de materia prima (MINAM, 2017).

La quema y deforestación son realizadas para despejar y limpiar el suelo, alejar plagas e incluso para atraer la lluvia, además se usa la ceniza como un fertilizante las consecuencias son impactos negativos a la naturaleza dando paso a la perdida de áreas naturales, fauna y flora, ocasionando la destrucción, erosión del suelo, impactos en la calidad de agua, alteraciones en el clima y contaminación del aire (MINAM, 2017).

Los incendios o quemas suscitados en la parroquia Olmedo han sido de origen antrópico en un 50%, mismos que en la actualidad han sido reducidos a casi no ser generados, así lo detalla el (GAD Parroquial de Olmedo, 2020).

Finalmente, la deforestación dentro del ecosistema páramo y bosques de frontera se ha extendido en un total de 150,39 hectáreas, mismas que han sido ocupadas en su gran mayoría para la producción de papa, así lo menciona (GADIP Cayambe, 2020).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y Diseño de la investigación

3.1.1. Descriptiva y Correlacional

Según el área de estudio la investigación se considera de carácter descriptivo, haciendo referencia a la descripción del área de la microcuenca del río “La Chimba” con los distintos tipos de suelo intervenido y no intervenido, determinando a su vez las cantidades de CO en cada tipo de suelo. Es también de tipo correlacional, en donde se busca mediante los análisis físico-químicos y los resultados de las encuestas, dar a conocer el efecto que han causado las actividades antrópicas en los suelos de la zona investigada.

3.2. Diseño estadístico

Se utilizó el método estadístico Análisis de Varianza (ADEVA), que sirvió para determinar la existencia de significancia estadística en los resultados obtenidos a través de los parámetros físico-químicos y las actividades antrópicas identificadas. Además, se aplicó el Diseño Experimental de Bloques Completos Aleatorios (DBCA). De éste, se aplicaron tres diferentes Tratamientos de los cuales se tomaron cuatro Repeticiones considerando los suelos intervenidos y no intervenidos, finalmente se tomaron 15 submuestras con barrero y 15 submuestras con cilindros de cada repetición respectivamente. En la Tabla 1, se puede observar el diseño seguido para la recolección de los datos de forma aleatoria.

Tabla 1.

Diseño de Tabla para Recolección de Datos Aleatorios

		Tratamiento Uno (Rango de Altitud Uno)	Tratamiento Dos (Rango de Altitud Dos)	Tratamiento Tres (Rango de Altitud Tres)
Repeticiones	Uno	X	X	X
	Dos	X	X	X
	Tres	X	X	X
	Cuatro	X	X	X

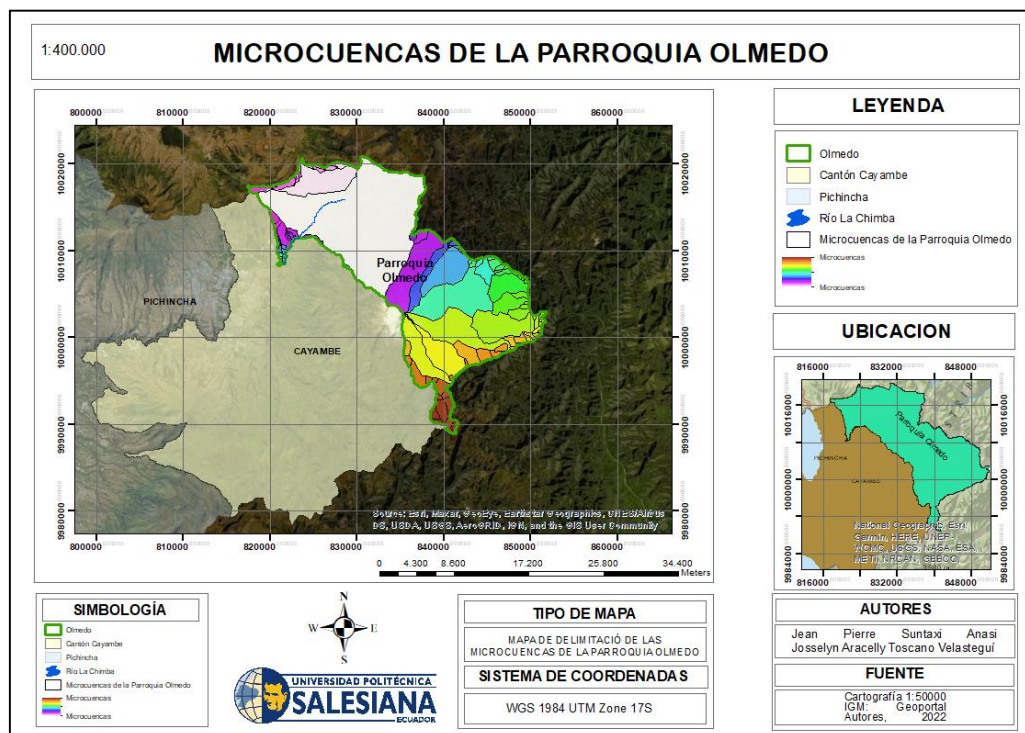
Nota. Tabla de Recolección de datos. Elaborado por: Los Autores.

3.3.2. Microcuencas del Área de Estudio

En la Figura 3 se puede observar las diferentes microcuencas de la parroquia Olmedo, de las cuales se eligió la microcuenca más grande por la cual circula el río la Chimba.

Figura 3.

Microcuencas de la Parroquia Olmedo



Nota. Delimitación de las microcuencas existentes de la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

3.3.3. Delimitación de la Microcuenca del río “La Chimba”

Para la delimitación de la Microcuenca del río “La Chimba” se utilizaron los Shapefiles de: curvas de nivel, ríos_a, ríos_l y delimitación de provincias, cantones y parroquias, esta información cartográfica es del año 2013 y pertenece al Instituto Geográfico Militar.

Con el Programa ArcGis se delimitó la llamada Microcuenca del río “La Chimba”, la misma que abarca las comunidades: Olmedo, parte de Muyurku, Caucho Alto, El Chaupi, San Pablo Urco, Puliza, parte de Pesillo, La Chimba y Turucucho.

Dentro del área de estudio, la microcuenca fue dividida en tres altitudes y cuatro puntos de muestreo los cuales fueron delimitados mediante coordenadas geográficas con ayuda de la aplicación “Herramientas de GPS”.

3.3.3.1. Delimitación de los puntos de Altitudes

Se muestra en la Tabla 2 las coordenadas Geográficas tomadas acorde a un rango para cada altitud:

Tabla 2.

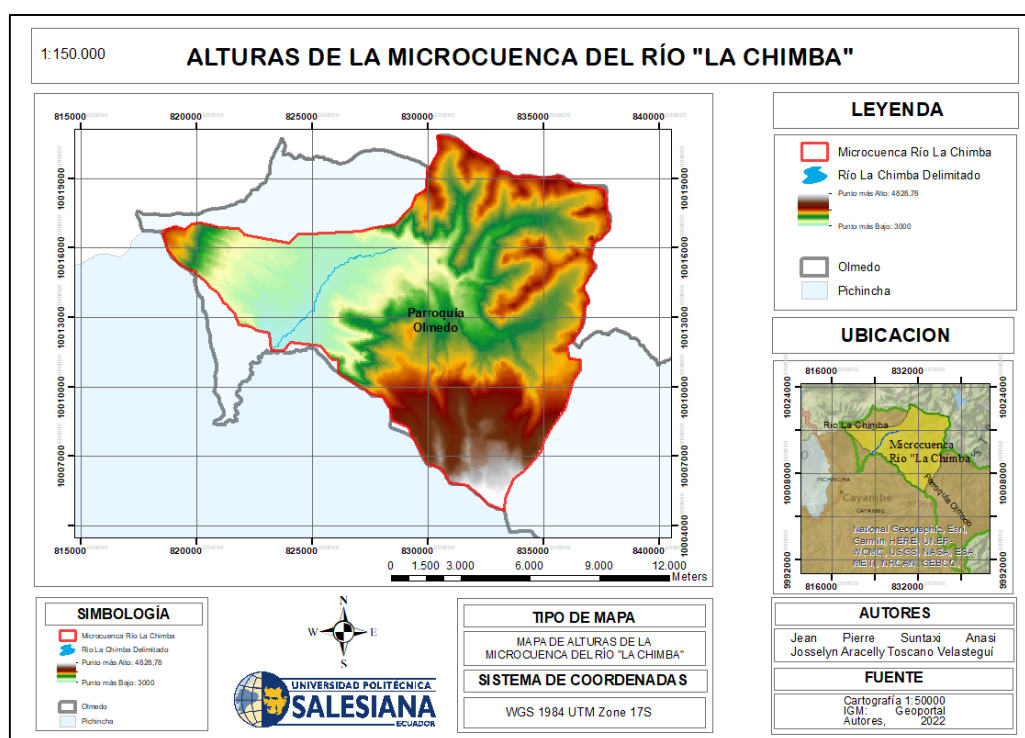
Coordenadas Geográficas para la Delimitación de las Altitudes Muestreadas

<i>Altitud</i>	<i>Límites</i>	<i>Coordenada Este</i>	<i>Coordenada Norte</i>
Primera Altitud	Inicio	823902.51	10012252.63
	Fin	825459.00	10014427.00
Segunda Altitud	Inicio	825459.00	10014427.00
	Fin	827981.92	10015836.52
Tercera Altitud	Inicio	827981.92	10015836.52
	Fin	833201.23	10015319.59

Nota. Tabla de Coordenadas de Altitudes. Elaborado por: Los Autores.

Figura 5.

Mapa de Alturas en metros sobre el nivel del mar



Nota. El mapa representa las altitudes en metros sobre el nivel del mar, en gran parte de la zona Norte, Este y Sur del mismo se pueden observar las zonas más altas de la microcuenca, a su vez estas pertenecen al Parque Nacional Cayambe Coca, y en la Zona Sureste de la microcuenca se puede observar parte del Nevado Cayambe. Elaborado por: Los Autores.

3.3.3.2. Delimitación de los puntos de Muestreo

Se determinaron cuatro sitios de muestreo dos correspondientes a suelo intervenido y dos correspondientes a suelo no intervenido. En cada uno de los puntos se estableció la toma de submuestras en una hectárea dando un total de cuatro hectáreas por altitud, de estas cuatro hectáreas se tomaron las coordenadas del centro de cada una para representarlas en el mapa.

En la Tabla 3 se presentan las coordenadas de las hectáreas muestreadas en cada altitud:

Tabla 3.

Coordenadas de Zonas de Muestreo por Altitud

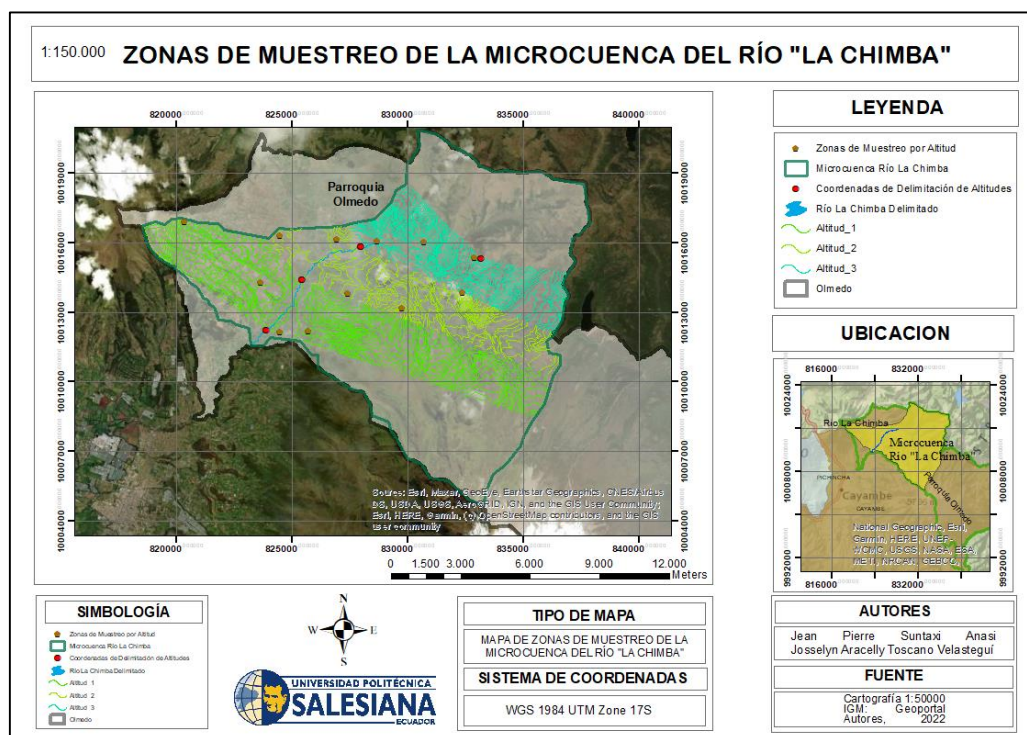
<i>Altitud</i>	<i>Número de Muestra</i>	<i>Tipo de Suelo</i>	<i>Coordenada Este</i>	<i>Coordenada Norte</i>
Primera Altitud	Uno	Intervenido	824506.00	10012143.00
	Dos	Intervenido	825744.38	10012194.42
	Tres	No Intervenido	823669.00	10014301.00
	Cuatro	No Intervenido	820363.16	10016910.44
Segunda Altitud	Uno	Intervenido	824489.94	10016321.46
	Dos	No Intervenido	826955.07	10016179.84
	Tres	Intervenido	827440.30	10013833.54
	Cuatro	No Intervenido	829778.24	10013168.59
Tercera Altitud	Uno	Intervenido	828715.70	10016079.10
	Dos	No Intervenido	830723.00	10016057.00
	Tres	No Intervenido	832399.20	10013865.90
	Cuatro	Intervenido	832931.38	10015381.67

Nota. Tabla de coordenadas centrales de cada hectárea muestreada en cada altitud.
Elaborado por: Los Autores.

Se presenta el mapa con los puntos de muestreo acorde a cada altitud:

Figura 6.

Mapa de Zonas de Muestreo por cada Altitud



Nota. Se puede observar los puntos de muestreo en cada altitud respectivamente.
Elaborado por: Los Autores.

Las siguientes figuras presentan los tipos de suelo muestreados, tomando en consideración los mismos parámetros para cada altitud.

Figura 7.

Ejemplos de Suelos de Páramo Intervenido tomados para Muestreo



Nota. El presente collage muestra tres hectáreas de suelo intervenido, de los cuales la imagen uno es considerado suelo agrícola y las imágenes dos y tres son consideradas suelos para ganadería y pastoreo. Elaborado por: Los Autores.

Figura 8.

Ejemplos de Suelos de Páramo No Intervenidos tomados para Muestreo



Nota. El presente collage muestra tres hectáreas de suelo no intervenido, de los cuales las imágenes uno, dos y tres son consideradas suelos con pajonales. Elaborado por: Los Autores.

3.4. Metodología (Procedimiento)

La investigación realizada es de carácter experimental y de campo debido a que, se contó con un análisis de datos experimentales que permitió identificar y analizar cuánto han influenciado las actividades antrópicas en la alteración del COS de páramo, mediante la obtención de muestras de campo *in situ*.

La investigación contó con un total de siete visitas técnicas, la primera fue destinada para el reconocimiento del área de estudio, luego se elaboró el cuestionario con preguntas cerradas para aplicar la encuesta correspondiente. Además, con el programa ArcGis se elaboró la delimitación de la microcuenca del río “La Chimba” en la parroquia Olmedo. De esta delimitación dependió la segunda visita técnica, que fue para la selección e identificación de las altitudes, mediante coordenadas geográficas, y finalmente seleccionar los lugares a ser muestreados. En la tercera visita técnica se aplicó las encuestas, a la población que se encontró dentro del área delimitada, tomando en cuenta a los jefes de hogar de cada familia. Al finalizar la recolección de información de las encuestas, se identificaron las actividades antrópicas dependientes del sector, y se tabularon los resultados de las encuestas.

La cuarta, quinta y sexta visita técnica, se tomaron 15 submuestras por hectárea *in situ* de suelo intervenido y no intervenido en un rango de profundidad de 0-30 cm con barreno, estas formaron una muestra compuesta, ya que, al unir las y mezclarlas se tomó 1 kg de muestra para el proceso de determinación en laboratorio del: Carbono Orgánico del Suelo, Materia Orgánica del Suelo y pH. Además, se tomaron 15 submuestras por hectárea *in situ* de la capa superficial del suelo con cilindros, para el análisis de laboratorio de: Densidad Aparente, Porcentaje de Porosidad y Humedad. Con las muestras obtenidas, se procedió a realizar de manera *ex situ*, los análisis de laboratorio, para luego interpretar los resultados estadísticamente.

Una vez obtenidos los resultados de las encuestas y de los parámetros físico-químicos, se analizó y comparó los suelos intervenidos y no intervenidos de las zonas muestreadas, con la finalidad de cumplir con los objetivos y de aceptar o rechazar las hipótesis, que se plantearon al inicio de la investigación.

Para la séptima y última visita técnica se elaboró el material informativo, el cual se puede observar en el Anexo 2 y Anexo 3, con los resultados obtenidos y algunas recomendaciones sobre la importancia, el cuidado y la protección de los suelos de páramo, el mismo que fue socializado y entregado a la población una vez aprobado el trabajo de titulación. De esta manera se concluyó con el trabajo experimental.

3.5. Metodología de toma de muestras de suelo

La toma de muestras de suelo se considera como una herramienta para realizar el análisis y monitoreo del estado en el que se encuentra el mismo, así también, identificar los impactos que ocasionan las actividades antrópicas en el sector donde se colectaron las muestras. Para la recopilación de muestras se tomaron en cuenta las recomendaciones y protocolos establecidos por (Villaseñor, 2016), como: identificar el área a ser estudiada, realizar un mapa en donde se encuentren los puntos con coordenadas, verificar que los puntos donde se van a realizar las muestras no se encuentren en espacios con características que puedan afectar las muestras, por ejemplo que se encuentren próximas a cercas vivas, acopio de estiércol para abono, lugares donde se han realizado quemas o que contengan cantidades de ceniza, sectores donde se ha usado fertilizantes hace poco tiempo, y entre otros. Además, antes de tomar la muestra se debe limpiar la superficie del suelo con al menos 3 cm, para poder retirar las impurezas. Así también agentes que puedan ocasionar alteraciones en las muestras.

3.6. Materiales y Equipos

3.6.1. Implementos usados en la fase de campo

Tabla 4.

Materiales de Fase de Campo

Materiales	Reactivos	Equipos
Azadón	Agua	GPS
Balde de 5 galones	Hielo	
Barreno		
Brocha		
Cilindros de muestreo		
Cinta masking		
Combo		
Cooler o Hielera contenedor		
Espátula		
Estacas		
Flexómetro		
Fundas ziploc		
Guantes de nitrilo		
Marcador permanente		
Martillo de goma		
Pala tipo “V”		
Papel aluminio		
Tabla de forma rectangular		
Tijera		

Nota. Elementos utilizados al realizar el muestreo en campo. Elaborado por: Los Autores.

3.6.2. Implementos usados en la fase de laboratorio

Tabla 5.

Materiales de Fase de Laboratorio

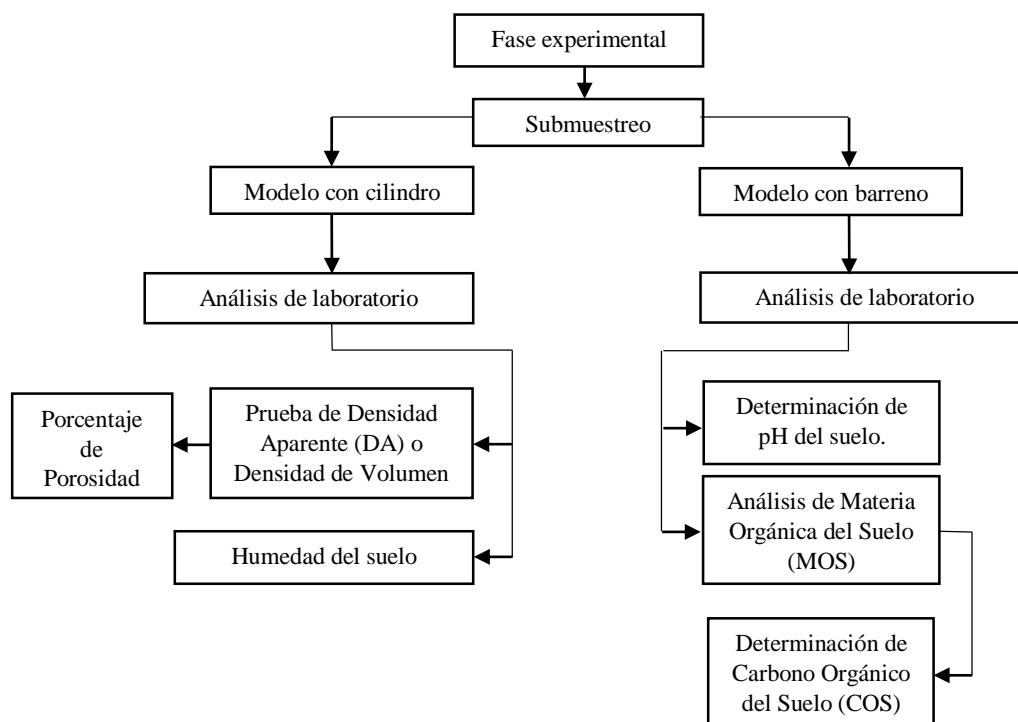
Materiales	Reactivos	Equipos
Bandejas de aluminio circular	Agua destilada	Balanza Granataria (Ae ADAM)
Bandejas de aluminio rectangular	Silica Gel Desiccant (FISHER SCIENTIFIC)	Desecador de vidrio (Pirex)
Brocha		Estufa (MEMMERT)
Crisol de porcelana de 100 ml		Mufla (THERMOLINE)
Estantes Cromados		pH-metro de mesa (METTLER – TOLEDO)
Guantes de aluminio (COMAFLAME ANSELL)		Tamiz N°10 (DANTECH)
Marcador permanente		
Pinzas de crisol de acero inoxidable		
Piseta plástica		
Probeta graduada de vidrio de 100 ml		
Varilla agitadora de vidrio		
Vaso de precipitación de 500 ml		

Nota. Elementos utilizados al realizar los análisis de laboratorio. Elaborado por: Los Autores.

3.7. Diagrama de Fase Experimental

Figura 9.

Procedimiento Aplicado a la Fase Experimental



Nota. Diagrama empleado en la fase experimental del trabajo de investigación.
Elaborado por: Los Autores.

3.7.1. Variables

En el trabajo experimental se presentaron las variables de fase de campo y fase de laboratorio, dentro de las variables de fase de campo se encontró la identificación de las actividades antrópicas mediante encuestas. Además, las variables analizadas en la fase de laboratorio fueron: determinación de pH de suelo, densidad aparente, porcentaje de porosidad, humedad del suelo, materia orgánica del suelo y carbono orgánico del suelo, mismas que son descritas a continuación.

3.7.1.1. Determinación de pH del suelo

El pH del suelo se lo realizó por medio de la metodología de determinación de pH en una pasta saturada, por medio del instrumento de laboratorio pH metro de mesa, marca METTLER-TOLEDO, para lo cual por medio de combinación de suelo/agua se obtuvo

una muestra ligera con apariencia brillante. La muestra estuvo lista para su evaluación tres minutos después de haber reposado (Lizcano et al., 2017).

3.7.1.2. Prueba de Densidad Aparente (Da) o Densidad de Volumen

La densidad aparente se realizó mediante una distinción de la muestra obtenida del suelo, donde se pudo observar los rasgos de similitud de sólidos y espacio poroso.

Se utilizó la metodología de cilindro, donde se colocó el cilindro en la superficie del suelo, se presionó el mismo para que dentro de este se recepte la submuestra uniforme de suelo necesario para el análisis. Seguido a esto la submuestra fue llevada al laboratorio, donde se colocó la misma en una estufa, marca MEMMERT o BINDER, a 105 °C por 24 horas, durante este tiempo se deberá pesar el cilindro vacío y calcular el volumen del mismo, esto datos deberán ser anotados debido a que los mismos serán requeridos para el cálculo de la Da. Así también, cuando la muestra de suelo haya salido de la estufa, como suelo seco, deberá ser pesada y registrado su peso. Para la obtención de la Da, (Villaseñor, 2016) nos menciona que la fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$Da = \left(\frac{M_{ss}}{V_t} \right)$$

Donde:

M_{ss}: Masa del suelo seco (Masa conocida + suelo seco – Masa conocida) en g.

V_t: Volumen total de la muestra en cm³ (Volumen del Cilindro).

(Lizcano et al., 2017) nos mencionan que pueden existir variaciones debido a la compactación de suelo donde se recogió la muestra, esta compactación se presenta usualmente por factores antrópicos o por el paso de animales por la zona.

3.7.1.3. Porcentaje de Porosidad

Para calcular el porcentaje de porosidad se utilizó de la metodología del cilindro ya mencionada con anterioridad en la variable de Da, con la excepción de que dado el caso de contar con suelos con cantidad de humedad no saturada, es decir seco, se

necesitará llenar el cilindro de agua hasta que el suelo la absorba para que la muestra tenga una consistencia uniforme (Bess Ruff, 2020).

La determinación de porosidad del suelo se la realizó con la obtención previa de la densidad aparente (D_a) de esta manera su resultado se obtendrá en porcentaje de porosidad (Gaibor, 2019).

$$Porosidad (\%) = \left(1 - \frac{D_a}{D_r}\right) * 100$$

Donde:

D_a : Densidad Aparente

D_r : Densidad Real

Según la (FAO, 2022), “La densidad real, de las partículas densas del suelo, varía con la proporción de elementos constituyendo el suelo y en general está alrededor de 2,65”. Por este motivo en la revisión de varios estudios, el valor indicado con anterioridad es utilizado como una constante.

3.7.1.4. Humedad del suelo

Para la determinación del porcentaje de humedad se utilizó también la metodología del cilindro, en donde se puede determinar tres pesos, los cuales son: el peso de los cilindros vacíos, el peso del cilindro con la muestra húmeda y el peso de la muestra seca más el cilindro (Gaibor, 2019). Se utilizó la siguiente fórmula, reemplazando los datos con los pesos mencionados respectivamente:

$$Humedad (\%) = \left(\frac{(W_1 - W_t) - (W_2 - W_t)}{(W_2 - W_t)}\right) * 100$$

Donde:

W_1 : Peso de cilindro más el suelo húmedo

W_2 : Peso de cilindro más el suelo secado en la estufa

W_t : Peso del cilindro vacío

3.7.1.5. Análisis Materia Orgánica del Suelo (MOS)

Para el análisis de MOS se utilizó las especificaciones de la metodología de pérdida por ignición (LOI) mencionada por (Izquierdo y Arévalo, 2021), en donde se hace mención a la utilización del equipo de laboratorio Mufla, marca THERMOLINE, en la cual la submuestra paso dentro del equipo a 105°C por un periodo de 24 horas, seguido a esto se dejó enfriar por medio del Desecador por 20 minutos. A continuación, se realizó el pesaje respectivo de la submuestra y posteriormente entró en un proceso de calcinación por un par de horas a 360 °C, al finalizar el proceso de calcinación se procedió a enfriar nuevamente las muestras en el desecador.

