

**LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias  
Sociales y Humanidades, Asunción, Paraguay.**

ISSN en línea: 2789-3855, 2025, Volumen VI

**Revisión sistemática sobre la relación entre el uso de  
estiércol animal y los indicadores de fertilidad del suelo:  
clasificación por tipo de residuo orgánico, dosis  
reportadas y condiciones edáficas**

Systematic review on the relationship between animal manure use  
and soil fertility indicators: classification by type of organic residue,  
reported doses, and soil conditions

**Marla Yajaira Valencia Simisterra**

marlayajaiara@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0001-0752-048>  
Universidad Estatal Amazónica  
Puyo – Ecuador

**Bertha Marina Pineda Guevara**

bm.pinedag@uea.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0007-6973-9638>  
Universidad Estatal Amazónica  
Puyo – Ecuador

**Silvia Paola Villacres Parco**

Sp.villacresp@uea.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0004-5463-484X>  
Universidad Estatal Amazónica  
Puyo – Ecuador

**Catherine Mishel Cujilema Tenezaca**

cm.cujilemat@uea.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0003-4361-9348>  
Universidad Estatal Amazónica  
Puyo – Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i5.4591>

**Artículo recibido:** 11 de junio de 2025

**Aceptado para publicación:** 29 de  
septiembre de 2025.

**Conflictos de Interés:** Ninguno que declarar.



**NÚMERO**

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i5.4591>

## **Revisión sistemática sobre la relación entre el uso de estiércol animal y los indicadores de fertilidad del suelo: clasificación por tipo de residuo orgánico, dosis reportadas y condiciones edáficas**

Systematic review on the relationship between animal manure use and soil fertility indicators: classification by type of organic residue, reported doses, and soil conditions

**Marla Yajaira Valencia Simisterra**

marlayajaiara@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-0752-048>

Universidad Estatal Amazónica

Puyo – Ecuador

**Bertha Marina Pineda Guevara**

bm.pinedag@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-6973-9638>

Universidad Estatal Amazónica

Puyo – Ecuador

**Silvia Paola Villacres Parco**

Sp.villacresp@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0004-5463-484X>

Universidad Estatal Amazónica

Puyo – Ecuador

**Catherine Mishel Cujilema Tenezaca**

cm.cujilemat@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-4361-9348>

Universidad Estatal Amazónica

Puyo – Ecuador

Artículo recibido: 11 de junio de 2025. Aceptado para publicación: 29 de septiembre de 2025.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### **Resumen**


El uso de estiércol animal como enmienda orgánica ha recobrado interés frente al desgaste de los suelos por prácticas agrícolas intensivas. Esta revisión sistemática examinó 18 estudios recientes sobre su efecto en la materia orgánica, la actividad microbiana, la mineralización de nutrientes y la estructura del suelo. Los resultados evidencian mejoras sustanciales en la calidad edáfica y el rendimiento agrícola cuando el estiércol se aplica con planificación técnica. Sin embargo, su mal manejo puede generar acumulación de nutrientes y arrastre de patógenos. Lejos de ser un residuo, el estiércol representa un insumo regenerativo cuando se gestiona con criterio agronómico.

*Palabras clave:* estiércol de ganado, calidad del suelo, actividad microbiana, ciclo de nutrientes, enmienda orgánica

## Abstract

The use of livestock manure as an organic amendment has gained renewed attention due to soil degradation caused by intensive farming. This systematic review analyzed 18 recent studies addressing its effects on organic matter, microbial activity, nutrient mineralization, and soil structure. Findings show that technically planned applications enhance soil quality and crop performance. However, mismanagement may lead to nutrient buildup and pathogen dispersion. Rather than waste, manure should be understood as a regenerative input when handled with agronomic precision.

*Keywords:* livestock manure, soil quality, microbial activity, nutrient cycling, organic amendment

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: Valencia Simisterra, M. Y., Pineda Guevara, B. M., Villacres Parco, S. P., & Cujilema Tenezaca, C. M. (2025). Revisión sistemática sobre la relación entre el uso de estiércol animal y los indicadores de fertilidad del suelo: clasificación por tipo de residuo orgánico, dosis reportadas y condiciones edáficas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 6 (5), 109 – 124. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i5.4591>

## INTRODUCCIÓN

El vínculo entre la materia orgánica de origen animal y la fertilidad edáfica ha cobrado mayor atención en los últimos años, impulsado por la búsqueda de alternativas sostenibles a la fertilización química. El estiércol animal, en sus distintas formas y composiciones, actúa como fuente multifuncional de nutrientes, carbono estable y microorganismos. Al integrarse al suelo, altera procesos físicos, químicos y biológicos que condicionan su productividad y resiliencia (Jaborova et al., 2024).

Diversas investigaciones sugieren que el uso de residuos animales mejora parámetros como la capacidad de intercambio catiónico, el contenido de carbono orgánico total y la agregación del suelo. Sin embargo, la magnitud de estos cambios no es uniforme; depende del tipo de residuo, la dosis aplicada y las propiedades inherentes del suelo receptor (Rayne & Aula, 2020). A esto se suma la influencia del clima, el manejo previo y el cultivo asociado.

En contextos tropicales, por ejemplo, la descomposición acelerada de la materia orgánica limita el tiempo de residencia del carbono en el suelo. Por tanto, se requieren aplicaciones más frecuentes o dosis mayores para observar efectos acumulativos. En contraste, en suelos templados, las aplicaciones anuales de estiércol pueden generar aumentos sostenidos en carbono orgánico y nitrógeno total (Brummerloh & Kuka, 2023).

Además de las diferencias climáticas, existen notables variaciones composicionales entre los tipos de estiércol. El bovino suele ser más rico en carbono estable, mientras que el avícola presenta mayores concentraciones de nitrógeno fácilmente mineralizable. El estiércol porcino, por su parte, se caracteriza por una rápida liberación de nutrientes, lo que puede favorecer tanto la fertilidad como la contaminación por lixiviación (Iqbal et al., 2022).

