

Síntesis y caracterización de nanopartículas de Fe_3O_4 funcionalizadas con APTES para aplicaciones biomédicas



S. Hernández Mata¹, J.A. Ortega Cárdenas³, H. Yee-Madeira¹, D. Ravelo Acuña¹, J. Santoyo Salazar², R. Mora Escobedo³, H.H. Hernández Mata¹

¹ESFM-IPN, México D.F., México²CINVESTAV-IPN, México D. F., México, ³ENCB-IPN

Email: sagrariohdezmata@hotmail.com Telefono: 5591091249

RESUMEN/ABSTRACT

Entre las múltiples aplicaciones que tienen las nanopartículas magnéticas (NPM's) de magnetita Fe_3O_4 está la biomedicina. Mediante el método de coprecipitación química, se sintetizaron NPM's de Fe_3O_4 , mediante el método de Stöber, se recubrieron utilizando (3-aminopropil)-trietoxisilano (APTES). Se caracterizaron mediante las técnicas de Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) y Difracción de Rayos-X (DRX), confirmando la presencia de Fe_3O_4 y un tamaño promedio de 12.40 nm y 11.67 nm, ideal para interactuar con entidades biológicas.

Introducción

La magnetita (Fe_3O_4) es un óxido de hierro que a escala masiva posee un comportamiento ferrimagnético, la cual ha sido estudiada debido a las propiedades físicas y químicas que presenta. A medida que el tamaño de partícula disminuye el comportamiento magnético cambia, por debajo de un tamaño crítico la Fe_3O_4 exhibe un comportamiento superparamagnético (que permite dirigirla mediante un campo magnético externo a un área específica del cuerpo), además de su baja toxicidad con el organismo humano Para mejorar la biocompatibilidad de las NPM's con el organismo, es necesario recubrirlas con un compuesto orgánico o inorgánico. El (3-aminopropil)-trietoxisilano mejor conocido como APTES es un compuesto orgánico utilizado en el transporte de fármacos y en tratamiento de hipertermia.

