

DESARROLLO DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDOS METÁLICOS MEDIANTE SÍNTESIS VERDE CON EXTRACTO DE HOJAS DE PHENIX DACTYLIFERA L Y EVALUACIÓN DE SU APLICACIÓN EN MATRICES BIOPOLIMÉRICAS

Johar Amin Ahmed Abdullah*, Antonio Guerrero, Alberto Romero

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Sevilla, Sevilla.

E-mail de correspondencia: johabd@alum.us.es

Resumen

El desarrollo de la nanotecnología verde está generando el interés de los investigadores en la biosíntesis ecológica de las nanopartículas. Las nanopartículas de óxidos metálicos, como hierro o cinc, resultan particularmente interesantes en la investigación moderna sobre nanotecnología. Debido a sus propiedades únicas permite su integración en una extensa gama de aplicaciones, desde la industria médica pasando por la industria de cosméticos hasta su uso en agricultura y horticultura mediante la aportación de micronutrientes esenciales para el desarrollo de cultivos. El objetivo principal de este trabajo es desarrollar un proceso de síntesis “verde” de nanopartículas de óxidos metálicos usando extracto de hojas de Phoenix dactylifera L, que (NPs) sea capaz de sustituir a aquellos procesos convencionales basados en el uso de disolventes tóxicos. Además, se procede a la evaluación de las nanopartículas mediante ultravioleta visible (UV-vis), rayos X (XRD) y espectroscopía (FTIR), obteniendo buenos rendimientos y demostrando sus adecuadas propiedades.

1. Introducción

En los últimos años, la fabricación de nanomateriales y sus usos se están convirtiendo en una tecnología esencial con aplicaciones en muchos sectores industriales (Parveen, Misra, y Sahoo, 2012). Las nanopartículas, debido a sus propiedades eléctricas, ópticas, magnéticas, químicas y mecánicas específicas, se utilizan actualmente en muchas áreas de alta tecnología. Las nanopartículas de óxido de hierro son particularmente interesantes en la investigación moderna en nanotecnología debido a sus propiedades únicas, que pueden integrarse en una amplia gama de aplicaciones extendidas (Noruzi *et al.*, 2011). Existen diferentes métodos de sintetizar nanopartículas, tales como los métodos físicos y químicos. Sin embargo, estos métodos son complicados y contaminantes. Se presenta la alternativa de la síntesis

verde porque es simple, económica, rápida, eficiente y generalmente conduce a la formación de nanopartículas cristalinas con una variedad de formas (esferas, varillas, prismas, placas, agujas, hojas o dendritas), con tamaños entre 1 y 100 nm. Las técnicas para obtener nanopartículas de metal reactivos como microorganismos y plantas (hojas, raíces, látex, semillas y tallos) podrían considerarse para la síntesis de nanopartículas de metal. Los materiales de base vegetal parecen ser los mejores candidatos, que son adecuados para gran escala (Ghodake *et al.*, 2010).

El objetivo principal de este trabajo es desarrollar un proceso de síntesis “verde” de nanopartículas de hierro usando extracto de hojas de Phoenix Dactylifera L, que sea capaz de sustituir a aquellos procesos convencionales basados en el uso de disolventes tóxicos.

2. Materiales y métodos

2.1. Preparación

En el desarrollo experimental se ha empleado el método de síntesis verde de NPs por extracto de Phoenix. Las etapas que seguir son: Las hojas de Phoenix Dactylifera L se han limpiado, secado a temperatura ambiente y protegido de la luz solar y después se han molido con la batidora hasta obtener un polvo fino. Posteriormente, 100 g de este polvo se mezclan con agitación magnética durante una noche con 800 ml de solución de agua/metanol (1/8). La mezcla obtenida se ha pasado por la filtración con papel de filtración Whatman 40, y después se centrifuga. Una vez obtenido el extracto se preparan tres soluciones de cloruro de hierro (FeCl_3) a diferentes concentraciones (0,03; 0,02 y 0,01 M), se ha agregado 50 ml de extracto a 50 ml de cada concentración calentándolas en una placa caliente a 70 °C durante 1 hora. Una vez obtenidas las nanopartículas se han secado en horno a 70 °C y finalmente se obtienen tras tratarlas a 400 °C durante 1 h.

2.2. Caracterización

Se han caracterizado las nanopartículas mediante, espectroscopia ultravioleta visible (UV-vis) e infrarroja (FTIR), y difracción de rayos X (XRD).

3. Resultados y discusión

La Figura 1.A. se presenta los difractogramas de rayos X de nanopartículas. Las muestras obtenidas con 0,03 M, 0,02 M y 0,01 M de FeCl_3 para magmita tienen un tamaño promedio de $2,03 \pm 0,1$ nm, $6,71 \pm 0,6$ nm y $22,16 \pm 0,7$ nm, respectivamente. Estos resultados se obtuvieron en condiciones similares a las utilizadas para magnetita.

En cualquier caso, la intensidad de los picos de difracción indica buena cristalinidad de las NPs y todos los picos de difracción observados en el difractograma pueden atribuirse a la estructura de la espinela.

