

## **ANÁLISIS DE LA RESINA DE ALOE VERA EN POLVO: "Una alternativa en la inhibición de la corrosión"**

### **ANALYSIS OF POWDERED ALOE VERA RESIN: "An alternative in corrosion inhibition"**

KENDY BUSTAMANTE SÁNCHEZ

*Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda.  
kendyyanethbs@cantv.net*

#### **RESUMEN**

Esta investigación analiza el uso del aloe vera en polvo como pigmento y aditivo anticorrosivo en sistemas de fondo alquídicos y epóxicos industriales, y su aplicación se atribuye a la elevada capacidad que posee esta resina natural de contrarrestar los efectos causados por la corrosión sobre superficies metálicas por sí sola. El aloe vera representa una alternativa innovadora en la inhibición de la corrosión, a partir de la fabricación de nuevas pinturas, y además permite disminuir los niveles de toxicidad producidos por pigmentos y aditivos comerciales, así como también los costos de fabricación; motivando al profesional del área química y otras especialidades afines, a investigar para innovar, es decir; para generar nuevas ideas, implantarlas y producir cambios que evidencien la mejora en productos y procesos. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, una vez que los ensayos de intemperismo realizados en la población la Voz, estado Falcón, Venezuela, indicaron que no se observó ningún síntoma de deterioro luego de ser expuestos en esta zona de acuerdo a normas ASTM (Paints, Related Coatings and Aromatics), se realizaron además, ensayos de resistencia química de utilidad industrial del tipo inmersión y de la gota, donde los recubrimientos epóxicos resistieron el ataque a las sustancias orgánicas y electrolitos (salinos, ácidos y alcalinos) más no los alquídicos. En cuanto a las propiedades físicas de la película seca arrojaron espesores entre 4,9-5,9 mils para las epóxicas y 1,1-5,1 mils para las alquídicas.

**PALABRAS CLAVE:** Aloe vera, inhibición de la corrosión, pigmento anticorrosivo.

#### **ABSTRACT**

This investigation analyzes the use of powdered Aloe Vera as a pigment and anticorrosive additive in alkyd and epoxy industrial coating systems and due to the property of this natural resin to inhibit the effects of corrosion on metallic surfaces. Aloe Vera represents an innovating alternative in corrosion inhibition, since it allows manufacturing new paints and reducing not only the levels of toxicity produced by pigments and commercial additives, but also production costs; motivating chemists, and other similar specialties, to investigate in order to innovate, introducing new ideas and producing changes that promoting the improvement of products and processes. The results were satisfactory since the intemperism tests made in the village La Voz, in Falcón state, Venezuela, indicated no sign of deterioration after being exposed complying to ASTM norms (Paints, Related Coatings and Aromatics). Additionally, industrial utility chemical resistance tests of the immersion and drop type were carried out, in which epoxy coatings repelled the effect of organic substances and electrolytes (saline, acid and alkaline) while alkyds did not. As for the physical properties of the dry films, they showed thicknesses ranging from 4.9 to 5.9 mils for epoxies and from 1.1 to 5.1 mils for alkyds.

Key words: Aloe vera, corrosion inhibition, anticorrosive pigment.

#### **INTRODUCCIÓN**

La corrosión se presenta cuando un metal reacciona

con los elementos no metálicos que lo rodean, este fenómeno destruye materiales de construcción como metales y aleaciones cuando interaccionan con el

ambiente que los rodea provocando el deterioro de las propiedades físicas y mecánicas de los mismos. La corrosión metálica representa una pérdida anual extremadamente alta, esto amerita un exhaustivo control de este proceso destructivo para obtener la óptima economía y resistencia a la corrosión.

El objetivo principal de esta investigación fue analizar el uso del aloe vera en polvo como pigmento y aditivo anticorrosivo en sistemas de fondo alquídicos y epóxicos industriales como una medida para controlar la corrosión, mediante la adopción de un sistema de pintura adecuado e innovador capaz de proporcionar un comportamiento eficiente.