Para la determinación del porcentaje MOS se usa la ecuación descrita por Schulte y Hopkins en 1996, la cual se ha seguido utilizando a pesar del tiempo, así lo mencionan (Izquierdo y Arévalo, 2021).

$$\%MOS = \left(\frac{\text{Peso a } 105\text{ }^{\circ}C - \text{Peso a } 360\text{ }^{\circ}C}{\text{Peso a } 105\text{ }^{\circ}C} \right) * 100$$

3.7.1.6. Determinación de Carbono Orgánico del Suelo (COS)

El COS es evaluado bajo los parámetros de la metodología de combustión en seco, dicha metodología fue escogida por la precisión al proporcionar resultados completos, (Lizcano et al., 2017).

Para la obtención del COS en porcentaje de Carbono (C) se debe transformar el COS a MOS, por medio del factor de conversión 1,724 propuesto por Van Bemmelen en 1890, quien asume que el porcentaje promedio de Materia Orgánica del Suelo (MOS) contiene 58% de C, como se observa en la ecuación mencionada por (J. Martínez et al., 2017).

-Ecuación para la obtención del Factor de Conversión:

$$\frac{100\%MOS}{58\%CO} = 1,724$$

-Ecuación de la Determinación del Porcentaje de Carbono Orgánico:

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

Finalmente, para la determinación del COS se utiliza la siguiente ecuación mencionada por (L. Castillo et al., 2016):

$$COS = \%CO * Da * m$$

Donde:

COS: Carbono Orgánico total en suelo por superficie en miligramos por hectárea

%CO: Carbono Orgánico total en porcentaje

Da: Densidad aparente en gramos centímetro cubico

m: Profundidad del suelo en centímetros

3.8. Recolección de datos

3.8.1. Fase de Campo

Para la fase de campo de la investigación experimental se realizó una visita preliminar para poder hacer el reconocimiento del área de estudio, siguiendo el recorrido del río ya mencionado, además identificando los límites de la microcuenca y de esta manera se observó posibles problemas que podían suscitarse con respecto a la logística para la recolección de muestras.

Se observaron e identificaron algunas de las actividades antrópicas que se desarrollan en el sector, esto sirvió como una base para la realización de las encuestas a la población muestreada.

3.8.1.1.Recolección de Submuestras en Campo

Para la recolección de submuestras en campo se siguieron los siguientes pasos:

1. Identificación de las hectáreas a ser muestreadas considerando la altitud en la que se delimitó la microcuenca (Altitud 1, Altitud 2 y Altitud 3), tipo de páramo (intervenido o no intervenido) y actividad antrópica desarrollada.

2. Se realizó la aproximación a cada uno de los sitios de muestreo en donde se recolectaron 15 submuestras bajo el método barreno para poder formar una submuestra compuesta y 15 submuestras con los parámetros de la metodología del cilindro, todo esto por hectárea.
3. Se realizó un recorrido previo al terreno, para poder observar e identificar por medio de estacas los lugares donde se realizó el muestreo dando paso a cubrir toda el área.
4. Se procedió a limpiar aproximadamente a 3 cm de profundidad de la superficie de capa vegetal en un área de 20 cm x 20 cm, siendo así espacio suficiente para poder cumplir con los dos métodos planteados.
5. Se introdujo el barreno a 30 cm de profundidad, se giró varias veces el mismo para poder capturar una muestra limpia y uniforme, se retiró el barreno cuidadosamente y se procedió a colocar la submuestra en un balde, este proceso se realizó en cada uno de los puntos seleccionados para posteriormente revolver el contenido del balde con la finalidad de homogenizar las submuestras obteniendo la submuestra compuesta, se retiró de la misma: piedras, restos de raíces y otros tipos de restos o residuos que podían alterar o perturbar la submuestra compuesta.

Una vez retiradas, se guardó un 1kg de muestra en dos fundas ziploc con sus respectivas cartillas de identificación e información necesaria, esto considerando que las fundas fueron selladas retirando el aire y de esta forma protegiendo la muestra para guardarlas y almacenarlas en los cooler para su transporte y conservación hasta llegar a los laboratorios para su posterior análisis.

6. El muestreo del cilindro se lo realizó en la misma área de trabajo en donde primero se procedió a enumerar cada uno de los cilindros biselados para de esta

forma poder llenar la cartilla de muestreo, se colocó el cilindro en la superficie del suelo limpio, en donde una vez identificado se introdujo levemente el cilindro en el suelo, se colocó una superficie plana (madera) sobre el cilindro para sea una base para ejercer fuerza uniformemente al momento de golpear con el martillo de goma para que se introduzca totalmente el cilindro en la tierra, una vez verificado que el cilindro se introdujo en su totalidad, con ayuda de una pala en “V” se retiró el cilindro sin perturbar la submuestra, una vez el cilindro fue extraído se procedió a retirar sobrantes de la submuestra tanto en la parte superior, inferior y sus alrededores. Las raíces que rebosan fuera del cilindro de muestreo fueron recortadas con tijeras, el exceso de submuestra se lo retiró con una espátula, una vez la submuestra estuvo lista se guardó en dos fundas ziploc con sus respectivas cartillas de identificación e información necesaria, donde se selló retirando el aire y de esta forma se protegió la submuestra, seguido a esto se guardó y almacenó en los cooler para su transporte y conservación hasta llegar a los laboratorios para su posterior análisis.

Figura 10.

Recolección de las Submuestras con: Barreno y Cilindros



Nota. Imágenes del proceso de recolección de submuestras mediante barreno y cilindros. Elaborado por: Los Autores.

3.8.1.2.Recolección de información para Encuestas

Las encuestas se realizaron con el objetivo de recabar información sobre las actividades antrópicas que se desarrollan en el sector de la microcuenca del río “La Chimba” y si se han observado cambios en el suelo por la presencia de cada una de estas.

En la parroquia Olmedo las actividades productivas se enfocan en la producción lechera, producción florícola y producción agrícola de maíz, papa, habas, melloco, trigo y hortalizas, que son dispuestas para el consumo interno del sector. Así también, la producción de frutillas en su mayor parte es para el consumo externo.

El sector agrícola se complementa con la crianza de animales menores y el sector turístico como una actividad de innovación en el área (GADIP Cayambe, 2020).

3.8.1.3.Población de la parroquia Olmedo al año del censo de 2010

Tabla 6.

Datos del Censo a la Parroquia Olmedo en 2010

Parroquia	Hombres	Mujeres	Total
Olmedo	1.357	1.409	2.766
Porcentaje	49%	51%	100%

Nota. Datos obtenidos del último censo en el año 2010. Fuente: (GADIP Cayambe, 2020). Modificado por: Los Autores.

3.8.1.4.Cálculo del tamaño de la muestra

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2(p * q)}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2(p * q)}$$

En donde:

N: tamaño de la población

Z: nivel de confianza

p: probabilidad de éxito, o proporción esperada

q: probabilidad de fracaso

d: precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

$$n = \frac{2766 * 1.96^2(0.5 * 0.5)}{0.10^2 * (2766 - 1) + 1.96^2(0.5 * 0.5)}$$

$$n = 92.85$$

$$n = 93$$

Para la determinación de la muestra de la población encuestada se consideró a los 2766 habitantes de la Parroquia Olmedo que hace referencia el (GAD Parroquial de Olmedo, 2020). Se menciona, además que se utilizó un nivel de confianza del 95%, con un error del 10% el cual fue considerado ya que la investigación realizada se redujo a la delimitación de la Microcuenca del Río “La Chimba”.

Se uso como referencia de la cantidad de habitantes de cada comunidad, un listado del sistema de agua de consumo de la Parroquia Olmedo publicado por el (GAD Parroquial de Olmedo, 2020) en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de Olmedo / Pesillo 2020 – 2030, Cayambe – Ecuador, mismo que detalla que existen un total 2764 habitantes, en donde se notó una diferencia de 2 habitantes con respecto al censo realizado en el 2010.

Se consideró usar la totalidad de 2776 habitantes de la parroquia Olmedo, ya que la parroquia cuenta con diez comunidades, y en la delimitación de la Microcuenca del Río “La Chimba” se observó que dentro de esta se encontraban las comunidades de: Olmedo, parte de Muyurku, Caucho Alto, El Chaupi, San Pablo Urco, Puliza, parte de Pesillo, La Chimba y Turucucho, de tal manera que existe una sola comunidad que no entró en la microcuenca y esta es la comunidad de Santa Ana, pero se la tomó en consideración debido a que no existía un mayor cambio en el número de encuestas al reducir los dos habitantes mencionados con anterioridad.

Tabla 7.

Número de Habitantes por Comunidad

Parroquia Olmedo	
Comunidad	Habitantes
Puliza	115
San Pablo Urco	300
Pesillo	550
El Chaupi	176
Muyurku	150
La Chimba	500
Olmedo	675
Santa Ana	150
Caucho Alto	48
Turucucho	100
Total, Censo GAD	2764
Total, Censo 2010	2766

Nota. Comunidades descritas con el número de personas habitantes de las mismas. Información tomada de: (GAD Parroquial de Olmedo, 2020). Modificado por: Los Autores.

3.8.2. Fase de Laboratorio

La fase de laboratorio se realizó posterior a la recolección de cada una de las submuestras obtenidas del área de estudio de la microcuenca del río “La Chimba”. En donde se trasladaron las submuestras de suelo a cada uno los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur (laboratorios de química y de aguas), los cuales fueron ocupados para cada uno de los respectivos análisis.

3.8.2.1. Análisis de las Submuestras Recolectadas

Para realizar el análisis de las submuestras recolectadas se siguieron los siguientes pasos:

1. Previo a la realización de análisis de las submuestras en el laboratorio, se realizó el pesaje de: fundas ziploc, bandeja de aluminio circular, cilindros de muestreo y crisol.

Figura 11.

Pesaje de Materiales en Balanza Granataria



Nota. Se puede observar el pesaje de los materiales utilizados en la fase de laboratorio.
Elaborado por: Los Autores.

2. Para el procedimiento del análisis de las submuestras se llevó a cabo la identificación de cada una de las mismas por su rotulación, además se realizó el pesaje de cada una de estas.

Figura 12.

Ejemplo de Rotulación, Clasificación y Pesaje de Submuestras



Nota. Se observa la clasificación, almacenamiento y pesaje de las submuestras recolectadas por medio de cilindro y barreno. Elaborado por: Los Autores.

3. Se traspaso las submuestras de las fundas ziploc a las bandejas circulares y rectangulares de aluminio, estas servirán como fuente para poder colocar en los estantes de las estufas, debidamente identificados para mantener un orden.

Figura 13.

Traspaso de submuestras de suelo a bandejas de aluminio circulares y rectangulares.



Nota. Se observa las bandejas circulares con las submuestras de suelo en su interior y debidamente ordenadas. Elaborado por: Los Autores.

4. Se introdujeron cada una de las submuestras, para ambos métodos (barreno y cilindro), a la estufa a 105°C por una duración de 24 horas, para posteriormente continuar con el respectivo procedimiento para la obtención de los parámetros físico-químicos a analizar.

Figura 14.

Introducción de las submuestras de suelo en la Estufa



Nota. Se observa la estufa con las submuestras de suelo en su interior listas para pasar 24 horas dentro de la misma. Elaborado por: Los Autores.

5. Una vez transcurrido el tiempo, se realizaron los análisis físico-químicos para la obtención del: pH, Densidad Aparente, Porcentaje de Porosidad, Humedad, Materia Orgánica y Carbono Orgánico del Suelo.

3.8.2.1.1. *Análisis de laboratorio de los parámetros físico-químicos.*

- **Determinación de pH del Suelo**

El análisis de pH del suelo se determinó por medio del equipo de laboratorio “pH-metro de mesa marca METTLER-TOLEDO”, para el cual se verificó que se encuentre calibrado. Primero se utilizó la submuestra obtenida por el método del barreno, en donde se obtuvo la submuestra seca después de alcanzar la temperatura de 105°C por un periodo de tiempo de 24 horas en la estufa marca MEMMERT o BINDER, posteriormente se dejó reposar la muestra por 20 min en el desecador de vidrio, para seguido a esto, usar el tamiz Nro. 10 mm obteniendo material inferior de poro de 10 mm.

- Se uso un vaso de precipitación de 400 ml donde se colocó una relación de 1:1 siendo así, 100 ml de agua destilada y 100 g de material recolectado.
- Una vez colocada el agua destilada y el material recolectado se procedió a agitar durante 15 min con el “agitador de vidrio”, una vez homogenizada la muestra se dejó reposar por un periodo de tiempo de tres minutos.
- Para concluir con el análisis se procedió a colocar el electrodo del pH-metro de mesa en el vaso de precipitación hasta que se establezca un valor proporcionado por el equipo y se registra los datos.

Figura 15.

Determinación de pH de suelo



Nota. Proceso para determinación de pH de las submuestras de suelo recolectadas.
Elaborado por: Los Autores.

- **Determinación de la Densidad Aparente (DA) o Densidad de Volumen**

Para el análisis de densidad aparente se utilizaron las submuestras obtenidas por medio del método del cilindro, en donde las submuestras recolectas se traspasaron de las fundas ziploc a las bandejas de aluminio circulares, seguidamente se procedió a colocar las muestras en la estufa por un periodo de 24 horas a una temperatura de 105°C, después se trasladaron las submuestras al desecador por 20 minutos para poder realizar su pesaje y registrarlo, para los cálculos se registraron anteriormente los siguientes parámetros:

- Peso de las fundas ziploc vacía.
- Peso de la muestra sin la funda ziploc.
- Peso del cilindro vacío.
- Peso de la bandeja circular de aluminio vacía.
- Peso de la muestra seca incluido la bandeja circular de aluminio.
- Volumen del cilindro.

Figura 16.

Determinación de Densidad Aparente



Nota. Se muestra el proceso que se realizó para obtener los pesos de los cilindros después de pasar por la estufa. Elaborado por: Los Autores.

- **Determinación del Porcentaje de Porosidad**

El análisis de porcentaje de porosidad del suelo resultó de la metodología de modelo del cilindro, el cual procedió de la obtención parcial de los resultados de la densidad aparente para su desarrollo en la sustitución de la ecuación para su respectivo cálculo.

- **Determinación de la Humedad del Suelo**

En la determinación de la humedad del suelo se obtuvo a través del modelo de cilindro, en donde seguido de los procesos anteriores se recuperó la información del peso por medio de la balanza analítica de los siguientes parámetros para su registro:

- Peso de cada uno de los cilindros biselados vacíos.
- Peso de cada cilindro incluido la muestra suelo seco.
- Peso del cilindro incluida la muestra del suelo húmedo.

Figura 17.

Pesaje de materiales y reactivos para determinación de Humedad



Nota. Pesaje de materiales y submuestras para la obtención de datos necesarios para los distintos cálculos. Elaborado por: Los Autores.

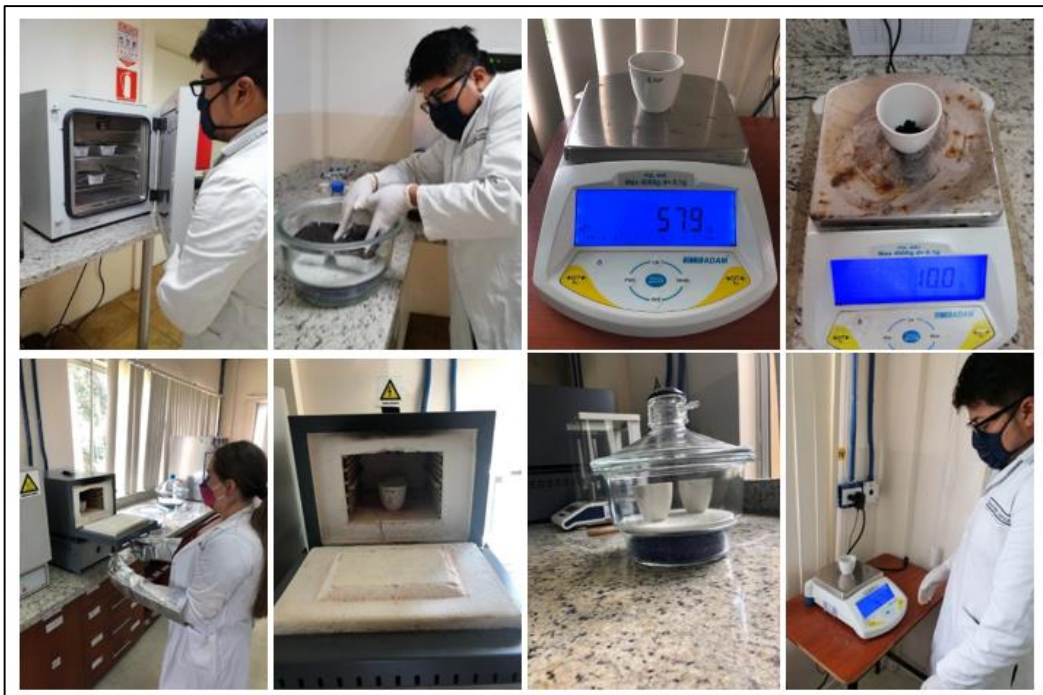
- **Determinación de la Materia Orgánica del Suelo (MOS)**

En análisis de Materia Orgánica del Suelo se determinó por medio del registro de datos de las muestras bajo el modelo de barreno, en donde se utilizó una balanza analítica para registrar los siguientes pesos:

- Peso de un crisol de cerámica de 100 ml vacío.
- Del proceso de llevar un crisol con 10 g de submuestra de suelo, el cual fue tratado en la estufa a 105°C por 24 horas, posteriormente se enfrió en el desecador por 20 minutos para su pesaje y registro.
- Una vez registrado el peso del mismo, se llevó a la mufla marca THERMOLINE, para ser tratado a 360°C por 2 horas para finalmente llevarlo al desecador por 20 minutos para su pesaje y registro.
- Finalmente se sustituyó la información recopilada en la ecuación.

Figura 18.

Procedimiento para obtención de Materia Orgánica



Nota. Proceso a seguir para la obtención de datos para cálculo de MOS. Elaborado por: Los Autores.

- **Determinación del Carbono Orgánico del Suelo (COS)**

Para la determinación del Carbono Orgánico de Suelo, se utilizó la metodología de recolección de submuestras con barreno y con cilindro, de las cuales se analizó el porcentaje de Materia Orgánica del Suelo y la Densidad Aparente en donde, los resultados obtenidos fueron reemplazados en la ecuación mencionada en el literal 3.7.1.6 para el respectivo cálculo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Potencial de Hidrógeno (pH) del Suelo

Tabla 8.

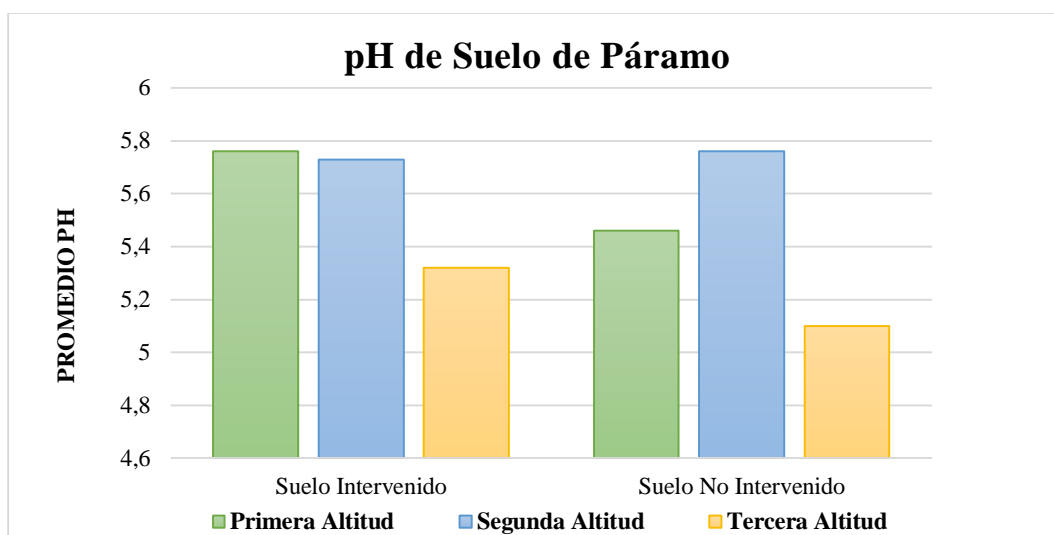
Resultados de pH del Suelo

Promedios de pH del Suelo					
Primera Altitud		Segunda Altitud		Tercera Altitud	
Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido	Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido	Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido
5,76 ± 0,13	5,46 ± 0,13	5,73 ± 0,31	5,76 ± 0,84	5,32 ± 0,58	5,10 ± 0,49

Nota. Resultados de los promedios de pH acorde a cada altitud. Elaborado por: Los Autores.

Figura 19.

Resultados de pH del Suelo



Nota. Resultados de los promedios de la determinación de pH del suelo de páramo intervenido y no intervenido, a las tres diferentes altitudes respectivamente. Elaborado por: Los Autores.

En los análisis correspondientes a pH del suelo, encontramos los siguientes resultados acorde a suelo intervenido: un pH de 5,76 en la primera altitud, un pH de 5,73 para la segunda altitud y un pH de 5,32 para la tercera altitud. Así también los resultados para suelos no intervenidos fueron los siguientes: se encontró un pH de 5,46 en la primera altitud, un pH de 5,76 para la segunda altitud y un pH de 5,10 para la tercera altitud.

4.1.2. Densidad Aparente

Tabla 9.

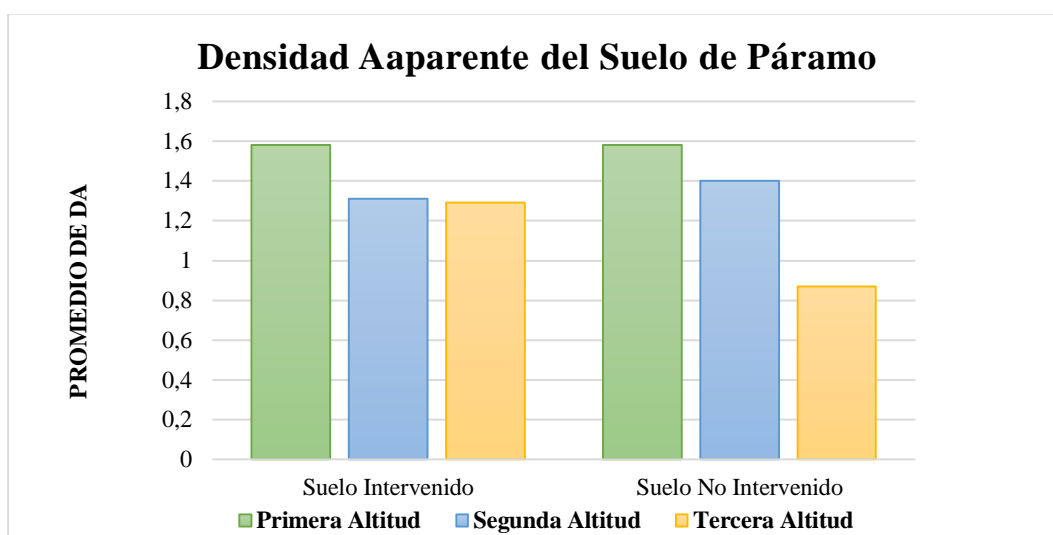
Resultados de Densidad Aparente del Suelo

Promedios de DA del Suelo					
Primera Altitud		Segunda Altitud		Tercera Altitud	
Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido	Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido	Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido
1,58 ± 0,18	1,58 ± 0,16	1,31 ± 0,15	1,40 ± 0,19	1,29 ± 0,32	0,87 ± 0,11

Nota. Resultados de los promedios de DA acorde a cada altitud. Elaborado por: Los Autores

Figura 20.

Resultados de Densidad Aparente del Suelo



Nota. Resultados de los promedios de la determinación de densidad aparente del suelo de páramo intervenido y no intervenido, a las tres diferentes altitudes respectivamente. Elaborado por: Los Autores.

En los análisis de DA en suelo intervenido se encontró los siguientes resultados, en la primera altitud se determinó un promedio de 1,58 para la segunda altitud un promedio de 1,31 y para la tercera altitud un promedio de 1,29 existiendo un decrecimiento en cada altitud. Para el DA en suelos no intervenidos se encontró los siguientes promedios, 1,58 en la primera altitud, 1,40 en la segunda altitud y 0,87 en la tercera altitud, existiendo también un decrecimiento acorde a cada altitud.

4.1.3. Porcentaje de Porosidad

Tabla 10.

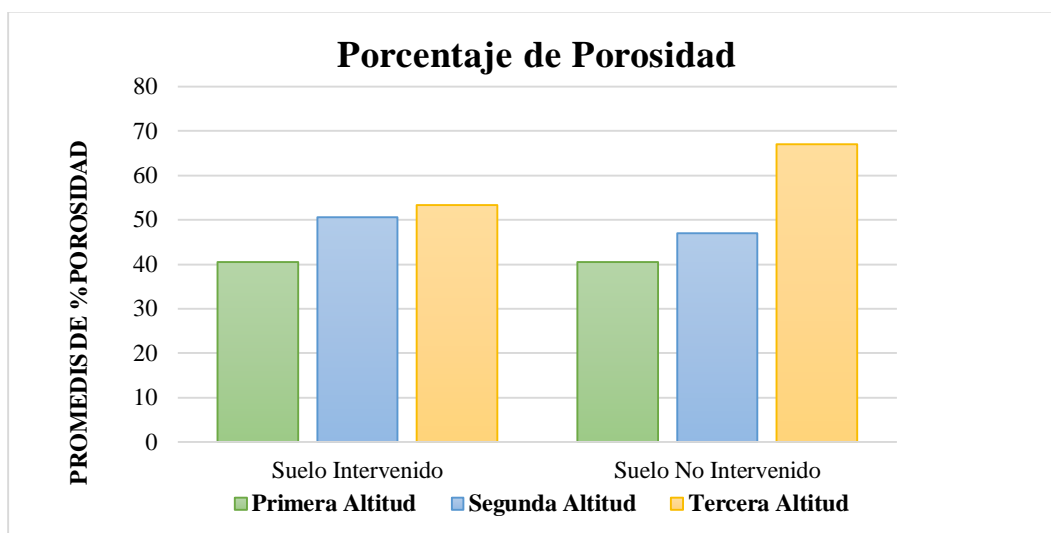
Resultados de Porcentaje de Porosidad

Promedios de Porosidad					
Primera Altitud		Segunda Altitud		Tercera Altitud	
Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido	Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido	Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido
40,49 ± 6,67	40,53 ± 6,02	50,68 ± 5,48	47,04 ± 7,05	53,33 ± 11,96	66,98 ± 4,34

Nota. Resultados de los promedios de porosidad acorde a cada altitud. Elaborado por: Los Autores

Figura 21.

Resultados de Porcentaje de Porosidad



Nota. Resultados de los promedios de la determinación del porcentaje de porosidad del suelo de páramo intervenido y no intervenido, a las tres diferentes altitudes respectivamente. Elaborado por: Los Autores.

Los resultados encontrados de los análisis de porosidad de suelo intervenido fueron los siguientes, 40,49 en la primera altitud, 50,68 para la segunda altitud y 53,33 en la tercera altitud existiendo un crecimiento frente a cada altitud muestreada. Para los suelos no intervenidos se encontró los siguientes resultados, la primera altitud con un promedio de 40,53 la segunda altitud con 47,04 y la tercera altitud con 66,98 existiendo también un incremento frente a cada altitud.

4.1.4. Humedad del Suelo

Tabla 11.

