



# MACROFAUNA EDÁFICA EN CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L) BIOFERTILIZADOS CON LODOS DE CERDO, (PEROTE-MÉXICO)

*Edaphic macrofauna in corn cultivation (zea mays) biofertilized with  
pork sludge, (perote-mexico)*



**Roberto Emiliano Rico Carrillo<sup>1</sup>**

E-mail: robertoemilianoricocarrillo@gmail.com



**Juan Camilo Cardona Castaño<sup>2</sup>**

E-mail: juancamilocardonacastano@gmail.com



**Lucero Montserrat Cuautle García<sup>3</sup>**

E-mail: lmcg.bios@gmail.com



**Ana Yolanda Rosas Acevedo<sup>4</sup>**

E-mail: arosas@uagro.mx

<sup>1</sup>Licenciado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero, maestrante en Gestión Sustentable del Turismo. Facultad de Turismo, Universidad Autónoma de Guerrero.

<sup>2</sup>Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales, Universidad Santo Tomás, Investigador del grupo en Educación en Enfermería, U. del Quindío. (Colombia) y consultor ambiental.

<sup>3</sup>Bióloga de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Maestra en Ciencias en Manejo de Fauna Silvestre en 2007 (INECOL). Profesora investigadora de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Biológicas, responsable del Grupo de Investigación "Manejo y Conservación de Biosistemas".

<sup>4</sup>Doctora en Ciencias Sociales, Maestra en Educación Superior y Química Bióloga Parasitóloga. Profesora-investigadora de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Guerrero. Candidata al Sistema Nacional de Investigadores CONACYT.

Fecha recepción: 15 de Diciembre de 2021 / Fecha Aprobación: 27 de diciembre 2021 / Fecha Publicación: 30 de enero 2022

## RESUMEN

**Antecedentes:** los biofertilizantes de lodos de cerdo albergan una gran cantidad de macrofauna edáfica, facilitando los procesos de descomposición de materia orgánica. La aplicación de dichos fertilizantes en el cultivo de maíz, (*Zea mays* L.), son una fuente alternativa de abono. **Objetivo:** identificar la presencia de macrofauna edáfica en suelos fertilizados con lodos derivados porcinos, Perote (México). **Metodología:** cuantitativa, usando un diseño experimental. En el trabajo de campo usaron 6 trampas "Pitfall", distribuidas al azar en un área de 800 m<sup>2</sup> de cultivos de maíz (*Zea mays* L.) dividida en 12 parcelas previamente fertilizadas con dosis de lodos de porcinos. Posteriormente, se recolectaron los insectos dentro de las trampas para la identificación. La información fue analizada en el software BioDiversity Pro con índices de Shannon y Simpson. **Resultados:** se encontraron 904 invertebrados, los insectos tuvieron una representación del 97, 1 % y arácnida 2,9 %. De acuerdo con el índice de Shannon (C) fue bajo en diversidad, para el

### Cómo citar:

Rico Carrillo, R. E., Cardona Castaño, J. C., Cuautle García, L. M., & Rosas Acevedo, A. Y., (2022). Macrofauna edáfica en cultivo de maíz (zea mays l) biofertilizados con lodos de cerdo, (perote-méxico) FAGROPEC, 14(1), 41-55. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v14n1a3>



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons (CC BY 4.0).

Rev. FAGROPEC Vol. 14 Num. 1, enero-junio de 2022

índice de Simpson (D) no hubo cambios significativos del compuesto al nivel de diversidad de macrofauna. **Conclusiones:** dentro del estudio no hubo presencia de miriápodos, los niveles de diversidad fueron bajos, sin embargo, la trampa 2 presentó mayor un índice (C), alcanzando 0.847. La trampa ubicada en la parcela 3 tuvo índice (S), 9.6.

**Palabras Clave:** macrofauna; edafofauna; biofertilizantes; cultivos de maíz.

## ABSTRACT

**Background:** swine sludge bio fertilizers harbor a large amount of edaphic macro fauna, which facilitates the decomposition of organic matter. The application of these fertilizers in the corn crop (*Zea mays L.*), are an alternative source of fertilizer. **Objective:** to identify the presence of edaphic macro fauna in soils fertilized with porcine derived sludge, Perote (Mexico). **Methodology:** quantitative, using an experimental design. In the fieldwork, he used 6 "Pitfall" traps, randomly distributed in an area of 800 m<sup>2</sup> of corn (*Zea mays L.*) crops divided into 12 plots previously fertilized with doses of pig sludge. Later, the insects were collected inside the traps for identification. Shannon and Simpson analyzed the information in the BioDiversity Pro software, with indices. **Results:** 904 invertebrates were found; insects had a representation of 97.1% and arachnids 2.9%. According to the Shannon index (C), it was low in diversity and for the Simpson index (D), and there were no significant changes of the compound at the level of macrofauna diversity. **Conclusions:** within the study there was no presence of myriapods, the levels of diversity were low, however, trap 2 had a higher index (C), reaching 0.847. The trap located in plot 3 had index (S), 9.6.