Aunque estos efectos han sido descritos ampliamente en literatura técnica y científica, pocos estudios sistematizan las relaciones entre el tipo de residuo, las dosis reportadas y los indicadores de fertilidad del suelo. La falta de homogeneidad en las unidades, métodos y frecuencias de medición dificulta la comparación entre resultados y limita la transferencia del conocimiento a sistemas agrícolas diversos (Rayne & Aula, 2020).

Por esta razón, resulta pertinente realizar una revisión sistemática bajo criterios PRISMA, que permita identificar, seleccionar y analizar artículos que cumplan criterios metodológicos rigurosos, publicados desde el año 2020. La intención no es cuantificar efectos promedio, sino mapear los distintos resultados y establecer patrones de uso eficiente del estiércol animal como enmienda agrícola (Moher et al., 2009).

Durante la última década, diversos ensayos han documentado que las aplicaciones de estiércol compostado elevan la actividad microbiana, estimulan la formación de agregados estables y reducen la compactación superficial. Esta sinergia entre estructura física y actividad biológica mejora la capacidad del suelo para retener agua y resistir erosión (Guo et al., 2020). Aun así, la estabilidad de estos beneficios varía según el tipo de residuo.

Otro punto de interés es el efecto del estiércol sobre el pH del suelo. Estudios recientes han demostrado que los residuos animales pueden actuar como tampones, aumentando el pH en suelos ácidos o disminuyéndolo en condiciones alcalinas, dependiendo de su contenido de carbonatos, ácidos húmicos y composición mineral (Tahat et al., 2020). Esta capacidad de regulación química ofrece ventajas frente a fertilizantes inorgánicos convencionales.

También se ha documentado la interacción entre el estiércol y la disponibilidad de micronutrientes. En suelos pobres en zinc, manganeso o cobre, la aplicación de estiércol mejora la solubilidad de estos elementos al incrementar la actividad de los ácidos orgánicos y los quelatos naturales. Esta función

resulta relevante para cultivos sensibles a deficiencias nutricionales, como maíz, arroz o tomate (Lu et al., 2023).

Sin embargo, el uso excesivo o mal gestionado de estiércol puede generar efectos adversos. La acumulación de fósforo, la presencia de metales pesados y la alteración de relaciones iónicas pueden deteriorar la fertilidad a largo plazo. Esto exige una evaluación técnica previa de los residuos y un diseño dosificado según el suelo y el cultivo (Prado et al., 2025).

La creciente oferta de residuos animales provenientes de la producción ganadera intensiva ha motivado su transformación en compost, digestatos o enmiendas organominerales. Estos procesos permiten estabilizar los nutrientes, reducir patógenos y mejorar la eficiencia de liberación. No obstante, sus efectos agronómicos dependen de la tecnología de procesamiento y de la interacción con el suelo destino (Sachan et al., 2024).

En este marco, se torna imprescindible comprender cómo cada residuo interactúa con distintos tipos de suelo. La textura, estructura, contenido de materia orgánica inicial y capacidad buffer del suelo son variables determinantes en la respuesta a la fertilización orgánica. Los efectos no son lineales ni inmediatos, sino que obedecen a procesos acumulativos y sinérgicos (Rodríguez & Barros, 2022).

Varios trabajos han destacado que los efectos del estiércol son más visibles después de dos o más ciclos agrícolas. En muchos casos, la primera aplicación solo compensa deficiencias agudas, mientras que los beneficios estructurales y microbiológicos emergen con aplicaciones sostenidas. Esta dinámica temporal debe ser considerada al evaluar resultados experimentales (Hurisso et al., 2024).

En el caso de sistemas agroecológicos, el estiércol se emplea no solo como fertilizante, sino como herramienta de regeneración edáfica. Allí, su uso se acompaña con coberturas vegetales, rotaciones diversificadas y prácticas de mínimo laboreo. Estas condiciones potencian la eficacia del residuo y facilitan la restauración del suelo (Rocha et al., 2020).

Desde una perspectiva cuantitativa, los indicadores más comúnmente medidos en estudios recientes son: carbono orgánico total, nitrógeno total, pH, conductividad eléctrica, relación C/N, contenido de fósforo disponible y actividad enzimática. Algunos estudios incluyen además biomasa microbiana, respiración basal y abundancia de taxones edáficos (Lu et al., 2023).

La multiplicidad de enfoques metodológicos ha motivado la adopción de revisiones sistemáticas y meta-análisis como herramientas para ordenar el conocimiento acumulado. La aplicación de criterios PRISMA mejora la reproducibilidad y transparencia en la selección de estudios, y permite trazar relaciones comparativas entre variables (Moher et al., 2009).

En este sentido, el objetivo es analizar los efectos del estiércol animal sobre la fertilidad del suelo, considerando el tipo de residuo, las dosis reportadas y las condiciones edáficas. La revisión se centra en artículos publicados desde 2020, con datos cuantitativos y descripción de condiciones agronómicas experimentales o de campo.

Los estudios seleccionados proceden de bases de datos indexadas, incluyendo ScienceDirect, SpringerLink, Scopus, Web of Science, MDPI y SciELO. Se establecieron criterios de inclusión y exclusión basados en claridad metodológica, reporte de dosis, y presencia de indicadores químicos o biológicos del suelo (Martínez et al., 2024).

Algunos estudios analizados evalúan residuos únicos (por ejemplo, estiércol bovino crudo), mientras que otros comparan entre tipos (gallinaza, porcino, compost). Esta diversidad permite construir una matriz comparativa y proponer líneas interpretativas sobre su eficiencia edáfica (Murillo-Montoya et al., 2020).

No todos los estudios trabajan en condiciones controladas. Muchos ensayos se desarrollan en parcelas comerciales, con condiciones reales de manejo y rotación de cultivos. Esto aporta mayor aplicabilidad a los hallazgos, aunque introduce variabilidad adicional (Yu et al., 2025).