Resultados de Humedad del Suelo

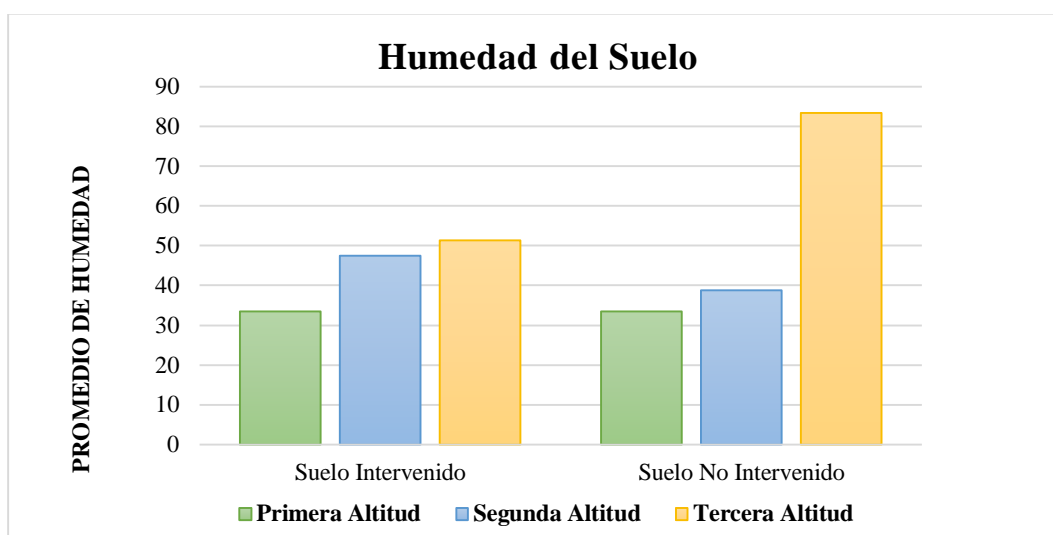
Promedios de Humedad de Suelo					
Primera Altitud		Segunda Altitud		Tercera Altitud	
Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido	Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido	Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido
33,46 ± 19,23	33,54 ± 11,51	47,44 ± 5,52	38,75 ± 8,29	51,31 ± 6,88	83,34 ± 7,96

Nota. Resultados de los promedios de humedad del suelo acorde a cada altitud.

Elaborado por: Los Autores.

Figura 22.

Resultados de Humedad del Suelo



Nota. Resultados de los promedios de la determinación de la humedad del suelo de páramo intervenido y no intervenido, a las tres diferentes altitudes respectivamente.

Elaborado por: Los Autores.

Los resultados de los análisis de humedad de los suelos intervenidos mostraron que en la primera altitud existió un promedio de 33,46 en la segunda altitud 47,44 y en la tercera altitud 51,31 existiendo un crecimiento a medida que aumenta altitud. Los suelos no intervenidos presentaron promedios de 33,54 en la primera altitud, 38,75 en la segunda altitud y 83,34 en la tercera altitud, de igual manera se puede visualizar que existió un incremento en los porcentajes de humedad del suelo frente a cada altitud.

4.1.5. Materia Orgánica del Suelo

Tabla 12.

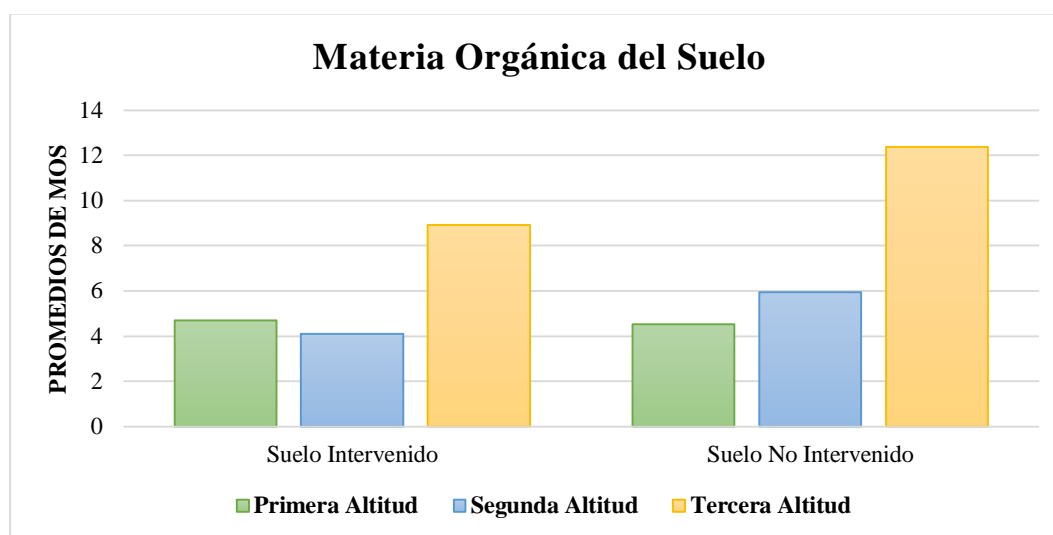
Resultados de Materia Orgánica del Suelo

Promedios de Materia Orgánica del Suelo					
Primera Altitud		Segunda Altitud		Tercera Altitud	
Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido	Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido	Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido
4,70 ± 0,80	4,52 ± 0,95	4,09 ± 0,28	5,93 ± 3,08	8,91 ± 5,35	12,37 ± 2,02

Nota. Resultados de los promedios de materia orgánica del suelo acorde a cada altitud.
Elaborado por: Los Autores.

Figura 23.

Resultados de Materia Orgánica del Suelo



Nota. Resultados de los promedios de la determinación de la materia orgánica del suelo de páramo intervenido y no intervenido, a las tres diferentes altitudes respectivamente.
Elaborado por: Los Autores.

En los resultados de MOS se presentaron los siguientes promedios en suelos intervenidos 10,96 en la primera altitud, 4,09 para la segunda altitud y 8,91 para la tercera altitud, se puede observar que se presentó un decrecimiento de MOS en la segunda altitud con respecto a la primera y tercera altitud. Por otra parte, los promedios encontrados de MOS en suelos no intervenidos fueron los siguientes, 4,52 para la primera altitud 5,93 en la segunda altitud y 12,37 en la tercera altitud, demostrando un crecimiento frente a cada altitud.

4.1.6. Carbono Orgánico del Suelo

Tabla 13.

Resultados de Carbono Orgánico del Suelo

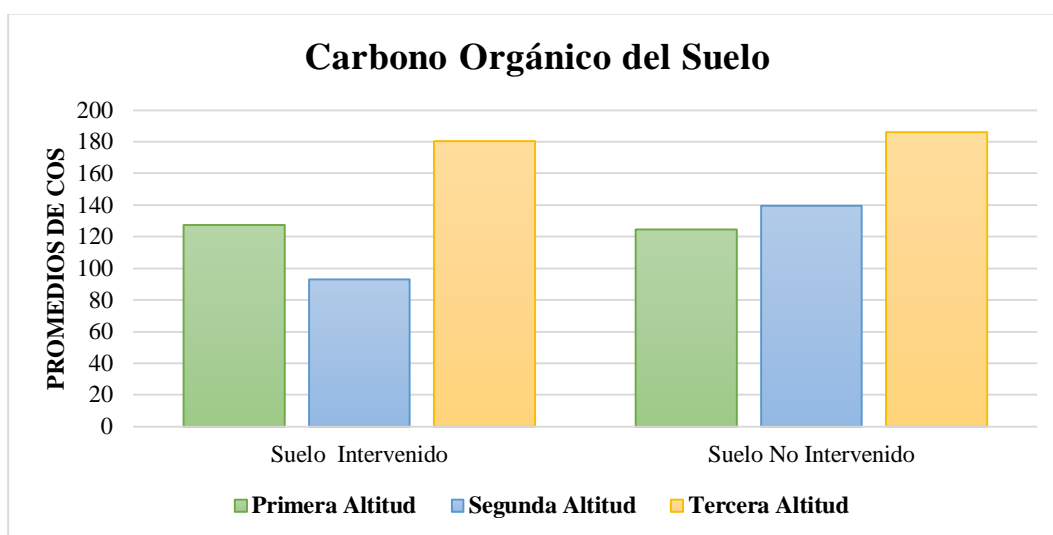
Promedios de Carbono Orgánico del Suelo					
Primera Altitud		Segunda Altitud		Tercera Altitud	
Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido	Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido	Suelo de Páramo Intervenido	Suelo de Páramo No Intervenido
127,35 ± 4,13	124,55 ± 31,60	92,85 ± 0,67	139,37 ± 54,36	180,42 ± 54,82	186,14 ± 4,59

Nota. Resultados de los promedios de carbono orgánico del suelo acorde a cada altitud.

Elaborado por: Los Autores.

Figura 24.

Resultados de Carbono Orgánico del Suelo



Nota. Resultados de los promedios de la determinación del carbono orgánico del suelo de páramo intervenido y no intervenido, a las tres diferentes altitudes respectivamente.

Elaborado por: Los Autores.

Los resultados encontrados para suelo intervenido fueron los siguientes, en la primera altitud un promedio de 316,23 para la segunda altitud un promedio de 92,85 y para la tercera altitud un promedio de 180,42 observando un decrecimiento en la segunda altitud frente a la primera y a segunda altitud, de igual manera se denota un decrecimiento y un crecimiento en la tercera altitud frente a la primera y segunda altitud respectivamente. Mientras que, los suelos no intervenidos presentan un incremento acorde a la altitud, siendo así que la primera altitud posee un promedio de 124,55 la segunda altitud 139,37 y finalmente la tercera altitud 186,14.

4.1.7. Resultados de los Análisis Estadísticos aplicados al Carbono Orgánico del Suelo

4.1.7.1. Suelo Intervenido

Se utilizaron los datos de carbono orgánico del suelo intervenido obtenidos de los análisis de laboratorio, mismos que fueron ingresados al programa estadístico InfoStat en el formato de la Tabla 14, la cual es la siguiente:

Tabla 14.

Datos Ingresados en el Programa Estadístico InfoStat de COS Intervenido

Tratamiento	Repeticiones	COS Intervenido
1	1	130,27
1	2	124,43
2	1	93,32
2	2	92,38
3	1	219,18
3	2	141,66

Nota. Tabla de datos de carbono orgánico de suelo intervenido ingresados en el programa estadístico InfoStat. Elaborado por: Los Autores.

Con los datos mencionados, se obtuvieron los siguientes resultados, mismos que se expresan en las siguientes tablas y figuras:

Tabla 15.

Análisis del Coeficiente de Variabilidad o Variación “CV”

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
COS	6	0,83	0,57	22,70	

Nota. Análisis del coeficiente de variabilidad o variación frente al carbono orgánico del suelo intervenido. Elaborado por: Los Autores.

Se obtuvo un CV igual a 22,70 lo que indica que el carbono orgánico del suelo de páramo intervenido presenta una variabilidad y una estabilidad moderada, esto debido a que se analizó las tres altitudes y seis de los datos de las submuestras recolectadas pertenecientes a suelo de páramo intervenido. Este resultado fue comparado con el Anexo 1.

Tabla 16.*Cuadro de Análisis de la Varianza para COS Intervenido*

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8967,87	3	2989,29	3,25	0,2439
Tratamientos	7783,45	2	3891,73	4,24	0,1910
Repeticiones	1184,42	1	1184,42	1,29	0,3740
Error	1837,75	2	918,88		
Total	10805,62	5			

Nota. Resultados del análisis de varianza en tratamientos y repeticiones del carbono orgánico de suelo intervenido. Elaborado por: Los Autores.

Los resultados indicados en la columna denominada *p-valor* y las filas *Tratamientos* y *Repeticiones*, sirvieron para comprobar si las hipótesis planteadas en el presente trabajo experimental son rechazadas o aceptadas, dependiendo de si las mismas son mayores o menores al nivel de significancia utilizado, este fue de 5%, mismo que es expresado en el programa InfoStat como 0,05.

El valor correspondiente a *p-valor* y *Tratamiento* fue de 0,1910 lo que significa que es mayor al nivel de significancia, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa del caso uno, el COS de páramo, se ve afectado por las distintas actividades antrópicas que se desarrollan en la Microcuenca del Río “La Chimba” y no son similares al COS del páramo no intervenido.

Por otra parte, el valor correspondiente a *p-valor* y *Repeticiones* fue de 0,3740 lo que de igual manera significa que es mayor al nivel de significancia utilizado, dando como resultado que la hipótesis nula sea rechazada, por tanto, la hipótesis alternativa es aceptada en el caso uno.

Tabla 17.

Prueba de Tukey al 5% en Tratamientos de COS Intervenido

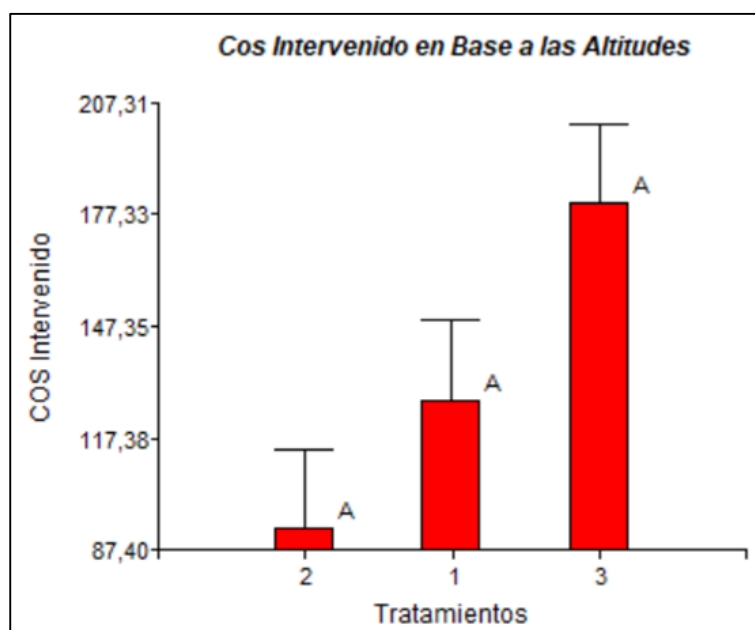
Tratamientos	Medias	n	E. E.	
2	92,85	2	21,43	A
1	127,35	2	21,43	A
3	180,42	2	21,43	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Nota. Resultados de carbono orgánico de suelo intervenido basado en tratamientos para prueba de Tukey al 5%. Elaborado por: Los Autores.

Figura 25.

Resultado de la Prueba de Tukey expresado en Gráfico de Barras basado en Tratamientos de COS Intervenido



Nota. Gráfico de barras de la prueba de Tukey del carbono orgánico de suelo intervenido arrojado por el programa estadístico InfoStat basado en los tratamientos. Elaborado por: Los Autores.

Los resultados de la prueba de Tukey nos indican que todos los tratamientos basados en suelo de páramo intervenido presentan un rendimiento igual, esto expresado en la Tabla 17 y en la Figura 25 con las letras “A”.

Tabla 18.

Prueba de Tukey al 5% en Repeticiones de COS Intervenido

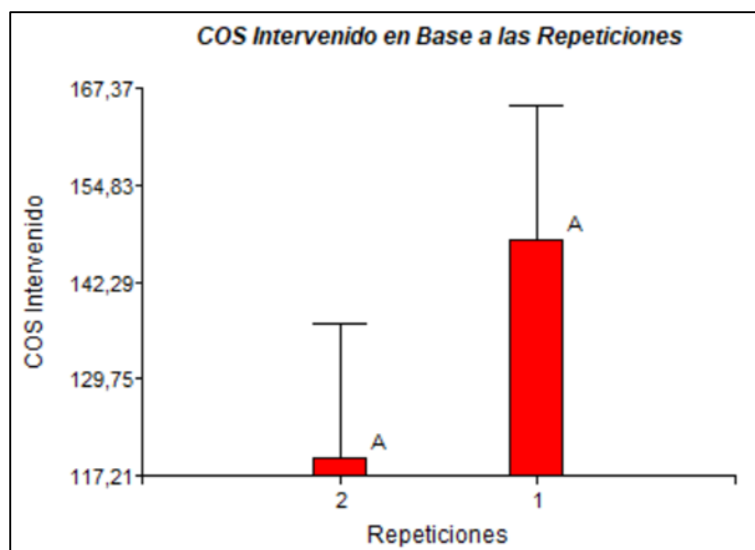
Test: Tukey	Alfa = 0,05	DMS = 106,40103		
Error: 918,8774		gl: 2		
Tratamientos	Medias	n	E. E.	
2	119,49	3	17,50	A
1	147,59	3	17,50	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Nota. Resultados de carbono orgánico de suelo intervenido basado en repeticiones para prueba de Tukey al 5%. Elaborado por: Los Autores.

Figura 26.

Resultado de la Prueba de Tukey expresado en Gráfico de Barras basado en Repeticiones de COS Intervenido



Nota. Gráfico de barras de la prueba de Tukey del carbono orgánico de suelo intervenido arrojado por el programa estadístico InfoStat basado en las repeticiones. Elaborado por: Los Autores.

Los resultados de la prueba de Tukey nos indican que todas las repeticiones basadas en suelo de páramo intervenido presentan un rendimiento igual, esto expresado en la Tabla 18 y Figura 26 con las letras “A”.

Tabla 19.

Prueba de Fisher al 5% en Tratamientos de COS Intervenido

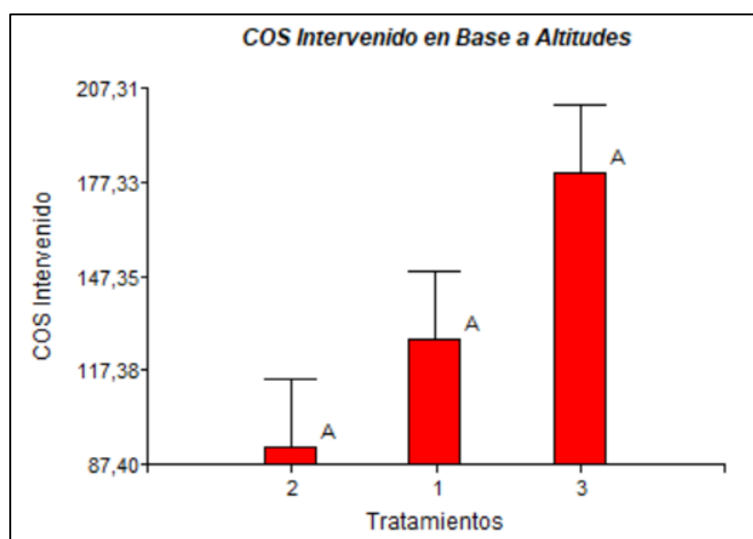
Test: LDS	Alfa = 0,05	DMS = 130,42626		
Fisher				
Error: 918,8774		gl: 2		
Tratamientos	Medias	n	E. E.	
2	92,85	2	21,43	A
1	127,35	2	21,43	A
3	180,42	2	21,43	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Nota. Resultados de carbono orgánico de suelo intervenido basado en tratamientos para prueba de Fisher al 5%. Elaborado por: Los Autores.

Figura 27.

Resultados de la Prueba de Fisher al 5% expresado en Gráfico de Barras basado en Tratamientos de COS Intervenido



Nota. Gráfico de barras de la prueba de Fisher al 5% del carbono orgánico de suelo intervenido arrojado por el programa estadístico InfoStat basado en los tratamientos. Elaborado por: Los Autores.

En los resultados obtenidos en la prueba de Fisher al 5% aplicada en tratamientos se encontró que casi todos los valores son iguales a los de la prueba de Tukey de tratamientos, a excepción de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) el cual es 130,42626, este valor indicó que no existe una diferencia significativa y que existe un rendimiento igual, así como también lo indican las letras “A” de la Tabla 19 y Figura 27.

Tabla 20.

Prueba de Fisher al 5% en Repeticiones en COS Intervenido

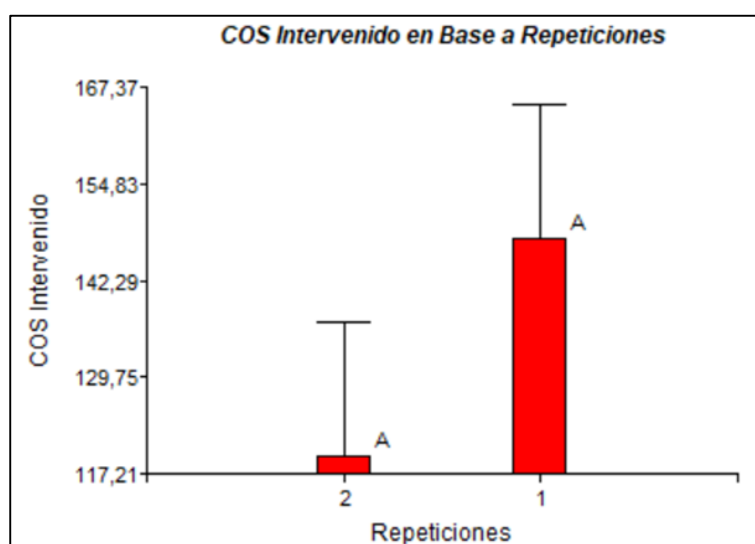
Test: LSD Fisher	Alfa = 0,05	DMS = 106,49260		
Error: 918,8774		gl: 2		
Tratamientos	Medias	n	E. E.	
2	119,49	3	17,50	A
1	147,59	3	17,50	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Nota. Resultados de carbono orgánico de suelo intervenido basado en repeticiones para prueba de Fisher al 5%. Elaborado por: Los Autores.

Figura 28.

Resultados de la Prueba de Fisher al 5% expresado en Gráfico de Barras basado en Repeticiones de COS Intervenido



Nota. Gráfico de barras de la prueba de Fisher al 5% del carbono orgánico de suelo intervenido arrojado por el programa estadístico InfoStat basado en las repeticiones. Elaborado por: Los Autores.

La prueba de Fisher al 5% aplicada a las repeticiones, dio como resultado un DMS de 106,49260 que en comparación al valor de la prueba de Tukey baja solo en pocas centésimas, lo que de igual manera significa que no existe una diferencia significativa y que existe un rendimiento igual, como también lo muestra la letra “A” en la Tabla 20 y Figura 28.

Tabla 21.

Prueba de Fisher al 1% en Tratamientos de COS Intervenido

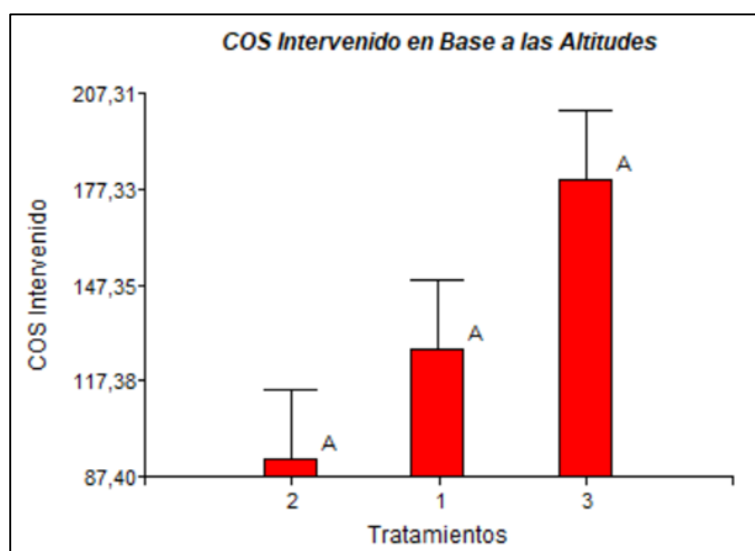
Test: LDS	Alfa = 0,01	DMS = 300,85166		
Fisher				
Error: 918,8774		gl: 2		
Tratamientos	Medias	n	E. E.	
2	92,85	2	21,43	A
1	127,35	2	21,43	A
3	180,42	2	21,43	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

Nota. Resultados de carbono orgánico de suelo intervenido basado en tratamientos para prueba de Fisher al 1%. Elaborado por: Los Autores.

Figura 29.

Resultados de la Prueba de Fisher al 1% expresado en Gráfico de Barras basado en Tratamientos de COS Intervenido



Nota. Gráfico de barras de la prueba de Fisher al 1% del carbono orgánico de suelo intervenido arrojado por el programa estadístico InfoStat basado en los tratamientos. Elaborado por: Los Autores.

En los resultados obtenidos en la prueba de Fisher al 1% aplicada en los tratamientos se encontró que la mayoría de valores obtenidos son iguales, a excepción del valor DMS que fue igual a 300,85166, mismo que junto a las letras “A” de la Tabla 21 y Figura 29, indican que no existe una diferencia significativa y que su rendimiento es igual.

Tabla 22.

Prueba de Fisher al 1% en Repeticiones de COS Intervenido

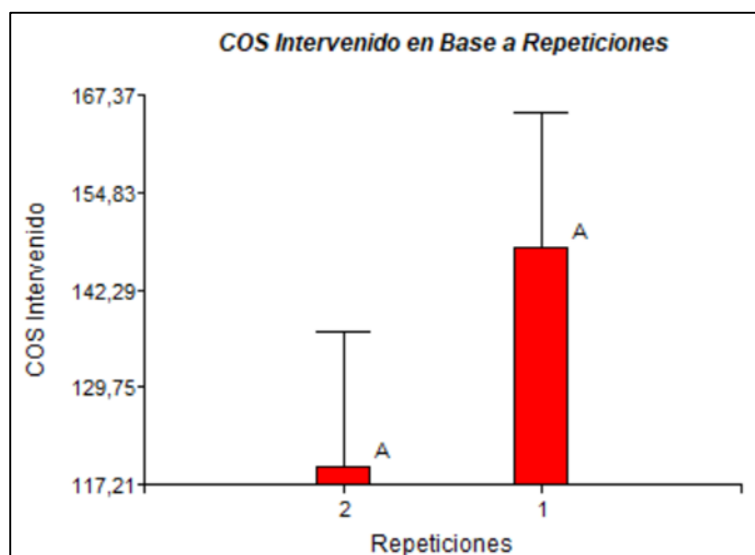
Test: LSD Fisher	Alfa = 0,01	DMS = 245,64436		
Error: 918,8774		gl: 2		
Tratamientos	Medias	n	E. E.	
2	119,49	3	17,50	A
1	147,59	3	17,50	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

Nota. Resultados de carbono orgánico de suelo intervenido basado en repeticiones para prueba de Fisher al 1%. Elaborado por: Los Autores.

Figura 30.

Resultados de la Prueba de Fisher al 1% expresado en Gráfico de Barras basado en Repeticiones de COS Intervenido



Nota. Gráfico de barras de la prueba de Fisher al 1% del carbono orgánico de suelo intervenido arrojado por el programa estadístico InfoStat basado en las repeticiones. Elaborado por: Los Autores.

La prueba de Fisher al 1% aplicada a las repeticiones, dio como resultado un DMS de 245,64436 que en comparación a los valores obtenidos en la prueba de Tukey y Fisher al 5% varía con un porcentaje alto, pero de igual forma la letra “A” expresada en la Tabla 22 y Figura 30, indican que no existe una diferencia significativa y que su rendimiento es igual.

4.1.7.2.Suelo No Intervenido

Se utilizaron los datos de carbono orgánico del suelo no intervenido obtenidos de los análisis de laboratorio, mismos que fueron ingresados al programa estadístico InfoStat en el formato de la Tabla 23, la cual es la siguiente:

Tabla 23.

