



# ¡Aguas negras!

La fuente de nutrientes perfecta para cultivar pasto forrajero

**Erik Yoel Carreto-Morales\***

ORCID: 0009-0003-7226-2800

**Jazmin Alaide López-Díaz\***

ORCID: 0000-0002-1557-8636

**Giovanni Hernández-Flores\*\***

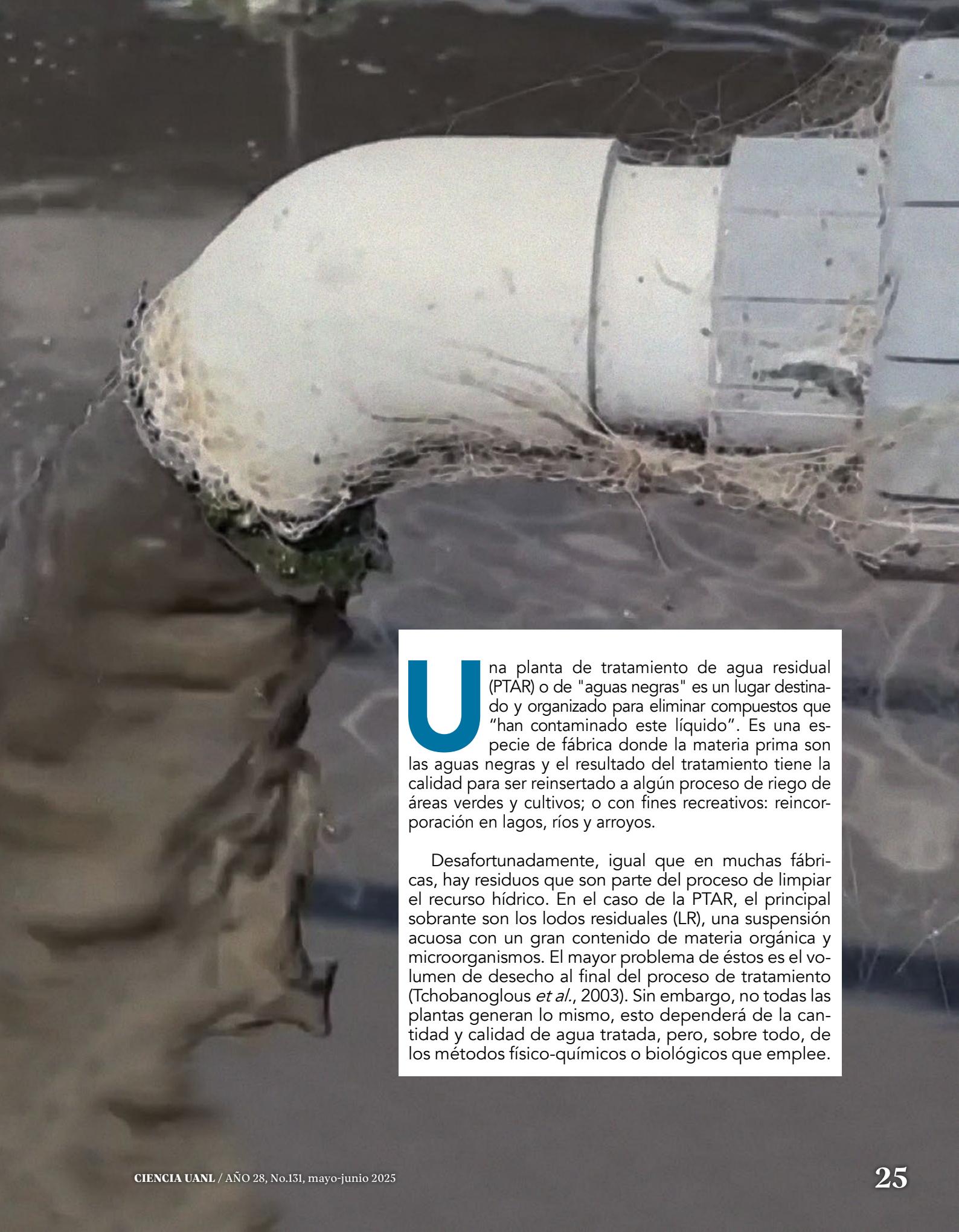
ORCID: 0000-0001-8464-832X

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl28.131-3>

\* Universidad Autónoma de Guerrero, Acapulco, México.

\*\* Secihti/Universidad Autónoma de Guerrero, Acapulco, México.

