

Electrodos carbonosos obtenidos a partir de residuo de cáñamo y mediante activación química para su aplicación en baterías de iones de sodio.

Daniel Antorán, Darío Alvira, Joan J. Manyà

Grupo de Procesos Termoquímicos (GPT) - Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A).

Escuela Politécnica Superior, Universidad de Zaragoza, Huesca, España. dantorán@unizar.es

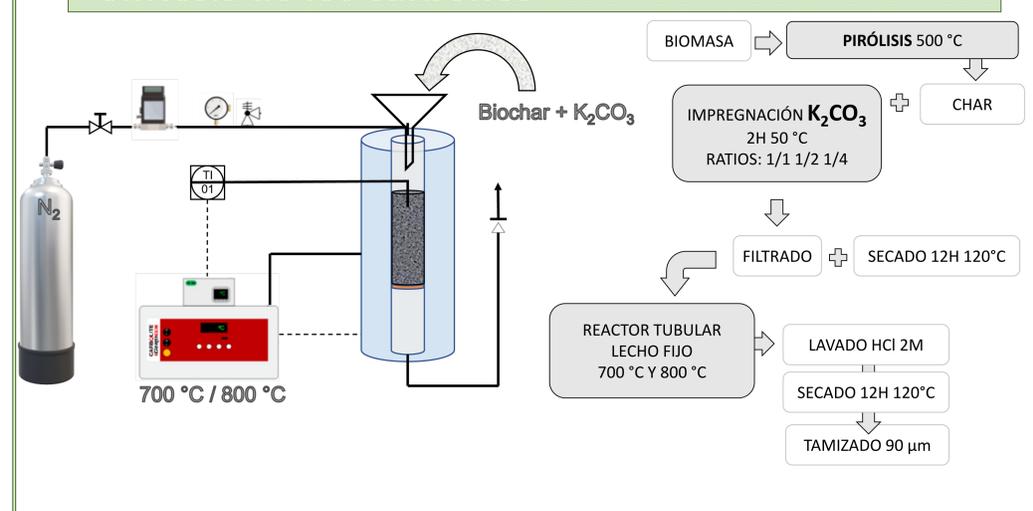


Introducción

El coste y la limitación de las reservas de litio, hace necesario explorar nuevos sistemas de baterías recargables a gran escala. La amplia disponibilidad y el bajo coste del sodio, convierte a las baterías de iones de sodio (SIB) en una opción muy prometedora. Sin embargo, el ánodo de grafito comercial usado en las baterías de iones de litio (LIB) no resulta adecuado para las SIBs, debido a una difícil inserción de los iones de sodio en las capas grafiticas. Los posibles candidatos a ánodo se centran en los carbonos duros (hard carbon) que sí son capaces de almacenar iones Na^+ debido a su mayor espaciado entre sus capas pseudografiticas y a la adsorción reversible del ion en sus poros, defectos y grupos funcionales en superficie. En este estudio se ha utilizado residuo de tallo de cáñamo como materia prima para la producción de hard carbon, que posteriormente ha sido activado y testado como ánodo para SIBs.

Procedimiento experimental

Síntesis de los carbonos



Elaboración de los Ánodos



El montaje del dispositivo electroquímico (semi-celda T de Swagelok) se realizó en una caja de guantes (concentraciones de oxígeno y humedad por debajo de 1 ppm). Como electrolito se ha empleado 120 μl 1M NaTFSI en DMC:EC 1:1 (vol.), como contraelectrodo una lámina de sodio, además de separadores de fibra de vidrio y polietileno de alta densidad como separadores y carcasa interna, respectivamente. Para evaluar el rendimiento electroquímico de las baterías, se han realizado ensayos de carga-descarga galvanostática (GCD) y de valoración intermitente galvanostática (GIT) en un potenciostato (Biologic-SP-200) en un rango de potencial 0,01 y 2,50 V vs. Na/Na^+ .

Resultados

CICLOS DE CARGA DESCARGA GALVAOSTÁTICA (30 mA g ⁻¹)			
MUESTRA	CAPACIDAD REVERSIBLE	MUESTRA	CAPACIDAD REVERSIBLE
H-500	102 mA h g ⁻¹	H-500_800-1	175 mA h g ⁻¹
H-500_700-1	177 mA h g ⁻¹	H-500_800-2	221 mA h g ⁻¹
H-500_700-2	181 mA h g ⁻¹	H-500_800-4	267 mA h g ⁻¹
H-500_700-4	220 mA h g ⁻¹		

