



Actividad Antioxidante de nanopartículas de magnetita Fe₃O₄

Sandoval Flores V¹, Ortega Cardenas JA¹, Ravelo Acuña D², Santoyo Salazar J³, Mora Escobedo R¹ y Yee Madeira H⁴

¹Laboratorio de Bioquímica de la Nutrición, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México. ²Unidad Profesional Interdisciplinaria de Energía y Movilidad, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México.

³Departamento de Física, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México. ⁴Laboratorio de Espectroscopia Mössbauer y Técnicas Complementarias, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México.

Teléfono (722) 3902909

E-mail: vsandovalf1900@alumno.ipn.mx



Instituto Politécnico Nacional

RESUMEN

Las nanopartículas de óxido de hierro se han usado como transporte de fármacos e hipertemia. En el presente trabajo se sintetizaron nanopartículas de Fe₃O₄ por coprecipitación, recubiertas con 3-aminopropil trietoxisilano (APTES) para su uso como transportadores de péptidos bioactivos, se caracterizaron por las técnicas: FT-IR, DRX, TEM y SQUID. Se determinó la actividad antioxidante por el método de poder reductor y actividad atrapadora del radical OH. Se obtuvieron nanopartículas superparamagnéticas con las características deseadas.

Palabras Clave – nanopartículas, magnetita, antioxidantes

INTRODUCCIÓN

La oxidación es provocada por una serie de reacciones químicas que se lleva a cabo en todos los organismos vivos de forma inevitable, esta forma especies reactivas de oxígeno (EROS) y radicales libres que conllevan al envejecimiento y desarrollo de enfermedades como cáncer, aterosclerosis, Alzheimer entre otras, induciendo estrés oxidativo [1]. Debido a los efectos indeseables de los procesos oxidativos, su inhibición es importante, por lo que han surgido múltiples investigaciones en la búsqueda de compuestos con actividad antioxidante. Se definen como “cualquier sustancia que, estando presente en baja concentración en comparación con las de un sustrato oxidable, retrasa o previene significativamente la oxidación de ese sustrato”. Las nanopartículas de Fe₃O₄ aparte de servir como transporte de moléculas en sistemas biológicos pueden ejercer un efecto antioxidante [2]. Existen diversas técnicas para determinar la actividad antioxidante, como el Poder Reductor y la Actividad Atrapadora de Radical -OH, que son las que más se asemejan al comportamiento de oxidación celular.

MÉTODO

A. Síntesis de Nanopartículas por coprecipitación

B. Recubrimiento y Funcionalización con APTES

C. Caracterización de la magnetita

A. Espectros FT-IR

B. Difractograma (DRX)

C. Dispersión Dinámica de Luz (DLS)

D. Microscopía Electrónica de Transmisión (MET)

E. SQUID

D. Actividad Antioxidante

a. Poder Reductor: se determinó según el método descrito por [3]. Se basa en la reducción del ferricianuro [Fe (CN)₆]³⁻ al anión ferrocianuro [Fe (CN)₆]⁴⁻. Debido a esta reducción, se formó azul de Prusia en presencia de Fe³⁺. Se añadió en una microplaca de 96 pocillos 20 µL de muestra en concentraciones de 116, 87,58,29 µg/pozo, Magnetita y su forma recubierta con APTES 50 µL buffer de fosfatos y 50 µL de K₃[Fe (CN)₆] (1%). La mezcla se incubó a 40 °C durante 20 min. Posteriormente, se añadieron 50 µL de TCA (10%) y 10 µL de FeCl₃ (0,1%) y se incubaron durante 10 min a 40 °C. La absorbancia se leyó a 700 nm utilizando un lector de microplacas.

b. Actividad Atrapadora de radical OH: El porcentaje de actividad atrapadora de radicales hidroxilo (OH·) de los conjugados fue determinado según el método desarrollado por Lin et al., 2008. En este procedimiento se genera el radical OH mediante la reacción de Fenton. Se colocaron 20 µL de cada muestra a las concentraciones de 116, 87,58,29 µg/pozo de Péptido y Magnetita y su forma recubierta con APTES en una microplaca de 96 pocillos. Posteriormente, se añadieron 50 µL de 1,10-fenantrolina y FeSO₄ (3 mM). Para comenzar la reacción se añadieron 50 µL de H₂O₂ y se incubaron a 37 °C durante 60 min. La absorbancia se midió utilizando un lector de microplacas a 515 nm.

