

Uso del suelo y su degradación en Ocros, Ayacucho

Soil Management and Degradation in Ocros, Ayacucho

Samuel Palomino Quispe¹ 

¹Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú

Autor de correspondencia:

Samuel Palomino Quispe 

Historial del artículo:

Recibido el 2 de abril de 2025 | Aceptado el 16 de mayo de 2025 | Publicado el 20 de junio de 2025

RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el grado de degradación de los suelos de parcelas con uso agrícola y pastoreo. Se realizó el análisis de suelos de ocho parcelas ubicados en diferentes zonas en el distrito de Ocros, provincia de Huamanga, región y departamento de Ayacucho, Perú. Se evaluaron propiedades físicas, químicas y biológicas. Los valores de cada propiedad se clasificaron de acuerdo con niveles críticos de degradación preestablecidos en baja, media y alta. Los resultados del análisis de suelos revelaron una variación en la degradación física según la clase textural, los suelos francos arcilloso-arenosos con un 37.5 % mostraron una degradación física alta. En la degradación química de los suelos, revelaron una alta prevalencia de degradación del nitrógeno y el potasio, con un 50 % y 87.5 % del suelo, respectivamente, presentando degradación alta y media. El fósforo con un 25% presentó degradación alta. El pH del suelo mostró un desequilibrio generalizado, con un 87.5 % del suelo presentando degradación alta. En la degradación biológica, revelaron una preocupante degradación de la materia orgánica en el suelo, con un 50 % de las muestras presentan degradación alta. Tomar medidas para proteger y restaurar los suelos degradados. La salud del suelo es fundamental para la sostenibilidad de los ecosistemas y la seguridad alimentaria, por lo que es crucial realizar acciones para su conservación para las generaciones futuras.

Palabras clave: niveles críticos; degradación física; degradación química; degradación biológica; técnicas agrícolas.

ABSTRACT

This research was carried out with the aim of evaluating the degree of soil degradation of plots with agricultural use and grazing. Soil analysis was carried out on eight plots located in different areas in the District of Ocros, Province of Huamanga, Region and Department of Ayacucho, Peru. Physical, chemical and biological properties were evaluated. The values of each property were classified according to critical levels of degradation pre-established as low, medium and high. The results of the soil analysis revealed a variation in physical degradation according to the textural class, sandy clay loam soils with 37.5 % showed a high physical degradation. In the chemical degradation of the soils, they revealed a high prevalence of nitrogen and potassium degradation, with 50 % and 87.5 % of the soil, respectively, presenting high and medium degradation. Phosphorus, with 25 %, showed high degradation. The pH of the soil showed a generalized imbalance, with 87.5 % of the soil presenting high degradation. In the

biological degradation they revealed a worrying degradation of organic matter in the soil, with 50 % of the samples showing high degradation. Take action to protect and restore degraded soils. Soil health is fundamental for the sustainability of ecosystems and food security, so it is crucial to take actions for its conservation for future generations.

Keywords: critical levels; physical degradation; chemical degradation; biological degradation; agricultural techniques

INTRODUCCIÓN

El uso del suelo es un factor crucial para el desarrollo socioeconómico de cualquier región. Sin embargo, la presión sobre los recursos naturales, especialmente en zonas rurales como Ocros, Ayacucho, puede llevar a la degradación del suelo, con consecuencias negativas para la productividad agrícola, la seguridad alimentaria y la biodiversidad.

La degradación del suelo es un problema global que amenaza la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental. La pérdida de nutrientes esenciales, como el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), es un factor clave en la degradación del suelo. El ciclo de NPK involucra la ganancia de estos nutrientes a través de la fijación de nitrógeno, la mineralización de la materia orgánica y la absorción por las plantas. Sin embargo, la pérdida de NPK ocurre a través de la volatilización, la lixiviación, la erosión y la desnitrificación. Estas pérdidas se ven exacerbadas por prácticas agrícolas inadecuadas, como el uso excesivo de fertilizantes, la falta de cobertura del suelo y la degradación del suelo.