**Keywords:** Macrofauna; Edafofauna; Biofertilizers; Corn crops.

## INTRODUCCIÓN

Los biofertilizantes son medidas amigables con el ambiente y una forma sostenible dentro de la seguridad alimentaria. Actualmente, la fertilidad de los suelos está en juego por el uso de agroquímicos, los cuales causan esterilización, erosión y pérdida de la fauna asociada al recurso edáfico. Sin embargo, nuevas formas de subsanar dichos daños están surgiendo en la actualidad, por ejemplo: la experimentación, el uso e implementación de biofertilizantes que garantizan cierto equilibrio del recurso suelo y evitan daños sistémicos, así como disminuyen el compromiso de la seguridad alimentaria (Ocaña et al., 2010; Ayala y Castro, 2018).

Dentro de los biofertilizantes que han aparecido se encuentran aquellos derivados del estiércol de cerdo que se puede aprovechar en diversos cultivos y que contribuyen a la aparición de macrofauna edáfica. Esto constituye una solución alternativa para paliar la erosión, la desecación y la pérdida de nutrientes que son indispensables para el crecimiento vegetativo al garantizar un mayor rendimiento del agrosistema (Barahona et al., 2021).

El municipio de Perote, Veracruz (México), tiene un modelo de producción agropecuario basado en

la porcicultura, con un millón de cabezas de cerdo anuales que pueden generar suficiente materia orgánica para ser empleada como alternativa experimental en la creación de biofertilizantes de bajo coste y fácil aplicación en el sector rural. Dicho residuo sirve como biofertilizante para cultivos y facilita la recuperación del suelo después de la cosecha pues provee un sustrato rico y mineralizado para continuar con el sistema productivo. Además, es una solución mitigativa por las presiones antropogénicas que el modelo productivo ocasiona a lo largo del tiempo (Brown, 2001; Bayacena et al., 2021).

La investigación identificó la presencia de macrofauna edáfica en suelos fertilizados con lodos de estiércol de porcino en Perote, Veracruz (México). Con base en lo antes planteado, los lodos de estiércol de porcinos son importantes para el recurso edáfico, porque permiten tener mayor diversidad en el crecimiento de la macrofauna, desarrollo vegetativo y presencia de saprófitos básicos en la descomposición de materia orgánica y control de la desmineralización del suelo. Esto evita el uso de agroquímicos y sus derivados y permite tener suelos aptos para cultivos (Brito et al., 2015; Chávez et al., 2020).

Asimismo, la investigación detectó que el aprovechamiento de los lodos de estiércol de porcinos contribuye a la recuperación del suelo, porque aumenta la presencia de organismos descomponedores e invertebrados que están asociados a suelos fértiles, lo que proporciona sustentabilidad a procesos agroecológicos, encaminados a la conservación del suelo (Menezes et al., 2009; Schlatter et al., 2020).

Los lodos de porcinos al descomponerse aumentan el nitrógeno, fósforo y biomoléculas funcionales indispensables para tener suelos de calidad que proveen de sustratos a las plantas, especialmente cultivos de maíz, donde los nutrimentos son indispensables para el desarrollo vegetativo. Esto se debe a que los lodos tienen funciones que interactúan con el medio ecológico, es decir: la macrofauna en el suelo. Las funciones pueden ser directas e indirectas: las indirectas, proporcionan el aumento de las sustancias orgánicas al suelo; las directas, están asociadas al crecimiento de la planta, dado que al nivel radicular puede absorber mayores cantidades de nutrientes (Silva et al., 2007; Cabrera, 2012; Garandilla et al., 2016).

La investigación fue importante porque, desde un método experimental, se aproxima a la relación que tienen el uso de lodos de porcinos con la presencia de macrofauna edáfica que contribuye a la conservación del suelo cultivado con maíz. Además, se experimenta con un fertilizante alternativo de bajo costo derivado de un proceso productivo aprovechándolo para la reutilización dentro del sistema agroecológico del maíz -cultivo importante en las economías campesinas-, y que permite reemplazar el uso de agroquímicos. También, amplía el espectro de soluciones de residuos orgánicos por medio de la economía circular, dado que se transforma un subproducto derivado de una cadena productiva en un componente importante para el suelo, sirviéndose de solución en la fertilización del cultivo de maíz (*Zea mays*), en el municipio de Perote, México. Finalmente, con la investigación se cumple el objetivo de identificar la presencia de macrofauna edáfica en cultivos de maíz (*Zea mays*), biofertilizados con lodos de cerdo en el Municipio de Perote, (Veracruz, México).

## **Fundamentación teórica.**

La importancia de la macrofauna del suelo permite la preservación, conservación y fertilidad edafológica, además, los procesos biológicos de regulación y la producción agrícola son necesarios dentro de la seguridad alimentaria, el desarrollo rural y la producción del agro (Mendoza, 2014; Moreno et al., 2020; Machado et al., 2021).

Cabe mencionar que los invertebrados para los productores de agrosistemas son catalogados como plagas y reciben mucha atención dado que representan enormes gastos de millones de dólares anuales por los daños económicos durante el proceso vegetativo, por esta razón, los agricultores e investigadores usan agroquímicos para erradicarlos. Sin embargo, sin los invertebrados no habría beneficios y ningún proceso agrícola sería eficiente (Morales et al., 2021). De ahí que, conservar la fauna del suelo resulta un desafío dentro del medio productivo, porque sin ellos las condiciones edafológicas se perderían, afectando otros procesos tales como: la polinización, la dinámica de la red trófica dentro y fuera del equilibrio del agrosistema (Pérez et al., 2001; Perdomo et al., 2016).

