



Universidad de Concepción

II CONGRESO
LATINOAMERICANO
Bio
refinerías
Materiales y Energía
4, 5 y 6 de mayo de 2009. Concepción, Chile.



Modelación y simulación de la producción de Biogás a partir de Residuos Líquidos salmoneros: efecto del tiempo de residencia hidráulico (TRH) y la temperatura.

César Huiliñir C.
Unidad de Desarrollo Tecnológico
Universidad de Concepción
e-mail: chuilinir@udec.cl

Autopista Concepción-Coronel km 25. Parque Industrial Coronel. Coronel - Chile
Dirección Postal: Casilla 7044 Parque Industrial Coronel. Coronel - Chile
Website: www.udt.cl

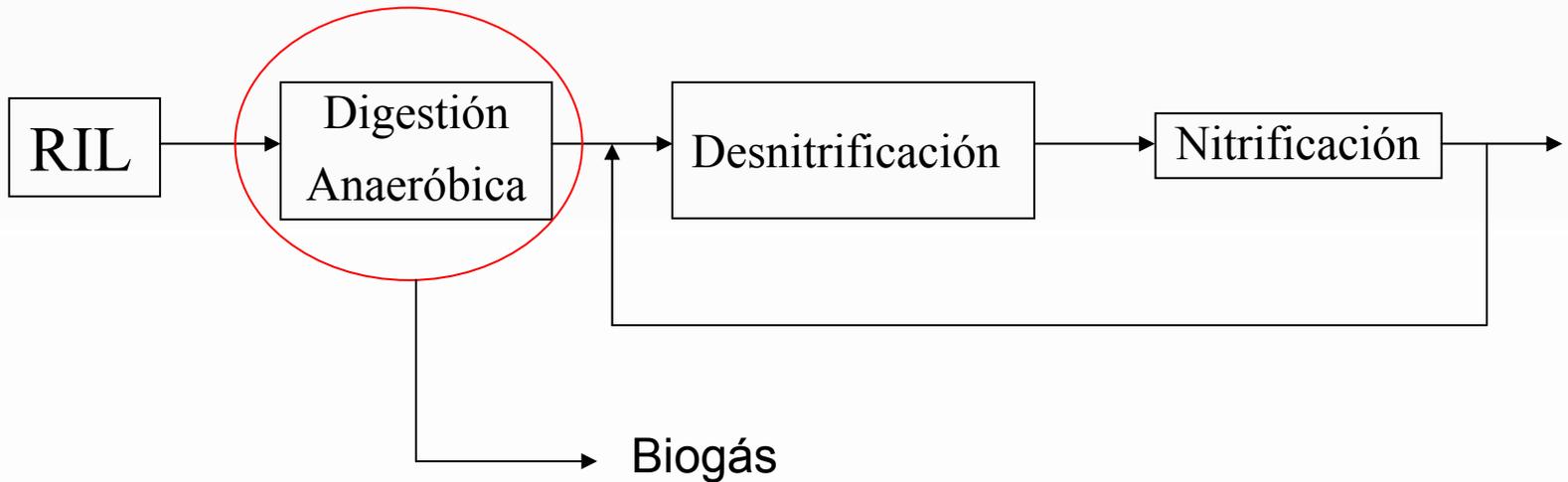
A blurred, blue-tinted image of an industrial facility, possibly a refinery or chemical plant, with complex piping and structures. The image is out of focus, creating a sense of depth and scale.

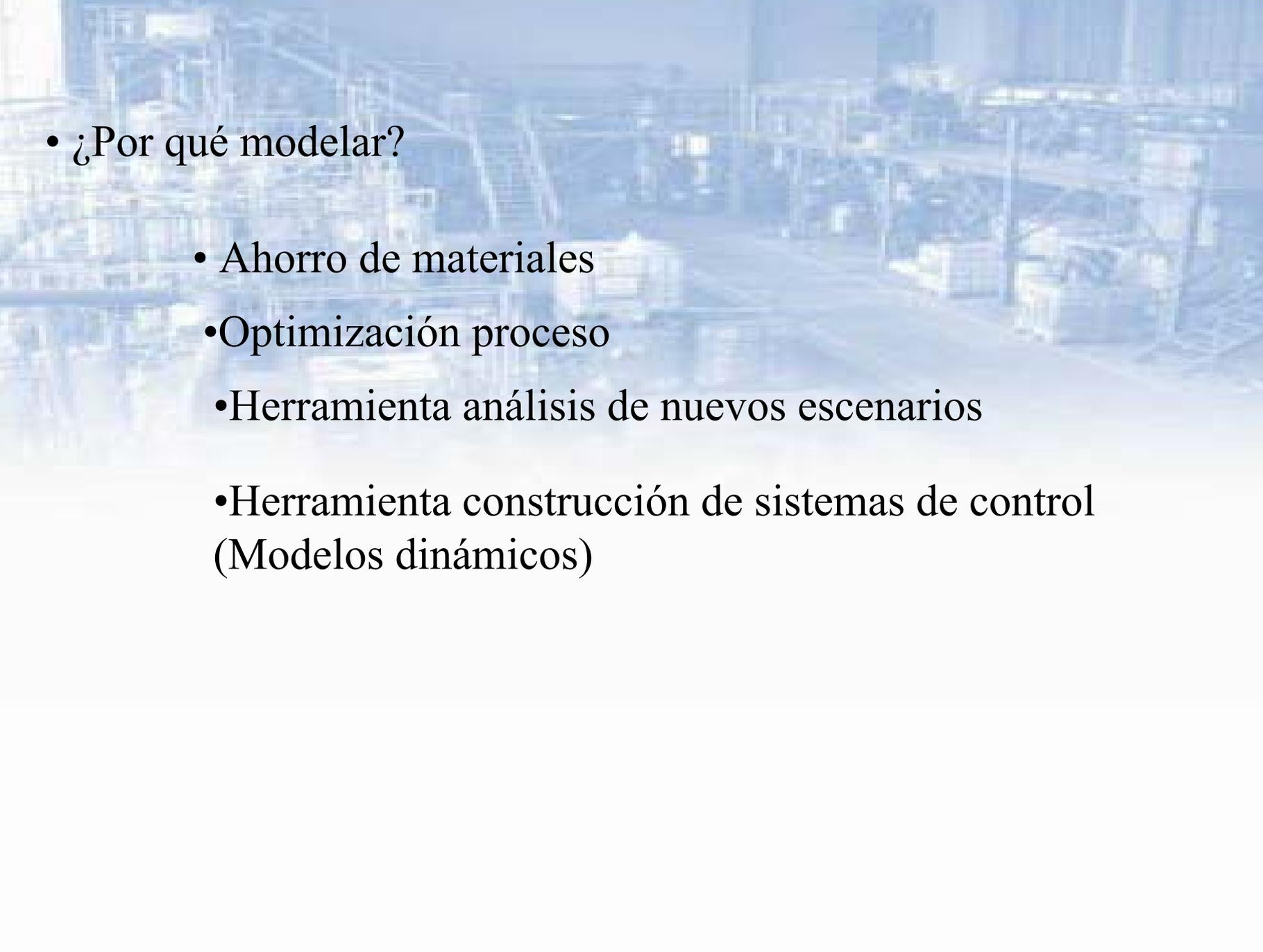
Introducción

- Proceso biológico más usado



- Oportunidad





- ¿Por qué modelar?

