

Avances recientes en los electrodos de fosfatos de vanadio para las baterías de iones de sodio

P. Lavela, R. Alcántara, C. Pérez Vicente, G. F. Ortiz, M. Cabello, S. Rubio, A. Medina, R. Klee, A. Criado, J. L. Tirado,

Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química, Instituto Universitario de Investigación en Química Fina y Nanoquímica (IUNAN), grupo PAIDI FQM288 Química y Electroquímica de Materiales Inorgánicos (QUEMI), Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, Edificio Marie Curie, E-14071 Córdoba, España.

A pesar del éxito reconocido universalmente de las baterías de iones de litio, que culminó con la concesión del premio Nobel de Química a los profesores Whittingham, Goodenough y Yoshino en 2019 [1], estos sistemas de almacenamiento de energía se enfrentan a retos cada vez más difíciles de superar. Entre ellos, la sostenibilidad de muchos de los elementos que habitualmente los constituyen, o los problemas de seguridad. Esto ha llevado a muchos investigadores a reconocer la necesidad de encontrar sistemas alternativos que sustituyan al litio en aplicaciones donde las ventajas de ser el elemento más ligero y de potencial estándar más reductor no sean imperativas. Así, la demanda cada vez más insaciable de baterías para el almacenamiento de energía de fuentes renovables o redes de distribución de electricidad, donde es menos importante su tamaño o peso, permiten el uso de sistemas alternativos y sostenibles como son las baterías de iones de sodio. Entre los distintos componentes de las baterías de iones de sodio que se están desarrollando a escala tanto de laboratorio como industrial, los cátodos son de particular interés para alcanzar densidades de energía y número de ciclos aceptables. Junto a óxidos laminares y análogos de sales de Prusia, destacan los fosfatos de vanadio y sodio con estructural relacionada con el NASICON. En particular el compuesto $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ (NVP) presenta una química y electroquímica de estado sólido especialmente atractiva a estos efectos. Así, permite utilizar distintas regiones de potencial frente al sodio metal, mediante la inserción-desinserción de hasta cinco sodios por unidad $\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$.

La mejora de este material inorgánico se ha abordado desde múltiples aproximaciones, incluyendo modificaciones texturales, aditivos de carbono, recubrimientos, cambios en las relaciones estequiométricas, y sustituciones parciales del vanadio en su composición. En particular, las sustituciones por Al, Cr, Fe y Mn, permiten explorar nuevas regiones de potencial y/o modificar la estabilidad durante el ciclado o la respuesta cinética. En esta presentación, se discuten los avances conseguidos hasta la fecha en este campo [2, 3], así como los resultados más recientes obtenidos mediante sustitución doble de vanadio por pares tales como Al y Cr [4] ó Cr y Mn [5].

Referencias

- [1] J.L. Tirado. Premio Nobel de Química, 2019. *An. Quím.* **2019**, 115, 439-450.
 [2] S. Rubio, R. Liu, X. Liu, P. Lavela, J.L. Tirado, Q. Li, Z. Liang, G.F. Ortiz, Y. Yang, *J. Mater. Chem. A*, **2019**, 7, 18081-18091.
 [3] A. Criado, P. Lavela, J.L. Tirado, C. Pérez-Vicente, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2020**, 12, 21651–21666.
 [4] P. Lavela, R. Klee, J.L. Tirado, *Sustain. Energ. Fuels* **2021**, 5, 4095.
 [5] P. Lavela, R. Klee, J.L. Tirado, *J. Power Sources* **2021**, 495, 229811.