

# NANOMATERIALES MULTIFUNCIONALES BIOCIDAS Y SUPERHIDROFÓBICOS PARA SU USO EN TEXTILES ANTIMICROBIANOS Y ANTI-MANCHAS

Zarzuela. R.

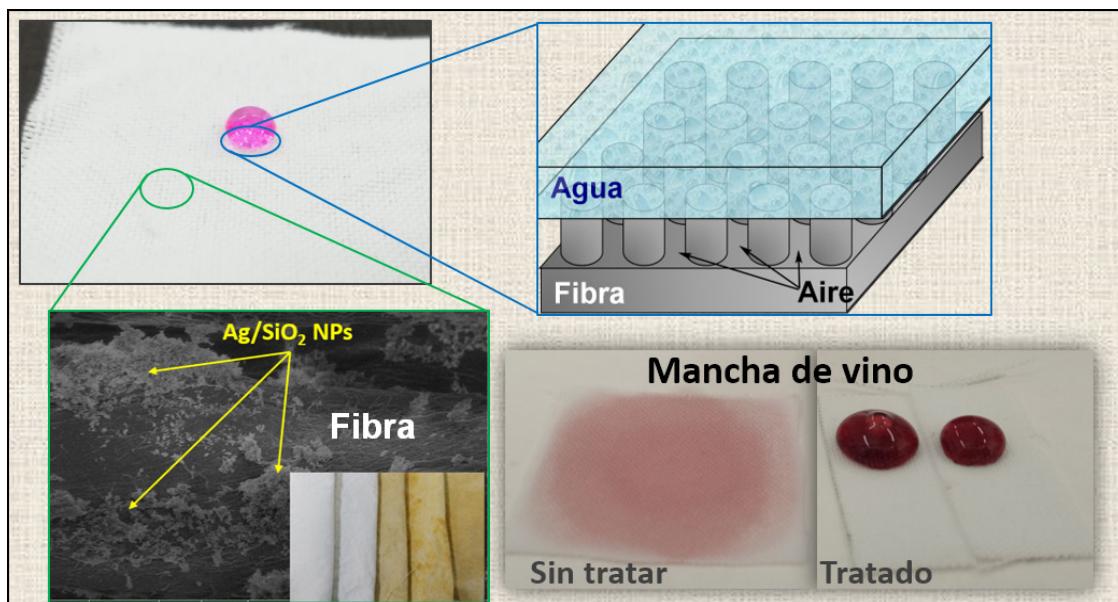
Departamento de Química y Física, Instituto IMEYMAT, Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz.

Las enfermedades infecciosas transmitidas por bacterias, virus y hongos suponen en la actualidad una de las principales causas de hospitalizaciones y muertes a nivel global, alcanzando cifras de defunciones globales anuales<sup>1</sup> superiores a los 6,8 millones. Este problema se hace especialmente visible para la sociedad ante alertas sanitarias como la reciente pandemia causada por el SARS-CoV-2 o la aparición de bacterias resistentes a antibióticos<sup>2</sup>. Aunque el desarrollo de vacunas, terapias y técnicas de diagnóstico suponen sin duda la vía más efectiva para combatir sus efectos, la adopción de estrategias de prevención apropiadas (limpieza, medidas sociales, higiene personal, equipos de protección...) permite reducir su impacto sobre el sistema sanitario y los recursos médicos disponibles.

Una de las estrategias de prevención posibles consiste en el desarrollo de materiales con superficies antimicrobianas, las cuales pueden actuar ya sea por su contenido en agentes activos o por vía pasiva, reduciendo la adhesión celular o la acumulación de agua y manchas que favorecen el desarrollo de bacterias. La aplicación de dichos materiales en artículos cuyo uso implica un contacto directo (equipos de protección, prendas, ropa de cama...) puede contribuir a limitar esta vía de transmisión y a facilitar su desinfección.

Mediante el uso de nanomateriales, es posible producir tratamientos multifuncionales para textiles que combinen el uso de un agente activo biocida de amplio espectro (partículas de plata o cobre) con una superficie superhidrofóbica con alta repelencia al agua y las manchas. Para ello, se realiza la modificación de nano-silice, un material inerte, con un agente de acoplamiento que permite inmovilizar el biocida sobre su superficie. La combinación de estas partículas con un producto impermeabilizante convencional permite crear una superficie nano-rugosa, necesaria para obtener el efecto superhidrofóbico (estado de Cassie-Baxter).