- Ahorro de materiales

- Optimización proceso

- Herramienta análisis de nuevos escenarios

- Herramienta construcción de sistemas de control
(Modelos dinámicos)

Modelación de proceso de digestión anaeróbica de reactores con Biomasa adherida

En general, modelos suponen biomasa homogénea

Modelo cinético reactores de biomasa suspendida (ADM)

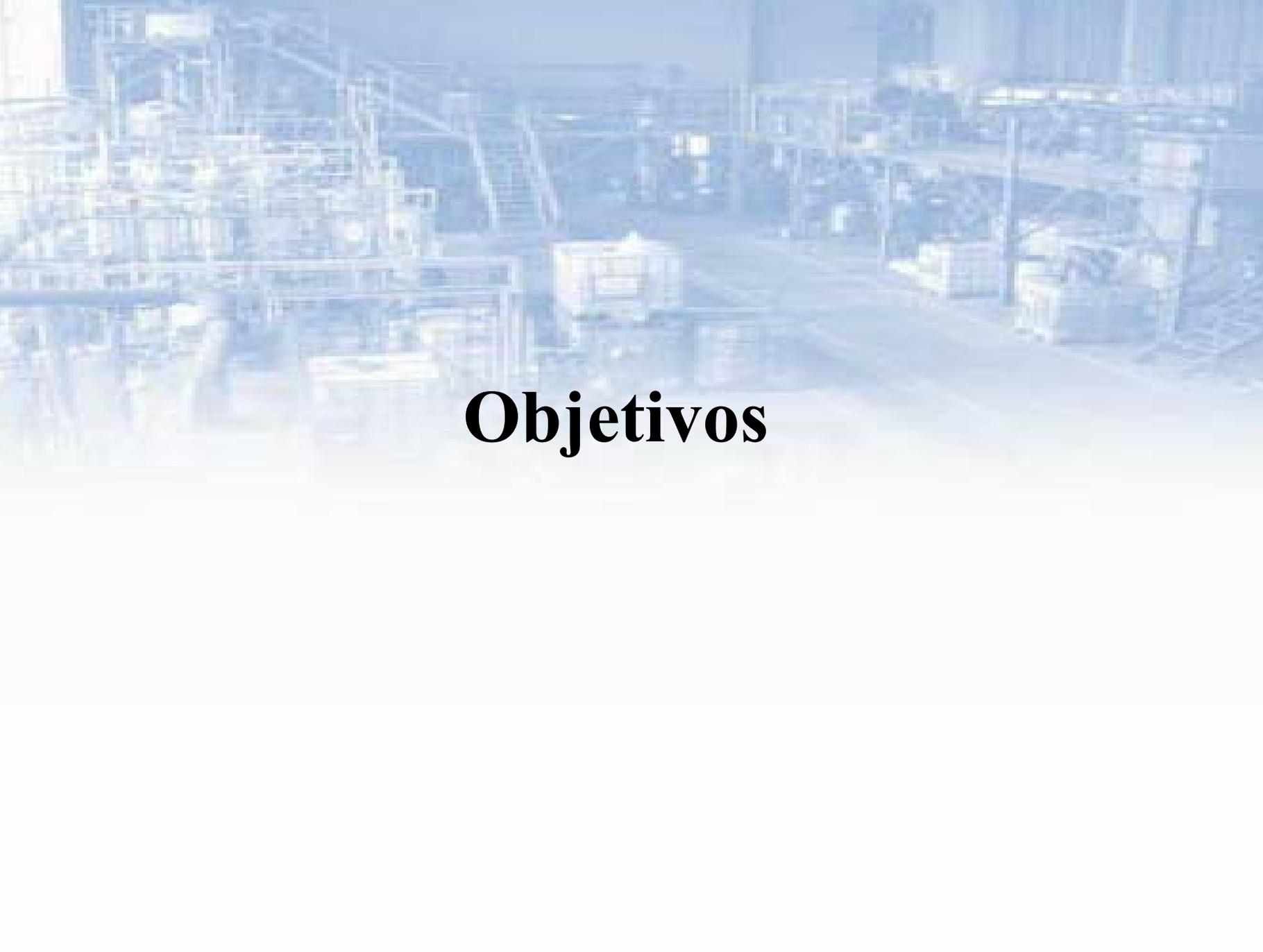
Pocos estudios de TRH y T

¿Cómo mejorar?

Incorporación de biomasa como variable en el proceso (modelo 1-D)

Modelo cinético aplicado a reactores de biopelícula (MA)

Análisis de efecto de TRH y T a través de simulación

The background of the slide is a blurred, blue-tinted image of an industrial facility, likely a refinery or chemical plant. It features a complex network of pipes, metal structures, and storage tanks. The overall aesthetic is clean and professional, with a focus on the central text.

