

Diseño de un biorreactor a partir de un autoclave en deshuso

Bioreactor design from an Obsolete Autoclave

*Teresa Salazar-Rojas¹
María Porrás-Acosta²*

*Fecha de recepción: 15 de octubre del 2013
Fecha de aprobación: 19 de diciembre del 2013*

Salazar-Rojas, T; Porrás-Acosta, M. Diseño de un biorreactor a partir de un autoclave en deshuso. *Tecnología en Marcha*. VI Encuentro de Investigación y Extensión. Pág 5-11.

- 1 Máster en Gestión Ambiental, profesora e investigadora de la Escuela de Química. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Teléfono: (506)25502741. Correo electrónico: tsalazar@itcr.ac.cr
- 2 Ingeniera en Biotecnología. Profesora e investigadora de la Escuela de Química. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Teléfono: (506)2550-2737. Correo electrónico: mporras@itcr.ac.cr

Palabras claves

Biorreactor; biodegradación; autoclave.

Resumen

Una de las metodologías existentes para el tratamiento de residuos sólidos es la descomposición bacteriana en un ambiente controlado, bajo condiciones especiales y anaerobias, en un equipo conocido como biorreactor. El equipo presenta un costo importante de inversión cuando su uso requiera experimentación continua y con materias varias.

Este artículo detalla el proceso de construcción de un prototipo de biorreactor piloto, con todas las características necesarias para su funcionalidad, partiendo de una autoclave obsoleta. Con el fin de dar ejemplo de cómo se puede extender la vida útil de un material de desecho y, además, minimizar costos al obtener un equipo 100% funcional.

Key words

Bioreactor; biodegradation; autoclave.

Abstract

One of the known methodologies for solid waste treatment is bacterial decomposition in a controlled environment, under special and anaerobic conditions, inside an equipment called bioreactor. Equipment that represents an important inversion when it is required for continual and different substrates experiments.

This article details the construction of a pilot bioreactor, with all the necessary requirement of functionality, from an obsolete autoclave. Given an example of how to extend the life of a "waste" and at the same time minimize costs getting an one hundred percent functional equipment from a obsolete devise.

Introducción

Una de las metodologías existentes para el tratamiento de residuos sólidos es por medio de la descomposición bacteriana en un ambiente controlado, bajo condiciones especiales y anaeróbicas, en un equipo conocido como biorreactor.

Un biorreactor es un equipo donde se realiza el proceso de cultivo (también comúnmente denominado "fermentador"), sea en estado sólido o líquido. Su diseño debe de ser tal que asegure homogeneidad entre los componentes del sistema y condiciones óptimas para el crecimiento microbiano y de la obtención del producto deseado. (Ruíz-Leza, Rodríguez-Jasso, Rodríguez-Herrera, Contreras-Esquivel y Aguilar, 2007). En ellos el diseño y construcción de los elementos necesarios para el monitoreo de las variables del biorreactor requieren conocimientos de las necesidades del biorreactor y su operación específica, como de los circuitos electrónicos involucrados en los dispositivos de medición (Rodríguez, Cabrera y Valencia, 2003), ya que la medición de las variables es elemental para controlar y proveer un

ambiente adecuado en un proceso de fermentación o digestión.

Adicionalmente, el costo de un biorreactor experimental de laboratorio ronda los US\$5 000 y uno de tamaño mediano desde los US\$10 000 a US\$100 000 dependiendo del tamaño y adicionales. De ahí la importancia de este proyecto ya que se logró obtener un biorreactor con todas las características necesarias para la funcionalidad y, además, para su construcción se utilizó una autoclave obsoleta (equipo utilizado para la esterilización de materiales) extendiendo la vida útil de un material de desecho.

Materiales y métodos

Autoclave transformada

La autoclave transformada fue utilizada en gran parte de su vida útil en el Centro de Investigación y Servicio Químicos y Microbiológicos (CEQIATEC) del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Este equipo era un recipiente metálico de paredes gruesas de acero inoxidable y con un cierre hermético que permitía trabajar a alta presión, cuya función era la esterilización con vapor de agua.

Biorreactor desarrollado

Utilizando como base el armazón de la autoclave en desuso se desarrollo la construcción de un biorreactor prototipo. Los cambios realizados se describen a continuación (figura 1):

1. Se cambió la orientación del tanque de la autoclave. Por la función que esta cumplía se encontraba de forma horizontal, se le hicieron los ajustes necesarios para colocar ese tanque de forma vertical.
2. Se le instaló un sistema de calentamiento con *chiller*, el cual mantiene el agua a una temperatura dada, y la está circulando dentro de la camisa interna del biorreactor.
3. Se instaló un medidor de presión para controlar los gases generados, se aprovechó el manómetro que tenía la autoclave que se encontraba en buen estado.
4. Se modificó la dirección de la válvula de seguridad en caso de emergencia para la salida de los gases generados, esta se encuentra en la parte superior del biorreactor.

5. En la parte inferior del tanque, se instaló una llave que permite la salida del material tratado (toma de muestra).
6. En el tanque del biorreactor, en su parte inferior, se le adaptó una hélice, controlada por un motor externo que permite la agitación dentro del tanque del bioreactor. La agitación puede ser programada por periodos de tiempo o mantenerla de forma constante.
7. Se instaló un sistema de bombeo en la parte de abajo del equipo. La funcionalidad es permitir la salida del material tratado en el biorreactor. Esta misma bomba se puede utilizar para realizar el llenado del tanque.
8. El biorreactor se sostiene sobre la base de acero inoxidable que soportaba la autoclave, con algunas modificaciones en su orientación.
9. Finalmente, se reutilizó el panel que tenía la autoclave. En ella se instalaron los controles de agitación, bombeo, temperatura y encendido del bioreactor.

