

## ESTUDIO DEL DEPOSITO VIA ACUOSO DE RECUBRIMIENTOS BASADOS EN POLISILOXANOS SOBRE CUERO TERMINADO

D. F. Cholico-González<sup>1</sup>, J. A. Villegas-Gasca<sup>1\*</sup>, J. Cervantes-Jauregui<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Pasante de la carrera de Ingeniería Química Facultad de Química  
Universidad de Guanajuato – [d\\_i\\_n\\_a\\_2\\_7@hotmail.com.mx](mailto:d_i_n_a_2_7@hotmail.com.mx);*

<sup>1\*</sup>*Facultad de Química Universidad de Guanajuato– [vigaja@quijote.ugto.mx](mailto:vigaja@quijote.ugto.mx);*

<sup>2</sup>*Facultad de Química Universidad de Guanajuato – [jauregi@quijote.ugto.mx](mailto:jauregi@quijote.ugto.mx)*

**Abstract-** Para que un polímero potencialmente pueda ser utilizado como recubrimiento debe de tener ciertas características en su: permeabilidad, capacidad para la formación de películas, transparencia, resistencia a UV, viscosidad, y un determinado peso molecular. El término recubrimiento es utilizado para describir un material que es depositado sobre un sustrato, aquel al "secar" forma una película. Generalmente los recubrimientos son materiales basados en polímeros orgánicos, p. e., poliuretanos. Sin embargo, poco se conoce de los recubrimientos basados en polímeros inorgánicos. Dentro de estos materiales hay polímeros que bien pueden satisfacer las propiedades fisicoquímicas que requiere un buen recubrimiento. Por ejemplo los polisiloxanos, que son polímeros de silicio cuya cadena principal son átomos alternados Si – O – Si. Esta cadena presenta estabilidad ante irradiación UV; además de que el tolueno es buen disolvente, lo que al formar película facilita su depósito con este vehículo. Los polisiloxanos son polímeros con alta estabilidad térmica e inercia química. Esto permite que su uso como potencial recubrimiento tenga poco impacto ecológico. Entonces, estos materiales presentan propiedades que permiten potencialmente ser desarrollados como nuevos recubrimientos. El objetivo principal se centra en llevar a cabo un estudio de las propiedades potenciales de polisiloxanos como recubrimiento y su depósito vía agua sobre cuero terminado.

### Introducción

El tema de investigación ha desarrollado se encuentra ligado al campo de los nuevos materiales, el cual es de gran actualidad. El objetivo del estudio de estos nuevos materiales es el de mejorar y/o satisfacer nuevas necesidades de la sociedad. Una de estas es el de desarrollar nuevos materiales poliméricos que posean propiedades específicas para ser utilizados como recubrimientos en cuero terminado, lo cual tendría un impacto directo en la Industria Curtidora, la cual juega un papel importante en el desarrollo económico del estado de Guanajuato. Esta industria se verá beneficiada con nuevos recubrimientos, los cuales estarán basados en polisiloxanos, buscando con ello que la industria del cuero y del calzado sea más competitiva a nivel internacional. Por otra parte, con estos materiales se espera que el daño ecológico sea mínimo ya que serán depositados vía acuosa, lo que representará una menor contaminación comparado con el que se obtiene al utilizar disolventes no-polares, por ejemplo tolueno.

Para que un polímero pueda llegar a ser potencialmente un buen recubrimiento debe cumplir ciertas características como son: Su propiedad de disolución, de preferencia en un medio acuoso, así como la facilidad para la formación de película. Estas características le proporcionan ciertas propiedades deseables al sustrato en que se aplica como pueden ser: Del tipo mecánico, ópticas y de poder de penetración, entre otras. Cabe mencionar que los recubrimientos son mezclas complejas de sustancias químicas basados principalmente en polímeros orgánicos [1].

En el campo de los recubrimientos poco se conoce a cerca de la obtención de estos en base a polímeros inorgánicos. Varios de estos polímeros bien pueden cubrir prácticamente todas las propiedades fisicoquímicas que requiere un buen recubrimiento [2]. Por ejemplo, se tiene el caso de los polisiloxanos, que son polímeros de silicio cuya cadena principal son átomos alternados de la forma: Si – O – Si. Este enlace siloxano le da características de flexibilidad torsional no presentes en ningún otro material. En adición a lo anterior la cadena siloxano presenta estabilidad a la irradiación UV, esto es, son transparentes a este tipo de radiación [3]. El que se puedan obtener en un amplio rango de pesos moleculares (desde aceites de muy bajo peso molecular hasta

elastómeros de alta dureza y alto peso molecular) permite una mejor aplicación, en base a esta característica molecular. Los polisiloxanos de relativo peso molecular (entre lo 20,000 y los 150,000 daltons) se disuelven fácilmente en tolueno (buen disolvente) lo cual permite formar película, lo que facilita su depósito con este vehículo. En adición, los polisiloxanos son polímeros con alta estabilidad térmica así como alta inercia química. Entonces, basándose en lo anterior, los polisiloxanos pueden potencialmente ser utilizados como nuevos recubrimiento con bajo impacto ecológico.