Objetivos

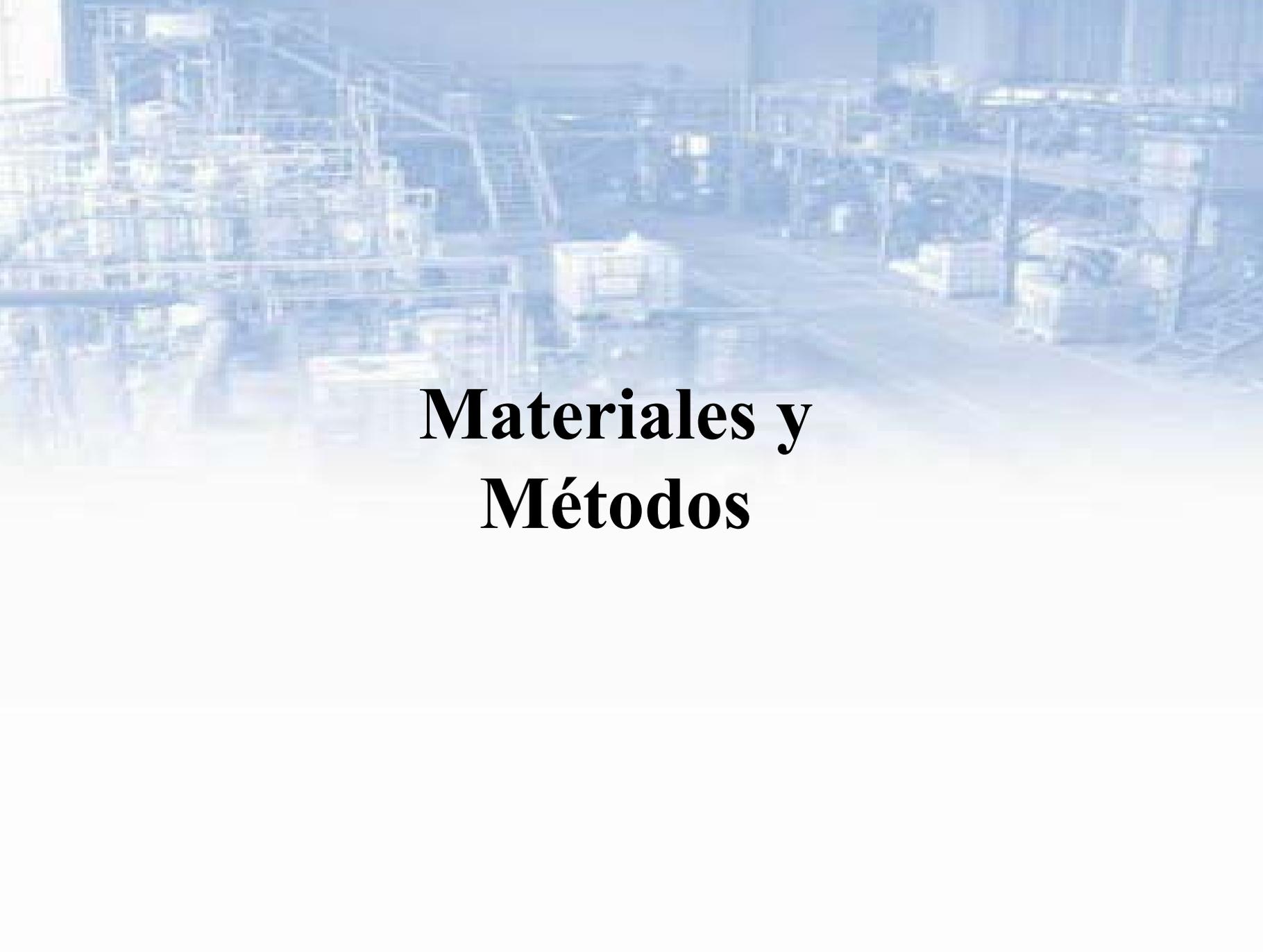
Objetivos

Objetivo general

Estudiar efecto de TRH y T sobre la producción de biogás a partir de vertidos de la industria salmonera .

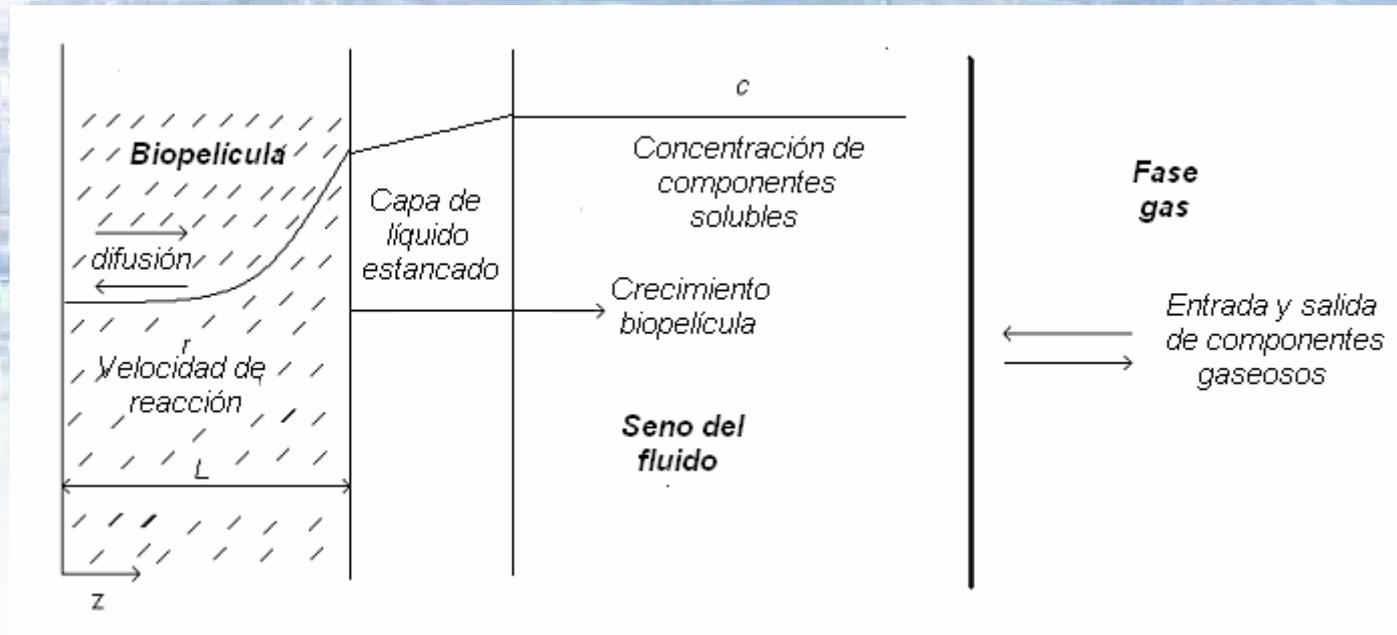
Objetivos específicos

- 1.- Obtener un modelo matemático para un reactor biomasa adherida (reactor de disco rotatorio) que incorpore un modelo de biopelícula.
- 2.- Establecer el efecto del TRH y la T sobre la producción de biogás y el grado de acidificación del reactor.
- 3.- Determinar la distribución de las comunidades biológicas al interior de la biopelícula.

The background of the slide is a blurred, blue-tinted image of an industrial facility, likely a refinery or chemical plant. It features a complex network of pipes, metal structures, and various pieces of equipment. The overall scene is out of focus, creating a sense of depth and scale.

Materiales y Métodos

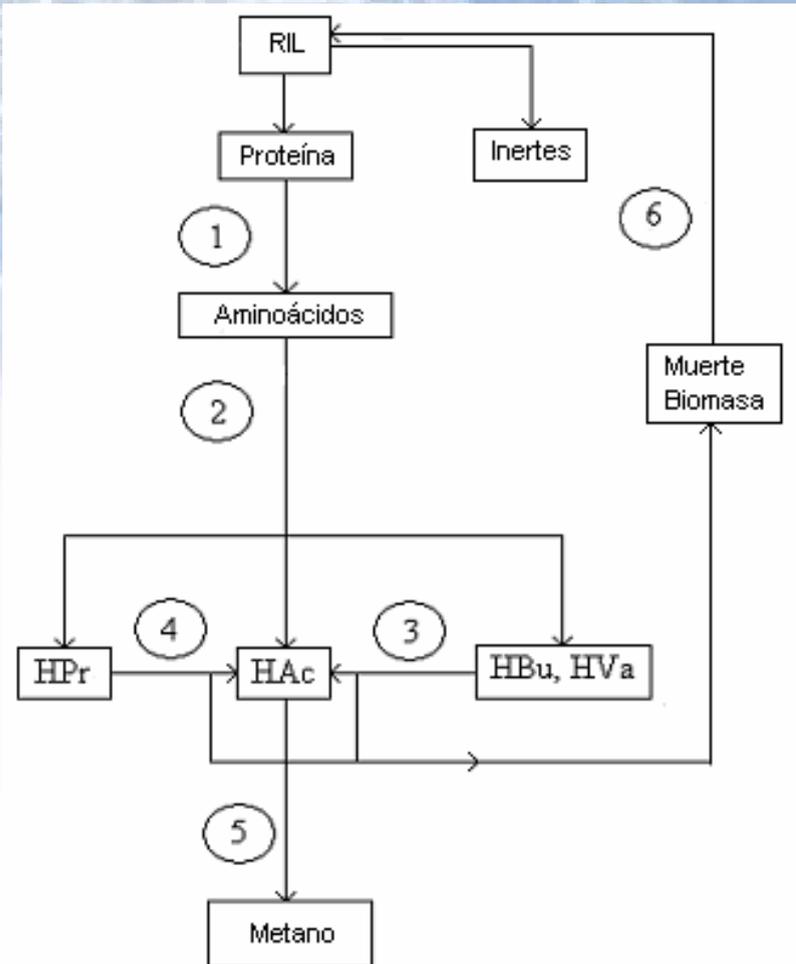
Modelo Conceptual de los fenómenos involucrados



