



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**VALORACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LA CAPTACIÓN DE
CARBONO ORGÁNICO Y CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA DEL SUELO,
EN ZONAS INTERVENIDAS Y NO INTERVENIDAS DEL PÁRAMO DE PESILLO
EN EL CANTÓN CAYAMBE**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniera Ambiental

AUTORA: VANESA SOFÍA VELÁSQUEZ ANDRADE

TUTOR: EDWIN FABIÁN BERSOSA VACA

Quito - Ecuador

2022

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

Yo, Vanesa Sofía Velásquez Andrade con documento de identificación N° 1725788952 manifiesto que:

Soy la autora y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de maneratotal o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 21 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Vanesa Sofía Velásquez Andrade
1725788952

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

Yo, Vanesa Sofía Velásquez Andrade con documento de identificación No. 1725788952, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy la autora del Trabajo Experimental: “Valoración de servicios ecosistémicos de la captación de carbono orgánico y capacidad de retención de agua del suelo, en zonas intervenidas y no intervenidas del páramo de Pesillo en el Cantón Cayambe”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 21 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Vanesa Sofía Velásquez Andrade
1725788952

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: VALORACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LA CAPTACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO Y CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA DEL SUELO, EN ZONAS INTERVENIDAS Y NO INTERVENIDAS DEL PÁRAMO DE PESILLO EN EL CANTÓN CAYAMBE, realizado por Vanesa Sofía Velásquez Andrade con documento de identificación N° 1725788952, 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, 21 de septiembre del año 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, reading "Edwin Bersosa V.", is written over a horizontal dotted line.

Dr. Edwin Fabian Bersosa Vaca MSc.
1709204141

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Raquel y Manuel por siempre estar conmigo, brindándome su amor y su apoyo incondicional en todo momento, por guiarme para ser mejor cada día, enseñarme a no rendirme y lograr todas mis metas, por ayudarme a culminar mi carrera, por ser el pilar incondicional para salir adelante, a mi hermano Xavier por enseñarme que todas las metas se cumplen con perseverancia y dedicación, a Elizabeth por acompañarme cuando necesito, a Mathias y Fernando por compartir sus travesuras y ocurrencias, A mi abuelita Clelia por darme la bendición y sus mejores deseos para salir adelante, a mi abuelito Raúl que desde el cielo es el ángel que guía mi camino y protegerme en todo momento y a Freddy por acompañarme durante el transcurso de mi carrera y apoyarme en todo momento.

Vanesa Sofía Velásquez Andrade

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la sabiduría para salir adelante y darme la oportunidad de tener una familia maravillosa que me brindó su apoyo en todo momento para culminar mi carrera, agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por abrirme sus puertas y poder culminar con éxito mi profesión, a cada uno de mis maestros que supieron impartir su conocimiento y tiempo para crear una gran profesional. Agradezco al Ing Edwin Fabian Bersosa Vaca, por su apoyo y paciencia para culminar con mi trabajo de titulación con éxito.

Vanesa Sofía Velasquez Andrade

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.Problema.....	1
1.2.Delimitación.....	2
1.1.2. <i>Sitios de muestreo</i>	3
1.3.Preguntas de investigación.....	16
1.4.Objetivos.....	17
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	17
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	17
1.5.Hipótesis.....	18
1.5.1. <i>Hipótesis de investigación (H1)</i>	18
1.5.2. <i>Hipótesis nula (Ho)</i>	18
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	19
2.1.El páramo.....	19
2.2.Sitio no intervenido.....	20
2.2.1. <i>Pajonal</i>	20
2.3.Sitio intervenido.....	21
2.3.1. <i>Agricultura</i>	21
2.3.2. <i>Ganadería</i>	22
2.3.3. <i>Pastizal</i>	23
2.4.Servicios ecosistémicos.....	24
2.4.1. <i>Servicio de abastecimiento</i>	24
2.4.2. <i>Servicio de regulación</i>	25
2.4.3. <i>Servicios culturales</i>	25
2.4.4. <i>Servicios de soporte y apoyo</i>	25
2.5.Valoración de servicios ecosistémicos.....	25
2.6.Suelo del páramo.....	26
2.7.Cantidad de carbono orgánico.....	27
2.8.Retención de agua.....	27
3. MATERIALES Y MÉTODOS	28

3.1.Diseño.....	28
3.1.2 <i>Diseño Estadístico</i>	28
3.2.Población y muestra del área de estudio	29
3.3.Variables.....	29
3.4.Recolección de datos.....	30
3.4.1 <i>Materiales de campo</i>	30
3.4.2. <i>Materiales de laboratorio</i>	30
3.5.Protocolo.....	31
3.5.1.Zona de estudio	31
3.5.2.Delimitación de los puntos de muestreo	32
3.6.Fase de campo.....	32
3.7.Fase de laboratorio	32
3.7.1. <i>Medición de pH</i>	32
3.7.2. <i>Humedad aparente, humedad gravimétrica, densidad aparente, porosidad</i>	33
3.7.3. <i>Humedad Volumétrica</i>	34
3.7.4. <i>Densidad Aparente</i>	35
3.7.5. <i>Humedad Gravimétrica</i>	35
3.7.6. <i>Porosidad</i>	35
3.7.7. <i>Materia Orgánica (MO)</i>	36
3.7.8. <i>Carbono Orgánico</i>	36
3.8.Fase de oficina.....	37
3.8.1. <i>Valoración de servicios ecosistémicos</i>	37
3.8.2. <i>Formulación de encuestas</i>	38
3.8.3. <i>Aplicación de encuestas para valoración econométrica</i>	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1. Parámetros analizados en laboratorio.....	41
4.2. Resultados del análisis de pH.....	42
4.3. Análisis (ANOVA Y TUCKEY).....	44
4.3.1. <i>Análisis de humedad gravimétrica</i>	44
4.3.2. <i>Análisis de densidad aparente</i>	46
4.3.3. <i>Análisis de la porosidad</i>	48
4.3.4. <i>Análisis del % de materia orgánica</i>	51
4.3.5. <i>Análisis de carbono orgánico</i>	53

4.4.Encuesta.....	56
4.4.1. <i>Preguntas demográficas</i>	56
4.4.2. <i>Preguntas sobre servicios ecosistémicos</i>	60
4.4.3. <i>Preguntas sobre el recurso suelo</i>	64
4.5.Valoración Econométrica.....	65
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
5.1.Conclusiones.....	68
5.2.Recomendaciones.....	69
6. BIBLIOGRAFÍA.....	70
7. ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Puntos de Muestreo</i>	2
Tabla 2 <i>Tratamientos</i>	29
Tabla 3 <i>Materiales de laboratorio</i>	31
Tabla 4 <i>Resultados de laboratorio</i>	41
Tabla 5 <i>Rango de valoración de pH</i>	42
Tabla 6 <i>Resultados de pH</i>	43
Tabla 7 <i>Datos Análisis de laboratorio</i>	44
Tabla 8 <i>Resultados analisis de varianza humedad gravimétrica</i>	45
Tabla 9 <i>Resultados prueba de separación de medias TUKEY</i>	45
Tabla 10 <i>Datos de densidad aparente</i>	46
Tabla 11 <i>Análisis de Varianza de Densidad aparente</i>	47
Tabla 12 <i>Prueba de Separación de medias de la densidad aparente</i>	47
Tabla 13 <i>Datos de porosidad</i>	49
Tabla 14 <i>Análisis de varianza de porosidad</i>	49
Tabla 15 <i>Prueba de separación de medias de la porosidad</i>	50
Tabla 16 <i>Datos de % de materia orgánica</i>	51
Tabla 17 <i>Análisis de varianza del % de materia orgánica</i>	52
Tabla 18 <i>Prueba de separación de medias de % de materia orgánica</i>	52
Tabla 19 <i>Datos de Carbono orgánico en el suelo</i>	54
Tabla 20 <i>Análisis de varianza de % de carbono orgánico</i>	54
Tabla 21 <i>Prueba de separación de medias al 5%</i>	55
Tabla 22 <i>Regresion Probit</i>	66
Tabla 23 <i>Prueba con ingresos de la sociedad</i>	66
Tabla 24. <i>Ingresos de la población</i>	67
Tabla 25 <i>Resultados del modelo</i>	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Primer punto de muestreo, Pajonal</i>	4
Figura 2 <i>Punto de muestreo 2 Pajonal</i>	5
Figura 3 <i>Punto de muestreo 3 Pajonal</i>	6
Figura 4 <i>Punto de muestreo 4 Agricultura</i>	7
Figura 5 <i>Punto de muestreo 5 Agricultura de habas</i>	8
Figura 6 <i>Punto de muestreo 6, Agricultura maíz</i>	9
Figura 7 <i>Punto de muestreo 7 Ganadería</i>	10
Figura 8 <i>Punto de muestreo 8 Ganadería</i>	11
Figura 9 <i>Punto de muestreo 9, Ganaderia</i>	12
Figura 10. <i>Punto de muestreo 10 pastizal</i>	13
Figura 11 <i>Punto de muestreo 11 pastizal</i>	14
Figura 12 <i>Puntos de recolección de muestras</i>	15
Figura 13 <i>Punto de muestreo 12 pastizal</i>	15
Figura 14 <i>Ubicación de la comunidad de Pesillo</i>	16
Figura 15 <i>Páramo</i>	20
Figura 16 <i>Pajonal</i>	21
Figura 17 <i>Agricultura</i>	22
Figura 18 <i>Ganadería</i>	23
Figura 19 <i>Pastizal</i>	24
Figura 20 <i>Suelo del Páramo</i>	26
Figura 21 <i>Comparación de datos de pH</i>	44
Figura 22 <i>Gráfica de comparación de humedad gravimetrica</i>	46
Figura 23 <i>Comparación de densidad aparente en zonas intervenidas y no intervenidas</i>	48
Figura 24 <i>Gráfica de comparación de datos de porosidad</i>	51
Figura 25 <i>Comparación de % de materia orgánica</i>	53
Figura 26 <i>Cantidad de carbono orgánico en el suelo</i>	55
Figura 27 <i>Rango de edades</i>	56
Figura 28 <i>Genero</i>	57
Figura 29 <i>Nivel de educación</i>	58
Figura 30 <i>Personas que viven en la casa</i>	59
Figura 31 <i>Ingresos mensuales</i>	59
Figura 32 <i>Que es el páramo</i>	60
Figura 33 <i>De donde provienen sus alimentos.</i>	61
Figura 34 <i>Cuenta con agua potable en su hogar</i>	61
Figura 35 <i>Utilización de leña para actividades en el hogar</i>	62
Figura 36 <i>Tiene contacto con los turistas.</i>	63
Figura 37 <i>Le afectaría si los turistas dejan de visitar Pesillo</i>	63
Figura 38 <i>Páramo como tema de estudio</i>	64
Figura 39. <i>Estaría dispuesto a pagar por los servicios ecosistemicos</i>	65
Figura 40 <i>Remoción de vegetación</i>	72
Figura 41 <i>Cilindro muestreador</i>	72
Figura 42 <i>Muestra sacada de la tierra</i>	73
Figura 43 <i>Compactando cilindro muestreador</i>	73
Figura 44 <i>Cilindro con la muestra</i>	74

Figura 45. <i>Materiales de laboratorio</i>	74
Figura 46 <i>Sobresaturación de muestras</i>	75
Figura 47 <i>Tara de las muestras</i>	75
Figura 48 <i>Análisis humedad volumétrica</i>	76
Figura 49 <i>Resultados porosidad</i>	77
Figura 50 <i>Datos densidad aparente</i>	78
Figura 51 <i>Datos % de materia orgánica</i>	79
Figura 52 <i>Datos completos % de carbono orgánico</i>	80
Figura 53 <i>Programación de Stata</i>	81
Figura 54 <i>Resultado de valoración de las preguntas</i>	82
Figura 55 <i>Valor a pagar por los servicios ecosistémicos</i>	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: <i>Toma de muestras</i>	72
Anexo 2: <i>Materiales de laboratorio</i>	73
Anexo 3 <i>Análisis realizados</i>	75
Anexo 4 <i>Analisis Estadisticos relalizados</i>	76
Anexo 5 <i>Análisis de datos Programa Stata</i>	81
Anexo 6 <i>Encuesta</i>	83

RESUMEN

La presente investigación está enfocada en la valoración de los servicios ecosistémicos de captación de carbono orgánico y retención de agua del suelo en los Páramos de Pesillo, Cantón Cayambe. Teniendo como finalidad conocer la diferencia entre los sectores intervenidos y no intervenidos.

El tipo de trabajo realizado fue experimental, donde se realizó análisis de parámetros físicos; como el pH, humedad gravimétrica, densidad aparente, porcentaje de materia orgánica y porcentaje de carbono orgánico del suelo; obteniendo 180 muestras de los diferentes lugares como el pajonal, la agricultura, ganadería y pastizal, para determinar parámetros y evaluar los cambios que existen mediante análisis de laboratorio.

Mediante los análisis realizados se determinó que hay diferencia entre las zonas intervenidas y no intervenidas, debido a la manipulación del suelo en las diferentes actividades desarrolladas, dando como resultado que la retención de agua del suelo es mayor en el pajonal zona no intervenida debido a la alta porosidad que tiene y la densidad aparente presenta; la cantidad de carbono orgánico almacenado es mayor en los sitios no intervenidos debido a la cantidad de materia orgánica que se acumula y se descompone además que el clima ayuda que esta se conserve esta materia orgánica proporcionando nutrientes al suelo.

Se realizaron encuestas a los moradores de Pesillo para determinar hipotéticamente la cantidad que se debería de pagar por los servicios ecosistémicos brindados en el páramo de Pesillo dando como resultado que se debería pagar de \$11,45 dólares al año.

Palabras Clave: Servicios ecosistémicos, Páramo, zona intervenida, zona no intervenida, cantidad de carbono orgánico, capacidad de retención de agua .

ABSTRACT

This research is focused on the assessment of the ecosystem services of organic carbon capture and soil water retention in the Páramos de Pesillo, Cantón Cayambe. With the purpose of knowing the difference between the intervened and non-intervened sectors.

The type of work carried out was experimental, where analysis of physical parameters was carried out; such as pH, gravimetric humidity, apparent density, percentage of organic matter and percentage of organic carbon in the soil; obtaining 180 samples from different places such as grasslands, agriculture, livestock and pasture, to determine parameters and evaluate the changes that exist through laboratory analysis.

Through the analyzes carried out, it was determined that there is a difference between the intervened and non-intervened areas, due to the manipulation of the soil in the different activities carried out, resulting in the retention of water in the soil being greater in the pajonal area not intervened due to the high porosity that it has and the apparent density it presents; the amount of organic carbon stored is greater in untreated sites due to the amount of organic matter that accumulates and decomposes, and the climate also helps to preserve this organic matter by providing nutrients to the soil.

Surveys were conducted among the residents of Pesillo to hypothetically determine the amount that should be paid for the ecosystem services provided in the Pesillo páramo, resulting in \$ 11.45 dollars per year

Keys words: Ecosystem services, Páramo, intervened zone, non-intervened zone, amount of organic carbon, water retention capacity.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema

El Ecuador es considerado un país con gran biodiversidad en el mundo, que tiene una extensión de 283560 Km², donde se encuentra el páramo que es considerado un ecosistema frágil que cubre el 7% de su territorio (Chuncho, 2019) y provee servicios ecosistémicos como la captación de carbono orgánico y la retención de agua en el suelo, que son importantes para el desarrollo de las poblaciones.

En el Cantón Cayambe, parroquia de Olmedo comunidad de Pesillo, se desarrollan actividades en el suelo como son la agricultura, la ganadería, los pastizales y los pajonales en su forma natural; los cuales cumplen con servicios ecosistémicos de mucha importancia como son los de aprovisionamiento, regulación, de apoyo y culturales (ValuES, s/f) creando un área de desarrollo para la comunidad.

Con el paso del tiempo y el desarrollo de las diferentes actividades realizadas en el páramo se han evidenciado cambios en el suelo, que deterioran los servicios ecosistémicos, disminuyendo la capacidad de retención de agua y la cantidad de carbono orgánico almacenado debido a la intervención de esta zona.

El presente trabajo experimental se realizó con la finalidad de evaluar los cambios que existen en las zonas intervenidas y no intervenidas del páramo, considerando la agricultura, ganadería, pastizal y el pajonal; y dando un valor a los servicios ecosistémicos por los benéficos brindados.

1.2.Delimitación

La presente investigación se realizó en la comunidad de Pesillo ubicado en el cantón Cayambe, Provincia de Pichincha, los lugares de muestreo fueron ubicados desde los 3727.85 m.s.n.m en la parte más alta del páramo hasta los 3156.7 m.s.n.m dentro de la comunidad, en las coordenadas WGS : 826392.59 m E 16986.08 m N.

La comunidad de Pesillo, perteneciente a la Parroquia Rural de Olmedo-Pesillo, situada en el Cantón Cayambe a 24 km al nororiente, perteneciente a la provincia de Pichincha, sus donde sus límite son:

- Norte: Comunidad de Zuleta Provincia de Imbabura.
- Sur: Cabecera Parroquial de Olmedo
- Este: Comunidad La Chimba
- Oeste: Comunidad San Pablo Urcu.

Los puntos de muestreo fueron tomados en los siguientes puntos. Ver tabla 1

Tabla 1

Puntos de Muestreo

	Lugar	Coordenadas	Nomenclatura
	Pajonal 1	829352.00 m E, 17995.00 m N,17 N	P1
	Pajonal 2	829649.00 m E, 18063.00 m N, 17 N	P2
Páramo	Pajonal 3	829116.00 m E, 17868.00 m N, 17 N	P3

	Lugar	Coordenadas	Nomenclatura
Agricultura	Agricultura (papa) 1	829144.00 m E, 17856.00 m N, 17 N	A1
	Agricultura (haba) 2	826058.00 m E, 17437.00 m N, 17 N	A2
	Agricultura (maíz) 3	826000.00 m E, 17294.00 m N, 17 N	A3
Ganadería	Ganadería 1	827083.00 m E, 17374.00 m N, 17 N	G1
	Ganadería 2	825891.00 m E, 16790.00 m N, 17 N	G2
	Ganadería 3	825668.00 m E, 16804.00 m N, 17 N	G3
Pastizal	Pastizal 1	826645.00 m E, 17029.00 m N, 17 N	Pa1
	Pastizal 2	825939.00 m E, 16847.00 m N, 17 N	Pa2
	Pastizal 3	825616.00 m E, 16928.00 m N, 17 N	Pa3

Nota. Coordenadas de los puntos de muestre. Elaborado por la autora 2022

1.1.2. Sitios de muestreo.

Los sitios no intervenidos son considerados lugares naturales que conservan su flora y fauna intacta sin presencia del hombre, como es el pajonal.

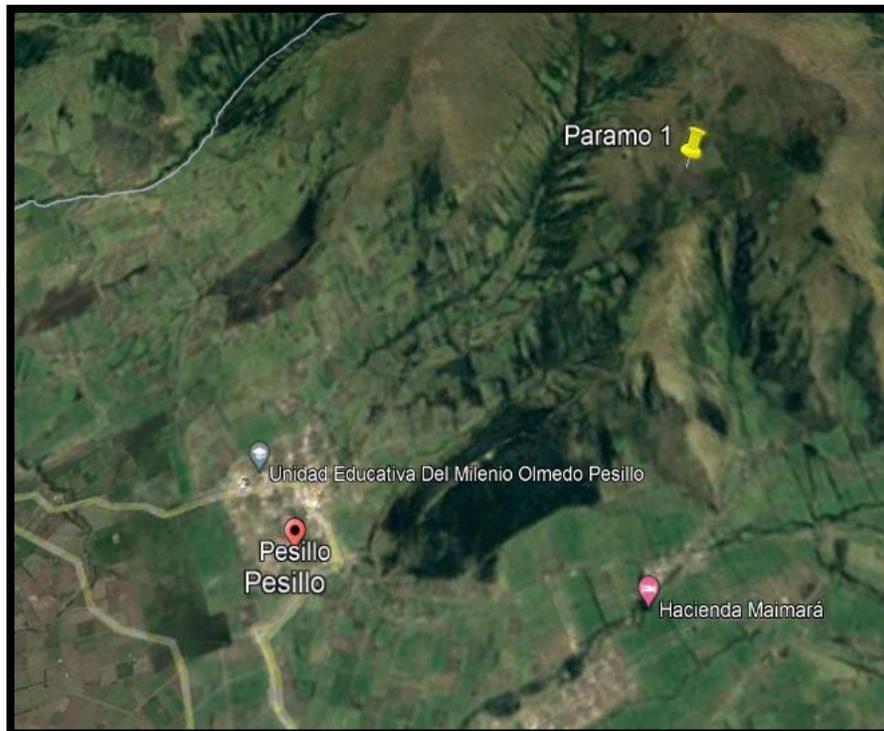
Los sitios intervenidos son considerados los que tienen presencia antrópica, por manipulación del hombre. En este caso de estudio se tomó como referencia la agricultura, la ganadería y los pastizales.

