

Influencia de los compuestos orgánicos aloe vera y mangifera indica en la protección de materiales sometidos a ambientes severos

Influence of the organic compounds aloe vera and mangifera indica in the protection of materials subjected to harsh environments

Rómulo Alejandro Barba López
<https://orcid.org/0000-001-7674-2623>
rómulo.barbal@ug.edu.ec
Universidad de Guayaquil

Resumen

Los materiales son parte fundamental en el desarrollo de las sociedades. Estos son creados para soportar diferentes variables externas, como presión y temperatura. Los ambientes severos juegan un papel importante en los procesos industriales. No todos los materiales pueden soportar dichos efectos, tal es el caso de los materiales metálicos. Estos sufren un efecto de depreciación llamado corrosión, donde el metal sufre una reacción de oxidación gracias al contacto con agentes ácidos. Existen varios procesos de protección, el cual destaca la implementación de los compuestos orgánicos como *aloe vera* y *mangifera indica* como agentes inhibidores de la corrosión debido a sus características químicas y de fácil acceso. Por lo cual, el objetivo general de esta investigación es analizar la influencia de los compuestos orgánicos *aloe vera* y *mangifera indica* en la protección de materiales sometidos a ambientes severos. La metodología empleada se basó en investigaciones de tipo documental y bibliográfico. Los resultados se basaron en los análisis de la protección contra ambientes severos y las características del *aloe vera* y *mangifera indica*. Como conclusión se demostró que mientras mayor sea la concentración del inhibidor, la temperatura del medio este dentro de los márgenes de la temperatura ambiente y la concentración del medio agresivo no se tan alta puede dar garantía de una eficiente protección para ambos inhibidores, pero la fácil remoción de la película protectora a través de algún proceso mecánico produce la deficiencia de los compuestos orgánicos como inhibidores de la corrosión.

Palabras Clave: materiales, ambiente severo, protección, inhibidores orgánicos.

Abstract

Materials are a fundamental part in the development of societies. These are created to support different external variables, such as pressure and temperature. Severe environments play an important role in industrial processes. Not all materials can withstand such effects, such is the case of metallic materials. These undergo a depreciation effect called corrosion, where the metal undergoes an oxidation reaction thanks to contact with acidic agents. There are several protection processes, which highlights the implementation of organic compounds such as aloe vera and mangifera indicated as corrosion inhibiting agents due to their chemical characteristics and easy access. Therefore, the general objective of this research is to analyze the influence of organic compounds aloe vera and mangifera indica on the protection of materials subjected to severe environments. The methodology used was based on documentary and bibliographic research. Results were based on analyzes of protection against severe environments and the characteristics of aloe vera and mangifera indica. In conclusion, it was shown that the higher the inhibitor concentration, the temperature of the medium is within the margins of the ambient temperature and the concentration of the aggressive medium is not so high can guarantee efficient protection for both inhibitors, but the easy removal of the protective film through some mechanical process produces the deficiency of organic compounds as corrosion inhibitors.

Keywords: materials, severe environment, protection, organic inhibitors

Introducción

Dentro de nuestros campos y áreas verdes se encuentran innumerables plantas y vegetales que pueden, no solo ayudar a la alimentación de la humanidad, sino también a poder establecer diversos mecanismos de ayuda en varias áreas. Estos productos forestales cumplen con el desarrollo económico de la sociedad.

Estos cumplen un papel crucial en la vida diaria y en el bienestar de las comunidades locales como fuente de importante de insumos, tales como alimento, forraje, fertilizante, energía, fibra, medicina, aceite, resina y material de construcción, entre muchos otros. Estos constituyen también materia prima de innumerables industrias que procesan o producen, por ejemplo, aceites esenciales, productos farmacéuticos y químicos, alimentos y artesanías. (Chung G., Sotomayor G., & Lucero I., 2011, pág. 6)

Estos productos forestales son en realidad compuestos orgánicos, los cuales pueden ayudar a proteger materiales dentro de ambientes muy severos. Estos están conformados por compuestos químicos del carbono, a excepción de los óxidos, el ácido carbónico y sus sales, así como los carburos (VISOR, 1999). Es decir, las sustancias orgánicas, tanto sintéticas como naturales, se caracterizan por estar constituidas por estructuras complejas basadas en un esqueleto de carbono (Gutiérrez Ducons, 1993).

Muchas de las sustancias más fundamentales en el desarrollo del conocimiento, como los compuestos orgánicos, han estado involucradas por su relación variada en diversas áreas científicas. Desde la medicina hasta la ingeniería. Es por ello, que el estudio de su estructura es fundamental para la comprensión de sus aplicaciones. La compleja estructura de la mayoría de las moléculas orgánicas y el gran número de compuestos existentes se basan en la facilidad con que el átomo de carbono se combina con otros átomos de carbono, por medio de enlaces covalentes de gran estabilidad (Gutiérrez Ducons, 1993).