RESULTADOS

• Se obtuvo un polvo fino color negro este tiende a oxidarse fácilmente por lo que se conserva en tubos de microcentrífuga en desecador al vacío para su posterior recubrimiento, caracterización y ensayos.

A. Recubrimiento y Funcionalización con APTES

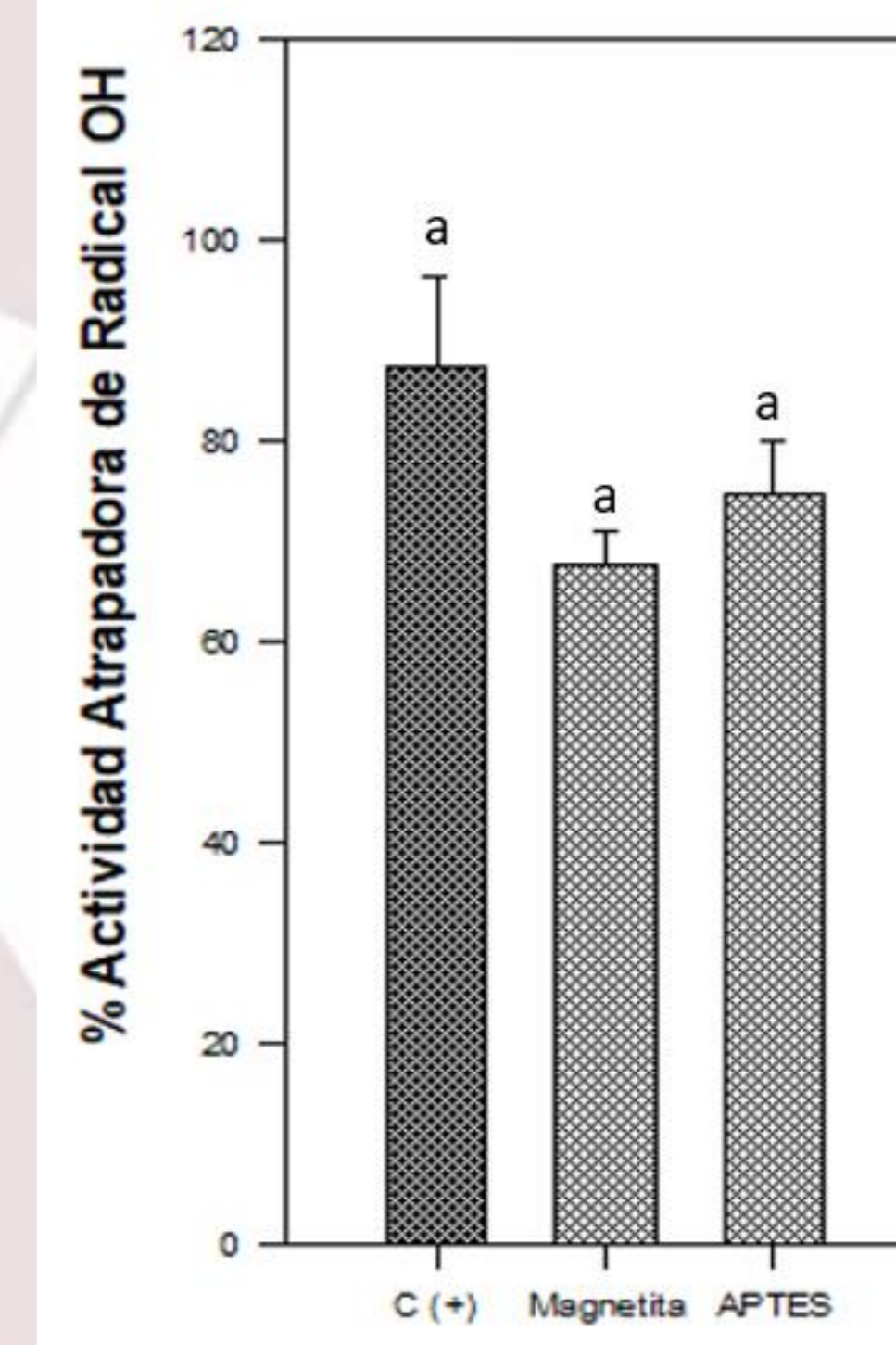
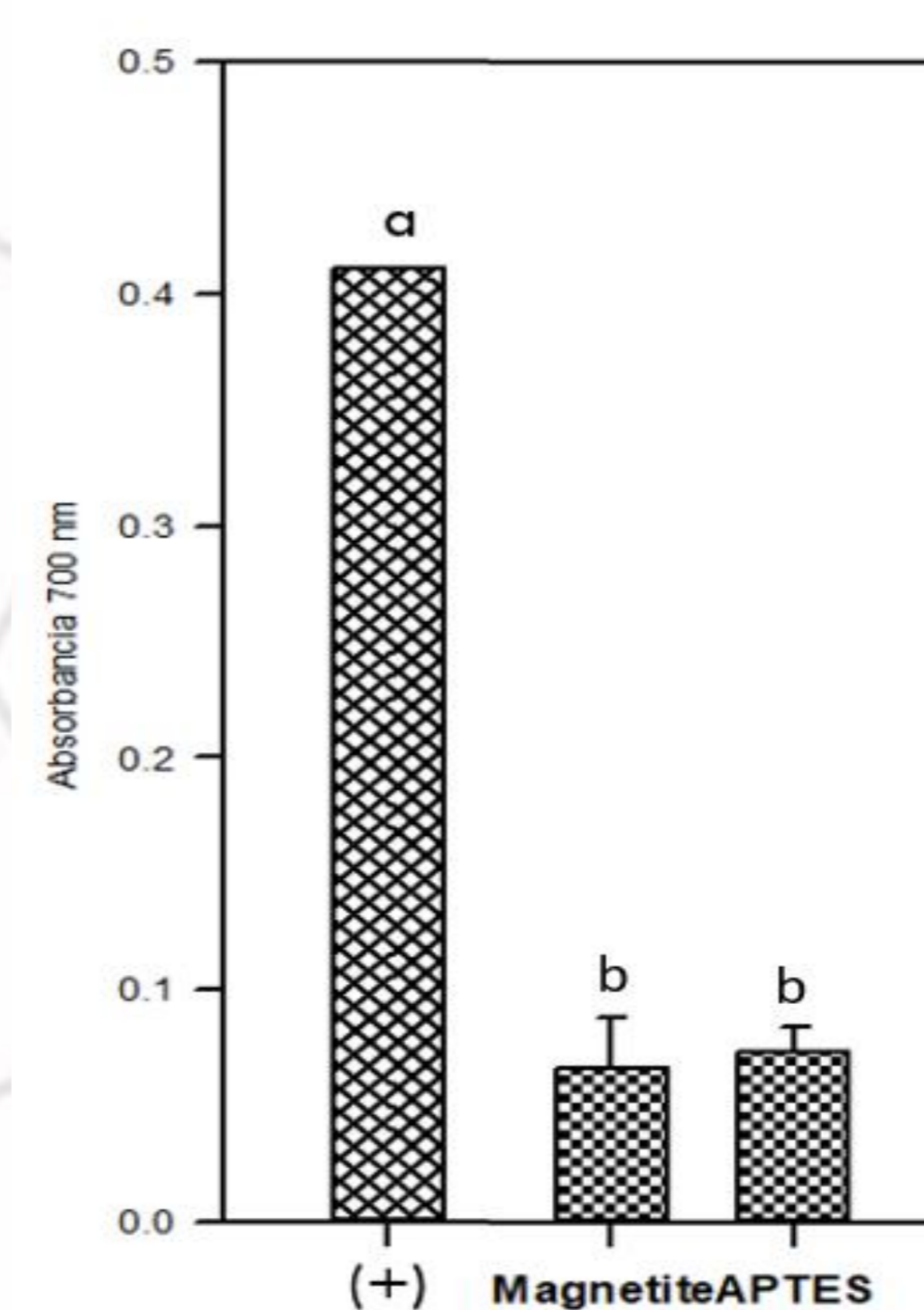
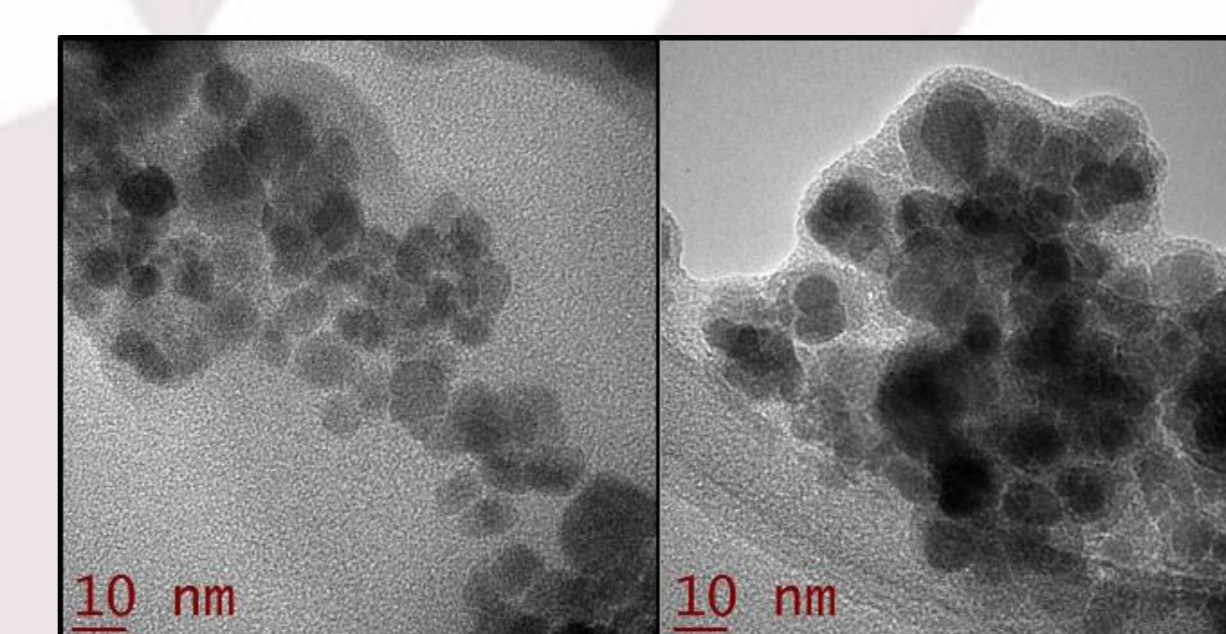
- En cuanto a característica física se observa un polvo con mayor brillo. En la Fig. 1 se muestra un esquema los grupos amino libres alrededor del núcleo de la magnetita.

