



Análisis del estado del suelo de los ríos Cebadas - Yasipan de la microcuenca del río Cebadas, provincia de Chimborazo

Analysis of the state of the soil of the Cebadas - Yasipan rivers of the Cebadas river micro-basin, province of Chimborazo

Análise do estado do solo dos rios Cebadas - Yasipan da microbacia do rio Cebadas, província de Chimborazo

Guicela Ati-Cutiupala ^I

guicela.ati@esPOCH.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9779-2758>

Diego Cushquicullma-Colcha ^{III}

diegofc10@correo.ugr.es

<https://orcid.org/0000-0001-6265-8164>

Martha Vasco-Lucio ^{II}

martha.vasco@esPOCH.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1377-7305>

Marlene Beatriz Barba-Ramírez ^{IV}

marlenebarba@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-9652-4983>

Correspondencia: guicela.ati@esPOCH.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 30 de septiembre de 2023 * **Aceptado:** 20 de octubre de 2023 * **Publicado:** 07 de noviembre de 2023

- I. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Ecuador.
- II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Ecuador.
- III. Universidad de Granada.
- IV. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Ecuador.

Resumen

El suelo es el componente fundamental para el equilibrio de los ecosistemas y el buen desarrollo de las especies vegetales y animales, es indispensable para la filtración de sustancias y protección de las aguas superficiales y subterráneas, por lo que la presente investigación se centró en el análisis del suelo de la parte central de la microcuenca del río Cebadas en la confluencia de los ríos Cebadas y Yasipan para determinar el estado de este y su importancia para el ambiente, para lo cual se tomaron 15 muestras de suelo y fueron analizados a través de laboratorio donde se determinaron parámetros fisicoquímicos; obteniendo como resultado en 12 de los 15 puntos de muestreo suelo de textura franco arcilloso de tipo pesado que comprende partículas finas que se encuentra en una proporción de arena 35%, limo 30% y arcilla 35% este suelo generalmente forma barro característico de áreas saturados de agua, típicos de zonas ribereñas, por otra parte en las 3 muestras restantes se obtuvo textura arenoso franco en una relación arena 80%, limo 15% y arcilla 5%, se determinó alto contenido de materia orgánica con 6,54%, una densidad promedio de 0,66 g/cm³, pH de 2,22 correspondiente a suelos altamente ácidos presentes en zonas con grandes precipitaciones y suelos de origen volcánico propio de los páramos, por otra parte se encontraron altas concentraciones de metales pesados que se debería a actividades agropecuarias, en cuanto al potasio y magnesio son elementos que se lixivian de forma rápida, encontrándose un bajo contenido de potasio que generalmente se observa en zonas lluviosas.

Palabras Clave: Suelo; Textura; Microcuenca; Aguas superficiales.

Abstract

Soil is the fundamental component for the balance of ecosystems and the good development of plant and animal species, it is essential for the filtration of substances and protection of surface and underground waters, so this research focused on the analysis of the soil of the central part of the Cebadas River micro-basin at the confluence of the Cebadas and Yasipan rivers to determine its state and its importance for the environment, for which 15 soil samples were taken and analyzed through the laboratory. where physicochemical parameters were determined; The result was obtained in 12 of the 15 sampling points, soil with a heavy clay loam texture that comprises fine particles found in a proportion of sand 35%, silt 30% and clay 35%. This soil generally forms mud characteristic of saturated areas. of water, typical of riparian areas, on the other hand, in the remaining 3 samples a loamy sandy texture was obtained in a ratio of sand 80%, silt 15% and clay

5%, a high content of organic matter was determined with 6.54%, a average density of 0.66 g/cm³, pH of 2.22 corresponding to highly acidic soils present in areas with high rainfall and soils of volcanic origin typical of the moors; on the other hand, high concentrations of heavy metals were found, which would be due to agricultural activities, in terms of potassium and magnesium, they are elements that leach quickly, finding a low potassium content that is generally observed in rainy areas.

Keywords: Floor; Texture; Microbasin; Surface water.