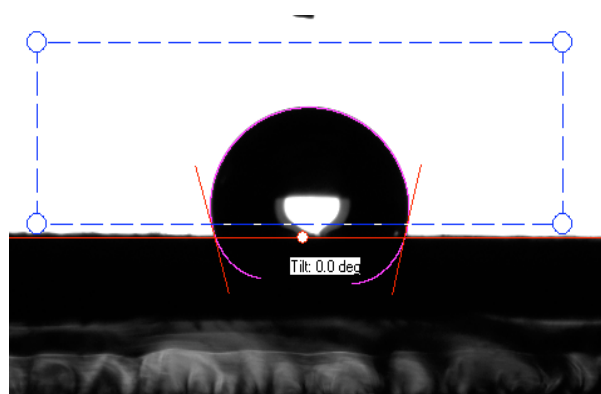
### Sección Experimental

En una primera parte de este trabajo, se lleva a cabo la medición del ángulo de contacto de muestras de cuero que se emplearon en un estudio previo [4]. Dichas muestras se obtuvieron de una pequeña industria curtidora de la ciudad de León, Gto. Estas consisten en trozos de cuero terminado de aproximadamente 3 cm x 3 cm, a las cuales se les aplicó un recubrimiento de polisiloxano vía tolueno. Dichas mediciones servirán como punto comparativo para conocer las propiedades, que deberá tener el recubrimiento basado en polisiloxano aplicado vía acuosa. La técnica de ángulo de contacto consiste en la colocación de una gota de líquido sobre un sustrato, la forma de la gota dependerá de su naturaleza y de las fuerzas existentes entre las dos fases [5]. La estructura física de la superficie y su correspondiente composición química determinan la medida de dicho ángulo. De tal forma que el ángulo de contacto se determinó de manera directa, depositando una gota de agua sobre una superficie sólida. Se ilumina la gota con luz difusa para producir la imagen de bordes nítidos (ver Figura I). Se empleó un equipo CAM 200 de KSV Instruments LTD. Cabe mencionar, que mediciones adicionales de ángulo de contacto fueron realizadas a través de un sistema que consta de una lámpara de luz difusa con la que se ilumina la gota de líquido (agua destilada), de una cámara que permite fotografiar la imagen y de un software que permite la reproducción de la imagen en el monitor de una computadora. También incluye un programa que permite la obtención de imágenes en periodos de tiempo de hasta sesenta por segundo. El perfil de la imagen del ángulo es fotografiado y el ángulo de la gota reflejada es medido. Estas imágenes se procesan y a partir de ellas se calculan las coordenadas del perfil de la gota. Para ello se calibra y se corrigen adecuadamente los datos, ajustándolos a los datos teóricos que proporciona la solución de la ecuación de Young-Laplace.

Posteriormente, se analizaron muestras de películas de polisiloxano depositadas vía acuosa. Estos recubrimientos analizados son utilizados por algunas industrias curtidoras de León, Gto. Para ello primeramente se efectuó el depósito de la película y posteriormente se les efectuó la medición del ángulo de contacto.

En una segunda etapa, se caracterizará la película de polisiloxano depositada vía acuosa a través de varias técnicas tales como microscopía electrónica y microscopía de infra-rojo (IR). El estudio se complementará utilizando un sistema acoplado de cromatografía de permeación en gel en línea con un dispersor de luz a multiángulo (GPC/LS), con la finalidad de dar seguimiento al comportamiento del peso molecular del polisiloxano al irradiar este con luz-UV. La descripción de este sistema viene detallada en la referencia [6]. Para llevar a cabo la irradiación se utilizará una lámpara UV sintonizada a dos longitudes de onda: 400 y 330 nm. Las películas de polisiloxano depositadas en las muestras de cuero también serán irradiadas con esta fuente a diferentes tiempos de exposición y se analizará su efecto a través de microscopía electrónica. El objetivo es encontrar tanto la concentración óptima de polímero como tiempo de irradiación sobre el sustrato que de

lugar a una mejor penetración y estabilidad de la película siloxano sobre el substrato, en este caso sobre cuero terminado.



**Figura I. Detalle para la Obtención del Angulo de Contacto**

## Resultados y Discusión

Primeramente se efectuaron las mediciones del ángulo de contacto de muestras a las que se les depositó una película de polisiloxano usando como vehículo tolueno. Los valores de estas mediciones se reportan en la Tabla 1. La mayoría de estos valores son mayores de  $90^\circ$ , lo cual es un primer indicio de que la película de polisiloxano aplicada modifica la superficie del cuero terminado, de manera tal que esta sea más hidrofóbica.