Basadas en lo anterior, las investigaciones sobre macrofauna edáfica centran sus esfuerzos en analizar la importancia de los biofertilizantes de lodos derivados y la reutilización de compuestos químicos de origen orgánico que se puedan degradar de forma rápida y segura, los cuales conducen a la mejora de las condiciones físicas, químicas y sobre todo las condiciones biológicas del suelo al favorecer la aparición de macrofauna (Mateo et al., 2020; Nicosia et al., 2020; Morales et al., 2021).

Dentro de esos biofertilizantes se encuentran los derivados del estiércol de porcinos, estos administrados en suelos, una vez aplicados, contribuyen al mejoramiento de dicho recurso al evitar el uso de agroquímicos que erosionan, desertifican el recurso edáfico y resulta impropio para el crecimiento vegetal, (Sánchez y Reinés, 2001; Gandarillas et al., 2016; Bayancela et al., 2021).

Por otra parte, el uso de estiércol de cerdo para producción de biofertilizantes es una alternativa experimental para enfrentar problemas de la agricultura contemporánea. Esto sucede en un momento donde es importante cuidar los recursos naturales y el entorno. Al mismo tiempo, permite sentar un precedente de información científica para posteriores investigaciones donde la materia orgánica puede ser transformada en favor de procesos sustentables, amigables con el ambiente y el recurso suelo (Mateo et al., 2019; Ribeiro et al., 2021).

## **METODOLOGÍA**








El estudio fue cuantitativo de tipo experimental; se usaron lodos derivados de lagunas de tratamientos de excretas porcinas de una organización porcícola del municipio de Perote, Veracruz.

El caso de estudio fue un cultivo de maíz (*Zea mays* L.), ubicado a las afueras del municipio de Perote, estado de Veracruz- México, con un área de 800 m<sup>2</sup>. Esta fue dividida en 12 parcelas de las cuales 9 fueron muestrales y 3 sirvieron de testigo. Se aplicó el biofertilizante producto de lodos de excretas de porcinos en las nueve parcelas y a las tres parcelas testigo no se le aplicó dicho compuesto, pues sirvieron para comparar si se generaban cambios en la macrofauna existente en ellas y la relación con la dosis administrada del compuesto en las nueve parcelas previamente escogidas (Hernández et al., 2019).

- Dosis mínima de administración: 20 ml del compuesto en las parcelas 3, 4 y 8 con testigo en la 12 sin administración del compuesto.
- Dosis media de administración: 60 ml del compuesto en las parcelas 1, 7 y 9 con testigo en la 11 sin administración del compuesto.
- Dosis máxima de administración: 120 ml del compuesto en las parcelas 5, 6 y 10 con testigo en la 2 sin administración del compuesto.

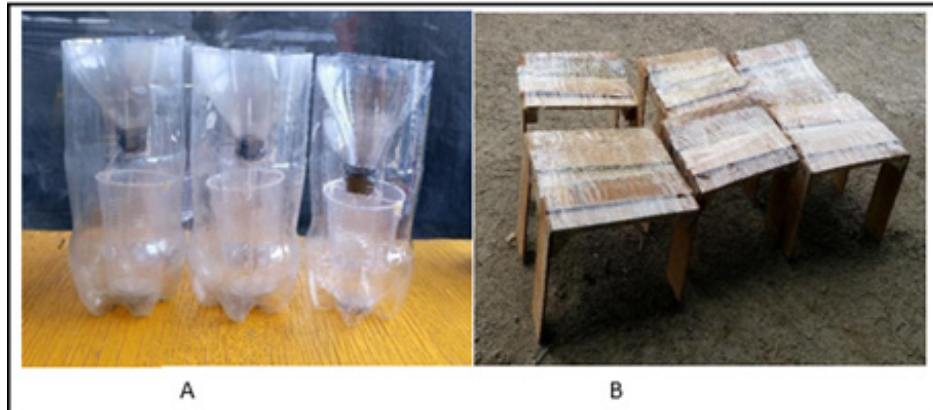
### Tipo de muestreo

Aleatorio simple: de forma aleatoria se colocaron 6 trampas tipo Pitfall en las parcelas de maíz.

Parcela 1: Dosis Media 	Parcela 2: Testigo para dosis máxima 	Parcela 3: Dosis Mínima 
Parcela 4: Dosis Mínima	Parcela 5: Dosis Máxima 	Parcela 6: Dosis Máxima
Parcela 7: Dosis Media 	Parcela 8: Dosis Mínima	Parcela 9: Dosis Media
Parcela 10 Dosis Máxima	Parcela 11: Testigo para dosis media 	Parcela 12: Testigo para dosis mínima 

**Figura 1.** Parcelas con respectivas dosis administradas del compuesto y trampas

**Tipo de trampa:** Pitfall, a la cual se le aplicó cebo de sardinas en estado de putrefacción, anticoagulante, miel y alimento para gatos y perros, posteriormente se pusieron en las parcelas escogidas al azar. Se hizo un agujero para insertar la trampa en el suelo y se puso un techo para proteger el punto en cual fue instalada la trampa. Las trampas se revisaron todos los días durante 10 días.



