

III Jornadas sobre Tecnología de Recubrimientos

Nuevas tendencias en materiales, superficies e interfaces

La Plata, 24 y 25 de abril de 2025.

RESUMEN

Control difusional vía doble encapsulación de sustancias biocidas ecológicas

S. Marino^{(a)*}, F. Pardini^(a), A. Polcowñuk Iriarte^(a), S. Moreno^(b), C. Bertoli^(b), A. Pereyra^(a,c)

^(a)Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Materiales (CITEMA), Universidad Tecnológica Nacional-CICPBA, Argentina

^(b)Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), CNEA-CONICET-Centro Atómico Bariloche, Argentina

*Autor de correspondencia: smarino315@gmail.com

Introducción

Los compuestos monoterpénicos derivados de los aceites esenciales, tales como el timol y el mentol, son de gran valor en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética debido a sus propiedades antisépticas, antibacterianas y antifúngicas. Sin embargo, su aplicación se ve limitada por la alta volatilidad y sensibilidad a la temperatura que presentan. La encapsulación de estos compuestos en materiales adecuados podría superar estas limitaciones y ampliar su aplicabilidad.

En este trabajo se utilizó la técnica de electropulverización (Pardini et al., 2023) para sintetizar microcápsulas de poli (ϵ -caprolactona) (PCL) que contuvieran timol o mentol encapsulado en los canales nanométricos de una MCM-41. Se estudió la influencia de la técnica de encapsulación en la morfología, el tamaño de partícula y las interacciones químicas a través de técnicas espectroscópicas (FTIR) y de microscopía (HRTEM y FIB-SEM).

Materiales y métodos

Se sintetizó MCM-41 mediante el método sol-gel utilizando TEOS y bromuro de cetiltrimetilamonio como agente director de la estructura. La eliminación del tensioactivo se realizó en un tratamiento térmico moderado con el fin de conservar la reactividad del material. La impregnación de timol y mentol en la MCM-41 se realizó utilizando etanol absoluto como solvente. Las microcápsulas se realizaron por el método de electro pulverización simple. Se encapsuló timol o mentol solo y estabilizado en MCM-41.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirlGual 4.0 internacional](#)

La MCM-41 fue caracterizada por HRTEM en un microscopio Tecnai F20 G² operado a 200 kV. Los materiales fueron caracterizados por Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier-Reflectancia Total Atenuada (FTIR-ATR) en un equipo Shimadzu modelo IRAffinity-1. Las imágenes de microscopía electrónica de barrido (SEM) de las microcápsulas se adquirieron en un microscopio Zeiss Cross Beam 340 operado a 2 kV. Se obtuvo una sección transversal de la microcápsula mediante FIB-SEM.

Resultados y discusión

La MCM-41 fue caracterizada por HRTEM, y mostró partículas esféricas con canales radiales y una distancia interporo de 4,6 nm (Figura 1a). La caracterización por FTIR-ATR antes y después de la impregnación reveló que las bandas características de timol y mentol se mantienen presentes después del proceso de encapsulación, indicando una buena retención de los compuestos.