1.1.2.1. Pajonal.

1.1.2.1.1. Pajonal 1: El primer punto de muestreo se tomó dentro del Parque Nacional Cayambe Coca a una altura de 3358.69 m.s.n.m, donde se encontró gramíneas, hierbas, arbusto; como la paja (*stipa ichu*), mortiño (*Vaccinium meridionale*), arbustos (*Aesculus parviflora*). No encontró presencia de viviendas. Ver figura 1

Figura 1

Primer punto de muestreo, Pajonal

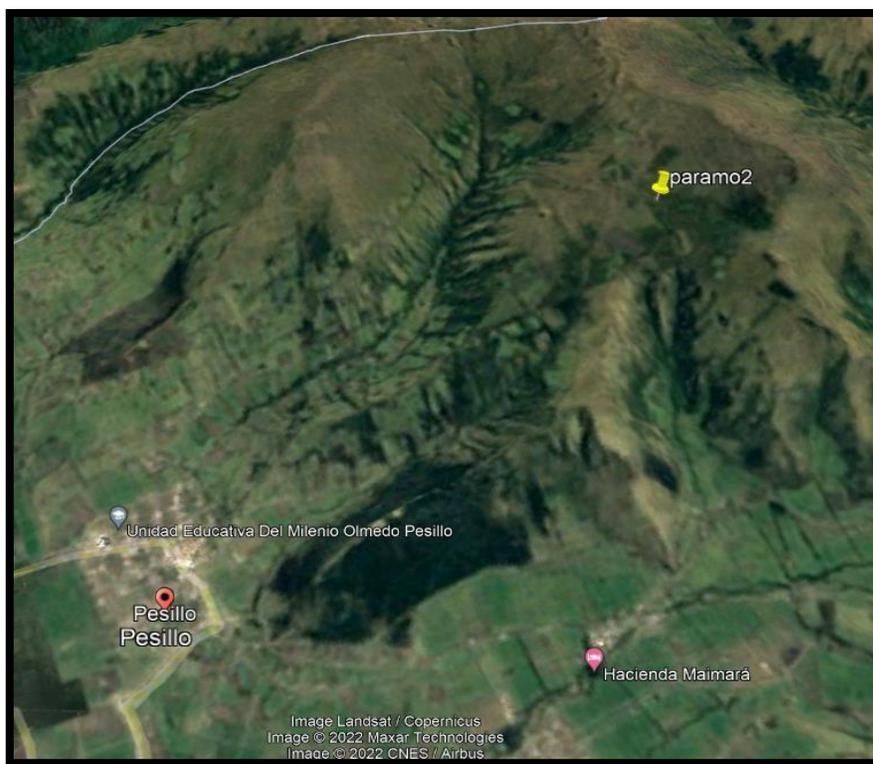


Nota. Punto de muestreo 1 en la zona no intervenida de Pesillo.
Elaborado por la autora, 2022

1.1.2.1.2. Pajonal 2: El punto de muestreo se encuentra a una altura de 3740 m.s.n.m, en una zona pantanosa, se encontró gramíneas y arbustos como son la paja (*stipa ichu*), arbustos (*Aesculus parviflora*), y no hay presencia de viviendas ni pastoreo de animales. Ver figura 2

Figura 2

Punto de muestreo 2 Pajonal



Nota. Muestras tomadas en una zona con abundante agua y vegetación abundante. Elaborado por la autora 2022.

1.1.2.1.3. Pajonal 3: Esta zona se encontró a una altura de 3667 m.s.n.m. donde se encontró tierra más compactada, con presencia de gramíneas, hierbas, arbusto; como la paja (*Stipa ichu*), mortiño (*Vaccinium meridionale*), arbustos (*Aesculus parviflora*). A los alrededores se encontró arboles de pino (*Pinus*) y madera. Ver figura 3

Figura 3

Punto de muestreo 3 Pajonal



Nota. Zona con la tierra compactada, presencia de otras especies introducidas en los alrededores. Elaborado por la autora 2022

1.1.2.2. Agricultura

1.1.2.2.1. Agricultura 1: Se encontró a una altura de 3663 m.s.n.m y se evidenció de una vivienda, la tierra se encontró trabajada por maquinaria y sembrío de tubérculos como la papa (*Solanum tuberosum*). en los alrededores se encontró sembrío de avena (*Avena sativa*) y un bosque de pino (*Pinus*). Ver figura 4

Figura 4

Punto de muestreo 4 Agricultura

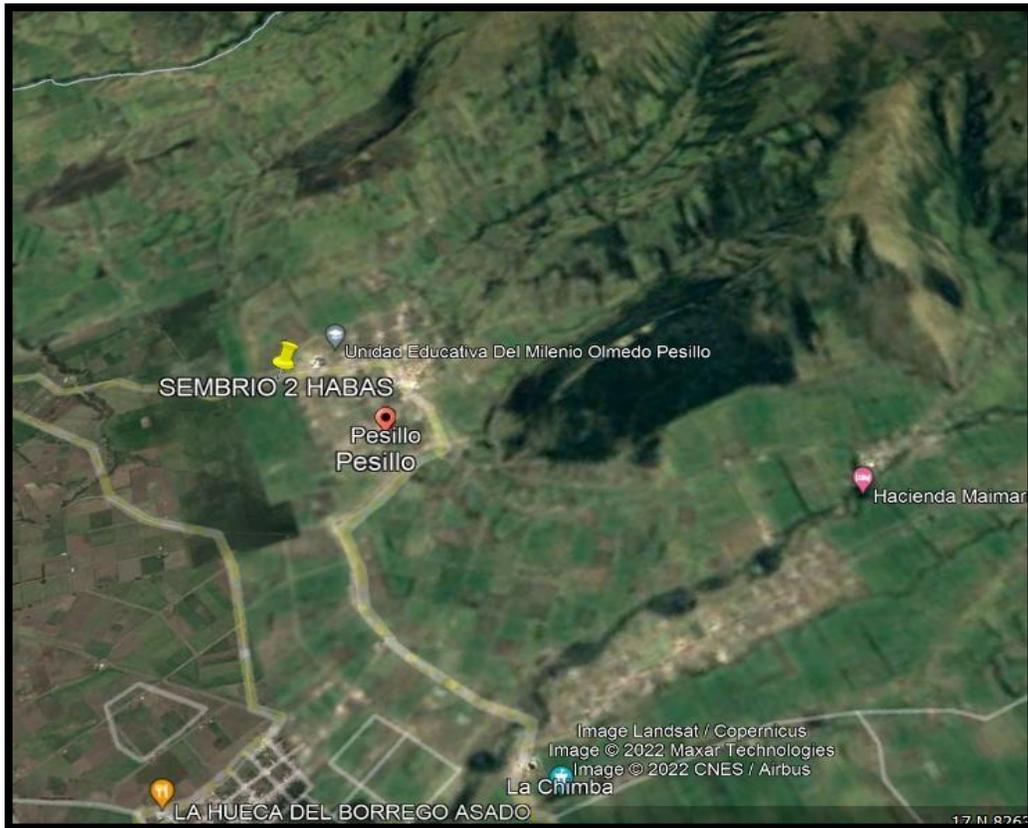


Nota. Sembrío de papa (*Solanum tuberosum*) en guachos. Elaborado por la autora 2022

1.1.2.2.2. Agricultura 2: Se toma las muestras a una altura de 3133 m.s.n.m, en una vivienda que contaba con terreno en la parte posteríos, se encontraba sembrado una leguminosa como es el haba (*Vicia faba*). Se encontró presencia de animales como gallinas (*Gallus gallus domesticus*) y perros (*Canis lupus familiaris*). Ver figura 5.

Figura 5

Punto de muestreo 5 Agricultura de habas

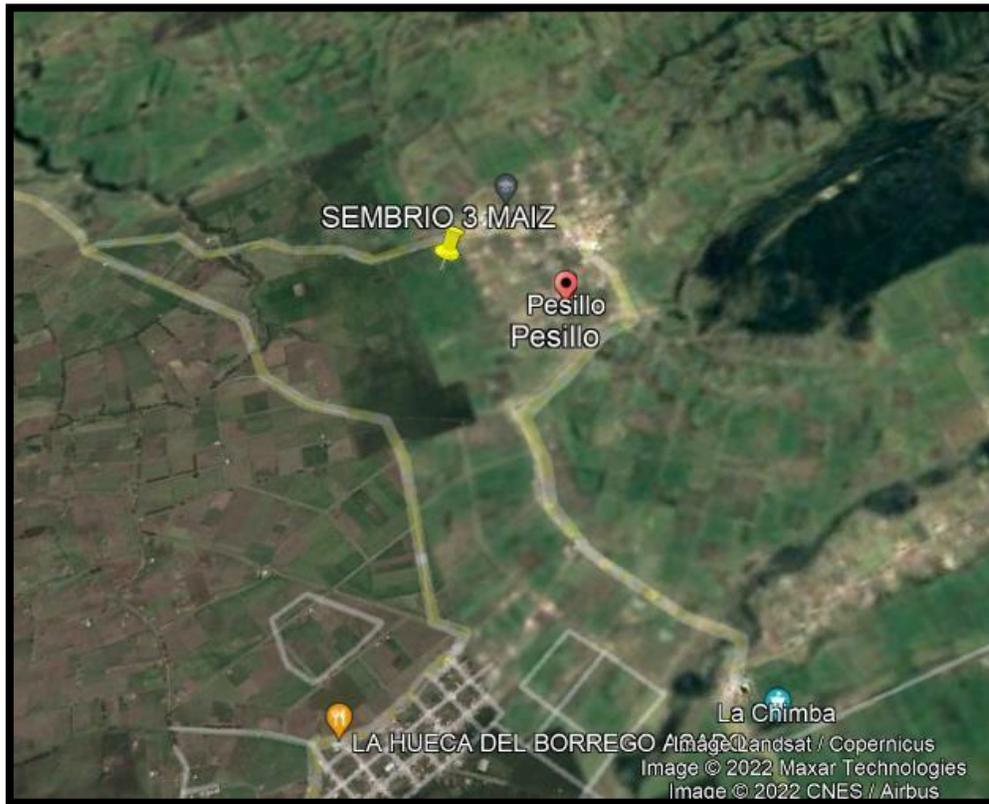


Nota. Cultivo de haba (*Vicia faba*) con presencia de otras plantas en el terreno.
Elaborado por la autora 2022

1.1.2.2.3. Agricultura 3: Las muestras fueron recolectadas a una altura de 3130 m.s.n.m, en un sembrío de maíz (*Zea mays*), en el centro de Pesillo, se encontró presencia de hierba mala como el amaranto (*Amaranthus blitum*). El terreno se encontró cercado con alambre de púas. Ver figura 6

Figura 6

Punto de muestreo 6, Agricultura maíz



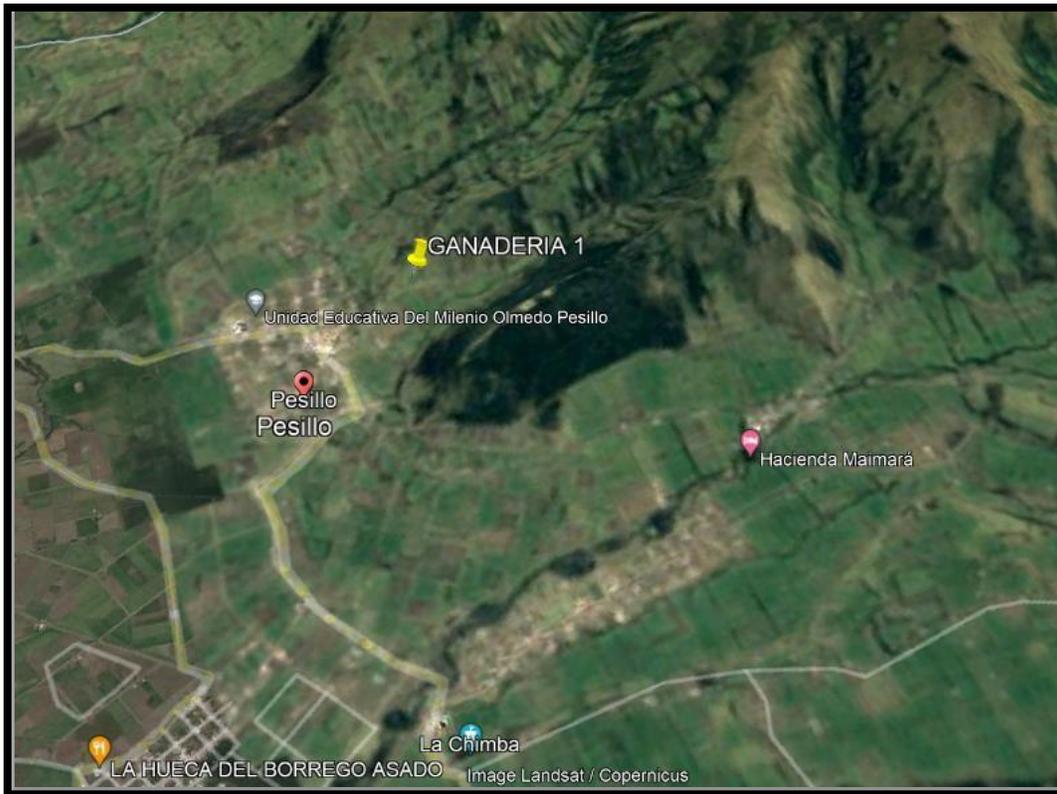
Nota. Muestras tomadas en un sembrío de maíz en el centro de pesillo con presencia de mala hierba. Elaborado por la autora 2022

1.1.2.3. Ganadería

1.1.2.3.1. Ganadería 1: Las muestras fueron tomadas a una altura de 3225 m.s.n.m, en un sector laderoso donde se encontró vacas (*Bos taurus*), en una extensión de terreno de una hectárea delimitado por alambre de corriente, se encontró bebederos de agua trasladado mediante manguera. Ver figura 7

Figura 7

Punto de muestreo 7 Ganadería



Nota. Potrero donde se encontró 15 vacas pastando, en una zona ladera. Elaborado por la Autora 2022

1.1.2.3.2. Ganadería 2: Las muestras fueron recolectadas a una altura de 3120 m.s.n.m., en un potrero de una hectárea donde se encontró vacas (*Bos Taurus*) y caballos (*Equus caballus*) pastando, el terreno se encontró delimitado por muros. Ver figura 8

Figura 8

Punto de muestreo 8 Ganadería

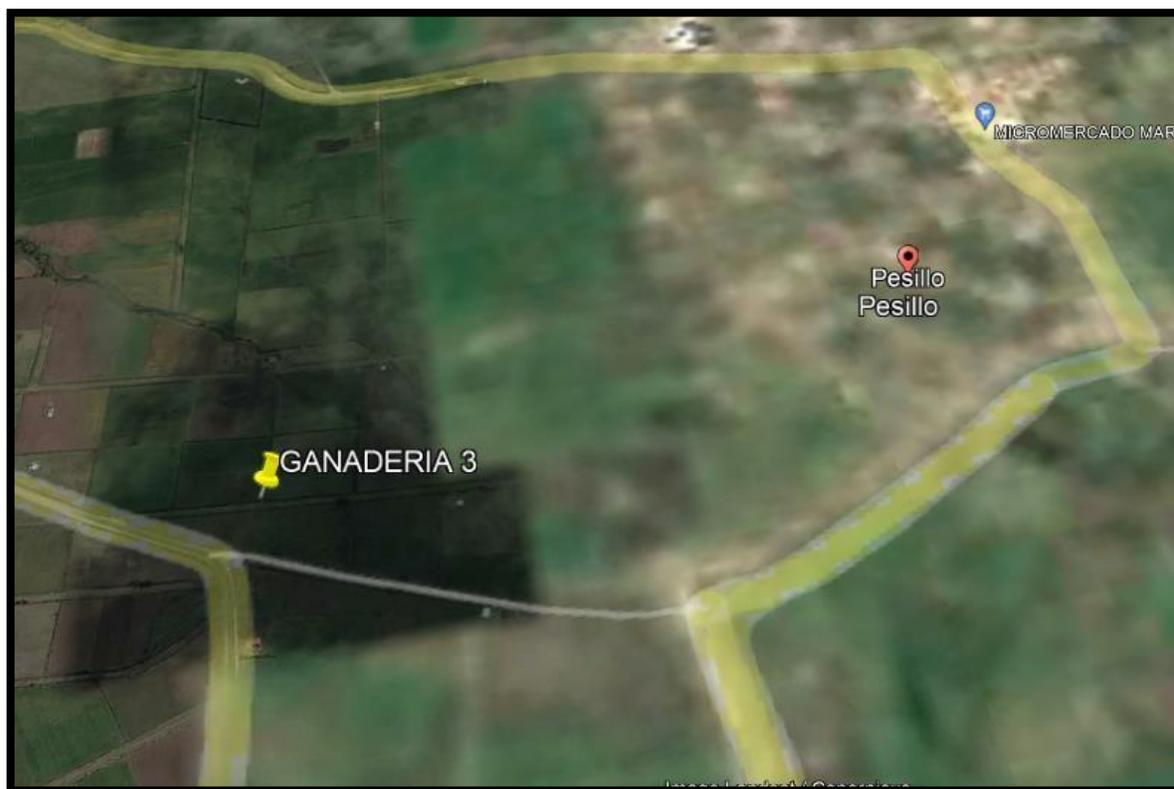


Nota. Potrero donde se encontró vacas y caballos Elaborado por la autora 2022.

1.1.2.3.3. Ganadería 3 Las muestras se tomaron a una altura de 3118 m.s.n.m., en un potrero de una hectárea, donde se encontró vacas (*Bos taurus*), por un costado del terreno pasaba agua por una acequia. Ver figura 9

Figura 9

Punto de muestreo 9, Ganaderia



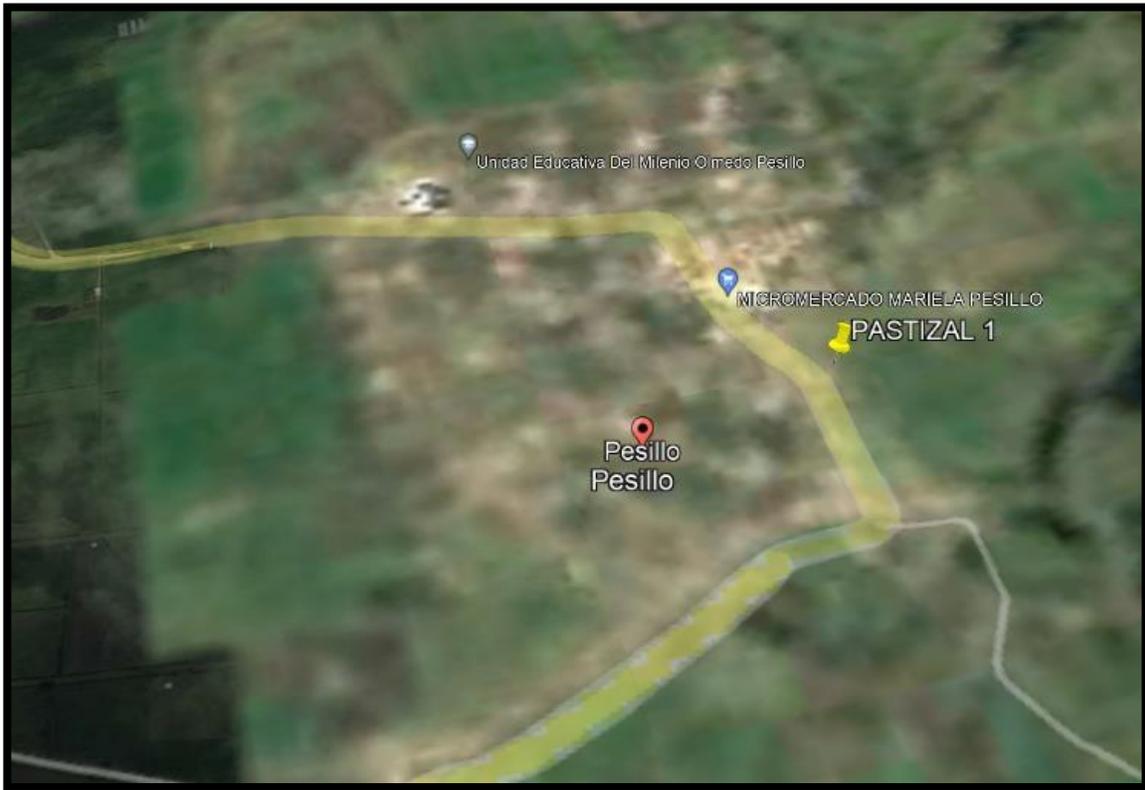
Nota. terreno con presencia de agua por acequia y con pastoreo de ganado. Elaborado por la autora 2022

1.1.2.4. Pastizal

1.1.2.4.1. Pastizal 1 Las muestras fueron tomadas a una altura de 3143 m.s.n.m. en una ladera donde se encontró kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), se encontraba cercada por alambre de corriente y la tierra tenía abundantes raíces. Ver figura 10.