**Figura 2.** a) Trampas Pitfall: elaboradas con botellas pet (tomado y modificado para este proyecto de Pérez, et. al., 2007). b) Techos para trampas Pitfall, elaborados con materiales reutilizados.

### Recolección de especímenes

Los ejemplares recolectados fueron preservados en frascos de plástico convencional con alcohol etílico al 70% debidamente rotulado con fecha, número de trampa y número de ejemplares capturados. La identificación taxonómica se realizó en Perote, Veracruz, utilizando un microscopio estereoscópico VELAB modelo VE-S1 con un aumento de 4X, pinzas pequeñas, alcohol al 70%, tela malla, además de manuales para identificación en campo de acuerdo con clave morfológica, cajas de Petri, con un catálogo de macrofauna edáfica y manuales de identificación de macrofauna de otras regiones (Zumbado y Azofeifa, 2018).

### Procesamiento de información

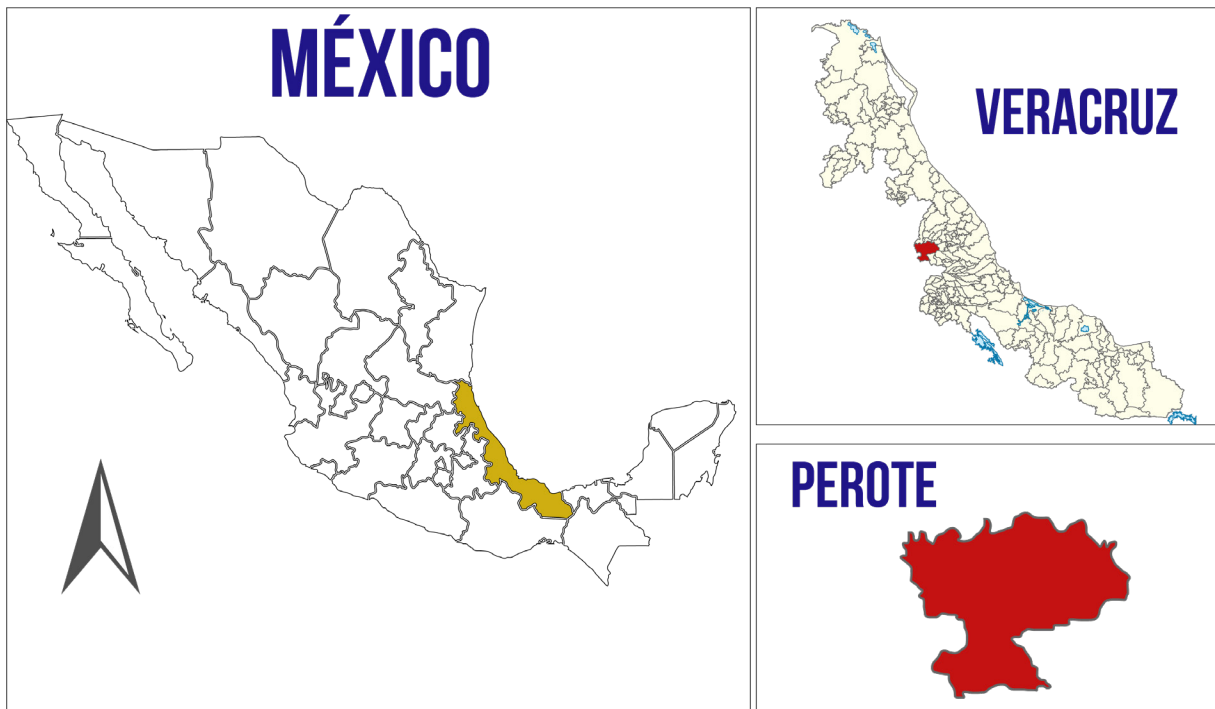
Se elaboró una base de datos en Microsoft Excel, con los organismos encontrados en cada trampa. Se evaluó la diversidad de órdenes y familias dentro de cada una de las áreas y por repetición del muestreo (diversidad). De este modo, se determinó la abundancia y riqueza de especies por el número de familias. Con el software BioDiversity Pro, una vez realizada la primera recolecta de ejemplares, fueron reinsertadas las trampas Pitfall en sus respectivas áreas asignadas y se repitió dos veces su colocación, extracción y procedimientos, teniendo así un total de tres muestreos con dichas trampas sobre la metodología antes descrita.

**Análisis de la información:** Estadística descriptiva y aplicación de pruebas de Biodiversidad, Simpson (D) y Shannon (C).

### Área de estudio

Perote, se ubica en la parte central del estado de Veracruz a 51 km de la capital Xalapa-Enríquez, tiene una población de 77.500 habitantes y una pobreza moderada del 10%, una matriz económica

que se basa en el comercio de materias primas (DataMéxico, 2021).