Modelo de flujo : Reactor mezcla completa.

Sistema de ecuaciones diferenciales parciales que incluye: Fase gas, fase líquida y biopelícula. Se transforma a un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias y resueltas por el *método de Gear*.

Cinética proceso de digestión anaeróbica.



Cinética basada en Angelidaki et al. (1999), con las siguientes modificaciones:

- La hidrólisis de sustrato depende de biomasa (Goel et al., 1999)
- Acetogénesis de HVa y HBu realizada por un solo grupo bacteriano (Huiliñir et al., 2008)
- Eliminación etapas relacionadas Carbohidratos, Lípidos y AGCL
- Desintegración de biomasa inerte a proteína

Porcentaje de reducción de Materia Orgánica

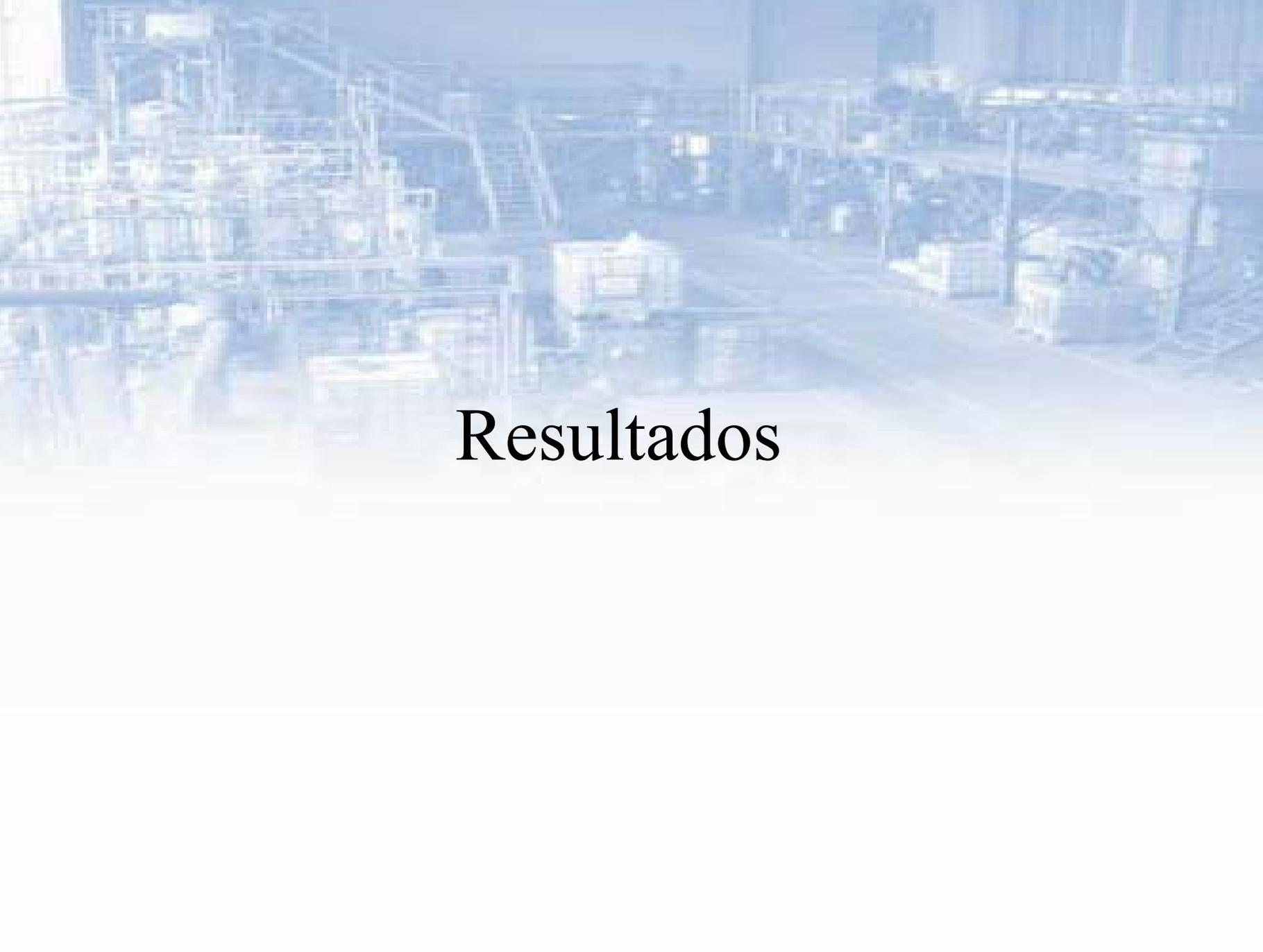
$$\% \text{ degradación COT} = \frac{C_{COT,s}}{C_{COT,s} - C_{COT,e}} \cdot 100$$

$$C_{COT} = C_{prot} + C_{AA} + C_{HVa} + C_{HBu} + C_{HPr} + C_{HAc}$$

Porcentaje de acidificación reactor

$$\% \text{ Acidificación} = \frac{C_{AGV,s}}{C_{TOC,e}} \cdot 100$$

$$C_{AGV} = C_{HVa} + C_{HBu} + C_{HPr} + C_{HAc}$$

A blurred, blue-tinted image of an industrial facility, possibly a refinery or chemical plant, with complex piping and structures. The image is out of focus, creating a sense of depth and scale.