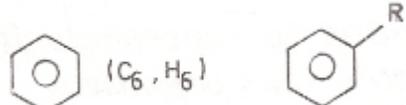
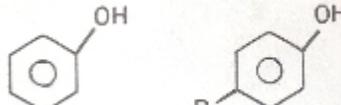
Estos innumerables compuestos conforma los dos grandes grupos de las sustancias orgánicas naturales y sintéticas. De la primera se destaca la formación de azúcares, grasas, proteínas, hormonas, vitaminas, etc., que forman parte de los seres vivos, y de la segunda están los

polímeros, detergentes, los derivados del petróleo, pesticidas y productos farmacéuticos (Gutiérrez Ducons, 1993).

Los compuestos orgánicos están formados por grupos funcionales los cuales se caracterizan por las propiedades químicas de los mismos. En la Tabla 1 se puede distinguir los grupos funcionales de los compuestos orgánicos.

Tabla 1.

Grupos funcionales de los compuestos orgánicos.

GRUPO FUNCIONAL		ESQUEMA
TIPO	SUBTIPO	
Hidrocarburos	<i>Alcanos</i>	$\begin{array}{c} R \\ \diagdown \\ R \\ \diagup \\ R \end{array} C - C \begin{array}{c} \diagup \\ R \\ \diagdown \\ R \end{array} R$
	<i>Alquenos</i>	$\begin{array}{c} R \\ \diagdown \\ R \\ \diagup \\ R \end{array} C = C \begin{array}{c} \diagup \\ R \\ \diagdown \\ R \end{array} R$
	<i>Alquinos</i>	$R - C \equiv C - R$
	<i>Benceno y derivados</i>	
Alcoholes	<i>Primarios</i>	$R - CH_2OH$
	<i>Secundarios</i>	$\begin{array}{c} R \\ \diagdown \\ R \\ \diagup \\ R \end{array} CHOH$
	<i>Terciarios</i>	$\begin{array}{c} R \\ \diagdown \\ R \\ \diagup \\ R \end{array} COH$
Fenoles	-----	
Éteres	-----	$R - O - R$
Aldehídos	-----	$R - C \begin{array}{l} \diagup O \\ \diagdown H \end{array}$
Cetonas	-----	$R - C - R \\ \parallel \\ O$
Ácidos carboxílicos	-----	$R - C \begin{array}{l} \diagup O \\ \diagdown OH \end{array}$

Ésteres	-----	$\text{R} - \text{C} \begin{array}{l} \parallel \text{O} \\ \backslash \text{OR} \end{array}$
Amidas	-----	$\text{R} - \text{C} \begin{array}{l} \parallel \text{O} \\ \backslash \text{NH}_2 \end{array}$
Aminas	<i>Primarios</i>	$\text{R} - \text{NH}_2$
	<i>Secundarios</i>	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \backslash \\ \text{NH} \\ / \\ \text{R} \end{array}$
	<i>Terciarios</i>	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \backslash \\ \text{R} - \text{N} \\ / \\ \text{R} \end{array}$
Nitrilos	-----	$\text{R} - \text{C} \equiv \text{N}$
Nitroderivados	-----	$\text{R} - \text{NO}_2$
Derivados halogenados	-----	$\text{R} - \text{X} \quad (\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I})$

Fuente: (Gutiérrez Ducons, 1993)

Ahora estos compuestos orgánicos se comportan como inhibidores con el fin de proteger a los materiales, es especial a los metálicos, de sustancias o ambientes agresivos que permitan la disminución de la vida útil. Estos inhibidores son usados en pequeños paquetes orgánicos a base de fosfato en medio acuoso, pero preferiblemente se usan para medios ácidos por tener un buen comportamiento para disminuir la velocidad de corrosión (de Lima, 2008). De la misma manera, los compuestos orgánicos polares y los materiales orgánicos coloidales son los más utilizados como inhibidores (Alvarado Cortés, 2006).

Una de las aplicaciones importantes que tiene los inhibidores orgánicos es la industria petrolera. Los inhibidores orgánicos protegen el metal formado una película hidrofóbica en la superficie del metal, los cuales son fijados por absorción según la carga iónica del inhibidor y la carga de la superficie (Alvarado Cortés, 2006).

Dentro de estos inhibidores orgánicos se encuentran los provenientes de plantas. De acuerdo a sus propiedades son implementadas tanto en la medicina como en aplicaciones en la industria metalmeccánica, ya sea en fármacos o actuando como posibles sustancias antioxidantes e inhibidoras de la corrosión de metales industriales, ejerciendo así una propiedad bifuncional (Herrera-Hernández, y otros, 2015).

