

Electrodeposición de nanopartículas de Cu soportadas sobre sustratos de SS 304



J. Berthe y S. G. García

INIEC, Instituto de Ingeniería Electroquímica y Corrosión, Universidad Nacional del Sur, 8000 Bahía Blanca, Argentina. E-mail: sgarcia@criba.edu.ar



INTRODUCCION

La síntesis de nanopartículas de Cu (CuNPs) y películas delgadas ha recibido considerable atención debido a su uso en muchas aplicaciones tales como desinfectante para aguas residuales, o como material catalizador para reacciones químicas, así como también en microelectrónica y medicina [1]. Estudios recientes han reportado partículas de Cu electrodepuestas en metales como el acero inoxidable con fines antimicrobianos [2]. La electrodeposición resulta una técnica adecuada para tal fin, ya que permite realizar recubrimientos metálicos sobre distintos sustratos, logrando el control del espesor y la microestructura de los mismos.

El objetivo del presente trabajo fue el estudio de los primeros estadios de la electrodeposición de Cu sobre acero inoxidable AISI 304, mediante técnicas electroquímicas convencionales y microscopías AFM y SEM.

EXPERIMENTAL

Sustrato: acero inoxidable AISI 304, $A_{exp} = 0,187 \text{ cm}^2$

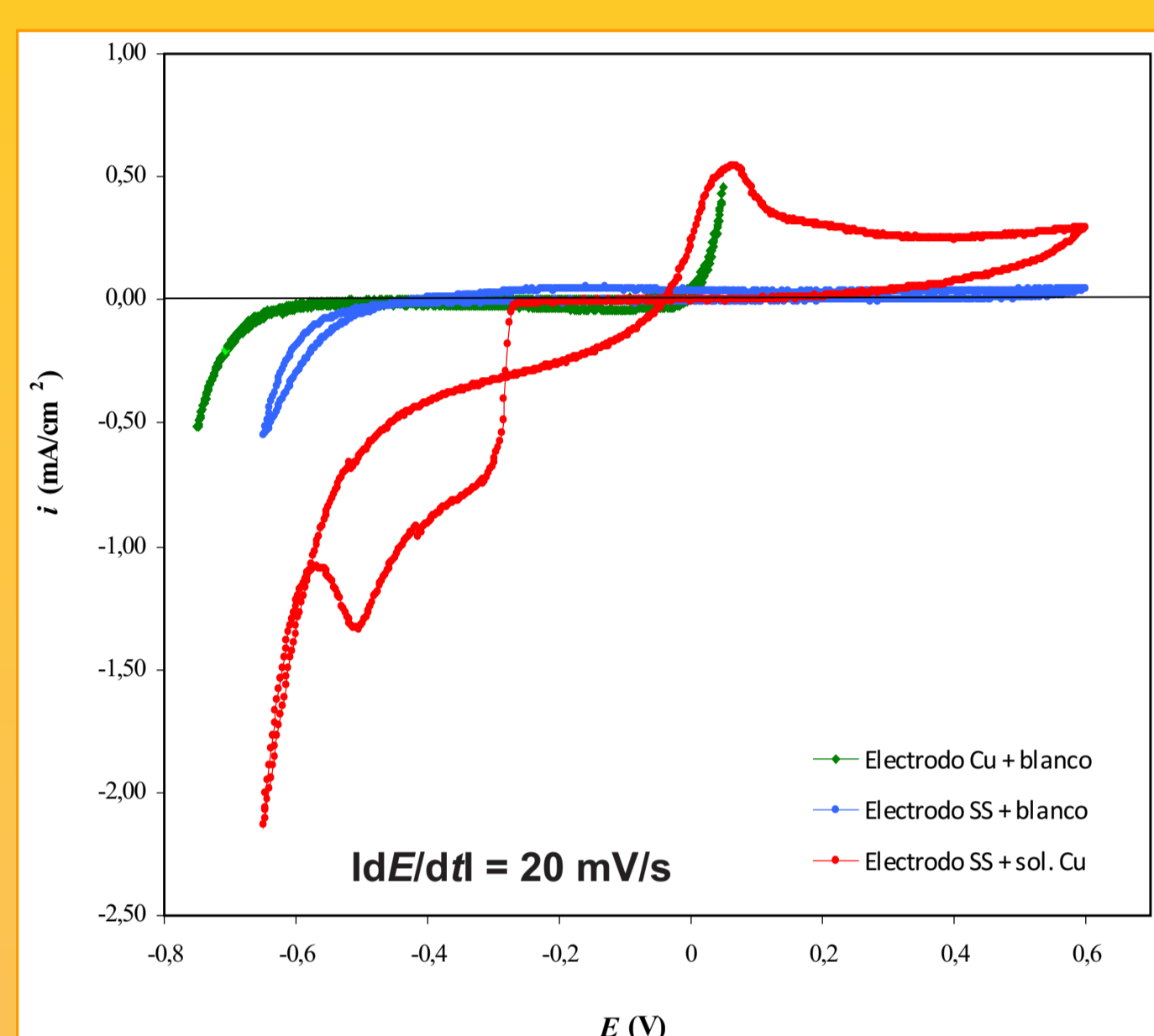
Electrolitos empleados: 0,01 M $\text{CuSO}_4 + 0,1 \text{ M H}_2\text{SO}_4$
0,1 M H_2SO_4 (blanco)

