

Aplicación de nanopartículas híbridas magnéticas funcionalizadas con ácido tánico en la extracción y preconcentración multielemental en drenajes ácidos de mina

Puelles, Tomás¹; Murúa, Cristian²; Vera, Juan³; Vera, José⁴; Maratta, Ariel⁵

¹ Laboratorio de Nanotecnología, Instituto de Investigaciones Mineras, F.I - U.N.S.J., San Juan, Argentina

cmurua@unsj.edu.ar

Área temática: G. Aplicaciones de nanomateriales en ambiente, energía, agro, alimentos y catálisis

El drenaje ácido de mina (DAM) constituye una de las manifestaciones más críticas del impacto ambiental asociado a la minería metalífera, debido a su elevada acidez y a la presencia simultánea de metales y otros elementos disueltos. La complejidad química de esta matriz dificulta su tratamiento mediante esquemas convencionales y vuelve necesaria la incorporación de estrategias más selectivas, eficientes y sostenibles. En ese marco, la nanotecnología ofrece herramientas de alto interés, particularmente a través de nanomateriales magnéticos funcionalizados, capaces de combinar gran área superficial, reactividad química y separación rápida mediante campo magnético. En el presente estudio se emplearon nanopartículas híbridas magnéticas funcionalizadas con ácido tánico para la extracción y preconcentración simultánea de especies metálicas presentes en muestras reales de DAM. El nanomaterial se obtuvo a partir de nanotubos de carbono de pared múltiple oxidados, sobre los cuales se depositaron óxidos de hierro por coprecipitación, seguidos de una etapa de funcionalización con ácido tánico, a fin de incorporar grupos fenólicos con elevada afinidad por cationes metálicos en medio ácido. La caracterización del sistema sintetizado se realizó mediante microscopía electrónica de barrido con microanálisis EDS, difracción de rayos X y espectroscopía FTIR, permitiendo corroborar la morfología del material, su composición elemental, la fase cristalina y la modificación química superficial. La performance del nanosorbente se evaluó mediante extracción en fase sólida dispersiva asistida por ultrasonido y posterior separación por magnetoforesis. Las variables operativas más relevantes, entre ellas pH, masa de sorbente, tiempo de extracción y condiciones de elución, fueron optimizadas mediante diseño experimental multivariado. Bajo las condiciones establecidas, el sistema permitió la extracción y preconcentración simultánea de Cu, Fe, Zn, Ba, Pb y As, sin requerir digestión ni neutralización previa de la muestra. Se obtuvo un factor de preconcentración de 100, una eficiencia de retención superior al 95 % y recuperaciones entre 85 y 108 %. En conjunto, estos resultados posicionan a este nanomaterial como una alternativa nanotecnológica promisoría para la remediación y valorización de efluentes mineros complejos.