

18º Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales

SAM-CONAMET 2018

Centro Atómico Bariloche - Instituto Balseiro

San Carlos de Bariloche

1- 5 de octubre de 2018

**PÓSTERES
RESÚMENES EXTENDIDOS**



SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES INHIBIDORAS DEL MOLIBDATO DE CERIO (III)

**Nereida V. Quesada Cangahuala⁽¹⁾, Christian E. Byrne^(1,2),
Alejandro R. Di Sarli⁽¹⁾ y Roberto Romagnoli^{(1)*}**

(1) CIDEPINT, Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas. (CICPBA-CONICET- Facultad de Ingeniería UNLP). Av. 52 s/n entre 121 y 122, La Plata, C.P. B1900AYB, Argentina.

(2) Facultad de Ciencias Exactas- Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina

* Correo Electrónico (autor de contacto): romaroberto53@gmail.com

Los inhibidores tradicionales para las pinturas, cromatos y compuestos de plomo, han sido cuestionados por el riesgo que presentan para la salud y el medio ambiente. Algo similar ocurre con los fosfatos. En esta investigación se sintetizó el molibdato de cerio (III), por vía húmeda, y se propone su empleo como inhibidor de la corrosión del acero y del aluminio. Se estudió su comportamiento electroquímico utilizando electrodos de acero SAE 1010 y de aluminio 1050. La eficiencia inhibidora de la corrosión fue, en general, superior al 85% en ambos casos.

La química verde es una nueva y revolucionaria forma de enfocar la síntesis de sustancias químicas que apunta al diseño de productos y procesos químicos que implica la reducción o eliminación de productos nocivos. La idea básica consiste en realizar previsiones en la fase de diseño y desarrollo de nuevas sustancias, productos o materiales de tal manera que se minimice el impacto sobre la salud y el ambiente [1]. En este sentido se propone la síntesis y la utilización del molibdato de cerio como inhibidor de corrosión del acero y del aluminio 1050. En esta sustancia se combinan las propiedades inhibidoras del anión molibdato [2, 3] y las del catión Ce(III) [4]. Se sabe que el anión molibdato inhibe la corrosión del acero por formación de una película de molibdato ferroso mientras que el catión Ce(III) es un inhibidor catódico al precipitar el hidróxido correspondiente sobre las zonas catódicas.

A fin de obtener el pH de precipitación del molibdato de cerio se tituló una solución de Na_2MoO_4 0,03 M + $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ 0,02 M. El reactivo titulante fue NaOH 0,02 M. El molibdato de cerio se preparó por precipitación a partir de una solución de Na_2MoO_4 0,3 M sobre la que se adicionó, gota a gota y agitando, solución de $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ 0,2 M. Se ajustó continuamente el pH a 6, valor que resultó ser el adecuado para la síntesis. El sistema se dejó reposar durante 24 horas antes de proceder a su filtración y posterior secado del sólido en estufa a 60 ± 5 °C. El precipitado obtenido se observó por microscopía electrónica de barrido (MEB) y su composición se obtuvo por medio de una microsonda de rayos X dispersiva en energía (EDS). El equipamiento utilizado fue un Microscopio FEI, modelo Quanta 200 y un microanalizador dispersivo en energía marca EDAX con detector Apollo 40. También se obtuvo el espectro FTIR del compuesto utilizando el espectrofotómetro Spectrum One de Perkin Elmer. La evaluación electroquímica de la capacidad inhibidora del molibdato de cerio se realizó a través de medidas de potencial de corrosión (E_{corr}) utilizando un electrodo de acero SAE 1010 y un electrodo de aluminio 1050 en suspensiones del compuesto sintetizado. Se utilizó un electrodo de calomel saturado (ECS) como electrodo de referencia y NaCl 0,1 M como electrolito soporte. El potencial de corrosión se midió durante 4 horas, con agitación constante de 300 rpm. La velocidad de corrosión (i_{corr}) se determinó por el método de la resistencia a la polarización, seleccionando un rango de barrido de ± 20 mV a partir del potencial de

corrosión y utilizando una velocidad de barrido de $0,25 \text{ mV}\cdot\text{s}^{-1}$. La celda utilizada estaba constituida por un electrodo de los metales seleccionados de $0,28 \text{ cm}^2$ como electrodo de trabajo, un contraelectrodo de Pt y el ECS como electrodo de referencia. Además se obtuvieron las curvas de polarización en un rango de barrido de potenciales de $\pm 250 \text{ mV}$ a partir del potencial de corrosión utilizando una celda similar.

Las curvas de titulación de la Figura 1 mostraron que el pH adecuado para precipitar ambos compuestos era 6,0. La composición elemental del sólido obtenidos fue: Mo: 36,8%; O: 29,0% y Ce: 34,2%. El espectro FTIR presentó las bandas características del anión molibdato: dos bandas en la región $770\text{-}850 \text{ cm}^{-1}$ y una banda en las siguientes frecuencias: $930, \sim 1380$ y $\sim 1635 \text{ cm}^{-1}$. El molibdato de cerio desplazó el potencial de corrosión del acero hacia valores más positivos, con respecto al control, luego de los 100 minutos de ensayo, indicando una mejor protección del sustrato. En el caso del aluminio ocurrió algo similar debido a la formación de la capa protectora de alúmina (Figura 2).