**Figura 3.** Área de estudio. Fuente autor. Datos obtenidos de CONABIO [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/destdv250k\\_2gw.xml?\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/destdv250k_2gw.xml?_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no)

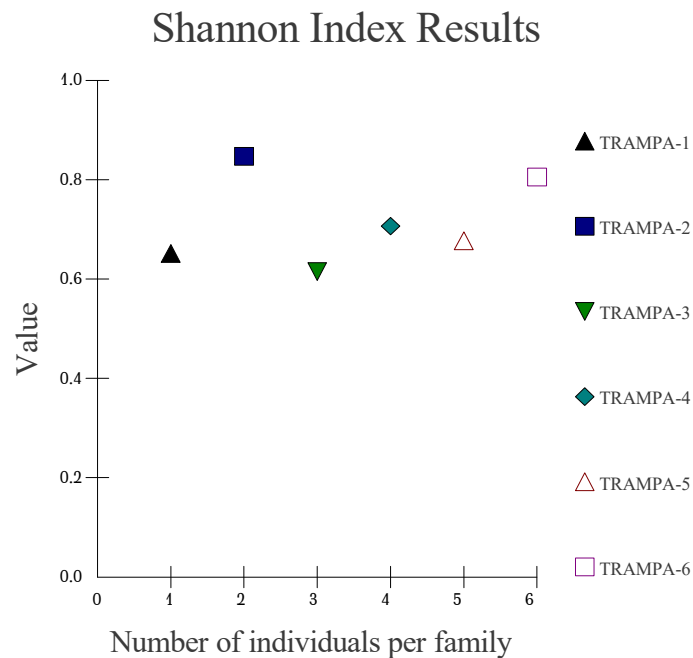
## RESULTADOS Y DISCUSIONES

Comparado con los estudios de Hoffmann et al., (2018); Machado et al., (2021), los cuales arrojaron elevados niveles de diversidad según prueba  $H'$ . El presente estudio difirió de lo propuesto por los autores, pues el índice de Shannon arrojó un valor bajo de diversidad al nivel de las familias en las unidades muestreadas como se puede apreciar en la tabla 1 y la figura 4.

**Tabla 1.** Índice de Shannon  $H'$

Índex	Trampa-1	Trampa-2	Trampa-3	Trampa-4	Trampa-5	Trampa-6
<b>Shannon <math>H'</math> Log Base 10.</b>	0.651	0.847	0.615	0.707	0.677	0.805

**Nota:** de construcción propia. La información en dicha tabla proviene de las 6 trampas instaladas en las parcelas de estudio.



**Figura 4.** Índice de Shannon  $H'$

Con base en lo anterior, tabla y gráfica, se infiere que las unidades muestrales que presentaron mayor diversidad fueron la trampa dos en la parcela siete, con dosis media del compuesto derivado del estiércol de cerdo, seguido de la trampa seis con dosis mínima en la parcela 3 del biofertilizante. La baja y heterogénea diversidad puede deberse a cambios sistemáticos en el suelo; los efectos ambientales del inadecuado uso y sobreexplotación del recurso edáfico.

Dichos impactos ambientales que sufre el recurso edáfico, asociados a cambios graduales en las labores agrícolas, son el resultado de la baja recuperación e impiden el aumento de macrofauna edáfica. Por otra parte, como el biofertilizante constituye una solución de mitigación ambiental es posible que la dosis administrada no haya sido suficiente para remediar el efecto antrópico que dejan los altos niveles de sobreexplotación del suelo para la producción de maíz (*Zea mays*).

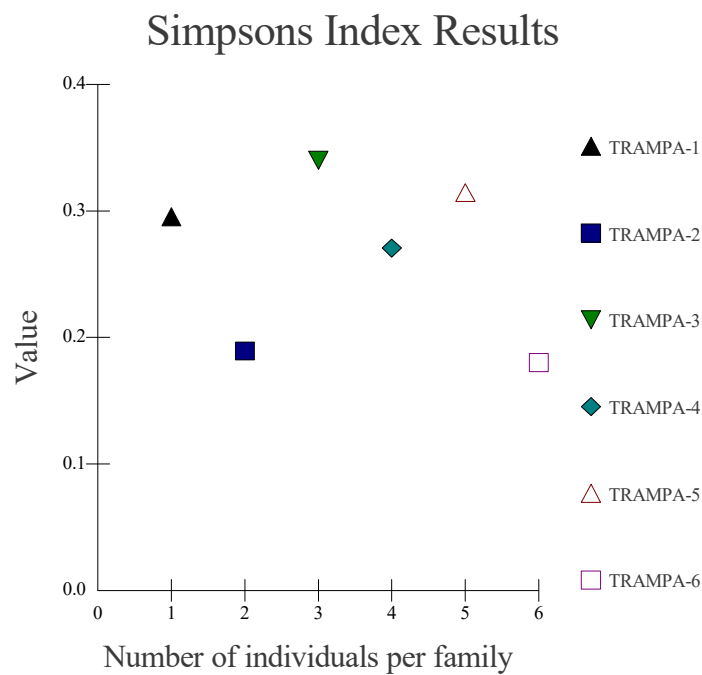
De acuerdo con Villalobos et al. (2000) y Morales et al. (2014) el estudio de dominancia tuvo mejor perspectiva pues se encontraron niveles muy altos de macrofauna edáfica en cultivo de maíz (*Zea mays*). En dicho estudio se usó biofertilizante derivado de lodos porcinos. En contraste, para la presente investigación, los resultados fueron dispares con resultados tendientes a una dominancia baja en la investigación. Por otra parte, en cuanto a la dominancia con índice de Simpson arrojó los siguientes resultados: en la trampa tres, parcela nueve, se alcanzó un índice moderado de 0.34 con el uso de una dosis media del compuesto; la trampa seis, ubicada en parcela tres, tuvo un rango 0.18, es decir, dosis mínima del compuesto, lo cual es un resultado poco significativo. Sin embargo, se relaciona la cantidad del compuesto de biofertilizante en las parcelas tres y nueve con el aumento de presencia de macrofauna edáfica. (Ver figura 5 y Tabla 2.)