Metodología

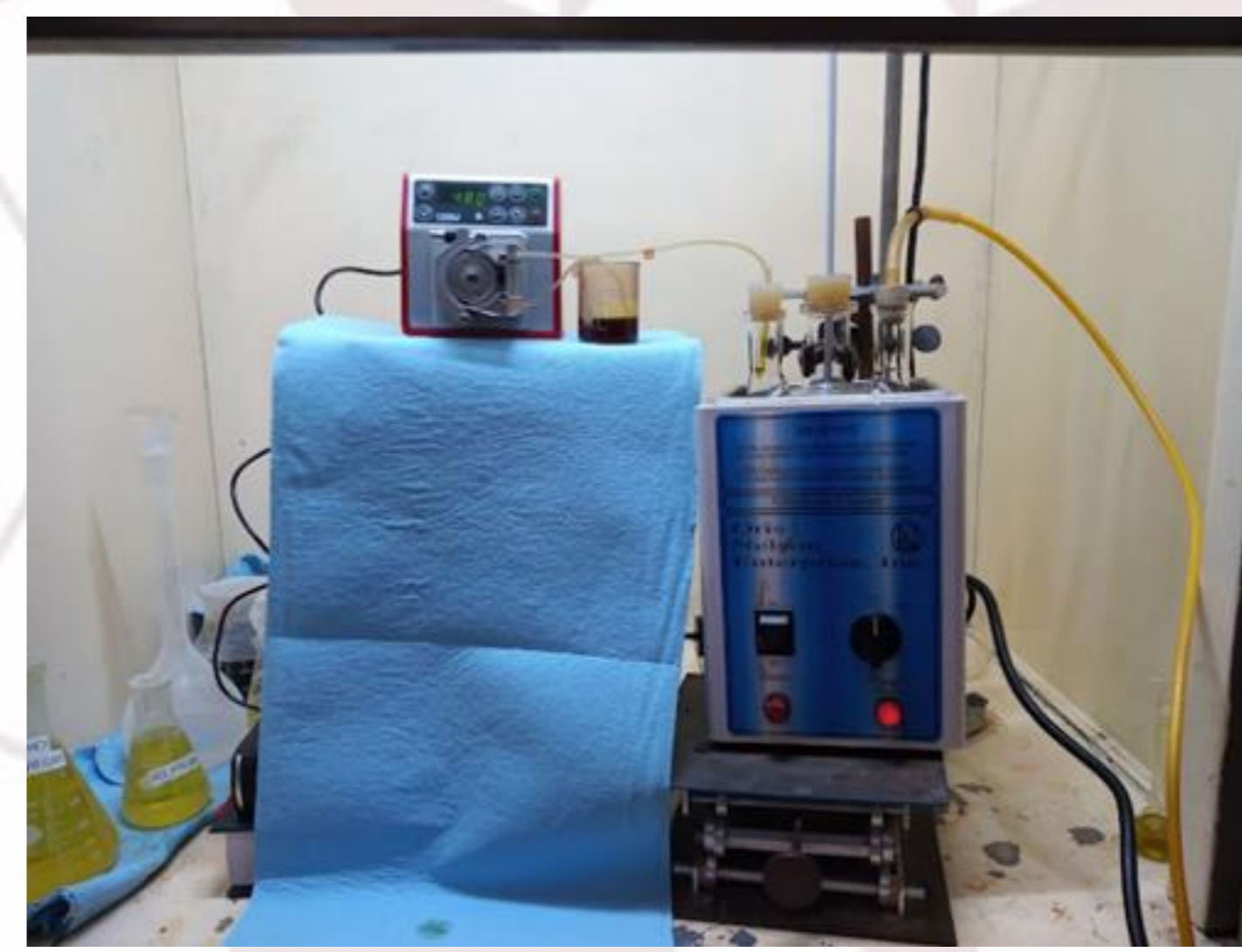


Figura I. Arreglo experimental de la síntesis de Fe_3O_4 .

Tabla I. Reactivos ocupados en la síntesis de Fe_3O_4

Muestra	Reactivos		
	Nombre	Fórmula	Molaridad
M01	Hidróxido de amonio	NH_4OH	0.7
	Cloruro ferroso	$FeCl_2$	1
	Cloruro férrico	$FeCl_3$	2
M02	Hidróxido de amonio	NH_4OH	1.4
	Cloruro ferroso	$FeCl_2$	1
	Cloruro férrico	$FeCl_3$	2

