

Kitanna Gooding, Nicole Recinos,
José Hércules, Renata Paiz

Resumen

Con el propósito de desarrollar un modelo cinético del crecimiento de Rhizobium phaseoli en un medio de cultivo con sacarosa y glicerina como fuente de carbono, se modeló el crecimiento a partir de producción de biomasa en función del tiempo. Se determinaron las concentraciones principales de subproductos y se dimensionó el equipo para una escala de entrada de 1 m³/h. Se obtuvo como resultado que el crecimiento de biomasa fue más rápido y mayor al utilizar sacarosa como sustrato. El reactor utilizando sacarosa cuenta con un mayor tamaño que el de glicerina ya que la Rhizobia requiere más tiempo para asimilar el sustrato

Palabras clave

- Modelo cinético
- Rhizobium phaseoli
- Reactor
- Biomasa
- Sustrato

Introducción

En Guatemala, el sector agrícola representa alrededor del 23% del PIB, siendo el 75% de las exportaciones, por lo que, es de suma importancia para la economía del país.

En el país prevalecen las malas prácticas agronómicas que contribuyen a la pérdida de calidad de los suelos, entre las que figuran la quema de terrenos y el uso desbalanceado de fertilizantes químicos.

Debido a la modernización y al dinamismo de la globalización en el mundo, se procura una productividad sostenible con un alto nivel de calidad y sobre todo, con las cualidades necesarias para un cuidado adecuado del medio ambiente.

Un biofertilizante es un fertilizante orgánico natural que ayuda a proporcionar a las plantas todos los nutrientes que necesitan y a mejorar la calidad del suelo creando un entorno microbiológico natural. Además, la carga bacteriana, y los elementos nutritivos y naturales lo caracterizan por ser un abono libre de factores patógenos. Esto ayuda a incrementar el nivel de retención de agua en el suelo; que no se somete a los procesos de inactivación o retrogradación sino a un ciclo de mineralización que luego puede ser absorbido propiamente por los cultivos.

Resultados

Cuadro No. 1. Resultados de biomasa, sustratos y subproductos obtenidos durante la fermentación con sacarosa como sustrato

Tiempo (h)	Biomasa (g/l)	Sustratos (g/l)	Subproductos (g/l)
0	0.0886	3.5000	0.0000
2	0.0930	1.6510	0.0191
6	0.1138	1.5449	0.0141
10	0.1140	1.3504	0.0555
25	0.1162	0.9508	0.2406
29	0.1162	0.8469	0.2729

Cuadro No. 2. Resultados de biomasa, sustratos y subproductos obtenidos durante la fermentación con glicerina como sustrato

Tiempo (h)	Biomasa (g/l)	Sustratos (g/l)	Subproductos (g/l)
0	0.0076	3.9346	0.0000
4	0.0102	3.6318	0.0333
7	0.0252	3.1289	0.0334
13	0.0891	2.1378	0.4661
17	0.0901	1.6349	0.5322
21	0.0903	0.9987	0.5590

Ecuación 1. Velocidad de crecimiento celular

$$r_N = \frac{dC_N}{dt}$$

Ecuación 2. Consumo de sustrato

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{\mu_{max}}{Y_{X/S}} \cdot \frac{S}{K_S + S} \cdot X + Y_{P/X} \frac{dX}{dt} \cdot a$$

Ecuación 3. Formación de productos asociada al crecimiento

$$\frac{dP}{dt} = Y_{P/X} \frac{dX}{dt} + b \cdot X - c$$

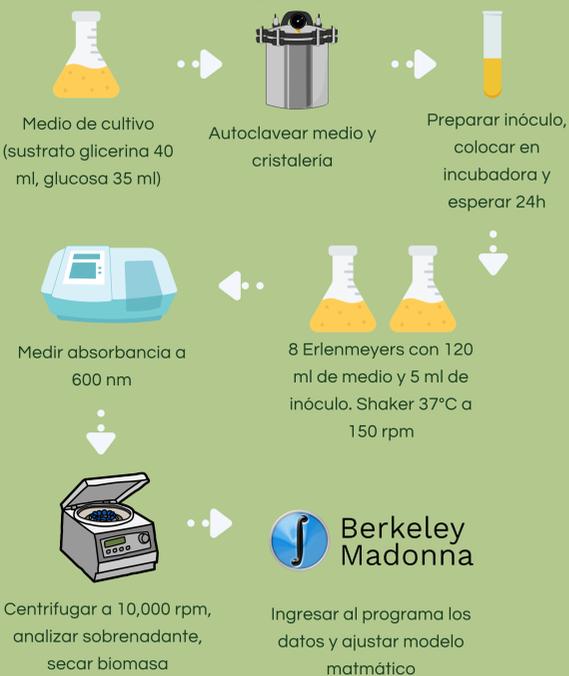
Cuadro No. 3. Parámetros cinéticos obtenidos del ajuste de los datos experimentales en un medio con sacarosa

Parámetro cinético	Valor
umax (h-1)	0.14
Ks (g/L)	0.9
Y P/X gramos de producto / gramos de biomasa	0.9
Y X/S (gramos de biomasa / gramos de sacarosa)	0.013
Y P/S (gramos de producto / gramos de sustrato)	0.0117
a	0
b	0.60783
c	0.06

Cuadro No. 4. Parámetros cinéticos obtenidos del ajuste de los datos experimentales en un medio con glicerina