Datos Ingresados en el Programa Estadístico InfoStat de COS No Intervenido

Tratamiento	Repeticiones	COS Intervenido
1	1	102,21
1	2	146,89
2	1	100,94
2	2	177,81
3	1	189,39
3	2	182,89

Nota. Tabla de datos de carbono orgánico de suelo no intervenido ingresados en el programa estadístico InfoStat. Elaborado por: Los Autores.

Con los datos mencionados, se obtuvieron los siguientes resultados, mismos que se expresan en la siguientes tablas y figuras:

Tabla 24.

Análisis del Coeficiente de Variabilidad o Variación “CV”

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
COS	6	0,78	0,45	19,82	

Nota. Análisis del coeficiente de variabilidad o variación frente al carbono orgánico del suelo no intervenido. Elaborado por: Los Autores.

Se obtuvo un CV igual a 19,82 lo que indica que el carbono orgánico del suelo de páramo no intervenido presenta una variabilidad baja y una estabilidad alta, esto debido a que se analizó las tres altitudes y seis de los datos de las submuestras recolectadas pertenecientes a suelo de páramo no intervenido. Este resultado fue comparado con el Anexo 1.

Tabla 25.*Cuadro de Análisis de la Varianza para COS No Intervenido*

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6339,47	3	2113,16	2,39	0,3085
Tratamientos	4133,38	2	2066,69	2,34	0,2996
Repeticiones	2206,08	1	2206,08	2,50	0,2549
Error	1767,69	2	883,85		
Total	8107,16	5			

Nota. Resultados del análisis de varianza en tratamientos y repeticiones del carbono orgánico de suelo no intervenido. Elaborado por: Los Autores.

Los resultados indicados en la columna denominada *p-valor* y las filas *Tratamientos* y *Repeticiones*, sirvieron para comprobar si las hipótesis planteadas en el presente trabajo experimental son rechazadas o aceptadas, dependiendo de si las mismas son mayores o menores al nivel de significancia utilizado, este fue de 5%, mismo que es expresado en el programa InfoStat como 0,05.

El valor correspondiente a *p-valor* y *Tratamiento* fue de 0,2996 lo que significa que es mayor al nivel de significancia, por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa en el caso dos.

Por otra parte, el valor correspondiente a *p-valor* y *Repeticiones* fue de 0,2549 lo que de igual manera significa que es mayor al nivel de significancia utilizado, dando como resultado que la hipótesis nula sea rechazada y la hipótesis alternativa sea aceptada en el caso dos.

Tabla 26.*Prueba de Tukey al 5% en Tratamientos de COS No Intervenido*

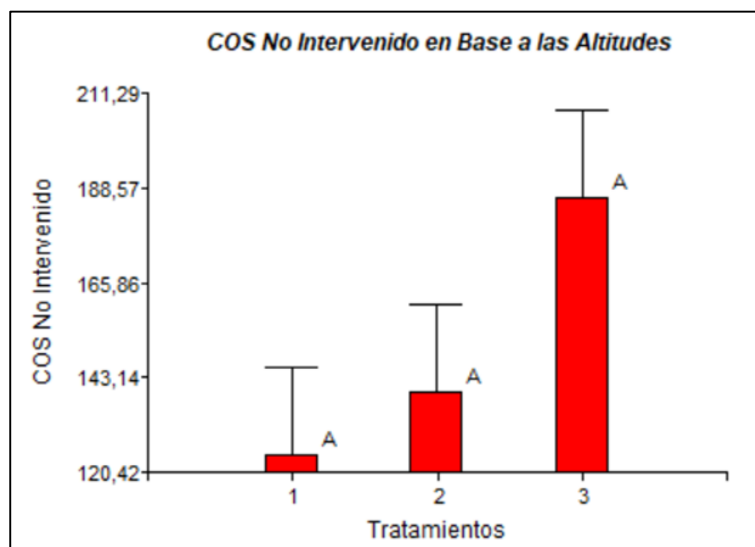
Test: Tukey	Alfa =	0,05	DMS =	175,12936
Error:	883,8455		gl:	2
Tratamientos	Medias	n	E. E.	
1	124,55	2	21,02	A
2	139,38	2	21,02	A
3	186,14	2	21,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Nota. Resultados de carbono orgánico de suelo no intervenido basado en tratamientos para prueba de Tukey al 5%. Elaborado por: Los Autores.

Figura 31.

Resultados de la Prueba de Tukey expresado en Gráfico de Barras Basado en Tratamientos en COS No Intervenido



Nota. Gráfico de barras de la prueba de Tukey del carbono orgánico de suelo no intervenido arrojado por el programa estadístico InfoStat basado en los tratamientos. Elaborado por: Los Autores.

Los resultados de la prueba de Tukey nos indican que todos los tratamientos basados en suelo de páramo no intervenido presentan un rendimiento igual, esto expresado en la Tabla 26 y en la Figura 31 con las letras “A”.

Tabla 27.

Prueba de Tukey al 5% en Repeticiones de COS No Intervenido

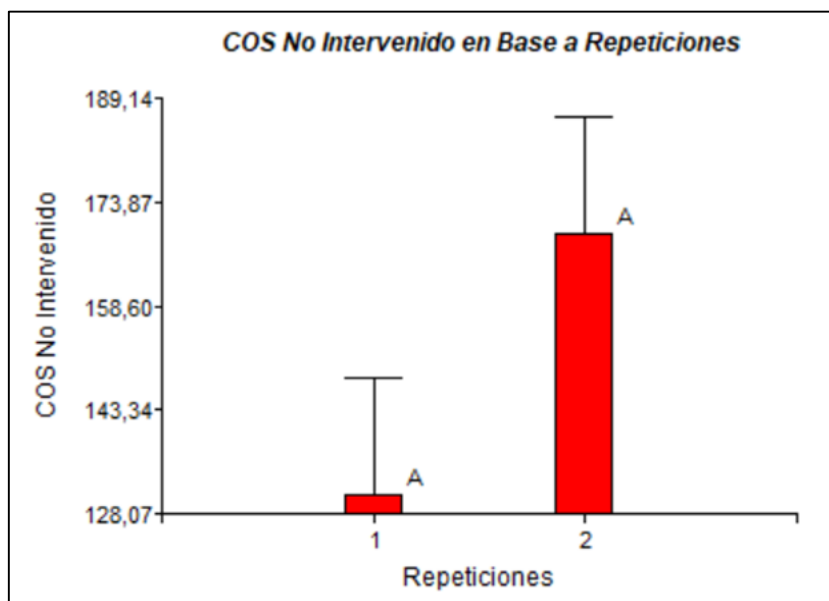
Test:	Tukey	Alfa =	0,05	DMS =	104,35307
Error:	883,8455			gl:	2
Tratamientos	Medias	n	E. E.		
2	130,85	3	17,16		A
1	169,20	3	17,16		A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Nota. Resultados de carbono orgánico de suelo no intervenido basado en repeticiones para prueba de Tukey al 5%. Elaborado por: Los Autores.

Figura 32.

Resultados de la Prueba de Tukey expresado en Gráfico de Barras basado en Repeticiones de COS No Intervenido



Nota. Gráfico de barras de la prueba de Tukey del carbono orgánico de suelo no intervenido arrojado por el programa estadístico InfoStat basado en las repeticiones. Elaborado por: Los Autores.

Los resultados de la prueba de Tukey nos indican que todas las repeticiones basadas en suelo de páramo no intervenido presentan un rendimiento igual, esto expresado en la Tabla 27 y Figura 32 con las letras “A”.

Tabla 28.

Prueba de Fisher al 5% en Tratamientos de COS No Intervenido

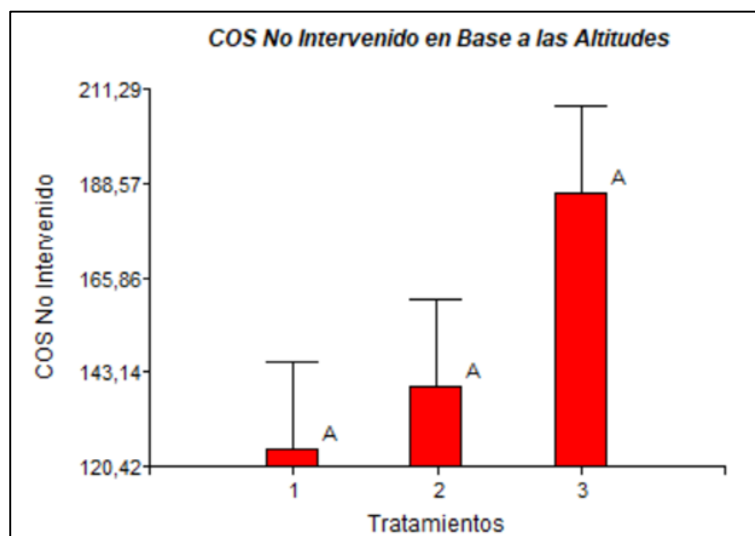
Tratamientos	Medias	n	E. E.	
1	124,55	2	21,02	A
2	139,38	2	21,02	A
3	186,14	2	21,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Nota. Resultados de carbono orgánico de suelo no intervenido basado en tratamientos para prueba de Fisher al 5%. Elaborado por: Los Autores.

Figura 33.

Resultados de la Prueba de Fisher al 5% expresado en Gráfico de Barras basado en Tratamientos de COS No Intervenido



Nota. Gráfico de barras de la prueba de Fisher al 5% del carbono orgánico de suelo no intervenido arrojado por el programa estadístico InfoStat basado en los tratamientos. Elaborado por: Los Autores.

En los resultados obtenidos en la prueba de Fisher al 5% aplicada en tratamientos se encontró que casi todos los valores son iguales a los de la prueba de Tukey de tratamientos, a excepción de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) el cual es 127,91587 este valor indicó que no existe una diferencia significativa y que existe un rendimiento igual, así como también lo indican las letras “A” de la Tabla 28 y Figura 33.

Tabla 29.

Prueba de Fisher al 5% en Repeticiones de COS No Intervenido

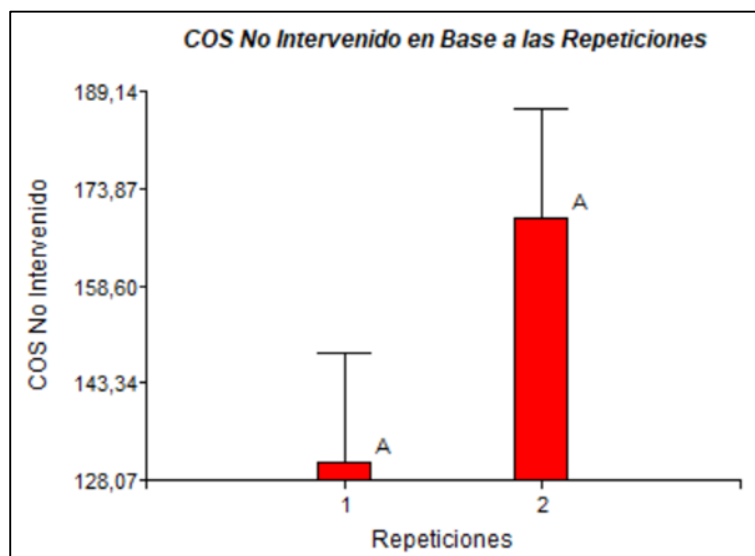
Tratamientos	Medias	n	E. E.	
1	130,85	3	17,16	A
2	169,20	3	17,16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Nota. Resultados de carbono orgánico de suelo no intervenido basado en repeticiones para prueba de Fisher al 5%. Elaborado por: Los Autores.

Figura 34.

Resultados de la Prueba de Fisher al 5% expresado en Gráfico de Barras basado en Repeticiones de COS No Intervenido



Nota. Gráfico de barras de la prueba de Fisher al 5% del carbono orgánico de suelo no intervenido arrojado por el programa estadístico InfoStat basado en repeticiones. Elaborado por: Los Autores.

La prueba de Fisher al 5% aplicada a las repeticiones, dio como resultado un DMS de 104,44287 que en comparación al valor de la prueba de Tukey aumenta en pocas décimas, lo que de igual manera significa que no existe una diferencia significativa y que existe un rendimiento igual, como también lo muestra la letra “A” en la Tabla 29 y Figura 34.

Tabla 30.

Prueba de Fisher al 1% en Tratamientos de COS No Intervenido

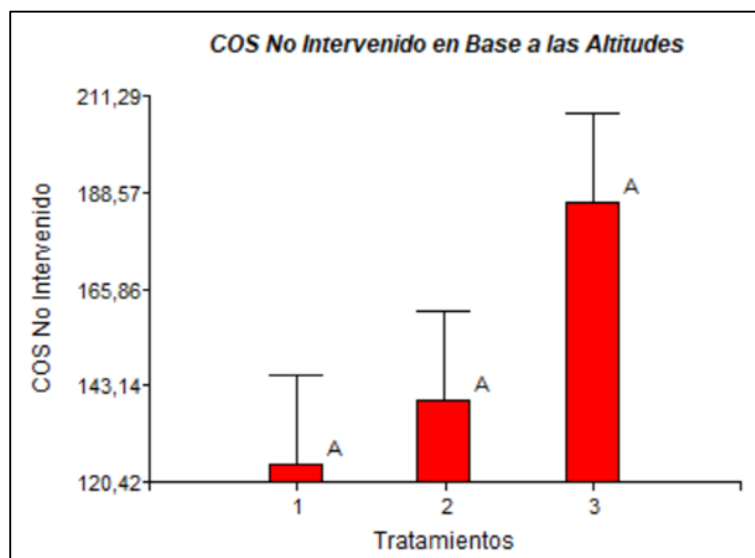
Tratamientos	Medias	n	E. E.	
1	124,55	2	21,02	A
2	139,38	2	21,02	A
3	186,14	2	21,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

Nota. Resultados de carbono orgánico de suelo no intervenido basado en tratamientos para prueba de Fisher al 1%. Elaborado por: Los Autores.

Figura 35.

Resultados de la Prueba de Fisher al 1% expresado en Gráfico de Barras basado en Tratamientos de COS No Intervenido



Nota. Gráfico de barras de la prueba de Fisher al 1% del carbono orgánico de suelo no intervenido arrojado por el programa estadístico InfoStat basado en los tratamientos. Elaborado por: Los Autores.

Los resultados obtenidos en la prueba de Fisher al 1% aplicada en los tratamientos se encontró que la mayoría de valores obtenidos son iguales, a excepción del valor DMS que fue igual a 240,91629 mismo que junto a las letras “A” de la Tabla 30 y Figura 35, indican que no existe una diferencia significativa y que su rendimiento es igual.

Tabla 31.

Prueba de Fisher al 1% en Repeticiones de COS No Intervenido

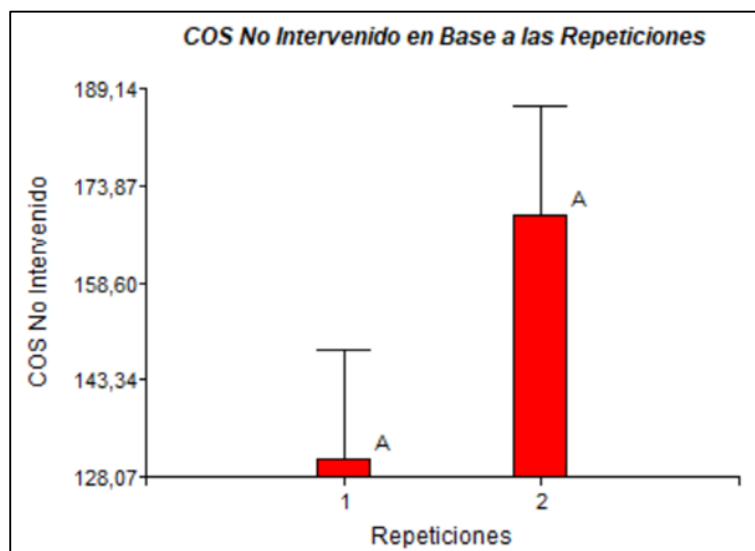
Tratamientos	Medias	n	E. E.	
1	130,85	3	17,16	A
2	169,20	3	17,16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

Nota. Resultados de carbono orgánico de suelo no intervenido basado en repeticiones para prueba de Fisher al 1%. Elaborado por: Los Autores.

Figura 36.

Resultados de la Prueba de Fisher al 1% expresado en Gráfico de Barras basado en Repeticiones de COS No Intervenido



Nota. Gráfico de barras de la prueba de Fisher al 1% del carbono orgánico de suelo no intervenido arrojado por el programa estadístico InfoStat basado en las repeticiones. Elaborado por: Los Autores.

La prueba de Fisher al 1% aplicada a las repeticiones, dio como resultado un DMS de 240,91629 que en comparación a los valores obtenidos en la prueba de Tukey y Fisher al 5% varía con un porcentaje alto, pero de igual forma la letra “A” expresada en la Tabla 31 y Figura 36, indican que no existe una diferencia significativa y que su rendimiento es igual.

4.1.8. Resultados de Determinación de la Cantidad de COS Más Alta por Tratamiento

Tabla 32.

Cantidades de COS por Altitudes

Repeticiones	Primera Altitud	Segunda Altitud	Tercera Altitud
1	130,27	93,32	219,18
2	124,43	92,38	141,66
3	102,21	100,94	189,39
4	146,89	177,81	182,89
COS Total	125,95	116,11	183,28

Nota. Promedios de carbono orgánico de suelo totales por altitudes. Elaborado por: Los Autores.

Los resultados obtenidos en la Tabla 32 hacen referencia al promedio de COS que se pudo obtener mediante los análisis físico-químicos realizados, en donde la primera altitud contiene un COS equivalente a 125,95 (mg/ha), la segunda altitud presentó un valor de 116,11 (mg/ha) y por último en la tercera altitud los resultados fueron de 183,28 (mg/ha).

4.1.9. Resultados de los análisis físico-químicos

Se presentan los datos obtenidos de los análisis físico-químicos de laboratorio, los cuales están clasificados por rango de altitud y tipo de suelo estudiados. A continuación, se presentan los mismos:

a) Primera Altitud

Figura 37.

Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Primera Hectárea Altitud Uno

– Suelo Intervenido

Peso de funda ziploc grande (g) = 8,5				Primera Hectárea (Suelo Intervenido)										
Peso de funda ziploc pequeña (g) = 3				Nro. Muestra	Muestra de suelo con funda (g)	Muestra de suelo sin funda (g)	Peso a 105 °C con Vaso de Aluminio	Peso a 105 °C sin Vaso de Aluminio	Densidad Aparente	% Porosidad	% Humedad	Nro y peso vasos de aluminio		
1	68,10	4,8	5	75,40	140,20	137,20	98,30	95,80	1,27	52,05	43,22	1	2,50	
2	67,70	4,8	5	75,40	148,90	145,90	108,70	106,30	1,41	46,80	37,25	2	2,40	
3	67,40	4,8	5	75,40	146,00	143,00	102,90	100,50	1,33	49,70	42,29	3	2,40	
4	67,90	4,8	5	75,40	151,60	148,60	117,00	114,60	1,52	42,64	29,67	4	2,40	
5	67,40	4,8	5	75,40	160,20	157,20	121,10	118,70	1,57	40,59	32,43	5	2,40	
6	67,90	4,8	5	75,40	154,60	151,60	112,70	110,20	1,46	44,85	37,57	6	2,50	
7	67,40	4,8	5	75,40	153,30	150,30	109,70	107,30	1,42	46,30	40,07	7	2,40	
8	67,00	4,8	5	75,40	150,10	147,10	103,60	101,20	1,34	49,35	45,36	8	2,40	
9	69,20	4,8	5	75,40	145,80	142,80	98,20	95,70	1,27	52,10	49,22	9	2,50	
10	67,10	4,8	5	75,40	154,50	151,50	113,20	110,70	1,47	44,60	36,86	10	2,50	
11	68,10	4,8	5	75,40	155,80	152,80	114,30	111,90	1,48	44,00	36,55	11	2,40	
12	67,70	4,8	5	75,40	143,60	140,60	103,60	101,20	1,34	49,35	38,93	12	2,40	
13	67,40	4,8	5	75,40	153,70	150,70	108,50	106,10	1,41	46,90	42,04	13	2,40	
14	67,90	4,8	5	75,40	159,30	156,30	116,00	113,50	1,51	43,19	37,71	14	2,50	
15	67,40	4,8	5	75,40	158,20	155,20	117,40	115,00	1,53	42,44	34,96	15	2,40	
6	67,00	4,8	5	75,40										
7	69,20	4,8	5	75,40										
				pH	5,67			Densidad Aparente - % Porosidad - % Humedad: Promedios Total			1,42	46,32	38,94	
Profundidad del Suelo de 0-30 (cm)				30										
					Peso Crisol (g)	Peso Suelo sin crisol (g)	Peso con crisol cuando sale de E y M	% Materia Orgánica del Suelo	% Carbono Orgánico	Carbono Orgánico del Suelo				
Muestra con barreno					56,60	10,00								
2406,7 gramos					56,60	7,60	64,20	5,26	3,05	130,27				
					56,60	7,20	63,80							

Nota. Tabla de datos de Excel de análisis físico-químicos. Elaborado por: Los Autores.

Figura 38.

Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Segunda Hectárea Altitud Uno

– *Suelo Intervenido*

Peso de funda ziploc grande (g) = 8,5 Peso de funda ziploc pequeña (g) = 3					Segunda Hectárea (Suelo Intervenido)																						
Nro. Cilindro	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen	Nro. Muestra	Muestra de suelo con funda (g)	Muestra de suelo sin funda (g)	Peso a 105 °C con Vaso de Aluminio	Peso a 105 °C sin Vaso de Aluminio	Densidad Aparente	% Porosidad	% Humedad	Nro y peso vasos de aluminio														
1	68,10	4,8	5	75,40	1	165,50	162,50	125,30	122,90	1,63	38,49	32,22	1	2,40													
2	67,70	4,8	5	75,40	2	176,30	173,30	137,90	135,50	1,80	32,18	27,90	2	2,40													
3	67,40	4,8	5	75,40	3	174,00	171,00	132,50	130,10	1,73	34,89	31,44	3	2,40													
4	67,90	4,8	5	75,40	4	169,90	166,90	129,70	127,30	1,69	36,29	31,11	4	2,40													
5	67,40	4,8	5	75,40	5	166,40	163,40	126,90	124,50	1,65	37,69	31,24	5	2,40													
6	67,00	4,8	5	75,40	6	175,20	172,20	140,60	138,20	1,83	30,83	24,60	6	2,40													
7	69,20	4,8	5	75,40	7	168,00	165,00	130,80	128,40	1,70	35,74	28,50	7	2,40													
8	67,10	4,8	5	75,40	8	168,70	165,70	133,60	131,20	1,74	34,34	26,30	8	2,40													
9	67,00	4,8	5	75,40	9	165,80	162,80	129,80	127,40	1,69	36,24	27,79	9	2,40													
10	67,10	4,8	5	75,40	10	170,60	167,60	132,20	129,80	1,72	35,04	29,12	10	2,40													
11	68,10	4,8	5	75,40	11	166,80	163,80	128,60	126,20	1,67	36,84	29,79	11	2,40													
12	67,70	4,8	5	75,40	12	175,60	172,60	139,00	136,60	1,81	31,63	26,35	12	2,40													
13	67,40	4,8	5	75,40	13	162,60	159,60	130,20	127,80	1,70	36,04	24,88	13	2,40													
14	67,90	4,8	5	75,40	14	170,10	167,10	134,40	131,90	1,75	33,99	26,69	14	2,50													
15	67,00	4,8	5	75,40	15	174,00	171,00	143,00	140,50	1,86	29,68	21,71	15	2,50													
					pH	5,86						Densidad Aparente - % Porosidad - % Humedad: Promedios Total			1,73	34,66	27,98										
Profundidad del Suelo de 0-30 (cm)					30					Peso Crisol (g)			Peso Suelo sin crisol (g)			Peso con crisol cuando sale de E y M			% Materia Orgánica del Suelo			% Carbono Orgánico			Carbono Orgánico del Suelo		
Muestra con barreno					2427,1 gramos					Crisol de 100 ml			56,50			10,00			4,13			2,40			124,43		
										Estufa: peso a 105 °C			56,50			6,78			63,28								
										Mufa: peso a 360 °C			56,50			6,50			63,00								

Nota. Tabla de datos de Excel de análisis físico-químicos. Elaborado por: Los Autores.

Figura 39.

Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Tercera Hectárea Altitud Uno –

Suelo No Intervenido

Peso de funda ziploc grande (g) = 8,5 Peso de funda ziploc pequeña (g) = 3					Tercera Hectárea (No Intervenido)																						
Nro. Cilindro	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen	Nro. Muestra	Muestra de suelo con funda (g)	Muestra de suelo sin funda (g)	Peso a 105 °C con Vaso de Aluminio	Peso a 105 °C sin Vaso de Aluminio	Densidad Aparente	% Porosidad	% Humedad	Nro y peso vasos de aluminio														
1	68,10	4,8	5	75,40	1	160,80	157,80	116,80	114,30	1,52	42,79	38,06	1	2,5													
2	67,70	4,8	5	75,40	2	148,90	145,90	112,00	109,60	1,45	45,15	33,12	2	2,4													
3	67,40	4,8	5	75,40	3	154,10	151,10	114,80	112,40	1,49	43,75	34,43	3	2,4													
4	67,90	4,8	5	75,40	4	147,30	144,30	108,60	106,10	1,41	46,90	36,00	4	2,5													
5	67,40	4,8	5	75,40	5	139,50	136,50	104,50	102,00	1,35	48,95	33,82	5	2,5													
6	67,00	4,8	5	75,40	6	151,70	148,70	115,30	112,90	1,50	43,49	31,71	6	2,4													
7	69,20	4,8	5	75,40	7	156,90	153,90	120,90	118,40	1,57	40,74	29,98	7	2,5													
8	67,10	4,8	5	75,40	8	160,60	157,60	126,70	124,30	1,65	37,79	26,79	8	2,4													
9	67,00	4,8	5	75,40	9	155,50	152,50	120,50	118,00	1,57	40,94	29,24	9	2,5													
10	67,10	4,8	5	75,40	10	148,40	145,40	113,80	111,30	1,48	44,30	30,64	10	2,5													
11	68,10	4,8	5	75,40	11	146,30	143,30	110,90	108,50	1,44	45,70	32,07	11	2,4													
12	67,70	4,8	5	75,40	12	159,60	156,60	125,70	123,20	1,63	38,34	27,11	12	2,5													
13	67,40	4,8	5	75,40	13	165,70	162,70	130,80	128,30	1,70	35,79	26,81	13	2,5													
14	67,90	4,8	5	75,40	14	137,70	134,70	109,60	107,20	1,42	46,35	25,65	14	2,4													
15	67,00	4,8	5	75,40	15	166,20	163,20	133,10	130,60	1,73	34,64	24,96	15	2,5													
					pH	5,36						Densidad Aparente - % Porosidad - % Humedad: Promedios Total			1,53	42,37	30,69										
Profundidad del Suelo de 0-30 (cm)					30					Peso Crisol (g)			Peso Suelo sin crisol (g)			Peso con crisol cuando sale de E y M			% Materia Orgánica del Suelo			% Carbono Orgánico			Carbono Orgánico del Suelo		
Muestra con barreno					2214 gramos					Crisol de 100 ml			56,50			10,00			3,85			2,23			102,21		
										Estufa: peso a 105 °C			56,50			7,80			64,30								
										Mufa: peso a 360 °C			56,50			7,50			64,00								

Nota. Tabla de datos de Excel de análisis físico-químicos. Elaborado por: Los Autores.

Figura 40.

Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Cuarta Hectárea Altitud Uno – Suelo No Intervenido

Peso de funda ziploc grande (g) = 8,5 Peso de funda ziploc pequeña (g) = 3					Cuarta Hectárea (No Intervenido)																		
Nro. Cilindro	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen	Nro. Muestra	Muestra de suelo con funda (g)	Muestra de suelo sin funda (g)	Peso a 105 °C con Vaso de Aluminio	Peso a 105 °C sin Vaso de Aluminio	Densidad Aparente	% Porosidad	% Humedad	Nro y peso vasos de aluminio										
1	68.10	4.8	5	75.40	1	159.60	156.60	113.70	111.20	1.47	44.35	40.83	1 2.5										
2	67.70	4.8	5	75.40	2	158.90	155.90	98.10	95.70	1.27	52.10	62.90	2 2.4										
3	67.40	4.8	5	75.40	3	156.80	155.80	106.40	104.00	1.38	47.95	47.88	3 2.4										
4	67.90	4.8	5	75.40	4	155.30	152.30	112.70	110.20	1.46	44.85	38.20	4 2.5										
5	67.40	4.8	5	75.40	5	173.10	170.10	130.50	128.10	1.70	35.89	32.79	5 2.4										
6	67.90	4.8	5	75.40	6	179.00	176.00	140.60	138.10	1.83	30.88	27.44	6 2.5										
7	67.40	4.8	5	75.40	7	173.10	170.10	136.80	134.40	1.78	32.73	26.56	7 2.4										
8	67.00	4.8	5	75.40	8	180.70	177.70	143.30	140.80	1.87	29.53	26.21	8 2.5										
9	69.20	4.8	5	75.40	9	175.60	172.60	133.50	131.00	1.74	34.44	31.76	9 2.5										
10	67.10	4.8	5	75.40	10	175.50	172.50	137.50	135.10	1.79	32.38	27.68	10 2.4										
11	68.10	4.8	5	75.40	11	178.10	175.10	137.20	134.70	1.79	32.58	29.99	11 2.5										
12	67.70	4.8	5	75.40	12	168.80	165.80	126.40	124.00	1.64	37.94	33.71	12 2.4										
13	67.40	4.8	5	75.40	13	176.20	173.20	130.10	127.70	1.69	36.09	35.63	13 2.4										
14	67.90	4.8	5	75.40	14	157.80	154.80	109.60	107.10	1.42	46.40	44.54	14 2.5										
15	67.00	4.8	5	75.40	15	164.60	161.60	118.10	115.70	1.53	42.09	39.67	15 2.4										
					pH	5.55		Densidad Aparente - % Porosidad - % Humedad: Promedios Total			1.62	38.68	36.39										
Profundidad del Suelo de 0-30 (cm)										Peso Crisol (g)		Peso Suelo sin crisol (g)		Peso con crisol cuando sale de E y M		% Materia Organica del Suelo		% Carbono Organico		Carbono Organico del Suelo			
30										Crisol de 100 ml		56,00		10,00									
Muestra con barreno										Estufa: peso a 105 °C		56,00		7,70		63,70		5,19		3,01		146,89	
2269.2 gramos										Mufa: peso a 360 °C		56,00		7,30		63,30							

Nota. Tabla de datos de Excel de análisis físico-químicos. Elaborado por: Los Autores.

b) Segunda Altitud

Figura 41.

Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Primera Hectárea Altitud Dos – Suelo Intervenido

Peso de funda ziploc grande (g) = 8,5 Peso de funda ziploc pequeña (g) = 3					Primera Hectárea (Intervenido)																		
Nro. Cilindro	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen	Nro. Muestra	Muestra de suelo con funda (g)	Muestra de suelo sin funda (g)	Peso a 105 °C con Vaso de Aluminio	Peso a 105 °C sin Vaso de Aluminio	Densidad Aparente	% Porosidad	% Humedad	Nro y peso vasos de aluminio										
1	68.10	4.8	5	75.40	1	149.70	146.70	105.10	102.70	1.36	48.60	42.84	1 2.4										
2	67.70	4.8	5	75.40	2	141.80	138.80	93.80	91.40	1.21	54.26	51.86	2 2.4										
3	67.40	4.8	5	75.40	3	149.80	146.80	105.70	101.30	1.34	49.30	44.92	3 2.4										
4	67.90	4.8	5	75.40	4	157.70	154.70	110.30	107.90	1.43	46.00	43.37	4 2.4										
5	67.40	4.8	5	75.40	5	158.70	155.70	110.70	108.30	1.44	45.80	43.77	5 2.4										
6	67.90	4.8	5	75.40	6	139.90	136.90	90.90	88.50	1.17	55.71	54.69	6 2.4										
7	67.40	4.8	5	75.40	7	154.50	151.50	109.10	106.70	1.42	46.60	41.99	7 2.4										
8	67.00	4.8	5	75.40	8	141.90	138.90	99.10	96.70	1.28	51.60	43.64	8 2.4										
9	69.20	4.8	5	75.40	9	141.30	138.30	88.50	86.10	1.14	56.91	60.63	9 2.4										
10	67.10	4.8	5	75.40	10	133.70	130.70	83.40	81.00	1.07	59.46	61.36	10 2.4										
11	68.10	4.8	5	75.40	11	150.90	147.90	99.00	96.60	1.28	51.65	53.11	11 2.4										
12	67.70	4.8	5	75.40	12	139.20	136.20	85.80	83.40	1.11	58.26	63.31	12 2.4										
13	67.40	4.8	5	75.40	13	142.90	139.90	93.60	91.20	1.21	54.36	53.40	13 2.4										
14	67.90	4.8	5	75.40	14	138.80	135.80	87.20	84.80	1.12	57.56	60.14	14 2.4										
15	67.00	4.8	5	75.40	15	140.80	137.80	91.00	88.60	1.18	55.66	55.53	15 2.4										
					pH	5.51		Densidad Aparente - % Porosidad - % Humedad: Promedios Total			1.25	52.78	51.64										
Profundidad del Suelo de 0-30 (cm)										Peso Crisol (g)		Peso Suelo sin crisol (g)		Peso con crisol cuando sale de E y M		% Materia Organica del Suelo		% Carbono Organico		Carbono Organico del Suelo			
30										Crisol de 100 ml		56,00		10,00									
Muestra con barreno										Estufa: peso a 105 °C		56,00		7,00		63,00		4,29		2,49		93,32	
2327.8 gramos										Mufa: peso a 360 °C		56,00		6,70		63,30							

Nota. Tabla de datos de Excel de análisis físico-químicos. Elaborado por: Los Autores.

Figura 42.

Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Segunda Hectárea Altitud Dos

– *Suelo No Intervenido*

Peso de funda ziploc grande (g) = 8,5 Peso de funda ziploc pequeña (g) = 3					Segunda Hectárea (No Intervenido)																													
Nro. Cilindro	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen	Nro. Muestra	Muestra de suelo con funda (g)	Muestra de suelo sin funda (g)	Peso a 105 °C con Vaso de Aluminio	Peso a 105 °C sin Vaso de Aluminio	Densidad Aparente	% Porosidad	% Humedad	Nro y peso vasos de aluminio																					
1	68.10	4.8	5	75.40	1	154.70	151.70	113.70	111.30	1.48	44.30	36.30	1 2,4																					
2	67.70	4.8	5	75.40	2	150.70	147.70	106.40	104.00	1.38	47.95	42.02	2 2,4																					
3	67.40	4.8	5	75.40	3	158.60	155.60	115.00	112.60	1.49	43.65	38.19	3 2,4																					
4	67.90	4.8	5	75.40	4	169.80	166.80	130.00	127.60	1.69	36.14	30.72	4 2,4																					
5	67.40	4.8	5	75.40	5	169.90	166.90	132.50	130.10	1.73	34.89	28.29	5 2,4																					
6	67.40	4.8	5	75.40	6	163.30	160.30	122.10	119.60	1.59	40.14	34.03	6 2,5																					
7	67.40	4.8	5	75.40	7	157.40	154.40	115.90	113.40	1.50	43.24	36.16	7 2,5																					
8	67.00	4.8	5	75.40	8	166.10	163.10	123.30	120.80	1.60	39.54	35.02	8 2,5																					
9	69.20	4.8	5	75.40	9	163.30	160.30	123.30	120.80	1.60	39.54	32.70	9 2,5																					
10	67.10	4.8	5	75.40	10	153.40	150.40	112.90	110.40	1.46	44.75	36.23	10 2,5																					
11	68.10	4.8	5	75.40	11	166.10	163.10	124.60	122.10	1.62	38.89	33.58	11 2,5																					
12	67.70	4.8	5	75.40	12	143.60	140.60	97.70	95.20	1.26	52.35	47.69	12 2,5																					
13	67.40	4.8	5	75.40	13	163.20	160.20	122.20	119.70	1.59	40.09	33.83	13 2,5																					
14	67.90	4.8	5	75.40	14	160.60	157.60	119.40	116.90	1.55	41.49	34.82	14 2,5																					
15	69.20	4.8	5	75.40	15	164.10	161.10	127.30	124.90	1.66	37.49	28.98	15 2,4																					
Profundidad del Suelo de 0-30 (cm)					pH = 6,35																													
30					Densidad Aparente - % Porosidad - % Humedad: Promedios Total = 1,55 41,63 35,24																													
Muestra con barrenos 2317,6 gramos					<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Peso Crisol (g)</th> <th>Peso Suelo sin crisol (g)</th> <th>Peso con crisol cuando sale de E y M</th> <th>% Materia Orgánica del Suelo</th> <th>% Carbono Orgánico</th> <th>Carbono Orgánico del Suelo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Crisol de 100 ml</td> <td>55,20</td> <td>10,00</td> <td></td> <td rowspan="3">3,75</td> <td rowspan="3">2,18</td> <td rowspan="3">100,94</td> </tr> <tr> <td>Estufa: peso a 105 °C</td> <td>55,20</td> <td>8,00</td> <td>63,20</td> </tr> <tr> <td>Mufa: peso a 360 °C</td> <td>55,20</td> <td>7,70</td> <td>62,90</td> </tr> </tbody> </table>									Peso Crisol (g)	Peso Suelo sin crisol (g)	Peso con crisol cuando sale de E y M	% Materia Orgánica del Suelo	% Carbono Orgánico	Carbono Orgánico del Suelo	Crisol de 100 ml	55,20	10,00		3,75	2,18	100,94	Estufa: peso a 105 °C	55,20	8,00	63,20	Mufa: peso a 360 °C	55,20	7,70	62,90
	Peso Crisol (g)	Peso Suelo sin crisol (g)	Peso con crisol cuando sale de E y M	% Materia Orgánica del Suelo	% Carbono Orgánico	Carbono Orgánico del Suelo																												
Crisol de 100 ml	55,20	10,00		3,75	2,18	100,94																												
Estufa: peso a 105 °C	55,20	8,00	63,20																															
Mufa: peso a 360 °C	55,20	7,70	62,90																															

Nota. Tabla de datos de Excel de análisis físico-químicos. Elaborado por: Los Autores.

Figura 43.

Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Tercera Hectárea Altitud Dos –

Suelo Intervenido

Peso de funda ziploc grande (g) = 8,5 Peso de funda ziploc pequeña (g) = 3					Tercera Hectárea (Intervenido)																													
Nro. Cilindro	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen	Nro. Muestra	Muestra de suelo con funda (g)	Muestra de suelo sin funda (g)	Peso a 105 °C con Vaso de Aluminio	Peso a 105 °C sin Vaso de Aluminio	Densidad Aparente	% Porosidad	% Humedad	Nro y peso vasos de aluminio																					
1	68.10	4.8	5	75.40	1	137.50	134.50	87.90	85.50	1.13	57.21	57.31	1 2,4																					
2	67.70	4.8	5	75.40	2	124.80	121.80	81.10	78.70	1.04	60.61	54.76	2 2,4																					
3	67.40	4.8	5	75.40	3	154.80	151.80	106.20	103.70	1.38	48.10	46.38	3 2,5																					
4	67.90	4.8	5	75.40	4	158.20	155.20	115.40	113.00	1.50	43.44	37.35	4 2,4																					
5	67.40	4.8	5	75.40	5	148.00	145.00	104.00	101.60	1.35	49.15	42.72	5 2,4																					
6	67.90	4.8	5	75.40	6	148.10	145.10	103.40	101.00	1.34	49.45	43.66	6 2,4																					
7	67.40	4.8	5	75.40	7	142.90	139.90	95.80	93.30	1.24	53.30	49.95	7 2,5																					
8	67.00	4.8	5	75.40	8	163.70	160.70	118.20	115.80	1.54	42.04	38.77	8 2,4																					
9	69.20	4.8	5	75.40	9	152.00	149.00	108.20	105.80	1.40	47.05	40.83	9 2,4																					
10	67.10	4.8	5	75.40	10	145.80	142.80	101.80	99.40	1.32	50.25	43.66	10 2,4																					
11	68.10	4.8	5	75.40	11	148.90	145.90	104.60	102.10	1.35	48.90	42.90	11 2,5																					
12	67.70	4.8	5	75.40	12	148.20	145.20	108.30	105.80	1.40	47.05	37.24	12 2,5																					
13	67.40	4.8	5	75.40	13	152.10	149.10	109.60	107.10	1.42	46.40	39.22	13 2,5																					
14	67.90	4.8	5	75.40	14	151.30	148.30	106.70	104.20	1.38	47.85	42.32	14 2,5																					
15	67.00	4.8	5	75.40	15	166.00	163.00	126.50	124.00	1.64	37.94	31.45	15 2,5																					
Profundidad del Suelo de 0-30 (cm)					pH = 5,95																													
30					Densidad Aparente - % Porosidad - % Humedad: Promedios Total = 1,36 48,58 43,24																													
Muestra con barrenos 2583,8 gramos					<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Peso Crisol (g)</th> <th>Peso Suelo sin crisol (g)</th> <th>Peso con crisol cuando sale de E y M</th> <th>% Materia Orgánica del Suelo</th> <th>% Carbono Orgánico</th> <th>Carbono Orgánico del Suelo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Crisol de 100 ml</td> <td>61,90</td> <td>10,00</td> <td></td> <td rowspan="3">3,90</td> <td rowspan="3">2,26</td> <td rowspan="3">92,38</td> </tr> <tr> <td>Estufa: peso a 105 °C</td> <td>61,90</td> <td>7,70</td> <td>69,60</td> </tr> <tr> <td>Mufa: peso a 360 °C</td> <td>61,90</td> <td>7,40</td> <td>69,30</td> </tr> </tbody> </table>									Peso Crisol (g)	Peso Suelo sin crisol (g)	Peso con crisol cuando sale de E y M	% Materia Orgánica del Suelo	% Carbono Orgánico	Carbono Orgánico del Suelo	Crisol de 100 ml	61,90	10,00		3,90	2,26	92,38	Estufa: peso a 105 °C	61,90	7,70	69,60	Mufa: peso a 360 °C	61,90	7,40	69,30
	Peso Crisol (g)	Peso Suelo sin crisol (g)	Peso con crisol cuando sale de E y M	% Materia Orgánica del Suelo	% Carbono Orgánico	Carbono Orgánico del Suelo																												
Crisol de 100 ml	61,90	10,00		3,90	2,26	92,38																												
Estufa: peso a 105 °C	61,90	7,70	69,60																															
Mufa: peso a 360 °C	61,90	7,40	69,30																															

Nota. Tabla de datos de Excel de análisis físico-químicos. Elaborado por: Los Autores.

Figura 44.

Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Cuarta Hectárea Altitud Dos – Suelo No Intervenido

Peso de funda ziploc grande (g) = 8,5 Peso de funda ziploc pequeña (g) = 3					Cuarta Hectárea (No Intervenido)										
Nro. Cilindro	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen	Nro. Muestra	Muestra de suelo con funda (g)	Muestra de suelo sin funda (g)	Peso a 105 °C con Vaso de Aluminio	Peso a 105 °C sin Vaso de Aluminio	Densidad Aparente	% Porosidad	% Humedad	Nro y peso vasos de aluminio		
1	68,10	4,8	5	75,40	1	151,80	148,80	110,60	108,10	1,43	45,90	37,65	1 2,5		
2	67,70	4,8	5	75,40	2	131,50	128,50	93,00	90,60	1,20	54,66	41,83	2 2,4		
3	67,40	4,8	5	75,40	3	138,40	135,40	94,90	92,50	1,23	53,70	46,38	3 2,4		
4	67,90	4,8	5	75,40	4	128,20	125,20	85,90	83,50	1,11	58,21	49,94	4 2,4		
5	67,40	4,8	5	75,40	5	150,60	147,60	106,30	103,80	1,38	48,05	42,20	5 2,5		
6	67,00	4,8	5	75,40	6	127,60	124,60	88,20	85,70	1,14	57,11	45,39	6 2,5		
7	69,20	4,8	5	75,40	7	138,80	135,80	96,70	94,20	1,25	52,85	44,16	7 2,5		
8	67,10	4,8	5	75,40	8	151,10	148,10	108,00	105,50	1,40	47,20	40,38	8 2,5		
9	67,10	4,8	5	75,40	9	148,10	145,10	105,30	102,80	1,36	48,55	41,15	9 2,5		
10	67,10	4,8	5	75,40	10	142,70	139,70	102,30	99,80	1,32	50,05	39,98	10 2,5		
11	68,10	4,8	5	75,40	11	150,00	147,00	110,50	108,00	1,43	45,95	36,11	11 2,5		
12	67,70	4,8	5	75,40	12	134,10	131,10	92,70	90,20	1,20	54,86	45,34	12 2,5		
13	67,40	4,8	5	75,40	13	124,90	121,90	88,90	86,40	1,15	56,76	41,09	13 2,5		
14	67,40	4,8	5	75,40	14	126,30	123,30	88,50	86,00	1,14	56,96	43,37	14 2,5		
15	69,20	4,8	5	75,40	15	125,60	122,60	90,70	88,20	1,17	55,86	39,00	15 2,5		
					pH		5,16		Densidad Aparente - % Porosidad - % Humedad: Promedios Total			1,26 52,44 42,26			
Profundidad del Suelo de 0-30 (cm)															
30															
Muestra con barreno															
2202,7 gramos					Crisol de 100 ml		56,50		10,00						
					Estufa: peso a 105 °C		56,50		7,40		63,90			8,11 4,70 177,81	
					Mufa: peso a 360 °C		56,50		6,80		63,30				

Nota. Tabla de datos de Excel de análisis físico-químicos. Elaborado por: Los Autores

c) Tercera Altitud

Figura 45.

Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Primera Hectárea Altitud Tres – Suelo Intervenido

Peso de funda ziploc grande (g) = 8,5 Peso de funda ziploc pequeña (g) = 3					Primera Hectárea (Intervenido)										
Nro. Cilindro	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen	Nro. Muestra	Muestra de suelo con funda (g)	Muestra de suelo sin funda (g)	Peso a 105 °C con Vaso de Aluminio	Peso a 105 °C sin Vaso de Aluminio	Densidad Aparente	% Porosidad	% Humedad	Nro y peso vasos de aluminio		
1	68,10	4,8	5	75,40	1	134,00	131,00	79,20	76,70	1,02	61,61	70,80	1 2,5		
2	67,70	4,8	5	75,40	2	128,60	125,60	71,80	69,40	0,92	65,27	80,98	2 2,4		
3	67,40	4,8	5	75,40	3	128,70	125,70	68,60	66,20	0,88	66,87	89,88	3 2,4		
4	67,90	4,8	5	75,40	4	136,50	133,50	83,80	81,40	1,08	59,26	64,00	4 2,4		
5	67,90	4,8	5	75,40	5	135,00	132,00	80,60	78,10	1,04	60,91	69,01	5 2,5		
6	67,40	4,8	5	75,40	6	136,20	133,20	83,00	80,50	1,07	59,71	65,47	6 2,5		
7	67,40	4,8	5	75,40	7	110,50	107,50	67,70	65,20	0,86	67,37	64,88	7 2,5		
8	67,00	4,8	5	75,40	8	121,10	118,10	71,30	68,80	0,91	65,57	71,66	8 2,5		
9	69,20	4,8	5	75,40	9	114,10	111,10	67,50	65,00	0,86	67,47	70,92	9 2,5		
10	67,10	4,8	5	75,40	10	132,60	129,60	78,70	76,20	1,01	61,86	70,08	10 2,5		
11	68,10	4,8	5	75,40	11	133,80	130,80	79,10	76,60	1,02	61,66	70,76	11 2,5		
12	67,70	4,8	5	75,40	12	128,30	125,30	80,70	78,20	1,04	60,86	60,23	12 2,5		
13	67,40	4,8	5	75,40	13	138,80	135,80	87,80	85,30	1,13	57,31	59,20	13 2,5		
14	67,90	4,8	5	75,40	14	133,50	130,50	81,40	78,90	1,05	60,51	65,40	14 2,5		
15	67,00	4,8	5	75,40	15	127,80	124,80	77,80	75,30	1,00	62,31	65,74	15 2,5		
					pH		4,91		Densidad Aparente - % Porosidad - % Humedad: Promedios Total			0,99 62,57 69,27			
Profundidad del Suelo de 0-30 (cm)															
30															
Muestra con barreno															
2032,3 gramos					Crisol de 100 ml		56,00		10,00						
					Estufa: peso a 105 °C		56,00		6,30		62,30			12,70 7,37 219,18	
					Mufa: peso a 360 °C		56,00		5,50		61,50				

Nota. Tabla de datos de Excel de análisis físico-químicos. Elaborado por: Los Autores.

Figura 46.

Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Segunda Hectárea Altitud Tres

– *Suelo No Intervenido*

Peso de funda ziploc grande (g) = 8,5 Peso de funda ziploc pequeña (g) = 3					Segunda Hectárea (No Intervenido)										
Nro. Cilindro	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen	Nro. Muestra	Muestra de suelo con funda (g)	Muestra de suelo sin funda (g)	Peso a 105 °C con Vaso de Aluminio	Peso a 105 °C sin Vaso de Aluminio	Densidad Aparente	% Porosidad	% Humedad	Nro y peso vasos de aluminio		
1	68,10	4,8	5	75,40	1	120,80	117,80	64,10	61,60	0,82	69,17	91,23	1 2,5		
2	67,70	4,8	5	75,40	2	126,20	123,20	65,80	63,40	0,84	68,27	94,32	2 2,4		
3	67,40	4,8	5	75,40	3	114,40	111,40	61,10	58,70	0,78	70,62	89,78	3 2,4		
4	67,90	4,8	5	75,40	4	110,50	107,50	55,30	52,90	0,70	73,52	103,21	4 2,4		
5	67,90	4,8	5	75,40	5	113,50	110,50	58,90	56,40	0,75	71,77	95,92	5 2,5		
6	67,40	4,8	5	75,40	6	113,60	110,60	61,50	59,00	0,78	70,47	87,46	6 2,5		
7	67,40	4,8	5	75,40	7	113,90	110,90	56,40	53,90	0,71	73,02	105,75	7 2,5		
8	67,00	4,8	5	75,40	8	115,70	112,70	61,40	58,90	0,78	70,52	91,34	8 2,5		
9	69,20	4,8	5	75,40	9	120,02	117,02	63,20	60,70	0,81	69,62	92,78	9 2,5		
10	67,10	4,8	5	75,40	10	109,00	106,00	56,00	53,50	0,71	73,22	98,13	10 2,5		
11	68,10	4,8	5	75,40	11	117,10	114,10	70,50	68,00	0,90	65,97	67,79	11 2,5		
12	67,70	4,8	5	75,40	12	103,80	100,80	61,90	59,40	0,79	70,27	69,70	12 2,5		
13	67,40	4,8	5	75,40	13	126,30	123,30	69,60	67,10	0,89	66,42	83,76	13 2,5		
14	67,40	4,8	5	75,40	14	118,00	115,00	59,50	57,00	0,76	71,47	101,75	14 2,5		
15	69,20	4,8	5	75,40	15	115,00	112,00	64,40	61,90	0,82	69,02	80,94	15 2,5		
					pH		4,75		Densidad Aparente - % Porosidad - % Humedad: Promedios Total			0,79 70,22 90,26			
Profundidad del Suelo de 0-30 (cm)															
30															
Muestra con barreno															
1822,8 gramos					Crisol de 100 ml		56,60		10,00		% Materia Orgánica del Suelo			13,79	
					Estufa: peso a 105 °C		56,60		5,80		% Carbono Orgánico			8,00	
					Mufa: peso a 360 °C		56,60		5,00		Carbono Orgánico del Suelo			189,39	

Nota. Tabla de datos de Excel de análisis físico-químicos. Elaborado por: Los Autores.

Figura 47.

Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Tercera Hectárea Altitud Tres –

Suelo No Intervenido

Peso de funda ziploc grande (g) = 8,5 Peso de funda ziploc pequeña (g) = 3					Tercera Hectárea (No Intervenido)										
Nro. Cilindro	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen	Nro. Muestra	Muestra de suelo con funda (g)	Muestra de suelo sin funda (g)	Peso a 105 °C con Vaso de Aluminio	Peso a 105 °C sin Vaso de Aluminio	Densidad Aparente	% Porosidad	% Humedad	Nro y peso vasos de aluminio		
1	68,10	4,8	5	75,40	1	130,10	127,10	71,40	68,90	0,91	65,52	84,47	1 2,5		
2	67,70	4,8	5	75,40	2	139,80	136,80	82,20	79,80	1,06	60,06	71,43	2 2,4		
3	67,40	4,8	5	75,40	3	138,40	135,40	84,20	81,80	1,08	59,06	65,53	3 2,4		
4	67,90	4,8	5	75,40	4	125,60	122,60	68,70	66,30	0,88	66,82	84,92	4 2,4		
5	67,40	4,8	5	75,40	5	137,40	134,40	81,90	79,40	1,05	60,26	69,27	5 2,5		
6	67,90	4,8	5	75,40	6	118,00	115,00	65,80	63,30	0,84	68,32	81,67	6 2,5		
7	67,40	4,8	5	75,40	7	134,50	131,50	77,00	74,50	0,99	62,71	76,51	7 2,5		
8	67,00	4,8	5	75,40	8	131,10	128,10	76,50	74,00	0,98	62,96	75,11	8 2,5		
9	69,20	4,8	5	75,40	9	134,70	131,70	74,20	71,70	0,95	64,12	83,68	9 2,5		
10	67,10	4,8	5	75,40	10	128,10	125,10	71,70	69,20	0,92	65,37	80,78	10 2,5		
11	68,10	4,8	5	75,40	11	133,40	130,40	76,50	74,00	0,98	62,96	76,22	11 2,5		
12	67,70	4,8	5	75,40	12	138,40	135,40	84,00	81,50	1,08	59,21	66,13	12 2,5		
13	67,40	4,8	5	75,40	13	111,40	108,40	61,40	58,90	0,78	70,52	84,04	13 2,5		
14	67,90	4,8	5	75,40	14	126,40	123,40	71,00	68,50	0,91	65,72	80,15	14 2,5		
15	67,40	4,8	5	75,40	15	129,30	126,30	77,50	75,00	0,99	62,46	68,40	15 2,5		
					pH		5,44		Densidad Aparente - % Porosidad - % Humedad: Promedios Total			0,96 63,74 76,42			
Profundidad del Suelo de 0-30 (cm)															
30															
Muestra con barreno															
1924,2 gramos					Crisol de 100 ml		56,50		10,00		% Materia Orgánica del Suelo			10,94	
					Estufa: peso a 105 °C		56,50		6,40		% Carbono Orgánico			6,34	
					Mufa: peso a 360 °C		56,50		5,70		Carbono Orgánico del Suelo			182,89	

Nota. Tabla de datos de Excel de análisis físico-químicos. Elaborado por: Los Autores.

