

RECUBRIMIENTOS ADITIVADOS CON NANOPARTÍCULAS OBTENIDAS POR SÍNTESIS VERDE PARA EL CONTROL DEL BIODETERIORO DE MATERIALES ESTRUCTURALES

Erasmó Gámez-Espinosa ^{(a)*}, Leyanet Barberia-Roque ^(a), Cecilia Deyá ^(a,b) y Natalia Bellotti ^(a,b)

^(a) Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas - CIDEPINT (CIC-CONICET-UNLP), Av. 52 e/ 121 y 122, B1900AYB La Plata, Argentina

^(b) Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina

*e.gamez@cidepint.gov.ar

Introducción

Los hongos filamentosos son microorganismos que causan el deterioro de los materiales estructurales debido a su plasticidad ecológica y funciones vegetativas. Una de las estrategias para controlar este tipo de biodeterioro es la utilización de recubrimientos funcionalizados con sol-gel. A su vez estos recubrimientos, pueden aditivarse con dopantes activos antifúngicos que quedan retenidos en la red de silanos cuando se prepara el gel. Así, nanopartículas metálicas con actividad antifúngica obtenida a través de extractos acuosos de plantas pueden quedar retenidas durante la formación del recubrimiento.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad antifúngica de recubrimiento sol-gel aditivado con nanopartículas de plata para el control del biodeterioro de materiales estructurales.

Materiales y Métodos

La síntesis de nanopartículas se realizó partiendo de una solución acuosa de AgNO_3 10^{-2} M a la cual se adicionó en constante agitación extracto vegetal de *Senna occidentalis* a 60°C por 30 minutos. La suspensión estable fue caracterizada mediante espectroscopia UV-vis, microscopía electrónica de transmisión (TEM) y Difracción de Rayos X [1]. Para la preparación de los recubrimientos, se utilizó 3-Mercaptopropil trimetoxisilano (MTMO) (Sigma-Aldrich, utilizado como se suministra) que se adicionó en dos concentraciones: 0,01 y 0,005 mL/mL. La cantidad de silano correspondiente se añadió en agitación constante a una solución que contenía 0,9 mL/mL de etanol y 0,06 mL/mL de nanopartículas en suspensión, el pH se ajustó previamente a 4 con HNO_3 . También se prepararon recubrimientos en los que se reemplazó el mismo volumen de nanopartículas en suspensión por agua destilada. Después de 1 hora de hidrólisis, se sumergieron ladrillos de $2,5\text{ cm}^2$ en las soluciones durante 90 segundos y se dejaron secar durante 14 días a 25°C . Después de este tiempo, se evaluó la actividad antifúngica del recubrimiento sol-gel. Los recubrimientos fueron caracterizados mediante determinación de adsorción de agua (AA), medida de ángulo de contacto (AC), determinación de tensión superficial (TS), microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopía de energía dispersiva (EDS) [2]. Los ladrillos recubiertos se expusieron frente a *Aspergillus versicolor* MG725821 para evaluar su resistencia antifúngica. Las muestras (recubrimientos sol-gel con y sin nanopartículas) se colocaron en placas de Petri con 10 mL de Agar Mínimo Mineral (MMA). Se utilizaron también ladrillos control sin recubrimientos. Cada ladrillo se inoculó con 50 μl de solución de esporas (10^5 esporas/mL). Las placas de Petri se incubaron a 28°C durante 30 días. El crecimiento fúngico observado en los ladrillos se informó como el porcentaje (%) del área cubierta y se clasificó como 0 (ninguno 0%), 1 (crecimiento en trazas < 10%), 2 (crecimiento ligero 10-30%), 3 (crecimiento moderado 30-60%) y 4 (crecimiento intenso 60-100%) [3]. Al final de la prueba, los ladrillos se observaron mediante (SEM).

Resultados y Discusión

Las nanopartículas sintetizadas (AgNps) mostraron en el espectro UV-vis un pico de absorción máximo entre 400-410 nm correspondiente a la banda plasmónica superficial de plata. Las micrografías TEM mostraron que AgNps tuvieron forma cuasiesféricas con un tamaño promedio de 15,2 nm y la mayor frecuencia de partículas estuvo entre 10-20 nm. En el difractograma de AgNps se observó un número de reflexiones de Bragg con valores en 2θ de 38.03° , 46.13° , 64.47° y 77.42° correspondientes a los planos reticulares (111), (200), (220) y (311) que se indexan para la estructura cúbica centrada en cara de la plata. De forma general, los ladrillos recubiertos adsorbieron agua en el orden de los 0.06 g/cm^2 mientras que los ladrillos sin recubrimiento lo hicieron a 0.18 g/cm^2 . Recubrimientos formulados con MTMO 0.005 mL/mL y MTMO 0.005 mL/mL+AgNps fueron hidrofóbicos con un valor de AC de 107.568° y 115.081° , respectivamente. La TS de todos los recubrimientos con MTMO fue, aproximadamente, de 61.3 dyn/cm . El espectro EDS de la superficie del ladrillo sin recubrimiento muestra elementos como Si, O, Fe, Al y Mg que forman parte de su composición. En el espectro EDS de MTMO 0.01 mL/mL se observa a los 2.30 keV aproximadamente, un pico de S correspondiente al grupo Mercapto, confirmando la presencia de MTMO. Por su parte, el espectro de MTMO 0.01 mL/mL + AgNps muestra un pico de Ag a los 3 keV, con lo que se confirmó la presencia de este elemento en el recubrimiento. El crecimiento de *A. versicolor* sobre el ladrillo sin recubrimiento se clasifica con 4. En este control se observó un micelio aéreo con conidióforos y abundantes conidios libres o asociados a estos. En MTMO 0.005 mL/mL, MTMO 0.01 mL/mL y MTMO 0.01 mL/mL+AgNps el crecimiento se clasifica con 3, donde también se observan estructuras asexuales, pero en menor medida que en el control. El crecimiento de *A. versicolor* sobre MTMO 0.005 mL/mL+AgNps es 2. En este recubrimiento hubo una inhibición parcial de la germinación de esporas, con lo que se desarrolla el micelio vegetativo o reproductivo, pero en menor medida.

Conclusiones

Fue posible la síntesis de AgNps mediante el método empleado y con éstas funcionalizar con actividad antifúngica un recubrimiento sol-gel. Por otro lado, en una siguiente etapa se buscará aumentar la actividad antifúngica del recubrimiento incorporando algunas modificaciones al proceso de obtención.

Referencias

- [1] N. Bellotti, R. Romagnoli, C. Quintero, C. Domínguez-Wong, F. Ruiz, C. Deyá, Nanoparticles as antifungal additives for indoor water borne paints, Prog. Org. Coatings. 86 (2015) 33–40. doi:10.1016/j.porgcoat.2015.03.006.
- [2] K. Koch, W. Barthlott, Superhydrophobic and superhydrophilic plant surfaces: An inspiration for biomimetic materials, Philos. Trans. R. Soc. A Math. Phys. Eng. Sci. 367 (2009) 1487–1509. doi:10.1098/rsta.2009.0022.
- [3] ASTM D5590-00 2010 Standard Test Method for Determining the Resistance of Paint films and Related Coatings to Fungal Defacement by Accelerated Four-Week Agar Plate Assay (West Conshohocken, PA: ASTM International), 2010.