Figura 10.

Punto de muestreo 10 patizal



Nota. Pastizal de kikuyo localizado en una ladera. Elaborado por la autora

1.1.2.4.2. Pastizal 2 Las muestras fueron tomadas a una altura de 3122 m.s.n.m. en un terreno plano que se encontraba sembrado pasto brizantha (*Urochloa brizantha*), en el potrero aldaño se encontró ganado, los terrenos son pastados cada cierto tiempo. Ver figura

11

Figura 11

Punto de muestreo 11 pastizal



Nota. Potrero plano con hierba brizantha. Elaborado por la autora 2022

1.1.2.4.3. Pastizal 3 Las muestras se tomaron a una altura de 3117 m.s.n.m., el terreno se encontró delimitado por muros y el pasto encontrado fue el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), la vivienda se encontraba en la parte frontal del terreno se encontró presencia de gallinas (*Gallus gallus domesticus*). Ver figura 12

Figura 13

Punto de muestreo 12 pastizal



Nota. Potrero con presencia de kikuyo y gallinas. Elaborado por la autora 2022

Figura 12

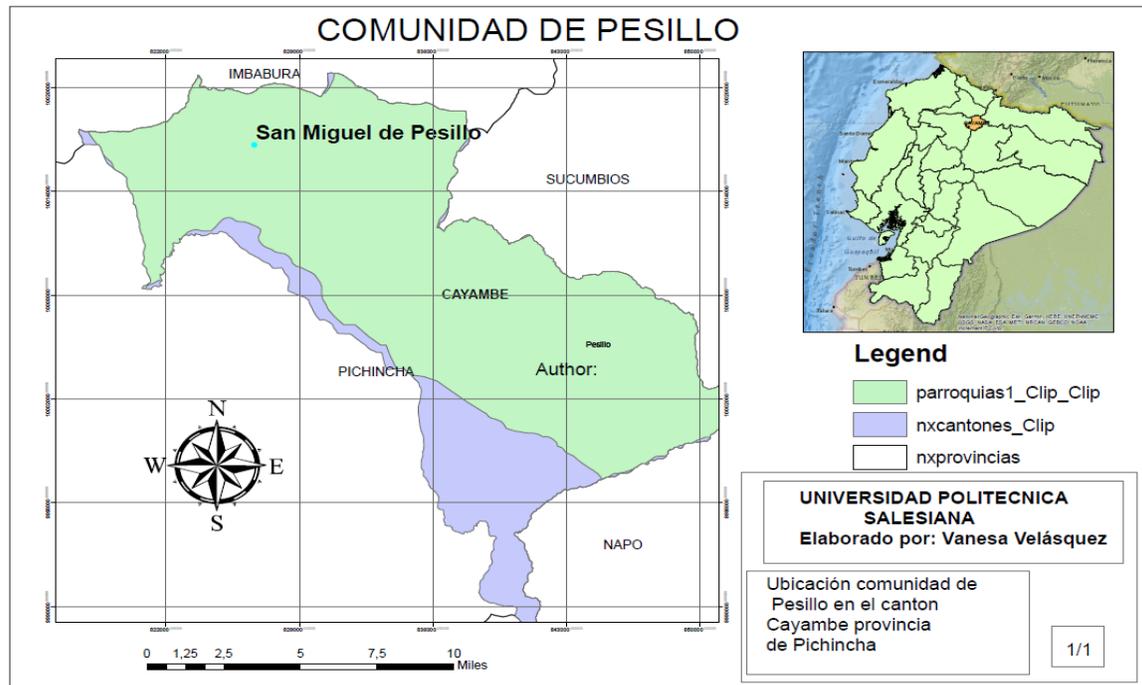
Puntos de recolección de muestras



Nota. Área total de muestreo con los puntos donde se recolecto las muestras. Elaborado por la autora 2022

Figura 14

Ubicación de la comunidad de Pesillo



Nota. La Comunidad de Pesillo se encuentra ubicada en la parroquia Olmedo Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha. Elaborado por la autora 2022.

Los datos obtenidos para la investigación fueron tomados en Pesillo.

1.3.Preguntas de investigación

- ¿Cuál es la cantidad de agua y carbono orgánico almacenado en las zonas intervenidas y no intervenidas del páramo de Pesillo?
- ¿Son diferentes los valores de almacenamiento de agua y carbono orgánico en las zonas intervenidas y no intervenidas?
- ¿El almacenamiento de agua y carbono orgánico el páramo de Pesillo tiene algún valor para los habitantes de Pesillo?

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Valorar el servicio ecosistémico de la capacidad de captación de carbono orgánico y la retención de agua en los suelos, mediante la aplicación de métodos estadísticos, análisis de laboratorio, y aplicación de encuestas, en localidades intervenidas y no intervenidas de los páramos de la comunidad de Pesillo”

1.4.2. Objetivos Específicos

- Obtener la cantidad almacenada de agua y carbono en el suelo del páramo de Pesillo de la zona intervenida y no intervenida mediante muestreo in- situ para ser analizadas en el laboratorio.
- Determinar las diferencias que hay entre un suelo intervenido y no intervenido en el almacenamiento de agua y carbono orgánico del suelo para conocer la disparidad que tienen.
- Determinar la percepción de la comunidad acerca del valor ecosistémico del almacenamiento de agua y carbono en los suelos del páramo intervenido y no intervenido mediante encuestas a los residentes de Pesillo.

1.5.Hipótesis

1.5.1. Hipótesis de investigación (H1)

La captación de carbono orgánico y retención de agua es diferente en suelos intervenidos y no intervenidos del páramo.

1.5.2. Hipótesis nula (H₀)

La captación de carbono orgánico y retención de agua es similar en suelos intervenidos y no intervenidos del páramo

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.El páramo

Los páramos se consideran ecosistemas frágiles ubicados especialmente en las montañas tropicales de Centro y Suramérica entre los 3000 y 4500 m.s.n.m, creando un piso altitudinal de las cordilleras de los trópicos (Hofstede, 2008). Es un ecosistema de altura y tiene una formación ecológica de los Andes septentrionales que van desde Colombia hasta Venezuela (Cáceres, 2019)

En Ecuador, el páramo se extiende por todo el largo del país, en las zonas altas de la Cordillera de los Andes(Mena Patricio, 2011) ubicados entre los 3000 a 3600 m.s.n.m considerados como subpáramos y en las zonas consideradas como paramos sobre los 3600 o 3900 hasta los 4700 m.s.n.m,(Camacho, 2014) teniendo una extensión de un poco más de 1'800.000 hectáreas lo que es aproximadamente el 7% del territorio nacional (Vázconez, 2010) siendo el país con mayor cantidad de paramo con respecto a su extensión total.(Hofstede, 2003)

Los páramos son altamente biodiversos y se caracterizan por ser únicos, más que por la riqueza, este cuenta con un alto endemismo y especialización a nivel genético como paisajístico (Castro, 2011). Este ecosistema se clasifica en dos: “el páramo no intervenido, sitio donde no ha sido modificado por el ser humano, tampoco se han introducido especies animales y vegetales exóticas” (Mena, 2008) y por otra parte, “el páramo intervenido sitio intervenido por el ser humano; utilizado para pastoreo, donde el pajonal ya ha desaparecido y solo quedan remanentes de arbustos” (Carún, 2008)

Figura 15

Páramo



Nota. Páramo no intervenido con su flora natural. Elaborado por la autora 2022

2.2.Sitio no intervenido

Los sitios no intervenidos son los espacios naturales que no han sufrido cambios por la acción del hombre y que cuentan con medidas especiales de protección (Becerra & Bravo, 2008). para evitar que se dañe sus recursos, su fauna y su flora o sufra una modificación.

2.2.1. Pajonal

El pajonal “es una comunidad vegetal dominada por individuos con estructura y fisonomía de paja grande en el que se integran otras especies vegetales”(Jadán, 2010), por lo general se las encuentra en sitios no intervenidos por el hombre y abunda una gran cantidad de flora silvestre.

Figura16

Pajonal



Nota. Lugar en el páramo que se encuentra con varias especies herbáceas en especial paja.
Elaborado por la autora 2022

2.3.Sitio intervenido

Es el sitio que ha sido modificado por el ser humano, utilizado para diversas actividades como el pastoreo, la agricultura, la ganadería entre otros, donde ya ha desaparecido el pajonal y quedan restos de arbustos (Medina et al., 2011) donde la vegetación arbustal se convierte en pastizal incrementándose en un 30% (Ortiz, 2005) y la ganadería forma parte de este nuevo sitio, y la agricultura a convertido los matorrales en sitios de cultivo y producción.

2.3.1. Agricultura

Según (Blake, 2020) “La agricultura es un conjunto de actividades económicas relacionadas con el cultivo de la tierra y el tratamiento del suelo fértil para la

producción de alimentos. Por tanto, incluye todas las técnicas y acciones humanas que se enfocan en la extracción y producción de alimento de la naturaleza”.

Figura 17

Agricultura



Nota. Sembrío de habas en el páramo de Pesillo. Elaborado por la autora

2.3.2. Ganadería

La ganadería según (López, 2019)“Es la actividad que se encarga de la cría de animales domésticos para el consumo humano y la producción de carne, leche, lana, piel, entre otros” para beneficiar a un sector en específico mediante la obtención de los productos derivados del ganado.

Figura 18

Ganadería



Nota. pastando un terreno en un potrero de la comunidad de Pesillo. Elaborado por la autora 2022

2.3.3. *Pastizal*

El pastizal “son ecosistemas de origen antrópico dominado por hierbas que sirven de pasto, las cuales son el alimento para los herbívoros” (Castro, 2019). generalmente son hierba de la familia de las gramíneas (*Poaceae*) existe una estimación que ocupan una cuarta parte de la tierra.

Figura 19

Pastizal



Nota. Potrero de pasto Kikuyo para el ganado. Elaborado por la autora 2022

2.4. Servicios ecosistémicos

Son los beneficios que la naturaleza provee a sociedad, que hacen dable la vida humana ya que estos proveen alimentos, agua limpia, controlan la enfermedad y regulan el clima, la formación de suelos ofrecen beneficios a la sociedad. (Estévez, 2015)

2.4.1. Servicio de abastecimiento

Son considerados los servicios que proporcionales recursos básicos y la materia prima proveniente de los ecosistemas (Estévez, 2015) cuando son suministrados por bienes o productos aseguran la supervivencia de los seres vivos, proveyendo de alimentos, fibra, combustible y alimentos a los seres vivos.

2.4.2. Servicio de regulación

Son los encargados de mantener la calidad del aire y el suelo, el control de las inundaciones y enfermedades a la polinización de cultivos (Bustamante & Ochoa, 2014) ayudando a mitigar impactos globales y locales mediante la regulación de los procesos ecosistémicos.

2.4.3. Servicios culturales.

Son los beneficios que las personas obtienen de la naturaleza mediante la identidad cultura, el apego a la naturaleza, la experiencia espiritual relacionado con la naturaleza(Bustamante & Ochoa, 2014) también se incluyen los beneficios que se tiene de varios sitios con el turismo y las actividades recreativas.

2.4.4. Servicios de soporte y apoyo

Estos son los encargados de “Suministrar espacios vitales para las plantas o animales conservando la biodiversidad del plantas y animales constituyendo la nace de todos los ecosistemas y sus servicios.” (Bustamante & Ochoa, 2014)estos son los más importantes porque los otros tres se relacionan con este ya que son los procesos ecológicos que se desarrolla en el medio.

2.5.Valoración de servicios ecosistémicos

La valoración de los servicios ecosistémicos es considerada una herramienta importante, ya que la información relevante hace que los tomadores de decisiones consideren el valor económico, social y humano de los ecosistemas y se contribuya para equilibrar el bienestar de las comunidades que dependen de ellos. (Darwin, 2021) ya que estos son los que influyen en la capacidad de procesos naturales y sirven para la correcta gestión del capital natural.

2.6.Suelo del páramo

El suelo del páramo tiene varias características, generalmente tiene un color oscuro, debido a su origen volcánico y por la abundante cantidad de materia orgánica que queda enterrada, es capaz de prevenir inundaciones por la alta capacidad de retención de agua que tienen además contribuye a la disminución y adaptación al cambio climático debido a la gran cantidad de CO2 retenido en el suelo. (Portillo, 2020)

Figura 20

Suelo del Páramo



Nota. Suelo del páramo, removido la vegetación natural.

Elaborado por la autora 2022

2.7.Cantidad de carbono orgánico

El carbono orgánico es el material procedente de la descomposición de las plantas, el cual es una función importante de los ecosistemas, ya que ayuda a la tierra para la producción de alimentos, el almacenamiento de agua y la mitigación de cambio climático, convirtiéndose en un beneficio económico y ambiental de la tierra (Burbano, 2016)

2.8.Retención de agua

El suelo capta, y almacenar el agua en el ciclo hidrológico y permite la recarga de las aguas subterráneas , siendo así una circunstancia donde el suelo influye en la calidad del agua ya que este amortigua y atrapa contaminantes impidiendo que lleguen a las reservas de agua que abastecen a las comunidades. En estas situaciones modulan indirectamente la temperatura y la humedad e incidiendo en la calidad del aire (Burbano, 2016) de esta manera ayudan a disminuir las escorrentías de agua y evitar que el agua se filtre a través de los suelos reduciendo posibles erosiones.

Los suelos del páramo presentan gran cantidad de porosidad donde se puede encontrar valores desde el 60 hasta el 90 % de retención de agua, lo cual se debe a la materia orgánica, proporcionando una idea de cuánta agua puede almacenar los suelos con estas características.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Diseño

Los datos que aprueban esta investigación se obtuvieron de análisis de laboratorio realizados a las muestras del suelo que se tomó en la comunidad de Pesillo en los puntos de páramo, ganadería, agricultura, y pastizal, los cuales fueron analizados de la siguiente manera:

- **Phmetro:** o medidor de pH de marca METTLER TOLEDO, según (Agroambiental, s/f)“es un instrumento científico que mide la actividad del ion hidrógeno en soluciones acuosas, indicando su grado de acidez o alcalinidad expresada como pH”
- **Balanza de precisión:** es una balanza manejada para pesar cantidades hasta un número muy preciso, por lo general hasta un miligramo” (ADAM, 2021) con la cual se determinó los pesos exactos de las muestras.
- **Dsecador:** Un desecador es un gran recipiente de vidrio con tapa que se adapta justamente (Quimico, s/f). donde las muestras son secadas para proceder a pesarlas y sacar el peso seco.
- **Estufa:** La estufa de laboratorio se utiliza para el secado, es un equipo necesario para secar y esterilizar los recipientes de vidrio y metal en un laboratorio. (ARTILAB, s/f)en la cual se secó las muestras que se encontraban en los crisoles.

3.1.2 Diseño Estadístico

Las pertinentes comparaciones entre los diferentes sitios estudiados se los realizo mediante un análisis de varianza (ANOVA), del diseño de bloques completos al azar (DBCA) donde los resultados obtenidos de los cuatro tratamientos y con tres bloques fueron

repetidos quince veces cada uno, la prueba de separación de medias de Tukey al 5% . Donde los tratamientos estarán dados en función de la utilización del suelo, mientras que las repeticiones estarán medidas en función de los sectores, y se utilizó un valor promedio de los mismos.

Tabla 2

Tratamientos

Utilidad del suelo	T1	T2	T3	T4
R1				
R2				
R3				

Nota. Aplicación de los tratamientos a ser analizados. Elaborado por la autora 2022

3.2.Población y muestra del área de estudio

El estudio se realizó en la comunidad de Pesillo, donde se seleccionó cuatro lugares de muestreo con repeticiones con un punto de control del centro de Pesillo.

En cada lugar de muestreo se estableció tres puntos de muestreo en diferentes zonas, tomando 15 muestras por lugar, sumando un total de 180 muestras, las que fueron tomadas el 29 de mayo del 2022.

3.3.Variables

- **Variable Independiente:**

Usos del suelo; agricultura, ganadería, pastizal, pajonal.

- **Variable Dependiente:**

o Ph

- o Humedad Gravimétrica
- o Densidad Aparente
- o Porosidad
- o Materia orgánica
- o Carbono Orgánico

3.4.Recolección de datos

3.4.1 Materiales de campo

A continuación, se detalla los materiales utilizados en campo para la recolección de muestras de suelo

- Flexómetro
- Pala
- Azadón
- Martillo
- Cilindros muestreadores de 5cm de diámetro x 5cm de alto
- Tela porosa
- Ligas
- Fundas ziploc
- Cámara
- Etiquetas

3.4.2. Materiales de laboratorio

A continuación, se menciona los materiales utilizados en el análisis físico del suelo, realizado en los laboratorios de química de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana.

Tabla 3

Materiales de laboratorio

Materiales	Equipos	Reactivo
Crisol	Estufa de secado	Agua destilada
Pinzas de crisol	Balanza analítica	
Tamiz	Horno de mufla	
Vaso de precipitación	Desecador	
Pipeta de 10ml	Mufla	
Imán agitador	Ph-metro Agitador	

Nota. Materiales utilizados para el análisis de las muestras en laboratorio. Elaborado por la autora 2022

3.5. Protocolo

3.5.1. Zona de estudio

Para la elaboración de la presente investigación se localizaron cuatro sitios de la comunidad de Pesillo como son: el pajonal, la agricultura, ganadería, y pastizal; con tres repeticiones cada uno donde se tomaron quince muestras, con la finalidad de evaluar la cantidad de retención de agua y carbono orgánico en las zonas muestreadas.

3.5.2. Delimitación de los puntos de muestreo

Para la delimitación de los puntos de muestreo se pidió ayuda a los moradores para identificar las partes de páramo, se pidió permiso de ingreso a los terrenos donde había ganadería, pastizal y agricultura; cumpliendo con los sitios de muestreo establecidos. Donde se delimito 100x100 metros dando 10 000 m² o una hectárea y se procedió a tomar las muestras al azar, este procedimiento se realizó desde la parte más alta del páramo hasta los puntos más bajos, teniendo una repetición de tres sitios diferentes.

3.6.Fase de campo

Las muestras se recolectaron dentro del parque Nacional Cayambe Coca y en la comunidad de Pesillo, en el que se encontró el páramo con características de pajonal, chaparro, frutos, húmedo y no intervenido, de la misma manera pastizales, ganadería agricultura; donde se procedió a seleccionar el lugar a muestrear, luego se retiró aproximadamente cinco centímetros de la cobertura vegetal con la ayuda de un azadón dejando la tierra descubierta, para proceder a colocar el cilindro muestreador e introducirlo a la tierra con la ayuda de un martillo, posteriormente se lo saco de la tierra con la ayuda de una pala, limpiamos las partes externas y se colocó tela porosa en uno de sus lados sujetándolo con la ayuda de una liga, luego se colocó la muestra en una funda ziploc y se procedió a etiquetarla con la fecha, el lugar y el número de muestra, finalmente se lo coloca en la hielera para poder conservarlo. Se realizo en el pajonal, pastizal, agricultura y ganadería, en tres sectores diferentes con una repetición de 15 muestras por cada sitio dando un total de 180 muestras.

