

Síntesis de materiales con actividades antibacterianas obtenidos a partir de residuos arcillosos de sedimentos de playas de Málaga

Marta Domínguez-Maqueda (1), Salima Essih (1), Francisco Franco-Duro (1*), Juan Antonio Cecilia-Buenestado (1), Laura Pardo-Canales (1), Miguel Ángel Moriñigo (2), Gustavo Calero (3), Miguel Méndez Pozo (4)

(1) Departamento de Química Inorgánica, Cristalografía y Mineralogía. Universidad de Málaga, 29017, Málaga (España)

(2) Departamento de Microbiología. Universidad de Málaga, 29017, Málaga (España)

(3) Aguas de Torremolinos, 29620, Torremolinos (España)

(4) Área de Playas. Ayuntamiento de Málaga, 29016, Málaga (España)

* corresponding-author: f franco@uma.es

Palabras Clave: arcillas, metales de transición, inhibición bacteriana **Key Words:** clays, transition metals, bacterial inhibition

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Málaga las cuencas post-orogénicas en la franja litoral y áreas deprimidas relacionadas con la formación de la cuenca de Alborán se encuentran rodeadas de altos relieves que suministran material detrítico (Guerra-Merchán y Serrano, 2004). Mayoritariamente los sedimentos que forman las playas de Málaga proceden exclusivamente de los aportes continentales proporcionados por los ríos y arroyos que recorren las sierras cercanas de la Almijara y los Montes de Málaga. Sin embargo, durante los periodos de sequía que vivimos en estos últimos años, estos aportes continentales son reducidos notablemente. Otra cuestión que debemos tener en cuenta es que la mayoría de las playas que tenemos en la provincia de Málaga están orientadas hacia Levante, por lo que sufren el impacto directo de la energía de las olas de los temporales de Levante. Desde noviembre del 2021 hasta abril del 2022 se ha producido una reiteración de temporales de Levante que ha provocado que muchas de las playas del litoral malagueño hayan perdido grandes cantidades de arena en los primeros temporales y han afrontado los siguientes temporales, previos a Semana Santa de 2022, ya muy debilitadas, mientras que otras playas, en cambio, han recibido el aporte de los sedimentos que algunas perdían.



Fig 1. a: polvo mineral presente en las arenas de las playas, b: polvo mineral formando parte de espumas flotantes.

Es una práctica común la de regenerar las playas con sedimentos recogidos del cauce de los ríos en yacimientos de concentración mecánica. En este procedimiento los sedimentos son cribados antes de su depósito final en la playa retirando la grava más gruesa y depositando la gravilla, la arena junto a la fracción limo y arcilla. De esta forma, una playa regenerada antrópicamente, como tiene un sedimento que no ha sido lavado previamente por el mar, contiene una mayor proporción de limos y arcillas (Fig. 1a) que son retiradas por la acción del oleaje formando espumas de naturaleza mineral que quedan flotando en las aguas de baño (Fig. 1b) y que generan un impacto visual importante.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El material recogido para realizar el estudio es un polvo mineral extraído de los sedimentos de la playa de San Andrés (Málaga), con la ayuda de un tamiz de acero inoxidable de 200x50mm y luz de malla 0.20 μm (Filtro, España). Los estudios mediante difracción de rayos X nos permitieron hacer un análisis cualitativo de las fases minerales presentes y realizar una estimación semicuantitativa obtenida mediante el método RIR (Reference Intensity Ratio) (Visser & de Wolf, 1964). Estos análisis nos indican que las fases minerales mayoritarias en las arenas estudiadas son el cuarzo y la illita. Las fases minerales presentes en contenidos intermedios son plagioclasa, caolinita y clorita y las fases mineralógicas que están presentes en menores cantidades corresponden a las fases carbonatadas calcita y dolomita.

Para mejorar las propiedades antimicrobianas estos sedimentos fueron molidos a diferentes tiempos de molienda (0, 15, 25 y 50 min) y dopados con los siguientes metales: plata (Ag), hierro (Fe), cobre (Cu) y zinc (Zn), a una concentración de 0.8 nmol/gramo. La Tabla 1 muestra el efecto antibacteriano de los materiales obtenidos con sedimentos tratados con molienda durante 50 minutos, que son los que presentan un mayor efecto de inhibición. La arena sin dopaje no muestra efecto antibacteriano. Los materiales dopados con Ag inhiben el crecimiento de todos los microorganismos estudiados. *E. coli* es inhibido a concentraciones de 1, 10 y 100 mg/ml, observando halos de 8, 9 y 11 mm de diámetro, respectivamente. Por otro lado, *Salmonella sp.* presenta halos en concentraciones de 10 y 100 mg/ml, con halos de 8 y 10 mm de media. *S. aureus* y *P. aeruginosa* sólo son inhibidos a la máxima concentración estudiada (Tabla 1). En cuanto a los materiales dopados con Cu y Zn presentan capacidades inferiores para inhibir el crecimiento bacteriano. Por último, los materiales dopados con Fe no producen inhibición observable.

Tabla 1. Efecto antibacteriano que ejercen los residuos arcillosos de arena de playa natural y dopada con metales sobre distintos microorganismos patógenos.

| Materiales (50 min molienda) | Microorganismos patógenos | | | | |
|---------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|------------------|----------------------|
| | Concentración (mg/ml) | <i>E. coli</i> | <i>Salmonella sp.</i> | <i>S. aureus</i> | <i>P. aeruginosa</i> |
| Arena | 0.1 | ND | ND | ND | ND |
| | 1 | ND | ND | ND | ND |
| | 10 | ND | ND | ND | ND |
| | 100 | ND | ND | ND | ND |
| Arena - Plata (Ag) | 0.1 | ND | ND | ND | ND |
| | 1 | 8 ± 0.1 | ND | ND | ND |
| | 10 | 9 ± 0.2 | 8 ± 0.12 | ND | ND |
| | 100 | 11 ± 0.14 | 10 ± 0.2 | 9 ± 0.24 | 10 ± 0.1 |
| Arena - Cobre (Cu) | 0.1 | ND | ND | ND | ND |
| | 1 | ND | ND | ND | ND |
| | 10 | ND | ND | ND | 23 ± 0.19 |
| | 100 | ND | ND | 15 ± 0.14 | 26 ± 0.1 |
| Arena - Zinc (Zn) | 0.1 | ND | ND | ND | ND |
| | 1 | ND | ND | ND | ND |
| | 10 | ND | ND | ND | 13 ± 0.2 |
| | 100 | ND | ND | ND | 15 ± 0.26 |
| Arena - Hierro (Fe) | 0.1 | ND | ND | ND | ND |
| | 1 | ND | ND | ND | ND |
| | 10 | ND | ND | ND | ND |
| | 100 | ND | ND | ND | ND |

Los resultados se expresan como las medias de los halos (media \pm sd)

ND: no se detecta inhibición

REFERENCIAS

- Guerra-Merchán, A. & Serrano, F. (2004): Geología Regional. El territorio de la provincia de Málaga en el ámbito de la cordillera Bética.
- Visser, J.W. & de Wolff, P.M. (1964): T.N.O. Absolute Intensities e Outline of a Recommended Practice, Report 641.109. Technisch Physische Dienst, Delft, Netherlands.