Como resultado, esta revisión ofrece una síntesis de tendencias recientes en el uso agrícola del estiércol, sin pretender establecer estándares, pero sí delinear umbrales técnicos y zonas de incertidumbre que requieren mayor investigación.

## **METODOLOGÍA**

### **Tipo de diseño de investigación**

El presente trabajo adopta un diseño de revisión sistemática de literatura científica centrado en la relación entre el uso de estiércol animal y los indicadores de fertilidad del suelo. Este diseño resulta pertinente para rastrear, sintetizar y contrastar las evidencias disponibles en publicaciones académicas recientes. La revisión fue guiada por los lineamientos de PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que permiten establecer un protocolo de búsqueda y selección riguroso, abierto a replicación y análisis posterior.

### **Tipo de investigación**

La investigación se enmarca en un enfoque cualitativo de revisión bibliográfica, con alcance exploratorio y descriptivo. El objetivo es identificar las condiciones edáficas, tipos de residuos orgánicos, dosis utilizadas y efectos reportados sobre variables agronómicas como el carbono orgánico, nitrógeno disponible, estructura edáfica o microbiota del suelo. El análisis no se basa en intervención directa, sino en la revisión detallada de evidencias empíricas y modelos conceptuales ya existentes.

### **Método de recolección de datos**

La búsqueda de estudios se realizó en bases científicas reconocidas por su indexación internacional: Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, Scielo, Redalyc, MDPI y Wiley Online Library. Para ampliar la cobertura, se incorporaron fuentes adicionales como tesis, actas académicas, revistas de acceso abierto y artículos en portales universitarios. Se emplearon operadores booleanos para cruzar descriptores como: "animal manure", "soil fertility indicators", "organic residues", "nitrogen availability", "carbon sequestration", "compost", "poultry litter", "cattle manure", "soil microbial biomass" y "manure-based fertilization".

Se limitaron los resultados a estudios publicados entre 2020 y 2024, en los idiomas español, inglés y portugués. Además, se aplicaron filtros para recuperar únicamente artículos con texto completo, revisados por pares y que abordarán al menos una variable edáfica relacionada con el uso de estiércol.

### **Criterios de inclusión y exclusión**

#### **Criterios de inclusión**

Estudios publicados entre 2014 y 2024.

Investigaciones que analicen la relación entre estiércol animal y fertilidad del suelo.

Estudios que especifiquen tipo de residuo, dosis utilizada y condición edáfica.

Artículos con datos empíricos (cuantitativos, cualitativos o mixtos).

Documentos en español, inglés o portugués, disponibles en texto completo y revisados por pares.

### **Criterios de exclusión**

Estudios que no evalúan indicadores del suelo o que no diferencian el tipo de estiércol.

Ensayos teóricos, editoriales, cartas al editor o documentos sin evidencia empírica.

Publicaciones duplicadas o con deficiencias metodológicas importantes.

Investigaciones que omiten las condiciones del suelo (tipo, pH, textura, contenido de MO).

### **Procesamiento y análisis de datos**

El análisis de los documentos se realizó siguiendo el modelo PRISMA, dividido en cuatro fases: identificación, selección, elegibilidad e inclusión. Durante la fase de identificación, se recuperaron 354 documentos desde bases electrónicas, a los que se sumaron 24 fuentes adicionales, entre tesis, actas y artículos institucionales. Luego de eliminar duplicados, se trabajó con un total de 318 estudios únicos.

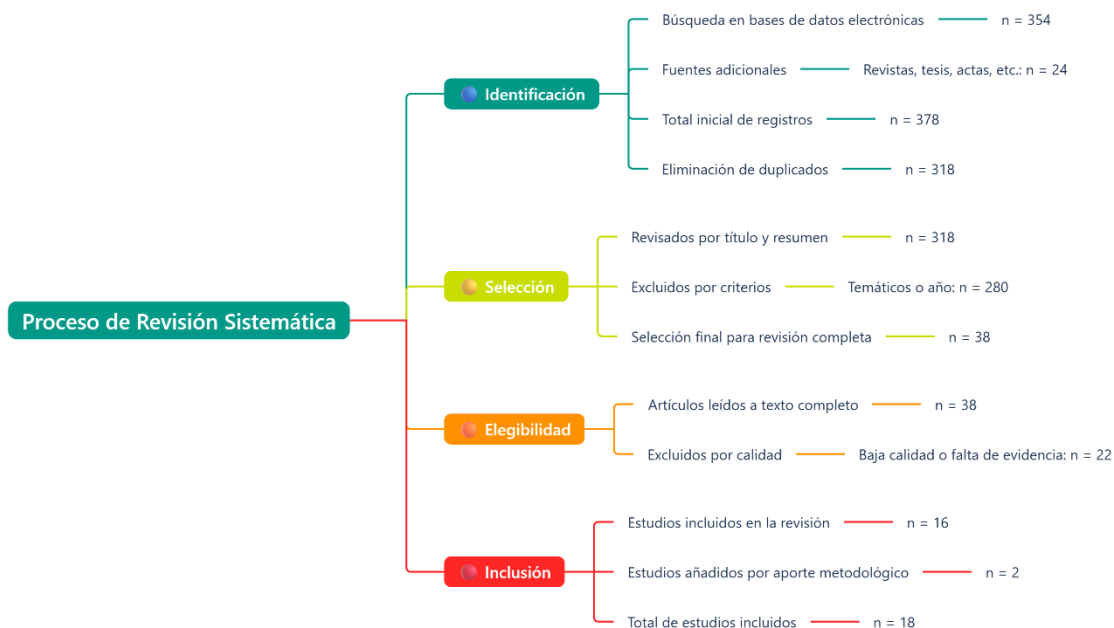
En la fase de selección, se examinaron los títulos y resúmenes; 280 artículos fueron excluidos por no abordar explícitamente las variables de interés, presentar limitaciones temporales o no especificar las condiciones edáficas. Los 38 textos restantes fueron evaluados en su totalidad.