Un apoyo fundamental es el apoyo a la industria como protectores contra la corrosión metálica, en especial al acero. Existe una eficiencia de los extractos naturales de materias de origen natural como inhibidores biodegradables, como el *Aloe vera*, hojas de eucalipto, nuez moscada, flor de Jamaica, zumo de granada, raíz de *ginseng*, entre otras (Ramos & Dugarte, 2014)

El *aloe vera* es una de las plantas más significativas a nivel cultural debido a su potencialidad médica y de uso industrial como inhibidor de la corrosión metálica, aunado a su fácil acceso y lo económico que se encuentra en el mercado. Por lo cual, la formulación de recubrimientos anticorrosivos incorporando la resina natural de *aloe vera* permite la obtención de películas de fondo con buen grado de adherencia y fácil aplicación al substrato metálico presentando un excelente comportamiento al ser evaluados en una atmósfera marina altamente corrosiva (Sánchez & Reyes, 2006). También, existe otro compuesto orgánico como es el que proviene de *mangifera indica* (mango). El extracto, que proviene de las hojas y cascara de la fruta, muestra una eficiencia, como inhibidor de la corrosión, bastante alta (Kesavan et al, 2012).

Por lo tanto, el objetivo general de esta investigación es analizar la influencia de los compuestos orgánicos *aloe vera* y *mangifera indica* en la protección de materiales sometidos a ambientes severo. La metodología empleada se basó en investigaciones de tipo documental y bibliográfico.

Método

Esta investigación se le aplicaron objetivos específicos con la finalidad de poder establecer una metodología de trabajo que involucra investigaciones de carácter documental y bibliográfica por medio de instrumentos como libros de texto, revistas científicas, trabajos de grado de diversas universidades, documentos web, entre otros. Estos objetivos específica la importancia de conceptualizar el termino de compuesto orgánico, clasificar los tipos de compuestos orgánicos, describir la importancia de la protección contra ambientes severos y determinar la eficiencia de los compuestos orgánicos *aloe vera* y *mangifera indica* en la protección contra ambientes severos.

Resultados

Protección contra ambientes severos.

Uno de los aspectos más fundamentales que poseen los materiales metálicos es que tienen propiedades que pueden ser utilizados en diferentes áreas de trabajo industrial. Poseen propiedades mecánicas, resistencia a altas temperaturas, conductividad térmica o eléctrica y buena resistencia a la corrosión. Dependiendo de cada material, estas propiedades pueden variar. Los elementos aleantes pueden jugar un papel importante en el desarrollo de los metales y fortalecer algunas propiedades y tener debilidades en otras.

Por ejemplo, los polímeros son utilizados por ser resistentes a la corrosión, poseen alta resistencia eléctrica y algunos poseen baja resistencia térmica. La mayoría es utilizada para ser aislantes eléctricos como también ser utilizados por su bajo peso. Los materiales refractarios son utilizados en áreas de trabajo que involucren altas temperaturas debido a su alta resistencia a la conductividad térmica. La aplicación está fundamentada en calderas y hornos de fundición. También sirven como aislantes de grandes reacciones químicas severas.

Entre los materiales metálicos utilizados en ambientes corrosivos es el acero, debido a su gran resistencia a los esfuerzos mecánicos, resistencia a altas temperaturas. Su limitante es la baja resistencia a la corrosión, produciendo picaduras que hacen formar concentradores de tensiones y a su vez la vida útil de la pieza. Es por ello, que se debe buscar como alternativa contrarrestar los efectos de la corrosión. La palabra “corroer” deriva del latín *corrodere*, que significa “roer las piezas”, por lo que se puede caracterizar como una reacción química o electroquímica entre un material metálico y su ambiente que produce un deterioro del material y de sus propiedades (García Inzunza, 2014). En la Figura 1 se destaca la clasificación de la corrosión dependiendo si es localizada o uniforme.

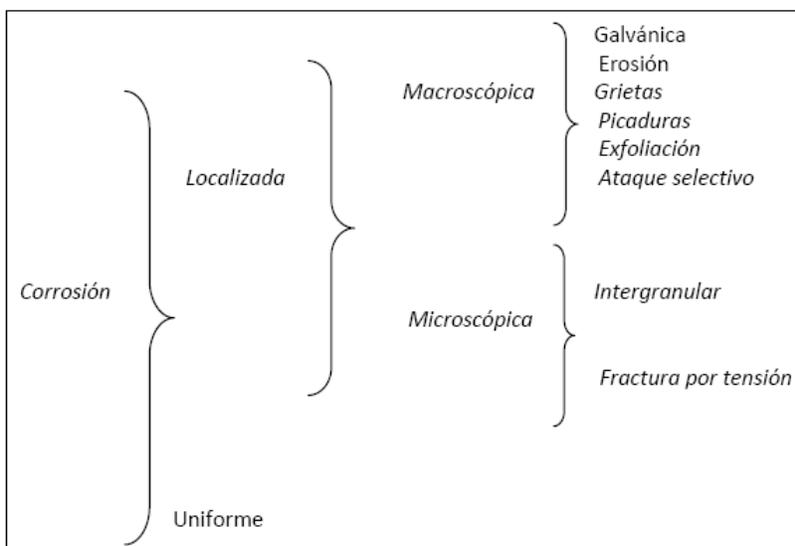


Figura 1. Clasificación de la corrosión de acuerdo a la apariencia del metal corroído. Fuente: (García Inzunza, 2014)

