

# NUEVOS COMPUESTOS HETEROCICLICOS CONTENIENDO EL FRAGMENTO SULFAMIDA COMO INHIBIDORES DE LA CORROSIÓN DE COBRE. EVALUACIÓN DE SU CITOTOXICIDAD.

Mauro. J. Banera<sup>1</sup>, Claudia Grillo<sup>1</sup>, Mónica Fernández Lorenzo<sup>1,2</sup>, María V. Mirífico<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), CCT La Plata-CONICET, Fac. Cs. Exactas, Depto. Qca., UNLP, CC 16, Suc. 4, 1900 La Plata, Argentina. <sup>2</sup> Fac. de Ing., Áreas Departamentales Ing. Qca. y Mecánica, UNLP, calles 47 y 1, 1900 La Plata, Argentina

mirifi@inifta.unlp.edu.ar

**Palabras clave.** Tiadiazoles. Inhibidores orgánicos de corrosión. Citotoxicidad. Cobre.

## Introducción

El cobre tiene muchas y variadas aplicaciones. Es resistente a numerosos agentes ambientales y químicos, sin embargo es conocido que en medios agresivos es susceptible a la corrosión. Entre los métodos más importantes para disminuir la corrosión se encuentra el uso de inhibidores químicos. La mayoría de los inhibidores orgánicos eficientes son compuestos que contienen principalmente O, S, N y/o múltiples enlaces en la molécula.<sup>1</sup> El uso de estos productos para diferentes aplicaciones está condicionado por su impacto en el medio ambiente y en la salud.<sup>2</sup> Por ese motivo, actualmente, los requisitos industriales para los compuestos químicos no sólo incluyen su eficiencia sino también su seguridad. Estos compuestos deben ser no-cancerígenos, no-mutágenos y con características ecológicamente más aceptables que los sistemas actualmente en uso.<sup>3</sup>

## Objetivo

Investigar la capacidad de 5-nitro (I) y 7-nitrofenantro[9,10-c][1,2,5]tiadiazol 2,2-dioxido (II) para inhibir la corrosión de cobre en solución acuosa ácida. Evaluar su citotoxicidad a través del estudio del efecto de estos compuestos sobre la actividad mitocondrial en cultivos celulares.

## Materiales y métodos

Inhibidores: los nuevos compuestos I y II (ca. 1-12 µM) se prepararon en nuestro laboratorio.

Ensayos de corrosión: Polarización potenciodinámica (vb: 0,17 y 5,0 mVs<sup>-1</sup>). Electrodo de trabajo (ET) disco de Cu encapsulado en Teflón; Contraelectrodo: chapa Pt; Electrodo de referencia: electrodo de calomel saturado (ecs). Medio agresivo: 0,25 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (SC) naturalmente aireado y en reposo, a 20 ± 2 °C. Los barridos de potencial se realizaron comenzando a -100 mV en dirección anódica y hasta +100 mV, después de sumergir el electrodo en el medio electrolítico, una vez alcanzado (t = 5 min) un valor constante para el potencial medido a circuito abierto (E<sub>CA</sub>) y reducido a -600 mV durante 120 s. Los ensayos se realizaron por triplicado: error experimental ca. 10%. La eficiencia de inhibición porcentual (%EI) se estimó como:  $\%EI = 100 \times (j_{sc} - j_{inh}) / j_{sc}$ .

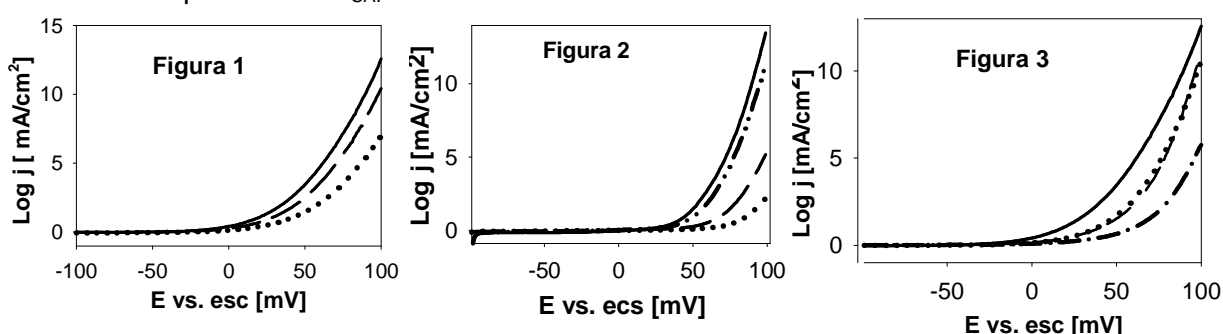
Ensayos sobre citotoxicidad: El efecto citotóxico de I y II se evaluó en células de la línea CHO-K1 a través del ensayo de reducción de metil tetrazolio (MTT) realizado por la enzima succinatodeshidrogenasa, que permite determinar la actividad mitocondrial (AM) de las células tratadas. Las células CHO-K1 se cultivaron en

presencia de diferentes concentraciones de **I** y **II** (rango de dosis 0,2-22  $\mu\text{M}$ ) durante 24 h a 37°C en atmósfera controlada (5% de  $\text{CO}_2$ ). Los ensayos se realizaron por triplicado.