Estudios previos han demostrado que el aloe vera posee una elevada capacidad de contrarrestar el efecto de la corrosión sobre superficies metálicas por si sola sin necesidad de adicionar otro aditivo químico, por lo tanto el desarrollo de nuevos recubrimientos en bases de resinas alquídicas y epóxicas industriales representan una nueva alternativa para la innovación en la fabricación de nuevas pinturas, ya que son capaces de competir con los pigmentos y aditivos utilizados comercialmente a fin de disminuir los niveles de toxicidad producidos por estos así como también los costos de fabricación.

Así mismo se presenta la metodología, las fases del estudio y los resultados obtenidos al evaluar la capacidad inhibidora de la corrosión atmosférica que posee la resina natural de aloe vera siguiendo las normas ASTM y COVENIN.

Se presentan los resultados de esta investigación, donde se realizaron además, ensayos de resistencia química de utilidad industrial del tipo inmersión y de la gota, donde los recubrimientos epóxicos resistieron el ataque a las sustancias orgánicas y electrolitos (salinos, ácidos y alcalinos) más no los alquídicos. En cuanto a las propiedades físicas de la película seca arrojaron espesores entre 4.9-5.9 mils para las epóxicas y 1.1-5.1 mils para las alquídicas y los ensayos de intemperismo realizados en la población La Voz de Venezuela, en el estado Falcón, indicaron que no se observó ningún síntoma de deterioro luego de ser expuestos en esta zona.

Los nuevos escenarios caracterizados por el uso de la tecnología avanzada en todas las áreas del conocimiento, despierta el interés en los estudiosos de la química como ciencia, por realizar estudios sobre los materiales de construcción utilizados en el área de ingeniería, los

cuales, al interaccionar con el ambiente que los rodea, se destruyen ocasionando que sus propiedades mecánicas y físicas se deterioren de una manera espontánea e indeseable, consecuencia de la corrosión presentada por dichos materiales. De allí la búsqueda de alternativas innovadoras para solventar este tipo de situaciones.

Moreno (2002), empleó la resina de pasta de acíbar, la cual es un subproducto del proceso de obtención de aloína, combinada con un agente curante tipo amida para adquirir propiedades físicas adecuadas y constituir un recubrimiento con características anticorrosivas. En este trabajo se realizaron diversos ensayos de solubilidad, propiedades físico-químicas, así como también ensayos de intemperismo después de exponer los recubrimientos en una atmósfera de alta corrosividad.

Salch (1983), dio a conocer los efectos inhibidores de los extractos acuosos y alcohólicos de siete plantas de aloe, llamadas: Aloe Eru, Aloe Arborescens, Aloe Vera, Aloe Mettrimorfis, Aloe Grandidentata, Aloe Spinosissima y Aloe Ciliaris. Los resultados obtenidos detectaron en el caso del Aloe Vera la presencia de antraquinonas (extracto alcohólico y acuoso) y sustancias reducidas en extracto alcohólico, y una eficiencia de inhibición para una concentración de 6% v/v de los extractos de un 76,0% (extracto acuoso) y un 78,5% (extracto alcohólico).

Prato (1993) en su estudio Resina de Aloe y su posible uso como inhibidor de corrosión del acero, evaluó las propiedades anticorrosivas de la resina de Aloe, la cual fue extraída del acíbar o extracto de Aloe Vera por varios métodos, utilizándose como medio de extracción agua pura y soluciones ácidas a diversas concentraciones hasta optimizar el proceso. La resina obtenida en cada caso fue evaluada en cuanto a retención de humedad, contenido de sólidos, viscosidad y densidad, según la norma ASTM y la resina sólida fue obtenida además por liofilización. 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, son quienes aparentemente bloquean las reacciones de corrosión al aislar el metal del medio corrosivo.