Existen ciertas condiciones que puedan acelerar el proceso de corrosión. La velocidad a la que un material se degrada depende del ambiente donde se encuentre, lo que resulta de la creación de una capa fina de material en la superficie, formando manchas hasta imperfecciones en la superficie del material (Alvarado Cortés, 2006). Es por ello, que la corrosión tiene un importante impacto en la industria; un claro ejemplo de ello se presenta en las compañías de agua, ya que ésta corroe tanto las líneas de distribución como el sistema de bombas utilizado para el transporte de la misma (Saavedra-Navarrete, 2017).

Este impacto es significativo a nivel socioeconómico produciendo no solo auge de trabajo sino también de desarrollo científico y tecnológico. Si no existiera la corrosión, la economía del mundo cambiaría radicalmente, por efecto de que los complejos industriales estarían a salvo y el acero inoxidable no sería imprescindible, así como muchas aleaciones caerían en desuso y las pinturas anticorrosivas no tendrían razón de ser (Alvarado Cortés, 2006).

De aquí la importancia del control de la corrosión para poder evitar el deterioro en las áreas de trabajo. Esta se basa en prevenir la reacción entre la superficie metálica y el ambiente, el acercamiento de estos dos factores puede evitarse interponiendo una película entre el metal y sus alrededores, esto se logra con los recubrimientos orgánicos, como lo son las pinturas (Sánchez & Reyes, 2006).

Estos recubrimientos juegan un papel importante como inhibidores de la corrosión. La misión de estos inhibidores es ir a la superficie de la instalación sobre la cual se absorbe para formar una película de protección contra el electrolito (de Lima, 2008). Existe una variedad, donde destacan las pinturas sintéticas anticorrosivas. Estas ofrecen una debilidad manifestada por la película protectora que será efectiva el tiempo que se conserve intacta (Avner, 1988).

En los últimos tiempos ha surgido nuevos productos a base de esas sustancias orgánicas provenientes de plantas. Estas contienen una variada fuente de compuestos químicos que pudiesen servir como aditivos orgánicos haciéndolos atractivos a la industria, ya que se presentan como un producto sintetizado naturalmente, ambientalmente aceptable y cuyo proceso sería menos tóxico que el industrial (Ramos & Dugarte, 2014). De la misma forma, los inhibidores verdes buscan ser un producto “limpio”, el cual permita reducir la emisión de contaminantes por medio del aprovechamiento de los recursos naturales, en este caso utilizando desechos de productos agroindustriales (Saavedra-Navarrete, 2017).

Características del aloe vera y mangifera indica.

Uno de los inhibidores verdes que se han investigado con mayor frecuencia son el *aloe vera* y la *mangifera indica*. La *aloe vera* originaria del norte de África, conocida en Sudamérica como sábila, la cual se encuentra de manera abundante debido a las condiciones climatológicas que permiten la reproducción y propagación de la especie (Herrera-Hernández, y otros, 2015). A su vez, el mango es una fruta tropical obtenida del árbol de la familia de las Anacardiáceas., que tiene forma ovalada o esférica, con piel no comestible y pulpa pegajosa de color amarillo anaranjado (Tafur Salazar, 2019).

De estos dos inhibidores orgánicos, el más utilizado a nivel industrial a sido el *aloe vera*. Tiene capacidad de contrarrestar los efectos de la corrosión, donde la durabilidad de la película depende fundamentalmente de su resistencia al medio corrosivo y la facultad que posee de permanecer adherido al substrato metálico (Sánchez & Reyes, 2006). Está constituida por compuestos de tipo antraquinonas, y el compuesto orgánico que predomina es la aloína (Herrera-Hernández, y otros, 2015). De la misma manera, se le atribuye la presencia de grupos polares del tipo $-C=O$, y aquellos que poseen átomos del tipo oxígeno (O) y nitrógeno (N) en la molécula de resina como posibles responsables de aislar el metal

del medio corrosivo (Ramos & Dugarte, 2014). En la Figura 2 se puede observar la estructura química de la *aloe vera*.