**Tabla 2.** Índice de Simpson (*S*)

Index	Trampa-1	Trampa-2	Trampa-3	Trampa-4	Trampa-5	Trampa-6
Simpsons Diversity (D)	0.295	0.189	0.34	0.271	0.314	0.18

**Nota:** de construcción propia. La información en dicha tabla proviene de las 6 trampas instaladas en las parcelas de estudio.



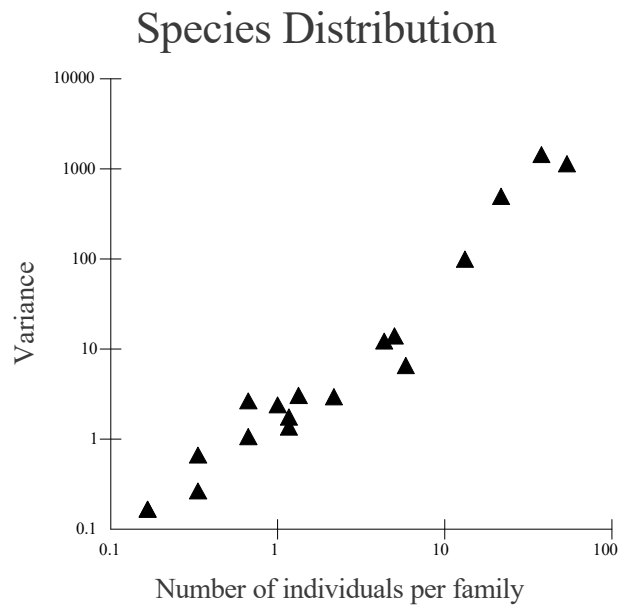
**Figura 5.** Índice de Simpson

Dentro del estudio, la distribución de la macrofauna edáfica fue tipo agregada. Lo que indica, en algunas parcelas del cultivo de maíz, la existencia de condiciones moderadas, tal vez, aportadas por el biofertilizante derivado de lodos de cerdo que contribuye a potencializar la condición fisicoquímica del recurso edáfico para el cultivo de maíz (Ver figura 6 y tabla 3).

**Tabla 3. Familias encontradas en trampas Pitfall**

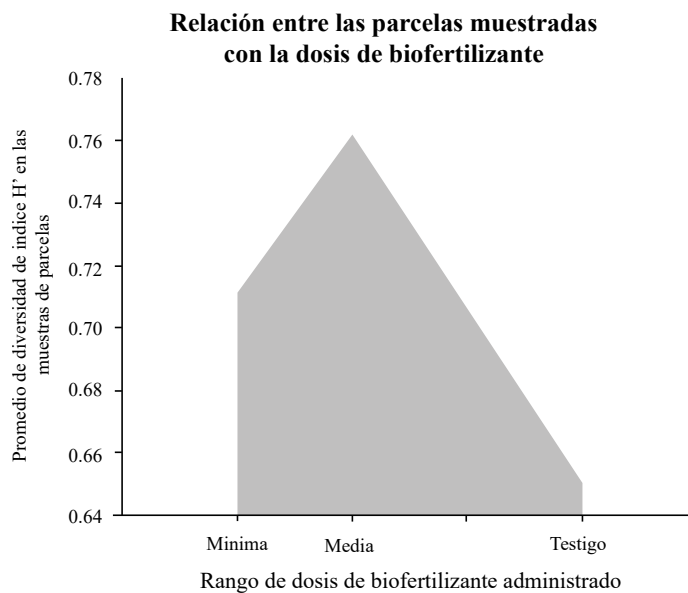
CLASE	ORDEN	FAMILIA	TOTAL
INSECTA	Colembolo	<i>Entomobrydae</i>	227
		<i>Cantharidae</i>	2
		<i>Crysolmelidae</i>	6
		<i>Cucujidae</i>	8
	Coleoptera	<i>Curculionidae</i>	13
		<i>Meloidae</i>	7
		<i>Scarabidae</i>	35
		<i>Tenebrionidae</i>	4
	Diptera	<i>Anthomyiidae</i>	130
		<i>Muscidae</i>	79
	Hemiptera	<i>Anthocoridae</i>	2
		<i>Xylomyidae</i>	322
	Hymenoptera	<i>Formicidae</i>	30
		<i>Tiphiidae</i>	4
	Isopoda	<i>Armadillidiidae</i>	1
Lepidoptera	<i>Plutellidae</i>	1	
Orthoptera	<i>Gryllacrididae</i>	7	
ARACNIDA	Aracnae	<i>Gnaphosidae</i>	26
	Total		904

**Nota:** de construcción propia. La información en dicha tabla proviene de las 6 trampas instaladas en las parcelas de estudio.



