

# Renovación de tierras, transformando suelos con poder orgánico

Gicela Lucía Ramos Díaz

Juan David Acosta Morales

Estudiantes de Ingeniería Ambiental  
Universidad Mariana

Jenny Lucía Huertas Delgado

Profesora de Ingeniería Ambiental  
Universidad Mariana

## Resumen

El estudio investiga la recuperación de suelos degradados por glifosato en Nariño mediante abono orgánico mineralizado de estiércol de cabra. Se caracterizó el suelo y se hizo muestreos para analizar tratamientos: suelo control (SC), suelo con glifosato (SG) y suelo remediado (SR). Los resultados indican que el abono orgánico mejora la estructura, porosidad, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y densidad aparente del suelo, además de neutralizar el pH y aportar nutrientes.

## Introducción

El suelo es uno de los recursos más importantes para la vida, por lo cual, un suelo que ha sufrido cambios en sus características físico-químicas podría ser incompatible con sus propiedades funcionales en cuanto al desarrollo ecológico, siendo los herbicidas, una gran amenaza para la salud de los seres vivos y el medio ambiente (Escobar, 2022).

Un ejemplo de herbicida es el glifosato, que actúa como un agente reductor de cultivos y de las especies vegetales y animales, cuya efectividad se ha ratificado mediante los procesos de erradicación de cultivos ilícitos en diversos países (Escobar, 2022).

Actualmente, existen diferentes tipos de remediación de suelos, como las enmiendas orgánicas. Murillo et al. (2020) afirman que las enmiendas son el resultado de la composta de materiales de origen animal o vegetal, que ayudan al aumento de la actividad microbiana y a la nutrición de las plantas.

La investigación se basa en el estudio del abono orgánico mineralizado de estiércol de cabra, como una enmienda

que ayuda a la recuperación de las propiedades físico químicas del suelo a escala de laboratorio en un suelo andisol, que ha sido contaminado controladamente con glifosato.

## Objetivos

Evaluar la remediación de suelos contaminados por glifosato al aplicar abono orgánico mineralizado de cabra.

### Objetivos específicos

- Caracterizar las propiedades iniciales mediante la identificación de perfiles de suelo en el área de estudio.
- Analizar el impacto del abono orgánico mineralizado de cabra sobre las propiedades físicas y químicas del suelo contaminado por glifosato a partir de un diseño de experimentos.
- Determinar la concentración de glifosato presente en el suelo en los diferentes tratamientos evaluados.

## Planteamiento del problema

En Nariño, las zonas rurales enfrentan pobreza y falta de servicios básicos, exacerbadas por la ausencia del Estado y la presencia de cultivos ilícitos de coca. Estos cultivos, aunque representan una fuente de ingresos para muchos, contribuyen a la inestabilidad y al deterioro de las condiciones de vida.

El programa de erradicación de cultivos ilícitos en Colombia utiliza glifosato, que afecta negativamente la microbiología y las condiciones físicas y químicas del suelo. Nariño, con 37 mil hectáreas de coca en 2019, es el segundo productor del país.

La fumigación con glifosato ha dañado significativamente los suelos, por lo que es crucial buscar alternativas para su recuperación. Las enmiendas orgánicas, probadas a escala de laboratorio, muestran potencial para restaurar las condiciones originales del suelo, promoviendo la recuperación de la microbiota y, mejorando su estructura física y química (Cañero, 2013).

## Justificación

La investigación aborda la remediación del suelo tras la aplicación de glifosato, enfocándose en los efectos negativos del herbicida, como la degradación del suelo y la contaminación ambiental. Se propone el uso de estiércol mineralizado de cabra, rico en nutrientes y materia orgánica, para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo afectado. Esta enmienda orgánica promueve la formación de agregados estables, aumenta la porosidad y aireación, aporta nutrientes esenciales, mejora la capacidad de intercambio catiónico y estimula la actividad microbiana beneficiosa. La investigación es crucial debido a los graves impactos ambientales y socioeconómicos de la contaminación del suelo, que afectan la salud pública y la sostenibilidad agrícola y, busca contribuir a la protección y preservación de los recursos naturales (Burbano, 2016).

## Metodología

En el corregimiento de Catambuco, Nariño, se llevó a cabo la investigación de muestras de un suelo que ha sido contaminado con glifosato a escala de laboratorio, para evaluar sus efectos en los parámetros fisicoquímicos, ya que este herbicida causa muchos daños en la estructura del suelo.