Los textiles tratados con los productos desarrollados presentan ángulos de contacto de las gotas de agua superiores a 145° y se requiere una inclinación menor a 5° para que éstas rueden sobre la superficie. Así mismo, el tratamiento reduce la intensidad del color de las manchas de vino en más de un 90% y mantiene su eficacia tras el lavado. El uso de nanopartículas de plata como agente activo permite una eliminación eficaz de múltiples tipos de microorganismo con dosis inferiores a los 20 mg/m<sup>2</sup> de tela. Los ensayos de crecimiento acelerado sobre los textiles muestran reducciones de crecimiento del 80-95% frente a levaduras y hongos tras 24 horas de incubación, frente



**Figura 1.** (Sup. Izq.) Comportamiento superhidrofóbico de una gota de agua teñida depositada sobre una tela de poliéster tratada con el recubrimiento. (Sup. Der.) Representación esquemática del estado de Cassie-Baxter responsable de la hidro-repelencia. (Inf. izq.) Micrografía mostrando la rugosidad del recubrimiento. (Inf. Der.) Efecto anti-manchas de los textiles tratados.

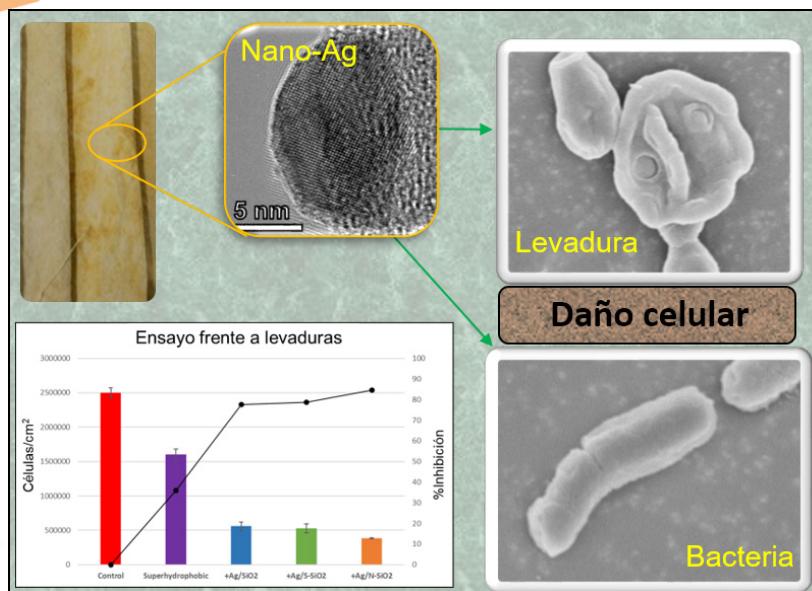
## La naturaleza “blanda” de los estos materiales motiva la necesidad de explorar varias técnicas para la obtención de muestras de material transparente a los electrones

a la reducción menor del 40% del tratamiento sin agente activo biocida. Tal y como se observa en las imágenes de microscopía SEM, las partículas de plata inactivan a los microorganismos tras causarles malformaciones y rotura de su pared celular, además de perturbar sus funciones básicas.

En base a los resultados obtenidos, se está trabajando en la optimización de estos tratamientos para aumentar su durabilidad y eficacia, además del uso de biocidas de origen natural.

1. Roth, G. A. et al. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 392, 1736–1788 (2018).

2. Frieden, T. CDC. Antibiotic Resistance Threats in the United States, 2019. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, CDC; 2019. Centers for Disease Control and Prevention 114 (2013) doi:CS239559-B.



**Figura 2.** (Sup. izq.) Estructura y tamaño del agente activo biocida (nano-Ag) incorporado al revestimiento. (Inf. Izq.) Resultados de adhesión y %Inhibición de la levadura *S. cerevisiae* tras 24 horas en contacto con los textiles tratados y sin tratar. (Der.) Efectos del agente biocida sobre la integridad y morfología de bacteria (*B. subtilis*) y levaduras (*S. cerevisiae*).



El Dr. Rafael Zarzuela es licenciado en Química por la Universidad de Cádiz y se doctoró en el programa de Nanociencia y Tecnología de Materiales de la Universidad de Cádiz en 2018, con un perfil multidisciplinar especializado en el desarrollo de nanomateriales antimicrobianos e hidrofóbicos para materiales de construcción. Desde entonces, trabaja como investigador en el grupo TEP-243 asociado al proyecto europeo H2020 InnovaConcrete, así como a proyectos de convocatorias I+D+i nacionales (SMARTerials) y regionales (STONEXT).