

## Trabajo Práctico N° 1 Ejercicio 3

Tomás Vidal

*Control de sistemas biológicos*

*Facultad de Ingeniería, UNLP, La Plata, Argentina.*

*17 de Septiembre, 2024.*



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA

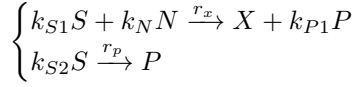
## I. INTRODUCCIÓN

A continuación se muestran los resultados de simular la **producción de polihidroxibutirato (PHB)**<sup>1</sup>, y el **crecimiento** de la bacteria que lo produce para 3 casos diferentes alimentaciones de sustrato: **sin alimentación**, **alimentación constante** y **alimentación exponencial**.

Las etapas de producción y crecimiento difieren en que la última requiere de nitrógeno, en cambio la etapa de producción de plástico requiere ausencia del mismo.

## II. MODELO

El modelo a simular es el siguiente:



Que se puede llevar al siguiente sistema de ecuaciones:

$$\begin{cases} \dot{x} = r_x \\ \dot{s} = -K_{s1}r_x + D_s(s_{in} - s) \\ \dot{s} = -K_{s2}r_p + D_s(s_{in} - s) \\ \dot{n} = -K_N r_x + D_n(n_{in} - n) \\ \dot{p} = K_{p1}r_p \end{cases}$$

Y representándolo en su forma vectorial se tiene:

$$\begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{s} \\ \dot{n} \\ \dot{p} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -K_{s1} & -K_{s2} \\ -K_N & 0 \\ K_{P1} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} r_x \\ r_p \end{pmatrix} + \left( \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ S_{in} & 0 \\ 0 & n_{in} \\ 0 & 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} x \\ s \\ n \\ p \end{pmatrix} \cdot [1 \quad 1] \right) \cdot \begin{pmatrix} D_s \\ D_n \end{pmatrix}$$

Los modelos cinéticos empleados son:

## III. SIN ALIMENTACIÓN DE SUSTRATO

A continuación se muestran las simulaciones del caso donde no hay alimentación de sustrato, es decir  $D_s = D_n = 0$

<sup>1</sup>El polihidroxibutirato (PHB) es un biopolímero perteneciente a la familia de los poliésteres, producido por diversas bacterias como reserva de carbono y energía. Es biodegradable y biocompatible, lo que lo hace una alternativa ecológica a los plásticos convencionales en aplicaciones médicas y envasado sostenible.

## III-A. Etapa de crecimiento

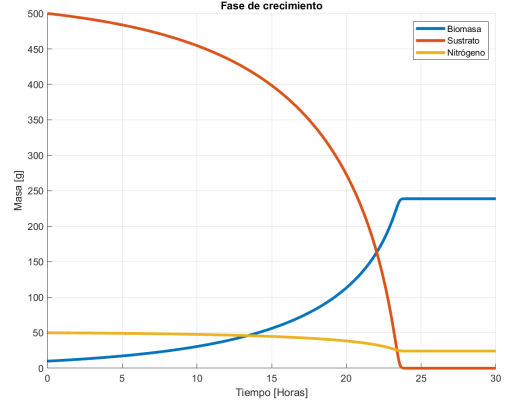


Fig. 1. Etapa de crecimiento sin alimentación de sustrato

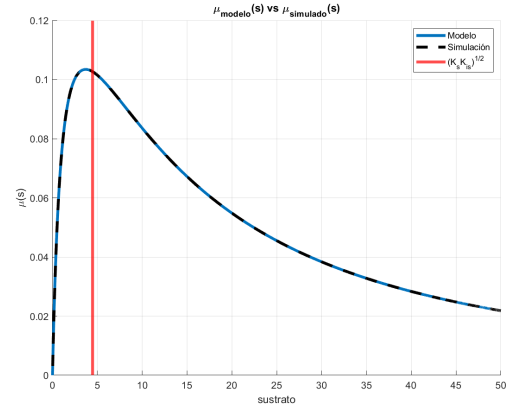


Fig. 2. Modelo cinético  $\mu(s)$  en etapa de crecimiento

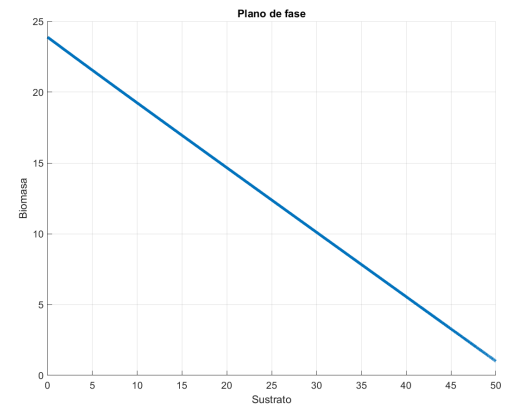


Fig. 3. Plano de fase Sustrato/Biomasa en la etapa de crecimiento

Como era de esperar se tiene un crecimiento exponencial de biomasa y, un decrecimiento exponencial de sustrato. Además se tiene que los modelos cinéticos son correctos durante la simulación, se llega al máximo en *aproximadamente*  $\sqrt{K_s K_{is}}$