

Evaluación de la eficiencia del compost de estiércol vacuno y de la alpaca en la remediación de metales pesados Cu, Pb y Zn en suelos contaminados con relaves mineros, Antauta 2025.



Apaza Callohuanca, Royer David^{1*}

Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, E.P. Ingeniería Ambiental, Juliaca, Perú, david.apaza.c@upeu.edu.pe

Resumen

En el siguiente artículo, se desarrollará los aspectos más resaltantes del tema relacionado con el tratamiento suelos contaminador por relaves mineros. El suelo está compuesto por sustancias sólidas, como minerales de rocas y residuos de plantas y animales; agua y aire. Las propiedades físicas del suelo se pueden sentir, oler o medir y están relacionadas con la estructura, textura, color y capacidad para sostener el agua; en otras palabras, de estas propiedades depende si el suelo es apto para la siembra. Por ello el principal objetivo de esta investigación es: Evaluar el tratamiento más eficiente entre el compostaje de estiércol de vacuno y alpaca para la biorremediación de suelos contaminados por metales pesados Cu, Pb y Zn en suelos contaminados con relaves mineros, Antauta 2025. La metodología que será de enfoque cuantitativo, con un diseño experimental longitudinal.

Palabras clave: biorremediación, compost, cobre, estiércol de alpaca, estiércol de vacuno, metales pesados, relaves mineros, suelos contaminados.

Problema

En los años 2000, la minería en nuestro país experimentó un verdadero boom de producción, esto ha logrado integrar diferentes disciplinas y trascender las fronteras nacionales. El interés en la minería en el siglo XXI en sus diversos aspectos económicos, sociales y ambientales está asociada a los cambios profundos en el sector y a sus múltiples impactos en nuestro país (Almerco & Galvan, 2024).

Dentro de los diferentes procesos de la explotación minera, una de las más importante es el proceso metalúrgico, donde su residuo final es el relave que contiene gran cantidad de metales pesados y residuos tóxicos propios del proceso por ello la actividad minera en el distrito de Antauta, ubicado en la región Puno, ha generado impactos ambientales significativos, entre los que destaca la contaminación de suelos por metales pesados como cobre (Cu), plomo (Pb) y zinc (Zn), producto de la acumulación de relaves mineros.

Por su parte el suelo es el recurso muy importante, que con la presencia de los relaves mineros se han alterado su composición (NPK) (Sapaico, 2020), además, la materia orgánica, así mismo dentro de ello involucra la presencia de metales pesados afectando al suelo de manera directa.

Justificación

Al realizar dicha investigación se tendrá conocimiento sobre los resultados y la capacidad restauradora del compost de estiércol de vacuno en una altitud de 4150 msnm.

Además, el resultado de la investigación favorecerá a toda una población que son afectados por los relaves mineros, de esa manera el suelo será beneficiada, la flora que existía, además de microorganismos presentes en la materia orgánica.

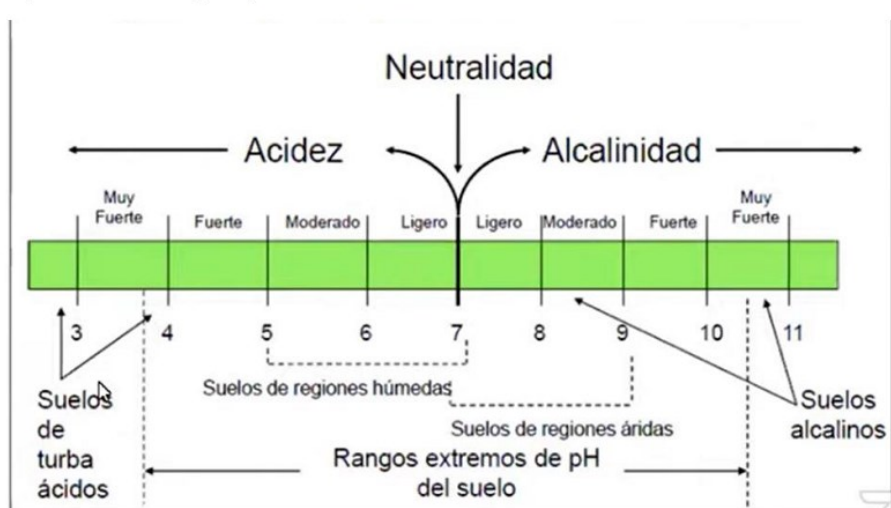
Por su parte al término de la investigación se aportará de manera metodológica debido a que, en el proceso de restauración con el compost de estiércol de vacuno, se seguirá una nueva metodología ya que no se empleara ningún aditivo o algún tipo de plantas, solamente con el estiércol de vacuno y alpaca porque es más accesible para la ejecución de una población, accesible en la parte económica y en la elaboración del mismo (Canales & Belizario, 2022).