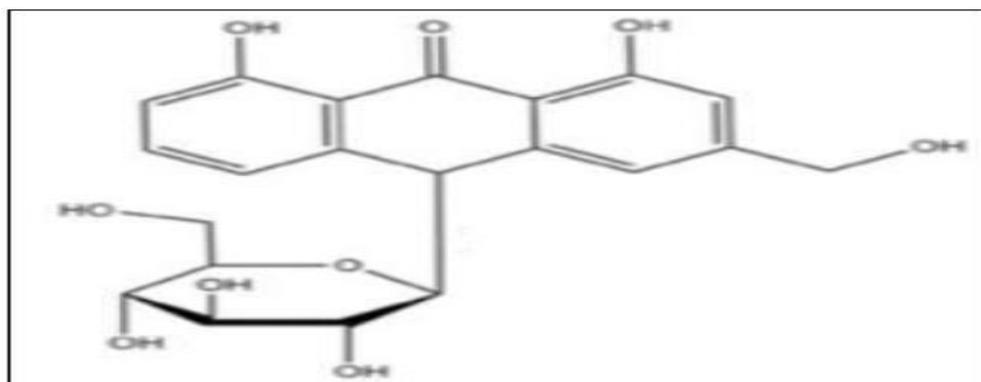


Figura 2. Estructura química del aloe vera. Fuente: (Herrera-Hernández, y otros, 2015)

Los estudios sobre protección contra la corrosión de la *mangifera indica* están en pleno desarrollo, a diferencia de la *aloe vera*. El mango también contiene fibra soluble (pectinas), ácidos orgánicos (cítrico y málico) y taninos (Tafur Salazar, 2019). La eficiencia de este inhibidor aumenta a medida que aumenta la concentración del extracto, pero disminuye con la temperatura (Omotosho, 2016).

Poder medir la eficiencia de estos extractos de plantas como agentes inhibidores de corrosión se realiza a través de métodos electroquímicos. Esta se basa en el uso de una señal de corriente alterna (CA) que es aplicada a un electrodo (metal sometido a corrosión), por lo que la respuesta es la impedancia que representa la propiedad del circuito de resistir el paso de corriente (Santander Soazo, 2018). En la Figura 3 se detalla el circuito de un sistema electroquímico sencillo.

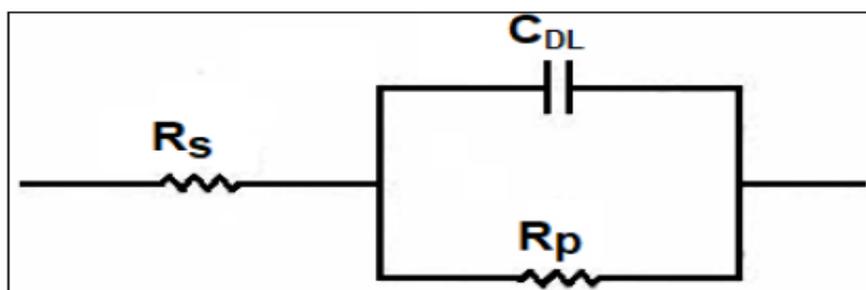


Figura 3. Circuito del sistema electroquímico sencillo, donde: R_s , resistencia de la solución; C_{DL} , capacitancia de doble capa eléctrica en la interfase; R_p , resistencia a la polarización, el cual es una medida de la transferencia de electrones a través de la superficie. Fuente: (Santander Soazo, 2018)

En la Figura 4 se observa el montaje completo para la medición electroquímica de la corrosión en una lámina de acero. Para obtener el cálculo de la corriente de corrosión es necesario el apoyo a través de la Figura 5. En esta se prolonga la línea de Tafel (a sobrepotenciales mayores que 0,1V) hasta su intersección con la línea horizontal correspondiente al valor de potencial de corrosión original de la muestra (Alvarado Cortés, 2006).

Para comprender la eficiencia de los compuestos orgánicos *aloe vera* y *mangifera indica* es necesario poder establecer el porcentaje del mismo a través de las velocidades de corrosión. Esta se eficiencia se determina a través de la ecuación que requiere conocer $i_{corr(B)}$ que es la corriente de corrosión del blanco y $i_{corr(C)}$ que es la corriente de corrosión del compuesto (Alvarado Cortés, 2006).

