

boletín ambiental

Septiembre de 2017

Instituto de Estudios Ambientales IDEA - Sede Manizales **141**

El Aguacate como Inhibidor Natural de Corrosión



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

El Aguacate como Inhibidor Natural de Corrosión

JULIÁN ANDRÉS PINILLA BEDOYA.
Estudiante de Pregrado décimo semestre de Ingeniería Física
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales juapinillabe@unal.edu.co

DANIELA GARCÉS LÓPEZ.
Estudiante de Pregrado décimo semestre de Ingeniería Física Universidad
Nacional de Colombia Sede Manizales dgarcesl@unal.edu.co

Asesor del proyecto dr. BELARMINO SEGURA GIRALDO.
Director del Programa Curricular de Ingeniería Física.
Laboratorio de Física del Plasma bsegurag@unal.edu.co

Agradecimientos a los profesores Elisabeth Restrepo Parra y Pedro José Arango Arango y reconocimientos al Laboratorio de Física del Plasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, al proyecto de investigación "Estudio de la Bioactividad de la Hidroxiapatita y del Acero al Titanio Mediante Técnicas Espectroscópicas" 36078.

Introducción

¿Qué es la corrosión? Es un deterioro a consecuencia de un ataque químico que sufren los materiales en el medio en el que se encuentran; tiene gran impacto en la economía, la seguridad y la conservación de estos. La corrosión ha sido un gran problema que ha enfrentado la industria en la producción de materiales, por tanto, se tiene como principal objetivo reducir este deterioro y dar una solución eficaz. [1] [2].

Un proceso que hasta el momento ha resultado efectivo es la utilización de inhibidores de corrosión; cuando estos están presentes en concentraciones adecuadas reducen la velocidad de corrosión creando una resistencia en el material a este medio, pero a la vez crean un deterioro al medio ambiente, ya que muchos tienen un grado muy alto de contaminación, además de tener costos elevados; por esta razón surgió la idea de trabajar con inhibidores naturales de corrosión, que aunque tienen la misma función de los comúnmente utilizados en el mercado, sí favorecen el medio ambiente y la economía[3].

Al investigar en la literatura al respecto, se encuentra infinidad de plantas y verduras que tienen propiedades que ayudan

a la solución de este problema; para realizar estos estudios hay que saber qué tipo de acero se va a utilizar, pues si en algunos casos es beneficioso, en otros ayuda a que la corrosión se presente con mayor facilidad [4].

Teniendo en cuenta lo anterior, se empezó a investigar qué tipo de plantas y verduras encontrábamos en la zona cafetera de nuestro país, específicamente en la de Caldas, y se descubrió que el aguacate por sus excelentes propiedades puede ser buen inhibidor para el acero tipo A36 que es un acero al carbón [4], un acero estructural usado en la construcción.

El aguacate, variedad papelillo, de la familia Persea Americana Mill, se cultiva en el centro sur de Caldas. Se adapta a

climas fríos y su fruto madura de seis a ocho semanas; se caracteriza por ser de cáscara delgada, superficie lisa y un contenido en grasa de cerca de un 30%. Se sacaron muestras de la cáscara, la pulpa y la pepa para medir cuál tiene mayores propiedades de inhibición.

Para realizar este estudio se utilizaron dos técnicas: curvas de polarización Tafel y Espectroscopia de impedancia electroquímica EIS, para evaluar la resistencia a la corrosión de materiales y la velocidad de este acero en determinado medio; lo que se hace es simular un medio corrosivo que es NaCl al 3,5%. [5].

Planteamiento del problema

La corrosión es un problema de gran impacto en la industria, ya que su influencia económica en la actualidad es demasiado alta. Según National Association of Corrosion Engineers (NACE) para las grandes potencias del mundo como Canadá, Japón, China y Estados Unidos, los costos que implica este deterioro corresponden más o menos de 2 a 6 % del PIB de cada país [6][7]; por esta razón se quiere determinar una manera amigable con el medio ambiente para contrarrestar el problema mediante inhibidores naturales de corrosión, realizando pruebas y simulando medios corrosivos en los cuales puede interactuar este material, de acuerdo con estudios de aplicabilidad [3].

