

## Purines porcinos: de contaminante a posible recurso agrícola<sup>ϕ</sup>

Christian Cabrera-Vidal<sup>1</sup>, Carlos David Hernández-Pinto<sup>2</sup>, Germán Giacomán-Vallejos<sup>2\*</sup>

### Introducción

La porcicultura, que permite la cría de cerdos para la producción de carne, ha experimentado un crecimiento a nivel mundial alcanzando 124.8 millones de toneladas en 2023. China, Filipinas, Estados Unidos y Japón destacan como productores principales (FAO 2024). En América Latina, la porcicultura ha mostrado un crecimiento de 30.6 % en la última década y un aumento en el consumo de carne de cerdo per cápita (FAO 2024; OECD-FAO 2025).

En México, y particularmente en Yucatán, la porcicultura es económicamente relevante (Bautista *et al.* 2022). En Yucatán, se han construido alrededor de 220 granjas y se posiciona entre los principales productores de carne de cerdo a nivel nacional generando importantes ingresos (Calderón-Mórgola *et al.* 2021). Sin embargo, el crecimiento de la porcicultura ha traído problemas ambientales, como la contaminación del agua subterránea, la emisión de contaminantes atmosféricos y la degradación del suelo con riesgos para la salud humana (Drucker 2003; Borlée *et al.* 2015; Cheng *et al.* 2020). Estas problemáticas han impulsado la necesidad de mejorar el manejo de los residuos generados en las granjas porcícolas.

Las aguas residuales derivadas de la porcicultura, conocidas como purines, han cobrado especial interés, tanto por su potencial contaminante como por sus posibilidades de aprovechamiento. Por ello, el objetivo de este artículo fue describir los purines derivados de la porcicultura y sus posibles usos alternos agrícolas en la península de Yucatán.

<sup>ϕ</sup> <sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xmatkuil, Km. 15.5, 97100, Mérida, Yucatán, México; <sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán. Av. Industrias No Contaminantes por Periférico Norte S/N, Mérida, Yucatán, México.

\* [giacomán@correo.uady.mx](mailto:giacomán@correo.uady.mx)

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6937>



---

*“En Yucatán, se han construido alrededor de 220 granjas y se posiciona entre los principales productores de carne de cerdo a nivel nacional generando importantes ingresos.”*

---

## El tratamiento ineficiente de los purines

Los purines porcinos son residuos generados de la limpieza de establos y corrales (Bautista *et al.* 2022), y están formados por una mezcla de excremento, orina, restos de alimento y agua. Además, contienen concentraciones de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc (Chien *et al.* 2016). Su composición varía dependiendo del sistema de producción, la alimentación animal y el manejo de los residuos (Bautista *et al.* 2022).

La magnitud de la generación de purines es considerable (Álvarez-Valencia *et al.* 2019). Un solo cerdo puede producir alrededor de 26 L de purines por día (Drucker 2003; Mendoza-Retana *et al.* 2021). En Yucatán, la porcicultura genera miles de metros cúbicos diarios de purines con una carga orgánica comparable a la de grandes volúmenes de aguas residuales domésticas medida como demanda química de oxígeno (DQO) (Bautista *et al.* 2022), y esto refleja la elevada cantidad de materia orgánica (Drucker 2003) y plantea un desafío importante para su manejo y disposición ambiental.

El destino final de los purines depende del tipo de producción porcina y pone en evidencia las diferencias en el manejo de los residuos de la porcicultura (Garzón-Zúñiga y Buelna 2014; Bautista *et al.* 2022). En sistemas de traspatio tradicionales, los purines se manejan en forma sólida y se aplican directamente al suelo donde pueden ser fertilizante (Valdez-Vázquez *et al.* 2022) (Fig.1a). En contraste, en sistemas intensivos de porcicultura los residuos se manejan en forma líquida y se depositan en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs) (Fig.1b) (Cardoso-Vigueros *et al.* 2021).

Las PTARs reducen la carga contaminante por procesos físicos, biológicos y químicos al eliminar sólidos, materia orgánica y microorganismos (Garzón-Zúñiga y Buelna 2014). Sin embargo, en muchos casos la eficiencia de las PTARs está limitada por deficiencias en su diseño, operación o por la falta de una caracterización adecuada de los efluentes (Bautista *et al.* 2022; Valdez-Vázquez *et al.* 2022).



Figura 1. Granjas porcícolas en Yucatán, A) Granja de traspatio tradicional que dispone de los purines hacia suelo abierto sin un área designada y sin tratamiento. B) Granja tecnificada donde los purines se depositan en un sistema de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTARs).