Resultados

Comportamiento dinámico proceso

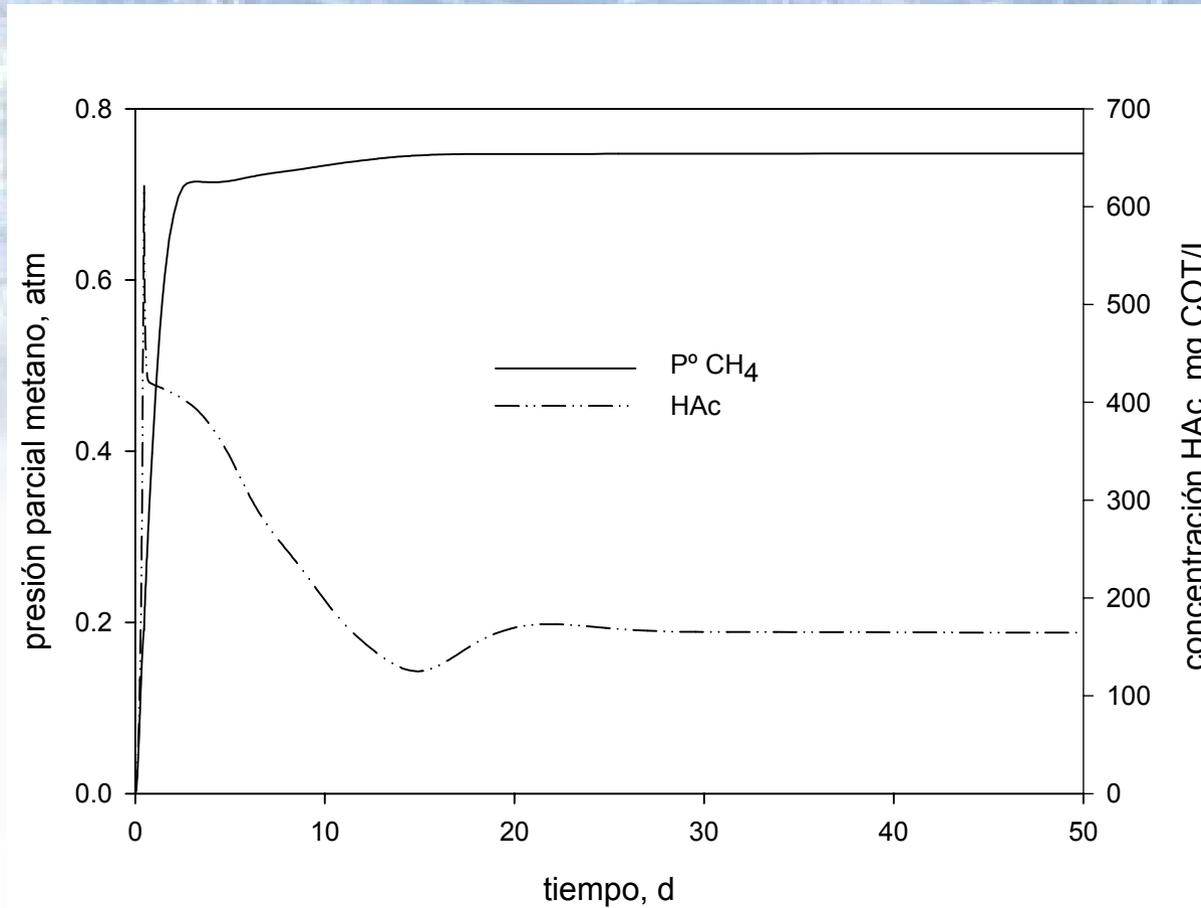


Figura 1: Variación de presión parcial de metano y concentración de HAc en el tiempo. TRH = 1 d, T = 37 °C.

Efecto del tiempo de residencia, TRH

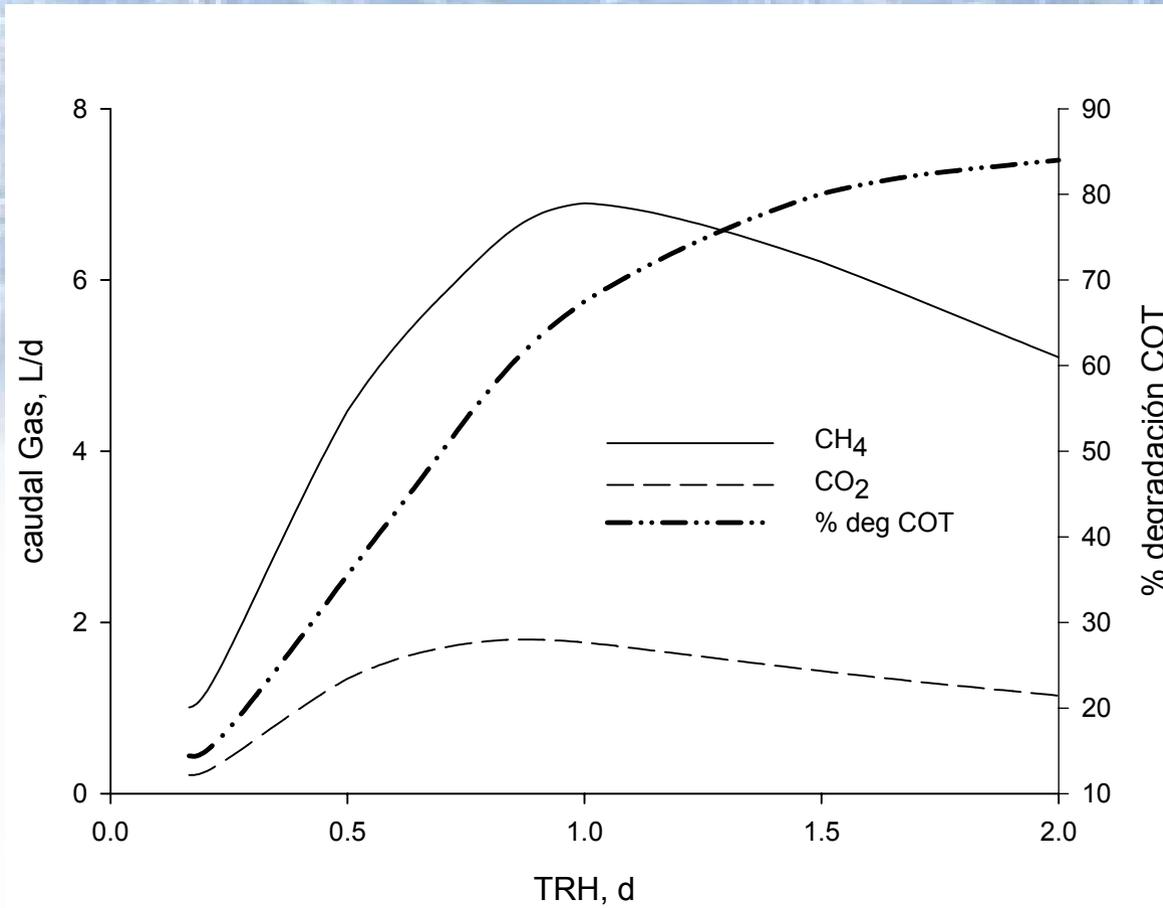


Figura 2: Efecto del TRH sobre la producción de biogás y la degradación de materia orgánica