Referente teórico

1. Corrosión e Inhibidores

La corrosión se define en términos generales como la degradación de un material, usualmente un metal o sus propiedades debido a una reacción con su entorno[8]. Para reducir el impacto económico de la corrosión se tiene como objetivo prevenirla, y así disminuir las pérdidas económicas que resultan de la corrosión de tuberías, tanques, componentes metálicos de máquinas, barcos, puentes, estructuras marinas, entre otras; la corrosión puede comprometer la seguridad de los equipos causando fallas, por ejemplo, recipientes a presión,

calderas, contenedores metálicos para productos químicos tóxicos, palas de turbina y rotores, puentes, componentes del avión y mecanismos de dirección automotriz [1].

Se afirma que la mayoría de las fallas por corrosión tienen causas ya conocidas, y que esta ocurre por no aplicar los fundamentos y conocimientos básicos de los mecanismos de corrosión [9]. Por tanto, con el transcurrir de los años se han utilizado inhibidores que son compuestos químicos que se incorporan a las piezas metálicas para proteger; dicho compuesto no altera

las propiedades físicas del material; se clasifican principalmente en 3 ramas: anódicos que reducen la velocidad de la semirreacción anódica, los catódicos reducen la velocidad de la semirreacción catódica y los mixtos reducen la velocidad de ambas semirreacciones [10].

Existen distintas clases de inhibidores inorgánicos: sales de cromatos, fosfatos y molibdato. En este tipo de compuestos los aniones son los responsables de la reducción de la velocidad de corrosión del metal. Los inhibidores orgánicos se utilizan en sistemas de enfriamiento y comúnmente son de tipo anicónico como el mercaptobenzotiazol (MBT), sulfatos de sodio y fosfonatos[11].

Se ha estudiado gran cantidad de compuestos orgánicos para investigar su potencial inhibidor de la corrosión. Todos estos estudios revelan que los compuestos orgánicos, especialmente aquellos con N, S y O muestran una significativa eficacia de inhibición. Infortunadamente la mayoría de estos componentes no solo son costosos, sino también tóxicos para el medio ambiente y los seres vivos [6][7][6].

Los extractos naturales se han convertido en una opción ambientalmente amigable, se encuentran disponibles y representan un recurso renovable para una amplia gama de inhibidores; además de esto, son una fuente muy rica de compuestos químicos naturales que se pueden extraer por medio de procedimientos simples de bajo costo y son biodegradables por

la naturaleza [14][15]; el efecto inhibidor se atribuye a la adsorción de estas sustancias orgánicas sobre la superficie del metal, bloqueando los sitios activos o formando una capa pasiva [16][6].

2. Técnicas de caracterización

La curva de Tafel

El proceso de polarización que sigue un metal es de difícil caracterización. Una técnica sencilla que aporta bastante información es la potenciodinámica. En ella se traza una curva en la que representa potencial (E) frente a la corriente en escala logarítmica (log I). Esta técnica consiste en esperar a que el metal estabilice, es decir, que alcance un potencial constante en el que las semirreacciones anódica y catódica están compensadas, para aplicarle después unos pocos milivoltios (± 250 mV)según la norma ASTM G5-59) que le alejen del potencial de equilibrio y registrar la respuesta en corriente; esta muestra de una forma clara los procesos de intercambio de electrones que se producen en las inmediaciones del metal [17].

Espectroscopia de Impedancia Electroquímica

Este método consiste en aplicar un potencial variable a la muestra, y un rango de frecuencias con el fin de obtener impedancias; a partir de un espectro de impedancias se deduce el comportamiento de la interfaz muestra-solución, ofreciendo una visión completa de los fenómenos corrosivos que tienen lugar [18].