Resultados

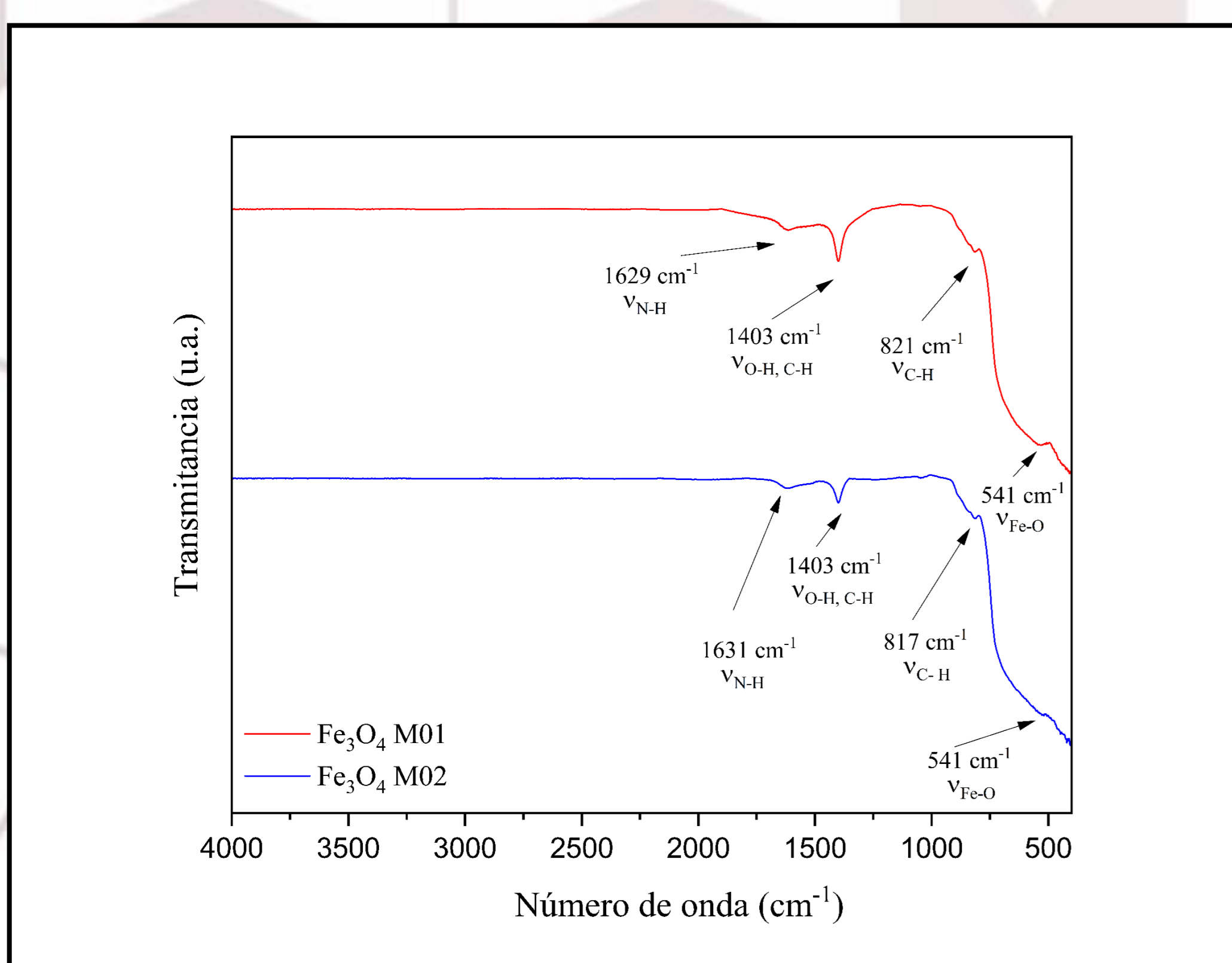


Figura II. Espectro IR de las muestras M01 y M02 Fe_3O_4 .

