



# Efectos de una enmienda orgánica a base de porquinaza sobre las propiedades fisicoquímicas y erosión del suelo

Paula Andrea Araujo Goyes<sup>1</sup>

Karen Eliana Coral Pepinosa<sup>2</sup>

Jenny Lucía Huertas Delgado<sup>3</sup>

## Resumen

En el Resguardo Santa Clara, en el municipio de Ricaurte, la plantación de coca (*Erythroxylum coca*) constituye una de las actividades económicas más importantes, que genera un impacto negativo en el suelo, aumenta el transporte de sedimentos, causa pérdida de cobertura vegetal, al igual que una baja concentración de nutrientes esenciales, por lo cual se aplicó una enmienda orgánica a base de porquinaza, con el propósito de estudiar sus efectos hacia los procesos erosivos causados por estos cultivos, en aras de lograr un mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas del suelo.

La aplicación de la enmienda se realizó teniendo en cuenta dos usos de suelo con condiciones de pendiente alta; se ejecutó un muestreo cada mes durante tres meses; además, se tuvo en cuenta la metodología de parcelas de escorrentía para el control de la erosión; a raíz de esto, se determinó que el suelo control presentó mejores condiciones en comparación al suelo degradado; sin embargo, cabe resaltar que este último no mostró unas condiciones fisicoquímicas totalmente degradadas.

Lo anterior se logró determinar a partir del estudio de diferentes parámetros fisicoquímicos que permitieron evidenciar que el suelo control presenta contenidos de materia orgánica con un promedio de 11,43 %, considerado como un suelo con alto porcentaje de esta; del mismo modo, se obtuvo pH menores a 7, por lo que se toma como suelo ácido y no salino. Los resultados obtenidos de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) demostraron que el suelo degradado presentó un mayor valor de CIC, (29,44 meq/100g) en comparación con el suelo control (29,20 meq/100g), por la relación que existe entre la CIC y las partículas que conforman

<sup>1</sup> Universidad Mariana, Colombia. Correo: paraujo@umariana.edu.co

<sup>2</sup> Universidad Mariana, Colombia. Correo: karcoral@umariana.edu.co

<sup>3</sup> Universidad Mariana, Colombia. Correo: jlhuertas@umariana.edu.co



la textura del suelo, puesto que, el suelo control corresponde a una textura franco franco, mientras que el suelo degradado comprende una textura franco arenosa.

**Palabras clave:** suelo; monocultivo; erosión hídrica; degradación del suelo; enmienda orgánica.

## Introducción

La degradación del suelo es una problemática que se puede dar por diversos factores naturales, dentro de los cuales se encuentra la erosión ligada a parámetros hidrodinámicos y cobertura del suelo; o, por factores antrópicos derivados de su uso y manejo (Rodríguez, 2017, citado por Araujo et al., 2021). El municipio de Ricaurte se caracteriza por ser una zona montañosa, con pendientes complejas, donde la mayor parte del suelo es de vocación agroforestal, por lo cual, es común observar sistemas asociativos donde se ven combinadas actividades agrícolas, ganaderas y forestales, incurriendo en la pérdida y degradación del suelo, ya que estas zonas presentan limitaciones como el exceso de lluvias y fuertes pendientes, provocando de esta manera, erosión en diferentes grados e inundaciones (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, 2014).

Según la oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito (UNODC, 2022), el departamento de Nariño es el segundo con mayor producción de monocultivos de coca (*Erythroxylum coca*), los cuales representan, en la vereda Santa Clara, una de las principales actividades de producción económica; esto implica mayor deforestación, dando como resultado un incremento en la erosión del suelo y pérdida de la materia orgánica (MO), además de una mayor salinización, compactación y desertificación (Rodríguez, 2017, citado por Araujo et al., 2021).

En este orden de ideas, se implementó una metodología de remediación de suelos *in situ*, con el uso de una enmienda orgánica a base de residuos de cocina y porquinaza dentro de parcelas de escorrentía, para estudiar los efectos de esta alternativa frente a los procesos erosivos y así, evaluar los cambios en los procesos erosivos, además de estabilizar las propiedades fisicoquímicas más importantes del suelo.

## Desarrollo

Inicialmente, se identificó la zona de estudio, haciendo uso de un dron, con el cual se obtuvo una vista panorámica, como se observa en la Figura 1; se realizó un recorrido hacia la vereda Santa Clara del municipio de Ricaurte, donde fue posible evidenciar diferentes especies forestales y una gran cantidad de cultivos de coca (*Erythroxylum coca*), razón por la cual fue considerado como un lugar apto para tomar la muestra de suelo y llevar a cabo esta investigación.