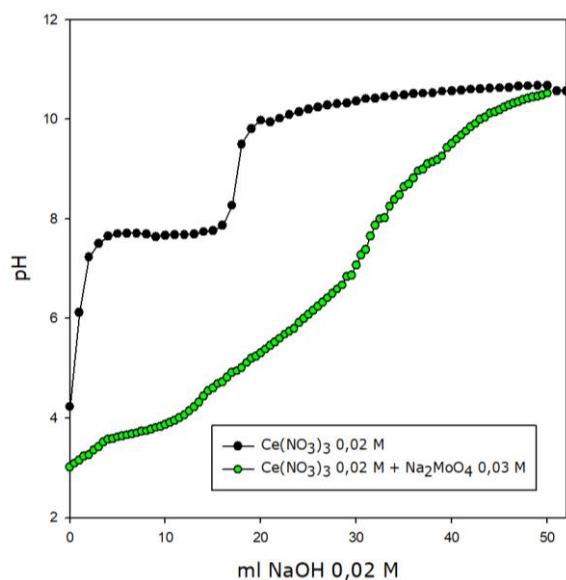


Figura 1. Curvas de titulación de la solución de $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ 0,02 M en presencia de Na_2MoO_4 0,03 M

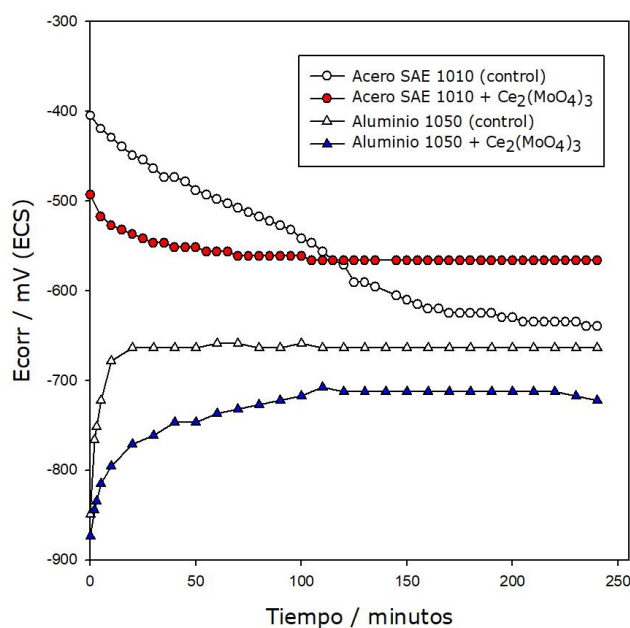
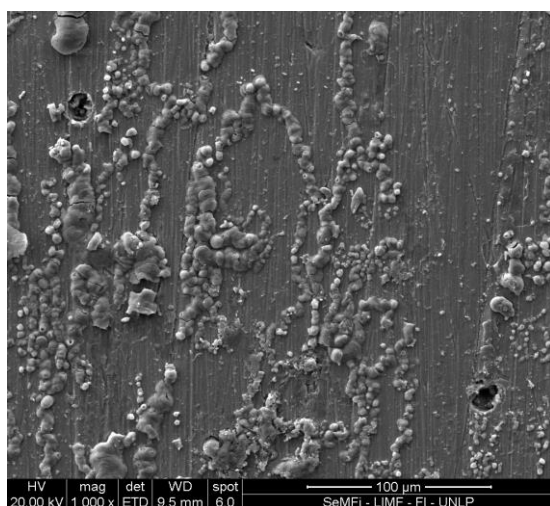
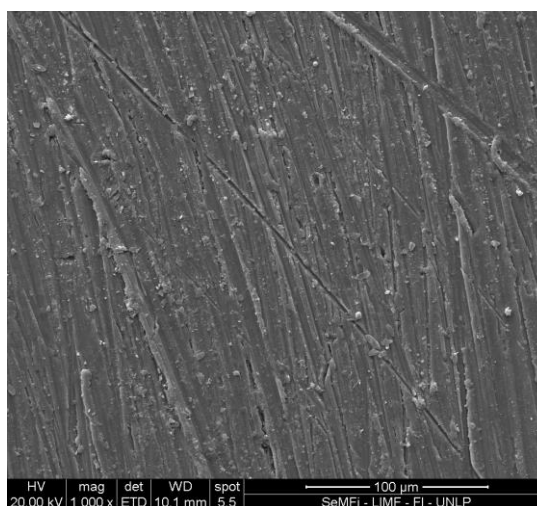


Figura 2. Potencial de corrosión del acero SAE 1010 y del aluminio 1050 en suspensiones de molibdato de cerio



(a)



(b)

Figura 3. Películas protectoras (1000X) formadas por el molibdato de cerio sobre (a) acero SAE 1010 y (b) sobre aluminio 1050

La película formada sobre ambos metales es más bien compacta y está constituida por óxidos de los metales base con Mo y Ce en su composición (Figura 3). La película es delgada con fuerte contribución del metal base. En la película que está sobre el acero

SAE 1010 el contenido de Mo fue 4,11% y el de Ce 2,22%; mientras que sobre aluminio 1050 el contenido de Mo fue 9,39% y el de Ce 1,19%.

