

## COMPORTAMIENTO REOLOGICO DE SUSPENSIONES BASADAS EN POLIMEROS NATURALES BAJO CAMPOS ELECTRICOS

**LEONARDO REJON<sup>(\*)</sup>, FRANCISCO A. LOPEZ Y FILEMON DELGADO**

Gerencia de Materiales y Procesos Químicos. Instituto de Investigaciones Eléctricas,  
Apartado postal 1-475, 62001 Cuernavaca, Morelos, México. E-mail lrejon@iie.org.mx.

### RESUMEN

Las propiedades reológicas de suspensiones compuestas por aceite de silicón y partículas de un polímero natural (quitosana) fueron evaluadas a diferentes intensidades de campos eléctricos inducidos por una corriente directa. La respuesta electroreológica mostrada se atribuye a la polarización y reordenamiento de las partículas de quitosana en el fluido, cuyo comportamiento reológico fue similar al de un plástico de Bingham. El esfuerzo de cedencia mostró una dependencia de la intensidad del campo eléctrico. A bajos campos dicha dependencia fue aproximadamente cuadrática y a mayores campos cercanamente proporcional.

**KEYWORDS:** ELECTORRHEOLOGICAL FLUID, CHITOSAN SUSPENSIONS, BINGHAM FLUID, ER RESPONSE.

\*Correspondencia: lrejon@iie.org.mx

### INTRODUCCION

Winslow<sup>1</sup> fue el primero en describir el efecto electro-reológico (ER) en 1947. El ER ocurre en suspensiones que presentan un cambio drástico en su estructura bajo la aplicación de un campo eléctrico, provocando un incremento en la viscosidad aparente de la suspensión. Muchos investigadores han estudiado el fenómeno para una variedad de fluidos ER y demostrado que la formación de estructuras fibrosas por parte de la fase dispersa (partículas) es debido a la polarización de las mismas cuando son sometidas a un campo eléctrico<sup>2</sup>. Esta prominente tecnología no ha sido comercializada debido al incompleto entendimiento de los mecanismos responsables del fenómeno ER y de la influencia que tienen las características de los componentes de dichos fluidos sobre la magnitud de la respuesta ER.

En trabajos previos se reportó respuesta ER en suspensiones de quitosana<sup>3,4</sup>, encontrando una relación cuadrática entre el esfuerzo de cedencia y el campo eléctrico aplicado. Es el objeto de este

trabajo estudiar las propiedades ER y dieléctricas para determinar el mecanismo por el cual ocurre el fenómeno ER en este sistema.

### EXPERIMENTAL

Los procedimientos para la preparación de las muestras, la metodología y condiciones bajo las cuales se realizaron las pruebas reológicas, y dieléctricas se encuentran descritas en la referencia<sup>5</sup>.

El reómetro utilizado fue de la marca Rheometrics modelo ARES con una configuración de platos paralelos y una separación de los mismos de 1 mm.

### RESULTADOS

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de la viscosidad aparente como función de la velocidad de corte para la suspensión de quitosana (5 % peso) a diferentes intensidades de campo eléctrico. La suspensión muestra un comportamiento del tipo adelgazamiento en corte, atribuido al rompimiento de las microestructuras de la fase dispersa, las cuales se formaron debido a la polarización de dicha fase. Se identifican dos regiones, una a bajas velocidades de corte en donde las fuerzas de polarización dominan y otra a altas velocidades de corte en donde las fuerzas de flujo dominan. Es importante mencionar que la estructura se ve afectada rápidamente con la velocidad de corte. Sin embargo, a medida que el campo incrementa, se observa una mejora en la resistencia al flujo de dicha estructura.

En la figura 2, se muestra el comportamiento del esfuerzo de corte como función de la velocidad de corte para la suspensión de quitosana a diferentes intensidades de campos eléctricos. La suspensión se comporta como un fluido Newtoniano en ausencia de campo eléctrico, pero al aplicar el campo muestra un comportamiento similar al de un plástico de Bingham, requiriendo un esfuerzo para fluir. Generalmente,  $\tau_y$  en fluidos electro-reológicos varía con  $E^\alpha$ , con  $\alpha \approx 2$ .