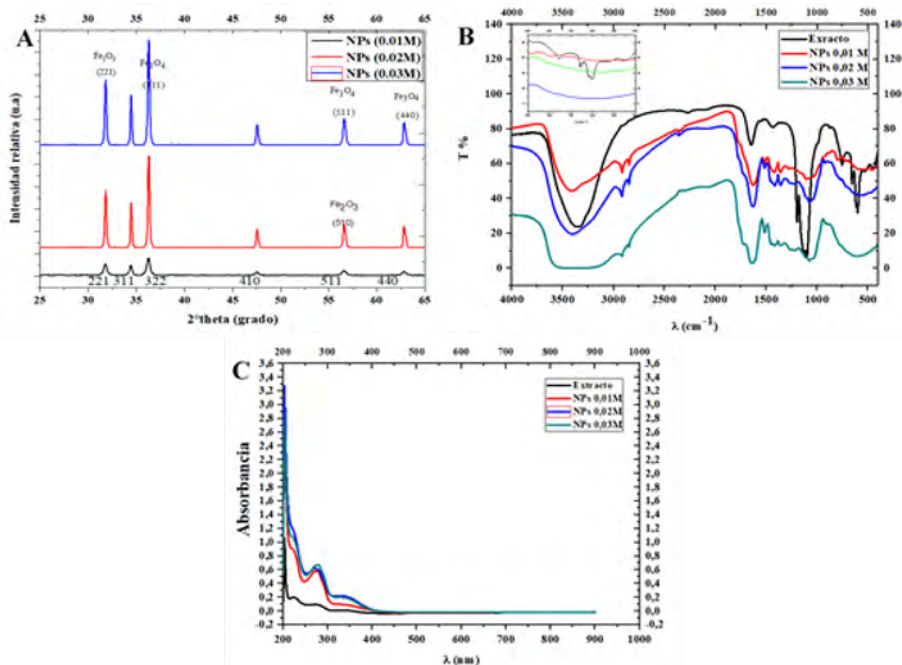


Figura 1. A. DRX de NPs sintetizadas por el extracto de Phoenix a 70 °C. **B.** Espectro FTIR. **C.** Espectro UV-visible de la absorbancia de NPs sintetizadas a 70 °C a partir de diferentes concentraciones de FeCl₃ y del extracto

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 1.B. se observa los resultados obtenidos en la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) de las nanopartículas NPs obtenidas a partir de diferentes concentraciones (0,03 M, 0,02 M y 0,01 M) y se compararon con el extracto de Phoenix dactylifera L. De manera general, se pueden distinguir tres zonas distintas cuyas bandas de absorbancia se pueden atribuir a las cadenas de alquilo superficiales (3000-2800 cm⁻¹), el grupo COO- de oleatos (1800-900 cm⁻¹) y los enlaces Fe-O. (800-400 cm⁻¹) en óxido de hierro. La magnetita (Fe₃O₄) tiene una banda ancha con un máximo de 573 cm⁻¹ y un hombro alrededor de 700 cm⁻¹ atribuido a la oxidación de la superficie. El espectro de magmita es más complejo, con seis bandas en el rango de 800-500 cm⁻¹, con la banda más fuerte en 638 cm⁻¹. Como resultado, las nanopartículas tienen una composición intermedia entre la de magnetita y la de magmita, y a medida que aumenta el tamaño de las nanopartículas aumenta la proporción de magnetita.

En la Figura 1.C. se observa una amplia banda de absorción en todo el rango espectral, especialmente entre 350 y 500 nm. Los tres espectros de las partículas preparadas tienen una banda de absorción de alrededor de 350 nm que corresponde a la brecha de magnetita ($\sim 3,25$ eV).

4. Conclusiones

Se ha demostrado un método que se puede utilizar para la biosíntesis rápida y respetuosa con el medio ambiente de nanopartículas estables de óxido de hierro. Se ha observado que el extracto de hoja de palmera (*Phoenix Dactylifera* L.) puede reducir los iones de hierro dando lugar a nanopartículas de óxido de hierro en una hora de reacción a 70 ° C. La intensidad de los picos de difracción DRX indica buena cristalinidad de las nanopartículas. Los resultados de FTIR muestran que las nanopartículas tienen una composición intermedia entre la de magnetita y la de magmita, y que a medida que aumenta el tamaño de las nanopartículas aumenta la proporción de magnetita. La espectroscopía ultravioleta se ha utilizado para controlar el desarrollo de la formación de nanopartículas de Fe_2O_3 y muestra que el espectro de absorción con una banda alrededor de 350 nm que corresponde al espacio de magnetita

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de un proyecto financiado por MICINN (RTI2018-1097100-B-C21). Los autores también agradecen las beca predoctoral De Johar Amin Ahmed Abdullah (CODES).

Referencias bibliográficas

- Ghodake, G. S., Deshpande, N. G., Lee, Y. P., y Jin, E. S.** (2010). Pear fruit extract-assisted room-temperature biosynthesis of gold nanoplates. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 75(2), 584–589. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2009.09.040>
- Noruzi, M., Zare, D., Khoshnevisan, K., y Davoodi, D.** (2011). Rapid green synthesis of gold nanoparticles using *Rosa hybrida* petal extract at room temperature. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 79(5), 1461-1465. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2011.05.001>

Parveen, S., Misra, R., y Sahoo, S. K. (2012). Nanoparticles: A boon to drug delivery, therapeutics, diagnostics and imaging. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*, 8(2), 147-166. <https://doi.org/10.1016/j.nano.2011.05.016>