

# INNOVADOR PROCEDIMIENTO PARA OBTENER NANOPARTÍCULAS METÁLICAS A PARTIR DEL RESIDUO DEL CACAO

**CONTACT DETAILS:**

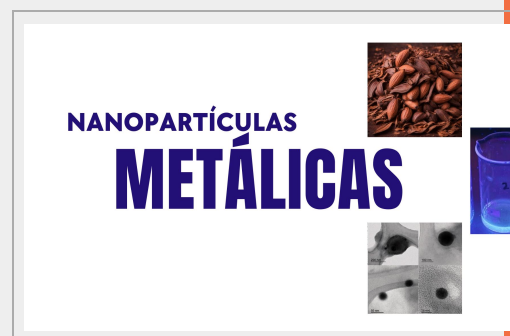
Relaciones con la Empresa  
Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación-OTRI  
Universidad de Alicante  
Tel.: +34 96 590 99 59  
Email: [areaempresas@ua.es](mailto:areaempresas@ua.es)  
<http://innoua.ua.es>

**ABSTRACT**

Investigadores de la Universidad de Alicante han desarrollado un innovador proceso para revalorizar los residuos de la industria del chocolate y sintetizar nanopartículas metálicas a partir de las cáscaras del cacao, además de obtener otros compuestos de alto valor añadido, tal como proteínas hidrosolubles, antioxidantes y material lignocelulósico.

El sistema permite obtener puntos cuánticos de carbono dopados con selenio y nanopartículas de óxido de zinc con zinc intersticial utilizando un proceso secuencial asistido por microondas. Este proceso disminuye los costes de producción de las nanopartículas, reduce el número de etapas y produce unos mayores rendimientos de extracción.

Este sistema es de interés especialmente para la industria chocolatera ya que permite reaprovechar su principal residuo. También es de interés para la industria química, cosmética, alimentaria, médica y farmacológica.

**INTRODUCTION**

La cáscara de cacao es el principal residuo producido durante la fabricación de chocolate, tras el tostado de los granos de cacao, representando un 12% del peso total. Este residuo se destina habitualmente a alimentación animal o como fertilizante y no se extraen de ella productos de alto valor añadido.

La cascarilla de cacao está compuesta por un 70% de carbohidratos, principalmente celulosa y pectina, y también es rica en compuestos antioxidantes y pigmentos, con un alto potencial de aplicación en múltiples industrias.

Durante los últimos años, se han desarrollado distintos procedimientos de extracción para los compuestos presentes en la cáscara del cacao. Los métodos de extracción convencionales son simples y eficaces, pero implican largos tiempos de extracción y un elevado consumo de disolventes. Por su parte, los métodos secuenciales de extracción aumentan la eficiencia y sostenibilidad del proceso global.

Para la síntesis de nanopartículas metálicas, la utilización de microondas también se ha identificado como un método idóneo, frente a los métodos convencionales ya que mejora la microestructura de las partículas, aumenta su rendimiento, genera un ahorro de energía, reduce los costes de fabricación y permite obtener nuevos materiales con propiedades diferentes.

Existen algunos procedimientos que consiguen la extracción y síntesis de estos elementos mediante otros procedimientos, pero en comparación el procedimiento desarrollado por los investigadores presenta notables ventajas. Entre ellas, destaca que el

procedimiento es mucho más sostenible, minimizando consumos de disolventes y etapas, y permite obtener nanopartículas con una estructura más óptima.

## TECHNICAL DESCRIPTION

Los investigadores han desarrollado un **procedimiento secuencial asistido por microondas** con el objetivo de extraer compuestos de alto valor añadido y sintetizar **nanopartículas de selenio y óxido de zinc a partir de la cascarilla del cacao**. Estos compuestos son muy interesantes para el desarrollo de la nanotecnología por lo que tienen un alto valor de mercado. Además, se obtienen otros subproductos que también tienen mucha aplicabilidad industrial.