*“Los purines porcinos son residuos generados de la limpieza de establos y corrales (Bautista et al. 2022), y están formados por una mezcla de excremento, orina, restos de alimento y agua.”*

Después del tratamiento, los purines mantienen concentraciones elevadas de nutrientes y materia orgánica que contaminan suelos y acuíferos y ocasionan eutrofización y degradación ambiental (Álvarez-Valencia *et al.* 2019). Estos efectos se traducen en riesgos para la salud humana y la biodiversidad (Bautista *et al.* 2022).

En México, la descarga y reutilización de aguas residuales están reguladas por la NOM-001-SEMARNAT-2021 (SEMARNAT 2021) que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en descargas, y la NOM-003-ECOL-1997 (SEMARNAT 1997) que regula la calidad del agua tratada para su reúso. No obstante, el cumplimiento de las NOMs no siempre se garantiza en todos los sistemas tecnificados de producción porcícola.

En Yucatán, la porcicultura ha generado conflictos socioambientales, especialmente en las comunidades de gente que viven cerca de las granjas tecnificadas (Suárez 2024). La preocupación se centra en la contaminación del agua subterránea de los cenotes (Bautista *et al.* 2022). Además, varias granjas operan sin cumplir con la normativa vigente lo que incrementa la preocupación sobre los impactos ambientales a largo plazo (Bautista *et al.* 2022; Suárez 2024).

## Aprovechamiento de los purines: de residuo a recurso

Un tratamiento especial de los purines no solamente podría reducir su impacto ambiental sino reutilizarlos de forma segura en el ambiente (Mendoza-Retana *et al.* 2021). Sin embargo, en la práctica aún no existe una tecnología que resuelva el problema ya que los sistemas de tratamiento en sí también generan subproductos, como lodos, sólidos y gases, que a su vez requieren manejo adecuado (Valdez-Vázquez *et al.* 2022).

Ante este panorama, la investigación científica reciente ha puesto atención en el aprovechamiento de los purines como recurso alterno (Hernández-Pinto *et al.* 2025). Se han explorado alternativas, como la producción de biogás, bioaceites, bioplásticos y otros compuestos (Valdez-Vázquez *et al.* 2022; Lingling *et al.* 2024). No obstante, muchas de estas tecnologías aún se encuentran en etapas experimentales (Suárez 2024).

A corto plazo, la opción más viable para los purines puede ser en la agricultura ya sea como fuente de agua para riego o como fertilizante, en la producción de pastos (Fig. 2a) y cítricos (Fig. 2b), entre otros. Los purines contienen nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, que reducen el uso de fertilizantes químicos (Hernández-Pinto *et al.* 2025). Sin embargo, la aplicación directa de los purines al suelo sin un tratamiento es un riesgo ambiental adicional (Álvarez-Valencia *et al.* 2019).

Actualmente, se han desarrollado estrategias para recuperar y aprovechar los nutrientes de los purines por digestión anaerobia y la precipitación o la filtración (Garzón-Zúñiga y Buelna 2014). Entre éstas, la digestión anaerobia (donde microorganismos descomponen materia orgánica sin oxígeno) destaca por su capacidad de transformar los residuos en biogás y separar fracciones sólidas y líquidas con potencial uso agrícola (Lingling *et al.* 2024).

En la península de Yucatán, el uso de los purines requiere de condiciones específicas debido a la vulnerabilidad del acuífero. La aplicación de purines tratados debe ser controlada en suelos con suficiente profundidad y capacidad de retención, y preferentemente durante la época de secas para reducir el riesgo de infiltración hacia el subsuelo (Bautista *et al.* 2022). A nivel local, investigaciones científicas en la Universidad Autónoma de Yucatán han demostrado un uso potencial de purines tratados sobre cultivos agrícolas y se ha generado información clave para su manejo ambiental seguro (Hernández-Pinto *et al.* 2025). Este tipo de iniciativas representa un avance importante hacia la transformación de un residuo problemático en un recurso útil para una producción sostenible.

---

*“La investigación científica reciente ha puesto atención en el aprovechamiento de los purines como recurso alterno y se han explorado alternativas, como la producción de biogás, bioaceites, bioplásticos y otros compuestos. No obstante, muchas de estas tecnologías aún se encuentran en etapas experimentales.”*

