

Ferrita de cobalto recubierta por carbono como material de electrodo para supercapacitores

F. Ponce¹, J. Tasca¹, M. Bavio¹

¹CIFICEN (UNCPBA – CICPBA – CONICET), Av. del Valle 5737, (B7400JWI) Olavarría, Argentina.
federicoponce@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de fuentes de energía renovables ha promovido el desarrollo de diferentes dispositivos para su almacenamiento, entre ellos los supercapacitores. Se han sintetizado y caracterizado materiales carbonosos, óxidos mixtos, polímeros conductores o combinaciones de estos materiales para construir electrodos. Los óxidos mixtos poseen una alta estabilidad térmica y electroquímica además de que pueden presentar diferentes estados de oxidación, lo cual les aporta excelentes propiedades. Sin embargo, su conductividad eléctrica es relativamente baja y puede mejorarse cuando se combinan con carbono. En este trabajo se evalúan el óxido CoFe_2O_4 y el compuesto $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$ para su aplicación como materiales de electrodo en supercapacitores.

EXPERIMENTAL

Síntesis. La ferrita CoFe_2O_4 (CoFe) se sintetizó por co-precipitación asistida con PVA en solución acuosa conteniendo los cationes metálicos, con agitación magnética. El sólido obtenido se calcinó 1 h a 300°C y 2 h a 600°C. El compuesto $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$ (CoFe/C) fue sintetizado a partir de las partículas de ferrita pura dispersadas en una solución de glucosa, con una relación molar de glucosa a ferrita de 1: 2. Se evaporó el agua a 75°C, con agitación magnética. El producto obtenido se calcinó 3 h a 450°C en horno tubular, con atmósfera de nitrógeno.

