

# NANOPARTÍCULAS PARA DESCONTAMINACIÓN AMBIENTAL A PARTIR DE RESIDUOS AGRÍCOLAS

 TECNOLOGÍA PATENTADA

 LICENCIADA EN EXCLUSIVA

## DATOS DE CONTACTO:

Relaciones con la Empresa  
Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación-OTRI  
Universidad de Alicante  
Tel.: +34 96 590 99 59  
Email: [areaempresas@ua.es](mailto:areaempresas@ua.es)  
<http://innoua.ua.es>

## RESUMEN

El grupo de investigación “Ingeniería para la Economía Circular” de la Universidad de Alicante ha desarrollado un procedimiento que permite obtener nanopartículas de hierro de valencia cero de gran pureza recubiertas con una capa fina de grafito a partir de residuos agrícolas.

Se trata de un proceso de bajo coste que no genera residuos ya que permite el aprovechamiento de todos los productos y subproductos obtenidos. Además, presenta un elevado rendimiento de obtención de hierro cerovalente, el cual puede ser empleado para la descontaminación ambiental, así como en otros sectores industriales (electroquímica, energías renovables, etc.).

La tecnología, protegida mediante solicitud de patente, se encuentra desarrollada a escala laboratorio. Se buscan empresas interesadas en explotar la tecnología comercialmente mediante acuerdos de licencia de la patente.



## INTRODUCCIÓN

Las nanopartículas de hierro de valencia cero (cerovalente) se utilizan en diferentes aplicaciones medioambientales que incluyen desde la eliminación de iones metálicos pesados hasta la obtención de biogás. Uno de los problemas que presentan este tipo de partículas es que tienden a aglomerarse, reduciendo su efectividad. Además, se ha demostrado que en determinadas condiciones pueden volver a liberar al medio los contaminantes que habían retenido. Los métodos actuales de producción de las nanopartículas de hierro de valencia cero son costosos y medioambientalmente poco eficientes. Todo ello tiene la consecuencia de que su aplicación a escala industrial no haya llegado aún al mercado.

Una solución a estos problemas de aglomeración y liberación de contaminantes es el recubrimiento de las nanopartículas con diferentes materiales para mejorar su dispersión en el medio sin que esto afecte su reactividad. Entre los recubrimientos que se pueden conseguir, uno de los más interesantes son los de carbón grafitizado, los cuales permiten la aplicación de las nanopartículas para la producción de electrodos, así como la descontaminación ambiental.

Existen diferentes métodos de producción de nanopartículas de hierro de valencia cero recubiertas de una capa de carbón grafitizado. No obstante, dichos procedimientos presentan unos costes de producción muy elevados, son inviables industrialmente por tener muy bajos rendimientos o bien producen una gran cantidad de residuos.

Existe pues, la necesidad de proporcionar un procedimiento para la producción de nanopartículas de este tipo a costes bajos que posibilite su aplicación en procesos medioambientales.

## DESCRIPCIÓN TÉCNICA

El grupo de investigación “Ingeniería para la Economía Circular” de la Universidad de Alicante ha desarrollado un procedimiento de bajo coste que permite obtener nanopartículas de hierro recubiertas con una capa fina (<5 nm) de grafito con una gran pureza y sin generación de residuos a partir de un residuo agrícola que contiene polifenoles. Dicho procedimiento comprende las siguientes etapas (Figura 1):

- a) acondicionamiento del residuo agrícola mediante su trituración, mezclado con agua y subsiguiente ultrafiltración, obteniéndose así un permeado libre de sólidos en suspensión y un residuo sólido,
- b) carbonización hidrotermal del permeado obtenido en la etapa a) en presencia de una sal de hierro, obteniéndose nanopartículas de hierro recubiertas con carbón amorfo y una corriente acuosa residual,
- c) grafitización en fase gaseosa de las nanopartículas de hierro recubiertas con carbón amorfo obtenidas en la etapa anterior y aislamiento de las partículas grafitizadas obtenidas.

El residuo agrícola empleado en el procedimiento es un material carbonáceo con contenido en polifenoles (alperujo). El contenido en polifenoles de estos residuos es fundamental para que las partículas producidas tengan un tamaño nanométrico en la etapa b) del procedimiento.