3.7.Fase de laboratorio

3.7.1. Medición de pH

El pH es un parámetro frecuentemente medido y una de las propiedades químicas del suelo que determina la acidez y la basicidad. (Rosero, 2019) Este análisis se realizó en el menor tiempo posible.

La muestra se tamizó y se pesó 20 g de muestra de suelo en la balanza analítica, se colocó en un recipiente plástico agregando 45 mL de agua destilada, con la ayuda de un agitador se mezcló durante 15 minutos y se puso a reposar durante 3 minutos, luego se midió con un medidor de pH portátil, los valores se registraron en la hoja de datos.

3.7.2. *Humedad aparente, humedad gravimétrica, densidad aparente, porosidad.*

Las muestras tomadas en los anillos de muestreo se sometieron a sobresaturación de agua por un periodo de 48 horas, durante las cuales el cilindro se cubrió por un solo lado con un trozo de tela porosa para permitir la absorción de agua la cual está sujeta con una liga, luego el cilindro se colocó en un recipiente de mayor volumen al que se le agregará agua destilada hasta la mitad de la altura del cilindro de muestreo. Mediante este proceso se logró una sobresaturación de la muestra, de esta manera se somete a las muestras a condiciones que se encuentra naturalmente debido a sus propiedades hidrofílicas.

Pasadas las 48 horas del proceso de sobresaturación, se retiró la liga y el pedazo de tela porosa y se pesó la muestra en la balanza de precisión existente en el laboratorio, donde el obtuvo al valor del peso húmedo (Mh), luego se colocó el cilindro en el desecador para evaporar por completo el agua almacenada en la muestra a una temperatura de 105°C. Cuando la muestra se encuentre completamente seca se volvió a pesar en la balanza de precisión y el valor obtenido será el peso seco (Ms), luego se sacó la muestra de suelo y se

procedió a pesar solo el cilindro muestreador y así obtener el valor correspondiente al mismo, el cual sirvió para determinar el peso real de la muestra húmeda y seca.

$$\text{Peso real húmedo} = M_h - M_c$$

Donde

M_h = peso húmedo M_c = peso del cilindro

$$\text{Peso real seco} = M_s - M_c$$

Donde

M_s = peso seco

M_c = peso del cilindro

Con los datos obtenidos se procedió a calcular la densidad aparente (ρ) y humedad volumétrica (θ), donde la humedad volumétrica (θ) se expresó en gramos sobre gramo (g/g), y el valor conseguido es considerado igual al peso en gramos de agua de la muestra, para convertir el peso en volumen se aplicó la relación $1\text{ g} = 1\text{ cm}^3$, ya que la densidad específica del agua es 1 g/cm^3 este cambio solo se puede realizar con el agua que se tiene almacenado en el cilindro cambiando la expresión de medida de un peso a un volumen (León, 2014).

3.7.3. *Humedad Volumétrica*

$$\theta = W_g * \rho$$

Donde:

θ = humedad volumétrica

W_g = humedad gravimétrica

ρ = densidad aparente

La densidad aparente (ρ) se calcula aplicando la siguiente fórmula (León, 2014):

3.7.4. *Densidad Aparente*

$$\rho = M/V$$

Donde:

ρ = densidad aparente

M = peso de seco

V = volumen de la muestra (volumen del cilindro muestreador)

Para el cálculo de humedad gravimétrica (Wg) se utilizó la siguiente fórmula (León, 2014):

3.7.5. *Humedad Gravimétrica*

$$Wg = \frac{Mh - Ms}{Ms} \times 100$$

Donde:

Wg = humedad gravimétrica

Mh = peso húmedo

Ms = peso seco de la compensación de las unidades: cm, m y ha.

3.7.6. *Porosidad*

Se determinó de manera indirecta por medio del valor de Densidad Aparente y la Densidad Real. Donde la Densidad Real es considerada estándar para todos los suelos y se le establece un valor medio de 2.65 g/cm³, (U.N.L.P, 2019) se utilizó la fórmula de:

$$PT = 1 - \frac{Da}{Dr} \times 100$$

Donde:

PT= porosidad total

Da= Densidad Aparente

3.7.7. *Materia Orgánica (MO)*

Se utilizó el método propuesto por Davies (1974) y Schulte & Hopking (1996) de calcinación o pérdida por ignición que cuantifica directamente la cantidad de MO, según la pérdida de peso de la muestra de suelo al exponerla a altas temperaturas.

Se taró los crisoles de 50 ml y se anotó en la tabla de datos como peso 1, se encendió la balanza analítica y se pesó 15 g de la muestra de suelo tamizada en los crisoles, se registró como peso 2, luego se llevó los crisoles con la muestra a la estufa por 24 horas a 105°C y se enfriaron en el desecador este se anotó como peso 3, después se llevó los crisoles al horno mufla durante 2 horas a 360°C, se repitió el proceso del desecador y pesado y obteniendo el peso 4, finalmente se aplicó la ecuación:

$$\%MO = (\text{peso 3} - \text{peso 4}) / (\text{peso 3} - \text{peso 1}) \times 100$$

3.7.8. *Carbono Orgánico*

Para la determinación de carbono orgánico se utilizó el método de combustión seco. Para la obtención de materia orgánica se usará el factor Van Bemmelen de (1,724) (Rosero, 2019) determinado por los siguientes aspectos del suelo, donde el 100 % de materia orgánica (MO) del suelo contienen el 58% de Carbono orgánico (CO) encuentra en el suelo por lo que

$$100\% MO / 58\% CO = 1,724$$

Para calcular el porcentaje de carbono orgánico del se empleó la siguiente ecuación:

$$\%CO = \frac{\%MO}{1.7264}$$

Para conocer el carbono orgánico en el área de estudio se realizó una evaluación del COS en miligramo por hectárea en el área de muestreo según el uso del suelo empleando la siguiente ecuación

$$CO = (\%CO/100) \times DA \times Prof \times 1000$$

3.8.Fase de oficina

3.8.1. Valoración de servicios ecosistémicos

Para la valoración de servicios ecosistémicos se utilizó el método de valoración contingente, el cual se basa en realizar un cuestionario directo que tiene forma de encuesta, donde los encuestados exponen un valor para ciertos servicios o atributos que no se encuentran disponibles en el mercado (Vanegas Villegas & Estrada Walker, 2015), aplicando un cuestionario directo que tenga forma de encuesta donde el encuestador ofrece el bien o servicio mientras que el encuestado acepta o rechaza la propuesta de adquisición de un bien o servicio ofrecido.

Buscando valorar los beneficios de los bienes o servicios de no mercado, mediante la disponibilidad a ser compensados (DAC) dado por la disponibilidad a pagar (DAP) de las personas que están haciendo uso de estos bienes o servicios, midiendo los cambios dados en el medio

Se utilizó el método Econométrico el cual es un “modelo estadístico o matemático que representa la relación entre dos o más variables” (Roldan, s/f) donde se puede realizar estimaciones sobre efectos de una variable sobre otra y realizar predicciones de valores futuros de las variables.

3.8.2. Formulación de encuestas

Se buscó información referente a los temas de captación de carbono orgánico y retención de agua en el suelo del páramo, sabiendo la percepción que tienen referente a estos servicios ecosistémicos que se brinda.

Se elaboró esta encuesta con preguntas que permitan identificar la percepción de las personas con respecto a los servicios ecosistémicos de captación de carbono orgánico y retención de agua en el páramo, se analizó las preguntas con información que nos brinden los moradores de la comunidad de Pesillo, para luego aplicar las encuestas mediante la determinación de la muestra a ser utilizada.

3.8.3. Aplicación de encuestas para valoración econométrica

Para la obtención de la información de valoración del uso del suelo, se realizó encuestas *in situ* a los pobladores de la comunidad de Pesillo, donde hay 500 habitantes.

El número de encuestas a realizar se determinó mediante la ecuación propuesta por (SurveyMonkey, 2018)

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 xp(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 xp(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

Donde:

N= Tamaño de la población

e= Margen de error (porcentaje expresado con decimales)

z= puntuación z

p= nivel de confianza deseado

Para la puntuación z se utilizó el valor correspondiente a 1.65 el cual según la metodología corresponde a la cifra adecuada para obtener un nivel de confianza del 90% con un margen de error del 10% (SurveyMonkey, 2018)

$$\text{tamaño de la muestra} = \frac{\frac{1.65^2 \times 0.90(1-0.90)}{0.10^2}}{1 + \left(\frac{1.65^2 \times 0.90(1-0.90)}{0.10^2 \times 500}\right)} = 60 \text{ encuestas}$$

Se realizó 60 encuestas a personas al azar en un rango de edades de (20-40 años) y de (40- en adelante) en la comunidad de Pesillo, donde se preguntó de forma hipotética la disponibilidad a pagar un impuesto extra dentro de los servicios de pago mensual, con la finalidad de mejorar las condiciones y conservación del suelo del páramo. (Vanegas Villegas & Estrada Walker, 2015)

La encuesta contó inicialmente con preguntas demográficas, seguido de preguntas propias de la valoración y se finalizará con preguntas del recurso suelo. La encuesta tenía 19 preguntas y un tiempo de duración aproximado de 15 minutos.

Las preguntas fueron analizadas mediante el paquete estadístico Stata, tomando las preguntas de las encuestas que fueron dicotómicas, con respuestas de si y no, utilizando regresión probit con un comando Doubleb (Vanegas Villegas & Estrada Walker, 2015).

Se utilizo el “double- blounded method” que se utilizó para determinar la disponibilidad a pagar, a cada encuestado se le añade una cantidad hipotética a pagar por el servicio ecosistémico.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Parámetros analizados en laboratorio

Tabla 4

Resultados de laboratorio

codifo grupo	pH	HUMEDAD		HUMEDAD		% DE	
		VOLUMETRI CA	DENSIDAD APARENTE	GRAVIMETR ICA	POROSIDAD	MATERIA ORGANICA	CARBONO ORGANICO
páramo 1	4,92	3,47638482	0,12919107	25,6635529	95,1248653	93,7623762	54,3109223
ganaderia 1	6,54	10,3979289	0,61628045	16,9144301	76,7441339	61,023622	35,3473251
pastizal 1	6,211	10,4167728	0,6160258	16,9067948	76,7537432	74,9514563	43,4148843
agricultura 1	8,211	14,4402003	0,47383074	30,5327652	82,1195946	60,665362	35,1398066
páramo 2	5,22	2,71143659	0,11294457	22,9533033	95,7379407	97,6237624	56,5475917
pastizal 2	6,2	4,33239963	0,62908072	6,92637537	76,2611048	74,7047244	43,2719673
agricultura 2	5,59	4,33239963	0,62908072	6,92637537	76,2611048	67,8571429	39,3055739
ganaderia 2	5,92	4,60741873	0,63334182	8,48698727	76,1003086	65,4368932	37,9036684
pastizal 3	6	0,71640778	0,68174179	1,83660433	74,2738948	69,009901	39,9732976
ganaderia 3	5,8	3,5548765	0,62442917	5,72175211	76,4366353	61,8446602	35,8229033
páramo 3	4,53	2,71143659	0,11294457	22,9533033	95,7379407	96,6990291	56,0119492
agricultura 3	5,27	3,37832103	0,66829641	5,08164576	74,7812676	68,0392157	39,4110378
PROMEDIO	5,86766667	5,4229986	0,49393232	14,2419908	81,3610445	74,3015121	43,0384106
DESVIACIÓ N							
ESTANDAR	0,94086984	4,07161625	0,23204414	9,59362943	8,75638266	13,9141372	8,05962533

Nota. Resumen de los análisis de laboratorio de todos los parámetros analizados con la desviación estándar. Elaborado por la autora 2022

El valor medio del pH es de 5,87, con una tendencia a variar por debajo y por encima de dicho peso en 0.94. Permitiendo determinar los cambios por las diferentes actividades que se desarrollan en las zonas intervenidas y no intervenidas.

El valor medio de la Humedad Volumétrica es de 4,07, con una tendencia a variar de 4,07. Para determinar las diferencias entre las zonas intervenidas y no intervenidas.

El valor de la Densidad Aparente es de 0,49, con una tendencia a variar de 0,23. Que determina los cambios entre las zonas intervenidas y no intervenidas.

El valor medio de la Humedad Gravimétrica es de 14,24, con una tendencia a variar de 9,59. Determinando la variabilidad entre zonas intervenidas y no intervenidas.

El valor medio de la Porosidad es de 81,36, con una tendencia a variar de 8,76. Determinando la variación entre las zonas intervenidas y no intervenidas.

El valor medio de % de Materia Orgánica es de 74,30, con una tendencia a variar de 13,91. Determinando las diferencias entre las zonas intervenidas y no intervenidas.

El valor medio del % de Carbono Orgánico es de 43,0, con una tendencia a variar de 8,06, determinando las diferencias entre las zonas intervenidas y no intervenidas.

4.2.Resultados del análisis de pH

La determinación de pH consiste en reconocer si el suelo es ácido, alcalino y neutro, lo que establece los nutrientes que se encuentran presentes en el suelo y los usos que se le puede dar, Podemos observar en la tabla 3 en que rangos se da el valor del pH.

Tabla 5

Rango de valoración de pH

Rango	Valorización
0,0 a 5,0	Muy ácido
5,0 a 5,5	Ácido
5,5 a 6,0	Medianamente ácido
6,0 a 6,5	Ligeramente ácido
7	Neutro
6,5 a 7,5	Prácticamente neutro
7,5 a 8,0	Ligeramente alcalino
8,0 a 8,5	Medianamente alcalino
8,5	Alcalino

Nota. Valoración del parámetro pH con sus rangos. Recopilado de (INIAP, 2013)
Elaborado por (Silvia, 2017)

En los suelos de los diferentes puntos muestreados se encontró los resultados expuestos en la tabla 6 .

Tabla 6

Resultados de pH

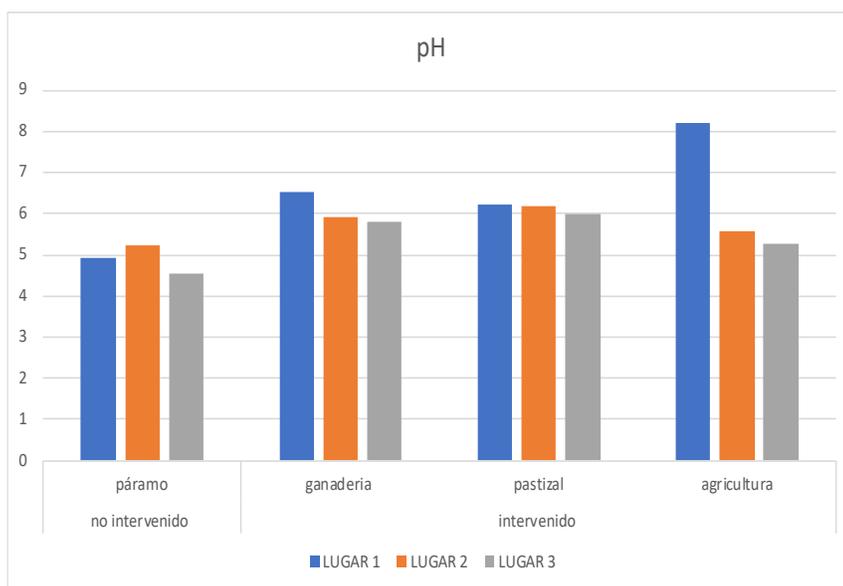
	Páramo	Ganadería	Pastizal	Agricultura
<i>LUGAR 1</i>	4,92	6,54	6,211	8,211
LUGAR 2	5,22	5,92	6,2	5,59
LUGAR 3	4,53	5,8	6	5,27

Nota Datos obtenidos de pH en los diferentes tratamientos. elaborado por la autora 2022

Los suelos de los páramos no intervenidos tienen un pH entre 4.5 y 5.5 teniendo un suelo ácido y muy ácido; los suelos intervenidos en la ganadería tienen un pH entre 5.5 y 6.5 dando como resultado un suelo ligeramente ácido y neutro; en los pastizales se tiene un pH entre 6 y 6.5 siendo el suelo ligeramente ácido; en la agricultura se tiene un pH de 8.21 en el sembrío de papa siendo un suelo alcalino y ente 5 a 6 en los cultivos de haba y maíz siendo un suelo medianamente ácido por lo que depende del tipo de cultivo para determinar el pH del suelo.

Figura 21

Comparación de datos de pH



Nota. Datos de pH de los sitios intervenidos y no intervenidos. Elaborado por la autora 2022

4.3. Análisis (ANOVA Y TUCKEY)

4.3.1. Análisis de humedad gravimétrica

Tabla 7

Datos Análisis de laboratorio

	no intervenida		intervenida	
	paramo	ganadería	pastizal	agricultura
lugar 1	25,66355289	16,9144301	16,9067948	30,5327652
lugar 2	22,95330332	8,48698727	6,92637537	6,92637537
lugar 3	22,95330332	5,72175211	1,83660433	5,08164576
Desviación estandar	1,56476332	5,83015664	7,66621575	14,1916886

Nota. Datos de humedad gravimétrica, relación entre la masa de agua y la masa del suelo cuando está seco. Elaborado por la autora 2022

Tabla 8*Resultados análisis de varianza humedad gravimétrica*

ANOVA			Alpha			0,05		
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Grc	419,1867821	3	139,728927	1,88431942	0,21064341	0,4140464	0,79253169	0,18105274
Within Grouj	593,2282002	8	74,153525					
Total	1012,414982	11	92,0377257					

Nota. Demostración análisis de varianza de humedad gravimétrica. Elaborado por la autora 2022

Los resultados obtenidos en la tabla 8, de la variable Humedad Volumétrica del análisis entre las zonas de páramo intervenido como son: el pastizal, la ganadería, la agricultura y las zonas no intervenidas como es el pajonal, se realizó el análisis de varianza al 5% el cual es estadísticamente no es significativo ya que el valor de P value es de 0,21064341, esto representa que es mayor a 0,05 por lo tanto no es significativa y se aprueba la hipótesis nula.

Tabla 9*Resultados prueba de separación de medias TUKEY*

Q TEST		TUKEY HSD/KRAMER		alpha		0,05			
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
paramo	ganaderia	13,48233	4,9717041	2,71181264	-9,03451786	35,9991779	0,29344477	22,5168479	1,56566576
paramo	pastizal	15,3001283	4,9717041	3,07744146	-7,21671955	37,8169762	0,20939449	22,5168479	1,77676166
paramo	agricultura	9,67645772	4,9717041	1,94630604	-12,8403902	32,1933056	0,54576952	22,5168479	1,12370032
ganaderia	pastizal	1,81779831	4,9717041	0,36562882	-20,6990496	24,3346462	0,99345906	22,5168479	0,2110959
ganaderia	agricultura	3,80587229	4,9717041	0,7655066	-18,7109756	26,3227202	0,94633534	22,5168479	0,44196544
pastizal	agricultura	5,62367061	4,9717041	1,13113542	-16,8931773	28,1405185	0,8527171	22,5168479	0,65306134

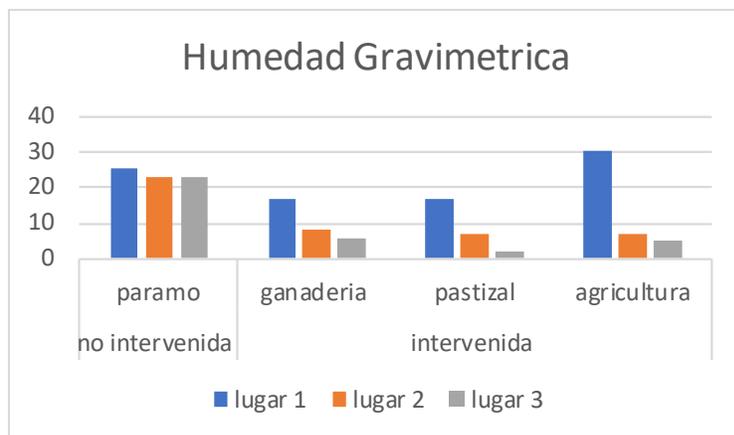
Nota. Registro de la prueba TUKEY de la humedad gravimétrica. Elaborado por la autora 2022.