Técnicas empleadas: * Voltamperometría cíclica. CE: Pt, ER: ECS
* Cronoamperometría: escalones de potencial simple y doble

Caracterización de los depósitos: * Microscopía AFM ex-situ
* Microscopía SEM

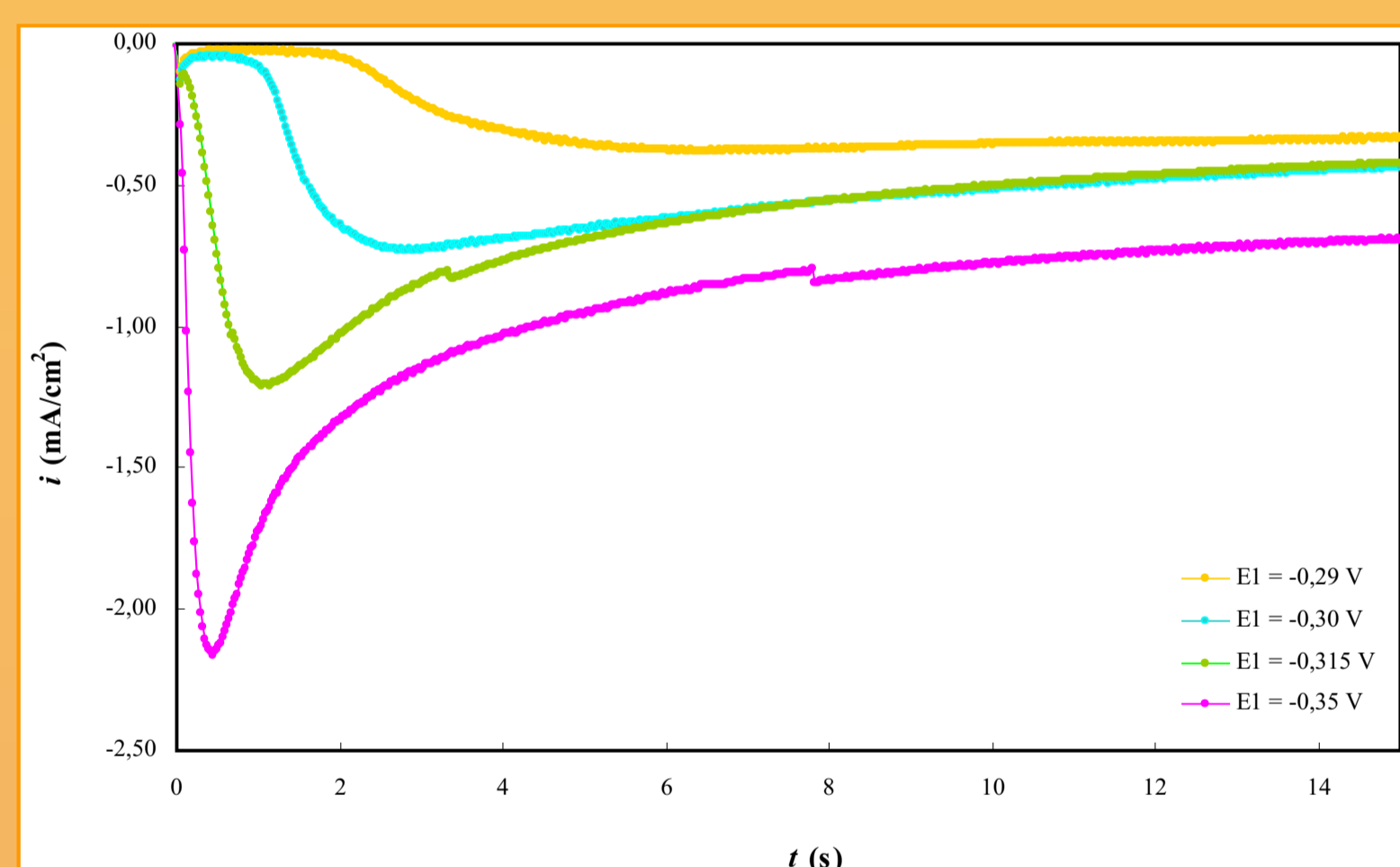
RESULTADOS ELECTROQUIMICOS