Metodología

Preparación de la muestra

Para la preparación de la muestra se empieza con la obtención de un pequeño trozo de barra de Acero A36 el cual se lleva inmediatamente a un pulido mecánico por medio de lijas de carbono de silicio, empezando desde una lija 150 hasta una lija 2000, donde se puede referir un brillo espejo; seguidamente se realiza una limpieza química en un ultrasonido, por medio de acetona por un tiempo de 15 minutos; a partir de este momento la muestra queda apta para iniciar las medidas pertinentes.



Imagen 1. Preparación de la muestra.

Realización del inhibidor

Para la elaboración del inhibidor se utilizaron 250 ml de agua destilada y 125 gr de pulpa de aguacate, realizando una mezcla homogénea entre los dos, el proceso con la pepa y la cáscara se realiza de forma similar, obteniendo de la pepa 125 gr por medio de proceso de rayado, al igual que de la cáscara 125 gr por medio de proceso de macerado.

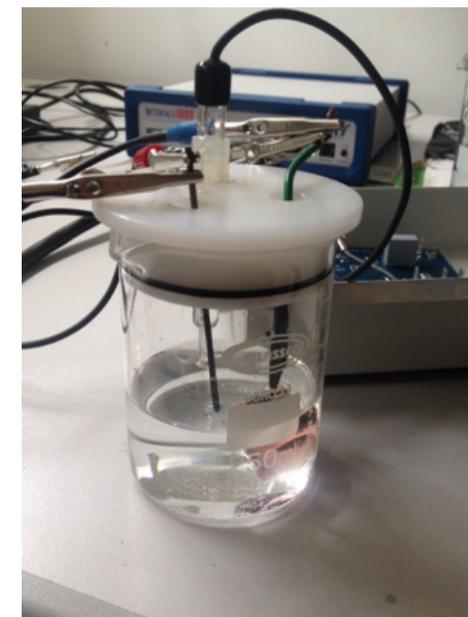


Imagen 2. Preparación del inhibidor

Prueba en el potenciostato

Después de realizar el inhibidor se prosigue con la medida mediante la simulación de un medio base que es NaCl al 3.5% en peso, se preparan 250 ml de este; de ellos se utilizan 240ml completando los 10 ml restantes con el inhibidor.

En el paso siguiente se tiene cómo realizar la medición, teniendo en cuenta tres electrodos, electrodo de referencia Ag/AgCl, electrodo contador – Grafito



y electrodo de trabajo Acero A36, por medio de un potenciostato-galvanostato 1000E, mediante el cual se procedió a realizar pruebas de curvas de polarización Tafel, que indica la velocidad con la que se corroe este material en este medio, y Espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS) con la que se logra la resistencia que obtiene el material en el medio.

Resultados Preliminares



Se determinó la velocidad y la resistencia de corrosión del acero tipo A36, aplicando inhibidor de aguacate encontrando una eficiencia en cuanto a la velocidad de corrosión del 17,97% y en cuanto a la resistencia del 32,92% en comparación con las pruebas realizadas con el acero sin inhibidor.

Después de un año de pruebas en el Laboratorio del Plasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales se puede afirmar que la cáscara, la pulpa, y sobre todo la pepa del aguacate sirven para inhibir naturalmente la corrosión en el acero A36 usado en la construcción; serviría para sustituir químicos como el cromo, el vanadio y el zinc que son costosos y contaminantes. No se llegaría a las propiedades que tienen los aceros inoxidables pero se evitaría que se dé tan rápido la corrosión en el material.