Ocros es un distrito altamente vulnerable a la degradación de suelos. El distrito presenta una topografía accidentada con fuertes pendientes, lo que la hace susceptible a la erosión. Las prácticas agrícolas tradicionales sin rotación de cultivos, sobrepastoreo que reduce la cobertura vegetal, la falta de manejo de la erosión, el uso excesivo de fertilizantes y la quema de vegetales contribuyen a la degradación del suelo, dejando el suelo expuesto a la erosión, reduciendo la capacidad del suelo para absorber agua y nutrientes, lo que puede llevar a la desertificación. El cambio climático

también está exacerbando la degradación de suelos en Ocros, las sequías más frecuentes y severas están aumentando la erosión y la pérdida de nutrientes en el suelo.

La evaluación de la degradación de suelos requiere un enfoque multidisciplinario, incluyendo el análisis de laboratorio. Estos análisis son fundamentales para determinar indicadores clave de la salud del suelo en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, como la textura, el pH, NPK, y la materia orgánica. El análisis de laboratorio permite monitorear los cambios en el suelo a lo largo del tiempo y proporciona información crucial para tomar decisiones informadas sobre el manejo y la restauración de los suelos.

La evaluación de la degradación del suelo es importante en la implementación de acciones de restauración, ya que permite identificar áreas prioritarias para su atención (Ramírez et al., 2011). Según Lal (2006), los suelos con mayor proporción de arena son más propensos a la erosión; asimismo, menciona que la textura del suelo desempeña un rol importante en la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica. La pérdida de nutrientes en el suelo puede ser atribuida a procesos químicos como la lixiviación y la volatilización; la disponibilidad de fósforo en el suelo puede verse afectada por la fijación de este nutriente en formas no disponibles para las plantas; el pH del suelo ejecuta una función crucial en la disponibilidad de nutrientes; la acidificación del suelo puede afectar la disponibilidad de nutrientes, como el fósforo y el potasio, y puede reducir la actividad de los microorganismos beneficiosos del suelo (Sparks, 2003). El 74 % del área estudiada presenta evidencias de degradación; los tipos dominantes son

erosión hídrica, compactación y erosión eólica; las causas principales son el sobrepastoreo y las prácticas agrícolas superficiales (Ramírez et al., 2011).

Referente a la pérdida de nutrientes del suelo fue mayor en el N-P-K que los cationes cambiables, lo que denota que el N-P-K es más sensible a la erosión hídrica; el nitrógeno (N) al igual que el Pentóxido de fósforo (P_2O_5) reportan una pérdida de 24.64 y 0.63 kg/ha respectivamente en un suelo sin cobertura vegetal; y, en el caso del Óxido de potasio (K_2O), la cobertura con pasto natural fue la mayor pérdida de este nutriente con 6.16 kg ha^{-1} (Duran, 2018). Se evidencia en los sedimentos pérdidas de Nitrógeno Aprovechable(N) que oscilan entre los 37.62 y 182.64 kg ha^{-1} ; fósforo(P_2O_5) entre los 3.85 y 15.76 kg ha^{-1} ; potasio(K_2O) entre los 155.36 y 747.01 kg ha^{-1} . y Materia orgánica entre los 47.2 y 182.64 t (Arbaiza, 2021). A tenor de Brady y Weil (2017), la degradación de estos nutrientes es un problema común en áreas agrícolas intensivas, especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica. La materia orgánica desempeña un rol fundamental en la retención de nutrientes, especialmente nitrógeno y potasio; la acidificación del suelo es un proceso común en áreas agrícolas intensivas, debido a la aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados y el uso de prácticas de manejo del suelo inadecuadas. La biodiversidad del suelo es fundamental en la salud del ecosistema (Brussaard et al., 2007).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el grado de degradación de los suelos en Ocos, Ayacucho.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las parcelas en estudio estuvieron ubicadas en el distrito de Ocos provincia de Huamanga, región de Ayacucho. Entre las coordenadas 13° 37' 38.1" Latitud sur y 73° 90' 79.3" Longitud oeste; a una altitud de 3345 m s. n. m. El clima en el distrito es templado seco, las temperaturas oscilan desde un descenso de hasta -6°C, hasta la

