

Materiales mesoporosos nanoestructurados empleando cáscara de arroz como fuente de silicio para la remoción de contaminantes emergentes

Paola M. Carraro,¹ Tamara B. Benzaquén,¹ Sofia Raviolo,² • Marcos I. Oliva,^{3,4} Griselda A. Eimer¹

¹ CITEQ - CONICET - UTN, Córdoba, Argentina.

² Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC

³ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG) - CONICET - Córdoba, Argentina.

⁴ Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, Grupo Ciencia de Materiales, Córdoba Argentina

Actualmente, los problemas ambientales han promovido el diseño de nuevos materiales más eficientes y amigables con el medio ambiente para ser utilizados en diversas aplicaciones. Un importante interés de los investigadores ha sido la posibilidad de desarrollar nuevos materiales seguros, no tóxicos y ambientalmente sostenibles, utilizando desechos y procesos más respetuosos con el medio ambiente, reduciendo el impacto ambiental que producimos en nuestro planeta. Recientemente, gran parte de las investigaciones se ha centrado en el uso eficiente de la biomasa para producir materiales y productos de valor añadido, teniendo en cuenta los aspectos tecnológicos, científicos, económicos y ambientales. Los residuos de cultivos son uno de los mayores recursos de biomasa a nivel mundial. Entre los diferentes residuos agrícolas, la cáscara de arroz (RH) es una biomasa de desecho abundante y disponible en el mundo. Estos desechos suelen quemarse para recuperar energía, produciendo cenizas de cáscara de arroz o se descartan sin más, lo que causa grandes problemas ambientales para su eliminación. Así, la ceniza de cascarilla de arroz (RHA) contiene más del 80 % en peso de sílice. Entre los diferentes materiales silíceos se encuentran los tamices moleculares mesoporosos del tipo MCM-41, que se han aplicado como soporte de diversas especies activas catalíticas debido a sus elevadas áreas específicas y volúmenes de poro. Las fuentes de sílice más utilizadas para la síntesis de estos materiales son alcóxidos metálicos como el tetraetilortosilicato (TEOS), el tetrametoxisilano (TMOS) y el hidróxido de tetrametilamonio (TMAOH), los cuales son relativamente caros y tienen efectos tóxicos. Así, la cáscara de arroz aparece como una fuente natural alternativa, ecológica, no tóxica y de bajo costo para sustituir a los precursores de sílice comerciales. Por otro lado, la prevención de los riesgos para la salud y el medio ambiente por la exposición a los llamados Contaminantes Emergentes (CE), supone hoy en día un auténtico reto. Entre ellos podemos encontrar a los denominados Disruptores Endócrinos (DEs). Estos están asociados desde hace varios años con la aparición de infertilidad, comportamiento sexual alterado, alteración de la función tiroidea, aumento de la incidencia de ciertos tipos de cáncer, entre otros. En este contexto, los Procesos Avanzados de Oxidación (PAOs) aparecen como una alternativa de degradación muy prometedora. En particular las reacciones de Fotocatálisis y foto-Fenton Heterogéneas son bien conocidas por su capacidad para degradar compuestos orgánicos recalcitrantes en agua. En este trabajo se sintetizaron materiales mesoporosos del tipo MCM-41 utilizando una fuente natural, no tóxica y barata de sílice a partir de la cáscara de arroz. Los soportes de sílice se modificaron con varias cargas de Fe por el método de impregnación húmeda y se analizaron físico-químicamente mediante una caracterización multitécnica. Estos materiales mesoestructurados se probaron con éxito en la degradación de ATZ, BPA y PCT en medio acuoso, mediante el proceso de foto-Fenton heterogéneo. Todos los sólidos mostraron buena regularidad estructural conservando la estructura mesoporosa luego de la incorporación del metal. La menor carga de hierro permitió un mayor porcentaje de iones aislados Fe³⁺ fuertemente ligados a la superficie mesoporosa. Mientras tanto, se observó una mayor proporción de especies de óxido de hierro de mayor tamaño para las muestras con cargas metálicas más altas. Así, los resultados obtenidos mostraron que la mayor eficiencia fotocatalítica es consistente con la mayor presencia de iones aislados Fe³⁺ (sitios accesibles y activos para la reacción) fuertemente ligados a la superficie mesoporosa. Así, se encontró un material económicamente atractivo con un excelente rendimiento en el proceso foto-Fenton para la degradación de tres importantes contaminantes emergentes como son la atrazina, el Bisfenol A y el paracetamol.