## Resultados

### Ensayos de corrosión

Las Figuras 1 y 2 muestran curvas típicas de polarización potenciodinámica para cobre medidas en ausencia y en presencia de diferentes concentraciones de **I** y de **II**. En la Figura 3 se comparan las curvas registradas después de 5 y 80 min de inmersión del ET en la **SC** sin y con inhibidor. En la Figura 4 se muestra el resultado de experiencias realizadas con muestras de cobre parcialmente sumergidas en la **SC** y con 7,8  $\mu\text{M}$  **II** agregado al medio corrosivo. Las muestras fueron removidas después de 10 días de exposición al  $E_{\text{CA}}$ .



**Figura 1.** (—): **SC**;  
(- -): 3,45  $\mu\text{M}$  **II**;  
(•••): 5,17  $\mu\text{M}$  **II**.  
 $v_b = 5 \text{ mV s}^{-1}$ .

**Figura 2.** (—): **SC**;  
(- -): 6,06  $\mu\text{M}$  **I**, %EI = 74;  
(•••): 12,1  $\mu\text{M}$  **I**, %EI = 92;  
(- • •): 7,31  $\mu\text{M}$  **II**; %EI = 21.  
 $v_b = 1,67 \text{ mV s}^{-1}$ .

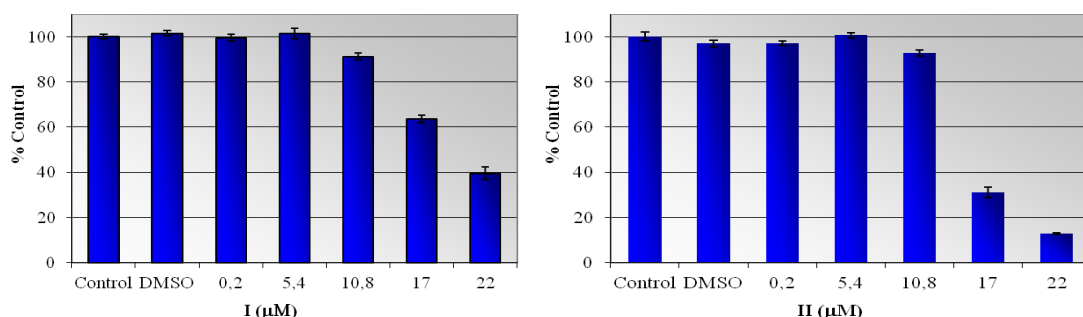
**Figura 3.** Tiempo de inmersión  
5 min (—): **SC**; (•••):  
11,7  $\mu\text{M}$  **II**; %EI = 34.  
Tiempo de inmersión 80 min  
(- -): **SC**; (- • -): 11,7  $\mu\text{M}$  **II**,  
%EI = 50.  $v_b = 5 \text{ mVs}^{-1}$ .



**Figura 4.** Ensayo de inmersión parcial a tiempos largos (10 días). izq. Muestra en **SC**. der. Muestra con 7,8  $\mu\text{M}$  **II**.

### Ensayos de citotoxicidad

En la Figura 5 se observa una disminución significativa de la **AM** ( $p < 0,001$ ) para concentraciones de **I** y **II**  $> 10,8 \mu\text{M}$ .



**Figura 5.** Citotoxicidad evaluada por el ensayo de MTT

## Discusión

Los resultados muestran que el efecto inhibitor de la corrosión de cobre en 0,25 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  de los compuestos **I** y **II** es dependiente de la concentración de inhibidor y del

tiempo de inmersión. El compuesto I presenta una eficiencia de inhibición marcadamente mayor que el II. Tanto el inhibidor I como el II disminuyen la corrosión en concentraciones menores que las correspondientes al límite citotóxico, llegando en el caso de I a una inhibición de 74% para una concentración 6,06  $\mu\text{M}$ . Sin embargo, la mayor capacidad (92%) se alcanza para 12  $\mu\text{M}$  I. Los ensayos de citotoxicidad demostraron que concentraciones mayores a 10,8  $\mu\text{M}$  ejercen efectos adversos en la línea celular estudiada. Por lo tanto, en el caso de utilizar soluciones 12  $\mu\text{M}$  sería recomendable su dilución antes del contacto con el medio ambiente. Se avanzará en la investigación a fin de lograr una mayor eficiencia inhibidora para concentraciones del inhibidor por debajo del límite citotóxico.

### Referencias

1. G. Quartarone, M. Battilana, L. Bonaldo, T. Tortato. *Corros. Sci.* 53:3231–3240 (2011).
2. C.A. Grillo, M.V. Mirífico, M.L. Morale, M.A. Reigosa, M. Fernández Lorenzo de Mele. *Journal of Hazardous Materials* 170:1173–1178 (2009).
3. V.V. Paustovskaya. *Prot. Met.* 1:89–93 (2000).