Voltamperometría cíclica

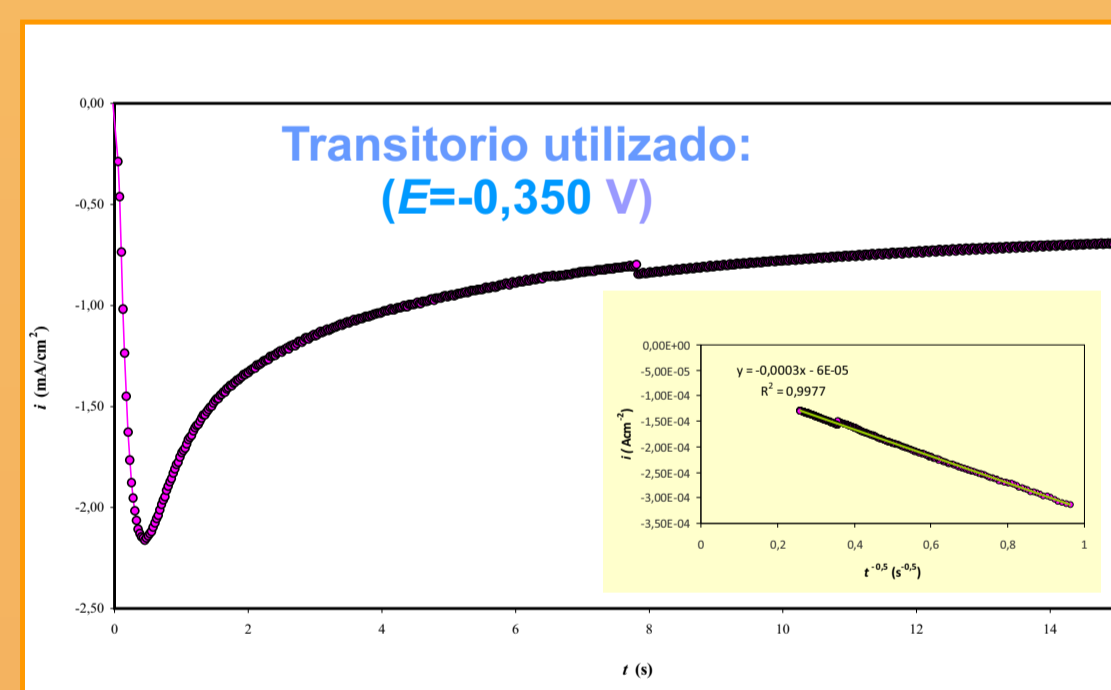


Los resultados indicaron que la electrodeposición de Cu sobre SS 304 involucra una nucleación seguida de un proceso de crecimiento limitado por difusión, y puede estar acompañada con la adsorción y reducción de H^+ .