En la tabla 9 se observa que la zona no intervenida tiene una comparación con la zona intervenida dando el valor de p-value para ganadería es de 0.29344477, para pastizal es

de 0,20938449 y para agricultura es de 0,54576952; siendo estos valores mayores a 0,05 por lo que no existe una diferencia significativa aceptando la hipótesis nula que la capacidad de retención de agua en el suelo es similar en suelos intervenidos y no intervenidos.

Figura 22

Gráfica de comparación de humedad gravimétrica



Nota. Comparación de datos de humedad gravimétrica en zonas intervenidas y no intervenidas. Elaborado por la autora 2022.

4.3.2. *Análisis de densidad aparente.*

La densidad aparente está definida como el cociente de la muestra del suelo seco y el volumen total o aparente del suelo, el cual incluye la parte sólida como los poros.

Tabla 10

Datos de densidad aparente

	no intervenido		intervenido	
	paramo	ganaderia	pastizal	agricultura
Lugar 1	0,12919107	0,61628045	0,6160258	0,47383074
Lugar 2	0,11294457	0,63334182	0,62908072	0,62908072
Lugar 3	0,11294457	0,62442917	0,68174179	0,66829641
Desviación Estandar	0,00937992	0,00853354	0,03479035	0,10284075

Nota. Datos obtenidos en el laboratorio de zonas no intervenidas e intervenidas. Elaborado por la autora

Tabla 11*Análisis de Varianza de Densidad aparente*

ANOVA				Alpha		0,05		
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Grc	0,56839453	3	0,18946484	63,4330358	6,4129E-06	0,9596569	4,59829808	0,93978899
Within Group	0,02389478	8	0,00298685					
Total	0,59228931	11	0,05384448					

Nota. Resultados de ANOVA de la densidad aparente de los sitios intervenidos y no intervenidos. Elaborado por la autora 2022

Los resultados obtenidos en la tabla 11, del análisis de densidad aparente entre las zonas de paramo intervenido y las zonas no intervenidas, se realizó el análisis de varianza al 5% el cual es estadísticamente significativo ya que el valor de P value es de 6,4129E-06, esto representa que es menor a 0,05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula por lo tanto la capacidad de retención de agua y cantidad de carbono orgánico en el suelo son diferentes en zonas intervenidas y no intervenidas.

Tabla 12*Prueba de Separación de medias de la densidad aparente*

Q TEST		TUKEY HSD/KRAMER		alpha		0,05			
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
paramo	ganaderia	0,50632374	0,03155338	16,046575	0,36341847	0,64922902	1,5362E-05	0,14290528	9,26449439
paramo	pastizal	0,5239227	0,03155338	16,6043269	0,38101742	0,66682798	1,1865E-05	0,14290528	9,58651258
paramo	agricultura	0,47204255	0,03155338	14,9601246	0,32913728	0,61494783	2,6018E-05	0,14290528	8,63723195
ganaderia	pastizal	0,01759896	0,03155338	0,55775187	-0,12530632	0,16050423	0,97779434	0,14290528	0,32201819
ganaderia	agricultura	0,03428119	0,03155338	1,08645042	-0,10862409	0,17718646	0,86653455	0,14290528	0,62726244
pastizal	agricultura	0,05188015	0,03155338	1,64420229	-0,09102513	0,19478542	0,66457267	0,14290528	0,94928063

Nota Análisis TUKEY de la densidad aparente en sitios intervenidos y no intervenidos. Elaborado por la autora 2022

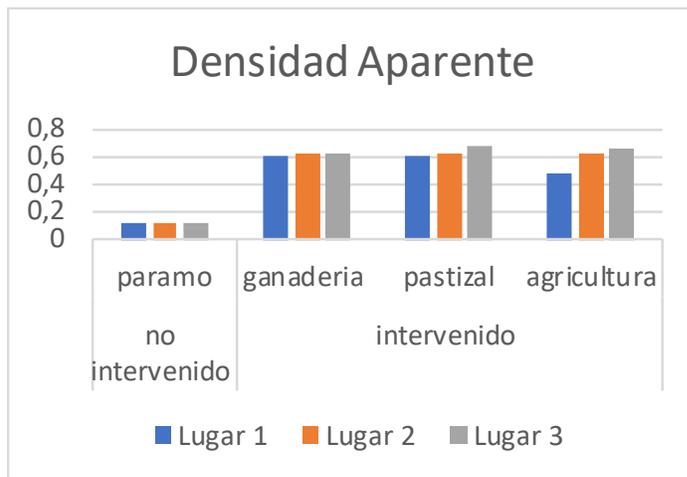
En la tabla 12, en la comparación de grupos de zonas no intervenidas y las zonas intervenidas se relacionan y observa el valor de p-value para ganadería es de 1,5362E-05,

para pastizal es de $1,1865E-05$ y para agricultura es de $2,6018E-05$; siendo estos valores menores a 0,05 por lo que existe una diferencia significativa rechazando la hipótesis nula por lo tanto los sitios intervenidos con los no intervenidos son diferentes.

Las zonas intervenidas tienen mayor cantidad de densidad aparente que las zonas no intervenidas, dando como resultado que a mayor densidad aparente menor capacidad de retención de agua

Figura 23

Comparación de densidad aparente en zonas intervenidas y no intervenidas



Nota. Datos de densidad aparente, en la zona no intervenida se nota que es poca la densidad aparente a diferencia de la zona intervenida. Elaborado por la autora 2022

4.3.3. Análisis de la porosidad

Capacidad de retención de agua mediante los microporos en el espacio poroso del suelo.

Tabla 13*Datos de porosidad*

	no intervenido		intervenido	
	páramo	ganaderia	pastizal	agricultura
Lugar 1	95,12486527	76,7441339	76,7537432	82,1195946
Lugar 2	95,73794069	76,1003086	76,2611048	76,2611048
Lugar 3	95,73794069	76,4366353	74,2738948	74,7812676
Desviación				
Estandar	0,353959258	0,32202019	1,31284325	3,88078307

Nota. Datos obtenidos en laboratorio del parámetro porosidad de las zonas intervenidas y no intervenidas. Elaborado por la autora 2022

Tabla 14*Análisis de varianza de porosidad*

ANOVA				Alpha		0,05		
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Grc	809,390573	3	269,796858	63,4330358	6,4129E-06	0,9596569	4,59829808	0,93978899
Within Grou	34,0260376	8	4,2532547					
Total	843,416611	11	76,6742373					

Nota Datos de ANOVA de sitios intervenidos y no intervenidos. Elaborado por la autora 2022

Los resultados obtenidos en la tabla 14, del análisis de la porosidad entre las zonas de paramo intervenido y las zonas no intervenidas, se realizó el análisis de varianza al 5% el cual es estadísticamente significativo ya que el valor de P value es de 6,41298E-06, esto representa que es menor a 0,05 por lo tanto es significativa y se rechaza la hipótesis nula, donde la capacidad de retención de agua es diferente en zonas intervenidas y no intervenidas.

Tabla 15*Prueba de separación de medias de la porosidad*

Q TEST		TUKEY HSD/KRAMER					alpha	0,05	
<i>group 1</i>	<i>group 2</i>	<i>mean</i>	<i>std err</i>	<i>q-stat</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>p-value</i>	<i>mean-crit</i>	<i>Cohen d</i>
páramo	ganaderia	19,1065563	1,19069373	16,046575	13,7139044	24,4992082	1,5362E-05	5,39265192	9,26449439
páramo	pastizal	19,7706679	1,19069373	16,6043269	14,378016	25,1633199	1,1865E-05	5,39265192	9,58651258
páramo	agricultura	17,8129266	1,19069373	14,9601246	12,4202747	23,2055785	2,6018E-05	5,39265192	8,63723195
ganaderia	pastizal	0,66411165	1,19069373	0,55775187	-4,72854027	6,05676357	0,97779434	5,39265192	0,32201819
ganaderia	agricultura	1,29362971	1,19069373	1,08645042	-4,09902221	6,68628162	0,86653455	5,39265192	0,62726244
pastizal	agricultura	1,95774136	1,19069373	1,64420229	-3,43491056	7,35039328	0,66457267	5,39265192	0,94928063

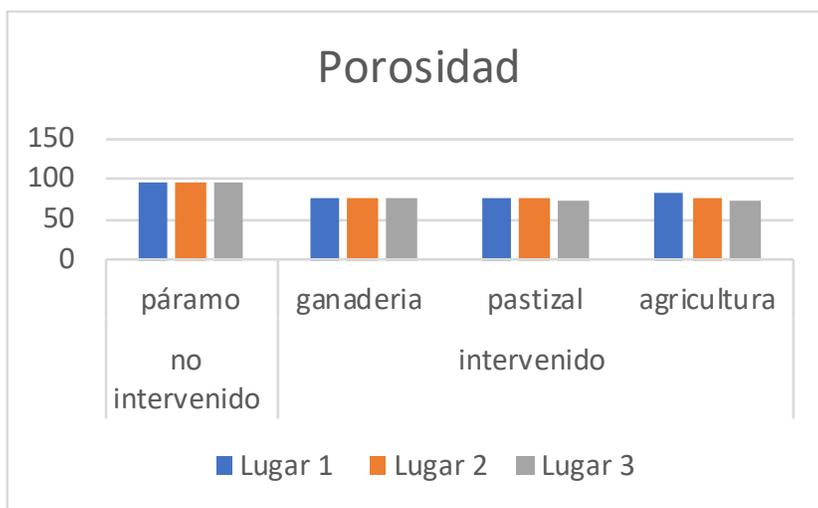
Nota. TUKEY de la porosidad de los sitios intervenidos y no intervenidos. Elaborado por la autora 2022

En la tabla 15, en la comparación de grupos de zonas no intervenidas y la zona intervenida se puede observar el valor de p-value para ganadería es de 1,5362E-05, para pastizal es de 1,1865E-05 y para agricultura es de 2,6018E-06; siendo estos valores menores a 0,05 por lo que existe una diferencia significativa rechazando la hipótesis nula por tanto es deferente la porosidad del suelo en sitios intervenidos y no intervenidos.

Ya que la zona intervenida tiene menor porosidad que en el páramo que es la zona no intervenida, se puede decir que en la zona no intervenida hay mayor cantidad de porosidad por lo que hay una mayor cantidad de retención de agua.

Figura 24

Gráfica de comparación de datos de porosidad



Nota. Ilustración de mayor porosidad de zona no intervenida que en la zona intervenida. Elaborado por la autora 2022

4.3.4. Análisis del % de materia orgánica

La materia orgánica en el suelo se encuentra debido a la descomposición de residuos de plantas y animales.

Tabla 16

Datos de % de materia orgánica

	no intervenido		intervenido	
	páramo	ganadería	pastizal	agricultura
Sitio 1	93,76237624	61,023622	74,9514563	60,665362
Sitio 2	97,62376238	65,4368932	74,7047244	67,8571429
Sitio 3	96,69902913	61,8446602	69,009901	68,0392157
Desviación				
Estandar	2,016158256	2,34716865	3,36139778	4,20572189

Nota Datos obtenidos en laboratorio de % de materia orgánica en los sitios intervenidos y no intervenidos. Elaborado por la autora 2022

Tabla 17*Análisis de varianza del % de materia orgánica*

ANOVA			Alpha		0,05			
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Grc	2052,51297	3	684,170992	70,969911	4,1708E-06	0,96378611	4,8638089	0,94592396
Within Group	77,1223727	8	9,64029659					
Total	2129,63535	11	193,603213					

Nota ANOVA de los sitios intervenidos y no intervenidos de la cantidad de materia orgánica presente en el suelo. Elaborado por la autora

Los resultados obtenidos en la tabla 17, donde el análisis del % de materia orgánica entre las zonas de paramo intervenido y las zonas no intervenidas se realizó el análisis de varianza al 5% el cual es estadísticamente significativo ya que el valor de P value es de 4,1708E-06, esto representa que es menor a 0,05 por lo tanto es significativa y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, hay diferencia entre la zona intervenida y no intervenida.

Tabla 18*Prueba de separación de medias de % de materia orgánica*

Q TEST		TUKEY HSD/KRAMER			alpha		0,05		
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
paramo	ganaderia	33,2599974	1,79260486	18,5540038	25,14129	41,3787049	5,0929E-06	8,11870743	10,7121591
paramo	pastizal	23,1396953	1,79260486	12,9084194	15,0209879	31,2584028	7,7552E-05	8,11870743	7,4526794
paramo	agricultura	30,5078157	1,79260486	17,0187063	22,3891083	38,6265231	9,8411E-06	8,11870743	9,82575467
ganaderia	pastizal	10,1203021	1,79260486	5,64558442	2,00159466	18,2390095	0,0168325	8,11870743	3,25947968
ganaderia	agricultura	2,75218171	1,79260486	1,53529747	-5,36652572	10,8708891	0,70738895	8,11870743	0,88640441
pastizal	agricultura	7,36812038	1,79260486	4,11028695	-0,75058705	15,4868278	0,07591774	8,11870743	2,37307528

Nota TUKEY de la cantidad de materia orgánica en zonas intervenidas y no intervenidas. Elaborado por la autora 2022

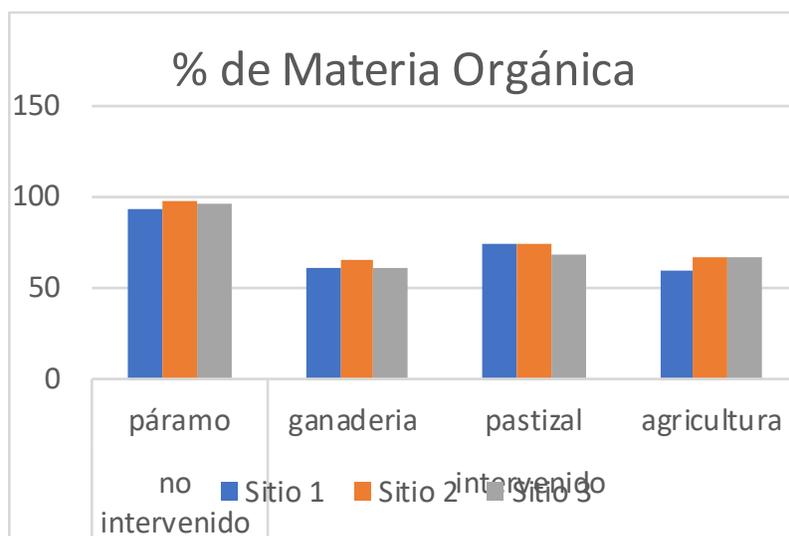
En la tabla 18, en la comparación de grupos de zonas no intervenidas y las zonas intervenidas se puede observar el valor de p-value para ganadería es de 5,0929E-06, para pastizal es de 7,7552E-05 y para agricultura es de 9,8411E-06; siendo estos valores menores a 0,05 por lo que existe una diferencia significativa rechazando la hipótesis nula. Por lo

tanto, hay diferencia en % de materia orgánica e el suelo de las zonas intervenidas y no intervenidas.

Se puede indicar que la zona intervenida tiene menor cantidad de materia orgánica mientras que la zona no intervenida tiene mayor % de materia orgánica.

Figura 25

Comparación de % de materia orgánica.



Nota Mayor % de materia orgánica en las zonas no intervenida. Elaborado por la autora 2022

4.3.5. Análisis de carbono orgánico

Este se calcula por la cantidad de dióxido de carbono que se produce en condiciones especiales al oxidar la materia orgánica

Tabla 19*Datos de Carbono orgánico en el suelo*

	no intervenido		intervenido	
	páramo	ganaderia	pastizal	agricultura
lugar 1	54,31092229	35,3473251	43,4148843	35,1398066
lugar 2	56,54759174	37,9036684	43,2719673	39,3055739
lugar 3	56,01194922	35,8229033	39,9732976	39,4110378
Desviación				
Estandar	1,167839583	1,35957405	1,94705617	2,4361225

Nota Datos obtenidos en el laboratorio de la cantidad de carbono orgánico en zonas intervenidas y no intervenidas. Elaborado por la autora

Tabla 20*Análisis de varianza de % de carbono orgánico*

ANOVA				Alpha		0,05		
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Grc	688,657143	3	229,552381	70,969911	4,1708E-06	0,96378611	4,8638089	0,94592396
Within Grouj	25,876023	8	3,23450287					
Total	714,533166	11	64,9575605					

Nota ANOVA de % de carbono orgánico en zonas intervenidas y no intervenidas. Elaborado por la autora

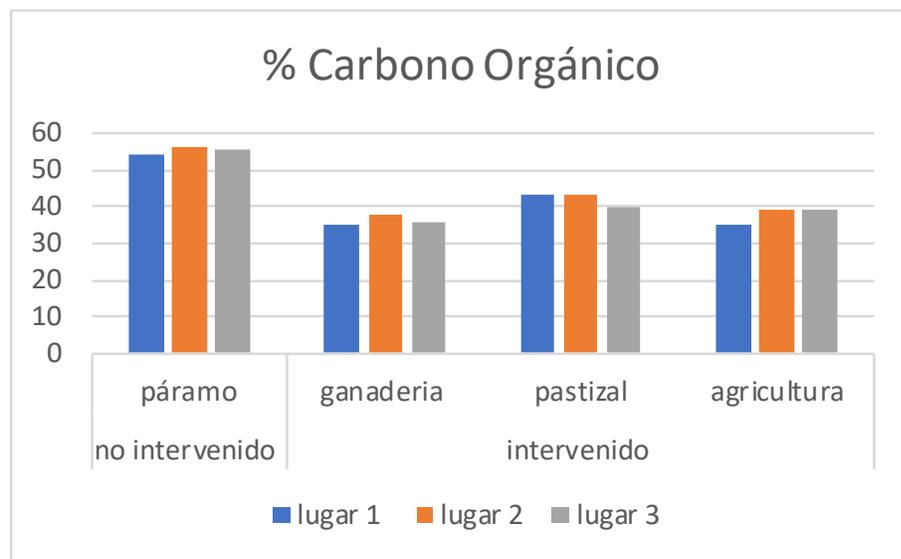
Los resultados obtenidos en la tabla 20, del análisis del % de carbono orgánico, entre las zonas de paramo intervenido y las zonas no intervenidas, se realizó el análisis de varianza al 5% el cual es estadísticamente significativo ya que el valor de P value es de 4,1708E-06, esto representa que es menor a 0,05 por lo tanto es significativa y se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, la zona intervenida tiene mayor % de carbono orgánico que la zona no intervenida habiendo diferencia.