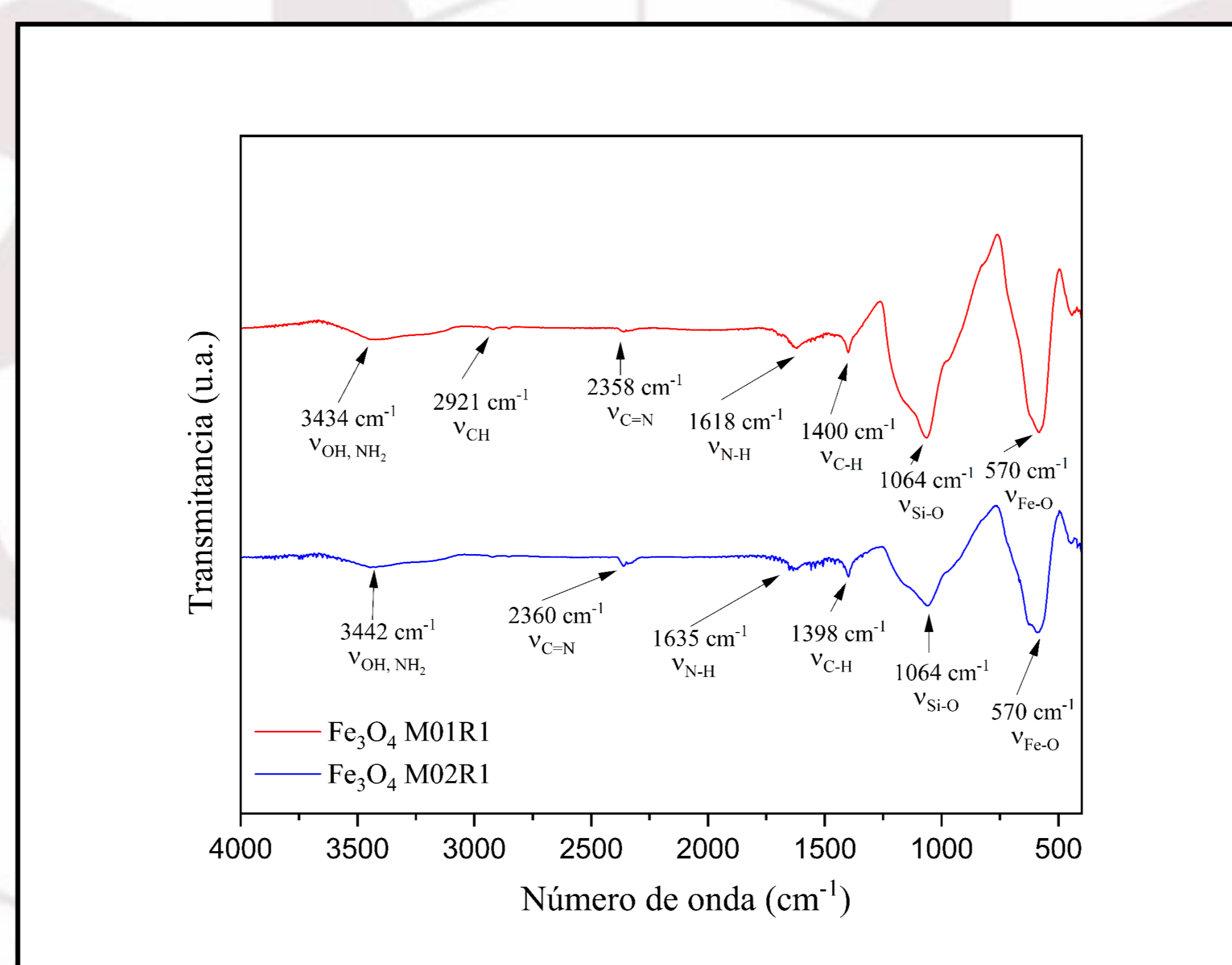


Figura III. Espectro IR de las muestras M01 y M02 recubiertas con APTES.