temperatura más elevada de 19°C; las precipitaciones pluviales fluctúan de 600 a 800 mm/año. La investigación fue descriptiva explicativa y se realizó durante el periodo octubre del 2024.

El uso actual del suelo en las comunidades altoandinas del distrito de Ocos es la agricultura, la cual es la actividad principal, con cultivos como papa, quinua, maíz, arveja, tarwi, olluco. Asimismo, el suelo lo usan en la ganadería para el pastoreo de vacunos, ovinos, equinos; el sobrepastoreo puede llevar a la degradación de los pastizales. La expansión agrícola y el uso de productos agroquímicos son amenazas que pueden causar la degradación de los suelos a falta de prácticas de conservación de suelos como las terrazas, andenes, rotación de cultivos, agricultura orgánica, la reforestación.



Figura 1. Distrito de Ocos, Ayacucho

Muestreo de suelos

El muestreo de suelos de las 8 parcelas se realizó con el uso de materiales: bolsa grande para la muestra de 2 kg (plástico o papel dependiendo de la humedad del suelo). Barreno (sonda o muestreador de suelo), juego de pala con picota para hacer cortes uniformes de suelo. Guantes para proteger las manos. Luego, se realizó el procedimiento del muestreo de suelo, iniciando en una esquina, las muestras se sacaron en forma de zigzag para incluir toda el área de la prueba.

Las muestras se tomaron hasta una profundidad de 20 cm y se marcó con el barreno esta profundidad. También, se utilizó palas, picota para cortar, una sección o corte

de suelo que tenga el mismo grosor de todas las profundidades, y combinar varios de estas submuestras de la misma forma que con el barreno. En el balde, se mezclaron bien las muestras hasta obtener una muestra compuesta, y se sacó una muestra de 2 kg en una bolsa plástica. En la bolsa, se anotó la fecha, el nombre de la parcela, el nombre del lugar o comunidad y el punto GPS, datos que permitió relacionar después con la hoja de datos básicos de la parcela.

Análisis de suelos

Para el análisis de suelo se realizó la preparación de la muestra con el secado en un lugar caliente con flujo de aire. No se puede secar la muestra (para el análisis químico en un horno), a más de 40 grados °C. Lo ideal se seca dentro de 3 días hasta el punto en que se sienta (al tocar) seco el suelo, se sigue teniendo un poco de humedad durante más tiempo. Luego se tamizo a 2 mm para el análisis, después del tamizado se conservó en un lugar fresco en una bolsa plástica etiquetada. Luego se envió las muestras de suelo etiquetado y con los datos en el formato de la cadena de custodia al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía, Departamento de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para su respectivo análisis de la caracterización.

Niveles críticos de degradación de suelos

Los niveles críticos de degradación de suelos se refieren a los puntos en los que la calidad del suelo se deteriora tanto que ya no puede sostener la productividad agrícola ni la biodiversidad, estos niveles varían según el tipo de suelo, el clima y las actividades humanas que lo afectan. Degradación física del suelo se refiere a los cambios en las propiedades físicas del suelo, como la textura, la estructura, la densidad y la porosidad. Estos cambios pueden afectar la capacidad del suelo para retener agua, permitir el crecimiento de las raíces y proporcionar un