## Figura 1

### Zona de estudio

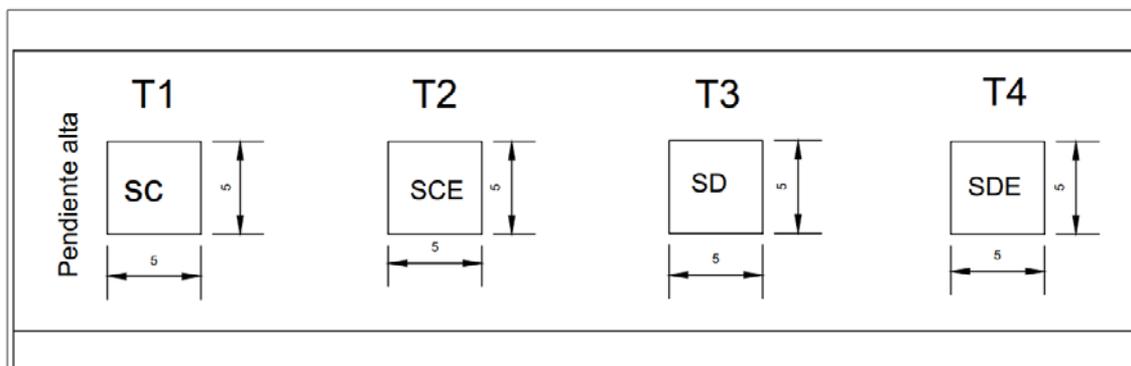


Para efectuar el muestreo se tuvo en cuenta dos usos de suelo con condiciones de pendiente alta, clasificándolos por tratamientos, como se muestra en la Figura 2. En este sentido, para cada tratamiento se tomó una muestra con tres repeticiones durante tres meses. Además, se realizó un monitoreo de la enmienda orgánica, con el fin de alcanzar su estabilización; para este proceso se tuvo en cuenta tres parámetros importantes: temperatura, humedad y pH. Este proceso se llevó a cabo cada 15 días, durante tres meses.

En la Figura 2 se presenta los tratamientos realizados en los diferentes usos de suelo, con pendiente alta en la zona de estudio, utilizando un modelo de bloques al azar.

## Figura 2

### Diseño experimental en la zona de estudio





## Descripción:

- SC: Suelo control
- SCE: Suelo control con enmienda orgánica
- SD: Suelo degradado
- SDE: Suelo degradado con enmienda orgánica

Para Pinzón y Sotelo (s.f.), los cultivos ilícitos en Colombia generan una problemática evidente debido a la deforestación y el uso de agroquímicos, lo cual desencadena afectaciones negativas en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo. Hoy en día, se ha evidenciado un aumento significativo de éstos. Según la UNODC (2022) y Velásquez (2019), en 2017 el área cultivada se extendió en un 31 %, siendo Nariño uno de los departamentos con mayor relevancia, con un registro de 45.735 hectáreas; sin embargo, para 2019 esta cifra disminuyó un 9 %, por lo cual Nariño pasó a ser el segundo departamento con mayor producción de estos cultivos.

El uso de enmienda orgánica a base de porquinaza se identificó como una posible alternativa para mitigar el impacto ambiental ocasionado por actividades como la descrita. Lagos y Huertas (2019, citados por Araujo et al., 2021) demostraron que la aplicación de la enmienda orgánica en un suelo andisol incrementó la actividad microbiana, favoreciendo el contenido de MO.

## Resultados

Para el desarrollo de la investigación, inicialmente se recolectó las muestras de suelo, teniendo en cuenta el método de muestreo en zig-zag, el cual garantizó una mayor cobertura del área en estudio, ya que se divide el terreno en tres partes: alta, media y baja. En este orden de ideas, se obtuvo una muestra compuesta para cada uso de suelo, que fue analizada en el laboratorio de química de la Universidad Mariana y, a raíz de ello, se obtuvo los datos que se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Resultados obtenidos en laboratorio para los dos usos del suelo*

Parámetro	Suelo control	Suelo degradado
Materia Orgánica [%]	11,43	10,58
Humedad [%]	5,01	3,74
pH	5,67	5,15
CE [dS/m]	0,0948	0,05587
CIC [meq/100g]	33,12	25,76
Da [g/cm <sup>3</sup> ]	0,76	0,77



Dr [g/cm <sup>3</sup> ]	2,18	2,16
Porosidad [%]	65,18	64,14
Textura	Areno Franco	Areno Franco

Nota: los resultados corresponden a las medias obtenidas a partir de tres repeticiones de cada parámetro.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede observar que los dos usos de suelo tienen condiciones similares, como lo indica el análisis estadístico. En cuanto a MO, no hubo diferencias significativas; por tanto, es posible visualizar que el suelo control presenta un porcentaje de 11,43 % y un P valor de (0,21), que se considera como un suelo con alto contenido de MO, ya que es un suelo de pradera que no ha evidenciado intervención antrópica; de igual manera, el suelo degradado presentó un alto % de MO; esto se debe a que la capacidad del suelo para absorber sustancias peligrosas como los agroquímicos, aumenta con el contenido de MO (Julca-Otiniano et al., 2006).