Ampliando las investigaciones en el desempeño de la corrosión en esquemas de pinturas con tintas de base acuosa y a base de solventes orgánicos, Fragata y Almeida (2000), llevaron a cabo estudios sobre esquemas de pinturas que fueron expuestos en zonas de elevada agresividad atmosférica, una zona industrial (Cubatao - Brasil) y una zona marina (SINES - Portugal),

obteniéndose como resultados que en la atmósfera industrial los esquemas con base acuosa fueron los que presentaron el mejor desempeño en consideración con los esquemas convencionales de pinturas.

Esta revisión de antecedentes se constituyó en un marco de referencia para abordar la investigación a partir de una metodología cuyas fases se presentan en el apartado siguiente.

### Perspectiva metodológica de la investigación.

Se diseñó una estrategia metodológica mediante la cual profesionales y estudiantes de la especialidad del área química, cuentan con un marco de referencia apropiado para el análisis y el adelanto de procedimientos establecidos para continuar con las indagaciones que involucran las bondades que posee el aloe vera como agente inhibidor de la corrosión.

### Descripción del área de estudio.

Zona Geográfica: la zona donde se realizó el estudio mediante la exposición de probetas de acero al carbono SAE - 1010 con dimensiones 100 x 150 x 3mm y con un ángulo de inclinación de 10° con respecto a la horizontal, para estudiar el efecto anticorrosivo de los recubrimientos desarrollados fue la Voz de Venezuela, cuya ubicación se encuentra próxima a Puerto Escondido con una latitud de 12°10 N y una longitud de 69°53 W, al noreste de la Península de Paraguaná.

El objetivo de la investigación se logró a través de las siguientes fases de análisis (Bustamante, Reyes 2004):

**FASE I:** Formulación de recubrimientos anticorrosivos incorporando la resina de aloe vera en polvo como aditivo y pigmento en sistemas alquídicos y epóxicos.

Se formularon recubrimientos anticorrosivos incorporando diferentes porcentajes p/v de la resina de aloe vera en polvo, tanto en sistemas alquídicos como epóxicos, para observar su comportamiento como aditivo y pigmento. Primeramente la resina de aloe vera en polvo se evaluó con el fin de determinar sus propiedades físico - químicas. Las pruebas que se realizaron fueron las siguientes:

1) Materia soluble en agua (ASTM 1208-84): consistió en medir cierta cantidad de la muestra y colocarla en un fiola. Se adicionaron 100 ml de agua y se calentó durante 5 min para colocar la mezcla en

un matraz de 250 ml y ser diluida. Luego se filtró el líquido sobrenadante utilizando un papel filtro, se tomó la muestra, se evaporó y secó. Finalmente se calculó el porcentaje de materia soluble en agua.

2) Porcentaje de cenizas (AOAC 7009): esta prueba permitió la cuantificación de minerales presentes en la sustancia analizada. Se realizaron los cálculos mediante la siguiente formula:

Formula N° 1:

$$\%Cenizas = \frac{(g \text{ crisol} + \text{ cenizas}) - (g \text{ crisol})}{g \text{ muestra}} * 100$$

3) Porcentaje de humedad (AOAC 7003): esta prueba permitió la determinación de la cantidad de agua presente en la muestra. Se calculó el porcentaje de humedad por la siguiente formula:

Formula N° 2:

$$\%Humedad = \frac{(g \text{ muestra humedad}) - (g \text{ muestra seca})}{g \text{ muestra humedad}} * 100$$

4) Medición del pH (ASTM D-1293): permitió determinar la acidez o basicidad del pigmento a través de la medición de dicho parámetro utilizando un pHmetro modelo HANNA HI9321.

