



III Jornadas sobre Tecnología de Recubrimientos

Nuevas tendencias en materiales, superficies e interfaces

La Plata, 24 y 25 de abril de 2025.

RESUMEN

Eficiencia antimicrobiana de recubrimientos con nanopartículas derivadas de taninos para materiales de construcción en ambientes exteriores

E. Gámez-Espinosa^{(a)*}, C. Deyá^(a,b), N. Bellotti^(a,c)

^(a)Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas y Recubrimientos (CIDEPINT),
CIC-CONICET- Facultad de Ingeniería-UNLP, Argentina

^(b)Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Plata, Argentina

^(c)Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata, Argentina

*Autor de correspondencia: e.gamez@cidepint.ing.unlp.edu.ar

El biodeterioro de materiales de construcción es un problema crítico que afecta su integridad y aumenta los costos de mantenimiento. La colonización microbiana deteriora estos materiales expuestos a la intemperie, comprometiendo su funcionalidad y reduciendo su vida útil (Chen et al., 2025). Para abordar esta problemática, los recubrimientos aditivados con nanomateriales de origen sustentable han demostrado ser una alternativa eficaz y respetuosa con el ambiente. En este estudio se evaluó el desempeño de recubrimientos con nanopartículas obtenidas por síntesis verde a partir de taninos, analizando su eficacia antimicrobiana tras 2,5 años de exposición en ambientes exteriores.

Para este estudio fueron preparadas tres pinturas al agua en un dispersor de alta velocidad. La pintura sin biocidas se utilizó como control (P1), mientras que las pinturas funcionalizadas con el biocida en estudio se etiquetaron como PQ (15 mg/100g) y PR (5 mg/100g). El biocida verde utilizado en la formulación de pinturas consistió en nanopartículas de plata (AgNPs) sintetizadas a partir de tanino de *Schinopsis balansae* (500ppm) y solución acuosa de AgNO₃ (0,01M), que fue obtenido y caracterizado previamente por Gámez-Espinosa et al. (2023). Las pinturas fueron caracterizadas mediante su poder cubriente (ASTM D344), tiempo de secado (ASTM D1640), grado de dispersión (Hegman) y resistencia al frote húmedo (IRAM 1109-B15). Los recubrimientos fueron aplicados sobre materiales cerámicos y expuestos a la intemperie en la estación



experimental del CIDEPINT durante 2,5 años. La resistencia al biodeterioro se determinó según ASTM D5590, complementándose con análisis mediante SEM-EDS, FTIR, cambios en brillo y color y medición de ángulos de contacto. Para evaluar los efectos del tipo de recubrimiento y el tiempo de exposición, se realizó un ANOVA de dos vías, seguido de la prueba de Tukey para comparaciones múltiples cuando se observaron interacciones significativas. Además, se creó un gráfico de pares para explorar los datos meteorológicos. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo en RStudio 2024.12.1 Build 563® utilizando las funciones aov y TukeyHSD de base R, y los gráficos se generaron con ggplot2.

Las pinturas cumplieron con los estándares de rendimiento, con PQ mostrando mejor dispersión (30-40 μm) y estabilidad química respecto a P1. Tras 2,5 años de exposición, PQ presentó una reducción significativa en la colonización microbiana (ASTM D5590, calificación 1) en comparación con P1 (calificación 4). PR mostró un desempeño intermedio (calificación 2), evidenciando que una concentración de nanopartículas de 15 mg/100g mejora la actividad antimicrobiana (Figura 1). El análisis FTIR mostró que PQ presentó una mayor estabilidad química a lo largo del tiempo, con una menor degradación de los grupos funcionales característicos de la resina, lo que sugiere una mayor resistencia al ataque microbiano y a la intemperie. El análisis SEM-EDS reveló diferencias en la composición superficial de las muestras, con una mayor retención de material orgánico en P1 debido a la formación de *biofilms*, mientras que PQ mostró una superficie con menor colonización microbiana. El análisis estadístico de brillo no mostró cambios significativos con el tiempo, pero el color sí evidenció una interacción significativa entre tiempo y tipo de recubrimiento (ANOVA, $p=0.0294$), indicando que la estabilidad del color depende del tipo de formulación utilizada. Además, la medición de ángulos de contacto reveló que todas las muestras experimentaron un aumento de la hidrofiliidad tras la exposición prolongada, lo que sugiere modificaciones en la humectabilidad de la superficie debido a factores ambientales. El análisis de datos meteorológicos indicó que la humedad y las precipitaciones tuvieron una correlación positiva con el crecimiento microbiano en P1, mientras que en PQ este efecto fue minimizado, sugiriendo que la presencia de nanopartículas proporciona una protección adicional frente a condiciones ambientales adversas.

La incorporación de nanopartículas derivadas de taninos en recubrimientos acuosos mejora su resistencia al biodeterioro y estabilidad química sin comprometer sus propiedades físicas. Estos hallazgos resaltan el potencial de los nanomateriales verdes como aditivos sostenibles para prolongar la vida útil de materiales de construcción en exteriores, reduciendo costos de mantenimiento y promoviendo soluciones ecológicas en la industria de recubrimientos.

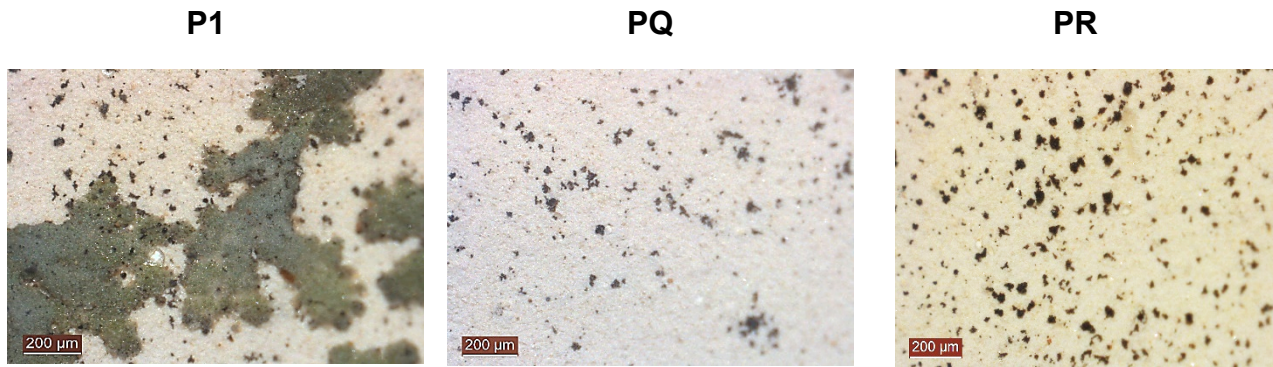


Figura 1. Estereofotografías de las muestras expuestas a la intemperie a los 2,5 años. La barra de 200 µm corresponde con aumento de 80x.

Palabras clave: recubrimientos antimicrobianos, nanomateriales, durabilidad, biodeterioro, materiales de construcción.

Modalidad: PÓSTER

Referencias

Chen, H., Cao, Y., Wang, C., Tie, F., Dong, W., Camaiti, M. y Baglioni, P. (2025). Superhydrophobic surfaces for the sustainable maintenance of building materials and stone-built heritage: The challenges, opportunities and perspectives. *Advances in Colloid and Interface Science*, 335(103343), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2024.103343>

Gámez-Espinosa, E., Deyá, C., Cabello, M. y Bellotti, N. (2023). Control of fungal deterioration of ceramic materials by green nanoadditives-based coatings. *Nano-Structures & Nano-Objects*, 36(101069), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.nanoso.2023.101069>