Parámetro cinético	Valor
umax (h-1)	0.27
Ks (g/L)	0.9
Y P/X gramos de producto / gramos de biomasa	0.8
Y X/S (gramos de biomasa / gramos de glicerina)	0.0027
Y P/S (gramos de producto / gramos de sustrato)	0.0216
a	0
b	0.4
c	0

Metodología



Operaciones Unitarias



Figura No. 1: Ajuste de datos experimentales para la determinación de parámetros cinéticos de la producción de Rhizobia en un medio con sacarosa

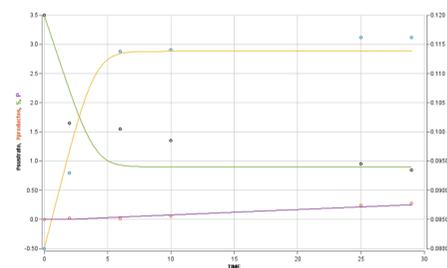


Figura No. 2: Ajuste de datos experimentales para la determinación de parámetros cinéticos de la producción de Rhizobia en un medio con glicerina

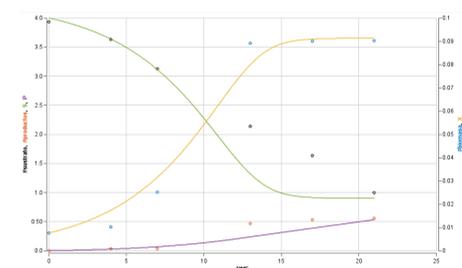


Figura No. 3 Reactor utilizado para el escalamiento del proceso en un medio con sacarosa

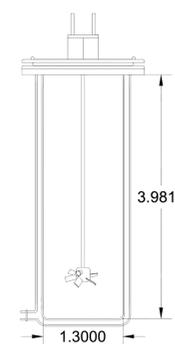
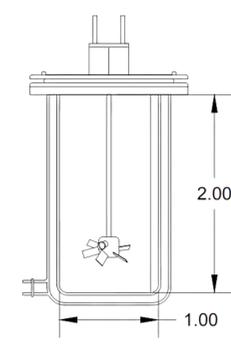


Figura No. 4 Reactor utilizado para el escalamiento del proceso en un medio con glicerina



Objetivos

General

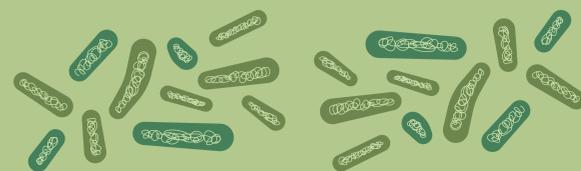
Desarrollar un modelo cinético del crecimiento de Rhizobium phaseoli en un medio de cultivo con sacarosa y glicerina como fuente de carbono.

Específicos

- Modelar el crecimiento microbiano de Rhizobium phaseoli a partir de la producción de biomasa en función del tiempo con sacarosa y glicerina como fuente de carbono para calcular los parámetros cinéticos de rendimiento.
- Determinar las concentraciones de los principales subproductos obtenidos de la reacciones para conocer su influencia en la misma mediante técnicas de análisis instrumental.
- Dimensionar el equipo necesario para llevar a cabo el proceso a una escala de entrada de 1m³/h y condiciones escalables del proceso para la sacarosa y glicerina como sustrato.

Conclusiones

- Se desarrolló un modelo cinético para el crecimiento de Rhizobium phaseoli utilizando sacarosa y glicerina como fuente de carbonos.
- Los parámetros cinéticos de rendimiento para la producción de biomasa en función del tiempo fueron de 0.013 g de biomasa/g de sacarosa y de 0.027 g de biomasa/ g de glicerina.
- Se determinó que los principales subproductos obtenidos de las reacciones asociadas al crecimiento de Rhizobium phaseoli fueron etanol, ácido acético y ácido láctico los cuales fueron cuantificados por HPLC.
- El equipo necesario para llevar el proceso a una escala de entrada de 1 m³/h utilizando sacarosa como sustrato debe tener 3.9 m de alto y 1.3 m de diámetro mientras que para la glicerina este debe tener 2 m de altura y 1 m de diámetro.



Discusión

- La sacarosa y la glicerina, según literatura, tienen altos rendimientos en producción de biomasa de Rhizobia al usarse como sustrato y son de fácil acceso en el entorno.
- Según las figuras 1 y 2 se puede observar cómo el crecimiento de biomasa fue más rápido y mayor al utilizar sacarosa como sustrato.
- La producción de biomasa con glicerina es menor porque el microorganismo la asimila con rapidez, pero energéticamente es más pobre.
- La alta formación de subproductos utilizando glicerina como sustrato hace que sea una opción menos favorable que la sacarosa ya que el producto de interés es solamente la biomasa.
- El reactor para el proceso utilizando sacarosa tiene un mayor tamaño que el de glicerina debido a que la Rhizobia necesita más tiempo para asimilar el sustrato.

Referencias

- INIFAP. (2022, September 26). Biofertilizantes: impacto positivo para el medio ambiente - Energía Hoy, Energía Hoy, Retrieved November 16, 2023, from <https://energiyahoy.com/2022/09/26/biofertilizantes-impacto-positivo-para-el-medio-ambiente/>
- Intagri S.C. (2023b). Uso de Biofertilizantes en la Agricultura Ecológica. Centro De Investigación En Química Aplicada. Retrieved November 16, 2023, from <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/uso-de-biofertilizantes-en-la-agricultura>
- Romero, Y. L. C. (2017). Efecto de la inoculación de Rhizobium sobre el crecimiento de Phaseolus vulgaris (frijol) en condiciones semicontroladas. Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63786702400>