

## MODELAMIENTO DE LA DEGRADACIÓN DEL ÁCIDO GÁLICO POR BACTERIAS LÁCTICAS

Oswaldo Guzmán-López, Octavio Loera-Corral, Gladys G. Pérez-Morales, Ernesto Favela-Torres, Gerardo Saucedo-Castañeda

Departamento de Biotecnología, UAM-Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, CP 09340, Iztapalapa, México, D.F., Fax (55) 5804-6554, saucedo@xanum.uam.mx

*Palabras clave: Bacterias lácticas, mezcla de sustratos, modelamiento, estimación de parámetros*

**Introducción.** Existen bacterias lácticas que degradan el ácido gálico (AG) a pirogalol (PGL) en medios convencionales (1,2); esta actividad puede ser afectada por la presencia de diferentes sustratos. En la mayoría de los estudios de biodegradación se ha utilizado un solo sustrato. Sin embargo, el uso de modelos y estimación de parámetros en presencia de diferentes sustratos se dificulta (3). El objetivo de este trabajo fue proponer un modelo para realizar la caracterización cinética de cultivos de BAL de acuerdo al consumo de una mezcla de sustratos (AG y glucosa), la formación de productos (PGL y ácido láctico) y producción de biomasa.

**Metodología.** Se utilizaron 4 cepas con diferentes fenotipos en su crecimiento y consumo de AG (2): *Lactobacillus plantarum* (L06, L08 y L19) y *L. paracasei* subsp. *tolerans* (L20). Se utilizaron combinaciones de sustratos (glucosa y AG) en caldo MRS modificado (2), como se indica en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Medios de cultivo en presencia (+) o ausencia (—) de glucosa (1.5 g/l) y ácido gálico (10 g/l).

Medio	Glucosa	Ácido gálico
A	+	+
B	+	—
C	—	+
D	—	—

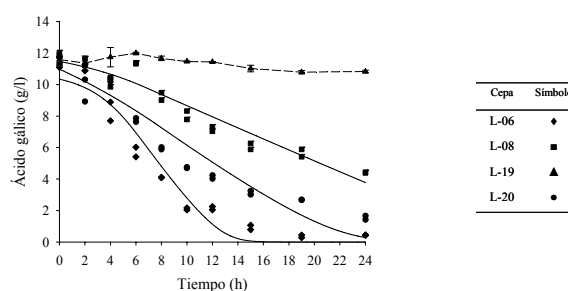
La biomasa, glucosa, AG, ácido láctico y PGL se determinaron a las 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19 y 24 h. Se emplearon ecuaciones modificadas de la función clásica de Monod que consideran el consumo de 2 sustratos. De acuerdo a los productos que generan (3), se clasifican como sustratos homólogos (ec 1) o heterólogos (ec 2):

$$\frac{dX}{dt} = \left[ \frac{\mu_{max1}S_1}{K_{S1} + S_1} + \frac{\mu_{max2}S_2}{K_{S2} + S_2} \right] X \quad (\text{Ec. 1})$$

$$\frac{dX}{dt} = \mu_{max} \left[ \frac{S_1}{K_{S1} + S_1} * \frac{S_2}{K_{S2} + S_2} \right] X \quad (\text{Ec. 2})$$

Para la estimación de los parámetros cinéticos se realizó el acoplamiento de una subrutina de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias (Runge-Kutta 4-5) con la herramienta Solver de Excel®, se utilizó una función objetivo para minimizar el cuadrado medio del error (CME) ponderando las variables.

**Resultados y discusión.** El modelo se aplicó a las condiciones de los medios A, B y C, mientras que para el D no aplicó por no haber sustratos. Con la ec 2 se tuvo un menor error (CME) lo que indicó que la glucosa y el AG actuaron como sustratos heterólogos. En la Fig. 1 se presentan los ajustes (líneas continuas) para las cepas L-06, L-08 y L-20. Con la cepa L-19 no aplicó el modelo por no tener consumo de AG, la línea punteada solo representa la tendencia de los datos.



**Fig. 1.** Degradación del ácido gálico por bacterias lácticas.

La cepa con mayor capacidad de degradación de AG fue la cepa L-06. Los valores  $\mu_{max}$  disminuyeron en presencia del AG (medio A). Los valores de  $K_{s1}$  y  $K_{s2}$  fueron afectados por la presencia de este compuesto. Los rendimientos  $Y_{x/s}$  y  $Y_{x/p}$  resultaron cercanos a los valores experimentales.

**Conclusiones.** El modelo propuesto es una herramienta novedosa que permitió evaluar la interacción de los sustratos, esta metodología no se ha utilizado con anterioridad con estudios de BAL con capacidad de consumir ácido gálico.

**Agradecimiento.** A CONACYT

### Bibliografía.

- Osawa, R, Kuroiso, K, Goto, S, Shimizu, A. (2000). Isolation of tannin-degrading Lactobacilli from humans and fermented foods. *Appl. Environm. Microbiol.* 66(7): 3093-3097.
- Guzmán, O, Loera, O, Parada, J.L, Castillo, A, Martínez, C, Augur, C, Gaime, I, Saucedo, G. (2009). Microcultures of lactic acid bacteria: Characterization and selection of strains, optimization of nutrients and gallic acid concentration. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 36(1): 11-20.
- Okpokwasili, G, Nweke, O. (2006). Microbial growth and substrate utilization kinetics. *Afr. J. Biotechnol.* 5(4): 305-317.