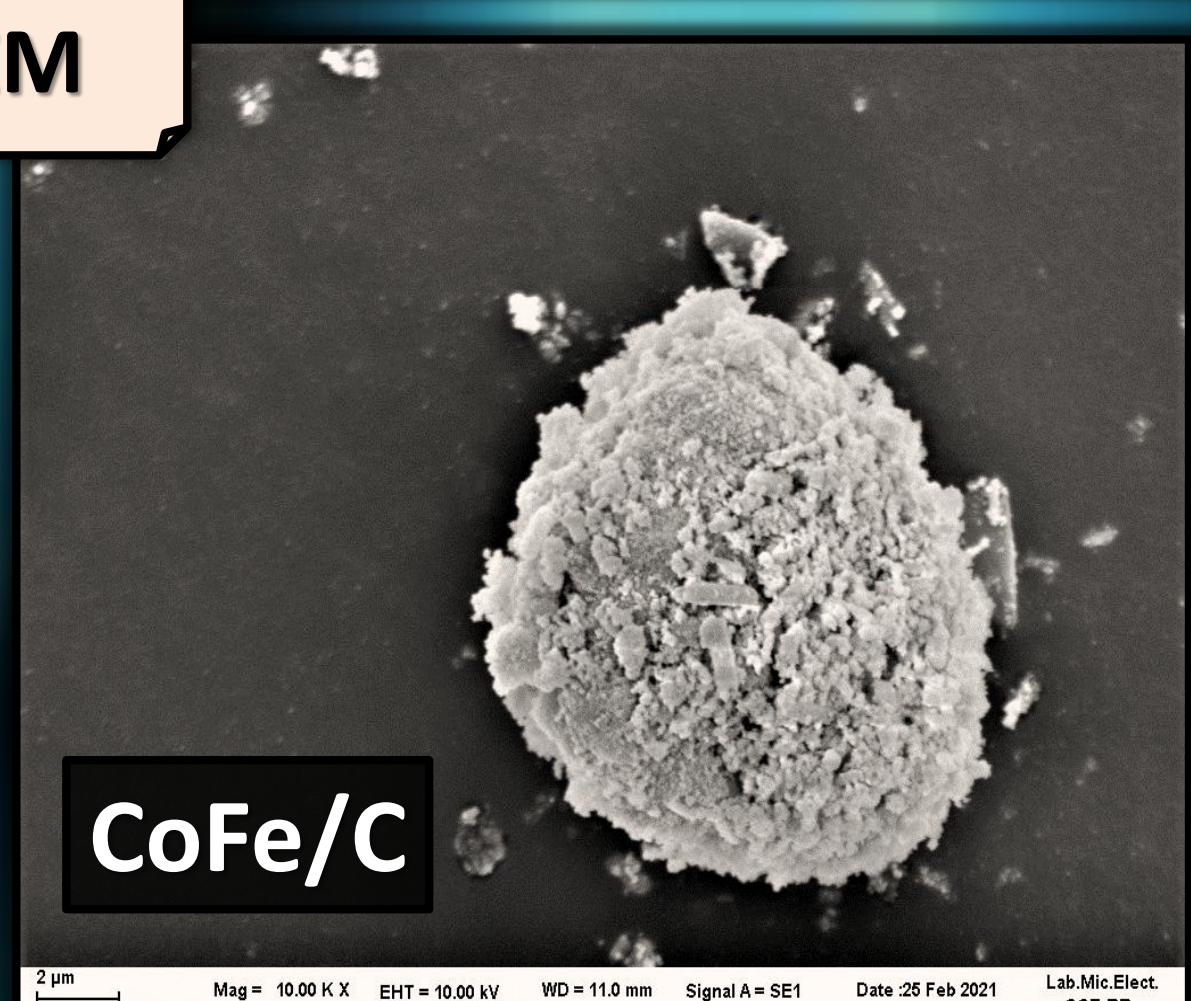
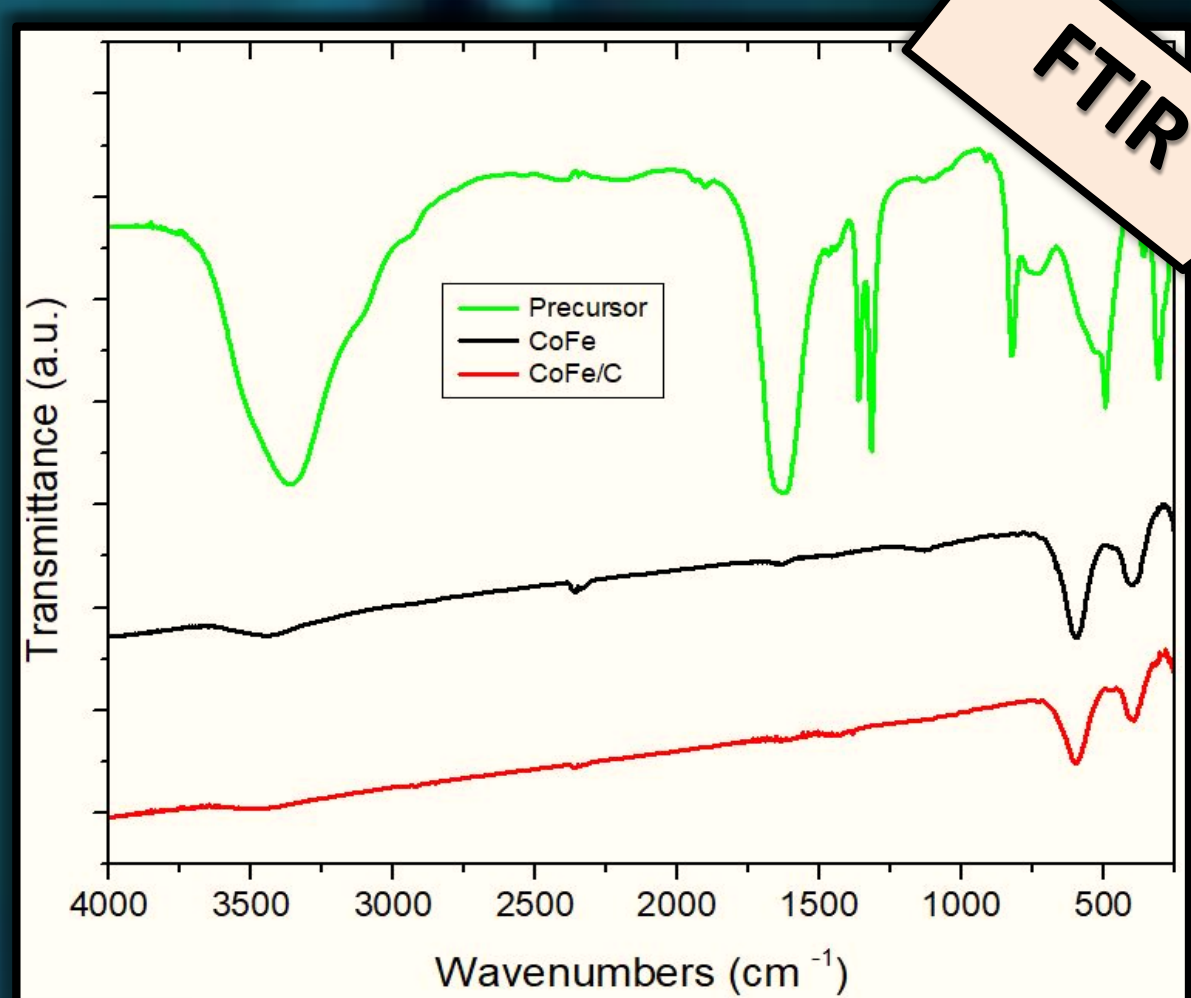
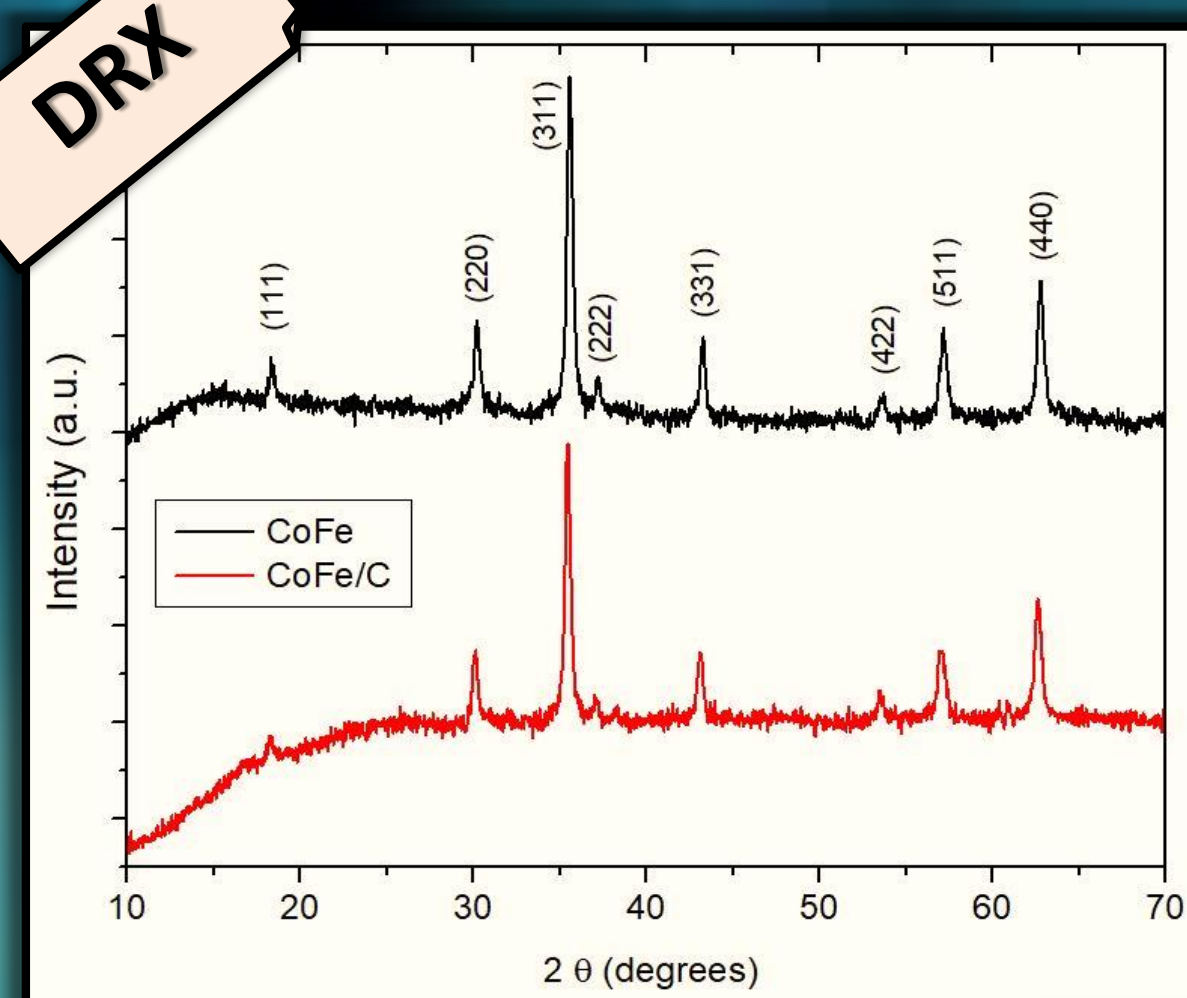
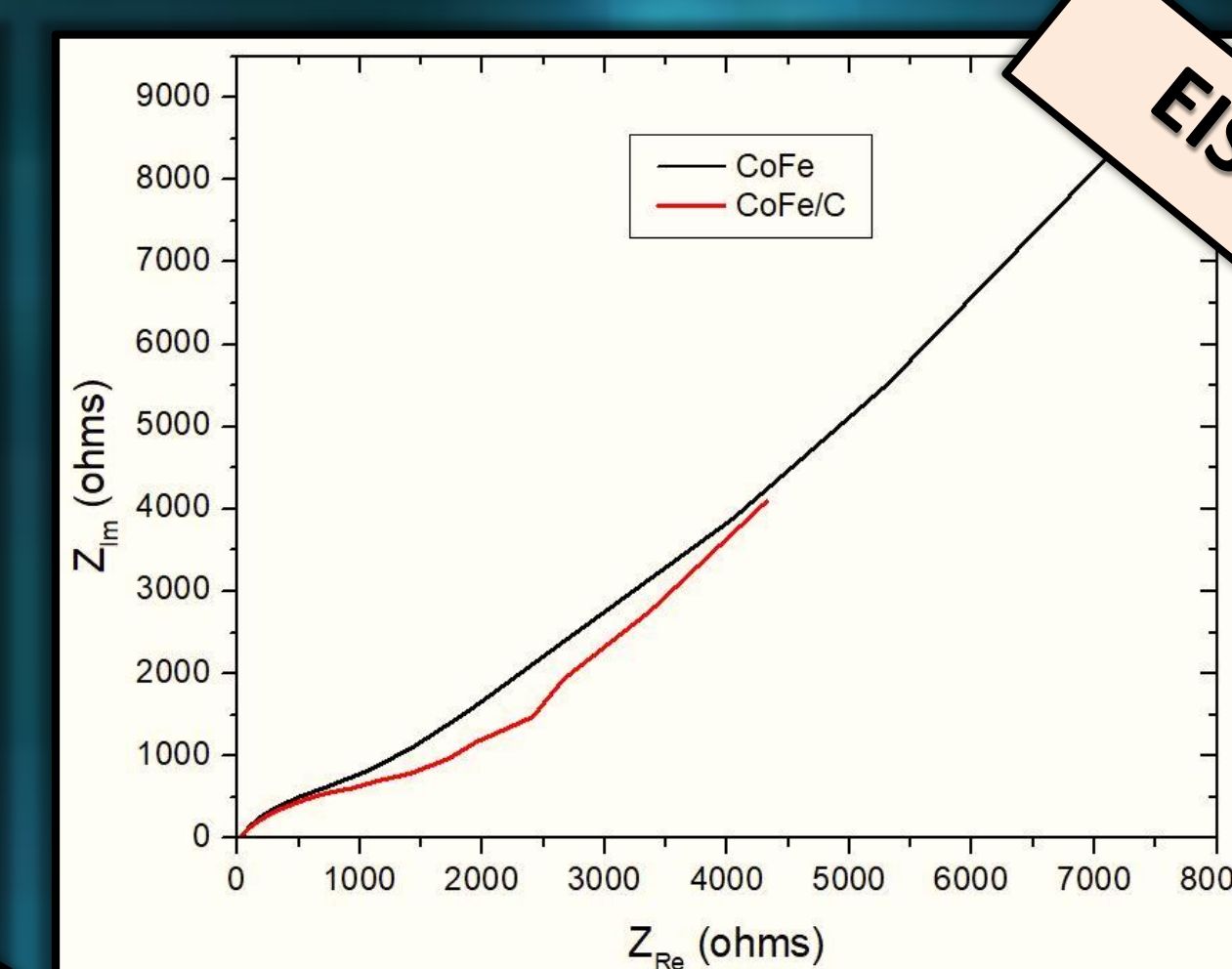
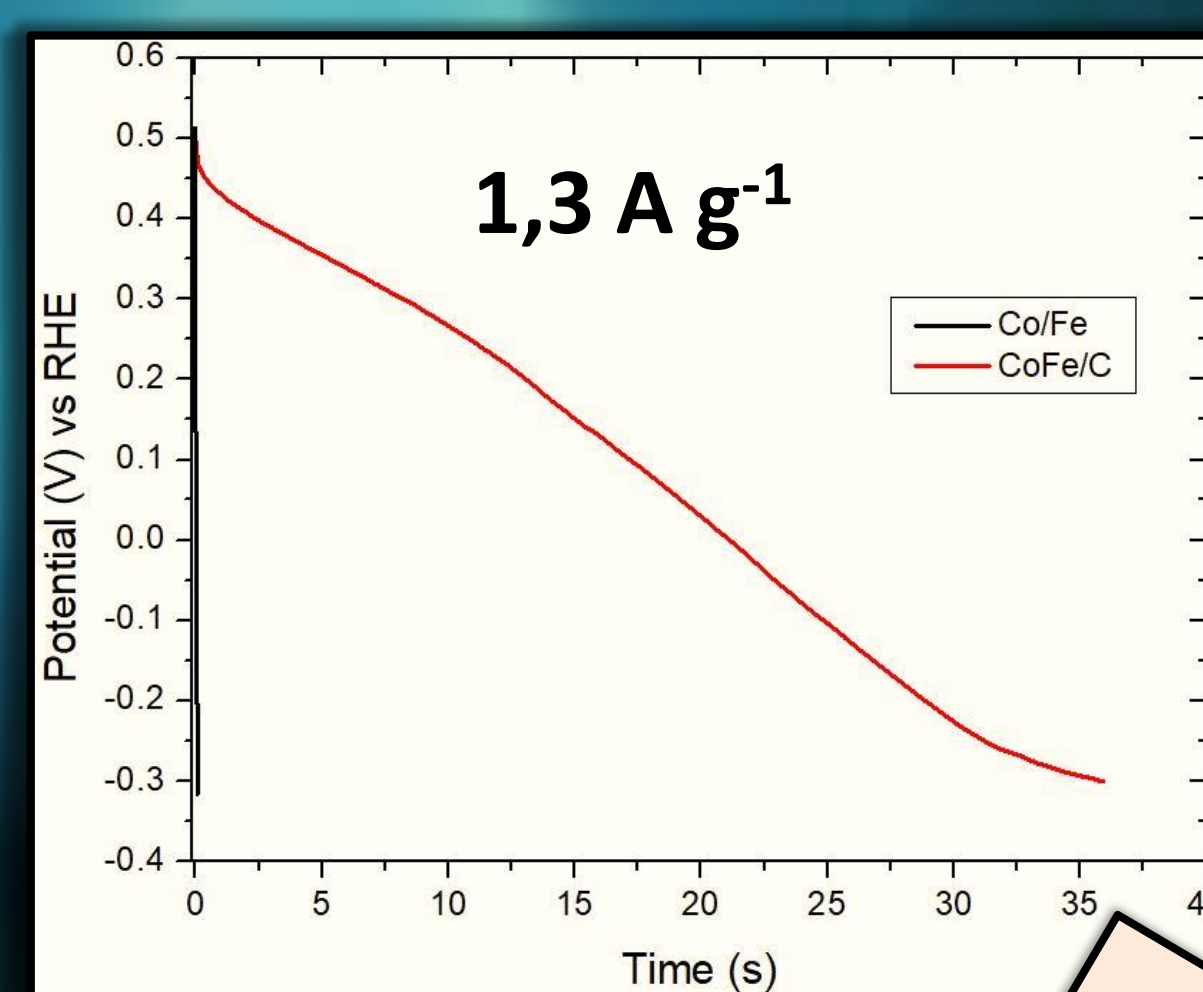
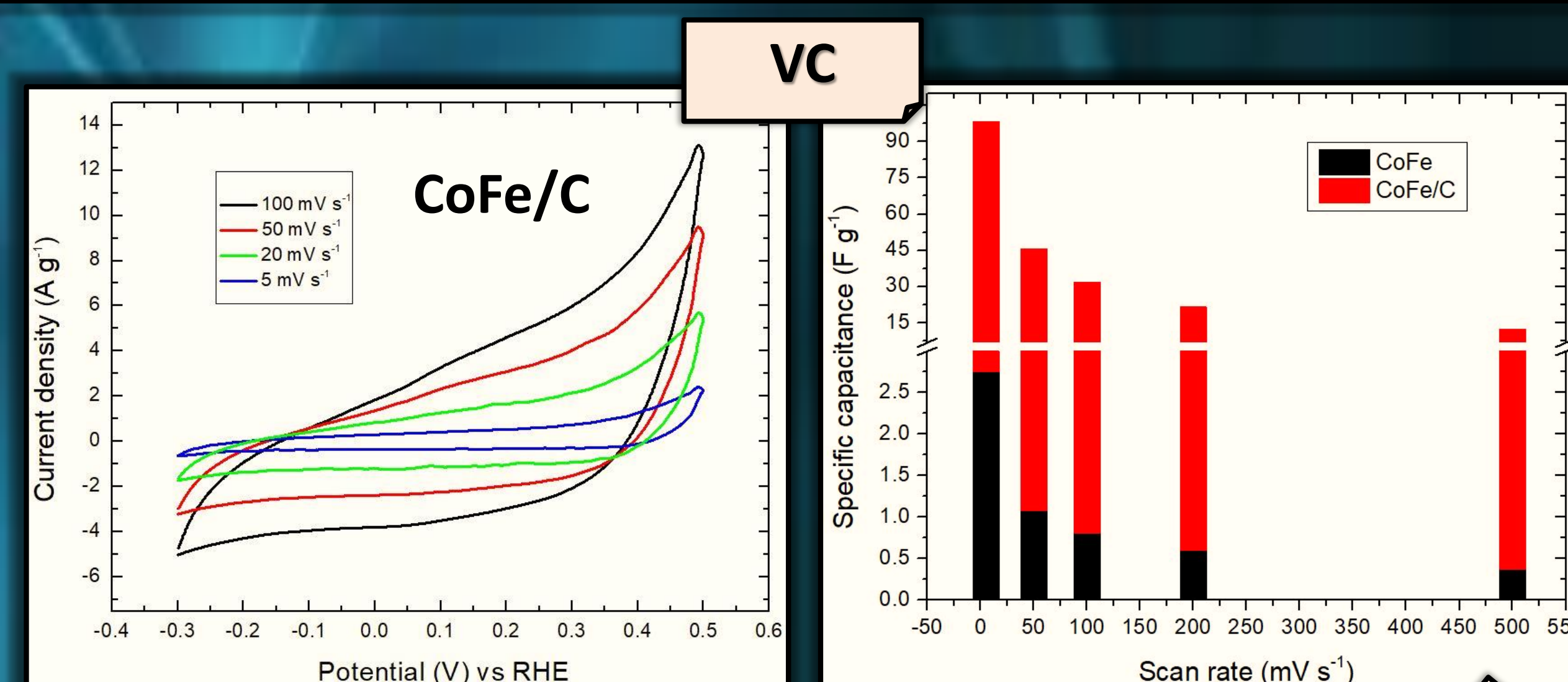
Caracterización. Los materiales se caracterizaron por DRX, FTIR, TGA-DTA y SEM-EDS. Se realizó la caracterización electroquímica mediante voltametría cíclica (VC), medidas galvanostáticas de carga/descarga (GCD) y espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS). Se utilizó una celda de 3 electrodos, KOH 1 M como electrolito y una ventana de potencial de -0.3 a 0.5 V. El electrodo de referencia fue RHE y el contraelectrodo un alambre de Pt. El electrodo de trabajo se preparó con un disco de carbono vítreo de 0.071 cm², sobre el cual se depositaron tintas preparadas por dispersión ultrasónica de los sólidos y negro de carbono en alcohol isopropílico. Se utilizaron 100 mg de ferrita y 3 mg de negro de carbono por cada 5 mL de isopropílico. Se depositó una carga de material activo de 1 mg cm⁻². Una vez evaporado el solvente, se depositó solución Nafion® 117 y se dejó secar a temperatura ambiente.