Efecto del tiempo de residencia, TRH

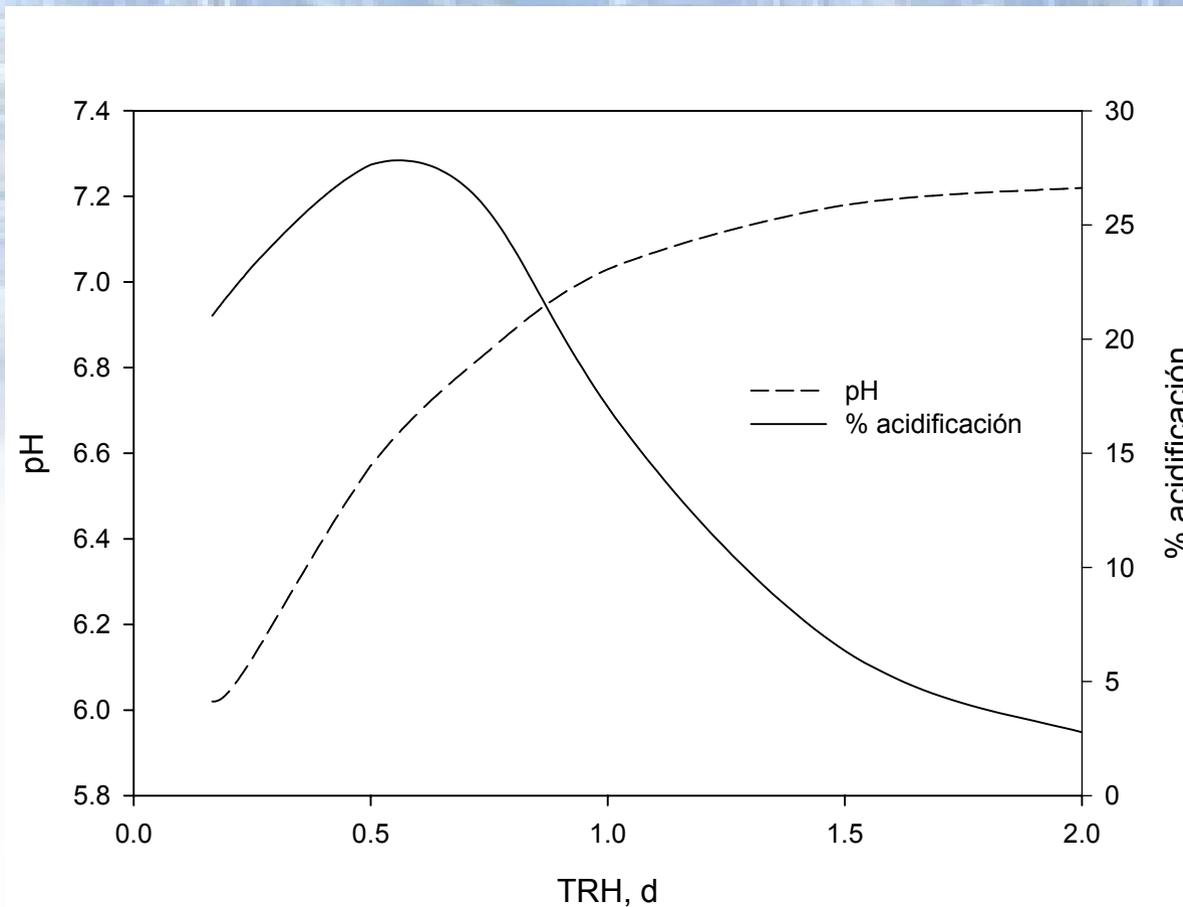


Figura 3: Efecto del TRH sobre el pH y % de acidificación.

Efecto de la Temperatura

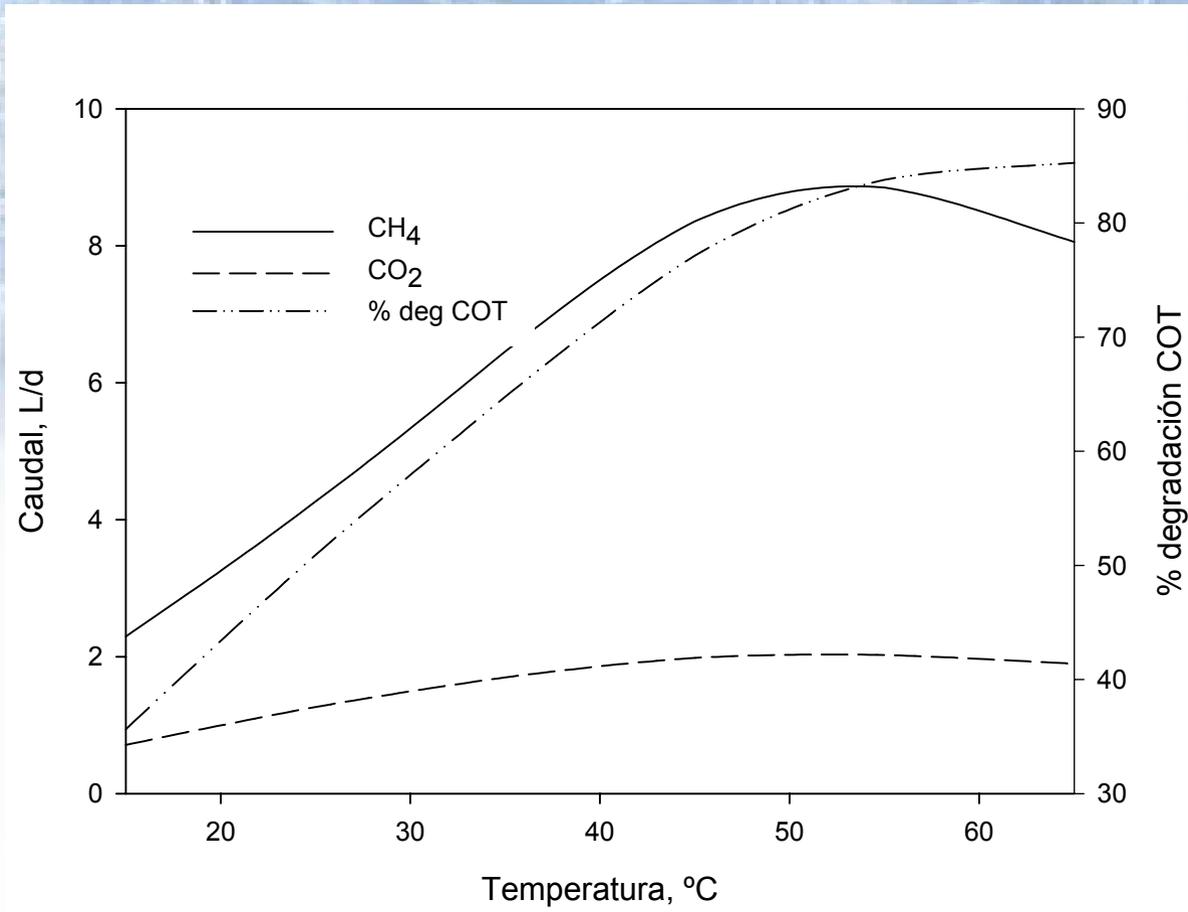


Figura 4: Efecto de la Temperatura sobre la producción de biogás y la degradación de materia orgánica

