

MODELADO CINÉTICO DE LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO POR *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus*

David Antonio Flores Méndez, Rosa Isela Corona González, Enrique Arriola Guevara, Guadalupe Guatemala Morales y Juan Paulo García Sandoval

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, C.P. 44430
correo electrónico: david_fm89@hotmail.com

Palabras clave: Ácido láctico, *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus*, Modelado

Introducción. El ácido láctico es un producto de particular interés debido a sus aplicaciones, principalmente en las industrias farmacéutica, cosmética, química y alimenticia [1]. Industrialmente, alrededor del 90% del ácido láctico producido en el mundo se deriva de la fermentación bacteriana. Los principales microorganismos utilizados en la actualidad son microorganismos homofermentativos del género *Lactobacillus*, *Pediococcus* y *Streptococcus* [2]. Actualmente, *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* se ha emplea principalmente para la producción de ácido hialurónico. Sin embargo, al ser una bacteria homofermentativa que posee la capacidad de producir ácido láctico, por ello, el objetivo de este trabajo fue modelar el comportamiento cinético de ácido láctico en un reactor por lote.

Metodología. La cepa utilizada fue *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* ATCC 43079, la cual se cultivó en un reactor por lote de 3L con diferentes concentraciones iniciales de glucosa, en un medio de cultivo que contenía (g/L): glucosa 10-50, extracto de levadura 10, K₂HPO₄ 2.5, NaCl 2 y MgSO₄*7H₂O 1.5, a 37°C, el pH se mantuvo en 7 por la adición de NaOH 5M, el flujo de aireación fue de 1 vvm y la agitación de 300 rpm [3]. El ácido láctico y la glucosa se cuantificaron por HPLC y la biomasa se determinó por peso seco. El modelo desarrollado se obtuvo a partir del balance de materia para biomasa (x), sustrato (s) y producto (L) (Ecs. 1, 2 y 3). Para describir el efecto de la concentración de sustrato se utilizó la ecuación de Monod (Ec. 4).

$$\frac{dx}{dt} = \mu x \quad (1); \quad \frac{ds}{dt} = -\frac{\mu x}{Y_{xs}} \quad (2); \quad \frac{dL}{dt} = Y_{px} \mu x \quad (3); \quad \mu = \frac{\mu_{max} S}{K_s + S} \quad (4)$$

Donde, μ es la velocidad específica de crecimiento, Y_{xs} es el rendimiento de biomasa y Y_{px} es el rendimiento de producto. La estimación de los parámetros del modelo de Monod y la simulación se hicieron en MATLAB por los métodos de mínimos cuadrados no lineales (lsqcurvefit) y Runge-Kutta (ODE45), respectivamente.

Resultados. De acuerdo con los datos obtenidos variando la concentración de sustrato inicial (10-50 g/L) en cada fermentación, se estimaron μ , Y_{xs} y Y_{px} , los resultados se muestran en la Tabla 1, donde se observa que la μ no

cambia de manera significativa, con lo cual se puede ignorar el efecto de inhibición por sustrato. Los resultados arrojados por el ajuste de los parámetros de la ecuación de Monod fueron $\mu_{max} = 0.3163$ y $K_s = 0.2208$. Con estos valores se modeló el comportamiento cinético para una concentración de sustrato inicial de 30 g/L. La simulación se muestra en la Figura 1, donde se puede observar que la respuesta del modelado con relación a los datos experimentales describe satisfactoriamente el comportamiento del ácido láctico durante la fermentación.

Tabla 1. Parámetros cinéticos estimados a diferentes concentraciones de sustrato inicial

Sustrato inicial (g/L)	μ (h ⁻¹)	$Y_{x/s}$ (g/g)	$Y_{p/x}$ (g/g)
10.62	0.3075	0.1713	4.0613
20.96	0.3164	0.1121	6.3505
32.05	0.3224	0.0713	9.0940
41.96	0.3132	0.0755	10.7243
48.32	0.3072	0.0570	14.4354

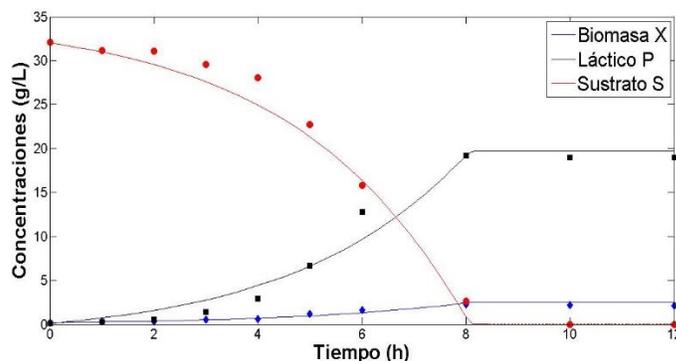


Fig. 1. Simulación del modelo y datos experimentales glucosa (●), láctico (■) y biomasa (◆).

Conclusiones. De acuerdo con la simulación, la ecuación de Monod describe satisfactoriamente el comportamiento cinético en la producción de ácido láctico por *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus*.

Agradecimientos. Al CONACyT por el financiamiento del proyecto FORDECyT y la beca 295612.

Bibliografía.

- Eş I et al. (2018) *Food Res. Int.* 107:763-770.
- Alves de Oliveira et al. (2018) *Biochem. Eng. J.* 133:219-239.
- Chen S et al. (2009) *Korean J Chem Eng.* 26(2):428-432