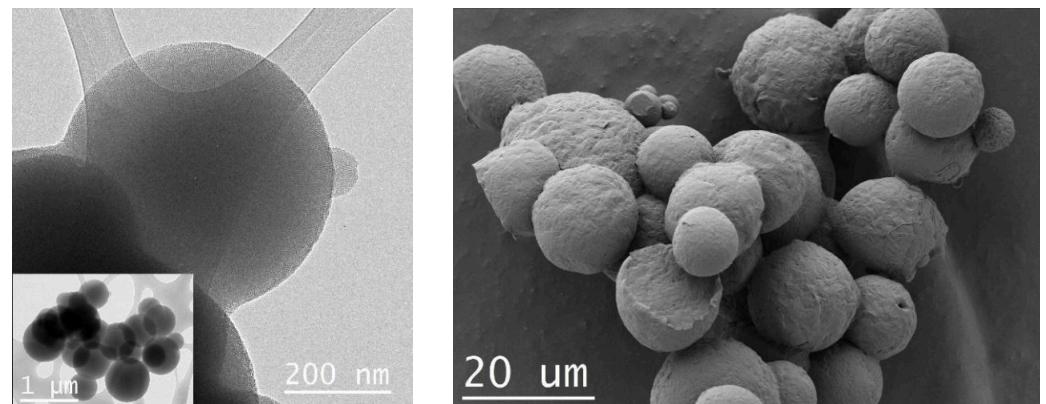
El mentol y el timol fueron encapsulados de manera efectiva en cápsulas de PLC de alrededor de 10 micrones de diámetro (Figura 1b). Sin embargo, la elevada interacción entre el timol y la PLC produjo la destrucción de la cápsula. Al estabilizar los monoterpenos en MCM-41 se obtuvieron cápsulas estables de mentol o timol-MCM-41-PLC (Figura 1c). En la Fig.1d se muestran los mapas elementales correspondientes al Si y el O de la MCM-41, corroborando la presencia del material dentro de la cápsula.

Conclusiones

Los resultados preliminares indican que la MCM-41 es efectiva para la encapsulación de timol y mentol, proporcionando la estabilización de estos compuestos.

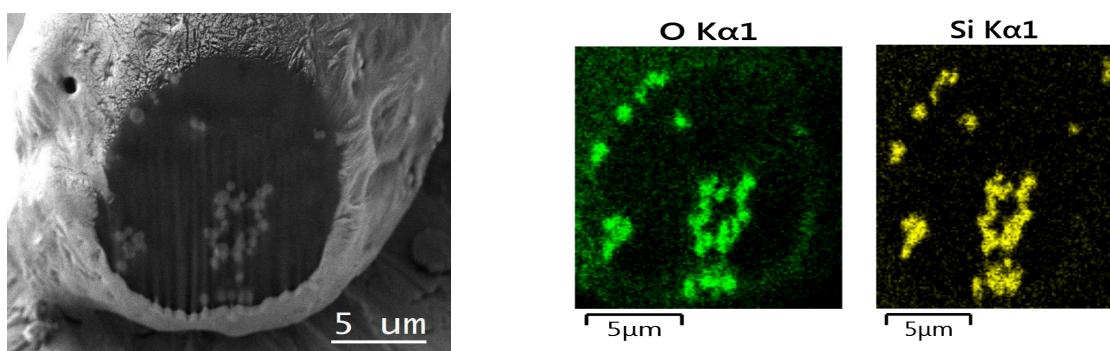
La técnica de doble encapsulación propuesta contribuye a otorgar dos beneficios en paralelo. Por un lado permitiría una liberación dosificada y de mayor duración de las sustancias activas y además propone una metodología para la encapsulación y estabilización de sustancias que posean una elevada interacción química con el polímero evitando cambios en la morfología del polímero, que a su vez pueden afectar a las propiedades difusionales, aspectos clave para la aplicación tecnológica del material.

Este enfoque podría no sólo ampliar las aplicaciones de los compuestos biocidas volátiles, sino también ofrecer soluciones innovadoras para mejorar y prolongar la resistencia bacteriana de varios productos.



(a)

(b)



(c)

(d)

Figura 1. (a) MCM-41; (b) Microcápsulas con mentol; (c) Doble encapsulación timol-MCM-41-PLC; (d) Mapas elementales de O y Si en la región del corte en (c).

Palabras clave: doble encapsulación, MCM-41, cápsulas de poli (ϵ -caprolactona), timol, mentol.

Modalidad: PÓSTER

Referencias

Pardini, F. M., Faccia, P. A., Amalvy, J. I., Gonzalez, A. e Irusta, L. (2023). Microencapsulation of essential oils by single and coaxial electrospraying in poly ϵ -caprolactone microcapsules: characterization and oil release behavior. *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*, 73(10), 875–884. <https://doi.org/10.1080/00914037.2023.2222332>