

#

#

Estudio hidrodinámico del mezclado en matraces con fluidos viscosos

¹María Soledad Córdova-Aguilar, ¹Jonathan R. Olivares-Hernández, ²Mauricio A. Trujillo-Roldán, ¹Juan Pablo Aguayo-Vallejo, ³Carlos Palacios-Morales, ¹Gabriel Ascanio-Gasca; ¹Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, ²Instituto de Investigaciones Biomédicas, ³Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510, México
marisol.cordova@icat.unam.mx

Palabras clave: hidrodinámica, PIV, matraces.

Introducción. El mezclado constituye una parte esencial de las operaciones de la ingeniería de procesos. La viscosidad del sistema altera la eficiencia del proceso y causa la formación de zonas segregadas o muertas¹. Un análisis hidrodinámico del sistema por secciones con diversas metodologías permite comprender mejor los procesos físicos e identificar los parámetros hidrodinámicos en las diferentes regiones del recipiente de mezclado¹. Una de estas técnicas es la velocimetría de imágenes de partículas, técnica no invasiva que permite obtener los mapas de velocidad en tiempo real de un flujo². En este trabajo se analizan los campos de velocidad, la intensidad de turbulencia y los campos de vorticidad de tres viscosidades diferentes en matraces con tres deflectores y tres velocidades de agitación.

Metodología. Se implementó un dispositivo de sincronización de adquisición de imágenes, con dos cámaras de video, en 4 puntos del agitador orbital, lo que permitió observar distintos ángulos del ciclo de mezclado. Se desarrolló un algoritmo de sincronización, monitoreo, adquisición de señales definidas y sin interferencia así como el procesamiento de imágenes en *Matlab*. Los fluidos de trabajo fueron soluciones de alginato de sodio a 1, 3 y 5 g/L, caracterizadas con un reómetro MCR 2004 (Anton Paar Physica). Se trabajó con matraces con tres deflectores a 120, 150, 170 rpm de agitación. Los campos de velocidad se determinaron por la técnica de velocimetría de imágenes de partículas, utilizando partículas trazadoras fluorescentes de 10 micras (*Dantec Dynamics*). El análisis se hizo por correlación cruzada, 32x32 píxeles cuadrados y un traslape de 50x50.²

Resultados. Para cada sensor (4 posiciones/cada 90°), se promediaron las imágenes obtenidas. Como ejemplo, se presenta lo obtenido para la posición 4 (**Fig. 1**). Así mismo, se compararon los vectores de velocidad (**Fig. 2**), magnitud de velocidad e intensidad turbulenta, obtenidos para cada sensor a tres velocidades de agitación y las tres viscosidades (**Fig. 3**). En el sensor 1 los vectores de velocidad se concentran en la parte superior del canal derecho observando una zona de flujo muerto mientras que en el sensor 3, el fluido se redistribuye hacia abajo y al centro e impacta con el flujo proveniente del canal superior.

Conclusiones. Al aumentar la viscosidad, la velocidad del fluido se homogeniza en el centro del matraz, la intensidad turbulenta se disipa y se recomienda aumentar la velocidad de agitación para evitar zonas de flujo muerto.

Agradecimientos. Ing. A. E. Romo Ríos por el desarrollo del dispositivo de sincronización y I.Q. C.A. Pérez Suárez por las imágenes.

Bibliografía. 1. Machado, M.B., Nunhez, J.R., Nobes, D., Kresta, S.M. (2012) Impeller Characterization and Selection: Balancing Efficient Hydrodynamics with Process Mixing Requirements. *AIChE J.* 58: 2573–

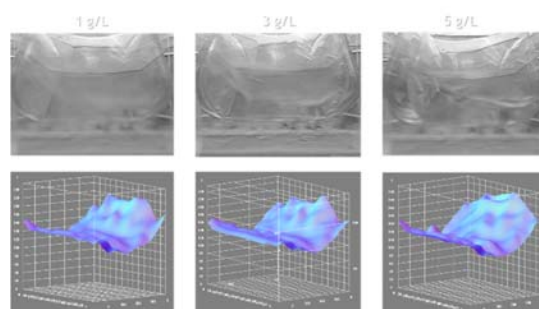


Fig. 1. Imágenes promedio, sensor 4, 150 rpm.

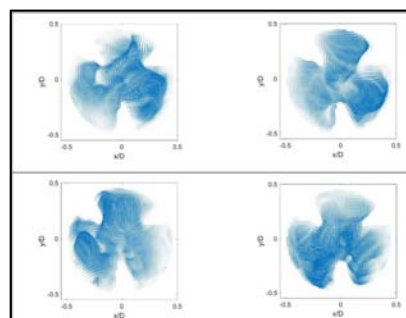


Fig. 2. Vectores de velocidad, 150 rpm, en los cuatro sensores

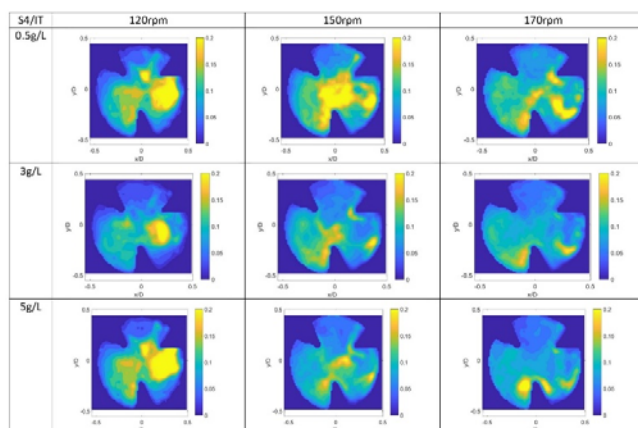


Fig. 3. Intensidad turbulenta, Sensor 4, 3 viscosidades y 3 rpm.

2588. 2. Palacios-Morales, C., Aguayo-Vallejo, J.P., Trujillo-Roldán, M.A., Zenit, R., Ascanio, G., Córdova-Aguilar, M.S. (2016) The flow inside shaking flasks and its implication for mycelial cultures", *Chemical Engineering Science*. 152.