Resumo

O solo é a componente fundamental para o equilíbrio dos ecossistemas e para o bom desenvolvimento das espécies vegetais e animais, é essencial para a filtração de substâncias e protecção das águas superficiais e subterrâneas, pelo que esta investigação centrou-se na análise do solo da parte central da microbacia do rio Cebadas, na confluência dos rios Cebadas e Yasipan, para determinar o seu estado e a sua importância para o meio ambiente, para o qual foram colhidas 15 amostras de solo e analisadas em laboratório, onde foram determinados parâmetros físico-químicos; O resultado foi obtido em 12 dos 15 pontos amostrais, solo com textura franco-argilosa pesada, composto por partículas finas encontradas na proporção de areia 35%, silte 30% e argila 35%. Esse solo geralmente forma lama característica de áreas saturadas. de água, típico de zonas ribeirinhas, por outro lado, nas restantes 3 amostras obteve-se uma textura arenosa argilosa numa proporção de areia 80%, silte 15% e argila 5%, foi determinado um elevado teor de matéria orgânica com 6,54 %, densidade média de 0,66 g/cm³, pH de 2,22 correspondendo a solos altamente ácidos presentes em zonas com elevada pluviosidade e solos de origem vulcânica típicos das charnecas; por outro lado, foram encontradas elevadas concentrações de metais pesados, o que ser devido às atividades agrícolas, em termos de potássio e magnésio, são elementos que lixiviam rapidamente, encontrando um baixo teor de potássio que geralmente é observado em áreas chuvosas.

Palavras-chave: Chão; Textura; Microbacia; Água da superfície.

Introducción

Los suelos componen la parte superficial de la corteza terrestre que es el resultado de la alteración física y química de las rocas, además de los restos de las acciones de varios seres vivos que habitan

en ella, por lo cual son complejos sistemas donde se presentan extensos procesos físicos y biológicos (Chávez Muyulema, 2021). Asimismo, es el soporte de los bosques y el abastecimiento de la producción alimenticia para la creciente población mundial, por lo que contar con acceso a información actualizada de este recurso natural facilita la planificación de las actividades agropecuarias, el manejo adecuado de los bosques y el desarrollo de la infraestructura humana (Sotelo Ruíz et al., 2019). La calidad del suelo engloba propiedades físicas, químicas y biológicas que contribuyen a su funcionalidad, por lo que resulta esencial el monitoreo del suelo para verificar su estado y tomar medidas apropiadas y oportunas alineadas a su conservación. Integra relaciones y funciones entre varios parámetros que se calculan y son importantes para la sostenibilidad agrícola y ambiental (Carla Moreno et al., 2015). Sin embargo, la gran problemática del desarrollo de la minería a nivel mundial afecta gravemente a este recurso y a sus componentes, debido al cambio de uso del suelo derivado de actividades de desmonte y despalme del terreno; además del depósito o almacenamiento de materiales para el establecimiento de la actividad minera, que provocan la pérdida del suelo que disminuye el rendimiento agrícola e incita a los hundimientos y fracturas en el territorio (Sanchez & Ortiz, 2016).

El Ecuador se caracteriza por poseer una gran variedad y riqueza de recursos naturales, donde se destaca la presencia de suelos de origen volcánicos que poseen un alto potencial agrícola y una extensa variedad de climas, es así como el ser humano supo aprovechar de estas cualidades y desarrollar la agricultura generando una diversidad de productos. Sin embargo, en algunas zonas del país el contenido de materia orgánica es bajo lo cual repercute en la estabilidad de los agregados, retención de nutrientes, disponibilidad de agua, reducción de la erosión y mayor actividad de microorganismos, siendo indispensable la incorporación de micronutrientes (Guerrero, 2012). Por otra parte, la demanda de recursos naturales resulta ser una gran problemática para la provincia de Chimborazo en la actualidad, ya que los recursos de flora, fauna, agua, suelo y aire son los más vulnerables, esta situación se ha visto agravada en el sector agropecuario por la necesidad de tierras fértiles, el rápido avance de la frontera agrícola y la reducción de la cobertura vegetal. Asimismo, el suelo se ha convertido en un recurso estéril por causa de la sobreexplotación en las áreas agrícolas, dejándolo sin capa arable al mismo tiempo con zonas erosionadas, mientras que las superficies naturales se han degradado por el desarrollo de la frontera agrícola y urbana (PDYOT, 2015).