hábitat para los organismos del suelo. La degradación química del suelo se refiere a los cambios en la composición química del suelo, como la pérdida de nutrientes (NPK), la acidificación (pH), la salinización y la contaminación. Estos cambios pueden afectar la disponibilidad de nutrientes para las plantas, la toxicidad del suelo para los organismos y la calidad del agua. La degradación biológica del suelo se refiere a la disminución de la actividad biológica del suelo, como la pérdida de materia orgánica (M.O.), la reducción de la biodiversidad y la disminución de la actividad microbiana. Estos cambios pueden afectar la fertilidad del suelo, la capacidad de retención de agua y la resistencia a las plagas y enfermedades. La evaluación de la degradación del suelo debe considerar factores específicos del lugar, incluyendo el tipo de suelo, el clima, el uso del suelo y las prácticas de manejo.

RESULTADOS

Los resultados del análisis de suelo, presentados en la Tabla 1, proporcionan información valiosa sobre el estado de la salud del suelo en las ocho parcelas estudiadas. Estos datos permiten comprender la variabilidad en los niveles de nutrientes de NPK, pH y materia orgánica, y sirven como base para evaluar la posible degradación del suelo en Ocros, Ayacucho.

Tabla 1. Resultados del análisis de los suelos de las 8 parcelas

| N.º | Clase textural | N % | P ppm | K ppm | pH 1:1 | M.O% |
|-----|----------------|------|-------|-------|--------|------|
| 01 | Fr. A. | 0.21 | 17.5 | 184 | 4.47 | 4.41 |
| 02 | Fr. Ar. | 0.20 | 2.5 | 316 | 4.57 | 3.39 |
| 03 | Fr. Ar. | 0.19 | 3.2 | 134 | 5.06 | 3.74 |
| 04 | Fr. Ar.A. | 0.09 | 29.8 | 182 | 5.57 | 1.84 |
| 05 | Fr. Ar.A. | 0.10 | 14.1 | 206 | 5.05 | 1.80 |
| 06 | Fr. Ar.A. | 0.18 | 21.0 | 168 | 4.59 | 2.99 |
| 07 | Fr. Ar. | 0.09 | 37.5 | 211 | 5.07 | 1.43 |
| 08 | Fr. Ar. | 0.09 | 7.8 | 184 | 4.94 | 1.88 |

Fr. A. = Franco arenoso; Fr. Ar. = Franco arcilloso; Fr. Ar. A. = Franco arcillo arenoso

Propiedades físicas

Según la Tabla 2, el análisis de suelos reveló una variación de la degradación física en la clase textural. Los suelos franco arenoso (12.5 % de las muestras) mostraron una baja degradación física, mientras que los suelos franco arcilloso (50 % de las muestras), también, presentaron una baja degradación. Sin embargo, los suelos francos arcillosos arenosos (37.5 % de las muestras) mostraron una degradación física alta. Este patrón sugiere que la clase textural es importante en la susceptibilidad a la degradación, pero el manejo del suelo también es un factor determinante.

Tabla 2. Predominancia de la clase textural

| Clase textural | N.º de parcelas | Porcentaje (%) | Degradación |
|------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| Franco arenoso | 01 | 12.5 | Baja |
| Franco arcilloso | 04 | 50.0 | Baja |
| Franco arcillo arenoso | 03 | 37.5 | Alta |

Propiedades químicas

Conforme a la Tabla 3, los resultados revelaron una prevalencia de degradación baja del nitrógeno con el 12.5 % de las parcelas, significa que el nivel de nitrógeno en estos suelos es > 0.2 %. El 37.5 % de las parcelas muestra degradación media, significa que el nivel de nitrógeno en estos suelos está entre 0.1 y 0.2 %, y el 50 % de las parcelas tienen degradación alta, significa que el nivel de nitrógeno en estos suelos es < 0.1 %. En el caso del fósforo, el 62.5 % de las parcelas tienen degradación baja significa que el nivel de fósforo en estos suelos es > 14 ppm. El 12.5 % de las parcelas tienen degradación media, significa que el nivel de fósforo en estos suelos está entre 7 y 14 ppm, y el 25 % de las parcelas tienen degradación alta, significa que el nivel de fósforo en estos suelos es < 7 ppm. El 12.5 % de las parcelas presentan degradación baja en Potasio, significa que el nivel de potasio en estos suelos es > 240 ppm, y el 87.5 % presentan degradación media, significa que el nivel de