$$\%Eficiencia = \frac{i_{corr(B)} - i_{corr(C)}}{i_{corr(B)}}$$

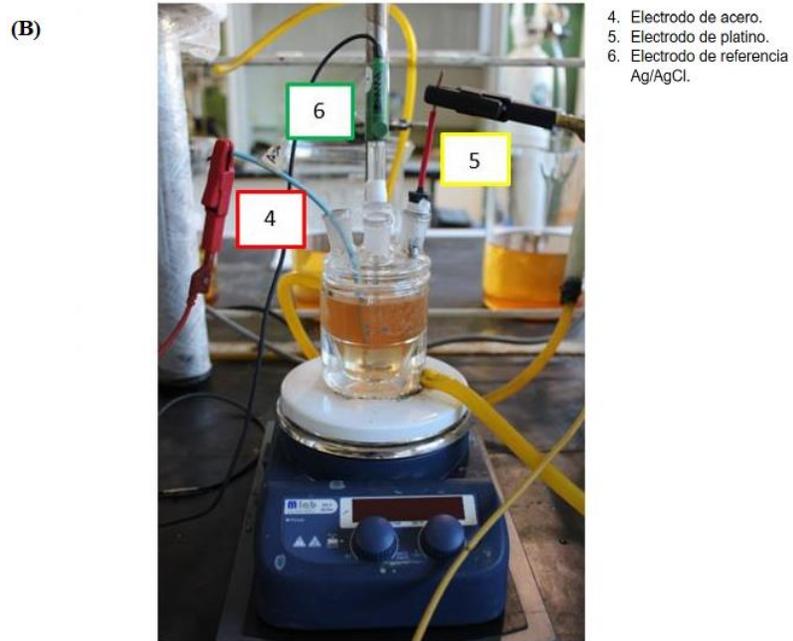
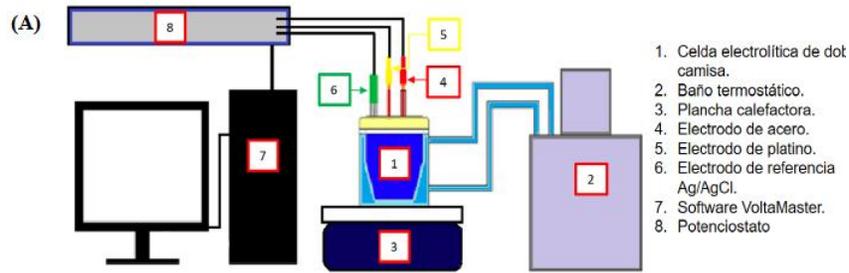


Figura 4. (A) esquema ilustrativo del montaje electroquímico y (B) la celda electroquímica. Fuente: (Santander Soazo, 2018)

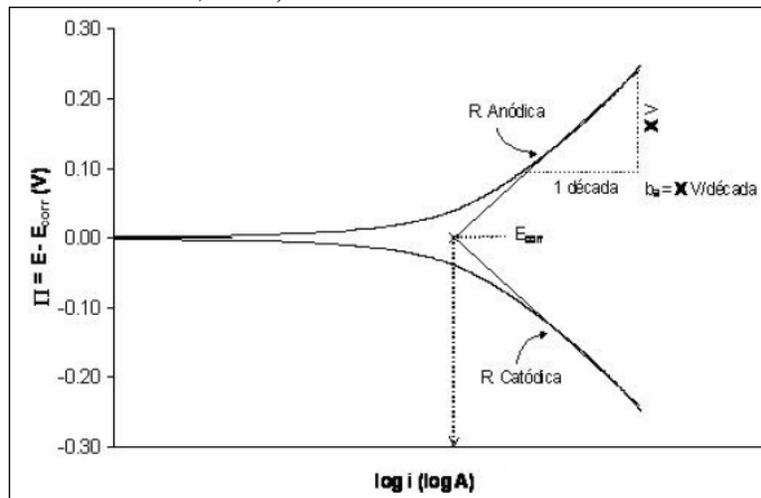


Figura 5. Calculo de la corriente de corrosión, prolongando la línea de Tafel hasta su intersección con la línea horizontal. Fuente: (Alvarado Cortés, 2006)

Además, la preparación de las muestras esta basada en la extracción de las pulpas de los inhibidores verdes, las cuales estarán sometidos en ambientes severos como el HCl. Para la muestra de *aloe vera* se tomó en cuenta la temperatura del medio y la concentración del inhibidor en una evaluación de 24 horas. Para la *mangifera indica* solo se tomó la concentración del inhibidor. En las Tablas 2 y 3 están los resultados correspondientes.

Tabla 2.

Eficiencia de inhibidor *aloe vera* a diferentes concentraciones.

INHIBIDOR	EFICIENCIA (%)							
	2ml	4ml	6ml	8ml	10ml	12ml	14ml	16ml
<i>Aloe vera</i>	47,8	75,7	72,5	83	85,8	86,6	87,5	88,5

Fuente: (Herrera-Hernández, y otros, 2015)

Tabla 3.

Eficiencia de inhibidor *mangifera indica* a diferentes concentraciones y temperatura.

INHIBIDOR	TEMPERATURA	CONCENTRACIÓN	EFICIENCIA (24H)
<i>Mangifera Indica</i>	Ambiente	1%	85,291
		5%	96,481
		10%	87,569
	60°C	1%	86,473
		5%	87,733
		10%	89,548

Fuente: (Saavedra-Navarrete, 2017)

Para ambas sustancias el aumento de concentración del inhibidor orgánico aumenta la eficiencia en la protección contra la corrosión en láminas de acero. Lo que permite que la vida útil de este material se extienda. En el compuesto *mangifera indica*, el aumento de temperatura del medio permite un leve aumento de la eficiencia, pero la mejor eficiencia se encuentra a temperatura ambiente a una concentración del 5% del compuesto orgánico.

Esto se debe a que la película posee un recubrimiento mayor por lo que la protección aumenta, aunado a que la temperatura juega un papel importante en la eficiencia. Temperaturas muy altas puede ocasionar la perdida de la película protectora y dejar expuesto el material a los ambientes severos. El HCl es un medio agresivo, pero a nivel industrial existen contactos con medios más agresivos como el H₂SO₄. El comportamiento del acero

ante un medio como el HCl puede reflejar el comportamiento contra el H₂SO₄ a temperatura ambiente.