El procedimiento consiste en una serie de **etapas** que se describen a continuación:

1. Molturación de la cascarilla de cacao.
2. Adición de una disolución alcalina o ácida, según se desee sintetizar nanopartículas de óxido de zinc o selenio.
3. Extracción asistida por microondas (MAE), sin necesidad de realizar un pretratamiento al residuo agroalimentario molturado, para obtener un primer extracto rico en pectinas o proteínas hidrosolubles y otros compuestos de valor añadido, así como un residuo lignocelulósico sólido.
4. El residuo lignocelulósico sólido obtenido anteriormente puede ser utilizado como adsorbente de metales sin necesidad de tratamiento previo o bien como fibra alimentaria.
5. El extracto rico en pectinas y proteínas puede ser utilizado como agente reductor y estabilizante para la síntesis de nanopartículas de selenio y óxido de zinc, respectivamente.
6. De esta forma, se obtienen nanopartículas de óxido de zinc con zinc intersticial con bajo tamaño de partícula, alta estabilidad y elevadas propiedades antioxidantes.
7. Para el caso del selenio, se realiza una síntesis asistida por microondas y un tratamiento hidrotermal para la obtención de puntos cuánticos de carbono dopados con selenio con bajo tamaño de partícula, alta estabilidad y elevadas propiedades antioxidantes y fluorescentes.

## TECHNOLOGY ADVANTAGES AND INNOVATIVE ASPECTS

### VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA

- Método de **síntesis sostenible** que incorpora los principios de la economía circular al aprovechar un residuo de la industria chocolatera.
- Permite obtener **nanopartículas metálicas de un alto valor** para la industria como son las nanopartículas de selenio y óxido de zinc.
- El proceso se desarrolla en un **medio acuoso**, evitando por tanto el uso de disolventes orgánicos, habituales en este tipo de procesos.
- **Reducción significativa de los costes de producción** de las nanopartículas, al aumentar los rendimientos de extracción, reducir el número de etapas y exigir menores requerimientos energéticos.
- El procedimiento también permite obtener **otros productos multifuncionales con gran potencial**, como son las proteínas hidrosolubles, la pectina, antioxidantes y material lignocelulósico.
- Las nanopartículas obtenidas presentan una **única estructura y un tamaño de partícula excepcional**, siendo más interesantes para su aplicación industrial que otras estructuras obtenidas por otros procedimientos.

### ASPECTOS INNOVADORES DE LA TECNOLOGÍA

La principal innovación de la tecnología es su **capacidad para aprovechar un residuo** generado en grandes cantidades por la industria chocolatera y **obtener múltiples subproductos de alto valor añadido**. Entre ellos, destacan las **nanopartículas de óxido de zinc y de selenio** por su interés para la industria de la nanotecnología.

El proceso es sustancialmente más interesante que los existentes en la actualidad, ya que es mucho más sostenible, presenta un coste de producción menor y los productos resultantes tienen unas propiedades más interesantes.

## CURRENT STATE OF DEVELOPMENT

El grupo de investigación ha optimizado el procedimiento de extracción obteniendo un rendimiento notable del mismo. El procedimiento se ha implementado a **escala de planta piloto** y está listo para su escalado industrial y su aplicación en una planta de producción.

## MARKET APPLICATIONS

La tecnología es de aplicación directa para las empresas de **producción de chocolate** ya que permite tratar su residuo y generar productos de alto valor añadido.

También es interesante para empresas de **tratamiento de residuos** y, en general, para **empresas químicas, farmacéuticas, médicas, alimentarias, de materiales y cosméticas**, ya que los productos obtenidos son de gran utilidad en estas industrias.

En especial, las nanopartículas de selenio y óxido de zinc son compuestos muy interesantes para su aplicación en la **industria de la nanotecnología**.

## COLLABORATION SOUGHT

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

- Acuerdos de licencia de la patente.
- Acuerdo de proyecto de I+D (cooperación técnica) para emprender proyectos relacionados con la tecnología.

## INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS

Esta tecnología se encuentra protegida mediante **solicitud de patente**. En este caso se han separado los procedimientos para obtener nanopartículas de óxido de zinc y selenio en **dos patentes de procedimiento**:

- *Título de la patente: "procedimiento para la obtención de puntos cuánticos de carbono dopados con selenio y una fracción sólida lignocelulósica, y puntos cuánticos de carbono dopados con selenio y fracción sólida lignocelulósica obtenidos".*

- *Número de solicitud: P202330992*

- *Fecha de solicitud: 30/11/2023*

- *Título de la patente: "Procedimiento para la obtención de nanopartículas metálicas de óxido de zinc con zinc intersticial y una fracción sólida lignocelulósica, y óxido de zinc con zinc intersticial y fracción sólida lignocelulósica obtenidos"*

- *Número de solicitud: P202330993*

- *Fecha de solicitud: 30/11/2023*

## MARKET APPLICATION (4)

Agroalimentación y Pesca  
Farmacéutica, Cosmética y Oftalmológica  
Materiales y Nanotecnología  
Tecnología Química