

ESTUDIO DEL ESPARCIMIENTO DE DPPC EN DIFERENTES CONCENTRACIONES APLICANDO TÉCNICAS ÓPTICAS DE SPECKLE DINÁMICO

STUDY OF THE SPREADING OF DPPC IN DIFFERENT CONCENTRATIONS APPLYING OPTIC TECHNIQUES OF DYNAMIC SPECKLE

J.J. LLOVERA^{a†}, A. MORENO^a, J. CRUZ^a, R. SERRA^a, D. MARTÍNEZ^b, M. ZOTTI^b, W. SHIN^b

a) Departamento de Física, Facultad de Ingeniería Automática y Biomédica, Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" Cujae; fellovera@gmail.com[†]

b) Laboratorio de Biofísica, Departamento de Física, Universidad de Sao Paulo.

† autor para la correspondencia

Recibido 13/5/2017; Aceptado 12/10/2017

PACS: Speckles 42.30.Ms; Optical methods in rheology 83.85.Ei; Biofilms 87.18.Fx; Rheology of surfactants 83.80.Qr

El llamado surfactante pulmonar es un tensoactivo de estructura compleja que garantiza la reducción de la tensión superficial en los alveolos pulmonares para que estos se puedan distender y contraer fácilmente en el proceso de la respiración. El mismo está compuesto en alrededor de un 70% de una capa de moléculas fosfolípidas denominada dipalmitoil-fosfatidilcolina (DPPC) [1], sustrato en el cual se ubican las proteínas SP-A, SP-B, SP-C y SP-D responsables de los procesos de absorción selectiva del oxígeno y devolución del dióxido de carbono a nivel alveolar. La obtención por síntesis química de surfactante pulmonar artificial para el tratamiento de afecciones respiratorias debidas a su déficit, requiere lograr una concentración de DPPC que permita su fácil esparcimiento en el sustrato de líquido alveolar en el cual estará dispersado [2].

En trabajos previos se ha presentado la posibilidad de estudiar la dinámica del esparcimiento de un tensoactivo empleando la técnica de ensayo óptica basada en el speckle dinámico acompañado del procesamiento digital de las imágenes [3,4].

El sistema experimental empleado para obtener las imágenes del proceso de esparcimiento es el que se muestra en la Figura 1 y se detalla en [4].

La muestra a estudiar se conforma depositando una película de DPPC en una superficie acuosa contenida en una cápsula Petri. El procedimiento seguido fue en todos los casos grabar un video del patrón de speckle dinámico durante el proceso de esparcimiento del tensoactivo, que fue descompuesto en cuadros a los que se le aplicó un procesamiento de sustracción del fondo y binarización en niveles de gris. Posteriormente se realizó una segmentación por el procedimiento LASCA a fin de realzar las regiones de mayor contraste que son las representativas de aquellas de mayor actividad durante el esparcimiento. Finalmente mediante algoritmos basados en procedimientos de morfología matemática se delimitó el borde de la película interfacial en desarrollo durante el

proceso de esparcimiento reconstruyéndose posteriormente los videos correspondientes a los originales. Todo el procesamiento se realizó en MATLAB 7.9 (R2009b) (MatWork Inc. USA).

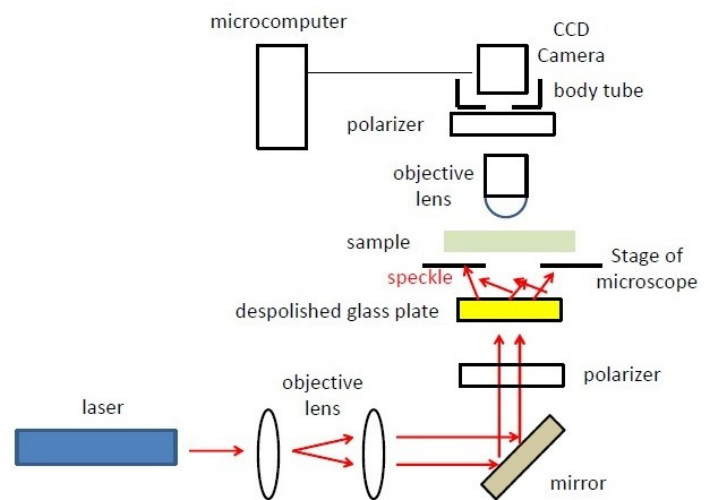


Figura 1. Esquema del sistema experimental.

Inicialmente se depositó una pequeña gota de tensoactivo en la superficie acuosa para estudiar su esparcimiento que se logra diluyendo el DPPC en cloroformo.

Siendo muy alta la concentración del DPPC se apreció un borde bien definido que se expande en la medida en que ocurre su dilución con cloroformo pero sin sufrir fragmentación, se apreció la mayor actividad y contraste en el borde interior de la frontera. Ver Figura 2.

