

USO DE VIDEO DE ALTA VELOCIDAD PARA ENTENDER LA FORMACIÓN Y DINÁMICA DE ESTRUCTURAS MULTIFÁSICAS EN TANQUES DE MEZCLADO

Enrique Galindo, Alfonso Rojas, René Sanjuan, María Soledad Córdova*, y Gabriel Corkidi
Instituto de Biotecnología -UNAM, Apdo. Postal 510-3, Cuernavaca, Morelos, 62250, México. fax:
(777)3138811, email: cordova@ibt.unam.mx

Palabras clave: *análisis de imágenes, dispersión, gotas, burbujas*

Introducción. Nuestro grupo de investigación ha trabajado desde hace varios años en el diseño y aplicación de metodologías de análisis de imágenes para la caracterización cuantitativa y dinámica de las dispersiones que ocurren dentro de un sistema modelo multifásico (1). De esta manera, se ha podido visualizar la presencia de gotas multifásicas (burbujas y pequeñas gotas de la fase acuosa, dentro de las gotas de aceite), lo que implica fenómenos complejos de transferencia de masa (1).

El objetivo del presente trabajo es presentar nuevos enfoques experimentales implementados en nuestro laboratorio para estudiar detalladamente la formación y el movimiento de las estructuras complejas en sistemas modelo multifásicos.

Metodología. Se adquirieron videos con una cámara de alta velocidad (Motion Pro HS-4, Redlake, USA) utilizando los diferentes arreglos experimentales presentados previamente (1, 3). La caracterización dinámica de la dispersión se realizó siguiendo la metodología reportada en (2), con el medio de cultivo para *Trichoderma harzianum* (1) como fase dispersa y 0.25 vvm de aire, así como una solución de 0.6 % w/v carboximetilcelulosa como sistema no Newtoniano. La observación de los mecanismos de formación de estructuras, se hizo de acuerdo a la metodología reportada en (3), modificando la tensión superficial de algunos sistemas con 0.2 g/L de BSA. La distribución de tamaños y las trayectorias de gotas de aceite y burbujas de aire se determinaron con las herramientas del programa Image-Pro Plus v.5.1 (Media Cybernetics, USA) (1, 2).

Resultados y discusión. En el sistema Newtoniano se visualizó que los objetos se mueven en diferentes direcciones (*figura 1a*), calculándose una velocidad promedio de 27 cm/s. En el sistema no-Newtoniano, las gotas mostraron un movimiento lineal con inclinación de -22° con respecto al eje vertical. Las velocidades fueron menores con respecto al sistema Newtoniano y los objetos del primer plano (enfocados) se mueven más lentamente que los del fondo (no enfocados) (*figura 1b*). En otro ensayo se visualizó que las gotas de aceite se deforman por impacto al entrar en el agua y tocar fondo y cuando recuperan su forma esférica dentro del agua, incorporan gotas de agua en su interior, siendo éste uno de los mecanismos probables que contribuyen a la formación de estructuras multifásicas en el tanque de mezclado (*figura 2*) ya que este tipo de deformación

puede ocurrir al chocar las gotas con las paletas del impulsor. Las burbujas de aire pueden introducirse en las gotas de aceite por contacto y coalescencia entre gotas y burbujas (*datos no mostrados*).

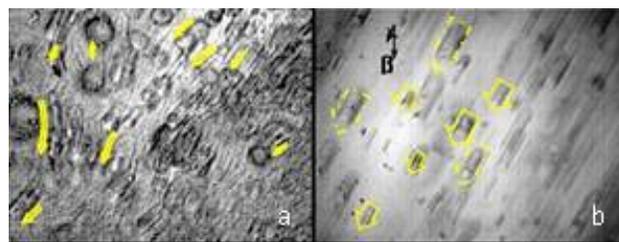


Fig. 1. Trayectorias de estructuras: a) Sistema Newtoniano; b) Sistema no Newtoniano

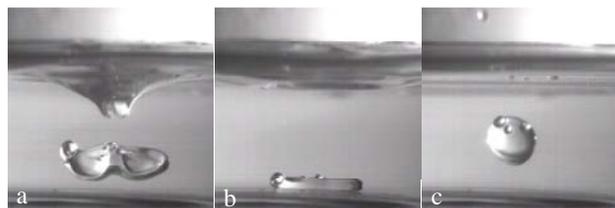


Fig. 2. Gota de aceite deformada e inclusión de la fase continua.

Conclusiones. Utilizando video de alta velocidad se visualizó la forma en que las gotas de aceite y las burbujas de aire se mueven e interactúan. La velocidad y trayectoria de estos objetos se pueden calcular en los diferentes planos de enfoque, las cuales varían dependiendo de las propiedades fisicoquímicas del sistema. Las pequeñas gotas de agua dentro de las gotas de aceite se introducen por impacto y deformación, mientras que en algunos casos la presencia de burbujas se debe al contacto y coalescencia.

Agradecimiento. Apoyo financiero de CONACyT (proyecto 59807).

Bibliografía.

- Galindo, E., Larralde, P., Brito, T., Córdova, M.S., Taboada, B., Vega, L. y Corkidi, G. (2005) Development of advanced image-analysis techniques for the *in situ* characterization of multiphase dispersions occurring in bioreactors. *J. Biotechnol.* 116: 261-270.
- Guevara-López, E., Sanjuan-Galindo, R., Córdova-Aguilar, M.S., Corkidi, G., Ascanio, G. y Galindo, E. (2008) High-speed visualization of multiphase dispersions in a mixing tank. *Chem Eng. Res. Des.* 86: 1382-1387.
- Corkidi, G., Rojas, A., Córdova-Aguilar, M.S., Pimentel, A. y Galindo, E. (2009) Visualization of complex drop formation in multiphase fermentations. *Sometido al 8th World Congress of Chemical Engineering*, Montreal, 23 – 27 de Agosto, 2009.