Figura 48.

Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Cuarta Hectárea Altitud Tres –

Suelo Intervenido

Peso de funda ziploc grande (g) = 8,5 Peso de funda ziploc pequeña (g) = 3					Cuarta Hectárea (Intervenido)									
Nro. Cilindro	Peso (g)	Díametro (cm)	Altura (cm)	Volumen	Nro. Muestra	Muestra de suelo con funda (g)	Muestra de suelo sin funda (g)	Peso a 105 °C con Vaso de Aluminio	Peso a 105 °C sin Vaso de Aluminio	Densidad Aparente	% Porosidad	% Humedad	Nro y peso vasos de aluminio	
1	68,10	4,8	5	75,40	1	166,10	163,10	128,30	125,80	1,67	37,04	29,65	1 2,5	
2	67,70	4,8	5	75,40	2	167,70	164,70	131,60	129,20	1,71	35,34	27,48	2 2,4	
3	67,40	4,8	5	75,40	3	169,00	166,00	129,30	126,90	1,68	36,49	30,81	3 2,4	
4	67,90	4,8	5	75,40	4	174,40	171,40	135,30	132,90	1,76	33,49	28,97	4 2,4	
5	67,90	4,8	5	75,40	5	164,30	161,30	123,30	120,80	1,60	39,54	33,53	5 2,5	
6	67,40	4,8	5	75,40	6	160,60	157,60	121,90	119,40	1,58	40,24	31,99	6 2,5	
7	67,40	4,8	5	75,40	7	156,30	153,30	115,80	113,30	1,50	43,29	35,30	7 2,5	
8	67,00	4,8	5	75,40	8	161,80	158,80	120,00	117,50	1,56	41,19	35,15	8 2,5	
9	69,20	4,8	5	75,40	9	147,70	144,70	105,20	102,70	1,36	48,60	40,90	9 2,5	
10	67,10	4,8	5	75,40	10	157,40	154,40	114,00	111,50	1,48	44,20	38,48	10 2,5	
11	68,10	4,8	5	75,40	11	155,20	152,20	113,50	111,00	1,47	44,45	37,12	11 2,5	
12	67,70	4,8	5	75,40	12	163,50	160,50	126,10	123,60	1,64	38,14	29,85	12 2,5	
13	67,40	4,8	5	75,40	13	159,30	156,30	118,10	115,60	1,53	42,14	35,21	13 2,5	
14	67,90	4,8	5	75,40	14	167,10	164,10	126,90	124,40	1,65	37,74	31,91	14 2,5	
15	67,00	4,8	5	75,40	15	164,60	161,60	123,20	120,70	1,60	39,59	33,89	15 2,5	
7	69,20	4,8	5	75,40										
Profundidad del Suelo de 0-30 (cm)					pH		5,73		Densidad Aparente - % Porosidad - % Humedad: Promedios Total			1,59 40,10 33,35		
30					Peso Crisol (g)		Peso Suelo sin crisol (g)		Peso con crisol cuando sale de E y M		% Materia Orgánica del Suelo		% Carbono Orgánico	
Muestra con barrenos 2313,0 gramos					Crisol de 100 ml		56,00 10,00		56,00 63,80		5,13		2,97	
					Estufa: peso a 105 °C		56,00 7,80		63,80					
					Mufa: peso a 360 °C		56,00 7,40		63,40				141,66	

Nota. Tabla de datos de Excel de análisis físico-químicos. Elaborado por: Los Autores.

Finalmente, con los datos obtenidos de los análisis físico-químicos se tabularon promedios y desviación estándar, presentados con anterioridad, de las variables estudiadas para la comparación de resultados entre altitudes y los análisis estadísticos.

4.1.10. Resultado de las Encuestas

Se realizaron un total de 93 encuestas, con 10% de error y 95% de nivel de confianza, a los jefes de hogar de la Microcuenca del río de “La Chimba”, con la finalidad de recopilar información acerca de las actividades antrópicas que se desarrollan en el sector y como éstas han influido en los cambios del suelo. A continuación, se presentan los resultados de cada una de las preguntas aplicadas:

Pregunta 1. Género

Tabla 33.

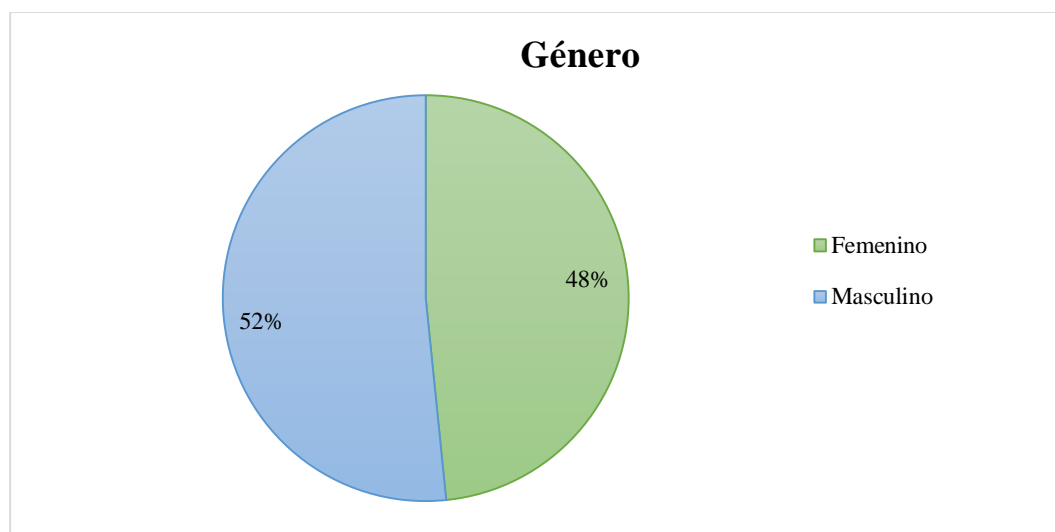
Resultados de Género de las y los jefes de hogar

Pregunta 1	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	45	48,39
Masculino	48	51,61
Total	93	100

Nota. Presentación de los resultados del género de las y los jefes de hogar. Elaborado por: Los Autores.

Figura 49.

Resultados de Género de las y los jefes de hogar



Nota. Presentación de los resultados del género de las y los jefes de hogar. Elaborado por: Los Autores.

Los resultados obtenidos por medio de las encuestas en la pregunta uno, presentan que de la población encuestada el 52% corresponde a varones, quienes son jefes de hogar, el 48% restante, corresponde mujeres que vendrían a ser jefas de hogar.

Pregunta 2. Edad

Tabla 34.

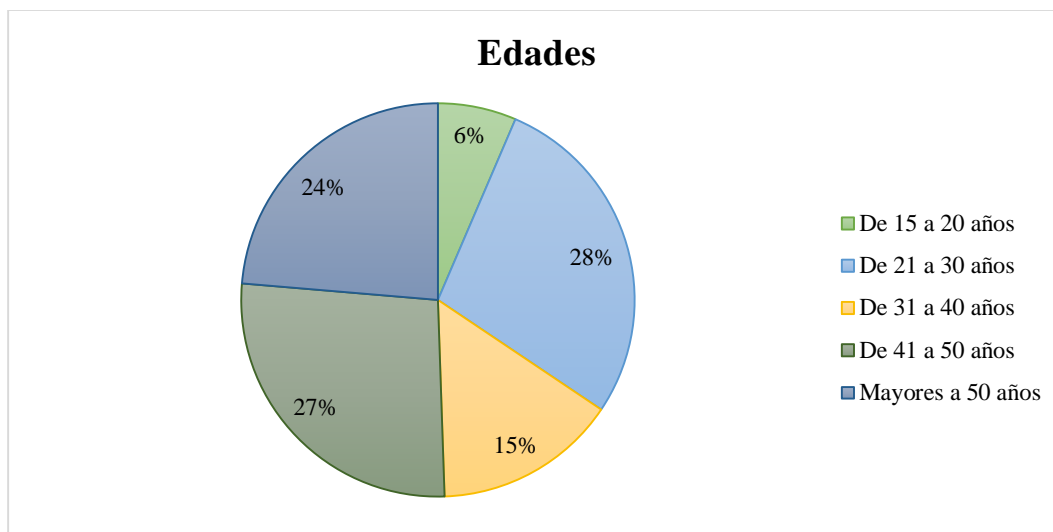
Resultados de Edad de las y los jefes de hogar

Pregunta 2	Frecuencia	Porcentaje
De 15 a 20 años	6	6,45
De 21 a 30 años	26	27,96
De 31 a 40 años	14	15,05
De 41 a 50 años	25	26,88
Mayor a 50 años	22	23,66
Total	93	100

Nota. Presentación de los resultados de edades de las y los jefes de hogar. Elaborado por: Los Autores.

Figura 50.

Resultados de Edad de las y los jefes de hogar



Nota. Presentación de los resultados de las edades de las y los jefes de hogar. Elaborado por: Los Autores.

Se puede observar que el 28% de la población encuestada comprende una edad entre los 21 y 30 años edad, seguidamente encontramos que un 27% de los encuestados comprenden edades entre los 41 y 50 años, así también, se puede visualizar que existe un 24% de población comprende edades mayores de 50 años, el 15% representa a las edades de 31 a 40 años y finalmente la población encuestada con menor rango de edad fue de 15 a 20 años ocupando un 6%.

Pregunta 3. ¿Se ha beneficiado con ayuda del suelo o ha trabajado en el mismo?

Tabla 35.

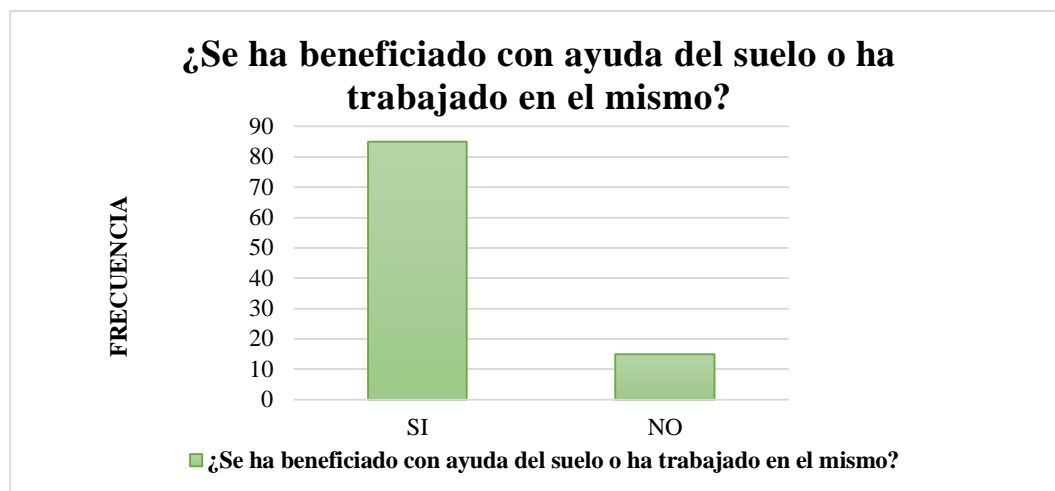
Resultados de las personas que se han beneficiado del suelo o trabajado en el mismo

Pregunta 3	Frecuencia	Porcentaje
SI	79	84,95
NO	14	15,05
Total	93	100

Nota. Presentación de los resultados de beneficios o trabajo con ayuda del suelo. Elaborado por: Los Autores.

Figura 51.

Resultados de las personas que se han beneficiado del suelo o trabajado en el mismo



Nota. Presentación de los resultados de beneficios y trabajos con ayuda del suelo. Elaborado por: Los Autores.

El 84,95% de la población encuestada considera ser beneficiada con ayuda del suelo o haber trabajado en este, mientras que el 15,05% restante no considera ser beneficiado con ayuda del suelo o haber trabajado en el mismo.

Pregunta 4. De las siguientes actividades antrópicas o actividades humanas, ¿Cuáles de estas usted conoce que se realizan en la Parroquia Olmedo?

Tabla 36.

Resultados del conocimiento de las actividades antrópicas que se realizan en la Parroquia Olmedo

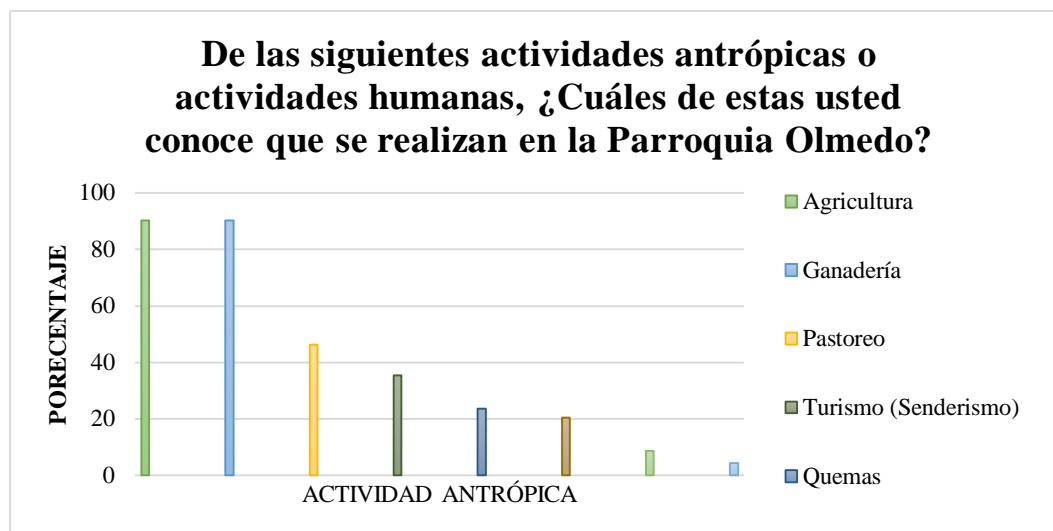
Pregunta 4	Frecuencia	Porcentaje
Agricultura	84	90,32
Ganadería	84	90,32
Pastoreo	43	46,24
Turismo (Senderismo)	19	20,43
Quemas	8	8,60
Deforestación	33	35,48
Producción a gran escala (Monocultivos)	22	23,66
Otros	4	4,30

Nota. Presentación de resultados del conocimiento de las actividades antrópicas que se conocen en la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

Figura 52.

Resultados del conocimiento de las actividades antrópicas que se realizan en la

Parroquia Olmedo



Nota. Presentación de resultados del conocimiento de las actividades antrópicas que se realizan en la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

Se recopiló información acerca de las actividades antrópicas que se ejercen en la Parroquia Olmedo, en donde el conocimiento de la población muestra que el 90,32% considera que las actividades principales son la agricultura y la ganadería, seguida del pastoreo en un 46,24%, 35,48% deforestación, 23,66% producción a gran escala (monocultivos), 20,43% turismo (senderismo), 8,60% quemadas y 4,30% otros.

Pregunta 5. ¿Posee usted terrenos con suelo de páramo?

Tabla 37.

Resultados de la población encuestada que posee terrenos con suelo de páramo

Pregunta 5	Frecuencia	Porcentaje
SI	46	49,46
NO	47	50,54
Total	93	100

Nota. Presentación de resultados de posesiones de terreno con suelo de páramo de los encuestados en la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

Figura 53.

Resultados de la población encuestada que posee terrenos con suelo de páramo



Nota. Presentación de los resultados de posesiones de terreno con suelo de páramo de los encuestados en la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

Dentro de la población encuestada se encontró que el 49% posee terrenos con suelo de páramo y un 51% no posee terrenos con suelo de páramo.

Pregunta 6. ¿Actualmente usted está trabajando el suelo de páramo?

Tabla 38.

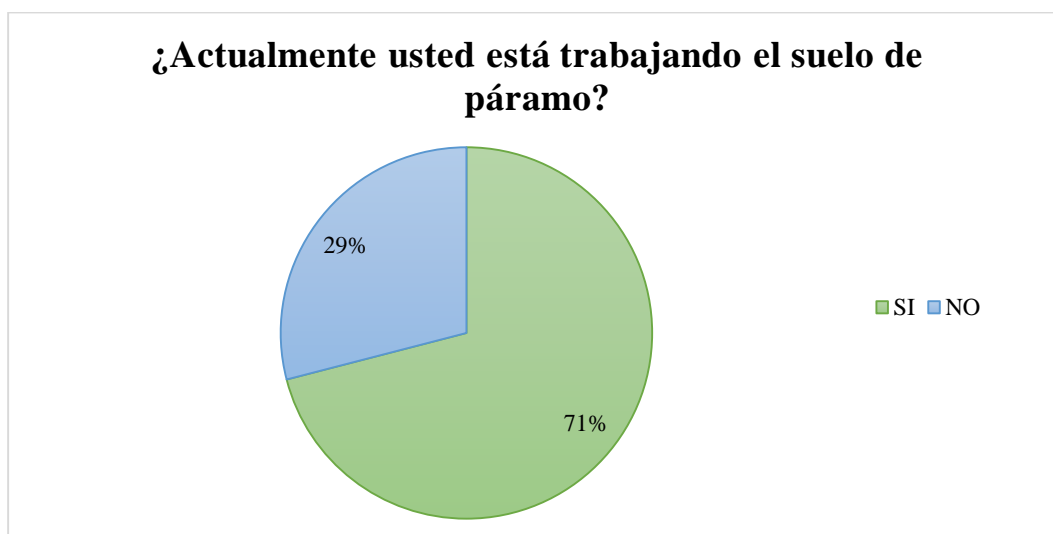
Resultados de ejecución de trabajos en el suelo de páramo

Pregunta 6	Frecuencia	Porcentaje
SI	66	70,97
NO	27	29,03
Total	93	100

Nota. Presentación de resultados de la ejecución de trabajos en el suelo de páramo de la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

Figura 54.

Resultados de ejecución de trabajos en el suelo de páramo



Nota. Presentación de los resultados de ejecución de trabajos en los suelos de páramo de la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

Se puede observar que la mayor parte de la población encuestada, trabaja los suelos de páramo, siendo así un 71%, y solo el 29% equivalente a 27 personas de una muestra de 93, no trabajan los suelos de páramo.

Pregunta 7. De los siguientes usos de suelo, ¿Cuáles aplica usted en su o sus terrenos?

Tabla 39.

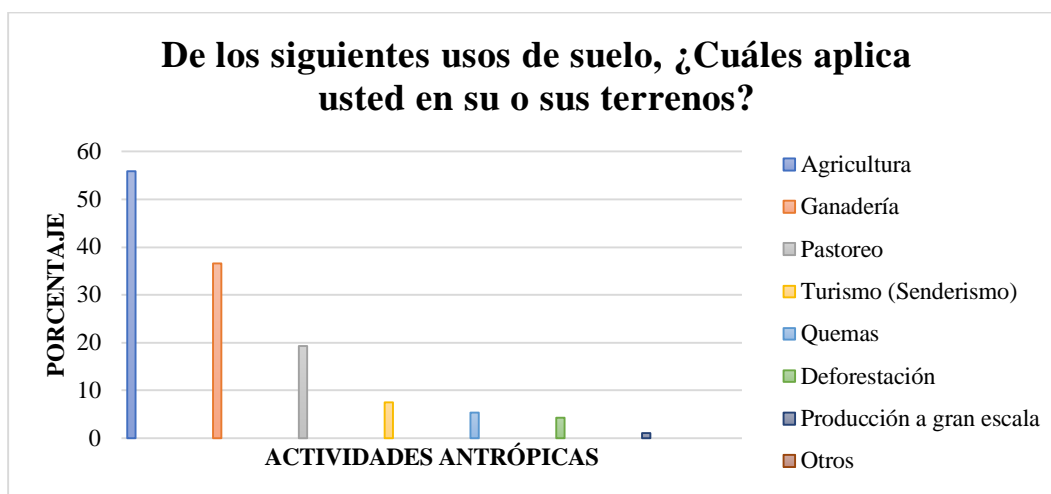
Resultados de aplicación de actividades antrópicas en los suelos de páramo

Pregunta 7	Frecuencia	Porcentaje
Agricultura	52	55,91
Ganadería	34	36,56
Pastoreo	18	19,35
Turismo (Senderismo)	1	1,08
Quemas	4	4,30
Deforestación	5	5,38
Producción a gran escala (Monocultivos)	7	7,53
Otros	0	0

Nota. Presentación de resultados de la aplicación de actividades antrópicas en los suelos de páramo en la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

Figura 55.

Resultados de aplicación de actividades antrópicas en los suelos



Nota. Presentación de los resultados de aplicación de actividades antrópicas sobre los suelos de páramo de la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

La encuesta realizada hace mención a las actividades antrópicas que se realizan y aplican en sus terrenos, siendo así que en su mayoría lo aprovechan para la agricultura en un 55,91%, seguido de las actividades relacionadas a la ganadería con un 36,56%, así también un 19,35% se dedica al pastoreo, un 7,53% a la producción a gran escala (monocultivos), un 5,38% dedicado a deforestación, un 4,30% para quemas y un 1,08% para turismo (senderismo).

Pregunta 8. ¿Con qué frecuencia cambia los usos de suelo?

Tabla 40.

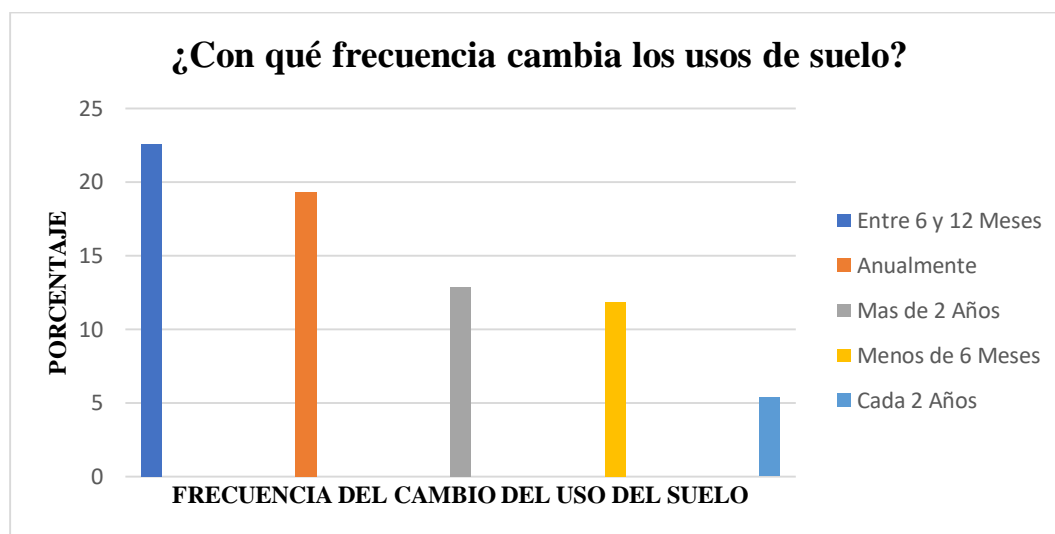
Resultados de la frecuencia de cambio de uso del suelo

Pregunta 8	Frecuencia	Porcentaje
Menos de 6 Meses	11	11,83
Entre 6 y 12 Meses	21	22,58
Anualmente	18	19,35
Cada 2 Años	5	5,38
Mas de 2 Años	12	12,90

Nota. Presentación de resultados de la frecuencia de cambios de uso de suelo. Elaborado por: Los Autores.

Figura 56.

Resultados de la frecuencia de cambio de uso de suelo



Nota. Presentación de resultados de la frecuencia de cambios de uso del suelo de la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

Del 51% de las personas que poseen suelos de páramo, además de trabajar en ellos, el 22,58% realizan un cambio de uso en el mismo con la frecuencia de entre 6 y 12 meses, un 19,35% cambia el uso de suelo anualmente, el 12,90% lo cambia en más de 2 años, el 11,83% cambia el uso de suelo en menos de 6 meses y el 5,38% restante cambia el uso del suelo cada 2 años.

Pregunta 9. Ha visto cambios evidentes como: erosión, poca fertilidad, cambio de color y textura, otros, ¿en el suelo de la Parroquia Olmedo en los últimos 5 años?

Tabla 41.

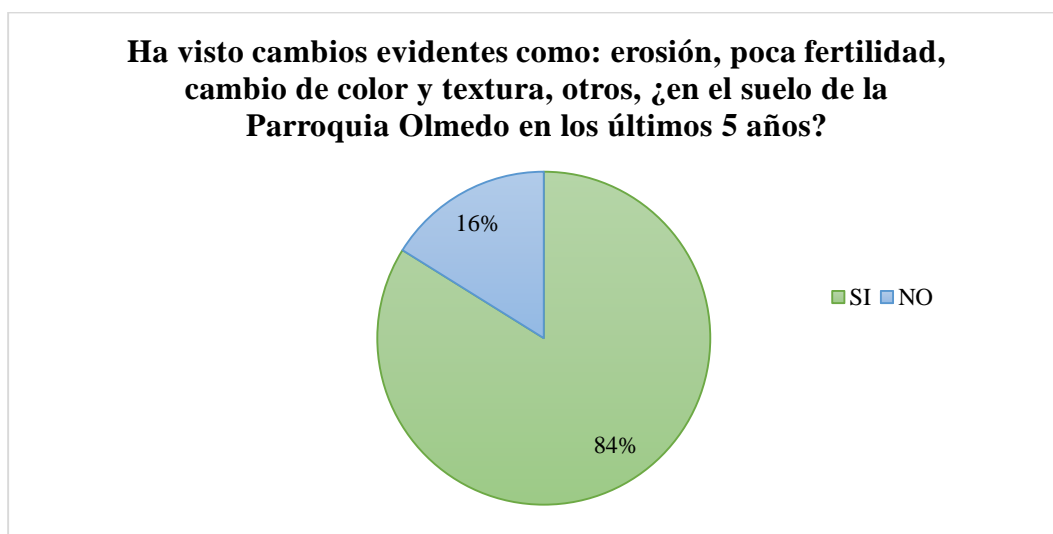
Resultados de cambios en el suelo vistos por la población encuestada

Pregunta 9	Frecuencia	Porcentaje
SI	78	83,87
NO	15	16,13
Total	93	100

Nota. Presentación de resultados de los cambios vistos en el suelo como: erosión, poca fertilidad, cambio de color y textura, otros, de la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

Figura 57.

Resultados de los cambios en el suelo vistos por la población encuestada



Nota. Presentación de resultados de los cambios vistos en el uso de suelo en los últimos cinco años. Elaborado por: Los Autores.

De la población muestreada el 84% ha evidenciado y considera que en los últimos 5 años se han presentado cambios notables en el suelo de la Parroquia Olmedo, entre los cambios se consideró: erosión, poca fertilidad, cambio de color y textura. Por otro lado, el 16% considero que no se han presentado cambios o alteraciones en el mismo.

Pregunta 10. ¿Cree usted que es importante cuidar el suelo de páramo?

Tabla 42.

Resultados de la importancia del cuidado del suelo de páramo

Pregunta 10	Frecuencia	Porcentaje
SI	93	100
NO	0	0
Total	93	100

Nota. Presentación de resultados de la importancia del cuidado del suelo de páramo en la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

Figura 58.

Resultados de la importancia del cuidado del suelo de páramo



Nota. Presentación de los resultados de la importancia del cuidado del suelo de páramo en la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

La totalidad de la población encuestada, es decir el 100%, considera que sí es importante el cuidado de los suelos de páramo.

