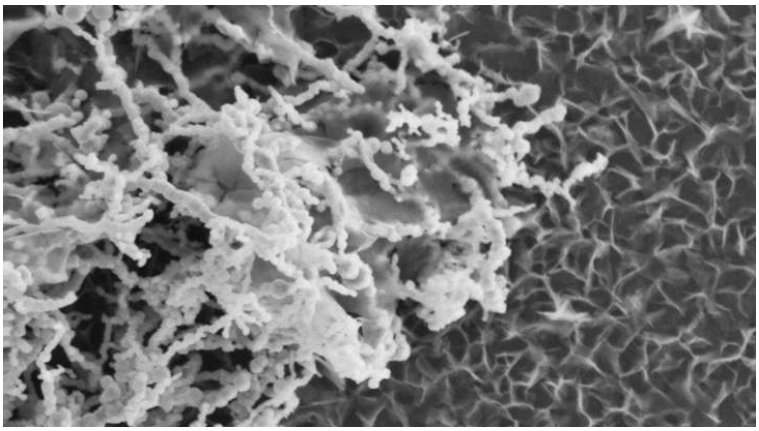
Divulga UAB

Revista de difusió de la recerca de la Universitat Autònoma de Barcelona

17/11/2026

Nanopartículas de hierro para la digestión anaerobia: no es oro todo lo que reluce



Un equipo del Departamento de Ingeniería Química, Biológica y Ambiental ha investigado si los lodos de depuradora producen más biogás cuando se les añaden más nanopartículas de hierro, en el proceso de la depuración de agua. Los resultados son ambiguos: no solo se trata de «ponerle hierro» sino de encontrar un buen equilibrio entre los elementos.

Cuando hablamos de depuradoras de aguas, a menudo solo pensamos en limpiar el agua, pero este proceso lleva asociada la generación de otros flujos residuales que hay que tratar adecuadamente. Uno de estos flujos residuales son los llamados lodos de depuradora, que contienen aún materia orgánica no degradada y microorganismos que proceden del propio proceso de depuración del agua. Estos lodos de depuradora pueden valorizarse mediante el proceso de digestión anaerobia, donde millones de microorganismos, en ausencia de oxígeno, transforman este flujo residual en biogás. Este biogás es un gas con un elevado contenido en metano y, por tanto, una fuente de energía renovable que puede sustituir una parte del gas fósil (gas natural) que utilizamos. Así, la digestión anaerobia es una de las piezas clave de la transición energética hacia una economía más sostenible.

El grupo de investigación GICOM de la UAB, junto con la Universidad de Almería, nos hemos planteado una pregunta muy concreta: ¿podemos ayudar a estos microorganismos a producir más biogás añadiéndoles nanopartículas de hierro? Con el objetivo de responder a esta pregunta, en este estudio hemos utilizado nanopartículas de hierro cero valente (nZVI) que tienen la capacidad de ceder electrones y favorecer reacciones químicas. De hecho, ya se había observado en pruebas de laboratorio sencillas que su adición puede aumentar el contenido de metano del biogás. Además, muchos artículos señalan incrementos importantes en la producción de biogás utilizando estas nanopartículas, aunque los estudios publicados se han realizado en procesos discontinuos, en laboratorio y en condiciones alejadas de las industriales. Por lo tanto, lo que se desconocía era qué ocurría cuando se utilizaban las nZVI en condiciones más parecidas a la realidad de una depuradora, donde el lodo que se alimenta de forma continua al digestor va cambiando de composición con el tiempo en función de la operativa de la depuradora. Así que la pregunta realmente era: ¿seguirán siendo las nZVI tan eficientes en estas condiciones?

Para investigarlo, hemos mantenido funcionando casi un año seis digestores de laboratorio, alimentados con lodo de una depuradora real y trabajando de manera continua, como lo haría un reactor industrial. En algunos digestores se añadían nZVI a diferentes dosis y en otros no, permitiendo comparar el efecto de las nanopartículas bajo las mismas condiciones. A lo largo del proceso se ha medido la cantidad de materia orgánica eliminada, cuánto biogás se producía, qué porcentaje de ese biogás era metano e incluso cómo cambiaban las comunidades de microorganismos a lo largo del tiempo.

Los resultados no son ni blancos ni negros, pero no por ello dejan de ser interesantes. Por un lado, la adición de nZVI aumentó de forma consistente la concentración de metano en el biogás entre un 3 y un 11%, y se determinó que este aumento era proporcional a la dosis de nZVI aplicada. Por otro lado, sin embargo, la producción total de biogás se redujo entre un 4–14%. Es decir, baja el biogás producido, pero este es más rico en metano. Esto hace que el rendimiento de metano (la cantidad total de metano producido) mejore muy poco, o incluso disminuya, según la combinación de dosis y las condiciones de operación. Aunque no haya un incremento en la producción de metano, el hecho de aumentar la concentración de metano en el biogás es de gran interés, ya que puede facilitar procesos posteriores de purificación del metano presente en el biogás y así poder inyectarlo a la red de gas natural.

Se ha concluido que una pieza clave del puzle es la carga orgánica, es decir, la cantidad de materia orgánica introducida cada día al digestor. Cuando esta carga es moderada, las nanopartículas parecen que ayudan a los microorganismos productores de metano a trabajar mejor, y el sistema se beneficia. Pero cuando la carga es demasiado alta, el efecto positivo se diluye o incluso puede invertirse. Esta menor efectividad al aumentar la carga orgánica se debe probablemente a que las nanopartículas envejecen rápidamente o bien quedan recubiertas por materia orgánica, y ya no pueden ejercer su función. Esto apunta a que no se trata simplemente de «poner hierro», sino de encontrar una combinación adecuada entre la carga orgánica y la dosis de nanopartículas.

Xavier Font Segura
Departamento de Ingeniería Química, Biológica y Ambiental
Escuela de Ingeniería
Universitat Autònoma de Barcelona

Referencias

Moyano, D., Vargas-García, M. D. C., Barrena, R., Sánchez, A., & Font, X. (2026).
Assessing the impact of zero-valent iron nanoparticles on the semi-continuous anaerobic digestion of sewage sludge under the inherent variability of the influent.
Journal of Environmental Chemical Engineering, 14(2), 121806.
https://doi.org/10.1016/j.jece.2026.121806

View low-bandwidth version