potasio en estos suelos está entre 100 y 240 ppm. El pH en el 12.5 % de las parcelas es considerado con degradación media, significa que el pH en estos suelos está entre 5.5 - 6.5 o 7.3 - 7.8, y el 87.5 % muestran degradación alta, significa que el pH en estos suelos es < 5.5 o > 7.8 .

Tabla 3. Predominancia de la degradación química

| N.º de parcelas | Porcentaje (%) | Degradación |
|-----------------|----------------|-------------|
| Nitrógeno (N) | | |
| 01 | 12.5 | Baja |
| 03 | 37.5 | Media |
| 04 | 50.0 | Alta |
| Fósforo (P) | | |
| 05 | 62.5 | Baja |
| 01 | 12.5 | Media |
| 02 | 25.0 | Alta |
| Potasio (K) | | |
| 01 | 12.5 | Baja |
| 07 | 87.5 | Media |
| pH | | |
| 01 | 12.5 | Media |
| 07 | 87.5 | Alta |

Propiedades biológicas

Según la Tabla 4, los resultados del estudio revelaron una preocupante degradación de la materia orgánica en el suelo, con un 50 % de las parcelas presentan suelos con degradación alta, significa que el nivel de materia orgánica en estos suelos es menor de 2 %. Este hallazgo es significativo, la materia orgánica representa un rol crucial en la salud y la productividad del suelo. La presencia de un 50 % de suelo con degradación alta sugiere una disminución en la capacidad del suelo para retener nutrientes, mejorar la estructura del suelo y proporcionar hábitat para los organismos beneficiosos. La degradación de la materia orgánica, también, puede contribuir a la liberación de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, exacerbando el cambio climático. La degradación moderada de la materia orgánica, observada en el 37.5 % de las muestras, también, es preocupante, significa que el nivel de materia orgánica en estos suelos se encuentra de 2 a 4 %, indica una disminución gradual en la calidad del suelo. Aunque no tan grave como la

degradación alta, esta condición puede afectar la capacidad del suelo para mantener la productividad a largo plazo. Es alentador que el 12.5 % de las muestras mostraron degradación baja de la materia orgánica, significa que su nivel es mayor de 4 % de materia orgánica, lo que indica que algunas áreas aún conservan un nivel saludable de materia orgánica. Sin embargo, la baja prevalencia de este tipo de suelo sugiere que es necesario tomar medidas urgentes para mejorar la salud del suelo en general.

Tabla 4. Predominancia de materia orgánica (M. O.)

| N.º de parcelas | Porcentaje (%) | Degradación |
|-----------------|----------------|-------------|
| 01 | 12.5 | Baja |
| 03 | 37.5 | Media |
| 04 | 50.0 | Alta |

DISCUSIÓN

Propiedades físicas

Los resultados del análisis de suelos (Tabla 2) muestran que la degradación física es mayor en los suelos franco arcilloso-arenoso, lo que coincide con los estudios de Lal (2006), los suelos con mayor proporción de arena son más propensos a la erosión; asimismo, menciona que la textura del suelo desempeña un rol importante en la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica.

La predominancia de suelos con baja degradación, representando el 62.5 % del área estudiada y el 37.5 % del área presenta suelos con degradación alta, indican que se requieren atención prioritaria con las prácticas y técnicas para recuperar la degradación física de los suelos a través de la implementación de técnica de labranza (labranza mínima), técnicas de fertilización (la incorporación de materia orgánica, compost), técnicas de manejo de riego (el riego por goteo), infraestructura ingenieriles para el control de la erosión (el uso de barreras vivas, terrazas y cultivos en contorno), técnicas de manejo de la biodiversidad (rotación de cultivos), técnicas

de manejo de cobertura vegetal (la siembra de cultivos de cobertura).