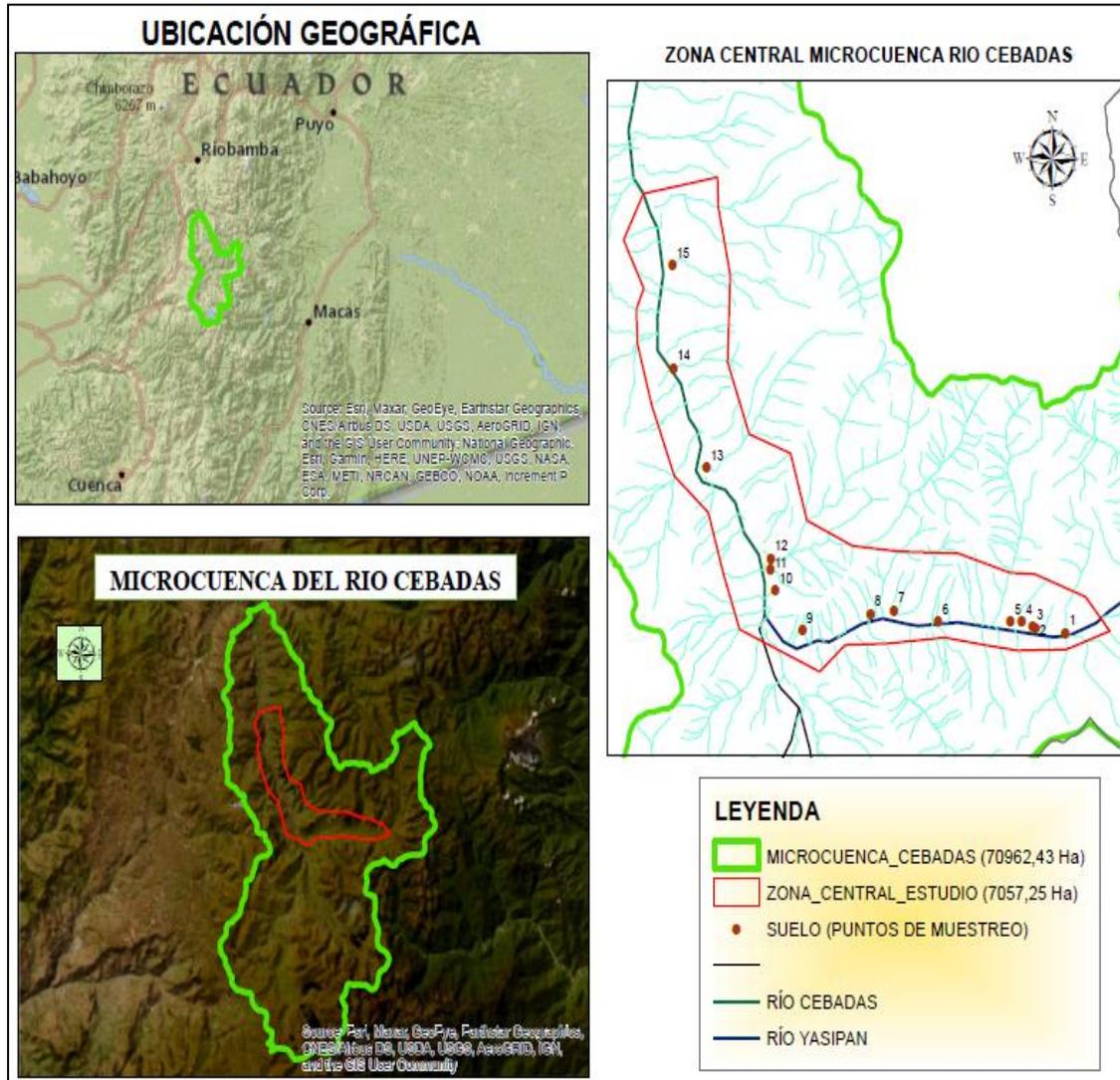
Los suelos de la parroquia Cebadas perteneciente a la microcuenca del río Cebadas contienen materiales piroclásticos finos debido a que provienen de erupciones volcánicas, que se han acumulado en varios metros de espesor, la diversidad de tipos de suelo presentes en la zona está determinada por factores climáticos, topografía, composición y la edad de formación de estos. En las comunidades de la parroquia existe la presencia de impactos que afectan la calidad del suelo, siendo así que, en el páramo exclusivamente, se evidencia la presencia de quemados para la obtención de vegetación fresca que permita abastecer el pastoreo. Sin embargo, estas actividades afectan las propiedades físicas del suelo y acarrear a la pérdida de los horizontes, por otra parte, es importante mencionar que estas prácticas se ejecutan en todas las zonas con páramo, por lo que la intensidad varía de media a alta. En algunas comunidades específicamente en las que tienen riqueza de bosques se realiza con alta intensidad la explotación de bosques nativos y bosques exóticos principalmente en zonas con plantación de pino, ciprés y eucalipto; que afectan a las propiedades físicas del suelo. Por otro lado, en la zona de producción los impactos principales que perjudican este recurso son la gran acumulación de basura, el pastoreo frecuente, las actividades de preparación del suelo a través del uso de maquinaria en áreas de pendiente fuerte, utilización de fertilizantes e insumos químicos en la agricultura para el control de plagas, enfermedades y malezas, además de la construcción de nuevas obras para la población (Chávez Muyulema, 2021). Por lo cual resulta indispensable dentro del presente proyecto de investigación titulado “Determinar el uso eficiente de especies vegetales altoandinas biopurificadoras para la conservación del recurso hídrico en la microcuenca del río Cebadas, provincia de Chimborazo”, realizar la caracterización de las propiedades fisicoquímicas del suelo del páramo de la microcuenca del río cebadas, para determinar la calidad del suelo y poder contribuir con esta información a la conservación y protección de los ecosistemas presentes en la microcuenca, que abastecen de grandes servicios ecosistémicos a la región.