Cronoamperometría

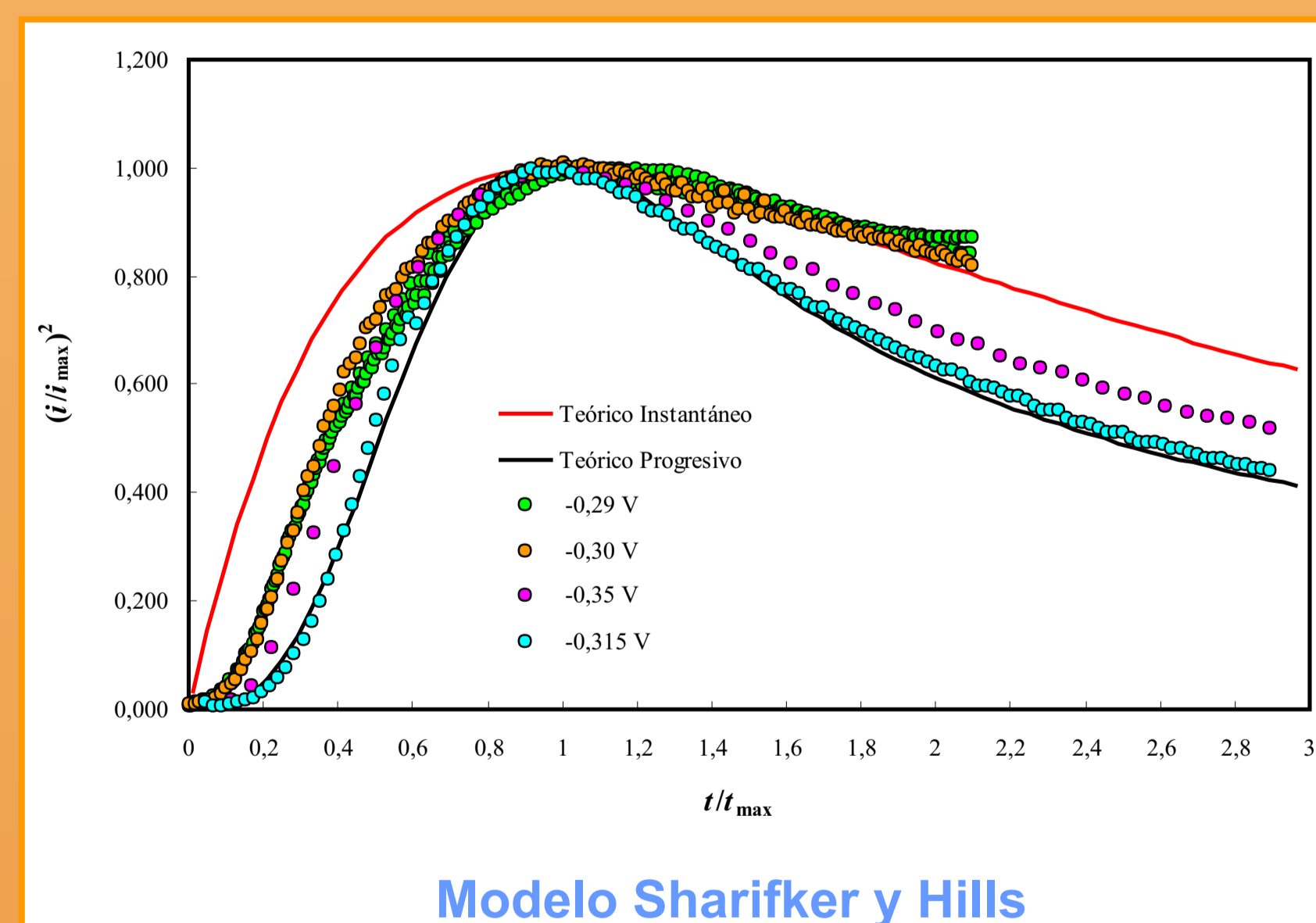


Los transitorios de corriente exhiben la forma típica de un proceso de nucleación con crecimiento 3D de los núcleos, controlado por difusión de las especies electroactivas.



El transitorio de corriente a $E = -0,350 \text{ V}$ se usó para obtener, a partir de la pendiente de la curva i vs $t^{0.5}$, el coeficiente de difusión, obteniéndose un valor de $D = 2 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$, similar al reportado en la literatura.

