



Los biorreactores en la fermentación en estado sólido

Galilea Pérez-Anaya **iD**, Lilia Sánchez-Minutti* **iD**

Laboratorio de Procesos Biotecnológicos, Universidad Politécnica de Tlaxcala, Tlaxcala, México.

Email: *lilia.sanchez@uptlax.edu.mx

17 de enero de 2025

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.14676175>

Editado por: Jesús Muñoz-Rojas (Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla)

Revisado por: Vianey Marín Cevada (Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México).

Apoyo en la maquetación: Sofía Salazar Ortega (Estudiante de Bioquímica Clínica, Universidad de las Américas Puebla, Puebla, México).

Colección de ESMOS

Resumen

Función general de los biorreactores: La fermentación es un proceso metabólico que realizan algunos microorganismos para obtener energía y desde el punto de vista operativo ha sido clasificada en estado sólido (FES) y líquido (FEL). La FEL implica el crecimiento de microorganismos en un medio de líquido, mientras que la FES implica su crecimiento sobre partículas sólidas húmedas [1], con humedad suficiente, pero sin flujo libre de agua [2]. El avance de la tecnología ha permitido crear sistemas

o dispositivos llamados *biorreactores* donde es posible llevar a cabo la FES y FEL. En estos sistemas se controlan las condiciones fisicoquímicas de crecimiento, tales como: temperatura, pH, humedad, agitación, concentración de oxígeno, entre otras.

Clasificación y descripción de los biorreactores de FES: Los biorreactores de la FES han sido clasificados en cuatro grupos de acuerdo con el tipo de mezclado y aireado: En el grupo 1 están los biorreactores de bandeja que se caracterizan porque el lecho es estático y el aire circula alrededor de la cama sin mucha fuerza. Están compuestos por bandejas de materiales como plástico, madera, bambú o metal, las cuales permanecen fijas mientras el aire circula a través de ellas y son comúnmente empleados a pequeña escala [2]. En estos, la disipación de calor es baja y no se garantizan las condiciones de esterilidad [3]. En el grupo 2 están los biorreactores de lecho compacto, donde el lecho es mixto: se mezcla por ejemplo una vez al día y el aire sopla con fuerza a través de la cama. Están formados por contenedores tubulares rellenos con partículas con aireación forzada desde arriba, abajo o en el centro [2] y pueden utilizarse para estudios de velocidad de flujo de aire [4], sin embargo, la compactación del lecho puede dificultar el control de la temperatura y humedad [3]. En el grupo 3 están los biorreactores de tambor y de tambor giratorio donde el lecho se mezcla continuamente y el aire circula alrededor de la cama sin que lo atraviese sin fuerza. Estos biorreactores mezclan la biomasa sobre un eje central [3], pero la agitación constante puede dañar la estructura del sólido o causar ruptura celular [4]. Se utilizan en procesos donde el control de la temperatura no es estricto y no se generen aglomerados de biomasa. Finalmente, en el grupo 4 se encuentran biorreactores de lecho fluidizado gas-sólido, tambor oscilante y aireados por agitación, caracterizados porque el lecho se agita y el aire sopla con fuerza a través de la cama [1]. Los de lecho fluidizado constan de un recipiente vertical alto y una parte superior ancha, las partículas sólidas se mueven por la inyección de aire en el fondo del biorreactor, ayudando a controlar su temperatura, aunque algunas partículas forman aglomerados que no fluidizan [2, 3]. Estos biorreactores son utilizados en procesos donde se requiere altos niveles de asepsia [4]. Los de tambor oscilante tienen tres tambores concéntricos y perforados, el sustrato se encuentra entre el tambor medio e interior y el aire ingresa a través del tambor interior moviendo los sólidos al tambor

exterior. La mezcla se realiza con el movimiento de tambor exterior a tres cuartos de vuelta, son utilizados en procesos a pequeña escala y una limitante es el daño de la biomasa ocasionado por la agitación y el poco volumen de sustrato utilizado en el tambor. Finalmente, los biorreactores aireados con agitación son cilindros con una placa perforada en el fondo y un agitador mecánico en su interior, en estos biorreactores, los sólidos se asientan sobre la placa y se sopla aire desde abajo de la misma, la agitación se puede realizar con un mezclador planetario o helicoidal y esta puede ser intermitente o continua lo que conlleva una alta presión neumática, por lo que son utilizados en procesos donde no se generan aglomerados de biomasa.

Retos actuales y conclusión: A pesar del avance de la ciencia y tecnología, el diseño de biorreactores para la FES enfrenta retos significativos, como los problemas que origina la ampliación de la escala, dado que esto provoca la acumulación de calor en el lecho y aunque el problema puede resolverse con el mezclado mecánico, muchos microorganismos son sensibles a este. Otro reto es la dificultad de separación de la biomasa del soporte o matriz [1]. Resolver estos desafíos es crucial para optimizar su uso y ampliar las aplicaciones industriales de la FES.

Palabras clave: Biorreactor; cultivo; fermentación sólida.

<https://sites.google.com/view/esmosbuap/esmos-2025/esmos-103>

Referencias

- [1]. Mitchell DA, Berovič M, Krieger N. Solid-state fermentation bioreactors: fundamentals of design and operation. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2006. p. 1-12. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/3-540-31286-2>
- [2]. Ge X, Vasco-Correa J, Li Y. 13 - Solid-State Fermentation Bioreactors and Fundamentals. En: Current developments in biotechnology and bioengineering. Elsevier; 2017. p. 381-402. Hardback ISBN: 9780444636645, eBook ISBN: 9780444636751. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780444636638000136>

[3]. Arora S, Rani R, Ghosh S. Bioreactors in solid state fermentation technology: design, applications and engineering aspects. J Biotechnol. 2018;269:16-34. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2018.01.010>

[4]. Ruíz H, Rodríguez R, Rodríguez R, Contreras J, Aguilar C. Diseño de biorreactores para fermentación en medio sólido. Rev Mex Ing Quím. 2007;6(1):33-40. Disponible en:

<http://www.redalyc.org/pdf/620/62060105.pdf>

Esmos 103