

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

Mauro. J. Banera¹, Claudia Grillo¹, Mónica Fernández Lorenzo^{1,2}, María V. Mirífico^{1,2}

¹ 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. ² 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.¹ El uso de estos productos para diferentes aplicaciones está condicionado por su impacto en el medio ambiente y en la salud.² 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.³

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⁻¹). 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 H₂SO₄ (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_{CA}) 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 μM) durante 24 h a 37°C en atmósfera controlada (5% de 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 μM **II** agregado al medio corrosivo. Las muestras fueron removidas después de 10 días de exposición al E_{CA} .

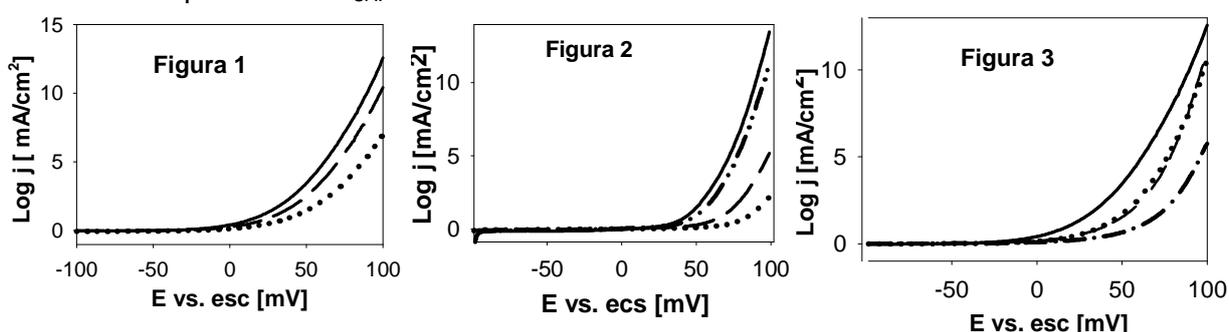


Figura 1. (—): **SC**;
(- -): 3,45 μM **II**;
(•••): 5,17 μM **II**.
 $v_b = 5 \text{ mV s}^{-1}$.

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

Figura 3. Tiempo de inmersión
5 min (—): **SC**; (•••):
11,7 μM **II**; %EI = 34.
Tiempo de inmersión 80 min
(- -): **SC**; (- • -): 11,7 μM **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 μM **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** $> 10,8 \mu\text{M}$.

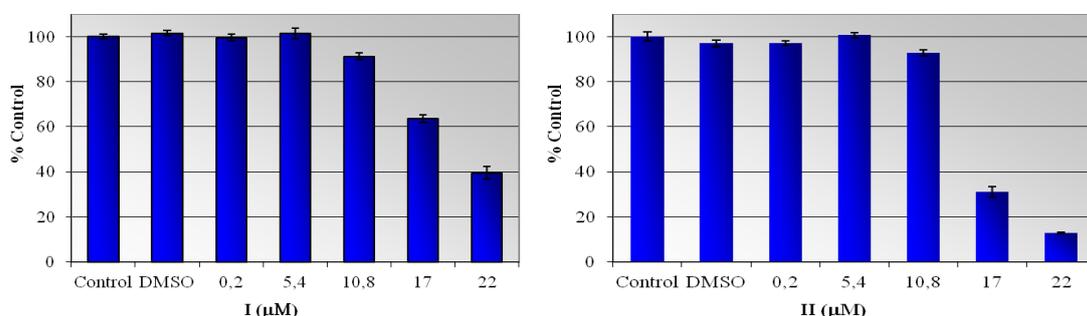


Figura 5. Citotoxicidad evaluada por el ensayo de MTT

Discusión

Los resultados muestran que el efecto inhibitor de la corrosión de cobre en 0,25 M H_2SO_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 μM . Sin embargo, la mayor capacidad (92%) se alcanza para 12 μM I. Los ensayos de citotoxicidad demostraron que concentraciones mayores a 10,8 μM ejercen efectos adversos en la línea celular estudiada. Por lo tanto, en el caso de utilizar soluciones 12 μM 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).