EDS	% Peso	C	O	Fe	Co	S
CoFe		44.51	39.21	9.44	6.3	0.55
CoFe/C		65.33	27.24	4.48	2.95	-

Aplicando VC a ambas muestras se obtuvo una respuesta rectangular (capacitancia de doble capa) a bajas velocidades de barrido, que se desvía con el aumento de la velocidad. Esto se refleja en una disminución de las capacitancias específicas. Se identifican picos de corriente (pseudocapacitancia) correspondientes al par $\text{Co}^{2+}/\text{Co}^{3+}$ en medio básico. Las respuestas de corriente y las capacitancias calculadas son mayores para CoFe/C. La forma de las curvas de descarga galvanostática es típica de estos materiales, con una abrupta caída inicial de potencial correspondiente a pérdidas resistivas. Para una misma densidad de corriente, CoFe/C presenta mayores tiempos de descarga y capacitancias específicas. Los resultados de EIS muestran una impedancia capacitiva a altas frecuencias, y una resistencia a la transferencia de carga que es mayor para CoFe.

RESULTADOS

Mediante DRX y FTIR se confirmó la presencia de CoFe_2O_4 en ambas muestras, y por TGA/DTA la presencia de carbono en la muestra CoFe/C. En las imágenes SEM se observan barras de CoFe_2O_4 con longitudes de 1.5 a 6 µm y diámetros de 0.5 a 2 µm. Estas partículas se adhieren al carbono formando aglomerados esféricos, con diámetros de 12 a 20 µm.



CoFe				CoFe/C			
j (A g ⁻¹)	C (F g ⁻¹)	E (Wh Kg ⁻¹)	P (kW Kg ⁻¹)	j (A g ⁻¹)	C (F g ⁻¹)	E (Wh Kg ⁻¹)	P (kW Kg ⁻¹)
1.60	0.11	0.02	1.28	26.67	1.37	0.24	21.33
0.67	0.17	0.03	0.53	6.67	16.67	2.96	5.53
0.07	1.54	0.27	0.05	0.67	83.33	14.82	0.53

CONCLUSIONES

Puede sintetizarse el material compuesto $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$ utilizando un método simple y económico. El carbono mejora la conductividad eléctrica y el rendimiento electroquímico de la ferrita. El par redox $\text{Co}^{2+}/\text{Co}^{3+}$ presente en el óxido aporta una pseudocapacitancia faradaica que se suma a la capacitancia de doble capa del carbono. Los valores de energía y potencia específicas demuestran que este material es adecuado para su aplicación como material de electrodo en supercapacitores.