Contacto: [ghernandez@secihti.mx](mailto:ghernandez@secihti.mx), [14558@uagro.mx](mailto:14558@uagro.mx), [erikyoelcarreto Morales@gmail.com](mailto:erikyoelcarreto Morales@gmail.com)



**U**na planta de tratamiento de agua residual (PTAR) o de "aguas negras" es un lugar destinado y organizado para eliminar compuestos que "han contaminado este líquido". Es una especie de fábrica donde la materia prima son las aguas negras y el resultado del tratamiento tiene la calidad para ser reinsertado a algún proceso de riego de áreas verdes y cultivos; o con fines recreativos: reincorporación en lagos, ríos y arroyos.

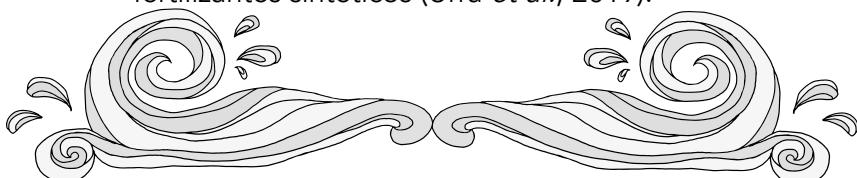
Desafortunadamente, igual que en muchas fábricas, hay residuos que son parte del proceso de limpiar el recurso hídrico. En el caso de la PTAR, el principal sobrante son los lodos residuales (LR), una suspensión acuosa con un gran contenido de materia orgánica y microorganismos. El mayor problema de éstos es el volumen de desecho al final del proceso de tratamiento (Tchobanoglous *et al.*, 2003). Sin embargo, no todas las plantas generan lo mismo, esto dependerá de la cantidad y calidad de agua tratada, pero, sobre todo, de los métodos físico-químicos o biológicos que emplee.

Para dimensionar la acumulación de LR nos gustaría mencionar que Tchobanoglous *et al.* (2003) reportan que una PTAR produce en promedio 1 kg de LR por cada 3.78 m<sup>3</sup> de agua negra tratada. Es decir, por 1,100 litros –más o menos el volumen de un tinaco comúnmente utilizado en una vivienda– se generan aproximadamente 275 gramos de LR, un poco más que un cuarto de kilogramo. Parece una cantidad pequeña, sin embargo, ¡hagamos números! Por ejemplo, el municipio de Taxco de Alarcón (Guerrero) cuenta con una PTAR que trata cerca de 60 litros por segundo. Esto significa que desechan casi 1.30 ton de LR por día.

Ahora, si realizamos el cálculo en una de las PTAR más grandes de México –la de Atotonilco–, que trata cerca de 28,727 litros por segundo, tenemos 620.5 ton de LR cada día. Si esto fuera poco, si realizamos el cálculo con el fin de determinar el total diario en todo México, considerando un volumen tratado de 145,341 litros por segundo, resultan aproximadamente 3,140 toneladas por día. En un año la cantidad es ¡enorme! El manejo, estabilización y disposición de los LR a nivel nacional se ha convertido en un dolor de cabeza para las plantas de tratamiento de aguas negras (Conagua, 2021).

## PROPIEDADES DE LOS LODOS RESIDUALES

Convertir este problema en una solución no es tan difícil, sobre todo si se tienen características parecidas a las de los LR. Para empezar, presentan un pH entre 5 y 8. El ideal en suelo de cultivo de pasto es de 5-8 (Ramírez-Reynoso *et al.*, 2010). Otra particularidad es la conductividad eléctrica, de hasta 1.15 dS/cm (Medina-Herrera *et al.*, 2020). La ideal de un suelo es de 0 a 6 dS/cm (Sánchez-Bernal *et al.*, 2020). Además de un elevado contenido de materia orgánica, nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), estos últimos son los principales nutrientes de las plantas e ingredientes de los fertilizantes sintéticos (Urra *et al.*, 2019).

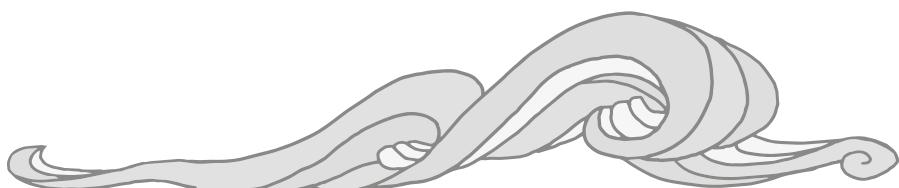


# LODOS RESIDUALES PARA CULTIVO DE PASTO FORRAJERO

El pasto forrajero constituye la principal fuente de alimentación del ganado y es el recurso de menor costo para los ganaderos. Los pastos tienen una gran capacidad de producción de materia seca y son ideales pues suministran proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra al ganado. El Mombaza (*Panicum maximum*) es un importante cultivo tropical generador de forraje debido a su gran capacidad de adaptación a elevadas temperaturas y a climas tropicales. En Taxco de Alarcón, Guerrero, Carreto-Morales *et al.* (2021) decidieron sembrarlo en LR y en un suelo composta comercial bajo las mismas condiciones.