Desarrollo

Estado del arte

“El suelo es parte de la naturaleza que forma el hábitat de una bacteria, hongo, levadura, virus y planta superior, entre otros, que sirven para la nutrición de los animales y de los seres humanos del ciclo trófico” (Pumacayo, 2022).

Figura 2
Rango del potencial de hidrógeno pH de los suelos.



Nota. Se evidencia los rangos de acidez, neutralidad y alcalinidad en los suelos, Fuente: (Hormaza, 2020).

Fases del compostaje

- Fase Mesófila.
- Fase Termófila o de Higienización.
- Fase de Enfriamiento o Mesófila II.
- Fase de Maduración

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar el tratamiento más eficiente entre el compostaje de estiércol de vacuno y alpaca para la biorremediación de suelos contaminados por metales pesados Cu, Pb y Zn en suelos contaminados con relaves mineros, Antauta 2025.

Objetivos específicos

- Identificar las características físicas químicas de suelo contaminado por metales pesados, Antauta 2025.
- Aplicar el tratamiento con compost de estiércol vacuno y de alpaca en suelos contaminados con relaves mineros para evaluar su eficacia en la remoción de metales pesados (Cu, Pb y Zn), Antauta 2025.
- Caracterizar los parámetros asociados a la obtención de una enmienda orgánica adecuada para la biorremediación de metales pesados (Cu, Pb y Zn) en suelos contaminados con relaves mineros, Antauta 2025.
- Medir la eficiencia de compost para la biorremediación de metales pesados (Cu, Pb y Zn) en suelos contaminados con relaves mineros, Antauta 2025.

Hipótesis general

- El compostaje de estiércol de alpaca presenta mayor eficiencia en la biorremediación de suelos contaminados con relaves mineros, reduciendo en mayor medida las concentraciones de metales pesados (Cu, Pb y Zn), en comparación con el compostaje de estiércol de vacuno.

Variables

Variables independientes

- Relaves mineros de la extracción del estaño, con presencia de metales pesados Cu, Pb y Zn. (A)
- Uso de Estrategias de Remediación (B)
- Dispersión de contaminantes en suelos agrícolas (C)
- Ausencia o limitada implementación de estrategias de remediación sostenible. (D)

Variable dependiente

- Suelos no productivos (infértil) (E)
- Conflictos sociales entre comunidad y empresa minera (F)

