



# XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería



## MODELAMIENTO DEL RENDIMIENTO BIOMASA SUSTRATO Y SU EFECTO EN EL COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE UN QUIMIOSTATO

Rigel V. Gómez-Acata, Pablo A. López-Pérez, Vicente Peña Caballero, Juan Figueroa Estrada, Ricardo Aguilar-López, CINVESTAV-IPN Departamento de Biotecnología y Bioingeniería. Lab. De Análisis Dinámico y Control de Procesos. México, D.F.; C.P. 07360. rvgomez@cinvestav.mx.

*Palabras clave: Modelos no estructurados, Oscilaciones, Rendimiento variable.*

**Introducción.** Durante el modelamiento de un bioproceso, se presentan dos casos frecuentemente: la utilización de modelos no estructurados (Monod, Haldane, Luong, etc) y la consideración del rendimiento biomasa/sustrato constante ( $Y_{x/s}$ ). Este último punto, como lo comentan Crooke y col.(1), afecta cualitativamente la descripción del comportamiento dinámico de un biorreactor, principalmente, no prediciendo fenómenos singulares como las oscilaciones de biomasa y sustrato durante la operación en continuo de un biorreactor (2). Diversos modelos para seguir la dinámica del  $Y_{x/s}$  se han propuesto, donde los más utilizados son el modelo lineal y polinomial (1,3). Recientemente se ha propuesto el modelo logístico como una opción más fiel al comportamiento real del  $Y_{x/s}$  (4).

En este trabajo, se analizó el comportamiento dinámico de un quimiostato, utilizando un  $Y_{x/s}$  variable (modelo logístico) acotado teóricamente, utilizando el modelo de Haldane (modelo de inhibición por sustrato) y tomando como caso de estudio la hidrólisis de Carboximetilcelulosa (CMC) por *Cellulomonas cellulans* (5)

**Metodología.** Para el análisis dinámico del sistema (quimiostato), se utilizó el software MATLAB 2007B, con el paquete Matcont v2.4 y el paquete pplane7. La obtención de los parámetros cinéticos para el  $Y_{x/s}$  variable, se realizó empleando el software Polymath v.6.0. La cota superior del  $Y_{x/s}$  variable (Rendimiento máximo), se obtuvo teóricamente, la cota inferior se consideró a partir de Agarwal 2009 (5).

**Resultados.** El modelo de  $Y_{x/s}(S)$  tipo logístico quedó definido de la siguiente manera:

$$Y_{xs} = (1.19 + e^{-1.96 \cdot S})^{-3.4} \dots \text{ec.1}$$

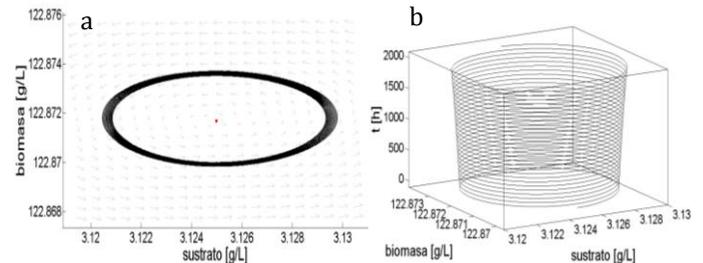
Se plantearon las ecuaciones de estado para el sistema fermentativo más elemental:

$$\frac{dS}{dt} = D S_0 - D S - \frac{\mu(S)x}{Y_{xs}} \dots \text{ec.2}$$

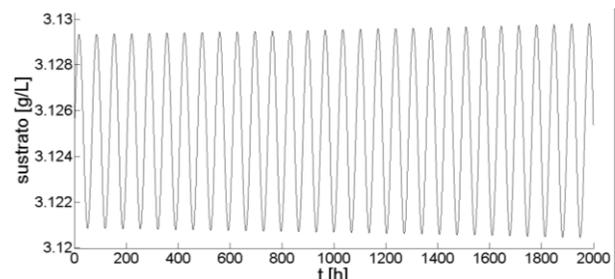
$$\frac{dx}{dt} = -Dx + \mu(S)x \dots \text{ec.3}$$

$$\mu = \mu_{max} \frac{S}{(K_s + S + S^2/K_i)} \dots \text{ec.4}$$

Con base en las ec.1-4, se generó el diagrama de bifurcación (datos no mostrados). La Fig. 1 muestra las oscilaciones presentes en el reactor mediante la construcción de un retrato fase en dos y tres dimensiones (a y b, respectivamente); además en la Fig.2, se ejemplifica una serie de tiempo tomando como variable al sustrato.



**Fig. 1.** Retrato fase del sistema presentando oscilaciones, en dos y tres dimensiones.



**Fig. 2.** Serie de tiempo para sustrato, donde se evidencia las oscilaciones en el sistema.

**Conclusiones.** Al incluir un  $Y_{xs}$  no constante de tipo logístico al sistema de dos ecuaciones de estado, es posible reproducir oscilaciones en el sistema.

**Agradecimiento.** R.V.G.A. Agradece a CONACyT por la beca otorgada, al CINVESTAV-IPN por el apoyo durante toda la investigación realizada.

### Bibliografía.

1. Crooke, P. & Tanner, R. (1980). *Chem. Eng. Commun.* 6(6): 333-347
2. Zhang, Y. & Henson, M. (2001). *Biotechnol. Prog.* 17 (4): 647-660.
3. Huang, X. & Zhu, L. (2005). *J. Math. Chemistry.* 38 (4): 575-588.
4. Tian, Y., Sun, K., Kasperski, A. & Chen, L. (2010). *Discrete Dynamics in Nature and Society.* Vol. 2010, Article ID 640594, 18 pages.
5. Agarwal, R., Mahanty, B., & Venkata Dasu, V. (2009). *Chem. Biochem. Eng. Q.*, 23 (2): 213-218