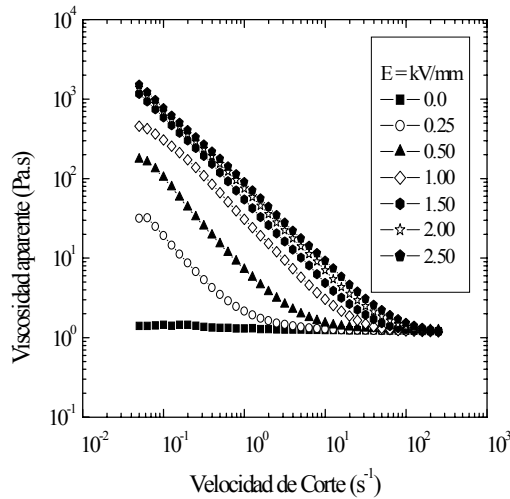
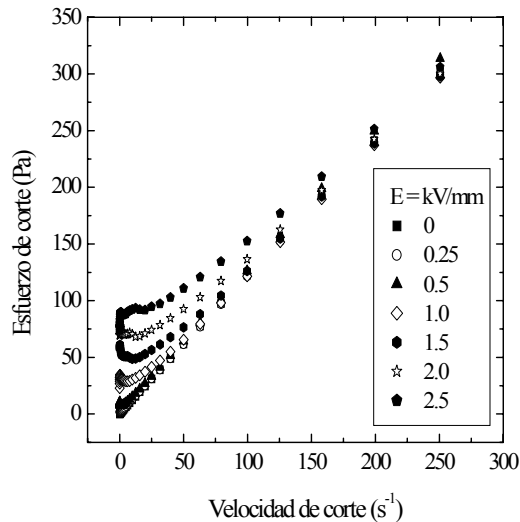


Figura 1. Viscosidad aparente vs velocidad de corte para una suspensión de quitosana a diferentes campos eléctricos

Figura 2. Esfuerzo de corte vs velocidad de



corte para una suspensión de quitosana a diferentes campos eléctricos.

La figura 3 muestra el esfuerzo de cedencia ( $\tau_y$ ) vs campo eléctrico aplicado. El  $\tau_y$  incrementa con la magnitud del voltaje aplicado, principalmente debido a un incremento en la interacción dipolo-dipolo entre partículas. De los resultados podemos observar que existen dos comportamientos, indicando la presencia de un campo eléctrico crítico ( $E_c$ ) en donde la pendiente de  $\tau_y$  cambia, no observado en trabajo previo<sup>3</sup>. La primera zona de pequeño campo con un valor de  $\alpha \approx 2.18$  y la segunda de grandes campos con  $\alpha \approx 1.26$ . Esto indica que el efecto neto que sería la suma de la

fuerza de interacción y la resistencia del fluido, son dependientes de la intensidad del campo eléctrico. Los resultados (no mostrados) dieléctricos obtenidos en particular el factor de pérdida ( $\epsilon''$ ) muestra un decremento con la frecuencia seguido de un máximo a bajas frecuencias (2 Hz), indicativo de la presencia de un proceso de relajación característico de una polarización interfacial del tipo Maxwell-Wagner.

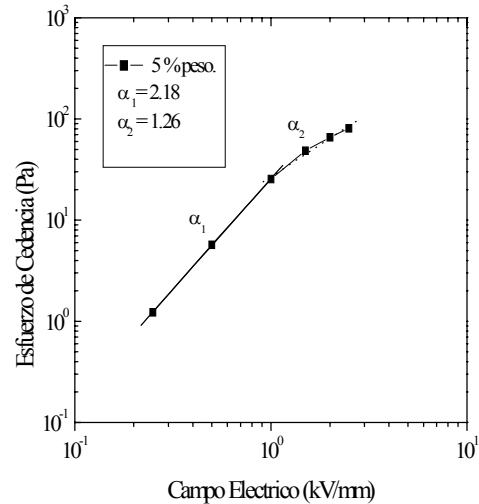


Figura 3. Esfuerzo de cedencia vs campo eléctrico para una suspensión de quitosana.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero del CONACYT (proyecto 31123-U) y del IIE (proyecto 11794). También el apoyo de Carolina Moreno García en la realización de las pruebas reológicas.

#### REFERENCIAS

1. Winslow, W.M., J. Appl. Phys. 20, 1137 (1949).
2. Parthasarathy, M., Klingenberg, D.J. Mater. Sci. R17, 57-103 (1996).
3. Choi, Ung-su., Colloids and Surfaces. A: Physicochemical and Engineering Aspect, 157 193-202 (1999).
4. Choi, Ung-su., Ko, Young-Gun., Proceedings of the Eighth International Conference "Electrorheological Fluids and Magnetorheological Suspensions", Editado por G. Bossis. 577-582 (2001).
5. Rejon, L., Catañeda-Aranda I., Manero, O., Colloids and Surfaces. A: Physicochemical and Engineering Aspect, 182 93-107 (2001).