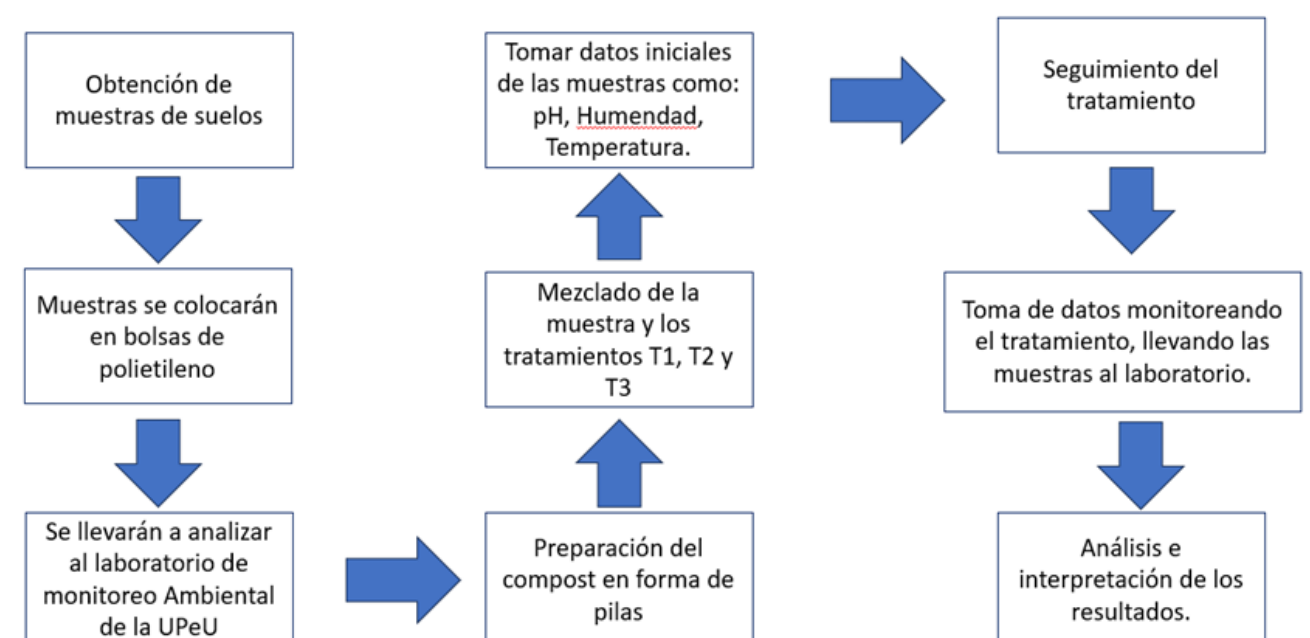
Formulación de las variables

$$A + B + C + D = E + F$$

Metodología

Figura 3

Se presenta una ruta de procedimientos a considerar en la investigación.



Nota. Se presenta la metodología que se va a seguir, Fuente: elaboración propia.

Referencias

Agroecología tornos. (2018).

Almerco, R. P., & Galvan, E. L. (2024). *repositorio UC*. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/16368/11/IV_FIN_110_TE_%20Almerco_Galvan_Yanac_2024.pdf

Canales, G. A., & Belizario, Q. G. (2022). Remoción de plomo en suelos. *Redalyc*, 268.

FAO. (2013). *Manual del compostaje del agricultor* . Snatiago de Chile : ISBN.

Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>

Hormaza, C. A. (2020). *repositorio UC*. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7127>

Pumacayo, H. I. (2022). *repositorio universidad Micaela Bastidas* .

Román, P. (2013). *fao.org*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/i3388s/i3388s.pdf>

Sapaico Chancasanampa, Y. (2020). *repositorio UC*. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8166/3/IV_FIN_107_TE_Sapaico_Chancasanampa_2020.pdf

Sapaico, C. Y. (2020). *repositorio UC*. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8166/3/IV_FIN_107_TE_Sapaico_Chancasanampa_2020.pdf

Servicio Nacional de Geología Minera. (2023). Obtenido de <https://www.sernageomin.cl/preguntas-frecuentes-sobre-relaves/#:~:text=Es%20aque!%20dep%C3%B3sito%20donde%20el,y%20en%20su%20talud%20interno.>

Trinchera . (2019). Obtenido de <https://recicladoslattrinchera.com/contaminacion-del-suelo/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20contaminaci%C3%B3n%20del,indirecta%20de%20los%20seres%20humanos.>