**FASE II:** Evaluación de las propiedades físico-químicas de los recubrimientos alquídicos y epóxicos formulados.

Los recubrimientos anticorrosivos formulados fueron evaluados para conocer sus propiedades físico-químicas, mediante las normas ASTM, COVENIN. Las normas que se utilizaron fueron las siguientes:

1)Densidad (ASTM D-1475): esta prueba consistió en conocer la densidad del recubrimiento con relación al peso y al volumen preparado.

2) Porcentaje de sólidos (ASTM D-1644): se determinó la cantidad de sólidos presentes en el recubrimiento. Para su aplicación, se pesaron las cápsulas secas, luego se agregó una cantidad determinada del recubrimiento pesando el recipiente con la muestra y finalmente se colocó en la estufa hasta secar.

3) Medición del pH (ASTM D-1293): esta norma se refiere

a medidas eléctricas del pH por medio de un pHmetro con electrodo de vidrio y electrodo de referencia (calomel, Ag/AgCl) y soluciones buffers.

4) Espesor de película seca (345 Digital Coating Thickness Gauge): para la aplicación de esta norma se utilizó un Elcometer modelo 345 F, el cual midió el espesor de película seca del recubrimiento en el acero.

5) Brochabilidad (COVENIN 472-87): este método de ensayo estableció un medio subjetivo para determinar la brochabilidad de la pintura, evaluando así la resistencia que ofreció la pintura al deslizamiento de la brocha en términos de fácil, regular o difícil, observando si existían huellas de brocha.

6) Adherencia (ASTM D-3359-83): se determinó la adhesión de películas aplicadas a sustratos metálicos, por medio de la colocación de una cinta plástica adhesiva en cortes hechos sobre la película, tomando en cuenta el patrón suministrado por la Norma ASTM D-3359-83 para la evaluación de este parámetro (ASTM, Standards 1987).

7) Tiempo de secado (ASTM D-1640): se determinó el tiempo de secado tocando ligeramente la película con la punta del dedo bien limpia e inmediatamente se colocó contra un vidrio limpio y claro, observándose si la película se tornaba pegajosa.

**FASE III:** Determinación de la resistencia química, resistencia a la inmersión en agua y estabilidad en el envase de los recubrimientos alquídicos y epóxicos formulados.

1) Resistencia química (ASTM D-3912): la prueba consistió en sumergir las probetas cubiertas con el recubrimiento formulado en el reactivo a utilizar por 5 días. Los recubrimientos formulados se evaluaron durante las primeras 8 horas para verificar la resistencia a los vapores, luego se evaluaron diariamente para la resistencia a salpiques y derrames.

2) Inmersión en agua (ASTM D-870): la prueba se realizó sumergiendo las probetas durante una hora a temperatura ambiente y 38°C, con el fin de verificar la formación de ampollas, decoloración de la pintura y pérdida de adherencia que el recubrimiento pudo presentar.

3) Ensayo de la gota (International Paint Ltd): se prepararon soluciones de ácido clorhídrico, sulfúrico, cloruro de sodio e hidróxido de sodio para posteriormente colocar una gota de cada una de dichas soluciones sobre

los recubrimientos y taparlas con un vidrio de reloj, dejándolas actuar durante 24 horas. Transcurrido este tiempo, se observó si existía presencia de decoloración, ampollas.

4) Estabilidad en el envase (ASTM D-1849): para esta prueba se colocó el recubrimiento formulado en envase de metal y en una estufa durante un mes a una temperatura de 53°C, con el fin de evidenciar la decoloración de la pintura, pérdida de peso, pérdida de forma y formación de hongos.

**FASE IV:** Comparación del efecto de la variación porcentual de la resina de aloe vera en polvo utilizada, con respecto al recubrimiento formulado de acuerdo a los parámetros utilizados en la industria de pinturas tanto con las bases como con aditivos y pigmentos comerciales bajo los ensayos de intemperismo de acuerdo a normas ASTM visual y fotográfica.