Efecto de la Temperatura

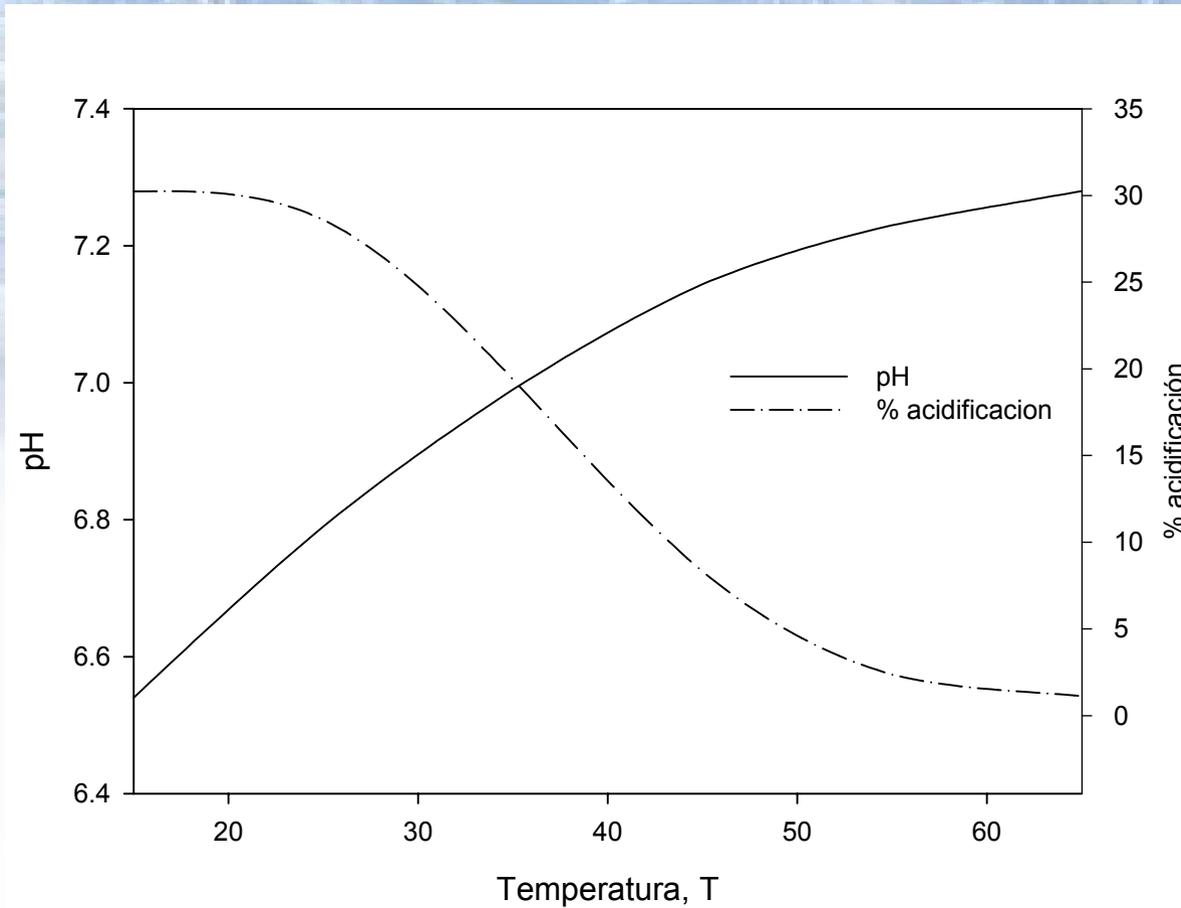


Figura 5: Efecto de la Temperatura sobre el pH y % de acidificación.

Análisis de sensibilidad del proceso

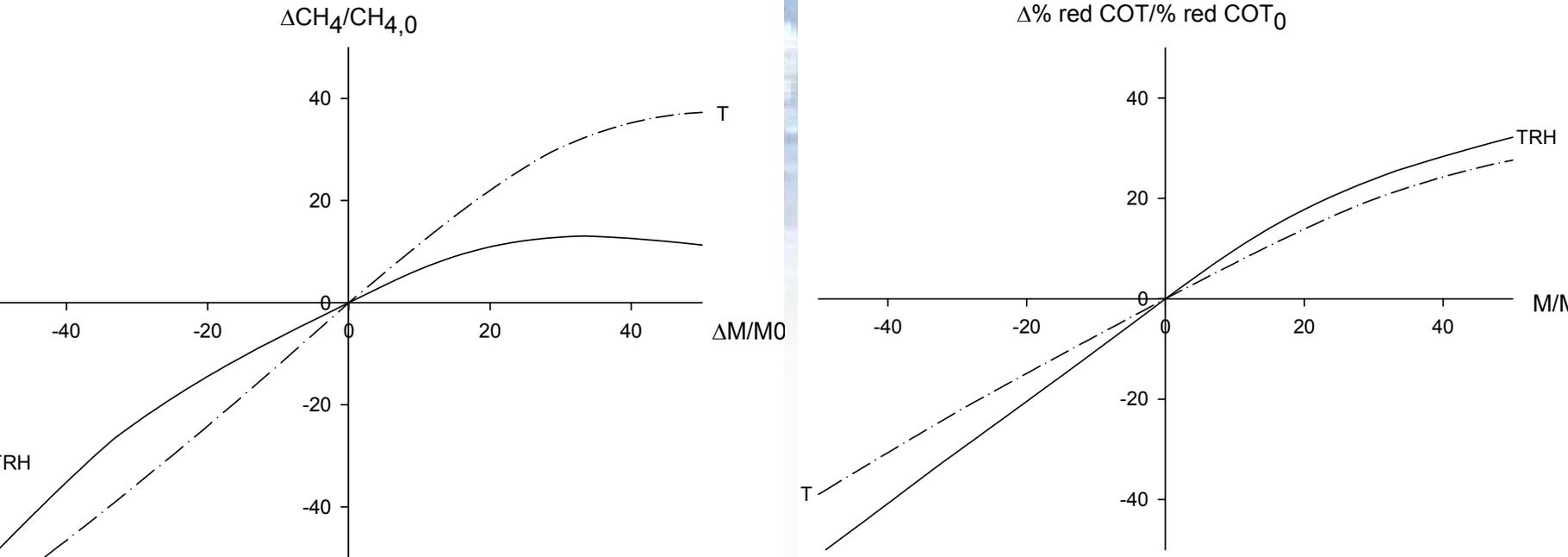


Figura 6: Análisis de sensibilidad del proceso con respecto a TRH y Temperatura.