---

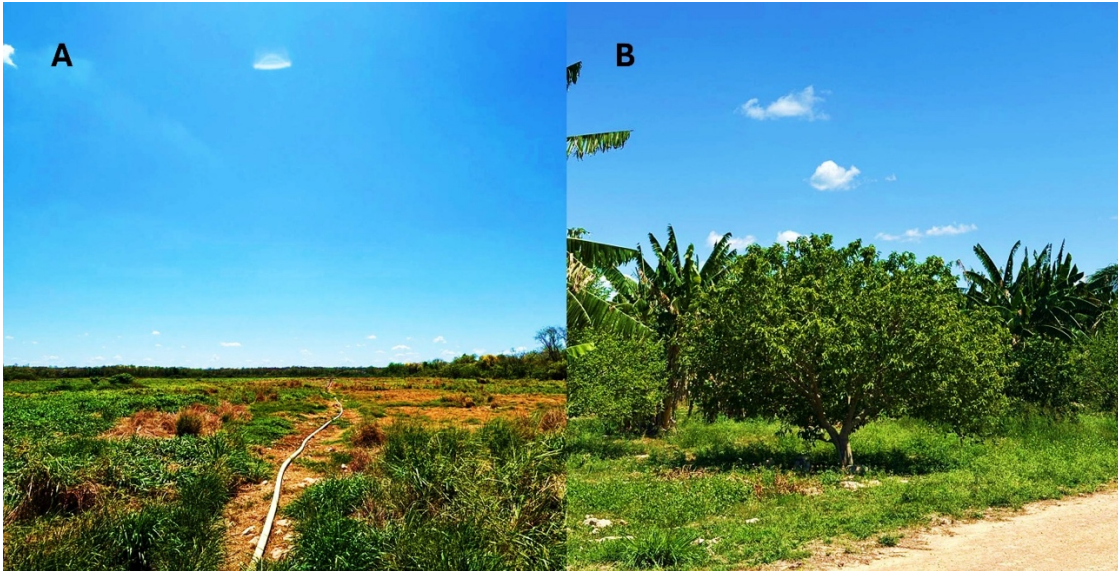


Figura 2. Riego con aguas residuales tratadas, A) Producción de pasto. B) Producción de cítricos bajo irrigación con agua residual porcícola.

## Retos y consideraciones para un uso responsable de los purines

El aprovechamiento de los purines porcinos es una oportunidad para reducir impactos ambientales y recuperar nutrientes; sin embargo, su uso también implica retos ambientales y de legislación ambiental importantes. Uno de los principales desafíos del uso de los purines es la falta de regulación y supervisión ambiental para su manejo. Aunque existen NOMs que establecen límites para la descarga y reutilización de aguas residuales, su cumplimiento no siempre queda auditado lo que incrementa los riesgos ambientales y sanitarios (Garzón-Zúñiga y Buelna 2014; Valdez-Vázquez *et al.* 2022).

A esto se suma la infraestructura limitada y la falta de capacitación técnica en varias unidades de producción porcina en Yucatán (Bautista *et al.* 2022). La disposición responsable de los purines requiere una planificación que considere el tipo de suelo, la época de aplicación, las dosis empleadas y la cercanía a cuerpos de agua o zonas habitadas. En este sentido, la adopción de buenas prácticas agrícolas y el monitoreo periódico de suelos y agua son fundamentales para evitar impactos negativos en el ambiente y en la salud pública.

La investigación científica, la participación de las comunidades y la colaboración entre productores, autoridades y academia son clave para avanzar hacia un manejo de la porcicultura que no contamine el ambiente. Solo mediante un enfoque integral será posible transformar los purines porcinos de un problema ambiental hacia un recurso sostenible

## Conclusiones

El aprovechamiento de los purines porcinos de la porcicultura representa una oportunidad para reducir su impacto ambiental, y en salud pública, y avanzar hacia sistemas de producción

sostenibles. No obstante, la disposición adecuada de los purines es indispensable para evitar riesgos, especialmente en suelos vulnerables como los de la península de Yucatán. Sin embargo, más allá de ser un residuo los purines pueden convertirse en una fuente de nutrientes y subproductos útiles, como fertilizantes orgánicos o agua para reúso controlado. Este escenario será posible con el uso de tecnologías apropiadas, el cumplimiento de la normativa ambiental y la adopción de buenas prácticas de manejo. En este sentido, el reto no radica únicamente en tratar los purines sino en integrarlos de manera ambientalmente responsable dentro de los sistemas productivos y el ecosistema bajo un enfoque de economía circular que permita equilibrar la producción agropecuaria con la conservación del ambiente.