Además, este procedimiento trata e integra en el proceso todas las corrientes residuales, de manera que:

- El residuo obtenido en la etapa a) se somete a una digestión anaerobia para la producción de biogás y un segundo residuo sólido.
- Las partículas no grafitizadas de la etapa c) se utilizan como aditivo en la digestión anaerobia.
- El biogás obtenido de la digestión aerobia se utiliza como combustible de calefacción en las etapas de b) y c).
- Una parte del residuo agrícola que contiene polifenoles de partida y/o una parte de las nanopartículas de hierro recubiertas con carbón amorfo obtenidas en la etapa b) se utilizan en la digestión anaerobia.

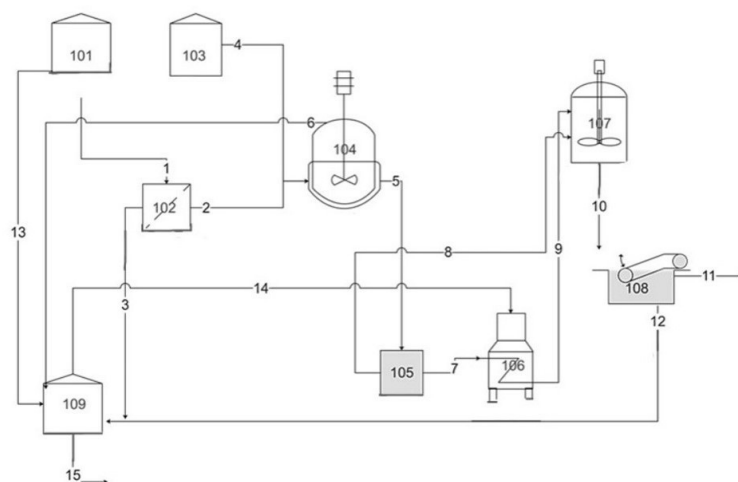


Figura 1. Diagrama del procedimiento, donde: 101: depósito conteniendo el material de partida; 102: equipo de ultrafiltración; 103: depósito conteniendo la solución de hierro; 104: reactor autoclave agitado; 105: unidad de filtración; 106: horno; 107: mezclador; y, 108: separador magnético. En cuanto a las corrientes: 1: suspensión acuosa fluida; 2: permeado; 3: residuo sólido; 4: solución de hierro; 5: producto de la reacción; 6: gas producido; 7: nanopartículas recubiertas con carbono; 8: corriente acuosa residual; 9: producto sólido; 10: mezcla de nanopartículas y agua; 11: nanopartículas magnéticas grafitizadas; 12: aglomerados de carbono con nanopartículas de hierro; 13: residuo original de materia prima; 14: biogás; y, 15: residuos sólido pastoso.

## VENTAJAS Y ASPECTOS INNOVADORES

### VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA

Este procedimiento presenta las siguientes ventajas:

- Proceso totalmente integrado y sin generación de residuos.
- El residuo sólido obtenido en la digestión aerobia podría ser utilizado como fertilizante.
- Procedimiento viable desde el punto de vista industrial.
- Costes de producción relativamente bajos.

- Rendimientos altos de hierro cerovalente gracias a la presencia de polifenoles en el proceso.
- Producto final muy competitivo y eficiente para la descontaminación ambiental.

## ASPECTOS INNOVADORES DE LA TECNOLOGÍA

El principal aspecto innovador de esta tecnología es la capacidad de obtener industrialmente nanopartículas de hierro cerovalente recubiertas de una capa de carbón grafitizado con un elevado rendimiento, a bajo coste y sin generar residuos.

Por otro lado, esta tecnología proporciona una solución para tratar industrialmente residuos agroalimentarios con elevado contenido de materia orgánica, permitiendo integrar un residuo en un proceso industrial de producción de un producto con valor añadido.

## ESTADO ACTUAL

La tecnología se encuentra desarrollado a escala laboratorio.

## APLICACIONES DE LA OFERTA

Esta tecnología podría ser aplicada en diferentes campos de la industria, tales como la electroquímica, las energías renovables y eliminación de contaminantes en el agua, aire y suelo.

## COLABORACIÓN BUSCADA

Se buscan empresas interesadas en adquirir esta tecnología para su **explotación comercial** mediante:

- Acuerdos de licencia de la patente.

## DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Esta tecnología se encuentra protegida mediante **solicitud de patente**.

- Título de la patente: "Procedimiento para obtención de nanopartículas de hierro cerovalente"
- Número de solicitud: P202030780
- Fecha de solicitud: 27 de julio de 2020

## SECTORES DE APLICACIÓN (3)

Agri-food and Fisheries  
Materials and Nanotechnology  
Chemical Technology