

## CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DE UN BIOREACTOR AGITADO CON CINTAS HELICOIDALES PARA FMS

Juan Romano<sup>1</sup>, Isaías Nava<sup>3</sup>, Isabelle Gaime-Perraud<sup>2</sup>, Mariano Gutiérrez-Rojas<sup>3</sup> y Gerardo Saucedo-Castañeda<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ICIDCA, CUBA; <sup>2</sup> IRD, FRANCIA; <sup>3</sup> Dpto. Biotecnología, UAM-Iztapalapa, San Rafael Atlixco 186, Col.

Vicentina, Iztapalapa, México D.F. 09340 MÉXICO, Fax: 58 04 47 12, e-mail: saucedo@xanum.uam.mx

**Palabras clave:** biorreactor, mezclado, DTR

**Introducción.** La utilización de biorreactores con mezcla en procesos de fermentación en medio sólido (FMS) permite mejorar la transferencia de calor y masa, y alcanzar una mayor homogeneidad en los sólidos (1). Los sistemas empleados en FMS para el movimiento de los sólidos son variados pero hasta el momento no se tiene información sobre sistemas donde se empleen cintas helicoidales para la agitación. La distribución de tiempos de residencia (DTR) permite obtener información sobre la distribución de los gases y el sistema de reacción en el biorreactor (2,3).

El objetivo de este estudio fue caracterizar un biorreactor agitado para FMS considerando: características del mezclado de pulpa de café (PC) y la DTR de los gases.

**Metodología.** Se empleó un biorreactor agitado (V; 83.4L) de acero inoxidable con cintas helicoidales concéntricas. Se caracterizó el mezclado de sólidos y gases en el equipo. Para los sólidos se emplearon 12kg de (PC) y como trazador un tercio de la PC coloreada. Se tomaron muestras (0.1% p/p) regularmente a velocidades de 0.5, 0.7 y 1.0 rpm. Para la DTR de los gases se hizo pasar aire (Q; 12Lmin<sup>-1</sup>) y se inyectaron pulsos de Dirac de CO<sub>2</sub> del 10% del flujo. Se estimó la velocidad ( $v_m$ ) y el tiempo de mezclado ( $\lambda$ ) de la PC con el modelo logístico. Con el trazador gaseoso se calcularon: tiempo medio de residencia ( $t_m$ ) y módulo de dispersión ( $D/\mathbf{m}$ ) (3); también inverso del número de Peclet (1/Pe).

**Resultados y discusión.** *Sólidos:* se obtuvo mezcla completa a 1 rpm (Fig.1) y los patrones de mezclado fueron similares en el intervalo de rpm analizado. Se observó al final de cada ciclo de mezclado una distribución homogénea de las partículas de PC coloreadas en toda la masa del sólido. La  $v_m$  aumentó de forma lineal con la agitación y el  $\lambda$  mínimo obtenido fue de 22 min a 1rpm, cercano al intervalo de 220 min recomendado para mezclas de sólidos (Tabla 1). *Gases:* se obtuvieron curvas C correspondientes a la función delta de Dirac (Fig.1) (2,3). El  $t_m$  calculado fue inferior al teórico,  $V/Q=6.95$  min, para 0 y 1.0 rpm indicando que el intercambio en la fase gaseosa pudiera seguir un patrón de reacción de primer orden (2). El  $D/\mathbf{m}=1/Pe$  superó el valor de 0.2 cercano al comportamiento ideal de mezcla completa (3). Se alcanzaron 5 recambios del volumen de aire por ciclo de agitación a 1 rpm,  $\lambda/t_m=5.3$  (Tabla 1).

**Conclusiones.** Se obtuvo mezcla homogénea de la PC en el biorreactor en 22min a 1rpm. Para la fase gaseosa el equipo se comporta como un sistema de mezcla completa siguiendo el

patrón de las reacciones de primer orden como las observadas durante la respiración de los microorganismos.

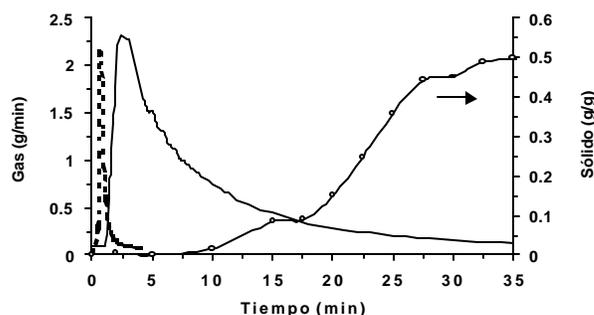


Fig 1. Respuestas obtenidas en el biorreactor a 1 rpm para los trazadores: sólido (-O-) y gas, entrada (- -) y salida (—).

Tabla 1. Parámetros característicos del mezclado de pulpa de café y del DTR del aire en el biorreactor de cintas helicoidales para FMS.

Agitación (rpm)	$v_m$ (min <sup>-1</sup> )	$\lambda$ (min)	$t_m$ (min)	$D/\mathbf{m}$ *
0	-	-	4.23	0.301
0.5	0.08	54.96	-	-
0.7	0.13	33.63	-	-
1.0	0.26	22.06	4.17	0.334

\*D: dispersión axial,  $\mathbf{m}$  velocidad lineal, L: longitud del lecho.

**Agradecimientos.** Proyecto INCO-DC (IC18\*CT970185); IRD, Francia; SRE, México.

### Bibliografía.

- Nagel F., Tramper J., Bakker M. y Rinzema A. (2001). Temperature control in a continuously mixed biorreactor for solid-state fermentation. *Biotechnol. Bioeng.* 72(2): 219-230.
- Gervais P., Bazelin C. y Voilley A. (1986). Patterns of aeration in a solid substrate fermentor through the study of the residence time distribution (RTD) of a volatile tracer. *Biotechnol. Bioeng.* 28: 1540-1543.
- Levenspiel, O. (1993). Flujo no ideal. En: *Ingeniería de las reacciones químicas*. Reverté, México. 277-307.