Los recubrimientos formulados fueron observados mensualmente para constatar el deterioro experimentado en el ensayo de intemperismo. Para el cálculo de deterioro mensual de los recubrimientos formulados se empleó la siguiente fórmula:

Fórmula N° 3:

$$\% \text{Deterioro Mensual} = \% \text{Oxidación Mensual} + \% \text{ Ampolladuras Mensual} + \% \text{ Tizamiento Mensual}$$

Las normas que se aplicaron para determinar el deterioro de los recubrimientos por inspección visual y fotográfica fueron las siguientes:

1) Grado de ampolladuras (ASTM D-714): esta norma se aplicó con el fin de medir pequeñas y medianas ampollas o protuberancias que se forman entre el recubrimiento y el sustrato, ocasionadas por la exposición del sistema en condiciones de alta humedad y cuyo tamaño depende de la naturaleza del recubrimiento y del medio ambiente.

2) Grado de oxidación (ASTM D-610): esta norma admite el estudio del grado de oxidación sobre superficies de acero pintadas, valiéndose para ello de patrones visuales, lo que permitió cuantificar la cantidad de óxido presente. (ASTM, Standards.1987).

3) Grado de tizamiento (ASTM D-659): a través de esta norma se midió el polvo removible formado en la película del recubrimiento producido por la destrucción del vehículo al estar expuesto a la acción de rayos

ultravioletas del sol, humedad ambiental, oxígeno, polvo atmosférico y contaminantes químicos.

### Resultados de la investigación.

Se verificó el efecto anticorrosivo que posee la resina natural luego de realizar los análisis correspondientes y se obtuvieron los siguientes resultados:

**FASE I:** Resultados de la formulación de recubrimientos anticorrosivos incorporando la resina de aloe vera en polvo como aditivo y pigmento en sistemas alquídicos y epóxicos.

Para cumplir con este objetivo se realizó la caracterización físico-química de la resina en polvo de aloe vera, para posteriormente ser empleada en la formulación de los recubrimientos alquídicos y epóxicos.

Tabla N° 1: Propiedades físico-químicas de la resina de aloe vera y de la resina comercial utilizadas en este trabajo.

PROPIEDAD	RESINA DE ALOE VERA	RESINA COMERCIAL
Materia Soluble en Agua (%) ASTM 1208-84	36,25	8,75
Cenizas (%) AOAC 7009	0,33	89,33
Humedad (%) AOAC 7003	4	0,835
PH ASTM D-1293	3,83	9,32

Realizado en: Laboratorio de corrosión del Centro de Investigaciones Tecnológicas (CITEC) UNEFM.

En esta Tabla N° 1, se aprecia que la resina de aloe vera posee una mayor cantidad de agua en su composición química y el contenido de minerales presentes es mucho

menor que la resina comercial. Los recubrimientos que se formularon fueron los siguientes:

Tabla N° 2: Recubrimientos formulados con resina natural de Aloe Vera.

TIPO DE RESINA	PROPORCIÓN DE ALOE VERA	AGENTE CURANTE
Alquídica (1)	2% p/v	No
Alquídica (2)	5% p/v	No
Alquídica (3)	60% p/v	No
Alquídica (4)	80% p/v	No
Epóxica (5)	2% p/v	Poliamida
Epóxica (6)	5% p/v	Poliamida
Epóxica (7)	10% p/v	Poliamida

Realizado en: Laboratorio de corrosión del Centro de Investigaciones Tecnológicas (CITEC) UNEFM.

Los recubrimientos utilizados como patrones comerciales se desarrollaron con metaborato de bario, producto comercial utilizado como aditivo actualmente en la industria.

**FASE II:** Resultados de la evaluación de las propiedades físico-químicas de los recubrimientos alquídicos y epóxicos formulados.

Se evaluaron las propiedades físico-químicas de los recubrimientos mediante normas ASTM, utilizando la resina de aloe vera en polvo.