La protección de los inhibidores orgánicos queda demostrado a través de la Figura 6, donde se muestra el macroataque de una pieza de acero sometida a un ambiente severo con y sin la presencia de inhibidor.

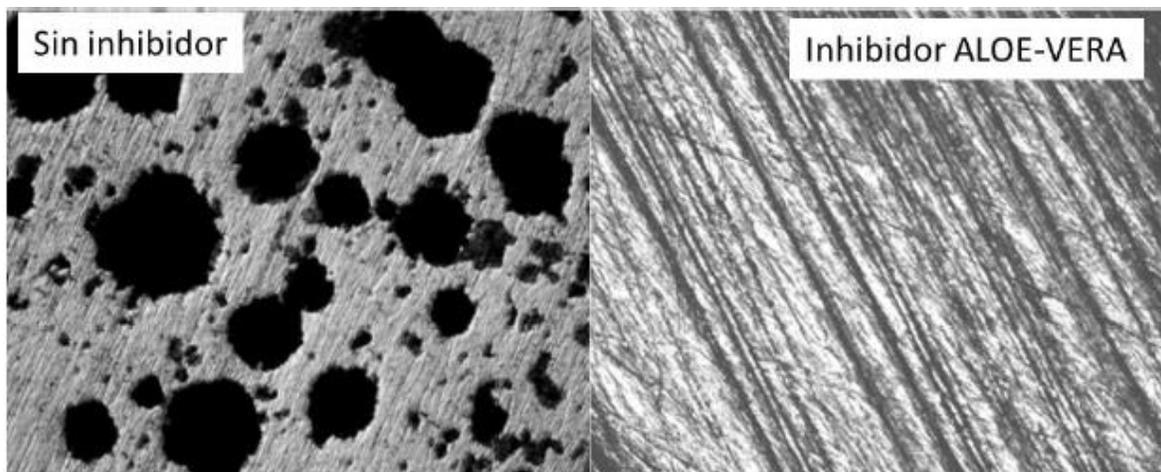


Figura 6. Micrografías ópticas de un acero estructural, a 5x, en presencia de ambiente corrosivo de HCl con o sin la cubierta orgánica de *aloe vera*. Fuente: (Herrera-Hernández, y otros, 2015)

Discusión y conclusiones

Los materiales son de gran utilidad en diversas áreas industriales domésticas, arquitectónicas lo que ha permitido obtener una mejor calidad de vida de los individuos y sociedades. El constante crecimiento en la invención de materiales ha permitido el auge de muchas tecnologías y por ende del conocimiento. Los primeros materiales utilizados eran los metales destaca a través de la edad de bronce de la humanidad, a medida que el conocimiento iba creciendo los materiales también aumentaban en calidad y eficiencia.

Después surgieron nuevos materiales, como los polímeros que brindan un apoyo significativo dentro de la vida cotidiana. Sus características resaltas sobre los demás debido a su peso y la facilidad de producir diseños con complicadas dimensiones. La gran mayoría son utilizados como compuestos electrónicos, utensilios del hogar y como aislantes eléctricos. A gran diferencia de estos están los materiales metálicos.

Estos materiales se diferencian de los demás por tener alta resistencia mecánica, alta conductividad eléctrica y mediana conductividad térmica. Su deficiencia se encuentra en que son vulnerables en presencia de ambientes corrosivos. Allí se produce la corrosión que no es más que la creación de concentradores de tensiones producto de las picaduras efectuadas por la interacción metal-ambiente a través de la reacción de oxidación.

Esta reacción de oxidación es natural en los metales debido a que en la corteza terrestre se encuentran de esta manera. La invención humana aplica las reacciones de reducción para obtener su material puro el cual se unirá a otros para formar las innumerables aleaciones que dan vida al mundo de hoy. Esta corrosión es inevitable, y gracias a ella los sistemas socioeconómicos y productivos se mantienen para garantizar la sustentabilidad económica del mundo.

Es por ello, que existen innumerables procesos que buscan evitar el efecto de los ambientes corrosivos en los materiales metálicos. Dentro de ellos existe la influencia de inhibidores de corrosión que buscan proteger del medio ambiente agresivo. Aquí se destaca, el aporte de los compuestos orgánicos como fuentes seguras y ecológicas para la protección de los metales.

De estos destaca el *aloe vera* y *mangifera indica*, como inhibidores verdes que contrarrestan los efectos de la corrosión en los metales, en especial a los aceros. Las ventajas es que son compuestos de fácil acceso económico y que se obtienen en gran parte de nuestra sociedad. Además de que están muy influenciados en la cultura popular por sus beneficios medicinales en los seres humanos.