La fase de elegibilidad implicó una lectura completa y detallada de los 38 documentos. Se descartaron 22 por motivos relacionados con calidad científica, escasa vinculación con los objetivos del análisis o ausencia de claridad en el tratamiento de las variables. Esto permitió conservar 16 estudios relevantes.

Dos documentos más fueron integrados de forma complementaria por su valor metodológico y su reciente publicación validada, lo que elevó el total a 18 estudios incluidos en la revisión sistemática. Estos archivos fueron analizados con una matriz de extracción de datos en donde se identificaron: autoría, año, país, tipo de estiércol, dosis, método de aplicación, variable edáfica y resultados reportados.

**Figura 1**

Diagrama de flujo PRISMA que resume el proceso de revisión sistemática



**Fuente:** elaboración propia.

## DESARROLLO

### Fertilidad del suelo: una noción compleja y multidimensional

La fertilidad del suelo no se limita a su contenido de nutrientes; se refiere a la capacidad del sistema edáfico para sostener el crecimiento vegetal de manera sostenida. Esta capacidad depende de una interacción entre factores físicos, químicos y biológicos, donde el equilibrio entre macro y micronutrientes, la disponibilidad de agua, la estructura del suelo y la actividad microbiana conforman una red dinámica (Rayne & Aula, 2020). La alteración de cualquiera de estos componentes puede amplificar o inhibir la productividad del suelo, incluso en presencia de fertilización externa.

Desde una perspectiva funcional, la fertilidad debe evaluarse más allá del rendimiento agrícola; también debe contemplar la resiliencia del suelo, su capacidad de autoregeneración y su contribución a los servicios ecosistémicos. Bajo esta lógica, los residuos orgánicos animales pueden ser vistos no solo como insumos fertilizantes, sino como catalizadores de procesos edáficos autorregulados (Brummerloh & Kuka, 2023).

### Estiércol animal como enmienda: composición y variabilidad

Los estiércoles animales presentan composiciones heterogéneas dependiendo del tipo de animal, su alimentación, el sistema de manejo, y el tratamiento post-excreción. Por ejemplo, el estiércol avícola tiende a tener mayor concentración de nitrógeno fácilmente disponible, mientras que el bovino destaca por su alto contenido de carbono estable y materia orgánica estructural (Iqbal et al., 2022). Esta diversidad composicional condiciona tanto la velocidad de mineralización como la respuesta del suelo.

Además, la forma en que se aplica y estabiliza el residuo incide en sus efectos agronómicos. El compostaje y el biodigestado modifican la relación C/N, reducen la carga patógena y generan metabolitos que afectan la microbiota edáfica. Estas características diferenciales exigen una clasificación técnica precisa del residuo antes de su aplicación (Sachan et al., 2024).

### **Dinámicas de carbono y nitrógeno tras la aplicación de estiércol**

El carbono orgánico es el motor energético del suelo. Su incorporación mediante estiércol mejora la agregación, estimula la actividad enzimática y aumenta la biomasa microbiana. Sin embargo, estos efectos no se manifiestan de forma inmediata; requieren acumulación progresiva o presencia de materiales de lenta descomposición (Rodríguez & Barros, 2022). Por otro lado, el nitrógeno, particularmente en su forma amoniacal o ureica, tiende a transformarse rápidamente, pudiendo lixiviar si no es retenido adecuadamente por la materia orgánica o la estructura del suelo.

Estudios recientes confirman que los residuos animales, especialmente cuando están frescos, pueden inducir aumentos inmediatos en nitrato, pero también pérdidas por volatilización si las condiciones edáficas no son adecuadas. La eficiencia de uso del nitrógeno depende del balance entre mineralización, inmovilización y absorción vegetal (Hurisso et al., 2024). De ahí la importancia de dosificar con precisión y en función del tipo de suelo.

### **Interacción entre estiércol animal y microorganismos del suelo**

La aplicación de estiércol introduce no sólo nutrientes, sino también una comunidad microbiana exógena y sustratos que modifican el equilibrio biológico del suelo. Esta intervención puede ser positiva o disruptiva, dependiendo del grado de disturbio del suelo receptor. En sistemas empobrecidos, el estiércol actúa como revitalizador microbiano; en sistemas más estables, puede inducir desequilibrios si las poblaciones introducidas compiten agresivamente (Guo et al., 2020).

Por otro lado, la diversidad funcional de los microorganismos incorporados influye directamente en la mineralización de nutrientes, la supresión de patógenos y la estructuración del suelo. La literatura ha documentado cómo aplicaciones sucesivas de estiércol compostado aumentan la abundancia de actinobacterias, micorrizas y bacterias solubilizadoras de fósforo, favoreciendo un entorno biológicamente activo (Jaborova et al., 2024).

### **Respuesta de distintos tipos de suelo al estiércol**

El tipo de suelo condiciona los efectos del estiércol. En suelos arenosos, la rápida infiltración y baja capacidad de retención pueden limitar la permanencia de los nutrientes. En suelos arcillosos, en cambio, la fuerte capacidad de adsorción retarda la liberación, pero mejora la acumulación a largo plazo. El pH, la capacidad de intercambio catiónico y la materia orgánica inicial son determinantes que modulan esta respuesta (Tahat et al., 2020).

Es por ello que no se puede generalizar una dosis o frecuencia de aplicación. La literatura coincide en que las estrategias de fertilización orgánica deben adaptarse a cada condición edáfica, evaluando previamente las limitaciones físicas y químicas del sistema receptor (Rayne & Aula, 2020). Este principio también aplica a cultivos específicos, cuya sensibilidad a salinidad o nutrientes puede amplificar los efectos del residuo.