## Referencias

- Álvarez-Valencia LH, García-Reyes RB, Ulloa-Mercado RG, Arellano-Gil M y García-González A. 2019. Biotechnological potential for the valorization of waste generated from pig farms and wheat cultivation. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 7(21), 1-21. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2019.21.70799>
- Bautista F, Aguilar Y y Gijón N. 2022. Pig farms in karst areas: how do we go from pollution to sustainability? *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 25(3):93.
- Borlée F, Yzermans CJ, van Dijk CE, Heederik D y Smit LA. 2015. Increased respiratory symptoms in COPD patients living in the vicinity of livestock farms. *The European Respiratory Journal* 46(6):1605-1614. <https://doi.org/10.1183/13993003.00265-2015>.
- Calderón-Mórgola CG, Cardoso-Vigueros LM, Escalante-Estrada VE, Ramírez-Camperos ME y Tomasini-Ortiz CA. 2021. Las aguas residuales porcícolas en Yucatán y su tratamiento. *Perspectivas IMTA* 2(31). <https://doi.org/10.24850/b-imta-perspectivas-2021-31>.
- Cardoso-Vigueros LM, Escalante-Estrada VR, Ramírez-Camperos E, Tomasini-Ortiz AC. 2021. Guía para el tratamiento de las aguas residuales porcinas. *Perspectivas IMTA* 2(31). DOI: 10.24850/b-imta-2021-01
- Cheng D, Hao Ngo H, Guo W, Woong S, Duc D, Liu Y, Wei Q y Wei D. 2020. A critical review on antibiotics and hormones in swine wastewater: water pollution problems and control approaches. *Journal of Hazardous Materials* 387:121682. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121682>.
- Chien CC, Yang ZH, Cao WZ, Tu YT y Kao CM. 2016. Application of an aquatic plant ecosystem for swine wastewater polishment: a full-scale study. *Desalination and Water Treatment* 57(45):21243-21252. <https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1119738>.
- Drucker AG, Semerena-Escalante R, Gómez-González V y Magaña-Rueda S. 2003. La industria porcina en Yucatán: Un análisis de la generación de aguas residuales. *Problemas del Desarrollo*, 34(135):105-124. <http://www.jstor.org/stable/43839065>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2024. Meat market review: overview of global market developments in 2023. Fecha de consulta 28/01/2026 en <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ae4eb1ec-613d-478c-8361-c9bdba1df559/content>.

- Garzón-Zúñiga MA y Buelna G. 2014. Caracterización de aguas residuales porcinas y tratamiento por diferentes procesos en México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 30(1):65-79.
- Hernández-Pinto CD, Vega-De-Lille MI, Giacomán-Vallejos G, Ponce-Caballero C, Quintal-Franco CA, Méndez-Novelo RI, Alvarado-López CJ y Hernández-Núñez E. 2025. Impact of treated swine wastewater on elemental distribution in the growth of habanero pepper seedlings. *Agronomy* 15(6):1473. <https://doi.org/10.3390/agronomy15061473>.
- Lingling Z, Ming L, Dongqing Z, Xiaojun N, Kai L, Zitao L, Xiaojun L y Yuying H. 2024. Recent advances in swine wastewater treatment technologies for resource recovery: a comprehensive review. *Science of The Total Environment*. 924:171557. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171557>.
- Mendoza-Retana SS, Cervantes-Vázquez MG, Valenzuela-García, AA, Guzmán-Silos, TL, Orona-Castillo I, Cervantes-Vázquez TJÁ. 2021. Uso potencial de las aguas residuales en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(1), 115-126. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i1.2789>
- Organisation for Economic Co-operation and Development and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (OECD-FAO). 2025. OECD-FAO agricultural outlook 2025-2034. OECD Publishing. París/Roma. 166 pp. <https://doi.org/10.1787/601276cd-en>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (11/03/2022). NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. *Diario Oficial de la Federación*. Fecha de consulta dd/mm/aaaa en [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5645063&fecha=11/03/2022#sc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645063&fecha=11/03/2022#sc.tab=0)
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (21/09/1998). NORMA Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. *Diario Oficial de la Federación*. Fecha de consulta dd/mm/aaaa en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/311363/NOM\\_003\\_SEMARNAT.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/311363/NOM_003_SEMARNAT.pdf)
- Suárez G (12 abril 2023). Mega granjas porcícolas en la Península de Yucatán: contaminación, enfermedad y violación de derechos. Consejo Civil Mexicano Para La Silvicultura Sostenible. Fecha de consulta 02/02/2026 en <https://ccmss.org.mx/mega-granjas-porcicolas-en-la-peninsula-de-yucatan-contaminacion-enfermedad-y-violacion-de-derechos/>.
- Valdez-Vázquez M, Bobadilla-Vidrio YG, García-Reyes RB, Martínez-Rodríguez CM y Alvarez-Valencia LH. 2022. Influencia de la separación de agua residual porcina en fracciones sólida y líquida, en la producción de metano con Iodo anaerobio granular y disperso. *Biotecnia* 24(1):107-115. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v24i1.1537>.

Cabrera-Vidal C, Hernández-Pinto CD, Giacomán-Vallejos G. 2026. Purines porcinos: de contaminante a posible recurso agrícola. *Bioagrociencias* 19 (1): 161-167. DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6937>