

# Electrodeposición de estaño en oxalina, un solvente eutéctico profundo basado en cloruro de colina y ácido oxálico

S. Tsunoda<sup>a,b</sup>, L. A. Azpeitia<sup>a,b</sup>, M.J. Rodríguez-Presa<sup>a</sup>, C. A. Gervasi<sup>a</sup>, A. E. Bolzán<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), UNLP-CONICET, La Plata, Argentina; <sup>b</sup> Laboratorio de Investigaciones de Metalurgia Física (LIMF), UNLP-CIC, La Plata, Argentina  
sofia.tsunoda@ing.unlp.edu.ar

## Introducción

Los solventes eutécticos profundos (DES) son considerados solventes estratégicos con gran potencial para aplicaciones tecnológicas entre las cuales se destaca la electrodeposición de metales. Estos solventes presentan ventajas significativas debido a su bajo impacto ambiental y sus propiedades únicas en comparación con los solventes acuosos convencionales. En el presente trabajo, se ha estudiado la electrodeposición de estaño desde una solución en el solvente oxalina, un DES constituido por cloruro de colina y ácido oxálico, con un pH de 1,32. El estudio explora el efecto de la naturaleza del sustrato (carbono vítreo GC y cobre policristalino Cu) y de las rutinas de electrodeposición, sobre las características de los depósitos obtenidos.

## Materiales y Métodos

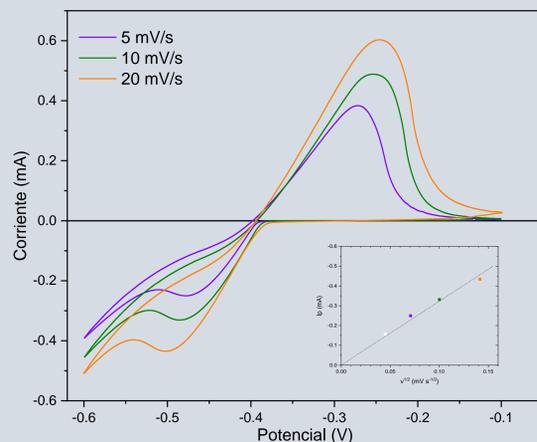
La preparación del DES de oxalina se realizó mezclando en un agitador magnético cloruro de colina (Sigma Aldrich 98%) y ácido oxálico (BioPack P.A.) en una proporción 1:1 M con 0,1 M de SnCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O (Anedra P.A.) a una temperatura de 323K.

Los experimentos electroquímicos se realizaron en una celda de vidrio termostatazada a la misma temperatura indicada anteriormente. Se utilizó una configuración de tres electrodos; una espiral de platino como contraelectrodo, un alambre de plata como electrodo de referencia y como electrodo de trabajo se emplearon electrodos de GC (0,0962 cm<sup>2</sup>) o Cu (0,196 cm<sup>2</sup>) que fueron pulidos con alúmina 0,3 μm previo a su utilización.

## Resultados

### GC

### Respuesta voltamperométrica

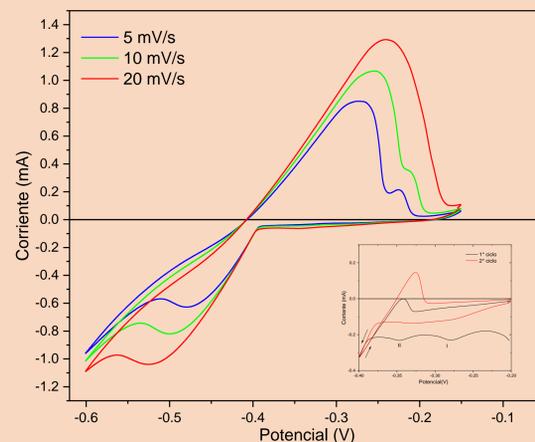


#### Ec. Randles-Sevcik

$$i_p = 0,4463 \left( \frac{F^3}{RT} \right)^{1/2} n^3 AD_0^{1/2} C_0^* v^{1/2}$$

$$D_{Sn(II)} = 9,27 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$$

### Cu



Proceso controlado por difusión  
•  $i_p$  aumenta linealmente con  $v^{1/2}$   
• Corriente de base