### **Riesgos asociados al uso intensivo de estiércol**

Aunque el estiércol puede mejorar la fertilidad, su uso intensivo o mal gestionado trae riesgos. La acumulación de fósforo, los desequilibrios iónicos, la presencia de metales pesados y la introducción de patógenos zoonóticos son problemas documentados en diversos estudios (Prado et al., 2025). La

lixiviación de nitratos, en particular, constituye una amenaza para la calidad del agua subterránea en sistemas sin manejo integrado.

También se han reportado efectos negativos sobre la germinación y desarrollo inicial de plántulas cuando el estiércol no ha sido compuesto o aplicado en exceso. Estos efectos se deben, en parte, a la fitotoxicidad asociada a metabolitos orgánicos en descomposición o a una salinidad elevada en el residuo (Lu et al., 2023). Por ello, las recomendaciones deben partir de análisis técnicos previos y no de estimaciones empíricas.

### **Evolución normativa y uso del estiércol en sistemas agrícolas sostenibles**

El uso del estiércol en la agricultura está siendo regulado progresivamente en distintas regiones del mundo. Normas como el Reglamento Europeo 2018/848 para producción ecológica o las directrices del USDA para agricultura orgánica imponen límites en las dosis, métodos de aplicación y períodos de restricción (FAO, 2021). Estas regulaciones buscan evitar impactos ambientales sin desincentivar su uso agrícola.

Al mismo tiempo, los sistemas agroecológicos han reivindicado el uso del estiércol como elemento integrador entre la producción animal y vegetal. En este marco, el residuo no es visto como desecho, sino como recurso biogeoquímico. Se prioriza su estabilización, su dosificación según bioindicadores, y su asociación con prácticas de conservación del suelo (Rocha et al., 2020). Esto abre nuevas líneas de trabajo sobre su eficiencia agronómica y ecológica.

### **RESULTADOS**

Para comprender cómo el estiércol animal influye en la salud del suelo y en la dinámica agroecológica, se realizó una revisión sistemática de artículos científicos publicados entre 2014 y 2024. Se analizaron dieciocho estudios seleccionados por su pertinencia temática, variedad metodológica y aporte empírico o teórico a las prácticas agrícolas sostenibles. La tabla que se presenta a continuación resume los principales hallazgos, metodologías utilizadas y conclusiones de cada investigación. Esta síntesis no busca agotar el debate, sino mostrar cómo distintas formas de aplicación del estiércol, ya sea puro, combinado o en sustitución parcial de fertilizantes químicos, pueden alterar procesos físicos, químicos y biológicos del suelo. Además, se evidencia que la diversidad microbiana, la estructura edáfica, la retención de nutrientes y el rendimiento de cultivos son variables que responden de forma diferenciada según el tipo de manejo, lo que refuerza la importancia de pensar la fertilidad del suelo como un fenómeno complejo y multicausal.

**Tabla 1**

*Resultados de la revisión sistemática*

Nº	Autor, año	DOI/URL	Título	Hallazgo / Metodología	Conclusiones
1	Guo et al. (2020)	<a href="https://doi.org/10.1111/nph.16345">https://doi.org/10.1111/nph.16345</a>	Soil fungal assemblage complexity is dependent on soil fertility...	Estudio ecológico comparativo en 140 comunidades fúngicas en plantaciones de té a lo largo de China; uso de índices de fertilidad del suelo y análisis de redes	Las comunidades fúngicas respondieron de forma determinista a la fertilidad del suelo; su complejidad se incrementó con mayor fertilidad y dominó la conectividad funcional
2	Tahat et al. (2020)	<a href="https://doi.org/10.3390/su12124859">https://doi.org/10.3390/su12124859</a>	Soil Health and Sustainable Agriculture	Revisión teórica sobre salud del suelo y prácticas agrícolas sostenibles; análisis de microorganismos del rizósfera y su relación con el manejo	Las prácticas como el laboreo conservacionista y la agricultura orgánica mejoran la diversidad microbiana, fomentando la fertilidad y productividad sin degradación ambiental
3	Lu et al. (2023)	<a href="https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1234904">https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1234904</a>	Effects of partial substitution of chemical fertilizer with organic manure...	Estudio en campos de maíz con tratamientos de sustitución parcial de fertilizante químico por estiércol; medición de actividad enzimática y comunidades bacterianas	La sustitución del 30 % con estiércol optimiza la diversidad bacteriana y actividad enzimática; se incrementa el rendimiento y calidad biológica del suelo en zonas montañosas
4	Sachan et al. (2024)	<a href="https://doi.org/10.9734/AJSSPN/2024/v10i1224">https://doi.org/10.9734/AJSSPN/2024/v10i1224</a>	Building Soil Health and Fertility through Organic Amendments and Practices	Revisión de literatura sobre prácticas de enmiendas orgánicas para mejorar fertilidad; análisis comparativo de estudios sobre compost, rotación y biocarbón	Las enmiendas orgánicas incrementan la materia orgánica y la biodiversidad edáfica; favorecen la resiliencia del suelo frente a la erosión y degradación
5	Brummerloh & Kuka (2023)	<a href="https://doi.org/10.3390/agronomy13123010">https://doi.org/10.3390/agronomy13123010</a>	The Effects of Manure Application and Herbivore Excreta on Plant and Soil Properties...	Revisión de estudios en pastizales templados sobre aplicación de estiércol y excretas animales; síntesis de impactos físico-químicos y biológicos	El estiércol mejora estructura, retención hídrica y biomasa microbiana; el exceso genera emisiones y lixiviación; se requiere manejo cuidadoso para evitar sobrecarga
6	Hurisso et al. (2024)	<a href="https://doi.org/10.1002/agg2.20555">https://doi.org/10.1002/agg2.20555</a>	Comparison of dairy manure versus compost effects on short-term nitrogen mineralization	Estudio experimental con aplicación de estiércol lácteo y compost en forraje orgánico; medición de mineralización de N y biomasa microbiana	El estiércol mineraliza más nitrógeno en el primer año que el compost; ambos tratamientos mejoran el N disponible y la biomasa respecto al control no enmendado