Metodología

Localización

El área de estudio se definió a lo largo de los ríos Cebadas y Yasipan en la zona central correspondiente a 7057,25 hectáreas, dentro de la microcuenca del río Cebadas localizada en los cantones Guamote y Riobamba de la provincia de Chimborazo.

Mapa 1. Ubicación de la zona central de la microcuenca del río Cebadas.



Métodos

La metodología a seguir para la cuantificación de los parámetros de la muestra de suelo se basó en procedimientos de laboratorio, para lo cual se procedió a tomar puntos de muestreo en las zonas cercanas a las fuentes de agua del páramo de la parroquia Cebadas, mediante la herramienta ArcGis 10.8.

Se realizó la recolección de 15 muestras del suelo a lo largo del río Cebadas y Yasepan en el área de estudio correspondiente a la zona central de la microcuenca del río Cebadas de acuerdo a los puntos de muestreo definidos en coordenadas geográficas UTM WGS 84 17 SUR, la toma se

ejecutó a la profundidad de 30 cm y se recogió a 0,25 kg de suelo, lo cual se desarrolló conforme al procedimiento y normas establecidas por el laboratorio, cuidando la integridad y condición de sanidad de las muestras que se recolectaron en envases donde se incluyó y registró los datos del sitio en coordenadas WGS 84 17 SUR. Posteriormente en laboratorio se analizaron los parámetros físicos químicos del suelo de la zona en estudio.

Resultados y discusión

Se realizó la recolección de 15 muestras de suelo como se observa en la tabla 1, en donde se puede observar las coordenadas de los puntos de muestreo y las condiciones climáticas de cada punto en el páramo de la parroquia Cebadas.

Tabla 1. Listado de las coordenadas de los puntos de muestreo.

PUNTOS DE MUESTREO	COORDENADAS		CONDICIONES CLIMÁTICAS		
	X	Y	T(°C)	H(%)	PRESIÓN ATMOSFÉRICA (hPa)
PUNTO 1	777895	9767818	12,5	83,8	679,6
PUNTO 2	776837	9767964	15,9	75,1	679,1
PUNTO 3	776742	9767989	12,5	83,9	681,4
PUNTO 4	776347	9768140	11,6	92	678,5
PUNTO 5	775923	9768150	12,4	85,4	677,4
PUNTO 6	773334	9768150	15,3	77	681,9
PUNTO 7	771758	9768473	19	71,9	684,7
PUNTO 8	770927	9768370	15	75,3	680,5
PUNTO 9	768488	9767896	14,1	69,6	677,8
PUNTO 10	767515	9769099	14,3	68,8	690,8
PUNTO 11	767342	9769671	15,8	65,5	696,6
PUNTO 12	767344	9769992	16,2	56,5	693,6