Las imágenes así obtenidas pueden permitir el estudio de la elasticidad e histéresis de la frontera con este método y contrastarlo con los resultados obtenidos por otras técnicas [5].

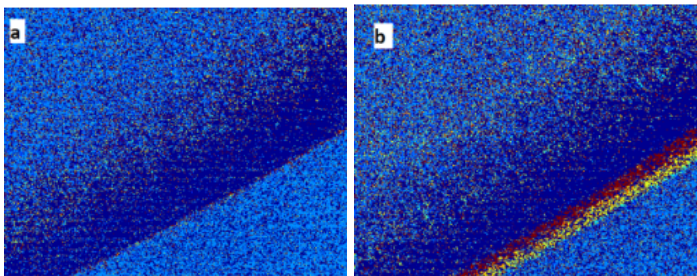


Figura 2. Imágenes LASCA (a) frontera en reposo (b) frontera esparciéndose.

Al realizar una dilución mayor de DPPC en cloroformo se forman agregados dispersos que se desplazan sin desintegrarse. El proceso se muestra en una imagen procesada LASCA y el borde del agregado definido en la Figura 3.

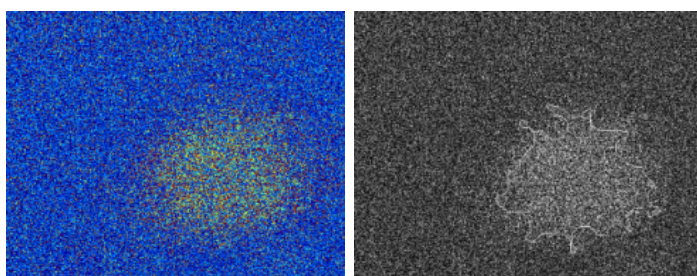


Figura 3. Imagen LASCA de una porción de DPPC y definición de su borde.

Se aprecia una similitud en la forma en que se produce la deformación del borde con emisión de protuberancias de forma caótica durante el proceso de su desplazamiento, tal dinámica de esparcimiento ha sido referenciada por otros autores [6].

Con un incremento mayor de la dilución y depositando la capa de DPPC en una solución salina de composición similar al líquido alveolar para facilitar su esparcimiento [7] en estas condiciones los agregados se expanden y fragmentan lográndose un esparcimiento del tensoactivo en porciones por toda la superficie acuosa según se aprecia en la secuencia de la imagen del borde mostrada en la Figura 4.

En resumen, se aplicó la técnica del speckle dinámico para visualizar el proceso de esparcimiento de capas de

DPPC a diferentes diluciones en cloroformo, revelándose las posibilidades que aporta esta técnica óptica al procesar digitalmente las imágenes obtenidas para estudiar cualitativamente dicho proceso.

Se demostró la factibilidad de realizar nuevas mediciones en atmósferas controladas en presión, temperatura y humedad para lograr un estudio paramétrico más completo.

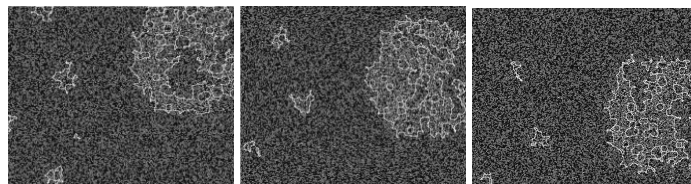


Figura 4. Secuencia de esparcimiento de DPPC con bordes definidos en solución salina.

El estudio posterior de la dinámica de esparcimiento en la frontera puede permitir evaluar la elasticidad e histéresis de la película de DPPC en este proceso.

REFERENCIAS

- [1] J. Gorke, Review. *Biochim. Biophys. Acta.* 1408, 79 (1998).
- [2] J.L. Bull, J.B. Grotberg *Exp. Fluids* 34 (2003) 1 DOI 10.1007/s00348-002-0447-2.
- [3] J. Llovera, "Speckles dinámicos en superficies acuosas", memorias de OPTELACIC (2009), ISBN: 978-959-7139-88-1, Habana, Cuba.
- [4] J. J. Llovera-González, A. Moreno, D. Martínez, M. Zotti, J. Ferreira, W. s. Nishitani, A. Barros, A. Alencar, M. Muramatsu, R. Serra *Proc. SPIE Vol. 8785, 8785DI (2013) SPIE CCC code: 0277-786X/13/\$18 DOI 10.1117/12.2026326 Scopus*
- [5] H. Nakahara, A. Dudek, Y.Nakamura, S.Lee, Ch. Chang, O. Shibata. *Colloids Surf. B* 68, 61 (2009).
- [6] K.S. Lee, N. Ivanova, V.M. Starov, N. Hilal, V. Dutschk *Adv. Colloid Interface Sci.* 144, 54 (2008).
- [7] A. F. Eftaiha, M. F. Paige *J. Colloid Interface Sci.* 353, 210 (2011).