Respecto a pH, se observó diferencias significativas entre los dos usos de suelo, con un P valor de 0.04 (S.C.) y 0.05 (S.D.); no obstante, estos suelos son clasificados como ácidos, dado que se ubican en un rango inferior a 7; este comportamiento se relaciona con el contenido de MO, pues el pH es más ácido donde la MO es alta (Mora et al., 2016); se atribuye también al comportamiento de la CE, donde se obtuvo valores bajos que indican poca presencia de sales en los suelos; por tal razón, los valores de pH se mantienen entre 5.2 a 6.3, que son adecuados para el funcionamiento microbiano y la generación de humus; por ende, son idóneos para el crecimiento de vegetación (Romero et al., 2009).

El contenido de humedad de los suelos se encuentra típicamente en un rango de 5 a 50 % cuando están en su máxima capacidad de retención, aunque se evidenció que los dos usos de suelo presentaron un porcentaje de humedad bajo, demostrando una variación entre los resultados de los dos usos de suelo, debido principalmente a la cantidad de MO que presentó el suelo control, el cual favorece la formación de agregados y permite el mejoramiento de la estructura del suelo. Otro factor que influye significativamente en la retención de agua es la textura, ya que estos dos tipos de suelo tuvieron mayor cantidad de arenas; por consiguiente, fueron clasificados como areno franco (Martínez-González et al., 2010).

## Tabla 2

*Resultados de estabilización de la enmienda orgánica*

Parámetro	13/04/2021	11/05/2021
pH	6	7
Temperatura	27,2	25,2
Humedad	81 %	64 %



Para desarrollar el proceso de estabilización de la enmienda, inicialmente se recolectó residuos de tipo orgánico durante tres semanas, los cuales fueron incorporados en la compostera, junto con la porquinaza, residuos de poda y tierra negra; a partir de ese momento se inició el proceso de volteo de pila cada ocho días, con el fin de airear la enmienda para su estabilización; al mismo tiempo, se monitoreó los parámetros: pH, humedad y temperatura de manera in situ, haciendo uso de tiras medidoras de pH, y un termohigrómetro para humedad y temperatura; a partir de ello se obtuvo los resultados que se observan en la Tabla 2, en dos momentos diferentes.

Por consiguiente, se afirma que la enmienda es apta para la aplicación en cada una de las parcelas, puesto que, según Román et al. (2013), los rangos óptimos para pH están entre 4.5 a 8.5, para temperaturas entre 22 a 29 °C y humedad entre 45 a 60 %.

Conforme a lo anterior, la enmienda orgánica ha demostrado ser una fuente de nutrientes y energía metabólica para los microorganismos y la fauna del suelo, debido a que las condiciones que presenta favorecen la estabilización y recuperación de suelos contaminados pues, la aplicación de enmiendas incrementa el contenido de MO y nutrientes del suelo, así como también, favorece la estabilización de sus propiedades fisicoquímicas y permite la aparición de suelos más evolucionados.

En este orden de ideas, para desarrollar el proceso de estabilización se recolectó los residuos durante tres semanas consecutivas a partir del 12 de enero, los cuales fueron de tipo orgánico, sin ningún proceso que alterase sus características físicas naturales. A continuación, se incorporó en la compostera, los residuos orgánicos previamente clasificados, junto con la porquinaza, residuos de poda y tierra negra; esta actividad se llevó a cabo el día 13 de febrero; a partir de esta fecha se realizó el volteo de la pila cada ocho días, con el fin de airear la enmienda para su estabilización.

Es importante considerar que solo la aplicación de una enmienda orgánica estabilizada podrá mejorar los suelos e impactar el desarrollo y crecimiento de los cultivos, ya que aumentará las poblaciones de microorganismos benéficos y mejorarán las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos. El efecto benéfico que produce la aplicación de MO a los suelos no se debe exclusivamente a sus componentes químicos; su gran valor radica en las poblaciones de microorganismos beneficios que pueda albergar, debido a que todo el proceso de oxidación y estabilización está soportado en la actividad biológica de las poblaciones de microorganismos benéficos.