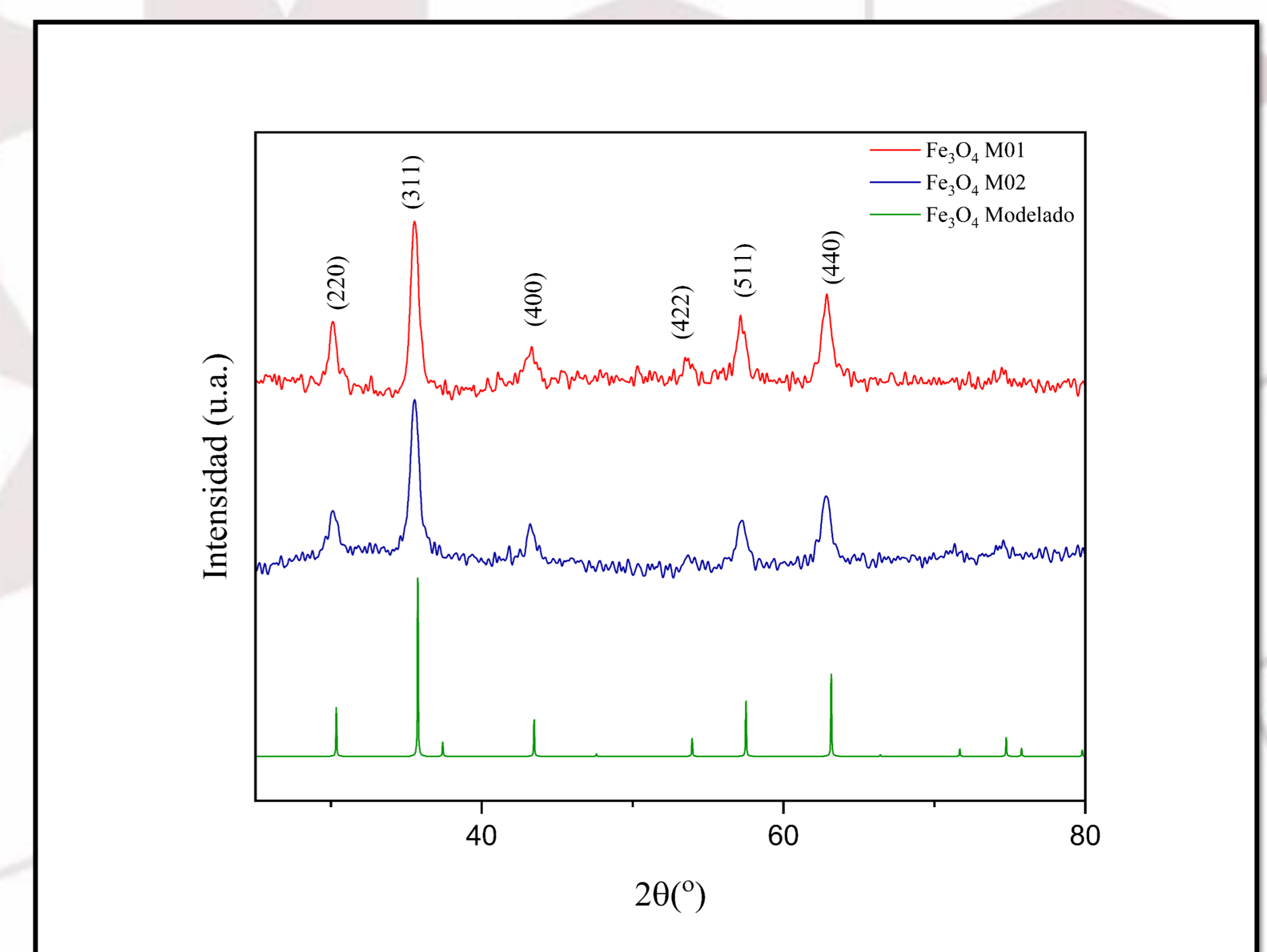


Figura IV. Difractogramas de las muestras M01 y M02 de Fe_3O_4 .

Tabla II. Tamaño de cristallita de M01.

$T_{cprom} = 12.40 \text{ nm}$		
#Pico	Posicion $2\theta(^{\circ})$	$T(\text{nm})$
1	30.142530	14.45
2	35.564440	13.00
3	43.23192	9.77

Tabla III. Tamaño de cristallita de M02.

$T_{cprom} = 11.67 \text{ nm}$		
#Pico	Posicion $2\theta(^{\circ})$	$T(\text{nm})$
1	30.147220	8.30
2	35.555860	12.24
3	43.223940	14.47

Conclusiones

Se confirmó la obtención de Fe_3O_4 al identificarse las bandas características de la magnetita en 541 cm^{-1} y 570 cm^{-1} correspondientes a las muestras de Fe_3O_4 sola y las muestras Fe_3O_4 recubiertas.

Además, en las muestras $Fe_3O_4@APTES$ se encontraron los grupos metileno, amina e hidróxido, confirmando la adherencia del APTES a la superficie de la magnetita en el recubrimiento.

Finalmente, se encontró la fase cristalina de la magnetita en los difractogramas. Además, al obtenerse tamaños promedio de cristallita de 12.40 nm y 11.67 nm, se espera que interactúe con entidades biológicas como lo son los virus (20-450 nm) o proteínas (5-50 nm), entre otros.

Discusión

- Para la muestra M01 se ubicó la banda vibracional correspondiente a la Fe_3O_4 (enlace $Fe - O$) en 541 cm^{-1} . Las bandas restantes se asocian a los remanentes de los reactivos ocupados en la síntesis.
- Para la muestra M02 se ubicó la banda vibracional correspondiente a la Fe_3O_4 (enlace $Fe - O$) en 541 cm^{-1} . Las bandas restantes se asocian a los remanentes de los reactivos ocupados en la síntesis.
- Para M01R1 la banda 570 cm^{-1} corresponde a enlace $Fe - O$ asociado a la Fe_3O_4 . Las bandas 3442 cm^{-1} , 1635 cm^{-1} y 1064 cm^{-1} corresponden a enlaces presentes en el APTES.
- Para M02R1 la banda 570 cm^{-1} corresponde a enlace $Fe - O$ asociado a la Fe_3O_4 . Las bandas 3434 cm^{-1} , 1618 cm^{-1} y 1064 cm^{-1} corresponden a enlaces presentes en el APTES.
- Los difractogramas de las muestras M01 y M02 comparados con el patrón modelado de la Fe_3O_4 indican la obtención de Fe_3O_4 .

Agradecimientos

Laboratorio de Espectroscopia Mössbauer y Técnicas Complementarias LEMyTC, Escuela Superior de Física y Matemáticas ESFM, CONACYT.

Referencias

Langeroudi, M.P., and Binaeian, E. (2018). "Tannin-APTES modified Fe3O4 nanoparticles as a carrier of Methotrexate drug: kinetic, isotherm and thermodynamic studies", Materials Chemistry and Physics, 218, pp. 210-217.