El experimento se desarrolló por tres meses y al final de cada uno se realizó una cosecha. Los autores estudiaron la rapidez de crecimiento y rendimiento en términos de forraje seco cosechado. Los resultados fueron inesperados. La rapidez de crecimiento máxima alcanzada en el segundo mes de cultivo fue de hasta 3.63 cm por día utilizando únicamente LR, mientras que con un suelo ideal –abono comercial– se alcanzó un máximo de 1.40 cm. Por otro lado, utilizar LR se vio reflejado en un rendimiento de hasta 416 g/m<sup>2</sup> recolectado, mientras que con un suelo composta la cantidad máxima cosechada fue de sólo 72 g/m<sup>2</sup>.

Los resultados de rendimiento mostraron una diferencia estadísticamente significativa y superior a los valores registrados utilizando un suelo composta comercial. Los autores demostraron que recurrir a LR directamente como sustrato (sin mezclarlo con suelo o abono), posibilita un pasto forrajero sin que el cultivo represente un gasto por utilizar una composta o fertilizantes sintéticos.



# UNA OPCIÓN PARA REEMPLAZAR EL USO DE FERTILIZANTES SINTÉTICOS

Los resultados obtenidos por Carreto-Morales *et al.* (2021) evidenciaron el potencial de utilizar los LR al sembrar pasto forrajero de manera directa. Esto señala que la dispersión de los LR a suelos agrícolas de la región podría ser una opción interesante para incrementar la fertilidad y desempeño de los cultivos agrícolas al mismo tiempo que se reducen los costos de producción asociados al consumo de fertilizantes.

## ¡PRECAUCIÓN!

Sin embargo, es necesario aclarar que la decisión de usar o dispersar LR no se debe tomar a la ligera. Para hacerlo, de entrada, los LR tienen que cumplir con lo que se describe en la NOM-004-Semarnat-2002 (Semarnat, 2003). Dicha norma establece límites permisibles de coliformes totales y fecales, así como la concentración máxima de metales pesados que pueden contener, pero no considera la presencia de microplásticos y otros contaminantes emergentes: antibióticos, drogas, etcétera (figura 1). Esto significa que antes de resolver dispersarlos al ambiente, es necesario hacer una caracterización general con el fin de conocer si por lo menos cumple lo que menciona la Semarnat.

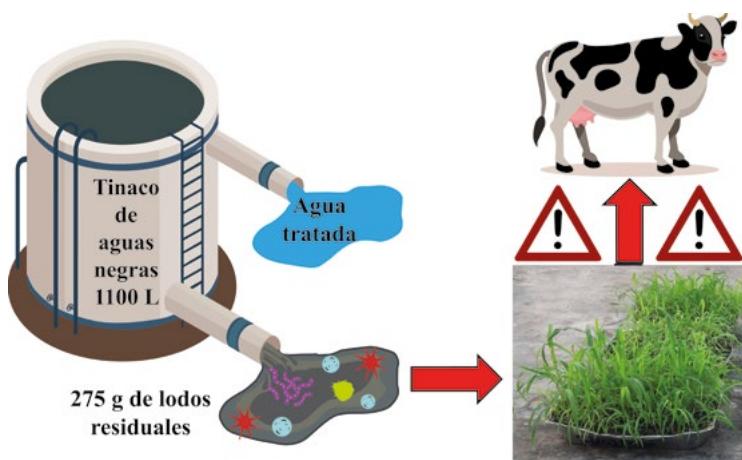


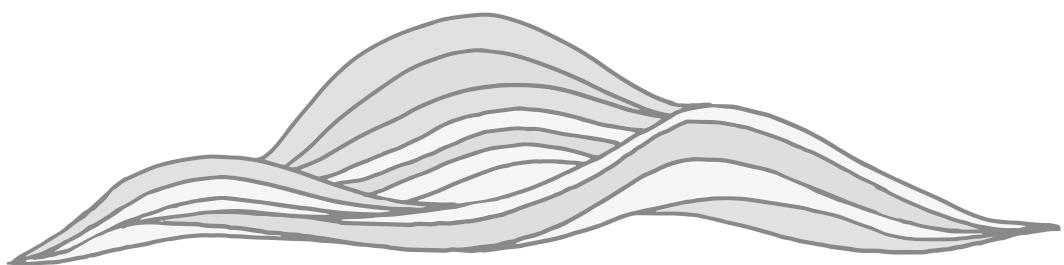
Figura 1. Las aguas negras son un recurso para recuperar agua y además obtener una fuente de nutrientes a través de los lodos generados al cultivar pasto forrajero que podría ser empleado en la alimentación de rumiantes.