Propiedades químicas

Los resultados del estudio revelaron una alta prevalencia de degradación del nitrógeno y el potasio en el suelo, con un 50 % y 87.5 % del suelo, respectivamente, presentando degradación alta y media. Estos hallazgos coinciden con las observaciones de Brady y Weil (2017), quienes indican que la degradación de estos nutrientes es un problema común en áreas agrícolas intensivas, especialmente, en suelos con bajo contenido de materia orgánica. La pérdida de nutrientes en el suelo puede ser atribuida a procesos químicos como la lixiviación y la volatilización (Sparks, 2003). De acuerdo con Brady y Weil (2017), la materia orgánica ejecuta un fundamental rol en la retención de nutrientes, especialmente nitrógeno y potasio. La pérdida de materia orgánica, como la que se observa en nuestro estudio, puede contribuir a la disminución de la disponibilidad de estos nutrientes para las plantas.

El fósforo, por otro lado, mostró una situación más favorable, con un 62.5 % del suelo presentando degradación baja. Sin embargo, un 25 % del suelo presentó degradación alta. Brady y Weil (2017) mencionan que la disponibilidad de fósforo en el suelo puede verse afectada por la fijación de este nutriente en formas no disponibles para las plantas. La fijación del fósforo puede ocurrir en suelos con bajo contenido de materia orgánica, lo que podría explicar la presencia de degradación alta en algunos de nuestros sitios de estudio. Sparks (2003), también, destaca la importancia de la química del suelo en la solubilidad y movilidad del fósforo.

El pH del suelo mostró un desequilibrio generalizado, con un 87.5 % del suelo presentando degradación alta. Brady y Weil (2017) mencionan que la acidificación del suelo es un proceso común en áreas agrícolas intensivas, debido a la aplicación excesiva de

fertilizantes nitrogenados y el uso de prácticas de manejo del suelo inadecuadas. El pH del suelo ejecuta una función crucial en la disponibilidad de nutrientes. Por ello, es importante mantener un pH adecuado para optimizar la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes (Sparks, 2003). La acidificación del suelo puede afectar la disponibilidad de nutrientes, como el fósforo y el potasio, y puede reducir la actividad de los microorganismos beneficiosos del suelo.

Las recomendaciones en Nitrógeno: en los sectores en donde hay degradación Baja (12.5 %), mantener prácticas de manejo que favorezcan la retención de nitrógeno en el suelo, como la incorporación de materia orgánica y el uso de cultivos de cobertura. En los sectores que hay degradación Media (37.5 %), implementar prácticas de fertilización con nitrógeno de liberación lenta, como compost, estiércol o fertilizantes orgánicos, para evitar la pérdida por lixiviación. En los sectores que hay degradación Alta (50 %), priorizar la recuperación de la materia orgánica del suelo a través de la aplicación de compost, estiércol, biofertilizantes y la incorporación de cultivos de cobertura. Considerar la posibilidad de realizar análisis de suelo periódicos para determinar las necesidades específicas de nitrógeno.

Fósforo, en los sectores que hay degradación Baja (62.5 %), implementar prácticas de manejo que mejoren la disponibilidad de fósforo en el suelo, como la aplicación de fertilizantes fosfatados de liberación lenta, la utilización de biofertilizantes y la incorporación de materia orgánica. En los sectores que hay degradación Media (12.5 %), considerar la aplicación de fertilizantes fosfatados de liberación lenta o la utilización de biofertilizantes para aumentar la disponibilidad de fósforo en el suelo. En los sectores que hay degradación Alta (25 %), evaluar la posibilidad de realizar análisis de suelo para determinar la cantidad de fósforo disponible y la necesidad de aplicar fertilizantes. Considerar la utilización de biofertilizantes o la aplicación de compost

para mejorar la disponibilidad de fósforo en el suelo.