Pregunta 11. ¿Cómo categorizaría usted el estado del suelo de la Parroquia Olmedo?

Tabla 43.

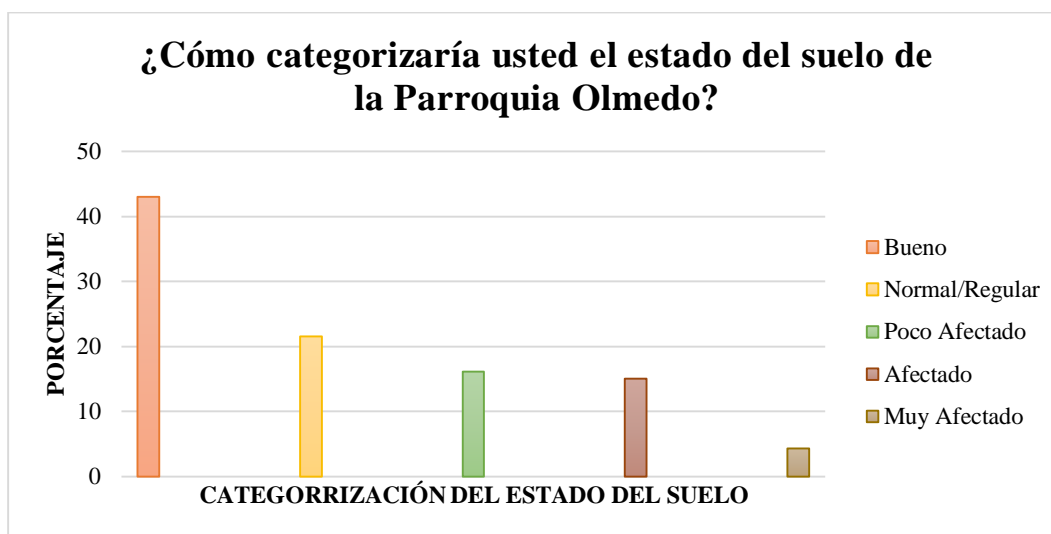
Resultados de la categorización del estado del suelo

Pregunta 11	Frecuencia	Porcentaje
Bueno	20	21,51
Normal/Regular	40	43,01
Poco Afectado	14	15,05
Afectado	15	16,13
Muy Afectado	4	4,30
Total	93	100

Nota. Presentación de resultados de la categorización del estado del suelo de la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

Figura 59.

Resultados de la categorización del estado del suelo



Nota. Presentación de resultados de la categorización del estado del suelo de páramo de la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

De la población residente y encuestada de la Parroquia Olmedo, el 43,01% considera normal/regular el estado del suelo de dicho sector, el 21,51% lo considera bueno, el 16,13% lo considera afectado, el 15,05% lo considera poco afectado y el 4,30% lo considera muy afectado.

Pregunta 12. Del 1 al 5, ¿Qué tan dependiente del uso del suelo es usted?

Tabla 44.

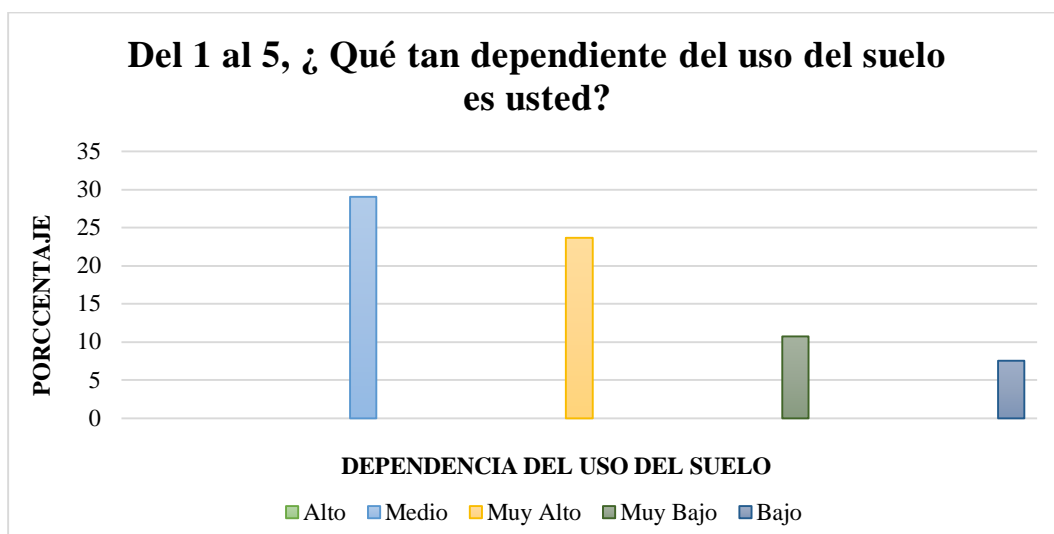
Resultados de la dependencia del suelo

Pregunta 12	Frecuencia	Porcentaje
Muy Bajo	10	10,75
Bajo	7	7,53
Medio	27	29,03
Alto	27	29,03
Muy Alto	22	23,66
Total	93	100

Nota. Presentación de resultados de la dependencia del suelo en la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

Figura 60.

Resultados de la dependencia del suelo



Nota. Presentación de resultados de la dependencia del uso del suelo en la parroquia Olmedo. Elaborado por: Los Autores.

La dependencia del uso del suelo con 29,03% se encontró que es media y alta, un 23,66% considera muy alto depender del suelo, el 10,75% considera muy baja la dependencia del suelo y finalmente el 7,53% considera que la dependencia del suelo es baja.

Pregunta 13. De las siguientes actividades antrópicas, ¿Cuál o cuáles usted cree que generen un impacto negativo al suelo de páramo?

Tabla 45.

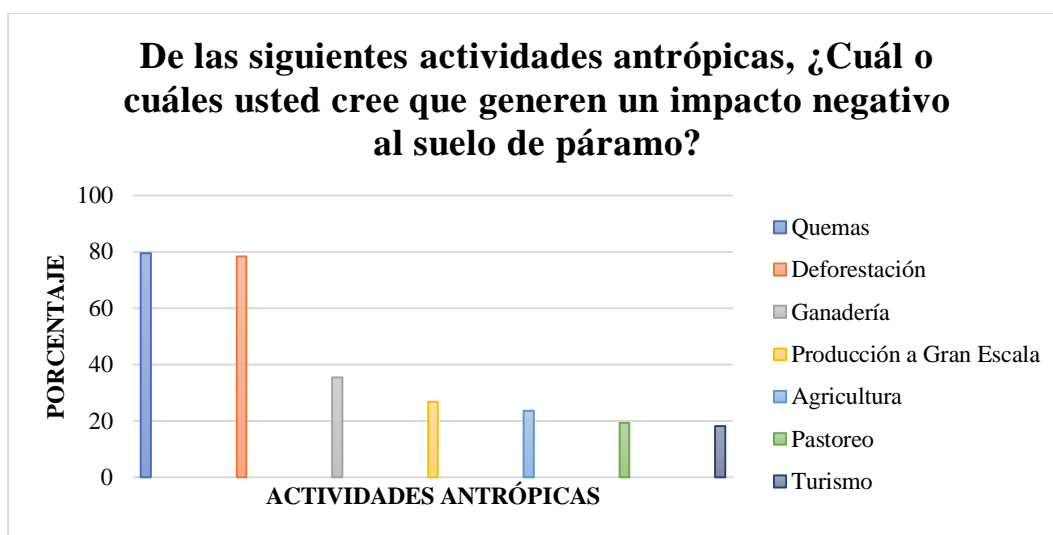
Resultados de Actividades que Generan Impactos Negativos en el Suelo de Páramo

Pregunta 13	Frecuencia	Porcentaje
Agricultura	22	23,66
Ganadería	33	35,48
Pastoreo	18	19,35
Turismo (Senderismo)	17	18,28
Quemas	74	79,57
Deforestación	73	78,49
Producción a gran escala (Monocultivos)	25	26,88

Nota. Presentación de resultados de actividades que generan impactos negativos en el suelo. Elaborado por: Los Autores.

Figura 61.

Resultados de Actividades que Generan Impactos Negativos en el Suelo de Páramo



Nota. Presentación de resultados de actividades que generan impactos negativos al suelo de páramo. Elaborado por: Los Autores.

El 79,57% de la población encuestada considera que la quema es la actividad antrópica que más genera impacto negativo en el suelo de páramo, seguido se encuentra la deforestación con un 78,49%, luego se encuentra con 35,48% la ganadería, con un

26,88% la producción a gran escala (monocultivos), con un 23,66% la agricultura, con un 19,35% el pastoreo y la actividad antrópica que genera menor impacto sobre el suelo de páramo según la población encuestada es el turismo (senderismo) con un 18,28%.

4.2. Discusión

(Llambí et al., 2012) mencionan en su proyecto “Páramos Andinos, Ecología, hidrología y suelos de páramos”, que los valores de pH de suelo de páramo comprenden valores de entre 5 a 7, siendo posible encontrar valores inferiores, por lo general registrados en el sur del Ecuador con valores desde los 3,9 a 5,8. Mientras que al norte del Ecuador se registran datos desde los 5,3 hasta los 6,3. Por esta razón el análisis de Potencial de Hidrógeno (pH) del suelo de páramo de la microcuenca del río “La Chimba” realizada en el presente trabajo experimental arrojó resultados comprendidos desde 5,32 hasta 5,76, los cuales muestran una ligereza de acidez, llegando a entrar en el rango de pH neutros, además de considerarlos valores de pH justificables, debido a que la parroquia Olmedo se encuentra en el Norte del país. Estos tipos de suelo son considerados ideales para el crecimiento de plantas, así lo mencionan (Cabezas y Guevara, 2020).

Como segundo punto, las investigaciones realizadas por los autores (Llambí et al., 2012) sobre densidad aparente hacen referencia a que la misma por lo general se la encuentra en bajas cantidades, registrando datos desde los 0,4 a 0,8 g/cm³, además los suelos con presencia de minerales contienen rangos desde 1,1 a 1,8 g/cm³. Es por esta razón, que los valores obtenidos en la investigación a través de los análisis de laboratorio están dentro de los rangos mencionados, esto haciendo énfasis en los suelos de páramo no intervenidos que mostraron datos de 0,87 g/cm³, por otra parte, en los suelos intervenidos y no intervenidos de la primera y segunda altitud se encontraron valores entre 1,31 y 1,58 g/cm³, mientras que para el suelo intervenido de la tercera altitud se registró un valor de 1,29 g/cm³.

Como tercer punto, (Llambí et al., 2012) mencionan en su proyecto que el porcentaje de porosidad dentro de una zona no intervenida va desde 60 a 90% y en varias circunstancias valores superiores. Los valores obtenidos de suelo de páramo no

intervenido en la tercera altitud del presente trabajo experimental, presentan valores de 66,98% por ende este entra en el rango descrito con anterioridad. Por otra parte, los valores obtenidos de suelo intervenido y no intervenido de la primera y segunda altitud, así como el valor de suelo intervenido de la tercera altitud, se encuentran en un rango de entre 40,49 a 53,33%, esto debido a las actividades antrópicas sobre uso de suelo que se realizan en el sector, donde las más comunes son: paso de animales y maquinaria pesada, senderismo, entre otros, ocasionando la compactación del suelo reduciendo así el espacio poroso del mismo.

Como cuarto punto, encontramos la investigación realizada por (Arcos et al., 2022) en la cual presentaron valores de porcentaje de humedad de suelo de páramo no intervenido de un 66%, mientras que de suelo de páramo intervenido un valor de 42%, hay que tomar en cuenta que estos valores pueden variar según las estaciones. Los resultados obtenidos de porcentaje de humedad en la primera y segunda altitud, tanto en suelo intervenido como no intervenido fueron de 33,46 hasta 47,44, mientras que para la tercera altitud encontramos un valor de 51,31% para suelo intervenido y un valor de 83,34% para suelo no intervenido.

Como quinto punto, tenemos la materia orgánica del suelo, frente a esta variable encontramos que los autores (Llambí et al., 2012) en su proyecto encontraron valores en suelo intervenido de 1 a 5% en donde es posible que puedan existir variaciones, esto considerando el tipo de impacto que se genere por las actividades antrópicas. También mencionan que los valores encontrados en suelo de páramo no intervenido van desde 3 a 44% y en el caso de turberas pueden llegar a tener valores de un 90%. Los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental fueron valores que se encuentran dentro de los rangos mencionados con anterioridad, siendo estos los siguientes: los suelos de

páramo no intervenido presentaron valores de entre 4,52 a 12,37% mientras que los suelos de páramo intervenido presentaron valores de 4,09 hasta 8,91%.

Finalmente, encontramos la variable carbono orgánico de suelo, en donde la autora (Rosero, 2019) consideró que los suelos de páramo intervenido tienen variación en cuanto a las cantidades de COS esto en relación a los distintos usos de suelo a los que sean destinados, siendo así que los suelos intervenidos como cultivos y pastizales presentan un aumento en el contenido de COS. Mientras que, (Cabezas y Guevara, 2020) mencionan que los suelos intervenidos como cultivos y pastos causan pérdida de COS debido a que no existe un cambio en el uso del mismo dentro de los últimos 5 años. Debido a estas razones, los resultados obtenidos en la investigación presentan en la primera altitud en suelo intervenido con un valor de 127,35 mg/ha y en suelo no intervenido un valor de 124,55 mg/ha en la cual se puede notar un incremento en el valor de suelo intervenido, esto se da ya que en el sector los suelos de páramo más cercanos a la población hace un tiempo atrás se encontraban trabajados, pero con el pasar del tiempo ya no presentaron el mismo rendimiento de años pasados, por lo cual la población tomó la decisión de poner en reposo dichos suelos. Esta decisión ha afectado a la segunda altitud, la cual presenta valores de 92,85 mg/ha en suelos intervenidos y 139,37 mg/ha en suelos no intervenidos, de tal forma que se observa una reducción de COS considerable debido a que las actividades antrópicas se han extendido en esta altitud en su gran mayoría. Mientras que en la tercera altitud se encontraron valores de suelo intervenido de 180,42 mg/ha y en suelo no intervenido valores de 186,14 mg/ha en la cual se observa un valor alto en el suelo intervenido en comparación a la primera y segunda altitud pero una disminución de COS frente a páramo no intervenido de la tercera altitud, debido a que existe un grado menor de intervención por actividades antrópicas, mientras que el páramo

no intervenido se presenta gran cantidad de COS afirmando ser uno de los mayores reservorios del mismo.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se evaluó las concentraciones de Carbono Orgánico del Suelo (COS) mediante los análisis físico-químicos del mismo, además se estableció la existencia de influencia de las actividades antrópicas sobre las concentraciones de COS de páramo en la microcuenca del río “La Chimba”.
- Mediante encuestas realizadas en el área de estudio se identificó los siguientes usos de suelo: agricultura, ganadería, turismo (senderismo), pastoreo, quemas, deforestación y producción a gran escala (monocultivos) que se realizan en la microcuenca del río “La Chimba”, para la determinación de la incidencia en la pérdida de COS en el páramo.
- A través de los resultados obtenidos en los análisis físico-químicos, encuestas y análisis estadísticos se determinó que, sí existe un grado de influencia significativo en las concentraciones de COS de páramo intervenido y no intervenido, presentando que las actividades antrópicas pueden influenciar en el aumento como en la pérdida de dichas concentraciones, dependiendo de los usos de suelo ejercidos en estas dos categorías.
- Se determinó que la segunda altitud presenta menores concentraciones de COS en relación a las otras dos altitudes, debido a que las actividades antrópicas se han extendido a lo largo de esta altitud, siendo así que se socializó a las comunidades: San Pablo Urco, Olmedo, Pesillo y La Chimba, sobre la importancia del cuidado y conservación de los suelos de páramo, una vez aprobado el presente trabajo de titulación.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda considerar el clima frente a los muestreos en campo debido a la influencia de las estaciones.
- Se recomienda realizar charlas de concientización sobre la conservación de los páramos.
- Se recomienda realizar estudios de COS de páramo en otros sitios de la Sierra.
- Realizar el proceso de socialización de resultados en las localidades que fueron objeto de estudio.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, S. (2019). *Validación del Método de Calcinación en la Determinación del Contenido de la Materia Orgánica del Suelo* [Universidad Nacional Agraria la Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2131/L02-C389-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Andrade, F. (2016). *Los desafíos de la agricultura* (International Plant Nutrition Institute (ed.); Primera). [http://uprid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1806/los desafíos de la agricultura.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://uprid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1806/los%20desafios%20de%20la%20agricultura.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arcos, J. y Erazo, N. y Quishpe, F. (2022). Caracterización de Suelos Asociados a la Rizosfera de Mortiño (*Vaccinium Floribundum* Kunth) en los Páramos de Ganquis y Cubillín de la Provincia de Chimborazo. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 8(1), 482–502.
<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2505/5588>
- Bello, N. (2020). *Análisis De Los Impactos Ambientales Ocasionados Por Las Actividades Antrópicas En El Páramo De Pisba*.
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36170/BelloBernalNelsyConstanza2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bess Ruff, M. (2020). *Cómo calcular la porosidad*. WikiHow.
<https://es.wikihow.com/calcular-la-porosidad#Calcular-la-porosidad-te.C3.B3ricamente-mediante-los-vol.C3.BAmenes>
- Burbano, H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(1), 82–96.
<https://doi.org/10.22267/rcia.183501.85>
- Cabezas, C. y Guevara, J. (2020). “*Calidad del Suelo mediante Indicadores Físicos*,

- Químicos y Biológicos en Suelos Bajo Páramo, Pasto y Cultivo, Parroquia Achupallas Provincia de Chimborazo*” [Universidad Nacional de Chimborazo].
[http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7163/2/Trabajo de titulación Carlos Cabezas y Juan Pablo Guevara.pdf](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7163/2/Trabajo%20de%20titulacion%20Carlos%20Cabezas%20y%20Juan%20Pablo%20Guevara.pdf)
- Calderón, C. y Bautista, G. y Rojas, S. (2018). Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del Meta. *Orinoquia*, 22(2), 141–157.
<https://doi.org/10.22579/20112629.524>
- Castillo, L. y Bojórquez, J. y Hernández, A. y García, D. (2016). Contenidos de Carbono Orgánico en Suelos Bajo Diferentes Coberturas Vegetales y de Cultivo. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 72–78. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2035.4805>
- Castillo, P. (2019). *Revisión de Información sobre la Determinación del Carbono Orgánico del Suelo Asociado a la Biomasa Microbiana en Sistemas Productivos de Caña de Azúcar para Producción de Panela Saccharum officinarum (Poaceae)* [Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano].
[https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/7580/Tra bajo de grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/7580/Tra%20bajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cepssa, D. (2015). El Cambio Climático y los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en Cepssa. *CEPSA*, 14. [https://www.cepsa.com/stfls/CepssaCom/Coorp_Comp/Medio Ambiente_Seguridad_Calidad/Articulos/Dossier-Cambio-Climatico-y-GEI.pdf](https://www.cepsa.com/stfls/CepssaCom/Coorp_Comp/MedioAmbiente_Seguridad_Calidad/Articulos/Dossier-Cambio-Climatico-y-GEI.pdf)
- Chuncho, C. y Chuncho, G. (2019). Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una revisión. *Bosques Latitud Cero*, 9(2), 71–83.
[https://www.researchgate.net/profile/Guillermo-Chuncho-2/publication/344180955_Paramos_del_Ecuador_importancia_y_afectaciones_Un a_revisi on/links/5f599caaa6fdcc11640482c4/Paramos-del-Ecuador-importancia-y-](https://www.researchgate.net/profile/Guillermo-Chuncho-2/publication/344180955_Paramos_del_Ecuador_importancia_y_afectaciones_Una_revisi%3Flinks%2F5f599caaa6fdcc11640482c4/Paramos-del-Ecuador-importancia-y-)

afectaciones-Una-revision.pdf

FAO. (2017). *Carbono Orgánico del Suelo: el potencial oculto*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. <http://www.fao.org/3/b-i6937s.pdf>

FAO. (2022). *Propiedades Físicas del Suelo: Densidad del Suelo*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y Agricultura. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>

Farinango, V. y Morocho, J. (2020). *Fusión de las escuelas rurales e impacto socioeducativo en la parroquia Olmedo, cantón Cayambe* [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21362/1/T-UCE-0010-FIL-873.pdf>

GAD Parroquial de Olmedo. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Olmedo / Pesillo* (2020th–2030th ed.). https://olmedopesillo.gob.ec/pichincha/wp-content/uploads/2021/06/PDyOT-Olmedo-2020_2030_compressed.pdf

GADIP Cayambe. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. GADIP Cayambe. https://municipiocayambe.gob.ec/images/ley_transparencia/LOTAIP/R_cuentas_2020/1.PLAN_DE_DESARROLLO_Y_ORDENAMIENTO_TERRITORIAL_DEL_CANTÓN_CAYAMBE_2020-2030.pdf

Gaibor, J. (2019). *Influencia del Uso del Suelo en la Infiltración del Agua de la Microcuenca Alta del Río Sábalo, Valle Hermoso* [Universidad Tecnológica Equinoccial]. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20048/1/10180_1.MISHELLE_GAIBOR.pdf

García, J. (2020). *Distribución Espacial de la Humedad del Suelo y su Relación con la*

Cobertura Vegetal en América Central, Discrepancia Dentro y Fuera del Corredor Seco Centroamericano. [Universidad de Costa Rica].

https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/81332/TFIA_Jorge_Daniel_Garcia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional del Municipio de Cayambe. (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo Y Ordenamiento Territorial del Cantón Cayambe 2015-2025.*

https://www.municipiocayambe.gob.ec/images/ley_transparencia/LOTAIP/PDYOT GADIP Cayambe 10-06-2015.pdf

Gomez, V. (2019). *Las 6 actividades antrópicas principales y sus efectos.* Lifeder. <https://www.lifeder.com/actividades-antropicas/>

Izquierdo, J. y Arévalo, J. (2021). Determinación de la materia orgánica del suelo (MOS) por el método químico y por calcinación. *Revista Ingeniería y Región*, 26, 20–28.

León, W. (2015). *Medidas de Dispersión y Forma.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://es.slideshare.net/williamleon20/clase04-eyp>

Lizcano, R. y Olivera, D. y Machado, L. y Rolando, E. y Moreno, M. y Fidel, M. (2017). Muestreo de suelos, técnicas de laboratorio e interpretación de análisis de suelos. In *Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.* SENA. <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/CARTILLAMUESTREOSDESUELOS-PANAMERICANA.pdf>

Llambí, L. D. y Soto-W, A. y Célleri, R. y De Bievre, B. y Ochoa Boris y Borja, P. (2012). *Páramos Andinos Ecología, hidrología y suelos de páramos* (Segunda). Monsalve Moreno.

Maldonado, E. (2019). *Impacto ambiental del visitante y capacidad de carga turística*

- en el Área de Conservación Regional Huaytapallana* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5316>
- Martínez, E. y Fuentes, J. y Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de La Ciencia Del Suelo y Nutricion Vegetal*, 8(1), 68–96.
<https://doi.org/10.4067/s0718-27912008000100006>
- Martínez, J. y Duval, M. y López, F. y Iglesias, J. y Galantini, J. (2017). Ajuste en la Estimación de Carbono Orgánico por el Método de Calcinación en Molisoles del Sudoeste Bonaerense. *Ciencia Del Suelo*, 35(1), 181–187.
<http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v35n1/v35n1a16.pdf>
- Meza, K. y Steven, V. y Retamozo, R. y Scurrah, M. y Edgar, H. y Steven, F. (2017). Importancia de los Servicios Ecosistémicos en un Paisaje Andino de la Sierra Central del Perú. *Leisa Revista de Agroecología*, 33(1), 15–18. <https://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol33n1.pdf>
- MINAM. (2017). Diseño metodológico para el desarrollo de un modelo predictivo de incendios. In *Dirección de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio*.
file:///C:/Users/HP/Downloads/informe_preliminar_predictivo_de_incendios_reportes.pdf
- Moreno, H. y Ibañez, S. (2020). Horizontes del suelo: Nomenclatura y designación de los horizontes genéticos. *Universitat Politècnica de València*, 1–10.
<https://riunet.upv.es/handle/10251/146032#.YaOyjHjKl6k.mendeley>
- Ormaechea, S. y Peri, P. y Cipriotti, P. y Distel, R. (2019). El cuadro de pastoreo en los sistemas extensivos de Patagonia Sur. Percepción y manejo de la heterogeneidad. *Ecología Austral*, 29(2), 174–184. <https://doi.org/10.25260/ea.19.29.2.0.829>
- Pachés, M. (2019). El agua en el suelo: fuerzas de retención. *Universidad Politécnica de*

- Valencia*, 31(3), 1–10. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/121154/Pachés - El agua en el suelo. Fuerzas de retención.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/121154/Pachés-El%20agua%20en%20el%20suelo.%20Fuerzas%20de%20retenci3n.pdf?sequence=1)
- Parra, R. y Magaña, M. y Piñeiro, A. (2019). Intensificación Sostenible de la Ganadería Bovina Tropical Basada en Recursos Locales: Alternativas de Mitigación Ambiental para América Latina. *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria*, 10, 1–18. <https://doi.org/10.12706/itea.2019.003>
- Pinos, D. y Morales, O. y Durán, M. (2021). Suelos de páramo: Análisis de percepciones de los servicios ecosistémicos y valoración económica del contenido de carbono en la sierra sureste del Ecuador. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(2), 157–179. <https://doi.org/10.15359/rca.55-2.8>
- Porta, J. y López, M. y Poch, R. (2019). *Edafología: uso y protección de suelos* (Editorial Ediciones Mundi-Prensa (ed.); 4ta ed.). <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SZ3BDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=suelos&ots=3KJGuugk9j&sig=yQ5ThQuvewIYSQrThqNXsC0E7qs#v=onepage&q&f=false>
- Rivera, K. (2021). *Evaluación de la Influencia e Impactos que Ejercen las Plantaciones de Pinos en el Sistema Hídrico del Ecosistema Páramo del Parque Nacional Cotacachi Cayapas (PNCCA)* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra]. [http://190.15.137.77/bitstream/11010/615/1/TESIS KARLA RIVERA.pdf](http://190.15.137.77/bitstream/11010/615/1/TESIS%20KARLA%20RIVERA.pdf)
- Rosero, G. (2019). “*Evaluación de Carbono Orgánico del Suelo en el Ecosistema de Páramo de la Microcuenca del Río Chimborazo en Base a las Actividades Antrópicas*” [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/11124/1/236T0433.PDF>
- Rucks, L. y García, F. y Kaplán, A. y Ponce de León, J. y Hill, M. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*. 2(3), 68.

<http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>

Trespalacios, J. y Blanquicett, C. y Carrillo, P. (2018). Gases y efecto invernadero. In *Instituto de Desarrollo Sostenible* (p. 38).

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58179901/IDS_1.2_-_Gases_y_efecto_invernadero_-_V04-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1650840557&Signature=Xn4RJw4NBQUZVYMle205zPXr4063qzd0iuaKnNBr~43MPqEu-QQqwlQgEaabFexY4dxS4nonoyC48-chro5UiaT5VAueBqKJdKux0XtxttNn2a0yW

Truitt, G. (2019). *Monocultivos: la amenaza de los “desiertos verdes” de hoy para la producción alimentaria de mañana*. The Nature Conservancy.