NUCLEACION Y CRECIMIENTO

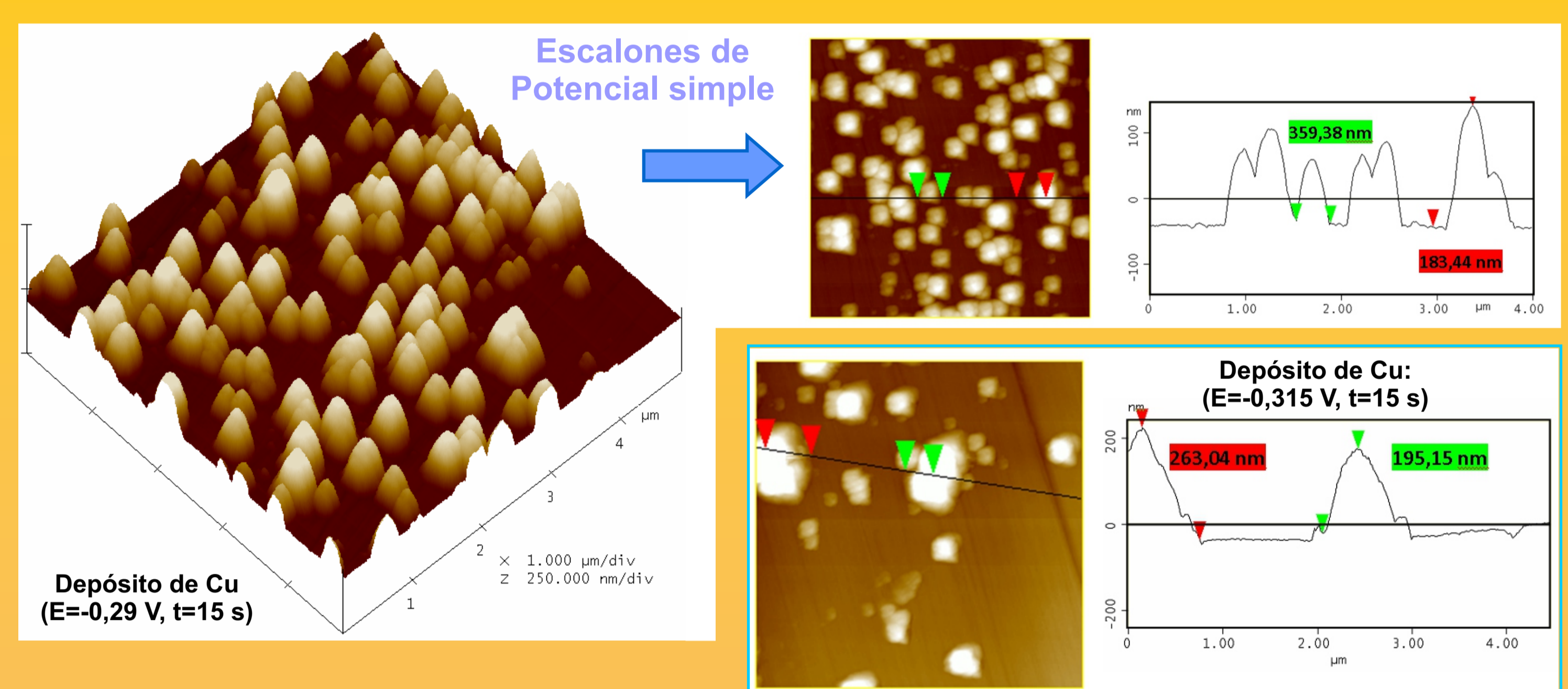


Modelo Sharifker y Hills

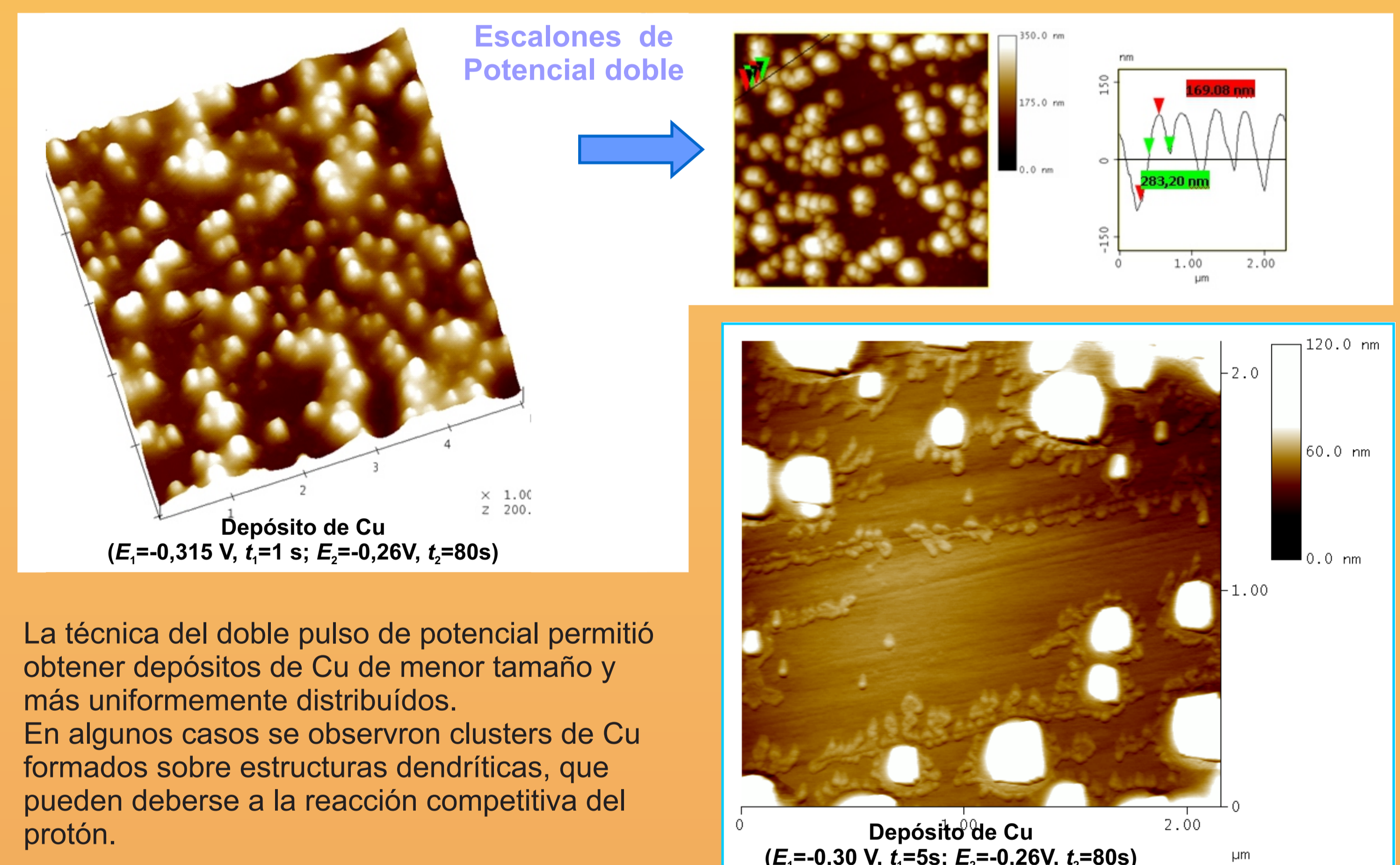
La nucleación de Cu sobre SS, a $E = -0,315 \text{ V}$, responde a un mecanismo de tipo progresivo, mientras que a $E = -0,35 \text{ V}$, la curva describe un modo de nucleación intermedio entre progresivo e instantáneo. A valores de potencial más positivos, el mismo comportamiento se observa a tiempos cortos, pero a tiempos largos las curvas experimentales se alejan del modelo teórico.