Potasio: en los sectores que hay degradación Baja (12.5 %), mantener prácticas de manejo que favorezcan la retención de potasio en el suelo, como la incorporación de materia orgánica y el uso de cultivos de cobertura. En los sectores que hay degradación Media (87.5 %), implementar prácticas de fertilización con potasio de liberación lenta, como compost, estiércol o fertilizantes orgánicos, para evitar la pérdida por lixiviación. Considerar la posibilidad de realizar análisis de suelo periódicos para determinar las necesidades específicas de potasio. pH: En los sectores que hay degradación Media (12.5 %), monitorear el pH del suelo y realizar correcciones si es necesario, utilizando cal agrícola o enmiendas orgánicas para aumentar el pH. En los sectores que hay degradación Alta (87.5 %), priorizar la recuperación de la materia orgánica del suelo a través de la aplicación de compost, estiércol, biofertilizantes y la incorporación de cultivos de cobertura. Se debe realizar análisis de suelo periódicos para determinar las necesidades específicas de enmiendas para ajustar el pH.

En resumen, para la recuperación de la degradación química de suelos en pH, NPK, se recomienda el uso de prácticas y técnicas: técnicas de fertilización (uso de cal agrícola, incorporación de materia orgánica (compost, estiércol), fertilización con nitrógeno de liberación lenta, aplicación de fertilizantes fosfatados de liberación lenta, fertilización con potasio de liberación lenta y el uso de biofertilizantes); técnicas de manejo de cobertura vegetal (uso de cultivos de cobertura).

Propiedades biológicas

Los resultados indican que el 50 % del suelo tiene una degradación alta de la materia orgánica, lo que significa que la materia orgánica está por debajo del 2 %. Esto es un indicador crítico de degradación del suelo y requiere medidas urgentes para mejorar la

salud del suelo. El 37.5 % del suelo tiene una degradación media de la materia orgánica, lo que significa que la materia orgánica está entre 2 % y 4 %. Aunque no es tan crítico como la degradación alta, aún es un indicador de que el suelo necesita atención para evitar que la situación empeore. El 12.5 % del suelo tiene una degradación baja de la materia orgánica, lo que significa que la materia orgánica es mayor al 4 %. Esta es una buena señal, pero la baja prevalencia de este tipo de suelo sugiere que es necesario tomar medidas para mejorar la salud del suelo en general.

Los resultados indican que el 87.5 % del suelo presenta una degradación de la materia orgánica que es crítica o moderada. Esto es un indicador preocupante de la salud general del suelo y requiere atención inmediata para mejorar la salud del suelo, así como garantizar su sostenibilidad. Se implementaron las prácticas de manejo sostenible del suelo para aumentar la cantidad de materia orgánica en el suelo como la rotación de cultivos, uso de cultivos de cobertura, agricultura sin labranza, adición de materia orgánica (compost, estiércol, etc.), control de la erosión.

En este estudio, se analizó la degradación biológica de los suelos en función de la predominancia de materia orgánica. Los resultados mostraron que un 12.5 % de materia orgánica se asocia con una degradación baja, mientras que un 37.5 % indica una degradación media y un 50 % sugiere una degradación alta. Estos hallazgos son consistentes con las observaciones de Brussaard et al. (2007), quienes destacan la relación entre la biodiversidad del suelo y su funcionamiento ecosistémico. La baja degradación en suelos con menor contenido de materia orgánica sugiere que estos mantienen sus funciones ecológicas, mientras que niveles elevados de degradación pueden comprometer la biodiversidad y la capacidad del suelo para sustentar procesos vitales. Estos resultados resaltan la necesidad de prácticas de manejo que promuevan el incremento de la materia orgánica en suelos

degradados, contribuyendo a la restauración de su funcionalidad ecosistémica.