PUNTO 13	765052	9772679	16,6	57,8	697,1
PUNTO 14	763860	9775620	17,2	59,1	705,2
PUNTO 15	763830	9778631	21,9	49,5	704,5

Acorde a los datos obtenidos de las condiciones climáticas de la zona de muestreo, podemos evidenciar que en lo que se refiere a la temperatura tenemos oscilaciones entre un mínimo de 11,6 °C y un máximo de 21,9 °C; estos cambios serían influenciados por la topografía de la zona ya que se trató de abarcar la mayor cantidad de área de estudio. Además, en los datos de porcentaje de humedad tenemos un mínimo de 49,5 % que está ligado a que se recolectó las muestras en lugares abiertos y un máximo de 85,4% que corresponde a lugares de recolección más cerrados, en cuanto a la presión atmosférica encontramos que los datos obtenidos son menores a los rangos normales de presión (Tabla 1).

En el presente estudio se analizaron ciertas propiedades físicas del suelo como textura, materia orgánica, densidad y conductividad, los niveles de inorgánicos no metálicos del suelo como pH, nitrógeno y fósforo total además de la cantidad de metales que predominan como potasio, calcio, magnesio y sodio. En cuanto a la textura se puede evidenciar en la tabla 2. que en 12 puntos de muestreo se determinó suelo con textura franco-arcillosa que de acuerdo a la figura 2. corresponde a un tipo de suelo pesado que obtiene una relación de arena (35%), limo (30%) y arcilla (35%) según la tabla USLA y la clasificación americana, la cual muestra la división de los tipos de suelo ya sean estos livianos que representan texturas gruesas, medios señalan texturas intermedias y los de tipo pesado muestran suelos de textura fina (Ciancaglini, 2000) y mediante el triángulo textural de USLA que representa una herramienta muy útil para obtener las clases texturales en diferentes porcentajes de arena, limo y arcilla como lo menciona (Gisbert et al., 2008).

Tabla 2. Resultados texturales del suelo de la zona central de la microcuenca del río Cebadas.

PUNTO DE MUESTREO	TEXTURA
Punto 1	Franco arcilloso
Punto 2	Franco arcilloso
Punto 3	Franco arcilloso
Punto 4	Franco arcilloso
Punto 5	Franco arcilloso

Punto 6	Franco arcilloso
Punto 7	Franco arcilloso
Punto 8	Franco arcilloso
Punto 9	Franco arcilloso
Punto 10	Franco arcilloso
Punto 11	Franco arcilloso
Punto 12	Franco arcilloso
Punto 13	Arenoso franco
Punto 14	Arenoso franco
Punto 15	Arenoso franco

Figura 2. Tipos de suelos y texturas de acuerdo a la clasificación americana

Tipos de suelo	Textura	Relación arena-limo-arcilla (%)	Símbolo
Livianos	Arenoso	90-5-5	a
	Arenoso franco	80-15-5	aF
Medios	Franco arenoso	65-25-10	Fa
	Franco	40-40-20	F
	Franco limoso	20-65-15	FL
	Franco arcilloso arenoso	35-35-30	FAa
Pesados	Franco arcilloso	35-30-35	FA
	Franco arcillo limoso	10-35-55	FAL
	Limoso	10-85-5	L
	Arcillo arenoso	55-5-40	Aa
	Arcillo limoso	5-50-45	AL
	Arcilloso	10-20-60	A

Fuente: (Ciancaglini, 2000).

Por otra parte como es señalado por Muñoz Araque, (1978) la presencia de materia orgánica en el suelo constituye un indicador de las reservas de elementos como nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) lo cual ayuda a mejorar las propiedades químicas, físicas y microbiológicas que incide y beneficia el crecimiento de la vegetación, siendo así que aquellos porcentajes menores a 2% evidencian el bajo contenido de los elementos mencionados anteriormente, mientras que del 2 al 5% representan un contenido medio y superiores al 5% muestran alto contenido de los mismos,

por lo cual dentro del estudio se obtuvo porcentajes de materia orgánica entre 2,24 % a 12,43% lo cual muestra que el suelo posee entre medio y alto contenido de los elementos que conforman la materia orgánica como son nitrógeno, fosforo y azufre, obteniendo en promedio un porcentaje de 6,54 de contenido de materia orgánica en el suelo del páramo de la parroquia Cebadas (Tabla 3). Por otro lado, de acuerdo a la tabla 3. en densidad se obtuvo como resultado un valor promedio de 0,66 g/cm³ esto evidencia que se trata de una área intervenida, lo que coincide con el estudio realizado por Pinos Morocho et al., (2021) en donde señala que los páramos intervenidos obtuvieron una densidad de 0,64 g/cm³ similar al presente estudio, por otra parte en cuanto a la conductividad se determinó un valor promedio de 400 μS/cm lo cual según el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente excede el valor máximo permisible de 200 μS/cm por lo que no cumple con un suelo de calidad debido a que todos los puntos muestreados presentaron valores altos de conductividad que superan los 200 uS/cm, lo cual quiere decir que existen gran cantidad de sales presentes en el suelo.