**Figura 6.** Distribución de familias

No hubo cambios significativos de presencia de macrofauna en las parcelas fertilizadas con el compuesto derivado de lodo de cerdo como lo demostró el índice  $H'$ . Esto quiere decir que la diversidad de invertebrados edáficos fue igual y sin variaciones de acuerdo con las dosis administradas del biofertilizante; no obstante, tanto la dosis mínima, como la media y la máxima no generaron cambios con respecto a las unidades testigos contrastadas (Ver figura 6).



**Figura 7.** Relación entre las parcelas muestradas con la dosis de biofertilizante

## RECOMENDACIONES

Es importante investigar la capacidad de resiliencia que los suelos poseen en el área de estudio.

Es fundamental determinar la causa de la baja diversidad biológica que tienen los suelos en la zona de estudio del municipio de Perote, Veracruz.

Se propone hacer nuevos ensayos experimentales con lodos de cerdo para usarse en forma de enmienda al suelo.

Se sugiere que se hagan estudios de la relación desarrollo vegetativo con la composición y estructura fisicoquímica del suelo en el área tratada.

## CONCLUSIONES

No se relaciona el crecimiento de la fauna edáfica en suelos fertilizados con el uso de lodos de derivados de porcinos en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) dado que no presentaron cambios significativos en la presencia de macrofauna con la muestra testigo.

La familia con más representantes de la especie fue *Xylomyidae* (Ver Tabla 3).

Tanto los índices de Shannon y Simpson, arrojaron bajos niveles en diversidad de macrofauna.

Los parámetros de dosificación del compuesto administrado en el cultivo de maíz no tienen relación con la diversidad y abundancia de los organismos invertebrados encontrados en los puntos muestrales.

## LITERATURA CITADA

Ayala, L. M. y Castro, J. C. (2018). Uso del estiércol porcino sólido como abono orgánico en el cultivo del maíz chala. En *Anales Científicos*, 79 (2), 415-419. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6830804>

Barahona, D. A. Murillo, L. R. y Torres-Torres, J. (2021). Entomofauna asociada al cultivo de *Solanum sessiliflorum* Dunal, en el municipio de Lloró, occidente de Colombia. *Revista Politécnica*, 17(33), 90-99. <https://www.redalyc.org/journal/6078/607868325007/607868325007.pdf>

Bayancela-Delgado, S. Cajas-Bermeo, C. y Hernández-Morales, B. (2021). Vertebrados terrestres en el ecosistema Herbazal ultra húmedo subnival de páramo en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. *Dominio de las Ciencias*, 7(4), 982-1000. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2142>

Brito, Y. M. Alfonso-Simonetti, J., Moreno, L. L. De la Masa, A. R. Torres, M. M. Finalé, Y. D. y González, Á. P. (2015). Diversidad de grupos funcionales de la fauna edáfica y su relación con el diseño y manejo de tres sistemas de cultivos. *Fitosanidad*, 19(1), 45-55. <https://www.redalyc.org>

[org/pdf/2091/209146971005.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/2091/209146971005.pdf)

- Brown, G. G. Fragoso, C. Barois, I. Rojas, P. Patrón, J. C. Bueno, J. & Rodríguez, C. (2001). Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, (Es1), 79-110. <https://www.redalyc.org/pdf/575/57500006.pdf>
- Cabrera, G. Robaina, N. y Ponce de León, Y. (2011). Composición funcional de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. *Pastos y forrajes*, 34(3), 331-346. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942011000300008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942011000300008)
- Chávez, L. Rodríguez, I. Benítez, D. Torres, V. Estrada, W. Herrera, M. y Bruqueta, D. (2020). Characterization of the edaphic macrofauna in five grassland agroecosystems from Granma province. Richness and abundance. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(4). <http://cjas-science.com/index.php/CJAS/article/view/981>
- Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *Pastos y forrajes*, 35(4), 346-363. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942012000400001&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942012000400001&script=sci_arttext&tlng=en)
- DataMéxico. (2021). Municipio de Perote, Veracruz. <https://datamexico.org/es/profile/geo/perote#economic-indicators>
- Gandarillas, M. España, H. Quinteros, J. Ginocchio, R. Bas, F. y Arias, R. (2016). Efecto de la enmienda orgánica con lodos de cerdo sobre el establecimiento de *Lolium perenne* en relaves mineros. *Agro Sur*, 44(3), 41-52. <http://revistas.uach.cl/index.php/agrosur/article/view/5879>
- Hernández-Reyes, B. M., Rodríguez-Palacio, M. C., Castilla-Hernández, P., Sánchez-Robles, J., Vela-Correa, G., & Schettino-Bermúdez, B. (2019). Uso potencial de cianobacterias como biofertilizante para el cultivo de maíz azul en la Ciudad de México. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal*, 10(1), 13-27. <http://www.solabiaa.org/ojs3/index.php/REL-BAA/article/view/73>
- Hoffmann, R. B. de Lima, S. V. da Silva, Hoffmann, G. S. y de Araújo, N. S. (2018). Efeito do uso do solo sobre a macrofauna edáfica. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 1(1), 125-133. <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/736>
- Menezes, C. E. Correia, M. E. Pereira, M. G. Batista, I. Rodrigues, K. D. Couto, W. H. y Oliveira, Í. P. (2009). Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual e pastagem mista em Pinheiral (RJ): Rio de Janeiro State. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33, 1647-1656. <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/974DB5VWDzCCLMvwkSGMtyg/?format=pdf&lang=pt>
- Mendoza, A. E. G. (2014). Algunas sugerencias para realizar evaluaciones biológicas de artrópodos terrestres en el Perú. *Ecología Aplicada*, 13 (1), 57-66. Recuperado: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v13n1/a06v13n1.pdf>
- Machado, D. L. Lima, S. S. y Pereira, M. G. (2021). Characterization of the composition and struc-