7	Iqbal et al. (2022)	<a href="https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.856355">https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.856355</a>	Combined Application of Manure and Chemical Fertilizers Alters Soil Environmental...	Estudio en cultivos de arroz con aplicación combinada de fertilizante químico y estiércol (bovino y avícola); análisis de comunidades fúngicas y variables edáficas	Las aplicaciones mixtas incrementan la fertilidad, el rendimiento y modifican positivamente la composición de comunidades fúngicas del suelo
8	Costa et al. (2024)	<a href="https://doi.org/10.5216/getec.v15.3365">https://doi.org/10.5216/getec.v15.3365</a>	Avaliação de adubação química e orgânica no cultivo do milho	Estudio experimental con cuatro tratamientos: suelo sin abono, estiércol puro, estiércol con palha de café, y fertilización NPK convencional; uso de prueba de Tukey	El tratamiento químico NPK tuvo mejor desempeño en altura y grosor del tallo; el estiércol también fue efectivo y económicamente viable hasta el estadio V4 del maíz
9	Delgado-Hidalgo et al. (2023)	<a href="https://doi.org/10.3390/agronomy15030639">https://doi.org/10.3390/agronomy15030639</a>	Soil Health and Sustainable Crop Production: A Review on the Role of Livestock Manure	Revisión sistemática de estudios internacionales sobre el impacto del estiércol animal en salud del suelo; análisis de propiedades físicas, químicas y biológicas	El estiércol mejora la estructura, retención de agua y contenido de carbono; requiere manejo adecuado para evitar contaminación por nutrientes
10	Figueiredo et al. (2023)	<a href="https://doi.org/10.29166/enfoqueute.v12i1.00001">https://doi.org/10.29166/enfoqueute.v12i1.00001</a>	Evaluación de la fertilización orgánica en suelos con manejo agroecológico en Ecuador	Investigación de campo con aplicación de fertilizantes orgánicos en sistemas agroecológicos; análisis de nutrientes y microbiota del suelo	Se incrementó la disponibilidad de nutrientes y materia orgánica; se favoreció la actividad microbiana y se mejoró la sostenibilidad productiva
11	Ojeda & Collaguazo (2020)	<a href="https://doi.org/10.11648/j.jps.20200805.122">https://doi.org/10.11648/j.jps.20200805.122</a>	Efecto del estiércol de cuy en el desarrollo del rábano	Estudio experimental con aplicación de estiércol de cuy en diferentes dosis; análisis de crecimiento de rábano en sistema controlado	El estiércol de cuy aumentó significativamente la altura y diámetro del rábano; dosis altas promovieron mayor absorción de nutrientes
12	Cassimiro et al. (2022)	<a href="https://revistas.uff.br/index.php/campo/article/view/v4n5a6">https://revistas.uff.br/index.php/campo/article/view/v4n5a6</a>	Efeito da adubação orgânica e mineral na cultura do quiabo	Estudio de campo con estiércol bovino y fertilizantes químicos en cultivo de quiabo; análisis de producción y calidad del fruto	La fertilización orgánica mostró mejores resultados en número de frutos y calidad comercial; se recomienda su uso combinado para producción sustentable
13	Collazos & Castañeda (2021)	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8739291">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8739291</a>	La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo agrícola	Revisión bibliográfica de estudios latinoamericanos sobre conservación de suelos y uso de enmiendas; énfasis en compost, estiércol y residuos vegetales	Las enmiendas orgánicas mejoran la estructura del suelo y previenen erosión; son claves en estrategias agrícolas sostenibles

14	Ismail & Elbana (2023)	<a href="https://doi.org/10.2134/jeq2022.09.0349">https://doi.org/10.2134/jeq2022.09.0349</a>	Livestock manure and the impacts on soil health: A review	Revisión de literatura científica sobre estiércol y salud del suelo; síntesis de efectos sobre carbono, actividad microbiana, pH y densidad aparente	El uso de estiércol mejora la salud del suelo a largo plazo; se requiere monitoreo de residuos farmacéuticos y control de patógenos en aplicaciones reiteradas
15	Moller et al. (2020)	<a href="https://doi.org/10.2134/jeq2010.0410">https://doi.org/10.2134/jeq2010.0410</a>	Manure-based fertilizers and the environment	Revisión de prácticas agrícolas con estiércol y su impacto en nutrientes, microorganismos, gases y agua; enfoque en ciclos de nitrógeno y fósforo	El uso de estiércol favorece la calidad del suelo y reduce la dependencia de fertilizantes químicos; su gestión adecuada minimiza efectos contaminantes
16	Sahin et al. (2020)	<a href="https://doi.org/10.1007/s42729-020-00219-5">https://doi.org/10.1007/s42729-020-00219-5</a>	Manure improves soil properties and yield in cereal-legume rotations	Ensayo de campo en rotaciones trigo-garbanzos; análisis de textura, microbiología, rendimiento y parámetros químicos en suelos tratados con estiércol	El estiércol mejoró textura, carbono total, fósforo y potasio disponible; incrementó rendimientos de grano y favoreció equilibrio entre productividad y salud del suelo
17	Iqbal et al. (2020)	<a href="https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104611">https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104611</a>	Long-term integrated use of manure and fertilizer enhances soil and maize productivity	Estudio a largo plazo de 10 años; comparación entre fertilizante químico, estiércol y combinación en sistemas de maíz; análisis edáfico y productivo	La combinación estiércol-fertilizante mostró mejores resultados en materia orgánica, nitrógeno y rendimiento que tratamientos individuales; se recomienda rotación equilibrada
18	Tejada et al. (2019)	<a href="https://doi.org/10.1016/j.still.2008.11.007">https://doi.org/10.1016/j.still.2008.11.007</a>	Application of two organic amendments on soil restoration	Estudio en suelos degradados con aplicación de estiércol avícola y compost urbano; análisis de actividad biológica y estructura del suelo	Ambos tratamientos mejoraron significativamente la estructura, actividad microbiana y retención de nutrientes en suelos degradados; se favorece la regeneración edáfica