Tabla 21*Prueba de separación de medias al 5%*

Q TEST		TUKEY HSD/KRAMER			alpha		0,05		
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
páramo	ganaderia	19,2655221	1,03834851	18,5540038	14,5628418	23,9682025	5,0929E-06	4,70268039	10,7121591
páramo	pastizal	13,403438	1,03834851	12,9084194	8,7007576	18,1061184	7,7552E-05	4,70268039	7,4526794
páramo	agricultura	17,6713483	1,03834851	17,0187063	12,9686679	22,3740287	9,8411E-06	4,70268039	9,82575467
ganaderia	pastizal	5,86208416	1,03834851	5,64558442	1,15940377	10,5647645	0,0168325	4,70268039	3,25947968
ganaderia	agricultura	1,59417384	1,03834851	1,53529747	-3,10850656	6,29685423	0,70738895	4,70268039	0,88640441
pastizal	agricultura	4,26791032	1,03834851	4,11028695	-0,43477007	8,97059071	0,07591774	4,70268039	2,3707528

Nota TUKEY de zonas intervenidas y no intervenidas del % de carbono orgánico en el suelo. Elaborado por la autora 2022

En la tabla 21, en la comparación de grupos de zonas no intervenidas y las zonas intervenidas se puede observar el valor de p-value para ganadería es de 5,0929E-06, para pastizal es de 7,7552E-05 y para agricultura es de 9,8411E-06; siendo estos valores menores a 0,05 por lo que existe una diferencia significativa rechazando la hipótesis nula. Por lo tanto, hay mayor cantidad de % de carbono orgánico en las zonas no intervenidas generando una diferencia entre las zonas intervenidas y no intervenidas

Figura 26*cantidad de carbono orgánico en el suelo*

Nota Diferencia entre las zonas intervenidas y no intervenidas. Elaborado por la autora 2022

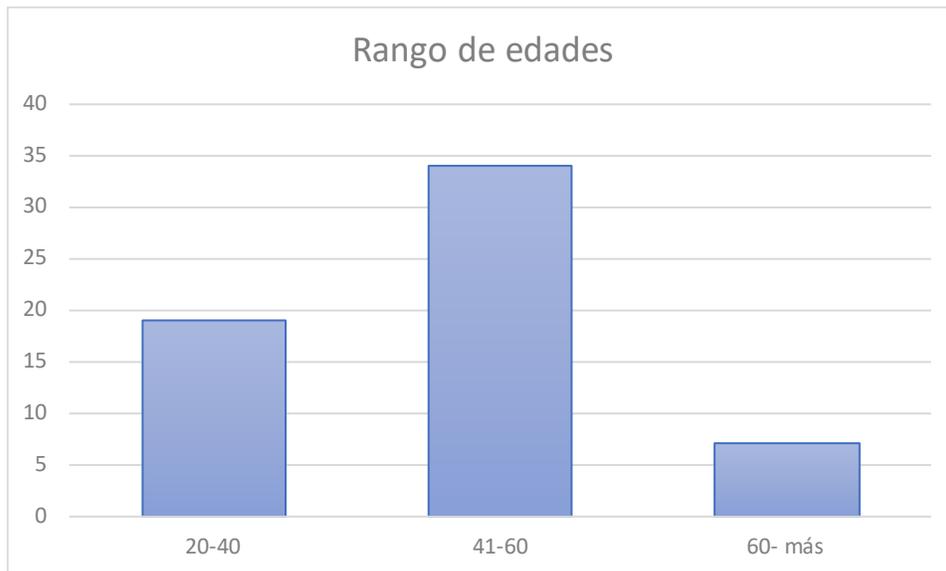
4.4. Encuesta

4.4.1. Preguntas demográficas

Rango de edades

Figura 27

Rango de edades



Nota: Rango de edades de los encuestados en la comunidad de Pesillo.

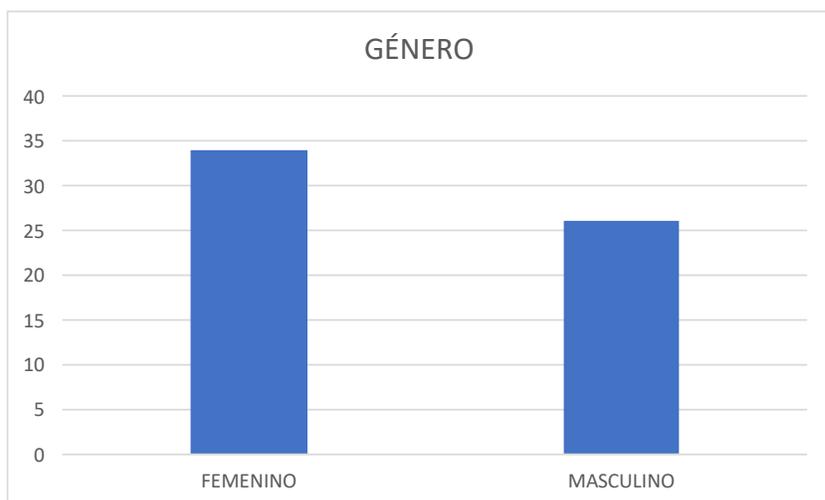
Elaborado por la autora 2022

Las encuestas se realizaron a 60 personas al azar, a personas en rangos de edades de entre 41 a 60 años, donde el 55% se encuentra en un rango de edades de 41 a 60 años, el 33,33% entre 20 y 40 años y el 11,66% de 60 en adelante.

Género

Figura 28

Género



Nota: Las personas de la comunidad de pesillo se denominaron

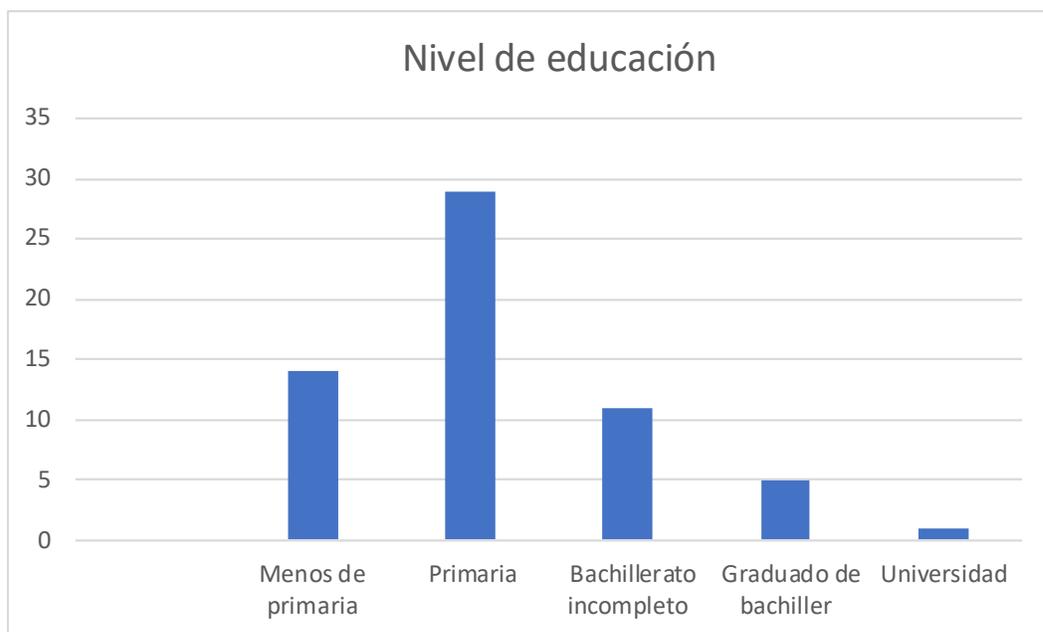
dentro de un género. Elaborado por la autora 2022

Las encuestas se realizaron a 60 personas, el 56,66% fueron mujeres y el 43,33% hombres.

Nivel más alto de educación que ha completado

Figura 29

Nivel de educación



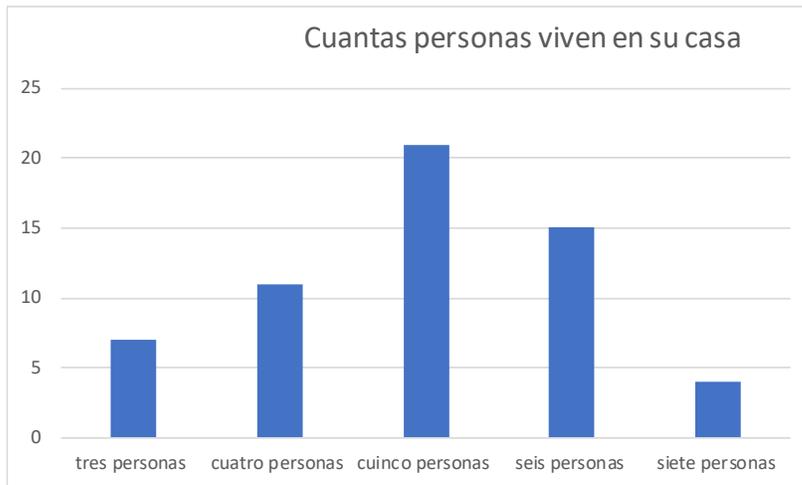
Nota: Educación de los moradores de Pesillo. Elaborado por la autora.

El nivel de educación que más prevalece en la comunidad de pesillo es la primaria con 29 personas un 48,33 %, seguido de 14 personas un 23,33 % menos de primaria, 11 personas que es un 18,33% en bachillerato incompleto, 5 personas un 8,33% graduados de bachillerato, y 1 personas con 1,6% que termino la universidad.

Cuántas personas viven en su casa

Figura 30

Personas que viven en la casa



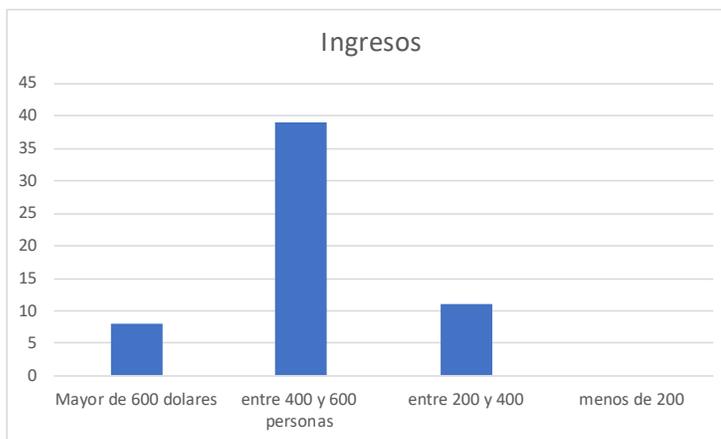
Nota: Número de personas que residen en su casa. Elaborado por la autora 2022

En casas viven entre tres y siete personas en cada casa, en su mayoría las personas contestaron que en su mayoría bien entre seis y siete personas en su mayoría.

¿Cuál es el ingreso total de su hogar?

Figura 31

Ingresos mensuales



Nota: Las personas dieron un valor referencial de cuánto ganan en sus hogares Elaborado por la autora 2022

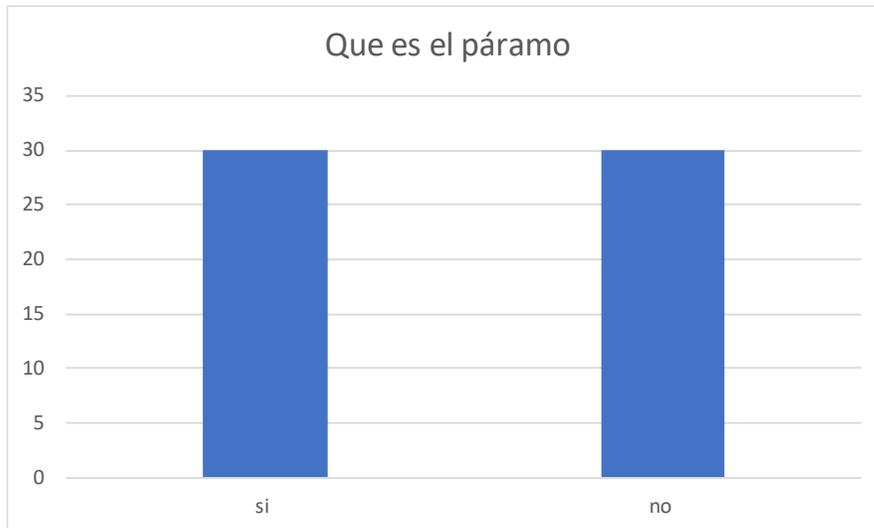
Las personas contestaron que los ingresos de sus hogares son de entre 400 y 600 dólares mensuales.

4.4.2. Preguntas sobre servicios ecosistémicos

Conoce que es el páramo

Figura 32

¿Qué es el páramo?



Nota: Las personas dieron una contestación de que es el páramo.

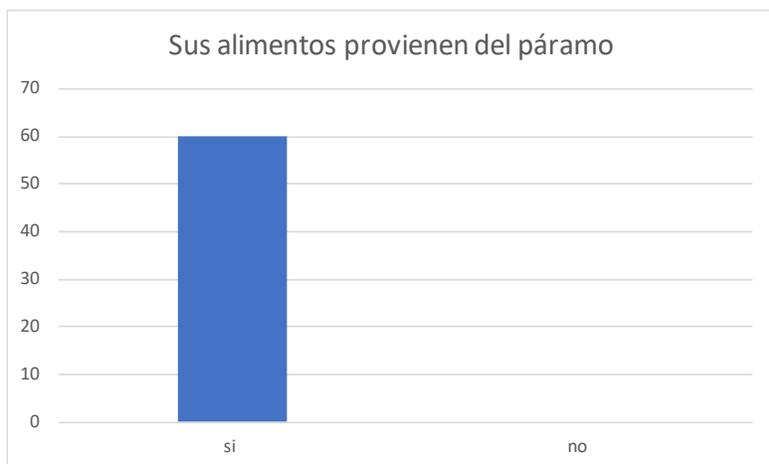
Elaborado por la autora 2022

El conocimiento sobre que es el páramo fue claro de 30 personas un 50% y las otras 30 personas 50% no tenían la idea clara de que era el páramo.

Sus alimentos provienen del páramo.

Figura 33

De donde provienen sus alimentos.



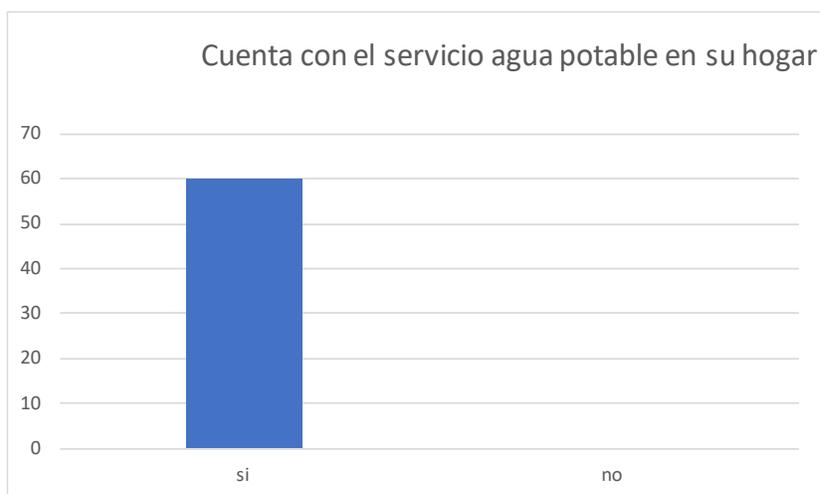
Nota: Todas las personas dijeron que sus alimentos provenían del páramo. Elaborado por la autora 2022

El 100 % de las personas de las personas tienen conocimiento de que sus alimentos provienen del páramo.

Cuenta con agua potable al interior de su vivienda

Figura 34

Cuenta con agua potable en su hogar



Nota: Las personas cuentan con los servicios básicos en sus hogares.

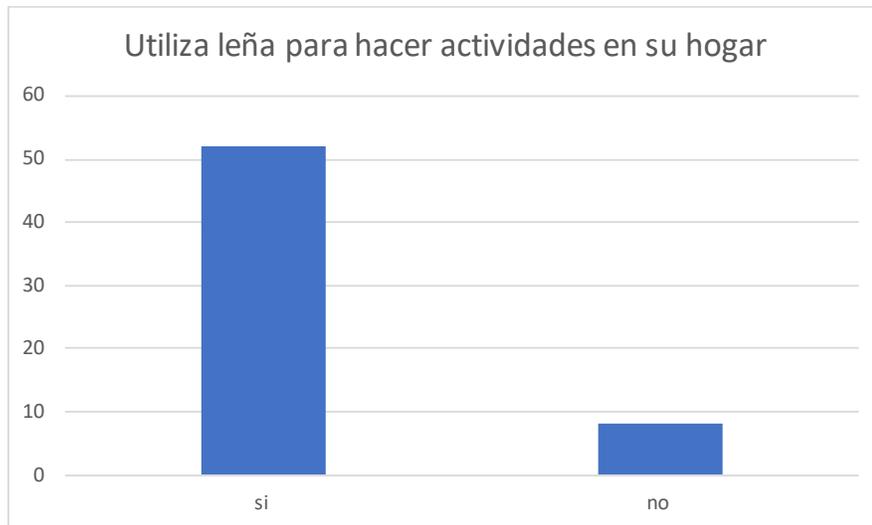
Elaborado por la autora 2022

El 100% de las personas que contestaron las encuestas cuentan con los servicios básicos como el agua potable en sus hogares.

Usted utiliza leña para hacer actividades en su hogar como cocinar

Figura 35

Utilización de leña para actividades en el hogar



Nota: Se realizan actividades con la leña en los hogares. Elaborado por la autora 2022

El 86,6 % de las personas utiliza la leña en sus hogares y el 13,4% no la utilizan.

Tiene contacto con los turistas o sabe cuántos visitan Pesillo

Figura 36

Tiene contacto con los turistas.



Nota: el servicio de cultura en los páramos de Pesillo

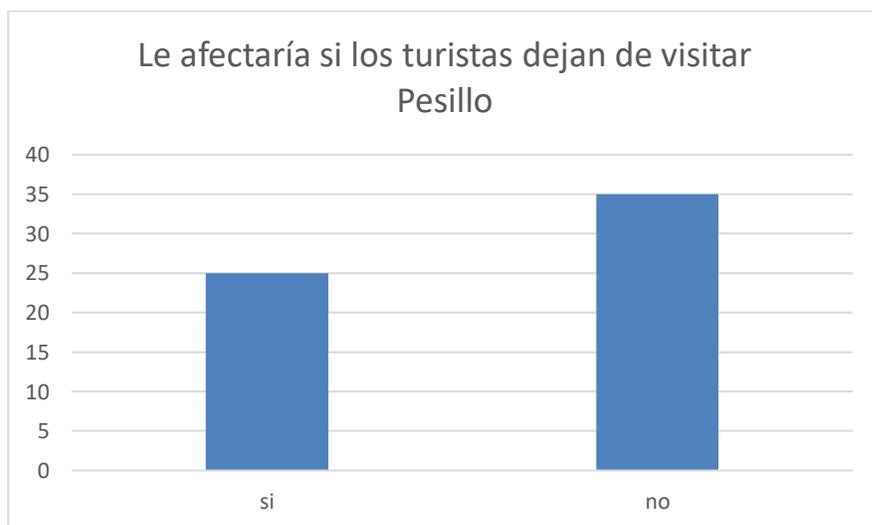
. Elaborado por la autora 2022.

Un 56,66% si tienen contacto con los turistas mientras que el 43,33% no tienen contacto con los turistas.

Le afectaría si los turistas de la zona dejan de visitar Pesillo.

Figura 37

Le afectaría si los turistas dejan de visitar Pesillo



Nota: Afectaría la economía de las personas si dejan de concurrir los turistas.

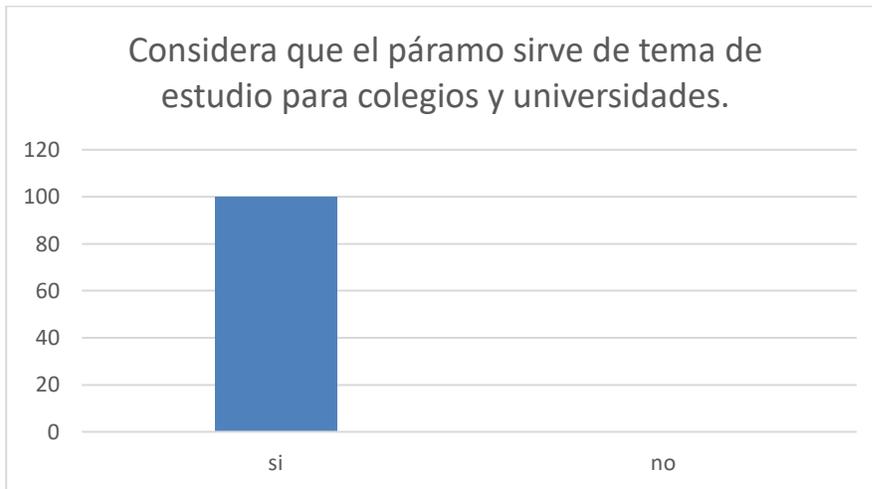
Elaborado por la autora 2022

Un 58,33% considera que no les afectaría si los turistas dejarían de visitar Pesillo y un 41,6% consideran que si les afectaría debido a las actividades que desarrolla.

Considera que el páramo sirve de tema de estudio para colegios y universidades

Figura 38

Páramo como tema de estudio



Nota: El páramo sirve como tema de estudio en el páramo de Pesillo.