Tabla 3. Materia orgánica y densidad del suelo de la zona central de la microcuenca del rio de Cebadas

MUESTRA	MATERIA ORGÁNICA (%)	DENSIDAD (g/cm ³)	CONDUCTIVIDAD (μS/cm)
1	6,98	0,63	424
2	7,26	0,65	540
3	9,09	0,55	484
4	4,29	0,75	370
5	6,53	0,61	345
6	8,46	0,55	460
7	7,35	0,64	442
8	7,85	0,65	540
9	10,51	0,66	564
10	12,43	0,59	460
11	3,57	0,74	227

12	3,44	0,77	222
13	4,00	0,71	275
14	2,24	0,70	210
15	4,09	0,72	434
Promedio	6,54	0,66	400

Como se muestra en la tabla 4. en el análisis de los parámetros inorgánicos no metálicos se obtuvo como resultado un pH de promedio de 2,22 en todos los puntos de muestreo de la zona de estudio lo cual representa un suelo altamente ácido que dentro de la calidad de suelos del Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente se encuentra fuera del rango permisible de 6 a 8 lo que dificulta la absorción de nutrientes en el suelo y esto se debe al uso excesivo de fertilizantes o actividades de cosecha, el factor principal del drenaje de estas son los eventos de precipitación, por lo que se puede determinar que este valor ácido del suelo se debe primordialmente a la cantidad de precipitaciones existentes en la zona, el origen volcánico de los páramos y a la zona ribereña de estudio lo cual es ratificado en el PDYOT, (2015) de Cebadas en donde señalan que la gran mayoría de los suelos son originarios de depósitos de ceniza volcánica que son materiales piroclásticos finos, provenientes de erupciones volcánicas. Mientras tanto en cuanto al nitrógeno total y fósforo total de la zona estudiada se obtuvo un promedio de 0,00 mg/Kg y 0,12 mg/Kg respectivamente. En suelos de páramo la materia orgánica presenta poco nitrógeno disponible; sin embargo, son estos los que tienen el mayor contenido de nitrógeno. El suelo correspondiente a la zona central de la microcuenca del río Cebadas al contener un pH muy bajo de 2,22 se debería al gran contenido de materia orgánica que se evidencia en la zona lo cual es confirmado por Cremona & Enríquez, (2020) al manifestar que con la presencia de materia orgánica en el suelo provoca la liberación del ion Hidrógeno, por lo cual estos suelos orgánicos ricos en cuanto a este elemento tienden a ser ácidos obteniendo un pH menor a 5 .

Tabla 4. Resultados pH, nitrógeno y fósforo total del suelo de la zona central de la microcuenca del río Cebadas.

MUESTRA	pH (UpH)	NITRÓGENO TOTAL (mg/Kg)	FÓSFORO TOTAL (mg/Kg)
1	2,22	0,00	0,15

2	2,22	0,00	0,14
3	2,22	0,01	0,10
4	2,22	0,01	0,15
5	2,22	0,00	0,12
6	2,22	0,00	0,11
7	2,22	0,01	0,18
8	2,22	0,00	0,10
9	2,23	0,00	0,12
10	2,22	0,00	0,10
11	2,22	0,00	0,12
12	2,22	0,00	0,11
13	2,22	0,00	0,14
14	2,22	0,00	0,10
15	2,22	0,00	0,10
Promedio	2,22	0,00	0,12

Como se muestra en la tabla 5. La presencia de metales como potasio, calcio, magnesio y sodio se encuentran en altas cantidades, lo cual coincide con el estudio realizado por Cortes t al., (2013) el cual manifiesta que al existir altos valores de conductividad eléctrica (Tabla 3.) como es el caso del presente estudio esto está relacionado a suelos con altas concentraciones de Ca, Mg y Na. Por su parte, el potasio, junto con el magnesio, son elementos que se lixivian rápidamente en comparación con el calcio; es así como, en sitios lluviosos, el contenido de potasio es bajo (Podwojewski & Poulénard, 2000).