Electrodeposición a sub-potenciales (UPD)  
Intermetálicos Sn-Cu

### Respuesta cronoamperométrica

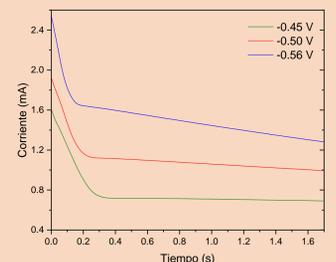
Nucleación instantánea - Crecimiento 3D - Control difusional

$$\left( \frac{i}{i_m} \right)^2 = \frac{1,9542}{t} \left( 1 - \exp \left[ -1,2564 \left( \frac{t}{t_m} \right) \right] \right)^2$$

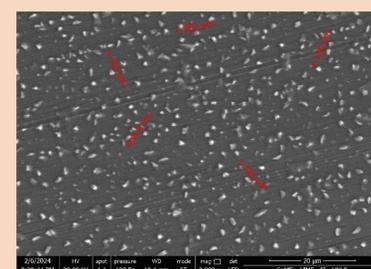
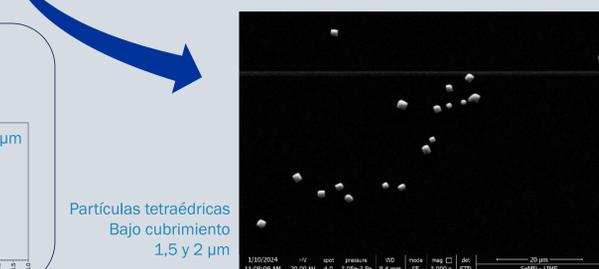
Electrochim. Acta, 1983, 28-7, 879-889

Complejización del proceso de electrodeposición

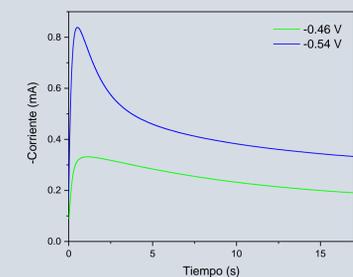
- Formación de intermetálicos
- Reacción de evolución de hidrógeno



### Depósitos

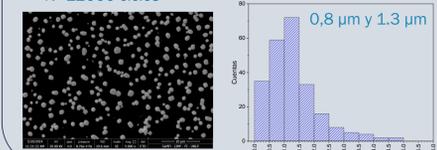


Depósitos de Sn obtenidos a -0,46V 30s



#### Depósito galvanostático

- $j_a = 0 \text{ mA/cm}^2$   $t_a = 40 \text{ ms}$
- $j_c = -10 \text{ mA/cm}^2$   $t_c = 4 \text{ ms}$
- $N = 12000$  ciclos



## Conclusiones

- Los resultados **voltamperométricos** establecieron una cinética de control difusional en la electrodeposición de Sn. Existe una complejización del mecanismo de reacción al pasar de **GC** a **Cu** como sustrato, con la aparición de una electrodeposición de Sn a subpotenciales.
- Los **transitorios de corriente** en **GC** indican que el proceso de electrodeposición de Sn sucede por una nucleación instantánea y crecimiento con control difusional. En el caso del **Cu**, el proceso es más complejo, por la contribución adicional de la reacción de evolución de hidrógeno.
- Se obtuvieron **depósitos sobre GC** y **Cu** tanto en condiciones potencioestáticas como galvanostáticas. Los depósitos sobre **GC** muestran partículas tetraédricas con bordes redondeados con un tamaño de partícula dominante, mientras que sobre el **Cu** las partículas son facetadas y con mayor variación en el tamaño entre ellas.