La Tabla N° 3, indica que para ambos recubrimientos alquídicos y epóxicos, la densidad y el porcentaje de sólidos aumentan a medida que se incrementa el porcentaje de aloe. En cuanto al pH, se observó que todos los recubrimientos formulados presentan un pH ácido exceptuando el recubrimiento epóxico comercial, debido a que el aditivo comercial posee un pH básico elevado.

A su vez se evaluaron las propiedades físicas de la película seca, siendo estas las más utilizadas en la industria de pinturas y fueron estudiadas bajo las normas ASTM y COVENIN.

Tabla N° 3: Resultados obtenidos de densidad, porcentaje de sólidos y pH de los recubrimientos formulados y comerciales.

Recubrimiento	Densidad (g/ml)	Sólidos (%)	pH
	ASTM D-1475	ASTM D-1644	ASTM D-1293
1	0,8705	50,94	4
2	0,8715	53,19	4
3	1,4015	7,71	4
4	1,6040	71,63	4
5	1,1875	88,37	5
6	1,3085	91,71	5
7	1,3750	92,07	5
Alquídico Comercial	0,8720	52,67	4
Epóxico Comercial	1,2410	90,86	8

Realizado en: Laboratorio de corrosión del Centro de Investigaciones Tecnológicas (CITEC) UNEFM.

Tabla N° 4: Resultados obtenidos de espesor de película seca, tiempo de secado, grado de adherencia y brochabilidad de los recubrimientos formulados y comerciales.

Recubrimiento	Espesor de película seca (mils)	Tiempo de Secado	Grado de Adherencia	Brochabilidad COVENIN 472-87
	Norma 345 DCTG (III MANO)	ASTM D-1640	ASTM 3359-83	
1	1,1	24 h	4-B	Fácil
2	1,2	24 h	4-B	Fácil
3	3,5	25 min	4-B	Fácil
4	5,1	(10-15)min	4-B	Fácil
5	4,9	12 h	5-B	Regular
6	5,2	12 h	5-B	Regular
7	5,9	12 h	5-B	Regular
Alquídico Comercial	1,2	24 h	4-B	Fácil
Epóxico Comercial	4,8	12 h	5-B	Regular

Realizado en: Laboratorio de corrosión del Centro de Investigaciones Tecnológicas (CITEC) UNEFM.

En la Tabla N° 4 se observa para los recubrimientos alquídicos y epóxicos, como el espesor de película seca fue aumentando a medida que el porcentaje de aloe vera fue mayor, siendo este un factor de suma importancia, ya que con esta propiedad se obtiene una capa que ofrece las características apropiadas para contrarrestar los efectos de la corrosión.

En cuanto al tiempo de secado se observó que fue mejorando notoriamente a medida que se aumentó el porcentaje de aloe vera, ya que el recubrimiento se hizo más consistente obteniendo mayor dureza. Vale la pena resaltar como esta propiedad se modifica notablemente siendo los recubrimientos alquídicos de difícil secado. Para los recubrimientos epóxicos esta propiedad fue considerada un poco lenta si a barnices y pinturas nos referimos.

El grado de adherencia de los recubrimientos alquídicos según la norma ASTM D-3359-83 expresa que, una parte del área a la cual se le aplicó los cortes fue afectada por un 5%, siendo un porcentaje no significativo, mientras que la adherencia obtenida para los recubrimientos epóxicos significa que los bordes de los cortes en la superficie de

la película fueron completamente lisos, es decir ninguno de los cuadros de la red se encontraron separados.

Los recubrimientos alquídicos presentaron buena brochabilidad, ya que cuando se estaba aplicando la pintura sobre las probetas de acero la película no ofrecía ningún tipo de resistencia al deslizamiento sobre la superficie de la probeta; los recubrimientos epóxicos presentaron cierto tipo de resistencia a dicho deslizamiento, la cual se incrementaba a medida que el porcentaje de aloe en polvo aumentaba, ya que, presentan un aspecto compacto homogéneo (casi pegajoso).