Los resultados de este estudio revelan que el 50 % de las muestras de suelo analizadas presentan una degradación alta, evidenciando una pérdida significativa de materia orgánica. Esta situación es preocupante, ya que la materia orgánica es esencial para la salud del suelo y su capacidad para sustentar la vida.

Para revertir esta tendencia, se recomienda implementar un conjunto de estrategias integrales que aborden los aspectos de la recuperación de la materia orgánica, la mejora de la salud del suelo y la restauración de áreas degradadas con las prácticas y técnicas para recuperar la degradación biológica: técnica de labranza (labranza mínima, siembra directa), técnicas de fertilización (la incorporación de materia orgánica- compost, estiércol, biofertilizantes y bioestimulantes), técnicas de manejo de riego (el riego por goteo), infraestructura ingenieriles para el control de la erosión (el uso de barreras vivas, terrazas y cultivos en contorno), técnicas de manejo de la biodiversidad (rotación de cultivos, control biológico de plagas y enfermedades, reforestación con especies nativas), técnicas de manejo de cobertura vegetal (la siembra de cultivos de cobertura). La recuperación de suelos degradados es un proceso a largo plazo que requiere un enfoque integral y constante; la implementación de estas estrategias, junto con un monitoreo constante de la salud del suelo, permitirá revertir la degradación y recuperar la productividad de los ecosistemas.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados del presente trabajo, se puede concluir que el grado de degradación física de los suelos, el 37.5 % de los suelos franco arcillo-arenosos muestran degradación alta.

El grado de degradación química de nitrógeno, el 37.5 % y un 50 % muestran degradación media y alta, respectivamente. En el caso del fósforo, el 25 % muestra

degradación alta; para el potasio, el 87.5 % tiene degradación media, sugiriendo un deterioro significativo. Finalmente, en relación con el pH, el 87.5 % presenta degradación alta, lo que podría afectar negativamente la salud del suelo y su capacidad para sustentar cultivos.

El grado de degradación biológica de los suelos, el 50 % muestran degradación alta por la pérdida de materia orgánica.

En todos los casos de degradación, es crucial implementar prácticas de manejo sostenible, para asegurar la salud y productividad de los suelos a largo plazo.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS

- Arbaiza, O. R. (2021). *Evaluación de la erosión hídrica y la degradación de los suelos agrarios en condiciones agroclimáticas de la subcuenca del río Quillcayhuanca, distrito de Independencia, Huaraz, Ancash* (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Repositorio Unasam. <https://repositorio.unasam.edu.pe/>)
- Brady, N. C. & Weil, R. R. (2017). *The nature and properties of soils*. Pearson Education.
- Brussaard, L., de Ruiter, P. C. & de Vries, W. T. (2007). *Biodiversity and ecosystem functioning in soil*. In: Encyclopedia of soil science (pp. 121-132). Springer.
- Duran Villanueva, J. L. (2018). *La erosión hídrica y la degradación de suelos agrícolas en las condiciones edafoclimáticas de Ocucalla-Ambo-Huánuco-2016* (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Hermilio Valdizán) Repositorio Institucional Unheval. <https://repositorio.unheval.edu.pe/>
- Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (s.f.). Facultad de Agronomía, Departamento de Suelos, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Lal, R. (2006). Soil degradation by erosion. *Advances in Agronomy*, 90, 1-68.
- Ramírez-Carballo, H., Pedroza-Sandoval, A., Martínez-Rodríguez, J. G. & Valdez-Cepeda, R. D. (2011). Evaluación participativa de la degradación del suelo en la Reserva de la Biosfera Mapimí. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(SPE), 01-09.
- Ramírez, M. E., Limas, E. A., Ortiz, P. R. & Díaz, A. R. (2011). Degradación de suelos por actividades antrópicas en el norte de Tamaulipas, México. *Papeles de geografía*, (53-54), 77-88.
- Sparks, D. L. (2003). *Soil physical chemistry*. Academic Press.