<https://www.nature.org/es-us/que-hacemos/nuestra-vision/perspectivas/monocultivos-amenaza-desiertos-verdes-produccion-alimentaria/>

Uvidia, W. y Villagómez, E. (2020). *Manejo Integral de la Microcuenca Hidrográfica del Río La Chimba para la Captación del Recurso Hídrico para Abastecimiento de Agua de Consumo Humano de la Parroquia Olmedo, Cantón Cayambe* [Universidad Politécnica Salesiana].

<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18503%0Ahttp://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>

Villaseñor, D. (2016). *Fundamentos y procedimientos para análisis físicos y morfológicos del suelo* (Segunda). Ediciones UTMACH.

[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10690/1/FUNDAMENTOS Y PROCEDIMIENTOS.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10690/1/FUNDAMENTOS_Y_PROCEDIMIENTOS.pdf)

7. ANEXOS

Anexo 1.

Tabla de comparación de Coeficientes de Variabilidad

Valor del coeficiente de variación (%)	Interpretación del coeficiente	
	Variabilidad	Estabilidad
Igual a cero	Nula	Muy Alta
Mayor de 0 hasta 20	Baja	Alta
Mayor de 20 hasta 60	Moderada	Moderada
Mayor de 60 hasta 90	Alta	Baja
Mayor de 90	Muy Alta	Nula

Nota. Tabla utilizada para la comparación de CV obtenidos en el ANOVA del presente trabajo experimental. Información tomada de: (León, 2015). Modificado por: Los Autores.

Anexo 2.

Primera Página de Tríptico de Socialización

IMPORTANCIA DEL CUIDADO Y CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS DE PÁRAMO

El suelo en un estado intacto sin la presencia de actividades antrópicas es un gran reservorio, al contrario de lo que sucede cuando se generan actividades antrópicas que rompen el estado de equilibrio liberando gran cantidad de los gases de efecto invernadero a la atmósfera.

RESULTADO

La cantidad de Carbono Orgánico del Suelo (COS) del ecosistema páramo, se ve afectado por las distintas actividades antrópicas que se desarrollan en la Microcuenca del Río "La Chimba".

Promedios de Carbono Orgánico del Suelo		
Primera Altitud	Suelo de Páramo Intervenido	127,55 mg/ha
	Suelo de Páramo No Intervenido	124,55 mg/ha
Segunda Altitud	Suelo de Páramo Intervenido	92,85 mg/ha
	Suelo de Páramo No Intervenido	139,37 mg/ha
Tercera Altitud	Suelo de Páramo Intervenido	180,42 mg/ha
	Suelo de Páramo No Intervenido	186,14 mg/ha

La primera altitud registra el promedio con menor cantidad de COS en el suelo de páramo no intervenido con 124.55 mg/a y en la segunda altitud el promedio de menor cantidad de COS en el suelo de páramo intervenido con 92.85 mg/ha.

SUBMUESTRAS EN EL ANÁLISIS DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO E INGENIERA AMBIENTALES

EVALUACIÓN DEL CARBONO ORGÁNICO E IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES ANTRÓPICOS QUE HAN INFLUENCIADO EN EL SUELO DE PÁRAMO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO LA CHIMBA, PARROQUIA OLMEDO, CANTÓN CAYAMBE

AUTORES:
JEAN PIERRE SUNTAXI ANASI
JOSSELYN ARACELLY TOSCANO VELASTEGUÍ

TUTOR:
BERSOSA VACA EDWIN FABIAN

QUITO, ECUADOR
2022

Nota. Página uno del tríptico entregado a los dueños de los predios muestreados. Elaborado por: Los Autores.

Anexo 3.

Segunda Página de Tríptico de Socialización

PROBLEMÁTICA

La pérdida de Carbono Orgánico del Suelo (COS) en los páramos, es un hecho que se da por el incremento que han tenido las actividades antrópicas en los páramos.

OBJETIVO

Determinar la altitud con menor porcentaje de COS, mediante la comparación de la variable "Caracterización de Carbono Orgánico del Suelo (COS)", para la socialización de la importancia del cuidado y conservación de los suelos de páramo a las comunidades que se encuentren ubicadas dentro de dicha altitud.

EL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO

El suelo es el mayor reservorio de carbono que se puede encontrar, esto se debe a que al encontrarse en el suelo logra entrar en un estado de armonía entre la proporción de carbono orgánico que ingresa y sale.

PÁRAMO NO INTERVENIDO

El páramo no intervenido es aquel que no presenta cambios o alteraciones en el uso del suelo por la presencia de actividades antrópicas, dicho páramo se encuentra cubierto por pajonal, bosques y pantanos (Pinos et al., 2021).

PÁRAMO INTERVENIDO

Es considerado páramo intervenido a aquel páramo que hospeda a poblaciones humanas que realizan su diario vivir a través de los diferentes usos de suelo para la obtención de varios beneficios económicos (Pinos et al., 2021).

ACTIVIDADES ANTRÓPICAS

- Agricultura
- Ganadería
- Pastoreo
- Turismo (Senderismo)
- Quemaz
- Deforestación
- Producción a gran escala (Monocultivos)

ÁREA DE ESTUDIO
MICROCUENCAS DE LA PARROQUIA OLMEDO

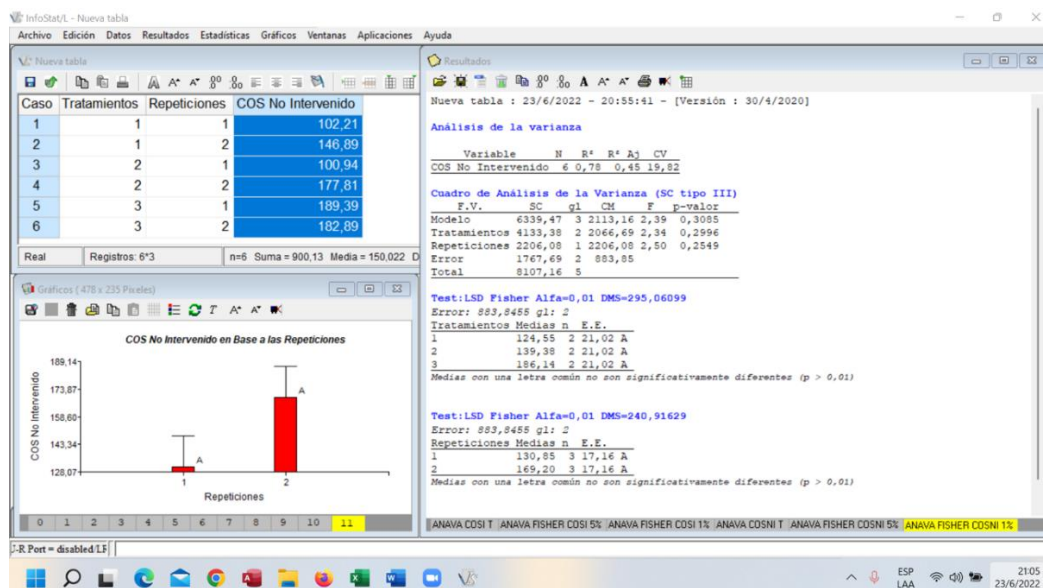
Con el Programa ArcCis se delimitó la llamada Microcuenca del río "La Chimba", la misma que abarca las comunidades: Olmedo, parte de Muyurku, Caucho Alto, El Chaupí, San Pablo Urco, Puliza, parte de Pesillo, La Chimba y Turucucho.




Nota. Página dos del tríptico entregado a los dueños de los predios muestreados. Elaborado por: Los Autores.

Anexo 4.

Ejemplo de Uso del Programa Estadístico InfoStat



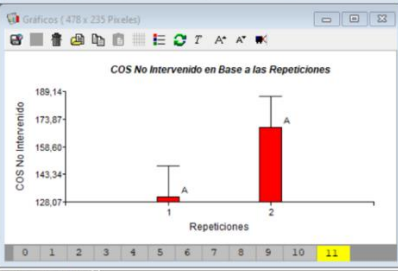
The screenshot shows the InfoStat software interface with the following data and results:

Caso	Tratamientos	Repeticiones	COS No Intervenido
1	1	1	102,21
2	1	2	146,89
3	2	1	100,94
4	2	2	177,81
5	3	1	189,39
6	3	2	182,89

Real Registros: 6*3 n=8 Suma = 900,13 Media = 150,022 D

Gráficos (478 x 235 Pixeles)

COS No Intervenido en Base a las Repeticiones



Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² A _j	CV
COS No Intervenido	6	0,78	0,45	19,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6339,47	3	2113,16	2,39	0,3095
Tratamientos	4133,38	2	2066,69	2,34	0,2596
Repeticiones	2206,08	1	2206,08	2,50	0,2549
Error	1767,69	2	883,85		
Total	8107,16	5			

Test:LSD Fisher Alfa=0,01 DMS=295,06099
Error: 883,8455 gl: 2
Tratamientos Medias n E.E.
1 124,55 2 21,02 A
2 139,38 2 21,02 A
3 186,14 2 21,02 A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,01)

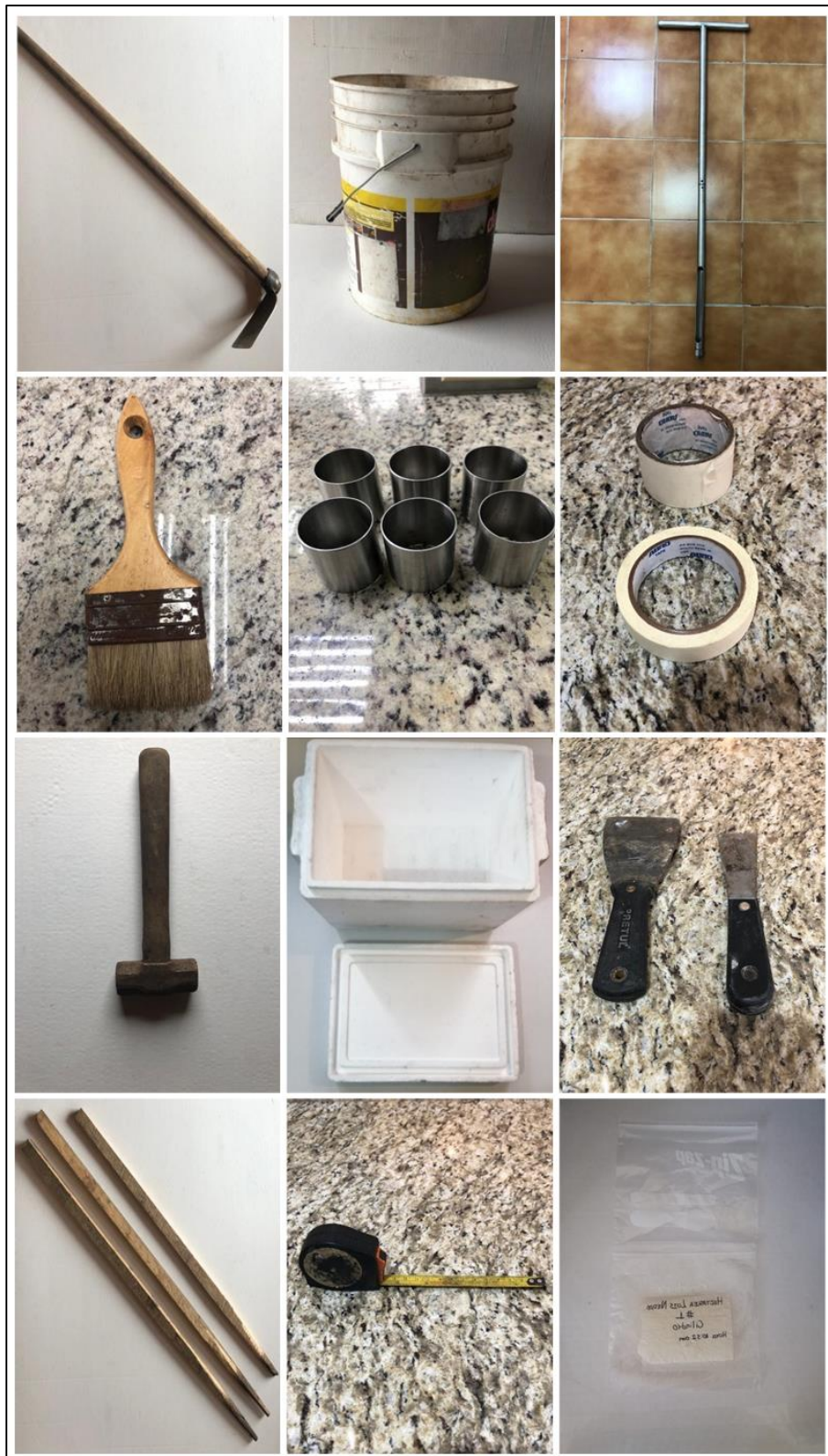
Test:LSD Fisher Alfa=0,01 DMS=240,91629
Error: 883,8455 gl: 2
Repeticiones Medias n E.E.
1 130,85 3 17,16 A
2 169,20 3 17,16 A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,01)

ANAVA COSI T ANAVA FISHER COSI 5% ANAVA FISHER COSI 1% ANAVA COSNI T ANAVA FISHER COSNI 5% ANAVA FISHER COSNI 1%

Nota. Ejemplo de uso del programa estadístico InfoStat. Elaborado por: Los Autores.

Anexo 5.

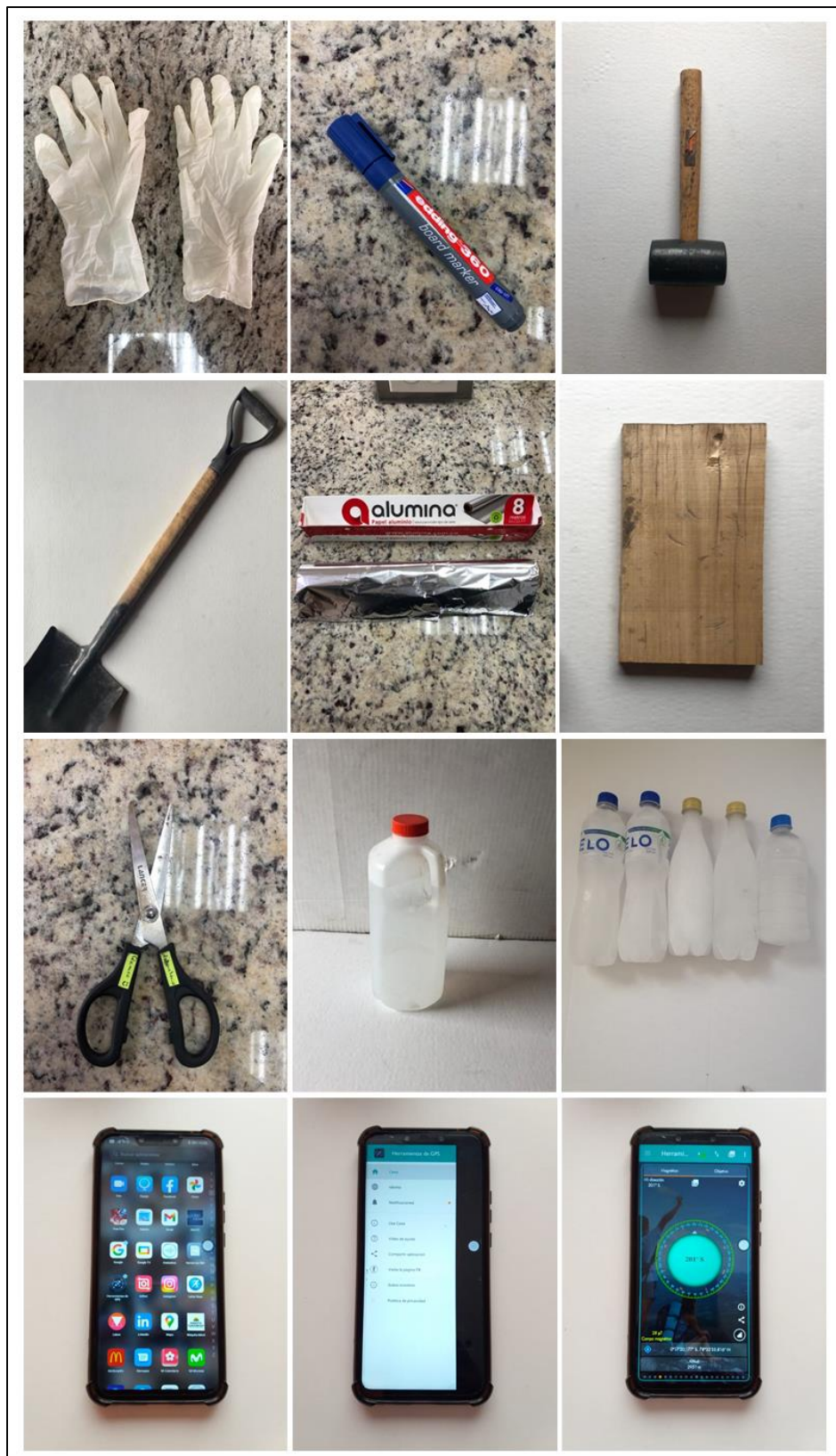
Materiales utilizados en fase de campo



Nota. Fotografías de materiales e implementos utilizados en la fase de campo del trabajo experimental. Elaborado por: Los Autores.

Anexo 6.

Continuación de materiales utilizados en fase de campo



Nota. Fotografías de materiales e implementos utilizados en la fase de campo del trabajo experimental. Elaborado por: Los Autores.

Anexo 7.

Materiales utilizados en fase de laboratorio



Nota. Fotografías de materiales e implementos utilizados en la fase de laboratorio del trabajo experimental. Elaborado por: Los Autores.

Anexo 8.

Continuación de materiales utilizados en fase de laboratorio



Nota. Fotografías de materiales, equipos y reactivos utilizados en la fase de laboratorio del trabajo experimental. Elaborado por: Los Autores.

Anexo 9.

Proceso de obtención de resultados en laboratorio



Nota. Submuestras en el análisis de laboratorio y sus resultados obtenidos. Elaborado por: Los Autores.

Anexo 10.

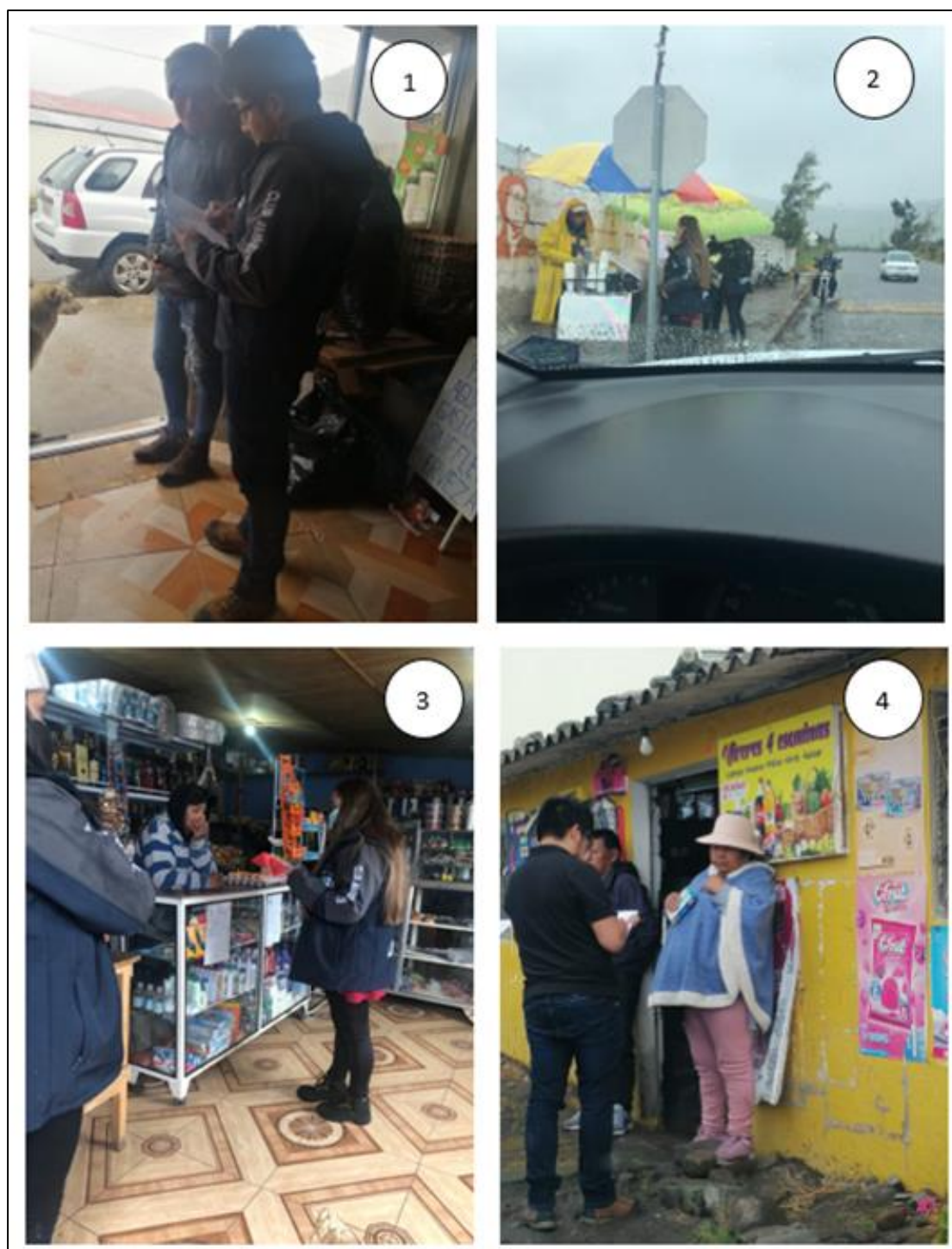
Formato de encuesta aplicada

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA															
Carrera de Ingeniería Ambiental															
Encuesta de Trabajo de Titulación															
Tema: Evaluación del carbono orgánico e identificación de los factores antrópicos que han influenciado en el suelo de páramo en la microcuenca del río La Chimba, Parroquia Olmedo, Cantón Cayambe.									Encuesta Nro.						
Estimados compañeros, la actividad a desarrollarse es una herramienta utilizada para el trabajo experimental de titulación, misma que ayudará en la recopilación de información sobre los diferentes usos del suelo que se presentan en la Parroquia Olmedo. El tiempo previsto para esta encuesta es de 5-10 minutos, cabe mencionar que la información recopilada es estrictamente confidencial. La encuesta está bajo supervisión de las autoridades competentes y dirigentes de la Universidad Politécnica Salesiana (Docente Tutor de Tesis).															
INFORMACIÓN DE CONOCIMIENTO															
PREGUNTAS															
1. Género:	Femenino		Masculino		2. Edad:	De 15 a 20 años		De 21 a 30 años		De 31 a 40 años		De 41 a 50 años		Mayor de 50	
3. ¿Se ha beneficiado con ayuda del suelo o ha trabajado en el mismo? Marque con una X.												SI	NO		
4. De las siguientes actividades antrópicas o actividades humanas, ¿Cuáles de estas conoce usted que se realizan en la Parroquia Olmedo? Marque con una X.															
Agricultura	Ganadería	Pastoreo	Turismo (Senderismo)	Quemas	Deforestación	Producción a Gran escala (Monocultivos)	Otros								
5. ¿Posee usted terrenos con suelo de páramo? Marque con una X.												SI	NO		
6. ¿Actualmente usted está trabajando el suelo de páramo? Marque con una X.												SI	NO		
7. ¿De los siguientes usos de suelo ¿Cuáles aplica usted en su o sus terrenos? Marque con una X.															
Agricultura	Ganadería	Pastoreo	Turismo (Senderismo)	Quemas	Deforestación	Producción a Gran escala (Monocultivos)	Otros								
8. ¿Con que frecuencia cambia los usos de suelo? Marque con una X.															
Menos de 6 Meses				Entre 6 y 12 Meses				Anualmente		Cada 2 Años		Más de 2 Años			
9. Ha visto cambios evidentes como: erosión, poca fertilidad, cambio de color y textura, otros, ¿en el suelo de la Parroquia Olmedo en los últimos 5 años? Marque con una X.												SI	NO		
10. ¿Cree usted que es importante cuidar el suelo de páramo? Marque con una X.												SI	NO		
11. ¿Cómo categorizaría usted el estado del suelo de la Parroquia Olmedo? Marque con una X.															
BUENO			NORMAL / REGULAR			POCO AFECTADO			AFECTADO		MUY AFECTADO				
12. Del 1 al 5, ¿Qué tan dependiente del uso del suelo es usted? Marque con una X.															
1 MUY BAJO			2 BAJO			3 MEDIO			4 ALTO		5 MUY ALTO				
13. De las siguientes actividades antrópicas, ¿Cuál o cuáles cree usted que generen un impacto negativo al suelo de páramo? Marque con una X.															
Agricultura	Ganadería	Pastoreo	Turismo (Senderismo)	Quemas	Deforestación	Producción a Gran escala (Monocultivos)									

Nota. Encuesta aplicada a los pobladores de la Microcuenca del Río "La Chimba".
Elaborado por: Los Autores.

Anexo 11.

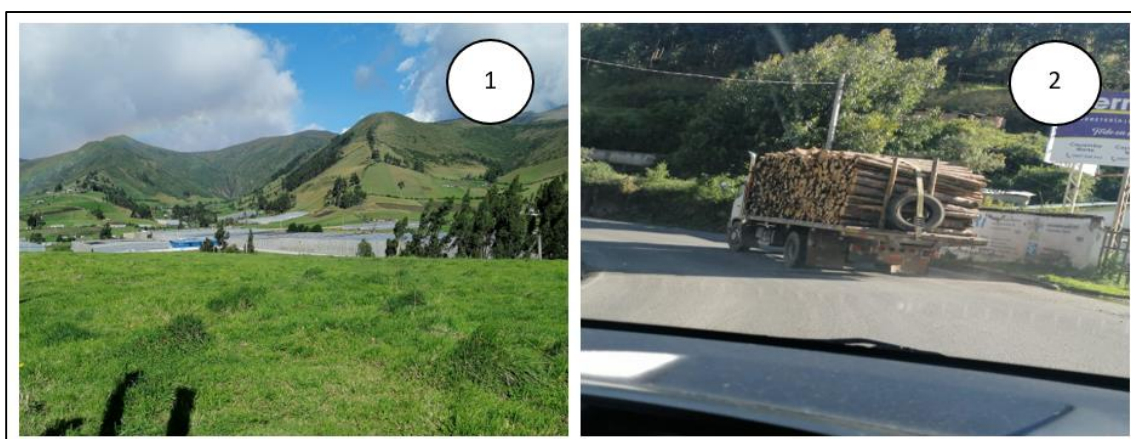
Recolección de Información mediante Encuestas



Nota. Recolección de información mediante las encuestas, las imágenes uno y cuatro presentan al Ing. Jean Suntaxi y las imágenes dos y tres presentan a la Ing. Josselyn Toscano, encuestando a los moradores de las comunidades. Elaborado por: Los Autores.

Anexo 12.

Ejemplos de Actividades antrópicas reportadas en la parroquia



Nota. La imagen uno representa a los cultivos a gran escala (monocultivos), mismos que son plantaciones de rosas, mientras que en la imagen dos se puede observar un camión transportando trocos de árboles, mismos que fueron talados dentro de algunas comunidades. Elaborado por: Los Autores.

Anexo 13.

Paisaje y Restricción



Nota. La imagen uno el paisaje de la comunidad de San Pablo Urco, mientras que la imagen dos presenta el comunicado de restricción de ingreso al Parque Nacional Cayambe Coca-Entrada Laguna San Marcos. Elaborado por: Los Autores.