**FASE III:** Resultados de la determinación de la resistencia química, resistencia a la inmersión en agua y estabilidad en el envase de los recubrimientos alquídicos y epóxicos formulados.

Los recubrimientos fueron sometidos al ensayo de resistencia química, utilizando las sustancias de: aceite de girasol, aceite lubricante, agua de mar, agua fresca, gasolina y kerosén, con el fin de verificar si resistían o no el ataque de estas sustancias, y conocer posteriormente



el empleo de estos recubrimientos, bien sea como recubrimiento industrial o doméstico.

Por medio de este ensayo, se observó que los recubrimientos epóxicos son resistentes a todas las sustancias empleadas, ya que no presentaron formación de ampollas y agrietamiento de la película durante los cinco días de evaluación. Por el contrario los recubrimientos alquídicos no resisten todas estas sustancias, presentando la formación de una capa tornasolada luego de 24 h de ser sumergidos en agua de mar (recubrimientos 3 y 4), y en las sustancias restantes,

al cabo de este tiempo los recubrimientos presentaron formación de ampollas, agrietamiento y pérdida de adherencia de la película; estos resultados eran de esperarse ya que se conoce que los recubrimientos alquídicos son utilizados en atmósferas no agresivas.

En la prueba inmersión en agua ASTM D-870, al someter los recubrimientos a diferentes temperaturas, se pudo presenciar la pérdida de brillo y cambio de color en las formulaciones alquídicas correspondientes al inhibidor natural; mientras que en las epóxicas no se observó ninguno de los cambios anteriormente mencionados.

Tabla N° 5: Resultados obtenidos en el ensayo de la gota.

Ensayo de la Gota (International Paint Ltd)				
Recubrimiento	HCL	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaCl	NaOH
1	NR	NR	NR	NR
2	NR	NR	NR	NR
3	NR	NR	NR	NR
4	NR	NR	NR	NR
5	R	R	R	R
6	R	R	R	R
7	R	R	R	R
Alquídico Comercial	NR	NR	NR	NR
Epóxico Comercial	R	R	R	R

R= Resistente. NR= No Resistente.

Realizado en: Laboratorio de corrosión del Centro de Investigaciones Tecnológicas (CITEC) UNEFM.

En la Tabla N° 5 los resultados reflejan que los recubrimientos alquídicos no soportaron el ataque de las sustancias ácidas, sustancias alcalinas y sustancia salina. En cambio los recubrimientos epóxicos resistieron el ataque de todas estas sustancias, ya que la película no sufrió deterioro ni formación de ampollas.

Con relación a la prueba de estabilidad en el envase pudo notarse que ninguno de los recubrimientos alquídicos evidenció cambio de color, presencia de hongos y corrosión en el envase indicando que conservaron sus propiedades al ser empacados y almacenados a una temperatura de 53°C durante un mes, que son las condiciones equivalentes a un año de almacenamiento. Sin embargo, este ensayo no se aplica para recubrimientos epóxicos, ya que una de sus limitaciones es formular el recubrimiento al momento de su aplicación, debido a que este tiene una vida limitada de mezcla y al transcurrir del tiempo la viscosidad aumenta de tal manera que el producto es inaplicable.

**FASE IV:** Resultados de la comparación del efecto porcentual de la resina de aloe vera en polvo utilizada, con respecto a recubrimientos formulados con la resina comercial en sistemas alquídicos y epóxicos industriales bajo ensayos de intemperismo de acuerdo a normas ASTM

visual y fotográfica.