## PERSPECTIVAS

No queda lugar a duda de que los LR de la PTAR de Taxco de Alarcón presentan los elementos necesarios para cultivar pasto forrajero. Por la composición que tienen los de otras partes del país, se asume que también podrían servir de base. Por ejemplo, en el norte de México –una región ganadera– los LR serían una opción interesante.

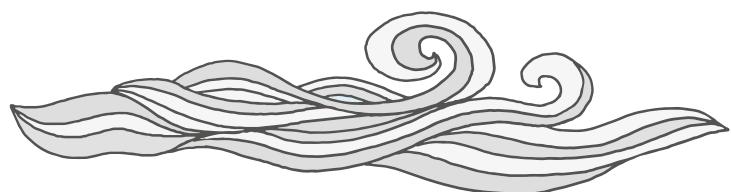
Claramente, esta acción permite valorizar los LR de las PTAR. Sin embargo, antes de tomar la decisión de dispersarlos en suelos agrícolas o utilizarlos directamente para cultivo, se debe descartar la presencia de microorganismos, bacterias o parásitos que podrían convertirse en fuentes de infección, o contaminantes, metales pesados, que generen alteraciones a las plantas, animales y, por supuesto, a los habitantes de la zona.

Los contaminantes y su concentración dependerán del tamaño de la población y las actividades industriales que descarguen agua a la red de alcantarillado. En última instancia, y en caso de que los LR no reúnan las características para que el producto sea utilizado en la alimentación de ganado, el cultivo de pasto en LR puede ser propuesto como una estrategia en la fijación del carbono que se ha liberado a la atmósfera, resultado de los vastos procesos de combustión que se presentan diariamente. Esta acción ayudará a mitigar acciones antrópicas que contribuyen con el calentamiento global.



## REFERENCIAS

- Carreto-Morales, Erik Y., López-Díaz, Jazmín A., Martínez-Castrejón, Mariana, *et al.* (2021). Sewage sludge from Taxco de Alarcón wastewater treatment plant as substrate to cultivate *Panicum maximum*, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 38(3), 164-177, <https://doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2021.3.1617>
- Comisión Nacional del Agua. (2021). *Inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación*, Comisión Nacional del Agua, [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/759492/Inventario\\_2021.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/759492/Inventario_2021.pdf)
- Medina-Herrera, Miriam, Negrete-Rodríguez, María X., Gámez-Vázquez, Francisco P., *et al.* (2020). La aplicación de lodos residuales afecta, a corto plazo, la biomasa microbiana y su actividad en suelos sódicos, *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36 (3) 577-591, <https://doi.org/10.20937/RICA.53425>
- Ramírez-Reynoso, Omar, Hernández-Garay, Alfonso, Carneiro-da Silva, Sila, *et al.* (2010). Características morfogenéticas y su influencia en el rendimiento del pasto Mombaza cosechado a diferentes intervalos de corte, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(2), 303-311.
- Sánchez-Bernal, Edgar I., Santos-Jerónimo, Silvia, Ortega-Escobar, Héctor M., *et al.* (2020). Crecimiento de los pastos Cayman y Cobra en diferentes niveles salinos de NaCl, en invernadero, *Terra Latinoamericana*, 38(2), 391401, <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.613>



Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003). *Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, protección ambiental. Lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final*, Ciudad de México, Diario Oficial de la Federación, <http://www.cespm.gob.mx/pdf/NOM004-SEMARNAT-2002.pdf>

Tchobanoglous, George, Burton, Franklin L., Stensel, H. David. (2003). *Wastewater engineering treatment and reuse*, New York, McGraw-Hill, 1819 pp.

Urra, Julen, Alkorta, Itziar, y Garbisu, Carlos. (2019). Potential benefits and risks for soil Health derived from the use of organic amendments in agricultura, *Agronomy*, 9(9), 542, <https://doi.org/10.3390/agronomy9090542>

**Recibido: 14/02/2024**  
**Aceptado: 13/11/2024**

**Descarga aquí nuestra versión digital.**