Distribución de comunidades biológicas al interior de la biopelícula

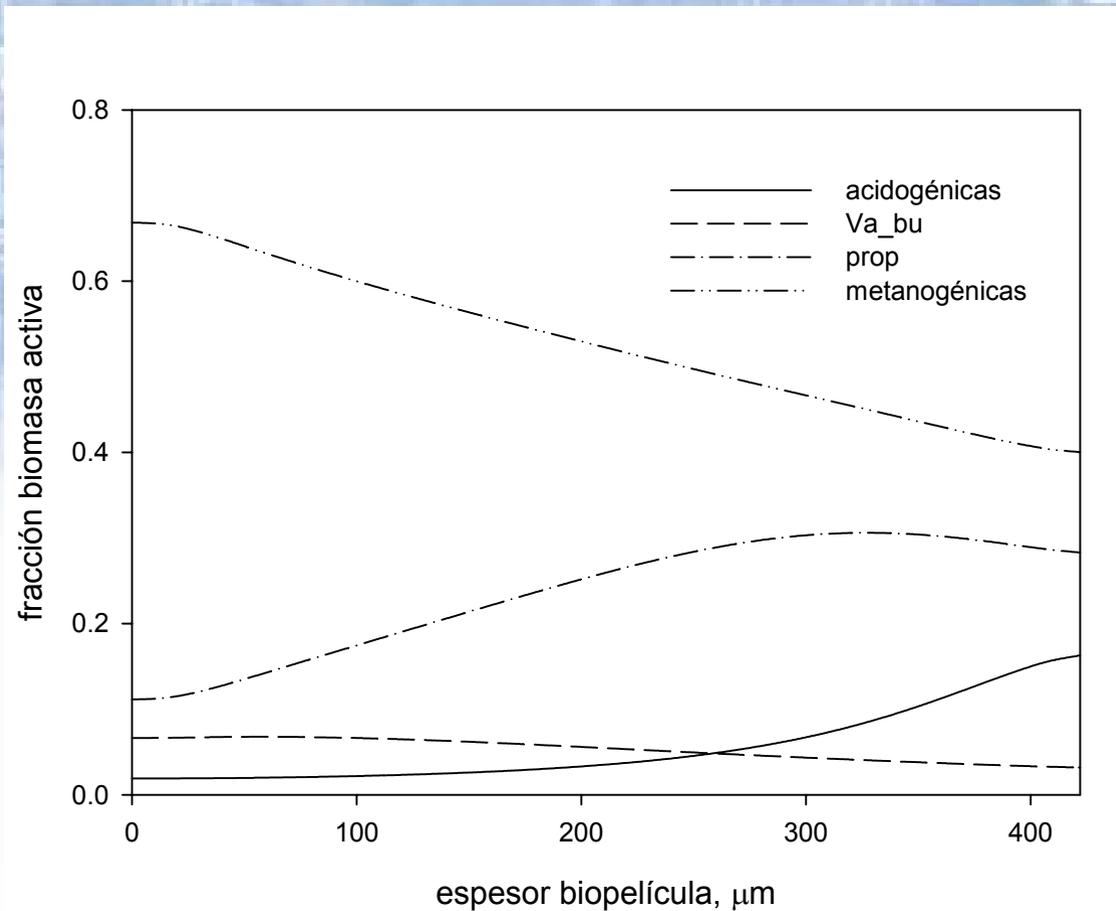


Figura 7: Distribución de las comunidades biológicas a lo largo de la biopelícula. TRH = 3 d, T = 37 °C.

A blurred, blue-tinted image of an industrial facility, possibly a refinery or chemical plant, with complex piping and structures. The image is out of focus, creating a sense of depth and scale.

Conclusiones

- La Temperatura tiene un mayor efecto sobre la producción de biogás que el parámetro operacional TRH
- Un TRH = 1 d y una T de 55 °C permiten lograr la mayor producción de biogás.
- Las bacterias acidogénicas y acetogénicas se ubican en la interfase biopelícula-líquido. Las bacterias metanogénicas se desarrollan hacia el interior de la biopelícula.



Universidad de Concepción

II CONGRESO
LATINOAMERICANO
Bio
refinerías
Materiales y Energía
4, 5 y 6 de mayo de 2009. Concepción, Chile.



Modelación y simulación de la producción de Biogás a partir de Residuos Líquidos salmoneros: efecto del tiempo de residencia hidráulico (TRH) y la temperatura.

César Huiliñir C.
Unidad de Desarrollo Tecnológico
Universidad de Concepción
e-mail: chuilnir@udec.cl

Autopista Concepción-Coronel km 25. Parque Industrial Coronel. Coronel - Chile
Dirección Postal: Casilla 7044 Parque Industrial Coronel. Coronel - Chile
Website: www.udt.cl

Sistema de ecuaciones a resolver

Seno del fluido:

Compuestos solubles:
$$\frac{\partial c_{L,i}}{\partial t} = \frac{Q}{V_L(t)} \cdot c_{E,i} - \frac{Q}{V_L(t)} \cdot c_{L,i} - \frac{A_L}{V_L(t)} \cdot D_i \cdot \frac{\partial c_i}{\partial z} \Big|_{z=L}$$

Biomasa:
$$\frac{\partial X_{i,bulk}}{\partial t} = \frac{Q}{V_L(t)} \cdot (X_{i,0} - X_{i,bulk}) + \frac{A_L}{V_L} \cdot (\lambda \cdot L^2 \cdot X_i|_{z=L}) + \mu_{0i,b} \cdot X_{i,bulk}$$

Fase gas:
$$\frac{\partial p_i}{\partial t} = -\frac{q_{gas,g} \cdot p_i}{V_{gas}} + P_i \cdot \frac{V_L}{V_{gas}} \cdot R \cdot T$$

Biopelícula

Compuestos solubles

c.c.

$$\frac{\partial c_i}{\partial t} = D_i \cdot \frac{\partial^2 c_i}{\partial z^2} \pm r_{(reaccion)}$$

$$c_i(z, 0) = c_{inicial} \quad \text{en } t = 0$$

$$\frac{\partial c_i(0, t)}{\partial z} = 0 \quad \text{en } z = 0$$

$$D_i \frac{\partial c_i}{\partial z} \Big|_{z=L^-} = \frac{D_{l,i}}{L_w} (c_{L,i} - c_{i,z=L}) \quad \text{en } z = L$$

Sistema de ecuaciones a resolver

Biopelícula

Biomasa

c.c.

$$\frac{\partial f_{i(z,t)}}{\partial t} = \mu_{0,i} \cdot f_i - \frac{\partial(u \cdot f_{i(z,t)})}{\partial z}$$

$$f_i = f_{i, inicial}$$

en $t = 0$

$$\left. \frac{\partial f_i}{\partial z} \right|_{z=0} = 0$$

Espesor de biopelícula

$$\frac{dL(t)}{dt} = u_L = \int_0^L \left(\sum_{i=1}^{n_s} \mu_{0,i} \cdot f_i \right) dz - \lambda \cdot L^2$$

Ecuaciones anexas

Caudal de gas

$$q_{gas,g} = \frac{RT}{p_{T,gas} - p_{gas,H_2O}} \cdot V_{liq} \cdot \sum P_i$$