Los valores de velocidad de corrosión para ambos metales indican que el molibdato de cerio es un buen inhibidor tanto para el acero SAE 1010 como para el aluminio 1050 (Tabla 1). La eficiencia inhibidora fue, en general, superior al 85% para ambos metales. Este resultado se confirmó con las curvas de polarización, modo Tafel, de la Figura 4, en donde se observa que tanto la corriente catódica como la corriente anódica disminuyeron, con respecto al control, en presencia del molibdato de cerio.

| I _{corr} ($\mu\text{A}\cdot\text{cm}^{-2}$) | 2 h | 4 h | 24 h |
|--|------|------|------|
| Acero SAE 1010 (control) | 85,0 | 99,9 | 87,1 |
| Acero / $\text{Ce}_2(\text{MoO}_4)_3$ | 5,87 | 12,2 | 20,5 |
| Al 1050 (control) | 56,7 | 60,5 | 43,1 |
| Al / $\text{Ce}_2(\text{MoO}_4)_3$ | 2,74 | 2,08 | 2,68 |

Tabla 1. Velocidad de corrosión del acero SAE 1010 y del aluminio 1050 en presencia de molibdato de cerio

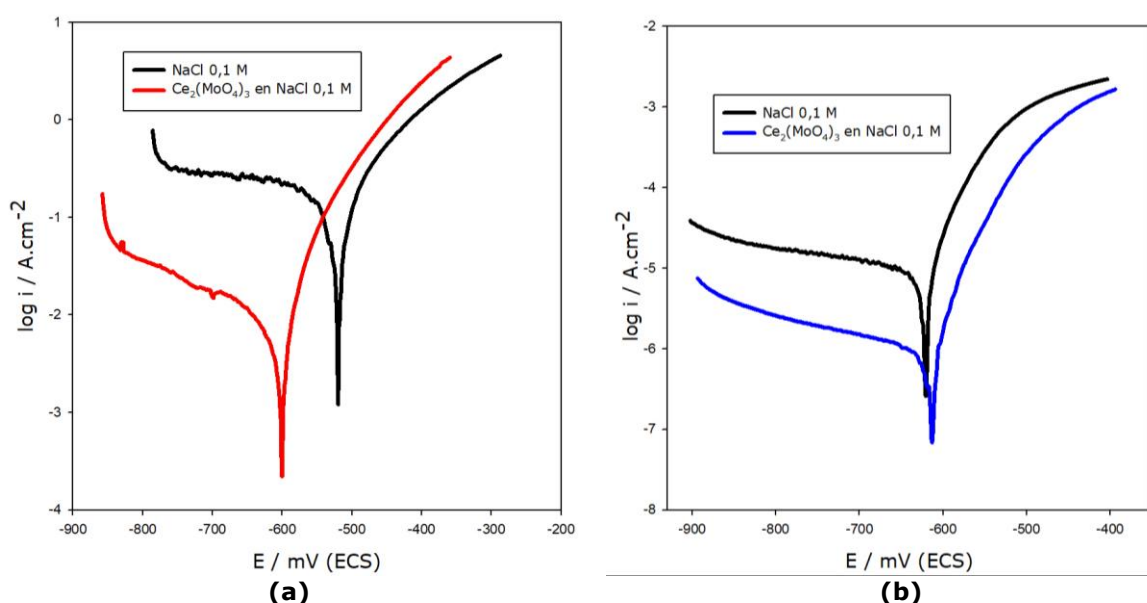


Figura 4. Curvas de Tafel en suspensiones de molibdato de cerio en NaCl 0,1 M sobre (a) acero SAE 1010 y (b) sobre aluminio 1050

Los resultados experimentales mostraron que el molibdato de cerio resultó ser un buen inhibidor de corrosión para ambos metales, debido a las características de la película protectora cuya eficiencia se optimizó por la incorporación de Mo y Ce a la misma.

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo financiero brindado por CONICET, CICPBA y UNLP el cual permitió llevar adelante esta investigación.

Referencias

- [1] S.A. Hodges, W.M. Uphues, M.T. Tan, 1+2>3: Non-toxic corrosion inhibitive synergistic systems, *Surface Coatings International* 80(4), 1997, 178-183.
- [2] W.D. Robertson, Molybdate and Tungstate as Corrosion Inhibitors and the Mechanism of Inhibition. *Electrochem. Soc.* 98(3), 1951, 94-100.
- [3] A.M. Shams El Din, L. Wang, Mechanism of corrosion inhibition by sodium molybdate, *Desalination* 107(1), 1996, 29-43.
- [4] M. Forsyth, K. Wilson, T. Behrsing, C. Forsyth, G.B. Deacon, A. Phanasgoankar, A., Effectiveness of rare-earth metal compounds as corrosion inhibitors for steel. *Corrosion (NACE)* 58(11), 2002, 953-960.