



MODELAMIENTO MATEMÁTICO DEL EMPLEO DE AZUCARES POR *Bacillus subtilis*

Martínez Ríos Alejandro, Paniagua Luis Fernando, Zamora Orozco Jeanett, Enrique Lemus Fuentes*, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León, Oax. , 69000. Tel/Fax 953 5320214. elf@nuyoo.utm.mx.

Palabras clave: *Bacillus subtilis*, modelamiento, plano fase

Introducción. En este trabajo se emplean datos experimentales de consumo de azúcar por *Bacillus subtilis* bajo condiciones aeróbicas de tal forma que esta información sirve para plantear modelos matemáticos para el sistema de estudio. El objetivo de este trabajo es plantear modelos matemáticos del consumo de azúcares y formación de productos por *Bacillus subtilis* validando los resultados obtenidos de las ecuaciones diferenciales contra la evidencia experimental. Se analiza el plano fase del modelo matemático con el fin de explorar características generales del comportamiento de las soluciones halladas.

Metodología. El empleo de azúcares por *B. subtilis* WB700CH1 se ha reportado por Martínez y col. (1997) para condiciones aeróbicas y anaeróbicas.

Tabla 1. Datos experimentales de *B. Subtilis* bajo condiciones aeróbicas.

Tiempo (h)	Biomasa (g/l)	Glucosa (g/l)
0	0.160	9.861
2	0.280	8.921
4	0.644	8.589
6	1.915	5.158
7	2.989	2.212
8	2.436	0.552
11	1.999	0.192

Se plantean las ecuaciones que describen el proceso de consumo de azúcares y formación de productos

$$\frac{dX}{dt} = 0.005 X^{2.22} - 0.65 Y^{1.1} \quad (1) \quad \frac{dY}{dt} = 0.058 X^{0.96} - 0.072 Y \quad (2)$$

Resultados y discusión. En la figura 1 se muestra el comportamiento reflejado por las ecuaciones 1 y 2, en él se observa una concordancia aceptable con el experimento.

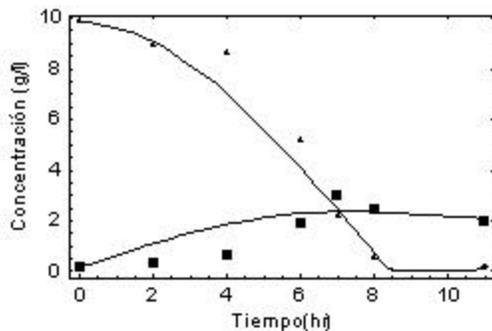


Figura 1.- Evaluación de la concentración experimental de biomasa (Δ) comparada con los resultados del modelo (---), comparación de glucosa (□) contra los resultados del modelo(---).

La ligera desviación entre los resultados del modelo matemático con los datos experimentales se sitúan dentro del error experimental, sin embargo, no debe descartarse esta desviación

con la producción de otros elementos no cuantificados. Esto último se hace notar en el trabajo fuente de datos experimentales. Por otra parte el análisis del plano fase, figura 2, muestra las características de operación del fermentador situada en el caso general. Este plano fase muestra la operación estable del fermentador y no refleja ningún comportamiento distinto a lo previsto.

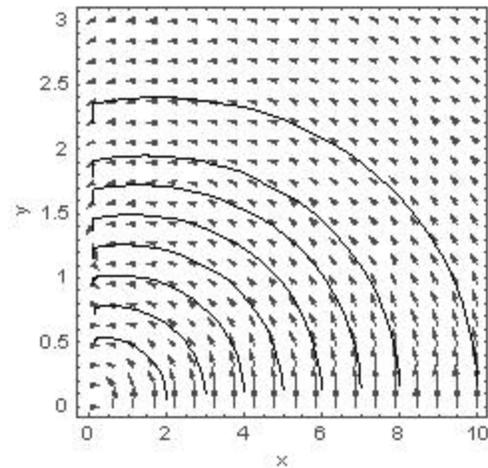


Figura 2. Plano fase del sistema de ecuaciones que comprende el modelo matemático donde se observa el comportamiento de las soluciones, que muestra la operación estable del fermentador.

La información resumida en el plano fase puede emplearse en trabajos futuros, ya sea implementando estrategias de control o para aumentar los rendimientos en el fermentador.

Conclusiones. Se ha planteado un modelo matemático capaz de representar las características cualitativas del empleo de azúcares por *B. Subtilis*. Por otro lado, el plano fase muestra las características generales del modelo matemático y en esencia muestra la operación estable del fermentador, de acuerdo con esto no muestra ningún comportamiento diferente.

Agradecimiento. Al Dr. Alfredo Martínez Jiménez del IBT-UNAM por permitir emplear sus datos experimentales sobre *B. Subtilis*.

Bibliografía.

- Martínez, A., Ramírez, O. T., Valle, F. 1997. Improvement of culture conditions to produce βgalactosidase from *Escherichia Coli* in *Bacillus subtilis*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 47: 40-45.
- Bailey, J. E, Ollis, D. F. *Biochemical Engineering Fundamentals*. McGraw Hill. New York. 86-156
- Aris, R. 1999. *Mathematical Modelling Techniques*. Dover. New York. 54-128.