Se ha demostrado que dichos componentes orgánicos tienen una alta influencia en la protección contra ambientes severos, donde la concentración, tipos de medios agresivos, temperatura y tiempo de contacto son los parámetros del proceso. Mientras mayor sea la concentración del inhibidor, la temperatura del medio este dentro de los márgenes de la temperatura ambiente y la concentración del medio agresivo no se tan alta puede dar garantía de una eficiente protección para ambos inhibidores. La fácil remoción de la película protectora a través de algún proceso mecánico produce la deficiencia de los compuestos orgánicos como inhibidores de la corrosión.

Referencias

- Alvarado Cortés, J. O. (2006). *Selección electroquímica de compuestos orgánicos como inhibidores de corrosión en medio ácido*. Pachuca de Soto, Hidalgo, México: Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero en Ciencias de los Materiales de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Avner, S. (1988). *Introducción a la metalurgia física, 2da edición*. México, D. F. : McGraw-Hill / Interamericana de México S. A de C. V. .
- Chung G., P., Sotomayor G., Á., & Lucero I., A. (2011). *DIAGNÓSTICO DEL IMPACTO DE LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS (PFNM) EN EL INGRESO Y ALIMENTACIÓN DE LOS PEQUEÑOS PROPIETARIOS EN LA REGIÓN DEL BIO BIO, CHILE*. Chile: INFOR.
- de Lima, L. (2008). *Influencia del uso de un inhibidor orgánico a base de acibar del Aloe Vera (Sabila) en la velocidad de corrosión de un acero SAE 1010 en medios de ácido sulfúrico y agua de mar*. Barquisimeto, Venezuela: Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Metalúrgico. UNEXPO Vice Rectorado Barquisimeto.
- García Inzunza, R. (2014). *Inhibidores de corrosión de acero en medios ácidos a partir de extractos naturales*. Mexicali, México: Tesis de Grado para optar al título de Doctor en Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California.
- Gutiérrez Ducons, J. L. (1993). *Nueva Enciclopedia Temática PLANETA. Física y Química*. Colombia: Planeta Colombiana Editorial, S. A. .
- Herrera-Hernández, H., Franco-Tronco, M. I., Miranda-Hernández, J. G., Hernández-Sánchez, E., Espinoza-Vázquez, A., & Fajardo, G. (2015). Gel de Aloe-Vera como potencial inhibidor de la corrosión del acero de refuerzo estructural. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 6(3), 9-23. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3236/323642274002.pdf>
- Omotosho, O. A. (2016). *Inhibition Evaluation of Chemical and Plant Extracts on the Corrosion of Metallic Alloys in Acidic Environment*. Ota, Nigeria: Trabajo de grado para optar al título de Doctor de Filosofía en Ingeniería Mecánica de la Universidad Covenant. Obtenido de [http://eprints.covenantuniversity.edu.ng/6732/1/OMOTOSHO%20OA%20Ph.DThe sis_Corrected_25032016_Post%20Oral%20Defense.pdf](http://eprints.covenantuniversity.edu.ng/6732/1/OMOTOSHO%20OA%20Ph.DThe%20sis_Corrected_25032016_Post%20Oral%20Defense.pdf)
- Ramos, A. D., & Dugarte, S. Y. (2014). Evaluación de un recubrimiento formulado con base en pintura industrial y extracto de Aloe saponaria expuesto a la atmósfera marina. *SABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 26(3), 289-296. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739473008.pdf>

- Saavedra-Navarrete, L. M. (2017). *Tecnología electroquímica y sus aplicaciones: inhibidores de corrosión a partir de residuos agroindustriales*. San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, México: Proyecto de Aplicación Profesional (PAP) de la Universidad Jesuita de Guadalajara. Obtenido de <https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/4950/Tecnolog%c3%ada%20electroqu%c3%admica%20y%20sus%20aplicaciones%20Inhibidores%20de%20corrosi%c3%b3n%20a%20partir%20de%20residuos%20agroindustriales.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Sánchez, K. B., & Reyes, A. (2006). Una metodología para el estudio del aloe vera Agente inhibidor de la corrosión. *Laurus*, 12(22), 224-240. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/761/76102212.pdf>
- Santander Soazo, F. I. (2018). *Estudio de la capacidad inhibidora de la corrosión de extractos de Allium Cepa en medio ácido por métodos electroquímicos*. Argentina: Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil Metalúrgico de la Universidad de Concepción.
- Tafur Salazar, M. M. (2019). *Determinación de parámetros tecnológicos para el atomizado de pulpa de mango (Mangífera indica) con agua de coco (Cocos nucifera) edulcorado con estevia*. Tarapoto – Perú: Trabajo de grado para optar al grado de Ingeniero Agroindustrial de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO. Obtenido de <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3142/FIAI%20-%20Meiry%20Madison%20Tafur%20Salazar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- VISOR. (1999). *Enciclopedia VISOR. Tomo 6*. Argentina: VISOR, Enciclopedias Audiovisuales, S. A. .