**Tabla 1** – Valores del Ángulo de Contacto para Película de Polisiloxano Depositada Vía Tolueno.

	MUESTRA	CA		MUESTRA	CA		MUESTRA	CA
<b>4</b>	LC1	100.464	<b>13</b>	LC1	112.446	<b>23</b>	LC1	85.897
	LC2	100.885		LC2	107.176		LC2	78.215
	LC3	100.07		LC3	103.82		LC3	75.684
	LC4	110.521		LC4	108.108		LC4	90.534
	HC1	91.673		HC1	109.404		HC1	83.94
	HC2	104.232		HC2	110.536		HC2	87.488
	HC3	102.273		HC3	107.991		HC3	87.142
	HC4	102.745		HC4	98.09		HC4	106.597
<b>11</b>	LC1	137.703	<b>21</b>	LC1	138.092	<b>31</b>	LC1	140.445
	LC2	139.432		LC2	142.952		LC2	121.619
	LC3	144.429		LC3	133.964		LC3	125.483
	LC4	137.241		LC4	130.795		LC4	129.649
	HC1	129.456		HC1	123.042		HC1	129.885
	HC2	122.488		HC2	133.975		HC2	139.981
	HC3	129.293		HC3	130.121		HC3	132.195
	HC4	138.994		HC4	132.984		HC4	121.306
<b>12</b>	LC1	101.404	<b>22</b>	LC1	93.54	<b>33</b>	LC1	59.103
	LC2	96.484		LC2	87.232		LC2	65.993
	LC3	96.219		LC3	93.696		LC3	62.003
	LC4	94.222		LC4	104.351		LC4	71.631
	HC1	99.946		HC1	86.204		HC1	64.632
	HC2	94.133		HC2	84.898		HC2	68.426
	HC3	107.274		HC3	91.054		HC3	67.298
	HC4	102.62		HC4	103.74		HC4	78.854

Posteriormente se llevo a cabo el deposito de película de polisiloxano vía acuosa sobre las muestras de cuero terminado. De estas nuevamente se llevaron a cabo las mediciones de ángulo de contacto. Los resultados se muestran en la Tabla 2. Como se observa en esta tabla, los ángulos son pequeños comparados con los ángulos obtenidos en las muestras a las que se depositó la película de polisiloxano vía tolueno, es decir con esto hacemos hidrofílica la superficie del cuero terminado. Como se puede observar, los valores del ángulo de contacto reportados en la Tabla 1 predicen poca penetración de la humedad a través de la membrana siloxano depositada vía tolueno mientras que los reportados en la Tabla 2 indica lo contrario.

**Tabla 2** – Valores del Ángulo Contacto para Película de Polisiloxano Depositada Vía Tolueno.

PAQUETE	MUESTRA	ANGULO DE CONTACTO
<b>A</b> <b>(GLIDE 410)</b>	1	33.918
	2	12.647
	3	19.358
<b>B</b> <b>(WET 250)</b>	1	28.721
	2	13.420
	3	20.891

## Conclusiones

Basándose en lo resultados hasta aquí obtenidos, se puede concluir que las películas de siloxano depositadas vía tolueno muestran un mayor carácter hidrofóbico que aquellas depositadas vía acuoso. Esto puede deberse a que el tolueno es un buen disolvente para el polisiloxano lo que permite una mejor formación de película con tamaño de poro mucho menor que aquel que se forma en las películas formadas en disolución acuosa. Por supuesto, para la disolución del siloxano en agua se requiere la utilización de un surfactante que permita que la cadena siloxano adquiera ambos caracteres: Polar y no polar. Por otra parte, en la industria curtidora, no es permitido el depósito por vía orgánica, por los efectos que se tiene tanto en la salud como en el impacto ambiental. Nuestro interés es llevar a cabo el deposito vía acuosa para lo cual se utilizara un surfactante que permita un buen deposito de la película siloxano pero que además le de las propiedades exigidas en el control de calidad requerido en el cuero terminado. Recordar, que la muestra de la disolución de siloxano en agua utilizada este trabajo fue obtenida de una pequeña empresa curtidora de la ciudad de León, Gto. por lo que desconocemos el surfactante y polisiloaxno utilizado (ver Tabla 2). El producto es comercial y por protección de la patente no se nos proporciono información acerca de su formulación. En nuestro trabajo de investigación, el estudio por realizar es todavía amplio y lo aquí se presenta son los primeros resultados obtenidos de una primera etapa.

## Agradecimientos

Se otorga un agradecimiento a la Facultad de Química de la Universidad de Guanajuato y en especial al CONCYTEG (No. GTO-04-C02-116) por la facilidades y apoyos otorgados para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. Z. W. Wicks, Jr., F. M. Jones, and S. P. Pappas, *Organic Coatings*; Wiley-Interscience: New York, 1999.
2. J. E. Mark, H. R. Allcock, and R. West, *Inorganic Polymer*; Prentice-Hall: Englewood Cliffs, NJ, 1992.
3. J. A. Villegas, R. Olayo, and J. Cervantes. *J. Inorganic. Organomet. Polym.* 2003, 13, 205.
4. J. G. López, Tesis en Progreso, Ingeniería Química, Facultad de Química, Universidad de Guanajuato (2005).
5. P. A. Galera-Gomez, Universidad Complutense de Madrid, Oficina de transferencia de resultados, Departamento de Química Física II (Química-Física Farmacéutica) Facultad de Farmacia.
6. J. A. Villegas, R. Olayo, and J. Cervantes. *J. Inorganic. Organomet. Polym.* 1999, 7, 51.