Todos los recubrimientos formulados presentaron un óptimo comportamiento durante los cuatro meses de exposición atmosférica, en los cuales no se evidenció presencia de ampolladuras, tizamiento u oxidación; razón por la cual se induce que dichas formulaciones son capaces de soportar condiciones agresivas donde existe alta humedad, radiación, temperatura y salinidad como las condiciones que posee la Voz de Venezuela en el estado Falcón. Así mismo, los recubrimientos ecológicos mostraron un comportamiento semejante al comercial, lo que establece que la resina de aloe vera en polvo puede ser utilizada como pigmento y aditivo anticorrosivo, ya que sus resultados indican que es capaz de competir con los pigmentos y aditivos comerciales en cuanto al deterioro del recubrimiento.

## CONCLUSIONES

- En los recubrimientos alquídicos y epóxicos formulados con resina en polvo de aloe como aditivo y pigmento, aumentan la densidad (ASTM D-1475) y el porcentaje de sólidos (ASTM D-1644) a medida que se incrementa el porcentaje de la misma.

- El espesor de película seca (norma CTG), fue mayor en los recubrimientos epóxicos que en los recubrimientos alquídicos alcanzando un valor de 5.9 mils.
- El tiempo de secado (ASTM D-1640) en los recubrimientos alquídicos disminuyó de 24 h a 10-15 min y para los recubrimientos epóxicos fue de 12 h.
- El grado de adherencia (ASTM D-3359-83) para los recubrimientos alquídicos y epóxicos fue de 4B y 5B respectivamente.
- La brochabilidad (COVENIN 472-87) de los recubrimientos alquídicos fue fácil, mientras que los epóxicos ofrecieron mayor resistencia al deslizamiento de la brocha considerándose regular.
- En cuanto a la evaluación de la resistencia química por ensayos de inmersión a temperatura ambiente (ASTM D-3912), los recubrimientos epóxicos no fueron afectados por las sustancias utilizadas; a diferencia de los alquídicos donde se verificó la presencia de ampollas, agrietamiento y pérdida de la adherencia de la película después de 24 h de inmersión. Los recubrimientos epóxicos resistieron el ataque de sustancias ácidas, alcalina y salinas (Internacional paint Ltd), y los recubrimientos alquídicos no resistieron.
- Los recubrimientos alquídicos y epóxicos formulados no presentaron cambio de color, presencia de hongos y corrosión en el envase al ser almacenados durante un mes a una temperatura de 53° C.
- Los recubrimientos formulados no presentaron síntomas de deterioro durante los cuatro meses de exposición atmosférica en la población Voz de Venezuela del estado Falcón, por cuanto no hubo evidencias de formación de ampolladuras, oxidación ni tizamiento; reflejando un comportamiento similar al recubrimiento comercial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM, Standards.1987. Paints, Related Coatings and Aromatics. Volumen 06.01.
- BUSTAMANTE, K.; REYES, A. 2004. Evaluación de la eficiencia del aloe vera como pigmento y aditivo en sistemas de fondo alquídicos y epóxicos industriales. Trabajo de grado presentado ante la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda para optar al Título de Ingeniero Químico. Edo Falcón, Venezuela.
- COVENIN, Normas. 1987. Pinturas y barnices. Determinación de la brochabilidad. Norma 472 (2<sup>da</sup> revisión).----
- FRAGATA, F.; ALMEIDA, E. 2000. Desempeño de la corrosión en esquemas de pinturas con tintas de base acuosa y a base de solventes orgánicos. Ediciones del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Caracas, Venezuela.
- MORENO, M. 2002. Formulación de un recubrimiento anticorrosivo con sustancias de diferente polaridad provenientes de la parte resinosa de la pasta de acfbar. Trabajo de grado presentado ante la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda para optar al Título de Ingeniero Químico. Edo Falcón, Venezuela.
- PRATO, M. 1993. La resina de aloe vera y su posible uso como inhibidor de corrosión del acero. Centro de Investigaciones Tecnológicas (CITEC). Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Edo Falcón, Venezuela.
- SALCH, M. 1983. Corrosion inhibition by naturally-occurring substances: Constitution and Inhibiting property of Aloe plants. Ediciones del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Caracas, Venezuela.