- ture of the epigeal fauna in coffee and eucalyptus monocultures, in the North of Espirito Santo. *Research, Society and Development*, 10 (6), 1-8. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15652>
- Mateo, N. Nani, G. Montiel, W. Nakase, C. Salazar, S. & Sandoval, L. (2020). Efecto de Canna hibryds en humedales construidos parcialmente saturados para el tratamiento de aguas porcinas. *Rinderesu*, 4(1-2), 59-68. <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/41>
- Morales-Vásquez, E. Miguel-Méndez, R. S. Vázquez-Xochipa, A. Janelly-Barrientos-Roldan, M. Gutiérrez-Carmona, D. E. y Altamirano-Leal, C. (2014). Análisis de la diversidad de la macrofauna edáfica por estratos en dos usos de suelo en San Lorenzo Ometepec, Puebla. *Entomología Mexicana*, 1, 514-518. <http://www.acaentmex.org/entomologia/revista/2014/EC/094.pdf>
- Morales-Rojas, E., Chávez-Quintana, S., Hurtado-Burga, R., Milla-Pino, M., Sanchez-Santillán, T., & Collazos-Silva, E. M. (2021). Edaphic macrofauna associated with the cultivation of maize (*Zea maiz*). *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 9(1), 15-25. [http://www.scielo.org/bo/scielo.php?pid=S2308-38592021000100015&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org/bo/scielo.php?pid=S2308-38592021000100015&script=sci_arttext&tlng=en)
- Nicosia, S., Falco, L. B., Castro Huerta, R., Sandler, R. V., & Coviella, C. E. (2020). Estructura de la comunidad de la mesofauna edáfica en dos suelos con distinta intensidad de uso. *Ciencia del suelo*, 38(1), 72-80. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-20672020000100007](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672020000100007)
- Ocaña Martínez, H. E., Muñoz, N., & Encarnación, J. A. (2010). Evaluación de niveles de forraje hidropónico de maíz en vacas doble propósito en piedemonte amazónico. *Revista Facultad De Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*, 2(2), 19-23. <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec/article/view/129>
- Pérez-Agis, E., Vázquez-García, M., González-Eguiarte, D., Pimienta-Barrios, E., Nájera-Rincón, M. B., & Torres-Morán, P. (2004). Sistemas de producción de maíz y población de macrofauna edáfica. *Terra Latinoamericana*, 22(3), 335-341. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57322310.pdf>
- Pérez-Hernández, C. X., Luna-Gómez, M. I., Fuentes Barradas, A. E., Rodríguez Miranda, L. A., Guerrero Fuentes, D. R., Ramírez Ballesteros, M., ... & Gutiérrez-Granados, G. (2017). Eficiencia de trampas “pitlight” con LED para el muestreo de Coleoptera nocturnos (Insecta) en selvas tropicales. *Acta zoológica mexicana*, 33(2), 314-327. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372017000200314](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372017000200314)
- Perdomo, G. Á. Burgos, J. V. Cedeño, F. F. Perdomo, P. Á. Armijos, M. S. Montalván, P. M. ... & de la Ribera, J. R. (2016). Rendimiento y calidad del pasto *Megathyrus maximus* fertilizado con residuos líquidos de cerdo. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(6), 1-9. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63646808003.pdf>
- Ribeiro- da Silva, T., Granja-Salcedo, Y. T., Alvarado-Vesga, D., & Duarte- Messana, J. (2021). Fuentes proteicas de baja degradación ruminal y su efecto en la producción de metano en bovinos de carne. *Revista Facultad De Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*, 12(2), 232–240. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v12n2a5>
- Sánchez, S., & Reinés, M. (2001). Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganade-

ros. *Pastos y Forrajes*, 24(3). 191-202. [https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path\[\]=896](https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path[]=896)

Schlatter, J. Romeny, G. y Madariaga, S. (2020). Capacidad de filtro de los suelos del sur de Chile a la aplicación de lodos de piscicultura. *Agro Sur*; 48(1), 41-59. Recuperado: <https://doi.org/10.4206/agrosur.2020.v48n1-05>

Silva, R. F. Tomazi, M. Pezarico, C. Aquino, A. M. y Mercante, F. M. (2007). Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(6), 865-871. <https://www.scielo.br/j/pab/a/JYCKw9jKTPbQLM3Vdnnv-DRw/?lang=pt>

Villalobos, F. J. Ortiz-Pulido, R. Moreno, C. Pavón-Hernández, N. P. Hernández-Trejo, H. Bello, J., & Montiel, S. (2000). Patrones de la macrofauna edáfica en un cultivo de *Zea mays* durante la fase postcosecha en “La Mancha”, Veracruz, México. *Acta zoológica mexicana*, (80), 167-183. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372000000200009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372000000200009&script=sci_arttext)

Zumbado-Arrieta, M., & Azofeifa-Jiménez, D. (2018). *Insectos de importancia agrícola*. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10951.pdf>