

EVALUACIÓN DE PINTURAS ANTIFÚNGICAS FORMULADAS CON DIÓXIDO DE TITANIO MODIFICADO CON NANOPARTÍCULAS DE Ag

C. Deyá², C. Dominguez Wong¹, F. Ruiz¹, N. Bellotti²

¹Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México

²CIDEPINT (Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas),

Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires Argentina

Av. 52 entre 121 y 122, sin n° (B1900AYB) La Plata, Argentina

c.deya@cidepint.gov.ar

Introducción

Las pinturas antifúngicas son aquellas que se formulan con agentes biocidas con el objetivo de prevenir la colonización y el posterior crecimiento de hongos sobre los sustratos pintados. Su uso se ha extendido ampliamente debido a que los hongos son capaces de deteriorar las pinturas arquitectónicas (para cielo raso y pared) produciendo cambios de color, pérdida de adhesión y desprendimiento [1]. La degradación se debe, fundamentalmente, a que estos microorganismos por sus características nutricionales liberan gran cantidad de compuestos al entorno como ácidos y enzimas con el fin de incorporar los componentes necesarios para su crecimiento. En tal sentido, utilizan los espesantes celulósicos, empleados en las pinturas, como fuente de carbono. Además, los hongos contribuyen con la formación de bioaerosoles en el interior de las viviendas afectando el sistema respiratorio humano y provocando alergias, asma, etc. [2].

Entre los aditivos antimicrobianos empleados en plásticos, cerámicos, etc. se encuentran las nanopartículas (NP) de Ag [3]. La amplia aplicación de estas NP se debe a su excelente actividad biocida frente a una amplia variedad de bacterias y a que resultan más efectivas que los iones Ag^+ [4].

En el presente trabajo se estudió la acción antifúngica de NP de plata soportadas sobre dióxido de titanio (TiO_2 decorado) o libres. Las NP fueron preparadas en el laboratorio y caracterizadas empleando microscopía electrónica de transmisión (TEM) y dispersión de luz dinámica (DLS). Luego se formularon y prepararon pinturas para cielo raso con dos concentraciones de nanopartículas y una pintura control sin nanopartículas. Con estas pinturas se recubrieron paneles de vidrio y se realizaron ensayos de inhibición en placa frente a dos hongos *Alternaria alternata* y *Chaetomium globosum*, aislados de películas de pinturas biodeterioradas.

Metodología

Obtención de las NP

Las NP de Ag soportadas sobre TiO_2 fueron obtenidas mediante reducción de AgNO_3 disuelto en suspensión acuosa de TiO_2 empleando borohidruro de sodio como agente reductor e NH_4OH para obtener un pH = 10. Las NP de Ag libre fueron obtenidas en similares condiciones pero sin el agregado de TiO_2 [5].

Caracterización de las NP

Las nanopartículas fueron observadas mediante TEM empleando un equipo JEOL JEM-1230 y su distribución de tamaño y diámetro medio fueron determinados por DLS con un equipo Malvern Instruments Zetasizer [5].

Formulación y elaboración de las pinturas

Se formularon pinturas acrílicas de base acuosa según una composición presentada en la Tabla 1 que responde a aquella empleada como pintura control. Las pinturas fueron elaboradas en una dispersora de alta velocidad y las Np agregadas en suspensión acuosa reemplazando, en forma total o parcial, el agua de la composición presentada en la Tabla 1. Se elaboraron dos pinturas de distinta concentración de nanopartículas de Ag (soportada o libre) considerando que todos los iones Ag^+ fueron reducidos durante la obtención: 2,6 y 4,3 mg / 100g de pintura.

Evaluación de la bio-resistencia de las pinturas en placa

Se pintaron portaobjetos de vidrio con 2 capas de las pinturas a ensayar. Transcurridos 15 días de curado, los portaobjetos fueron cortados en piezas de 2,5 x 2,5 cm^2 e irradiados con una lámpara germicida UV Philips de 20 Watts durante 40 minutos de cada lado y dispuestas en placas con medio mineral mínimo agarizado (5g de NaCl, 1g de HK_2PO_4 , 1g de $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$, 1g de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,2g de MgSO_4 , 3g de KNO_3 , 20g de agar y hasta 1000 mL de agua destilada) [6]. Las placas fueron incubadas durante un mes a 28°C. Al término del periodo de incubación se evaluó el grado de crecimiento de la biopelícula fúngica sobre los paneles pintados utilizando la escala de referencia de la norma ASTM D5590 (nulo, escaso (<10%), leve (10–30%), moderado (30–60%), abundante (60–100%) con una calificación de 0, 1, 2, 3 y 4, respectivamente) [6].