Imagen 2. Ataque sin y con inhibidor

Referencias

- [1] H. Silman, *Corrosion and Corrosion Control: An introduction to corrosion science and engineering*, vol. 7. 2008.
- [2] G. Terán, "Inoxidables 304 En Procesos De Soldadura," 2004.
- [3] P. B. Raja and M. G. Sethuraman, "Natural products as corrosion inhibitor for metals in corrosive media - A review," *Mater. Lett.*, vol. 62, no. 1, pp. 113–116, 2008.
- [4] L. Patricia, T. Benítez, P. Javier, M. Castellar, E. David, and A. Percy, "Uso de extractos de plantas como inhibidores de corrosión," *Rev. Inf. Tec.*, vol. 78, no. 2, pp. 155–165, 2014.
- [5] J. Genesca, "Técnicas electroquímicas de corriente directa para la determinación de la velocidad de corrosión," *Fac. Química-UNAM*, 2008.
- [6] M. J. Berrocal Bravo and E. D. Altamiranda Percy, "Evaluación de la eficiencia inhibidora de corrosión del extracto acuoso de aguacate (*Persea americana*)," p. 101, 2013.
- [7] V. S. Sastri, *Green Corrosion Inhibitors: Theory and Practice*. 2011.
- [8] P. Roberge, *Corrosion engineering: principles and practice*, vol. 52, no. 7. 2008.
- [9] S. Rosario Yácono, J.C, "Materiales: la corrosión, su tradición y alcances," *Rev. del Inst. Investig. la Fac. Ing. Geológica, Minera, Metal. y Geográfica*, vol. 6, pp. 71–77, 2003.
- [10] J. L. García Sánchez, E. Molina Grima, F. García Camacho, J. a Sánchez Pérez, and D. López Alonso, "Los inhibidores de la corrosión," *Rev. Metal.*, no. 39, pp. 140–158, 2003.
- [11] G. E. Pettengill, "The corrosion handbook," *Journal of the Franklin Institute*, vol. 245, no. 6, pp. 527–528, 1948.
- [12] M. A. Ameer, E. Khamis, and G. Al-Senani, "Adsorption studies of the effect of thiosemicarbazides on the corrosion of steel in phosphoric acid," *Adsorpt. Sci. Technol.*, vol. 18, no. 3, pp. 177–194, 2000.
- [13] G. K. Gomma, "Corrosion of low-carbon steel in sulphuric acid solution in presence of pyrazole—halides mixture," *Mater. Chem. Phys.*, vol. 55, no. 3, p. 241, 1998.
- [14] A. Lecante, F. Robert, P. A. Blandinires, and C. Roos, "Anti-corrosive properties of *S. tinctoria* and *G. ouregou* alkaloid extracts on low carbon steel," *Curr. Appl. Phys.*, vol. 11, no. 3, pp. 714–724, 2011.
- [15] A. M. Abdel-Gaber, B. A. Abd-El-Nabey, I. M. Sidahmed, A. M. El-Zayady, and M. Saadawy, "Inhibitive action of some plant extracts on the corrosion of steel in acidic media," *Corros. Sci.*, vol. 48, no. 9, pp. 2765–2779, 2006.
- [16] A. M. Abdel-Gaber, E. Khamis, H. Abo-Eldahab, and S. Adeel, "Novel package for inhibition of aluminium corrosion in alkaline solutions," *Mater. Chem. Phys.*, vol. 124, no. 1, pp. 773–779, 2010.
- [17] E. Polit and C. Superior, "Departamento de Física Proyecto Fin de Carrera Autor : Adrián Sánchez García."
- [18] R. Cabrera-sierra, J. Marín-cruz, and I. González, "La utilización de la espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS) para identificar diferentes estados superficiales en el proceso de corrosión del acero al carbono en medios amargos," *Bol. Soc. Quóm. Méx.*, vol. 1, no. 1, pp. 32–41, 2007.



Instituto de Estudios Ambientales - IDEA -
Teléfono: 8879300 Ext. 50190 / Fax 8879383
Cra 27 #64-60 / Manizales - Caldas
<http://idea.manizales.unal.edu.co>
idea_man@unal.edu.co