Primero, se excavó una calicata de 1m por 1m que permitió observar la composición del suelo; implementando la guía RASTA (2010) se caracterizó los diferentes horizontes del mismo. Luego se extrajeron muestras representativas de la zona de estudio, guiados por un patrón en zigzag para analizar diferentes parámetros en el laboratorio de la Universidad Mariana en el Campus Alvernia, como: pH, conductividad eléctrica, humedad, densidad aparente, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico.

Quisimos ir más allá para analizar la eficiencia de una enmienda orgánica de estiércol de cabra y evaluar cómo esta ayuda a la recuperación de algunos parámetros fisicoquímicos y a la remoción del glifosato en el suelo a través de la técnica cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC).

## Resultados

El abono orgánico logró mejorar los diferentes parámetros fisicoquímicos, ayudando a la recuperación de la estructura del suelo; además, se logró ver una buena remoción del glifosato, lo que indicaba que los microorganismos presentes en el abono estaban metabolizando y descomponiendo el herbicida.

Se evaluó tres tratamientos: suelo control, suelo contaminado con glifosato y suelo remediado con abono orgánico de estiércol de cabra, sobre diversas propiedades físicas y químicas de un suelo andisol a través del tiempo.

En cuanto al pH, el suelo remediado mostró un aumento significativo después de 30 días, alcanzando un valor cercano a 6.5 (ligeramente ácido), gracias al aporte de materia orgánica y nutrientes del abono orgánico que ayudó a neutralizar la acidez.

Respecto a la conductividad eléctrica, el suelo control presentó valores bajos (20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), indicando baja salinidad. El suelo contaminado con glifosato mostró valores superiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , clasificados como salinidad moderada a alta, debido a las sales presentes en el herbicida. Por su parte, el suelo remediado registró valores cercanos a 56  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , dentro del rango de baja salinidad, similar al suelo control.

La densidad aparente se mantuvo estable en el suelo control (alrededor de 0.8  $\text{g}/\text{cm}^3$ ). En el suelo contaminado se observó un incremento inicial seguido de una disminución progresiva. En el suelo remediado se evidenció una reducción significativa, alcanzando valores entre 1.0  $\text{g}/\text{cm}^3$  y 0.8  $\text{g}/\text{cm}^3$ , lo que se atribuyó al efecto positivo del abono orgánico en la estructura del suelo.

El contenido de materia orgánica en el suelo remediado presentó los mayores niveles, con un porcentaje superior al 20 %. Gracias al aporte de las enmiendas orgánicas, el suelo contaminado mostró inicialmente un aumento, pero luego disminuyó, por el efecto inhibitorio del glifosato sobre la actividad microbiana y, el suelo control presentó los menores niveles.

La capacidad de intercambio catiónico tanto en el suelo control como en el remediado presentaron valores muy altos, superiores a 50 meq/100g, característicos de los andisoles ricos en nutrientes. El suelo remediado mostró un ligero aumento gracias al aporte del abono orgánico.

Finalmente, se encontró un buen porcentaje de aminometilfosfónico (AMPA), que es un residuo de la degradación del glifosato, que permite interpretar que el método de remediación fue exitoso.

### Conclusiones

La remoción del glifosato es crucial, ya que este herbicida puede tener efectos perjudiciales en el medio ambiente y la salud humana, si se acumula en altas concentraciones. El abono orgánico proporciona una alternativa más ecológica y sostenible, teniendo efecto positivo en la restauración de las propiedades físicas y químicas del suelo.

### Referencias

- Burbano, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 117-124. <https://doi.org/10.22267/rcia.163302.58>
- Cañero, A. (2013). *Uso de residuos de almazara como enmienda orgánica: efecto en el comportamiento de herbicidas, parámetros fisiológicos del cultivo y población microbiana del suelo* [Tesis de pregrado, Universidad de Sevilla] Repositorio US: <https://idus.us.es/handle/11441/71109>
- Escobar, M. (2022). *Evaluación de impacto de glifosato en propiedades físicas y químicas del suelo andisol mediante análisis cuantitativo* [Tesis de especialización, Universidad ECCI] Repositorio ECCI: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/3070>
- Murillo, S., Mendoza, A., & Fadul, C. (2020). The importance of organic amendments in soil conservation and agricultural production. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 7(1), 58-68. <https://doi.org/10.23850/24220582.2503>