Por el contrario, una enmienda orgánica sin un proceso de estabilización, genera un gran impacto negativo sobre el suelo, siendo lo más crítico, la reducción de la MO estable del suelo (efecto primado), lo cual desencadena un sinnúmero de impactos sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo. Desde el punto de vista químico, se altera la CIC, por lo que el suelo pierde paulatinamente la capacidad de regular los elementos nutrientes que se requiere, generando altas pérdidas





de los fertilizantes aplicados; asimismo, se traduce en mayores requerimientos de fertilizantes. Igualmente, el impacto sobre la CIC altera el pH y genera desagregación, lo cual modifica la estructura del suelo, apareciendo partículas individuales (separadas) de mayor susceptibilidad a perderse por fenómenos erosivos y a producir sellamiento y encostramiento superficial que reducen la tasa de infiltración de agua en el perfil, lo que a su vez aumenta la escorrentía superficial, que se traduce en la pérdida de los fertilizantes que se colocan en superficie por arrastre de agua (González, 2021).

## Conclusiones

Se evidenció que, los agregados en el suelo control presentaron una mayor estabilidad con respecto a los agregados del suelo degradado, debido a la mayor cantidad de MO y raíces presentes en este, a causa de la actividad de los microorganismos.

El tiempo de estabilización de la enmienda orgánica depende, en gran cantidad, del grado de descomposición del estiércol, ya que este actúa como acelerador en el proceso de degradación de los diferentes residuos presentes en la enmienda; además, existe una relación directa con la temperatura del lugar, puesto que, a mayor temperatura, mayor aceleración del proceso de descomposición.

El suelo control presentó las mejores condiciones fisicoquímicas respecto al suelo degradado; sin embargo, cabe resaltar que este último no mostró unas condiciones fisicoquímicas totalmente degradadas.

Al momento de aplicar MO a los suelos, se debe preferir los materiales orgánicos estabilizados y sanitizados que posean en su composición, presencia demostrable de microorganismos benéficos.

## Referencias

- Araujo, P. A., Coral, K. E. y Huertas, J. L. (2021). Experiencia del trabajo de campo en suelos erosionados por la acción de cultivos ilícitos en Ricaurte, Nariño. *CEI, Boletín Informativo*, 8(3), 208-209.
- González, O. (2021). Por qué no es recomendable aplicar porquinaza cruda en los potreros. <https://www.abonamos.com/blog/2021/2/25/por-qu-no-aplicar-gallinaza-cruda-en-los-potreros>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2020). Análisis de las propiedades físicas, químicas, biológicas o mineralógicas de los suelos, tejido vegetal y aguas para riego. <https://www.igac.gov.co/es/contenido/tramites-y-servicios/analisis-de-las-propiedades-fisicas-quimicas-biologicas-o-mineralogicas-de-los-suelos>



- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R. y Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49-61. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
- Martínez-González, F., Sosa-Pérez, F. y Ortiz-Mendel, J. (2010). Comportamiento de la humedad del suelo con diferente cobertura vegetal en la Cuenca La Esperanza. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 1(4), 89-103.
- Mora, J. L., De Jesús, M. A. y Rosas, M. S. (2016). Comportamiento de materia orgánica y pH con la profundidad del suelo. [http://congresos.cio.mx/13\\_enc\\_mujer/cd/cd\\_congreso\\_mujer\\_XIII/archivos/resumenes/S5/S5-BYQ09.pdf](http://congresos.cio.mx/13_enc_mujer/cd/cd_congreso_mujer_XIII/archivos/resumenes/S5/S5-BYQ09.pdf)
- Pinzón, L. F., y Sotelo, H. (s.f.). Efectos de los cultivos ilícitos sobre el medio natural en Colombia. <https://xdocs.pub/doc/cultivos-ilicitos-y-sus-impactos-w2831m7v9qn6>
- Román, P, Martínez, M. M. y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO.
- Romero, M. P., Santamaría, D. M. y Zafra, C. A. (2009). Bioingeniería y suelo: Abundancia microbiológica, pH y conductividad eléctrica bajo tres estratos de erosión. *Umbral científico*, 15, 67-74.
- United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2022). Datos y tendencias del monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos en Colombia (2020). <https://www.unodc.org/colombia/es/datos-y-tendencias-del-monitoreo-de-territorios-afectados-por-cultivos-ilicitos-en-colombia-2020.html>
- Velásquez, M. (2019). ¿Por qué Colombia está perdiendo la lucha contra los cultivos ilícitos? <https://cnnespanol.cnn.com/2019/03/07/por-que-esta-colombia-perdiendo-la-lucha-erradicacion-de-cultivos-ilicitos/>