Resultados

Caracterización de las NP

En el caso de las NP decoradas pudieron observarse las partículas de TiO_2 de forma cuasi-esférica y en su superficie, con una distribución homogénea, las nanopartículas de Ag de tamaño mucho menor (~15 nm) y forma esférica. En este caso, por DLS sólo puede determinarse el tamaño de las NP de TiO_2 que resultó ser de unos 231 nm de diámetro (Figura 1).

Las NP de Ag, sin soportar, resultaron también esféricas y de un tamaño de 14 nm, determinado por DLS (Figura 2).

Bioensayos sobre sustratos pintados

Los resultados mostraron, luego de 4 semanas de incubación, que las pinturas formuladas con 4,3 mg de nanopartículas/100g de pintura total tuvieron un buen desempeño frente a *C. globosum*, (calificación 1-2 para las decoradas y 1 para las libre) mientras que resultaron menos eficiente frente a *A. Alternata* (3 y 3-4, respectivamente) al igual que las pinturas con la menor concentración de nanopartículas (Figura 3).

Conclusiones

Pueden obtenerse NP de Ag soportadas sobre dióxido de titanio con una homogénea distribución superficial.

Las NP de Ag soportadas o libres pueden incorporarse a la formulación de pinturas acrílicas.

La actividad antifúngica de las NP de Ag es más efectiva frente a *Chaetomium globosum* que a *Alternaria alternata*.

Las pinturas con 4,3 mg de nanopartículas de Ag (decoradas o libres) /100g de pintura total tuvieron un buen desempeño frente a *Chaetomium globosum*.

Referencias

- [1] K. Johns, Surface Coat. Int. B: Coat. Trans. 86 (2003) 101–110.
- [2] J.D. Cooley, W.C. Wong, C.A. Jumper, D.C. Straus, Adv. Appl. Microbiol. 55 (2009) 1–30.
- [3] M. Moritz, M. Geszke-Moritz, Chem. Eng. J. 228 (2013) 596–613.
- [4] W.R. Li, X.B. Xie, Q.S. Shi, S.S. Duan, Y.S. Ouyang, Y.B. Chen, Biometals 24 (2011) 135–141.
- [5] N. Nino-Martínez, G. A. Martínez-Castañón, A. Aragón-Piña, F. Martínez-Gutierrez, J. R. Martínez-Mendoza, F. Ruiz, Nanotechnology 19 (2008) 65711-65719.
- [6] Bellotti N., Salvatore L., Deyá C., del Panno M.T., del Amo B., Romagnoli R., Colloids Surf B, 104 (2013) 140-144.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICPBA), a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), a la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva por el apoyo brindado para llevar a cabo el presente trabajo. Además, agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

Tabla 1: Composición de la pintura en % en volumen

TiO ₂	CaCO ₃ (natural)	CaCO ₃ (precipitado)	Resina acrílica (1:1)	Aditivos	Agua
5,9	19,3	1,6	9,0	4,5	59,7