Elaborado por la autora 2022

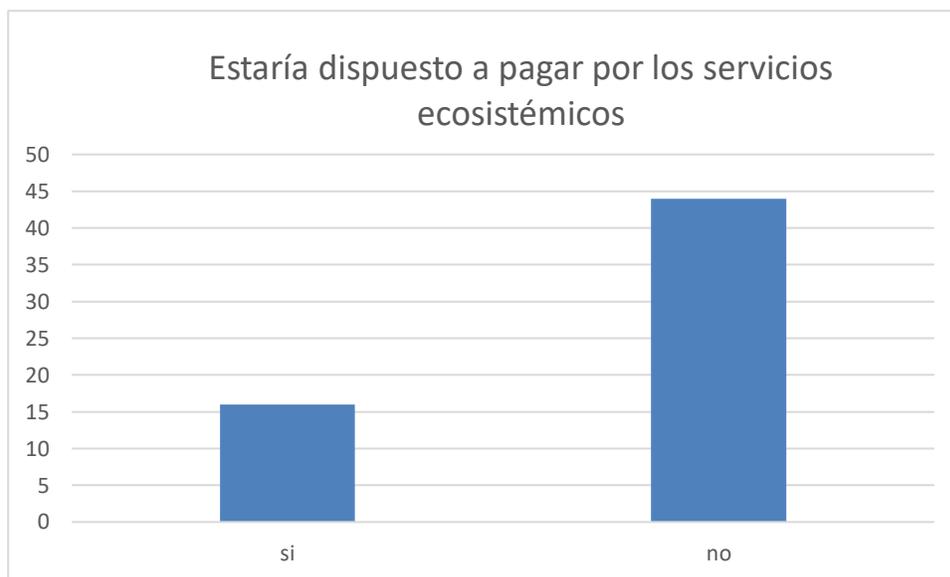
El 100% de las personas consideran que el páramo sirve como sitio de estudio para la comunidad educativa.

4.4.3. Preguntas sobre el recurso suelo

¿Cuántas de las actividades que realiza a diario cree que están relacionadas con el páramo?

Figura 39.

Estaría dispuesto a pagar por los servicios ecosistémicos.



Nota: Las personas no estarían dispuestas a pagar. Elaborado por la autora 2022

Un 73.3 % de las personas no estarían dispuestos a pagar debido a que creen que el gobierno es el encargado de la zona del páramo y es el encargado de cancelar todos los valores relacionados con la naturaleza; mientras que un 26.66 % consideran que si se debería pagar por que se benefician de lo que provee la naturaleza.

4.5. Valoración Econométrica.

En la tabla 22 se muestra los resultados obtenidos mediante una regresión probit, donde se observa la confiabilidad de la prueba, de la variable y de la disponibilidad a pagar de cada persona.

Tabla 22*Regresión Probit*

```

Probit regression          Number of obs   =      60
                          LR chi2(1)           =      9.00
                          Prob > chi2          =     0.0027
Log likelihood = -28.094607 Pseudo R2          =     0.1381

```

respuesta1	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
estariadispr	.4885461	.1775871	2.75	0.006	.1404817	.8366105
_cons	-2.624661	1.209392	-2.17	0.030	-4.995025	-.2542977

Nota: Confiabilidad de la muestra. Elaborado por la autora 2022

Tabla 23*Prueba con ingresos de la sociedad*

respuesta1	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
WTP	5.372393	.6282755	8.55	0.000	4.140995	6.60379

Nota: Confiabilidad de la prueba con los ingresos de la población. Elaborado por la autora 2022

Se observa un valor $P>|z|$ menor a 0.05, dando como resultado que la prueba es confiable y que la muestra es representativa. Y hay una disponibilidad a pagar de 5,37 dólares por hogar al año.

Tabla 24.

Ingresos de la población.

respuesta1	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
WTP	8.098668	.6766264	11.97	0.000	6.772505	9.424831

Nota: Datos elaborados en el programa Stata de la cantidad a pagar.

Elaborado por la autora 2022

En la tabla 24 se muestra la disponibilidad a pagar tomando en cuenta los ingresos que tiene la población. Dando como resultado un valor de 8.09 dólares al año, aumenta la capacidad que tiene la gente para cancelar un valor que está dentro de sus posibilidades.

Tomando en cuenta los la cantidad a pagar que tienen las personas y sus ingresos el valor a pagar aumenta.

Tabla 25

Resultados del modelo

First-Bid Variable: **estaríadispuestoapagar**
Second-Bid Variable: **estaríadispuestoapagarpreg**
First-Response Dummy Variable: **respuesta1**
Second-Response Dummy Variable: **respuesta2**

```
. nlcom (WTP:(_b[_cons]+Cuáleselingresototalde_m*_b[Cuáleselingresototalde])),  
> noheader
```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
WTP	11.45875	.6192158	18.51	0.000	10.24511	12.67239

Nota: 1 Cantidad a pagar en el año dado por el programa Stata.

Elaborado por la autora 2022.

La disponibilidad a pagar de las personas es de 11.45 dólares al año.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al realizar el análisis comparativo de las zonas del páramo intervenido (pajonal) y no intervenido (ganadería, agricultura, pastizal) se realizó la relación y se comprueba la hipótesis alternativa planteada en base a los siguientes datos.

- En cuanto a la capacidad de retención de agua, de la media de humedad gravimétrica es 23,8567 % de la zona no intervenida, en relación con la zona intervenida que es 11,0370% con lo que se demuestra que el porcentaje es mucho mayor en las zonas que no existe intervención.

De igual forma la porosidad en las zonas no intervenidas es de 95,53358222 % mientras que en la zona intervenida es de 76,63686528%, con lo que se demuestra que el porcentaje de retención de agua es mayor en la zona donde no hay intervención.

- En cuanto a la cantidad de carbono orgánico almacenado en las zonas no intervenidas se determinó que hay una media de 55,62348775 % mientras que en la zona intervenida hay una media de 38,84338493% , teniendo un mayor porcentaje de carbono orgánico almacenado en la zona no intervenida.

Por lo tanto, la intervención realizada en el páramo de Pesillo si influye en la capacidad de retención de agua y almacenamiento de carbono, quedando comprobada la hipótesis de una manera afirmativa.

Por lo tanto, los páramos cumplen varias funciones para usos de sustento y también cumplen con funciones ecológicas que respaldan la actividad económica del lugar.

La comunidad de Pesillo tiene una percepción baja sobre los servicios ecosistémicos brindados por el páramo por lo que se debería socializar los beneficios que brindan estos servicios.

Mediante el programa Stata se determinó que la disponibilidad a pagar por habitante al año es de \$ 11. 45 dólares que serían destinados directamente para preservar los servicios ecosistémicos que se encuentran en los páramos.

5.2.Recomendaciones

- Para futuras investigaciones e recomienda realizar análisis físico-químicos utilizando otras técnicas para realizar comparaciones para determinar si hay diferencia entre métodos.
- Se recomienda limpiar la zona donde se va a recolectar las muestras, que no quede residuos de raíces.
- Se recomienda tomar la medida de los parámetros lo más rápido posible.
- Se recomienda socializar con la comunidad sobre los servicios ecosistémicos y los beneficios recibidos de la naturaleza.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Agroambiental, L. (s/f). *Exposición de equipos antiguos: pHmetro. Gobierno de Aragón*. Recuperado el 24 de julio de 2022, de <https://www.aragon.es/-/laboratorio-agroambiental-equipos-antiguos-phmetro>
- ARTILAB. (s/f). *Funcionamiento de secado con Estufas de Laboratorio » ARTILAB*. Recuperado el 24 de julio de 2022, de <https://artilab.com.co/noticias/estufas-de-secado/>
- Becerra, A. T., & Bravo, X. L. (2008). Los espacios naturales protegidos. Concepto, evolución y situación actual en España. *M+A. Revista Electrónica de Medioambiente*, 5, 1–25. <http://revistas.ucm.es/index.php/MARE/article/view/MARE0808330001A>
- Blake, L. (2020). *Agricultura en los Páramos de Boyacá: industrialización y delimitación en Aquitania – POR EL Páramo*. <https://porelparamo.org/es/noticias/agricultura-en-los-paramos-de-boyaca-industrializacion-delimitacion-aquitania/>
- Bustamante, D. P. M., & Ochoa, E. (2014). Guía práctica para la valoración de servicios ecostémicos en Madre de Dios. *Wwf*, 61. http://awsassets.panda.org/downloads/guia_practica_valoracion_servicios_ecosistemicos.pdf
- Castro, M. (2019). *Pastizal: características, tipos, relieve, flora, clima, fauna*. <https://www.lifeder.com/pastizal/>
- Chuncho, C. C. G. (2019). *Páramos del Ecuador, Importancia y afectaciones*. https://drive.google.com/file/d/1_m4ZobqzjfgTfv2S3CvB4AIjSh5IIpN5/vi
ew
- Estévez, R. (2015). *Biodiversidad y los servicios ecosistémicos*. <https://www.ecointeligencia.com/2015/06/servicios-ecosistemicos/>
- INIAP. (2013). *INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS E C U A D O R ESTADO ACTUAL DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DEDICADOS AL CULTIVO DEL CAFE EN LA PROVINCIA DE MANABI*.
- Jadán, P. ñigo; Jesús I. O. (2010). *FLORA SELECTA DE LOS*. www.flacsoandes.edu.ec
- León, A. (2014). *VALORACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA Y CARBONO ENTRE LAS ZONAS INTERVENIDAS Y NO INTERVENIDAS DE LOS HUMEDALES DEL PÁRAMO DE SACHAHUAYCO DEL CANTÓN MOCHA*”. 1–106.
- López, J. F. (2019). *Sector ganadero - Qué es, definición y concepto | 2022 | Economipedia*. <https://economipedia.com/definiciones/sector-ganadero.html>
- Medina, G., Ochoa, N., & Ortiz, D. (2011). Páramo. Paisaje estudiado, habitado, manejado e institucionalizado. En P. M. V. A. C. S. Flores, R. H. C. Josse, S. L. B. G. M. N. O. D. Ortiz, & Una (Eds.), *EcoCiencia/Abya-Yala/ECOBONA*. Quito. <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56325.pdf>
- Mena, P. (2008). *Grupo de Trabajo en Páramos del Ecuador (GTP) - PDF Descargar libre*. <https://docplayer.es/12396649-Grupo-de-trabajo-en-paramos-del-ecuador-gtp.html>
- Ortiz, M. A. D.-G. (2005). *Páramos: Hidrosistemas Sensibles*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932005000200008
- Portillo, S. R. (2020). *PÁRAMO: Características, Flora y Fauna*. 2020.

- <https://www.ecologiaverde.com/paramo-caracteristicas-flora-y-fauna-2546.html>
- Quimico, L. (s/f). *Desecador – TP – Laboratorio Químico*. Recuperado el 31 de mayo de 2022, de <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/desecadora-2.html>
- U.N.L.P. (2019). *POROSIDAD Y AIREACIÓN DENSIDAD REAL Y APARENTE*. 9.
- Vanegas Villegas, T., & Estrada Walker, J. A. (2015). *Valoración económica de los páramos: Parque Nacional Natural Los Nevados*. 48.

7. Anexos

Anexo 1: Toma de muestras.

Figura 40

Remoción de vegetación



Nota: Se retiro aproximadamente 5 cm de cobertura vegetal para facilitar la toma de muestras. Elaborado por la autora 2022

Figura 41

Cilindro muestreador



Nota: cilindro muestreador listo para ser tomado la muestra. Elaborado por la autora 2022

Figura 43

Compactando cilindro muestreador



Nota: Compactando la tierra en el cilindro muestreador con la ayuda de un martillo.
Elaborado por la autora 2022

Figura 42

Muestra sacada de la tierra



Nota. Sacando la muestra con la ayuda de una pala para no dañar la muestra. Elaborado por la autora 2022

Figura 44

Limpieza tubo muestreador



Nota: Muestra retirada de la tierra y retirada las demás. Elaborado por la autora 2022

Anexo 2 Materiales de laboratorio

Figura 45.

Materiales de laboratorio



Nota: 2 Materiales utilizados para realizar la investigación.

Elaborado por la autora 2022

Anexo 3 análisis realizados

Figura 46

Sobresaturación de muestras



Nota: Muestras sobresaturadas con agua destilada durante 48 horas.

Elaborado por la autora 2022

Figura 47

Tara de las muestras



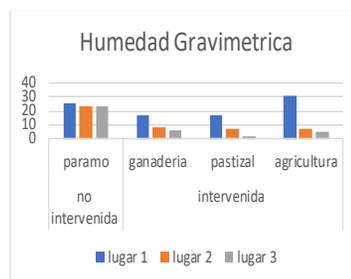
Nota: Peso de las muestras para los análisis. Elaborado por la autora 202

Anexo 4 Analisis Estadísticos realizados

Figura 48

Análisis humedad volumétrica

	no intervenida		intervenida	
	paramo	ganaderia	pastizal	agricultura
lugar 1	25,66355289	16,9144301	16,9067948	30,5327652
lugar 2	22,95330332	8,48698727	6,92637537	6,92637537
lugar 3	22,95330332	5,72175211	1,83660433	5,08164576
	23,85671985	10,3743898	8,55659151	14,1802621
		11,0370812		



ANOVA: Single Factor

DESCRIPTION

Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
paramo	3	71,5701595	23,8567198	2,44848425	4,8969685	4,9717041	12,3919496	35,3214901
ganaderia	3	31,1231695	10,3743898	33,9907264	67,9814529	4,9717041	-1,09038039	21,83916
pastizal	3	25,6697745	8,55659151	58,770864	117,541728	4,9717041	-2,9081787	20,0213617
agricultura	3	42,5407864	14,1802621	201,404025	402,808051	4,9717041	2,7154919	25,6450323

ANOVA		Alpha		0,05				
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Grc	419,1867821	3	139,728927	1,88431942	0,21064341	0,4140464	0,79253169	0,18105274
Within Group	593,2282002	8	74,153525					
Total	1012,414982	11	92,0377257					

group	mean	n	ss	df	q-crit
paramo	23,8567198	3	4,8969685		
ganaderia	10,3743898	3	67,9814529		
pastizal	8,55659151	3	117,541728		
agricultura	14,1802621	3	402,808051		
		12	593,2282	8	4,529

Q TEST TUKEY HSD/KRAMER alpha 0,05

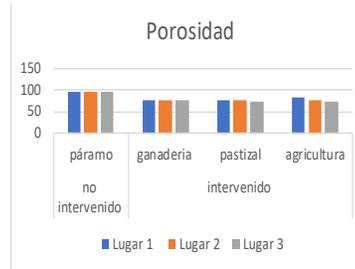
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
paramo	ganaderia	13,48233	4,9717041	2,71181264	-9,03451786	35,9991779	0,29344477	22,5168479	1,56566576
paramo	pastizal	15,3001283	4,9717041	3,07744146	-7,21671955	37,8169762	0,20939449	22,5168479	1,77676166
paramo	agricultura	9,67645772	4,9717041	1,94630604	-12,8403902	32,1933056	0,54576952	22,5168479	1,12370032
ganaderia	pastizal	1,81779831	4,9717041	0,36562882	-20,6990496	24,3346462	0,99345906	22,5168479	0,2110959
ganaderia	agricultura	3,80587229	4,9717041	0,7655066	-18,7109756	26,3227202	0,94633534	22,5168479	0,44196544
pastizal	agricultura	5,62367061	4,9717041	1,13113542	-16,8931773	28,1405185	0,8527171	22,5168479	0,65306134

Nota: Datos realizados para el análisis estadístico. Elaborado por la autora 2022

Figura 49

Resultados porosidad

	no intervenido		intervenido	
	páramo	ganaderia	pastizal	agricultura
Lugar 1	95,12486527	76,7441339	76,7537432	82,1195946
Lugar 2	95,73794069	76,1003086	76,2611048	76,2611048
Lugar 3	95,73794069	76,4366353	74,2738948	74,7812676



ANOVA: Single Factor

DESCRIPTION

Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
páramo	3	286,6007466	95,5335822	0,12528716	0,25057431	1,19069373	92,7878375	98,2793269
ganaderia	3	229,2810778	76,4270259	0,103697	0,20739401	1,19069373	73,6812813	79,1727706
pastizal	3	227,2887428	75,7629143	1,7235574	3,44711479	1,19069373	73,0171696	78,5086589
agricultura	3	233,1619669	77,7206556	15,0604772	30,1209545	1,19069373	74,974911	80,4664003

ANOVA Alpha 0,05

Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Gr	809,390573	3	269,796858	63,4330358	6,4129E-06	0,9596569	4,59829808	0,93978899
Within Grou	34,0260376	8	4,2532547					
Total	843,416611	11	76,6742373					

TUKEY HSD/KRAMER alpha 0,05

group	mean	n	ss	df	q-crit
páramo	95,5335822	3	0,25057431		
ganaderia	76,4270259	3	0,20739401		
pastizal	75,7629143	3	3,44711479		
agricultura	77,7206556	3	30,1209545		
		12	34,0260376	8	4,529

Q.TEST TUKEY HSD/KRAMER alpha 0,05

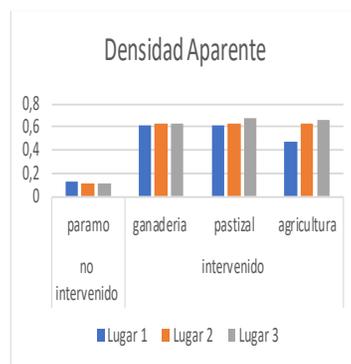
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
páramo	ganaderia	19,1065563	1,19069373	16,046575	13,7139044	24,4992082	1,5362E-05	5,39265192	9,26449439
páramo	pastizal	19,7706679	1,19069373	16,6043269	14,378016	25,1633199	1,1865E-05	5,39265192	9,58651258
páramo	agricultura	17,8129266	1,19069373	14,9601246	12,4202747	23,2055785	2,6018E-05	5,39265192	8,63723195
ganaderia	pastizal	0,66411165	1,19069373	0,55775187	-4,72854027	6,05676357	0,97779434	5,39265192	0,32201819
ganaderia	agricultura	1,29362971	1,19069373	1,08645042	-4,09902221	6,68628162	0,86653455	5,39265192	0,62726244
pastizal	agricultura	1,95774136	1,19069373	1,64420229	-3,43491056	7,35039328	0,66457267	5,39265192	0,94928063

Nota: Análisis estadístico porosidad. Elaborado por la autora.