Tabla 5. Presencia de metales en el suelo de la zona central de la microcuenca del río Cebadas

MUESTRA	POTASIO (mg/Kg)	CALCIO (mg/Kg)	MAGNESIO (mg/Kg)	SODIO (mg/Kg)
1	225,41	1221,53	2532,33	373,55
2	280,88	1084,75	2274,05	372,26
3	458,04	2662,67	2534,45	631,47
4	268,97	1276,23	625,20	459,17

5	229,14	1382,94	1405,73	408,15
6	255,53	1433,98	2259,52	520,23
7	452,34	1037,94	976,24	399,44
8	752,37	1753,66	1573,83	551,83
9	275,34	1548,41	1786,55	501,69
10	215,01	1306,6	2031,34	532,94
11	249,11	742,40	1265,35	376,54
12	433,51	1053,78	1787,40	513,22
13	490,41	1938,79	1887,44	552,00
14	272,44	1054,10	2529,88	390,17
15	270,06	1242,15	1469,15	400,59
Promedio	341,90	1382,66	1795,90	465,55

Conclusiones

Dentro de la parte central de la microcuenca del río Cebadas obtuvo suelo de textura franco-arcillosa que corresponden a espacios con textura fina que son suelos pesados y arenoso-franco suelos de tipo livianos, además poseen suelos con alto contenido de materia orgánica y una densidad promedio de $0,66 \text{ g/cm}^3$ en toda la zona de estudio.

Los suelos del páramo de la microcuenca se encuentran de acuerdo a los análisis de pH ácidos y contienen gran cantidad de sales, por lo que, la disponibilidad de nutrientes y materia orgánica no es la óptima, lo que indica que el estado del suelo se ha visto afectada por la actividad agrícola y por acción de la escorrentía en la zona.

Referencias

- Carla Moreno, María Isabel González, & José Antonio Egido. (2015). Influencia Del Manejo Sobre La Calidad Del Suelo. ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana, 2(1). <https://doi.org/10.36331/revista.v2i1.8>
- Chávez Muyulema, N. (2021). PDOT Final GAD CEBADAS 2021diseño.
- Ciancaglini, N. (2000). Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico. INTA EEA San Juan, 10. <http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO>

_R001_Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico.pdf

Cortés, D., Pérez, J., & Camacho Tamayo, J. (2013). Relación espacial entre la conductividad eléctrica y algunas propiedades químicas del suelo. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 16(2), 401–408. <https://doi.org/10.31910/rudca.v16.n2.2013.912>

Cremona, M. V., & Enríquez, A. S. (2020). Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: el pH y la conductividad eléctrica. *Presencia*, 73, 5–8.

Gisbert, J., Ibáñez, S., & Moreno, H. (2008). La textura de un suelo. *Universidad Politécnica de Valencia*, 4(1), 1–8. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7775/Textura.pdf>

Guerrero, C. J. M. (2012). *Universidad técnica de babahoyo*.

Muñoz Araque, R. de J. (1978). El análisis de suelos y su interpretación. 69–88. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/22521>

PDYOT. (2015). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO. 554. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660000280001_PDyO_T_FINAL_160516_13y50_16-05-2016_19-06-53.pdf.

Pinos-Morocho, D., Morales-Matute, O., & Durán-López, M. E. (2021). Suelos de páramo: Análisis de percepciones de los servicios ecosistémicos y valoración económica del contenido de carbono en la sierra sureste del Ecuador. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(2), 157–179. <https://doi.org/10.15359/rca.55-2.8>.

Sanchez, E., & Ortiz, L. (2016). Escenario ambientales y sociales de la minería a cielo abierto.

Centro de Investigación En Biotecnología (Ceib), UAEM., 10(20), 27–34. <http://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/272/447>

Sotelo Ruíz, E. D., González Hernández, A., Cruz Bello, G., Moreno Sánchez, F., & Cruz Cárdenas, G. (2019). Los Suelos Del Estado De México Y Su Actualización a La Base Referencial Mundial Del Recurso Suelo 2006. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 2(8), 71–84. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v2i8.538>

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).