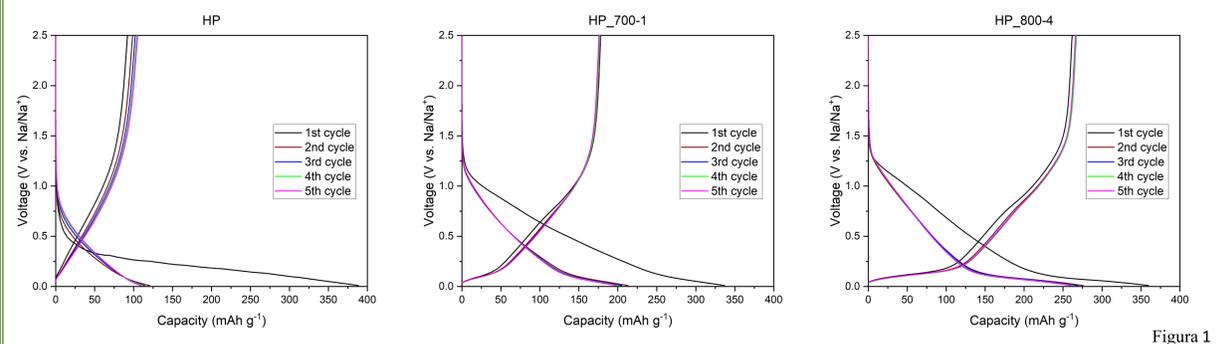


Figura 1

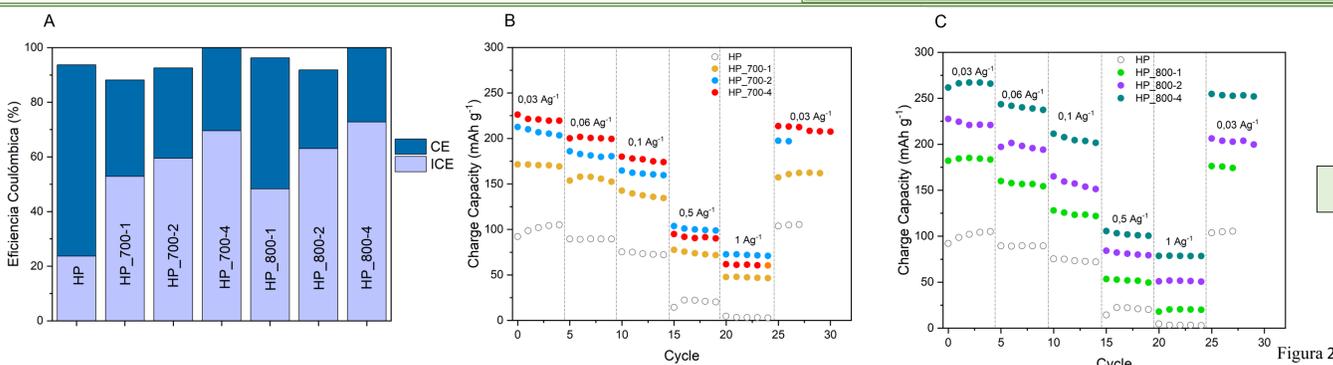


Figura 2

Se ha cuantificado la Eficiencia Coulombica-Inicial (ICE) y reversible (CE) (ver Figura 2A) y las capacidades reversibles de los electrodos a varias intensidades de corriente a 700 (ver Figura 2B) y 800 °C (ver Figura 2C). El mejor resultado se obtuvo para el material HP_800-4, con un 72,8 % de ICE y capacidades de 267 mA h g⁻¹ a 30 mA g⁻¹ y 79 mA h g⁻¹ a 1 A g⁻¹.

GITT permitió conocer los coeficientes de difusión (D) y observar los diferentes mecanismos de almacenamiento.

Cuando el mecanismo de sodiación cambió de los centros activos presentes en superficie a la intercalación de iones Na^+ los coeficientes descendieron abruptamente en las capas pseudografiticas; finalmente, se observó un aumento de los D para voltajes muy bajos, posiblemente debido a un cierto llenado de poros.

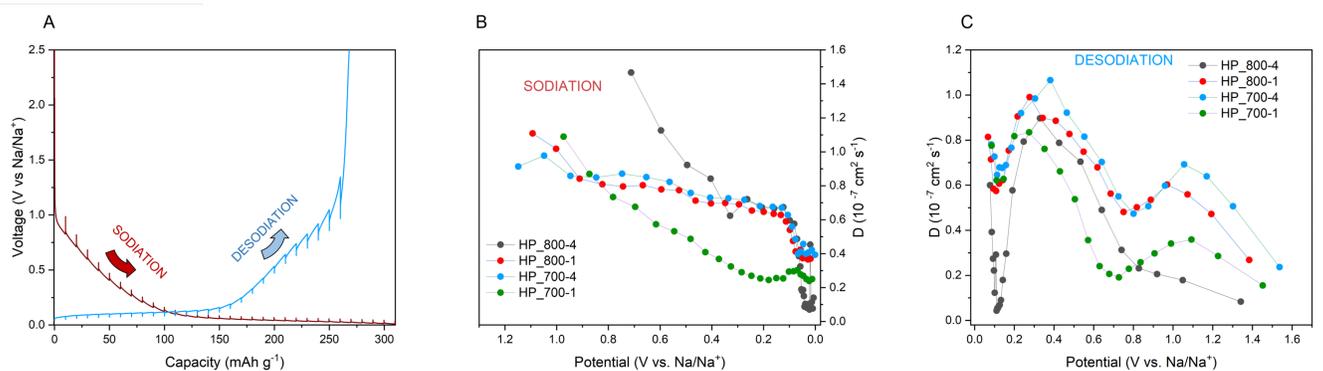


Figura 3

Conclusiones

- Este estudio muestra un proceso sostenible y económico, empleando un agente de activación no contaminante. Como resultado ofrece ánodos para SIBs con unas notables propiedades electroquímicas a altas intensidades de corriente.
- Todos los carbonos producidos con activación química mejoran el rendimiento electroquímico, y la ICE aumenta en ambas temperaturas con el ratio de impregnación másica de K_2CO_3 . Además, se alcanzan CE reversibles cercanas al 100% en todos los casos.
- La mayor temperatura y ratio de K_2CO_3 en la muestra HP_800-4 ha propiciado la aparición de un mayor número de mecanismos de almacenamiento de iones de sodio respecto a las otras muestras, viéndose reflejado en los valores de los coeficientes de difusión y en la obtención de una mayor capacidad reversible.