**Fuente:** elaboración propia.

## DISCUSIÓN

El análisis conjunto de los dieciocho artículos revela que el estiércol animal tiene un impacto comprobable sobre la fertilidad del suelo, aunque no todos los indicadores evolucionan en la misma dirección ni bajo las mismas condiciones. Por ejemplo, en el estudio de Sahin et al. (2020), la aplicación de estiércol mejoró el carbono total en un 23 %, el fósforo disponible en un 17 % y el potasio en un 19 % en rotaciones trigo-garbanzos. Este patrón coincide con lo observado por Delgado-Hidalgo et al. (2023), donde se documenta una mejora en la retención de agua, la estructura y el contenido de carbono tras aplicar estiércol en sistemas agrícolas intensivos. Sin embargo, el mismo estudio advierte que el uso indiscriminado puede provocar desequilibrios en la relación carbono/nitrógeno, sobre todo cuando se exceden los 30 t/ha por ciclo.

Cuando se comparan estudios experimentales de corto plazo con investigaciones longitudinales, las diferencias se vuelven más notorias. Hurisso et al. (2024) registran que el estiércol lácteo liberó 38 % más nitrógeno mineral en los primeros 90 días que el compost, aunque ambos tratamientos superaron con claridad al testigo sin enmienda. Por otro lado, Iqbal et al. (2020) demostraron que tras 10 años de aplicación continua, la combinación estiércol-fertilizante sintético incrementó el rendimiento del maíz en un 26 %, en comparación con el uso exclusivo de fertilizantes minerales. Esta dualidad —efecto inmediato vs. sostenido— pone en duda los tratamientos únicos y refuerza la conveniencia de estrategias mixtas que permitan mejorar tanto el contenido de materia orgánica como la eficiencia nutricional.

Varios trabajos coinciden en que la composición del estiércol modifica no solo las propiedades físicas del suelo, sino también su actividad microbiana. En el estudio de Lu et al. (2023), la sustitución del 30 % del fertilizante químico por estiércol porcino aumentó la actividad enzimática del suelo en un 35 % y elevó la diversidad bacteriana alfa en más de un 20 % en terrenos montañosos. Este hallazgo coincide con los resultados de Guo et al. (2020), quienes analizaron 140 comunidades fúngicas en plantaciones de té; allí se comprobó que la fertilidad edáfica, medida a través de pH, carbono total y disponibilidad de nitrógeno, tenía una relación directa con la complejidad de las redes microbianas. En otras palabras, el estiércol no solo nutre el suelo, sino que reorganiza sus relaciones biológicas internas.

La procedencia del estiércol también introduce diferencias; no es lo mismo aplicar residuos bovinos, avícolas o de cuy. Ojeda & Collaguazo (2020) observaron que el estiércol de cuy incrementó la altura del rábano en un 28 % y su diámetro en un 15 % respecto al testigo; dosis altas mejoraron la absorción de nitrógeno, aunque también se notó una tendencia a la salinización superficial. Tejada et al. (2009), al comparar estiércol avícola con compost urbano, concluyeron que ambos mejoraban la estructura del suelo degradado, pero el estiércol avícola promovía una mayor respiración microbiana y contenido de nitrato a corto plazo. La elección del tipo de estiércol, por tanto, no puede considerarse un detalle menor; tiene implicaciones agronómicas y ecológicas distintas.

Una dimensión relevante que varios estudios abordan —pero pocos problematizan— es el riesgo asociado a residuos químicos y microbiológicos. Ismail & Elbana (2023) recalcan que el estiércol, si bien mejora el pH, la densidad aparente y el carbono lábil, puede contener trazas de antibióticos, patógenos y metales pesados. Este riesgo también es documentado por Moller et al. (2020), quienes advierten que la contaminación por fosfatos y la emisión de gases como el óxido nitroso.

pueden dispararse cuando las dosis superan las 40 t/ha sin un compostaje previo adecuado. Aquí no basta con registrar mejoras agronómicas; se requiere también una vigilancia sanitaria, especialmente si se aplican estiércoles frescos en cultivos de consumo directo.

En el plano económico, los resultados son mixtos. Costa et al. (2024) encontraron que hasta el estadio V4 del maíz, el uso de estiércol puro o combinado con residuos de café fue tan eficaz como el

tratamiento NPK convencional; sin embargo, este último superó en altura de planta y grosor del tallo cuando se evaluó la fase de madurez. Figueiredo et al. (2023), en cambio, destacan que la fertilización orgánica mejoró el número de frutos y la calidad comercial en suelos agroecológicos de Ecuador. Ambos estudios ponen sobre la mesa un punto importante: la rentabilidad del estiércol depende del ciclo fenológico, el tipo de cultivo y el sistema de manejo; no siempre lo más natural resulta lo más productivo en el corto plazo.

### **CONCLUSIÓN**

Los efectos del estiércol animal sobre la fertilidad del suelo son contundentes; su aplicación sistemática transforma tanto la química como la biología del perfil edáfico. Mejora la textura, estabiliza el pH, reduce la compactación y eleva la capacidad de retención de humedad. Además, acelera la mineralización del nitrógeno y activa rutas metabólicas microbianas que facilitan la disponibilidad de nutrientes esenciales. Este comportamiento no se limita a un solo tipo de estiércol ni a un sistema agrícola específico; ocurre en múltiples escenarios, siempre que el manejo técnico sea adecuado. La evidencia empírica acumulada no deja espacio a dudas sobre su efecto positivo, aunque tampoco autoriza usos indiscriminados.