a. Poder Reductor

• Se realizó un ANOVA de una vía con tres repeticiones, el control que se utilizó fue BHT, en la Fig. 6 se muestra la gráfica, en el eje de las ordenadas el resultado esta expresado en absorbancia en donde el valor de 1 representa el máximo poder reductor con el control positivo BHT. Se observa que no existe diferencia entre la magnetita con y sin recubrimiento de APTES. Las dos muestras tienen un potente efecto reductor, que podría tener un efecto antioxidante en el metabolismo celular, debido a las constantes especies reactivas de oxígeno producidas, es importante mantener la homeostasis celular.

a. Actividad Atrapadora de radical OH

- En la Fig. 7 se muestra el resultado expresado en porcentaje donde el valor de 100 representa el máximo valor de actividad atrapadora de radical OH. La actividad atrapadora del radical OH no es estadísticamente significativa entre la magnetita con y sin recubrimiento.



REFERENCIAS

- [1] Augusto Jimenez, Y. E. (2019). *Síntesis de nanopartículas de Fe₃O₄ funcionalizadas para la conjugación de péptidos bioactivos de soja germinada*. [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional].
- [2] Augusto-Jimenez, Y. E., González-Montoya, M., Naranjo-Feliciano, D., Uribe-Ramírez, D., Cristiani-Urbina, E., Díaz-águila, C., Yee-Madeira, H., & Mora-Escobedo, R. (2021). Antioxidant activity of bioactive peptide fractions from germinated soybeans conjugated to Fe₃O₄ nanoparticles by the ugi multicomponent reaction. *Molecules*, 26(19). <https://doi.org/10.3390/molecules26195726>
- [3] Oyaizu, M. (1986). *Studies on products of browning reaction. Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine*. The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics, 44(6), 307–315. <https://doi.org/10.5264/EIYOGAKUZASHI.44.307>
- [4] Ravelo-Acuña, D., Fuentes-García, J. A., Yee-Madeira, H. T., Diaz-Cano, A. I., Goya, G. F., & Santoyo-Salazar, J. (2019). *Sonochemical magnetite encapsulation in silica at low irradiation power*. Materials Letters, 250, 103–107. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.073>
- [5] Ravelo Acuña, D. (2020). *Nanopartículas magnéticas, obtención y recubrimiento para posibles aplicaciones en biomedicina*. [Tesis de Doctorado, Instituto Politécnico Nacional]

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las nanopartículas de magnetita tienen un futuro prometedor para el uso en prevención y tratamiento de enfermedades ya que se han comenzado a proponer como sistema de transporte de fármacos, y al estudiar sus propiedades físicas y químicas se ha encontrado baja toxicidad por lo que se pueden reconocer como seguras. Se logró sintetizar mediante el método de coprecipitación magnetita, recubriendo y funcionalizando para su posterior uso como transportador de moléculas, la caracterización por las técnicas de FT-IR, DRX, DLS, TEM y SQUID permitieron asegurar que se tenía el material requerido y de carácter superparamagnético, que es un requerimiento necesario para uso en sistemas biológicos el tamaño menos a 20 nm. Al realizar la evaluación de la actividad antioxidante con los métodos más utilizados por su similitud con el comportamiento biológico poder reductor y actividad atrapadora de radical OH, se ha demostrado que son potentes antioxidantes, esto ayuda disminuir el estrés oxidativo y la inhibición de la producción de radicales libres y especies reactivas de oxígeno, que generalmente están relacionados con padecimientos como el cáncer. Por lo que a parte de su función de transporte podrían hacer sinergia con las moléculas potencializando su efecto antioxidante. El poder reductor de una muestra se refiere a la habilidad de actuar como aceptor de protones o donador de electrones en una reacción redox, por lo que este material podría ejercer una acción antioxidante.

Estructura del contenido

La estructura se concreta en los siguientes apartados:

a. **Cabecera**.- Como presentación del contenido que se desarrollará a continuación y lo suficientemente interesante para que atraiga la atención e informe del contenido y su autoría. En este apartado deberán figurar:

- Título
- Autores
- Centro de trabajo de los autores

b. **Introducción** que centre el trabajo, justifique su interés, enuncie las hipótesis y/o los objetivos del trabajo.

c. **Metodología** empleada tanto en la adquisición como en el tratamiento de los datos.

d. **Resultados** obtenidos dentro de la fase experimental.

e. **Discusión**

f. **Conclusiones**

g **Referencias** bibliográficas

Tamaño: 90 cm de ancho X 140 cm alto

Fuentes

Las fuentes más adecuadas para elaborar un póster son las que se definen como técnicas, es decir, que no presentan adornos que puedan entorpecer su percepción a distancia y son lo suficientemente grandes como para que no haya que acercarse demasiado.

Así se recomienda la letra de trazo simple como Arial, Helvética, Tahoma, Verdana... aunque si son lo suficientemente grandes.

Si el texto es largo y está organizado en columnas se puede emplear también letra tipo Times. Se recomienda no utilizar más de tres tipos de fuentes diferentes en el póster: títulos, texto y pies de ilustración y que quede bien claro cual es la función de cada una de ellas.

Tamaño de las fuentes

Se recomiendan que empleemos, como mínimo, los siguientes tamaños:

	Tamaño
Título. En negrita.	54 puntos
Subtítulos o títulos intermedios	48 puntos
Autores, filiación y otros datos	30 puntos
Texto	28 puntos
Pies de ilustración	24 puntos