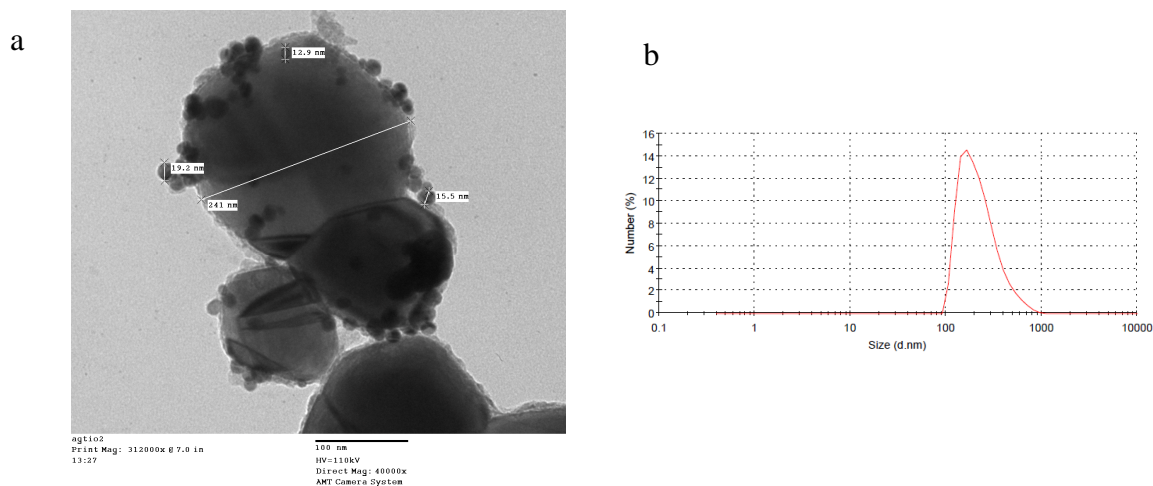


Figura 1: Nanopartículas de TiO_2 decorada con Ag
a: Imagen TEM, b: Distribución de tamaño (DLS)

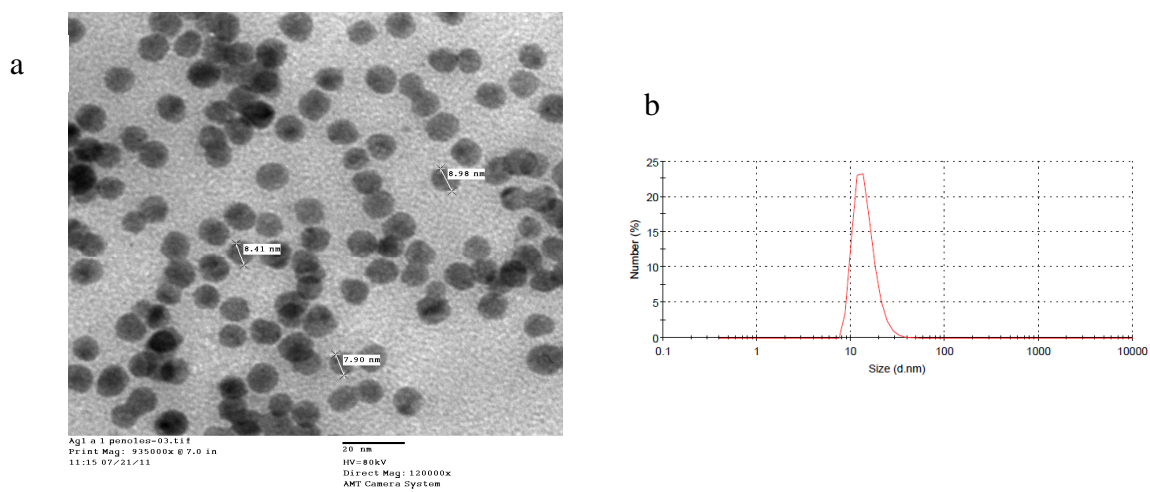


Figura 2: Nanopartículas de Ag
a: Imagen TEM, b: Distribución de tamaño (DLS)

XXXI Congreso Argentino de Química

25 al 28 de Octubre de 2016 Asociación Química Argentina

Sánchez de Bustamante 1749 – Ciudad de Buenos Aires – Argentina

The Journal of The Argentine Chemical Society Vol. 103 (1-2) January – December 2016 ISSN: 1852 -1207

Anales de la Asociación Química Argentina AAQAE 095 - 196

Pinturas	Grado de crecimiento (4 ^o semana)	
	<i>Chaetomium globosum</i>	<i>Alternaria alternata</i>
24 ppm de Ag	4 	4 
40 ppm de Ag	1 	3 
Control sin biocida	4 	4 

Figura 3. Ensayo de biorresistencia con pinturas con Ag



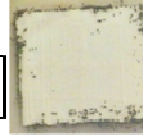



Pinturas	Grado de crecimiento (4 ^o semana)	
	<i>Chaetomium globosum</i>	<i>Alternaria alternata</i>
24 ppm de TiO ₂ con Ag	4 	4 
40 ppm de TiO ₂ con Ag	1-2 	3-4 
Control sin biocida	4 	4 

Figura 4. Ensayo de biorresistencia con pinturas con TiO₂ decoradas con Ag

XXXI Congreso Argentino de Química

25 al 28 de Octubre de 2016 Asociación Química Argentina

Sánchez de Bustamante 1749 – Ciudad de Buenos Aires – Argentina

The Journal of The Argentine Chemical Society Vol. 103 (1-2) January – December 2016 ISSN: 1852 -1207

Anales de la Asociación Química Argentina AAQAE 095 - 196