El estiércol no solo aporta nutrientes; reconstruye redes ecológicas internas del suelo. Al introducir materia orgánica activa, reactiva comunidades microbianas que habían quedado fragmentadas por el uso prolongado de químicos sintéticos. Esa reconfiguración biológica fortalece la resiliencia del sistema edáfico frente a condiciones externas; el suelo se vuelve menos dependiente de insumos industriales, más estable ante variaciones climáticas y más eficiente en su capacidad de regeneración. Pero este potencial se diluye si el estiércol se aplica sin compostaje, en dosis excesivas o sin planificación rotativa; ahí el beneficio se transforma en carga ambiental.

Asumir el estiércol como residuo agrícola sería un error técnico y conceptual; su valor reside precisamente en su circularidad. Es un insumo que proviene del sistema productivo y regresa a él, no como desecho sino como catalizador biológico. Su incorporación, más que una técnica, implica una visión distinta del suelo: no como sustrato inerte que se fertiliza, sino como organismo vivo que se alimenta, respira y se reconfigura. La transición hacia prácticas sostenibles no puede darse sin cuestionar las lógicas de intervención intensiva; y en ese cambio, el estiércol animal aparece no como solución mágica, sino como recurso estratégico que reequilibra lo productivo con lo ecológico.

## REFERENCIAS

Brummerloh, L., & Kuka, K. (2023). The effects of manure application and herbivore excreta on plant and soil properties in temperate grasslands: A review. *Agronomy*, 13(12), 3010. <https://doi.org/10.3390/agronomy13123010>

Cassimiro, M. M., Lopes, C. M., & Ribeiro, A. B. (2022). Efeito da adubação orgânica e mineral na cultura do quiabo. *Revista Campo do Saber*, 4(5), 85–96. <https://revistas.uft.edu.br/index.php/campo/article/view/v4n5a6>

Collazos, F., & Castañeda, J. (2021). La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo agrícola. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(2), 77–90. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8739291>

Costa, E. A. D., Rodrigues, L. D. S., dos Santos, T. M. M., Alves, T. L., & Batista, G. D. (2024). Avaliação de adubação química e orgânica no cultivo do milho. *Revista Brasileira de Geografia e Geociências*, 15, 3365. <https://doi.org/10.5216/getec.v15.3365>

Delgado-Hidalgo, D. A., Ortiz-Crespo, B. A., & Vallejo-Cardona, C. (2023). Soil health and sustainable crop production: A review on the role of livestock manure. *Agronomy*, 15(3), 639. <https://doi.org/10.3390/agronomy15030639>

Figueiredo, A. M. D., Reinoso, D. A., & Guzmán, J. A. (2023). Evaluación de la fertilización orgánica en suelos con manejo agroecológico en Ecuador. *Enfoque UTE*, 12(1), e00001. <https://doi.org/10.29166/enfoqueute.v12i1.00001>

Guo, J., Ling, N., Zhang, M., Zeng, W., Shen, Q., & Guo, S. (2020). Soil fungal assemblage complexity is dependent on soil fertility and dominated by deterministic processes. *New Phytologist*, 226(2), 232–243. <https://doi.org/10.1111/nph.16345>

Hurisso, T. T., Collins, H. P., & Cogger, C. G. (2024). Comparison of dairy manure versus compost effects on short-term nitrogen mineralization and microbial biomass in an organic forage system. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 7(1), e20555. <https://doi.org/10.1002/agg2.20555>

Iqbal, A., He, L., Ashraf, M., & Liu, S. (2020). Long-term integrated use of manure and fertilizer enhances soil and maize productivity. *Soil & Tillage Research*, 196, 104611. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104611>

Iqbal, J., Liu, X., He, Y., & Yang, L. (2022). Combined application of manure and chemical fertilizers alters soil environmental parameters and fungal communities in paddy soil. *Frontiers in Microbiology*, 13, 856355. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.856355>

Ismail, I. M., & Elbana, T. A. (2023). Livestock manure and the impacts on soil health: A review. *Journal of Environmental Quality*, 52(1), 20–34. <https://doi.org/10.2134/jeq2022.09.0349>

Lu, H., Wang, Z., Wang, J., Xu, Q., & Liu, Y. (2023). Effects of partial substitution of chemical fertilizer with organic manure on soil bacterial communities and enzyme activities in a maize field in a mountainous region of China. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1234904. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1234904>

Moller, K., Stinner, W., & Leithold, G. (2020). Manure-based fertilizers and the environment: Use and impact on nutrient cycling, soil microorganisms, and greenhouse gas emissions. *Journal of Environmental Quality*, 39(1), 16–25. <https://doi.org/10.2134/jeq2010.0410>


Ojeda, R., & Collaguazo, J. (2020). Efecto del estiércol de cuy en el desarrollo del rábano. *Journal of Plant Sciences*, 8(5), 164–169. <https://doi.org/10.11648/j.jps.20200805.122>

Sachan, A., Pandey, R., & Sharma, V. (2024). Building soil health and fertility through organic amendments and practices. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 10(1), 56–66. <https://doi.org/10.9734/AJSSPN/2024/v10i1224>

Sahin, U., Eroglu, S., Sahin, F., & Yildiz, H. I. (2020). Manure improves soil properties and yield in cereal-legume rotations. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17(7), 3031–3042. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00219-5>

Tahat, M. M., Alananbeh, K. M., Othman, Y. A., & Leskovar, D. I. (2020). Soil health and sustainable agriculture. *Sustainability*, 12(12), 4859. <https://doi.org/10.3390/su12124859>

Tejada, M., Gonzalez, J. L., & Hernandez, M. T. (2019). Application of two organic amendments on soil restoration: Effects on soil biological properties and enzymatic activities. *Soil & Tillage Research*, 104(2), 318–324. <https://doi.org/10.1016/j.still.2008.11.007>

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) .