Figura 50

Datos densidad aparente

	no intervenido		intervenido	
	paramo	ganaderia	pastizal	agricultura
Lugar 1	0,12919107	0,61628045	0,6160258	0,47383074
Lugar 2	0,11294457	0,63334182	0,62908072	0,62908072
Lugar 3	0,11294457	0,62442917	0,68174179	0,66829641



ANOVA: Single Factor

DESCRIPTION

Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
paramo	3	0,35508021	0,11836007	8,7983E-05	0,00017597	0,03155338	0,04559784	0,19112231
ganaderia	3	1,87405144	0,62468381	7,2821E-05	0,00014564	0,03155338	0,55192158	0,69744605
pastizal	3	1,92684832	0,64228277	0,00121037	0,00242074	0,03155338	0,56952054	0,71504501
agricultura	3	1,77120788	0,59040263	0,01057622	0,02115244	0,03155338	0,51764039	0,66316486

ANOVA		Alpha		0,05				
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Grc	0,56839453	3	0,18946484	63,4330358	6,4129E-06	0,9596569	4,59829808	0,93978899
Within Group	0,02389478	8	0,00298685					
Total	0,59228931	11	0,05384448					

TUKEY HSD/KRAMER		alpha		0,05	
group	mean	n	ss	df	q-crit
paramo	0,11836007	3	0,00017597		
ganaderia	0,62468381	3	0,00014564		
pastizal	0,64228277	3	0,00242074		
agricultura	0,59040263	3	0,02115244		
		12	0,02389478	8	4,529

Q TEST TUKEY HSD/KRAMER alpha 0,05

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
paramo	ganaderia	0,50632374	0,03155338	16,046575	0,36341847	0,64922902	1,5362E-05	0,14290528	9,26449439
paramo	pastizal	0,5239227	0,03155338	16,6043269	0,38101742	0,66682798	1,1865E-05	0,14290528	9,58651258
paramo	agricultura	0,47204255	0,03155338	14,9601246	0,32913728	0,61494783	2,6018E-05	0,14290528	8,63723195
ganaderia	pastizal	0,01759896	0,03155338	0,55775187	-0,12530632	0,16050423	0,97779434	0,14290528	0,32201819
ganaderia	agricultura	0,03428119	0,03155338	1,08645042	-0,10862409	0,17718646	0,86653455	0,14290528	0,62726244
pastizal	agricultura	0,05188015	0,03155338	1,64420229	-0,09102513	0,19478542	0,66457267	0,14290528	0,94928063

Nota: Análisis completo densidad aparente. Elaborado por la autora 2022

Figura 51

Datos % de materia orgánica

	no intervenido		intervenido	
	páramo	ganadería	pastizal	agricultura
Sitio 1	93,76237624	61,023622	74,9514563	60,665362
Sitio 2	97,62376238	65,4368932	74,7047244	67,8571429
Sitio 3	96,69902913	61,8446602	69,009901	68,0392157

ANOVA: Single Factor

DESCRIPTION									Alpha	0,05
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper		
páramo	3	288,0851677	96,0283892	4,06489411	8,12978823	1,79260486	91,894635	100,162143		
ganadería	3	188,3051754	62,7683918	5,50920066	11,0184013	1,79260486	58,6346376	66,902146		
pastizal	3	218,6660817	72,8886939	11,298995	22,59799	1,79260486	68,7549397	77,0224481		
agricultura	3	196,5617206	65,5205735	17,6880966	35,3761932	1,79260486	61,3868193	69,6543278		

ANOVA									Alpha	0,05
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq		
Between Grc	2052,51297	3	684,170992	70,969911	4,1708E-06	0,96378611	4,8638089	0,94592396		
Within Group	77,1223727	8	9,64029659							
Total	2129,63535	11	193,603213							

existen diferencias significativas

Nota: Análisis completo. Elaborado por la autora 2022

TUKEY HSD/KRAMER						alpha	0,05
group	mean	n	ss	df	q-crit		
páramo	96,0283892	3	8,12978823				
ganadería	62,7683918	3	11,0184013				
pastizal	72,8886939	3	22,59799				
agricultura	65,5205735	3	35,3761932				
		12	77,1223727	8	4,529		

Q TEST										TUKEY HSD/KRAMER	alpha	0,05
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d			
páramo	ganadería	33,2599974	1,79260486	18,5540038	25,14129	41,3787049	5,0929E-06	8,11870743	10,7121591			
páramo	pastizal	23,1396953	1,79260486	12,9084194	15,0209879	31,2584028	7,7552E-05	8,11870743	7,4526794			
páramo	agricultura	30,5078157	1,79260486	17,0187063	22,3891083	38,6265231	9,8411E-06	8,11870743	9,82575467			
ganadería	pastizal	10,1203021	1,79260486	5,64558442	2,00159466	18,2390095	0,0168325	8,11870743	3,25947968			
ganadería	agricultura	2,75218171	1,79260486	1,53529747	-5,36652572	10,8708891	0,70738895	8,11870743	0,88640441			
pastizal	agricultura	7,36812038	1,79260486	4,11028695	-0,75058705	15,4868278	0,07591774	8,11870743	2,37307528			

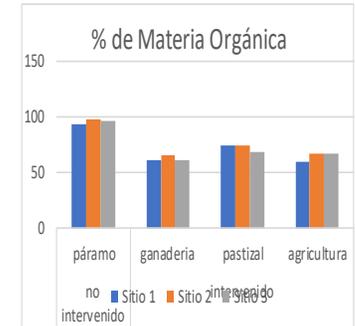


Figura 52

Datos completos % de carbono orgánico

% de		no intervenido		intervenido	
		páramo	ganaderia	pastizal	agricultura
carbono	lugar 1	54,31092229	35,3473251	43,4148843	35,1398066
organico	lugar 2	56,54759174	37,9036684	43,2719673	39,3055739
	lugar 3	56,01194922	35,8229033	39,9732976	39,4110378
		55,62348775	36,3579656	42,2200498	37,9521394
					38,8433849

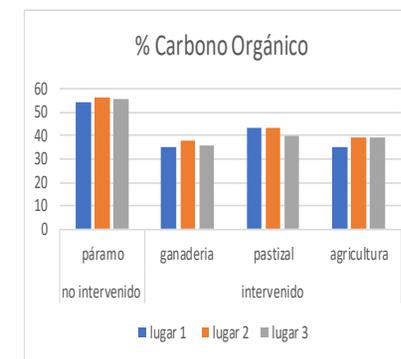
ANOVA: Single Factor

DESCRIPTION		Alpha 0,05						
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
páramo	3	166,8704632	55,6234877	1,36384929	2,72769858	1,03834851	53,2290518	58,0179237
ganaderia	3	109,0738968	36,3579656	1,84844161	3,69688322	1,03834851	33,9635296	38,7524016
pastizal	3	126,6601493	42,2200498	3,79102774	7,58205548	1,03834851	39,8256138	44,6144857
agricultura	3	113,8564183	37,9521394	5,93469285	11,8693857	1,03834851	35,5577035	40,3465754

ANOVA		Alpha 0,05						
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Grc	688,657143	3	229,552381	70,969911	4,1708E-06	0,96378611	4,8638089	0,94592396
Within Grouj	25,876023	8	3,23450287					
Total	714,533166	11	64,9575605					

TUKEY HSD/KRAMER		alpha 0,05			
group	mean	n	ss	df	q-crit
páramo	55,6234877	3	2,72769858		
ganaderia	36,3579656	3	3,69688322		
pastizal	42,2200498	3	7,58205548		
agricultura	37,9521394	3	11,8693857		
		12	25,876023	8	4,529

Q TEST		TUKEY HSD/KRAMER alpha 0,05							
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
páramo	ganaderia	19,2655221	1,03834851	18,5540038	14,5628418	23,9682025	5,0929E-06	4,70268039	10,7121591
páramo	pastizal	13,403438	1,03834851	12,9084194	8,7007576	18,1061184	7,7552E-05	4,70268039	7,4526794
páramo	agricultura	17,6713483	1,03834851	17,0187063	12,9686679	22,3740287	9,8411E-06	4,70268039	9,82575467
ganaderia	pastizal	5,86208416	1,03834851	5,64558442	1,15940377	10,5647645	0,0168325	4,70268039	3,25947968
ganaderia	agricultura	1,59417384	1,03834851	1,53529747	-3,10850656	6,29685423	0,70738895	4,70268039	0,88640441
pastizal	agricultura	4,26791032	1,03834851	4,11028695	-0,43477007	8,97059071	0,07591774	4,70268039	2,37307528

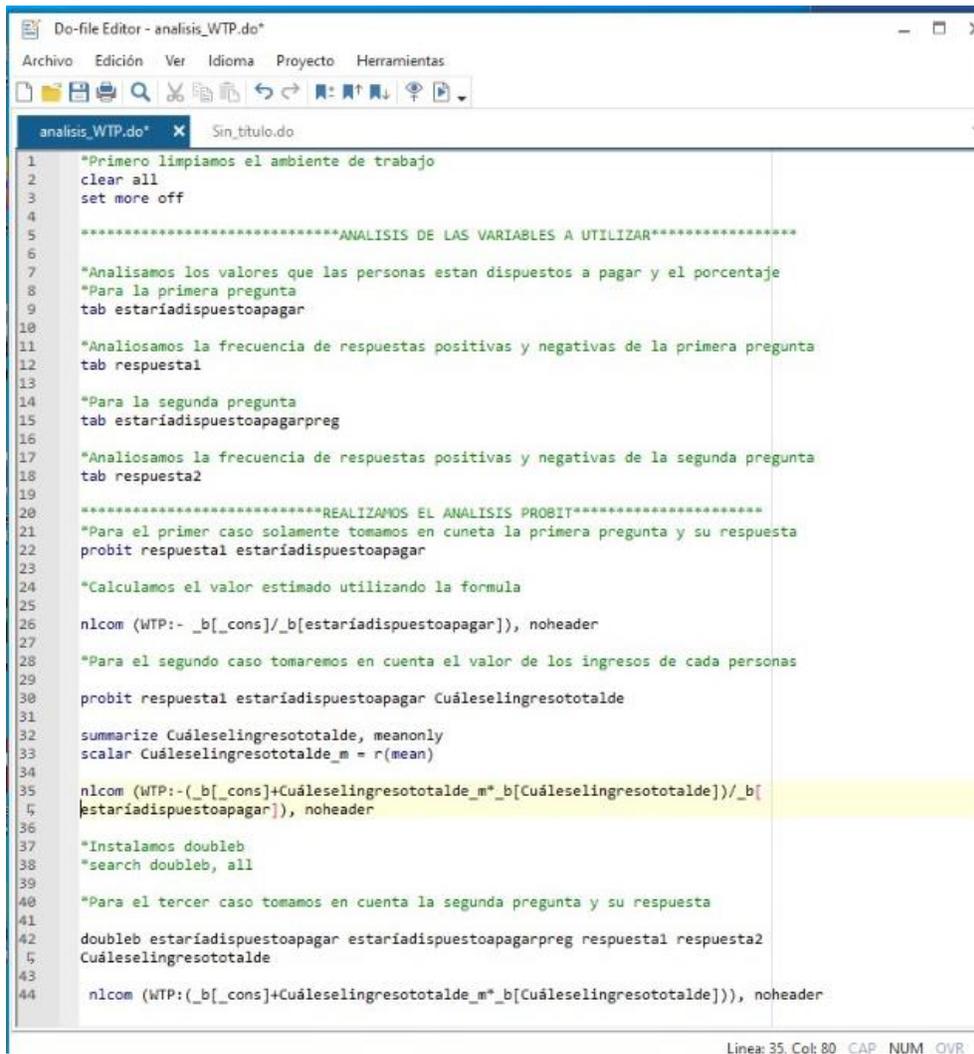


Nota: Análisis estadístico complete. Elaborado por la autora 2022

Anexo 5 Análisis de datos Programa Stata

Figura 53

Progradación de Stata

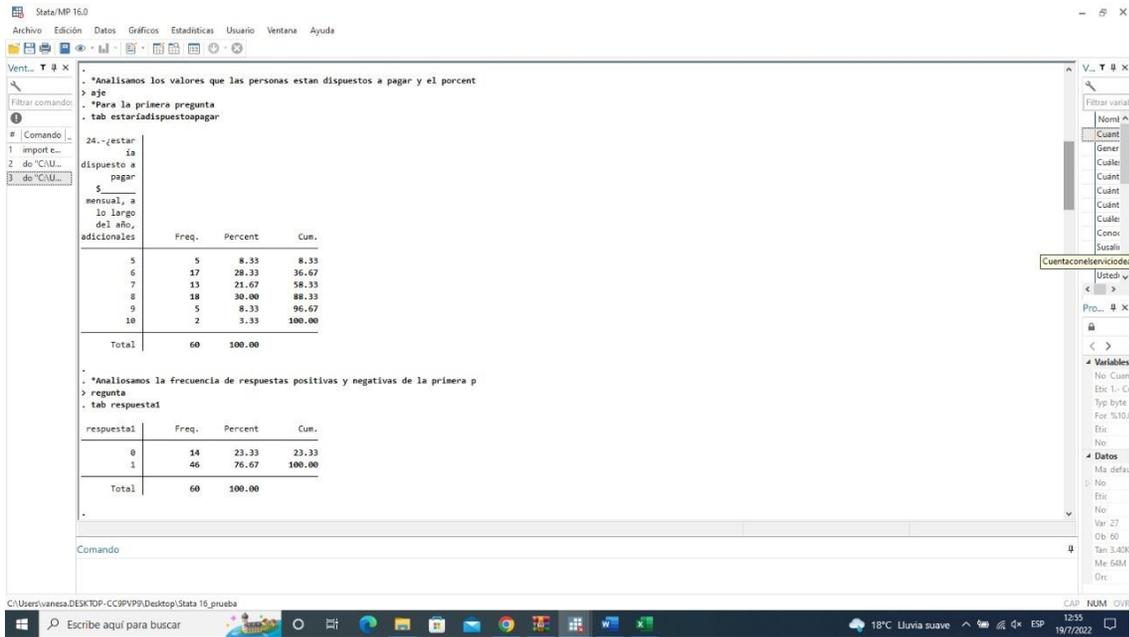


```
Do-file Editor - analisis_WTP.do*
Archivo Edición Ver Idioma Proyecto Herramientas
analisis_WTP.do* x Sin_titulo.do
1 *Primero limpiamos el ambiente de trabajo
2 clear all
3 set more off
4 *****ANALISIS DE LAS VARIABLES A UTILIZAR*****
5
6
7 *Analizamos los valores que las personas estan dispuestos a pagar y el porcentaje
8 *Para la primera pregunta
9 tab estariadispuestoapagar
10
11 *Analizamos la frecuencia de respuestas positivas y negativas de la primera pregunta
12 tab respuesta1
13
14 *Para la segunda pregunta
15 tab estariadispuestoapagarpreg
16
17 *Analizamos la frecuencia de respuestas positivas y negativas de la segunda pregunta
18 tab respuesta2
19
20 *****REALIZAMOS EL ANALISIS PROBIT*****
21 *Para el primer caso solamente tomamos en cuenta la primera pregunta y su respuesta
22 probit respuesta1 estariadispuestoapagar
23
24 *Calculamos el valor estimado utilizando la formula
25
26 nlcom (WTP:- _b[_cons]/_b[estariadispuestoapagar]), noheader
27
28 *Para el segundo caso tomaremos en cuenta el valor de los ingresos de cada personas
29
30 probit respuesta1 estariadispuestoapagar Cuáleselingresototalde
31
32 summarize Cuáleselingresototalde, meanonly
33 scalar Cuáleselingresototalde_m = r(mean)
34
35 nlcom (WTP:- (_b[_cons]+Cuáleselingresototalde_m*_b[Cuáleselingresototalde])/_b[
36 estariadispuestoapagar]), noheader
37
38 *Instalamos doubleb
39 *search doubleb, all
40
41 *Para el tercer caso tomamos en cuenta la segunda pregunta y su respuesta
42 doubleb estariadispuestoapagar estariadispuestoapagarpreg respuesta1 respuesta2
43 Cuáleselingresototalde
44 nlcom (WTP: (_b[_cons]+Cuáleselingresototalde_m*_b[Cuáleselingresototalde])), noheader
Linea: 35. Col: 80 CAP NUM OVR
```

Nota: datos de Stata para correr el programa. Elaborado por la autora 2022

Figura 54

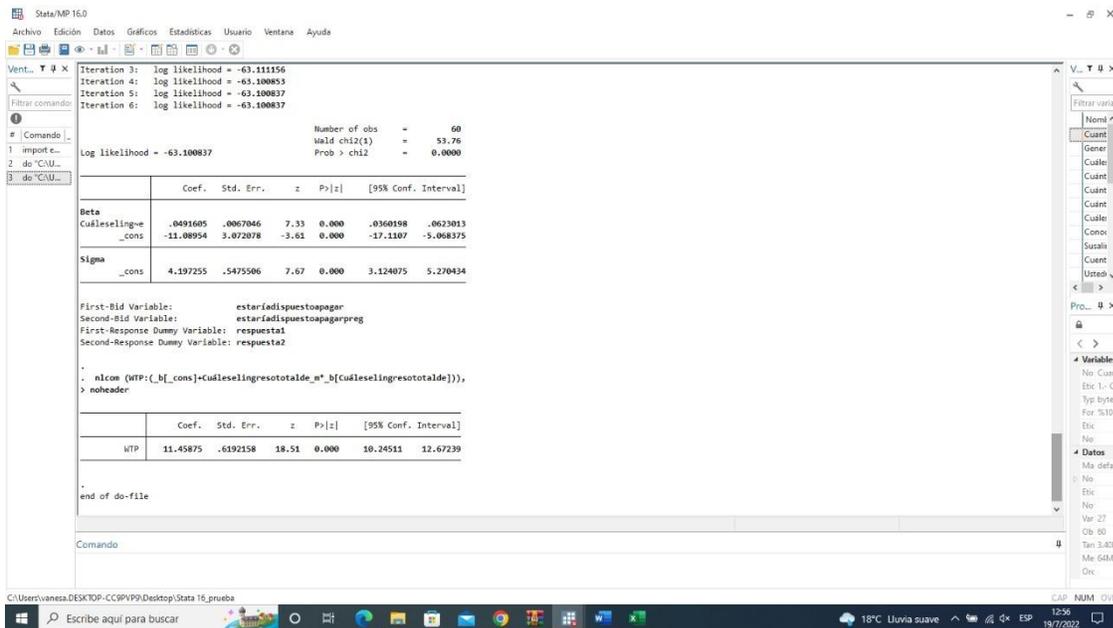
Resultado de valoración de las preguntas



Nota: pregunta en Stata tabulada mediante análisis dicotómico. Elaborado por la autora 2022

Figura 55

Valor a apagar por los servicios ecosistémicos



Nota: Valoración económica mediante el programa Stata. Elaborado por la autora 2022

Anexo 6 Encuesta

ENCUESTA

ENCUESTA #: _____ Sector _____

Buenos días/tardes. Mi nombre es Vanesa Velásquez estudiante de Ingeniería Ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, y estoy llevando a cabo mi trabajo de titulación. Me encuentro realizando la siguiente encuesta sobre los Servicios Ecosistémicos del páramo en Pesillo. Le agradecería si me ayuda contestando la siguiente encuesta, la cual es totalmente confidencial y tiene una duración aproximada de 15 minutos.

Usted a sido seleccionado al azar, toda la información que usted nos brinde es absolutamente confidencial. Recuerde que no hay respuestas correctas o incorrectas

Primera parte: preguntas demográficas

La información brindada a continuación es importante para ayudarnos a verificar que todos los grupos de la comunidad fueron representados fielmente, le recordamos que todas sus respuestas son confidenciales.

1. Cuantos años tiene _____
2. Genero. __Masculino __Femenino
3. ¿Cuál es el nivel más alto de educación que ha completado? Escoja uno
 - Menos de primaria
 - Primaria
 - Bachillerato incompleto
 - Graduado de bachiller
 - Universidad
4. ¿Cuántas personas viven en la casa? _____
5. ¿Cuánto tiempo vive en su casa? _____ años
6. ¿Cuánto tiempo vive en la comunidad de Pesillo _____
7. ¿Cuál es el ingreso total de su hogar? Escoja.
 - Mayor de 600 dólares
 - Entre 400 a 600 dólares
 - Entre 200 a 400 dólares
 - Menor a 200 dólares

Segunda parte: preguntas sobre servicios ecosistémicos

8. ¿Conoce usted que es el páramo? Si la respuesta es sí, preguntar que es (anotar lo más importante). Si la respuesta es no, dar una explicación breve.
9. ¿Sus alimentos provienen principalmente del páramo?
Si ___ No ___
10. ¿Cuenta con el servicio de agua potable al interior de su vivienda?
Si ___ No ___
11. Usted utiliza leña para hacer actividades en su hogar como cocinar
Si ___ No ___
12. Tiene contacto con los turistas o sabe cuántos visitan Pesillo.
Si _____ No _____

13. Le afectaría si los turistas de la zona dejan de venir.

Si____ No____

14. ¿Considera que el páramo sirve de tema de estudio para colegios y universidades?

Si____ No____

Tercera parte: Preguntas sobre el recurso suelo.

15. ¿Cuántas de las actividades que realiza a diario cree que están relacionadas con el páramo?

- Alimentación tanto personal como de animales.
- Aseo personal.
- Cultivos
- Tener animales
- Para la venta de artículos para el turismo.
- Aseo personal.

Pregunta hipotética.

Suponga que las autoridades de la parroquia de Olmedo se encuentran realizando un proyecto para los residentes y visitantes de Pesillo, donde se van a realizar nuevas actividades como hacer senderos, sembrío de árboles y proyectos con la comunidad referente al uso del suelo. Entonces:

16. ¿estaría dispuesto a pagar \$ 5,6,7,8,9,10 mensual, a lo largo del año, adicionales a su cuenta de servicios, para el desarrollo del proyecto, evitando el deterioro del páramo.

'Si____ No____

Precios: si responde que si, duplicar el valor dado, si dice que no, preguntar por la mitad.

Si responde que no

17. ¿Qué razones tiene para no pagar?

Razones económicas____

El gobierno debería pagar____

No le interesa____

Otros____

18. Piensa usted que los páramos de Pesillo son importantes para las comunidades aledañas.

Si____ No____

19. Piensa que el deterioro del páramo tiene relación con la calidad de vida de las familias de la zona.

Si____ No____

Agradezco su amabilidad y su tiempo por ayudarme con la encuesta, que tenga un Buen día.