CARACTERIZACION DE LOS DEPOSITOS

AFM ex-situ

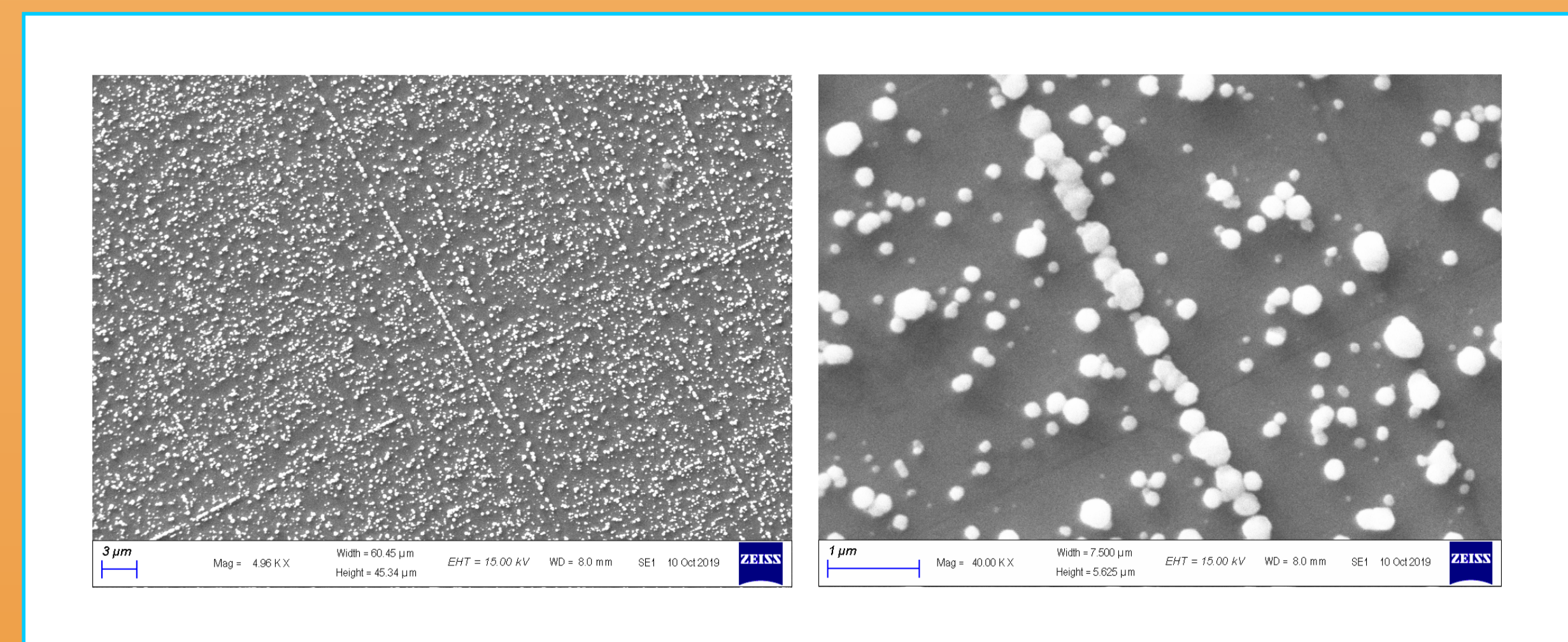


Las imágenes de AFM muestran depósitos de Cu de varios tamaños distribuidos sobre el sustrato de SS, corroborando el tipo de nucleación progresiva. A valores de potencial más negativos, se observó la presencia de aglomerados de Cu, indicando la disminución de partículas individuales.



La técnica del doble pulso de potencial permitió obtener depósitos de Cu de menor tamaño y más uniformemente distribuidos. En algunos casos se observaron clusters de Cu formados sobre estructuras dendríticas, que pueden deberse a la reacción competitiva del protón.

SEM



Las imágenes SEM corroboraron la morfología observada para el caso de depósitos obtenidos por doble pulso potenciostático, mostrándose además estructuras adimensionales.

CONCLUSIONES

- Los resultados voltamperométricos indicaron que la formación de nanopartículas de Cu sobre sustratos de SS 304, puede estar acompañada por la reacción de reducción del protón.
- Los transitorios de corriente potenciostáticos indicaron, a potenciales más negativos, una nucleación progresiva con crecimiento 3D bajo control difusional, o un modo de crecimiento intermedio entre los dos casos extremos (instantáneo-progresivo).
- Las imágenes de AFM mostraron depósitos de Cu con diferentes tamaños sobre el SS, corroborando el carácter progresivo de la nucleación. A valores de potencial más negativos se formaron estructuras dendríticas sobre las cuales los cristallitos continúan creciendo. Esta morfología puede ser indicativa

- Las imágenes SEM mostraron estructuras unidimensionales cuando se aplicaron escalones dobles de potencial.

REFERENCIAS

- [1] Borkow G., Gavia J. (2005) *J. Curr. Med. Chem.* 12, 2163-2175.
[2] Fan S., Wang J., Guo Q., Zhang W. (2014) *J. Appl. Mech. and Mat.* 662, 141-146.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad nacional del Sur por el aporte financiero de este trabajo. J. Berthe agradece la beca otorgada por la Universidad Nacional del Sur.