Para comprobar el buen funcionamiento del biorreactor se le realizó una prueba después de instalados todos los componentes, lo que permitió corregir algunas fallas dentro del sistema, tales como: fugas a través del soporte de la hélice, la poca capacidad de agitar dentro del biorreactor, entre otras.

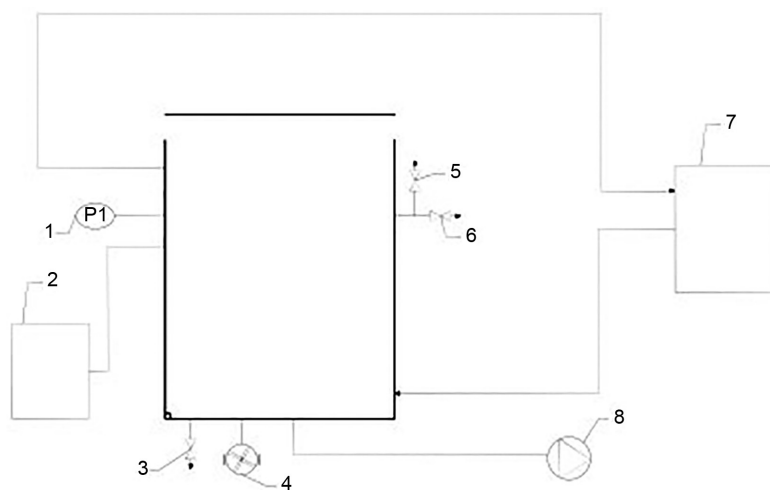


Figura 1. Esquema del biorreactor piloto. (1) Manómetro, (2) Panel de control, (3) Válvula de toma de muestra, (4) Sistema de agitación (5) Válvula de seguridad, (6) Válvula de toma de muestra gaseosa, (7) Sistema de calentamiento, (8) Bomba para llenar el tanque.

Se le realizaron los cambios pertinentes al sistema, logrando un equipo piloto con la capacidad de trabajar un volumen de 0,15 m³.

Los cambios realizados a la autoclave se llevaron a cabo con la colaboración de un técnico electromecánico que concretó el esbozo del biorreactor.

Resultados y discusión

Se obtuvo un equipo funcional partiendo de un material de desecho, capaz de tratar diferentes sustratos orgánicos. El sistema permite el control de parámetros necesarios para este tipo de tratamientos.

La estructura de funcionamiento del biorreactor cuenta con:

- Sistema de calentamiento con *chiller*.
- Control de temperatura interna.
- Sistema de agitación.
- Válvula de seguridad.
- Sistema de toma de muestra gaseosa.
- Sistema de bomba para llenar y vaciar tanque.
- Sistema de toma de muestra.



Figura 2. Chiller, modelo RTE-111

Funcionalidad de cada uno de los componentes del biorreactor

1. Sistema de calentamiento

El sistema de calentamiento es mediante un *chiller*



Figura 3. Controlador de temperatura en el biorreactor

(figura 1), el cual se encarga de mantener el agua a la temperatura establecida según sea programado en el panel del *chiller*, este sistema envía el agua a una pared externa, permitiendo la circulación de esta dentro de la camisa del biorreactor.

2. Control de temperatura interna

El sistema instalado en el biorreactor para el control de la temperatura interna se realiza a través de una sonda de acero inoxidable y su lectura se da por medio de un controlador en el panel (figura 3).

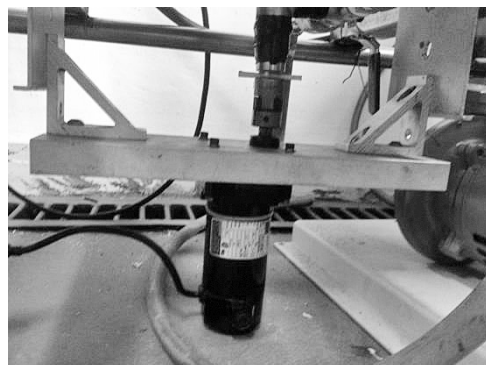


Figura 4. Sistema de agitación

El sistema de agitación es controlado mediante un dispositivo (figura 5).

4. Sistema de control de la presión interna

El equipo cuenta con un manómetro para la medi-



Figura 5. Panel de control de agitación

3. Sistema de agitación

El sistema de agitación electromecánico consta de un buching y un motor de agitación, el primero permite el soporte o amortiguaciones (internamente) de las vibraciones generadas por el sistema de agitación. El motor utilizado para la agitación es de corriente directa, el cual fue adaptado considerando las características de espacio disponible y agitación. El sistema de agitación permite forzar el fluido dentro del tanque con la ayuda de una hélice; es decir por medios mecánicos para que adquiera un movimiento circulatorio en el interior del tanque del biorreactor (figura 4).



Figura 7. Válvula de seguridad

ción de la presión interna del cilindro, este es un instrumento utilizado para la medición de la presión en los fluidos; generalmente determina la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local. La presión suele medirse en atmósferas (atm); en el Sistema Internacional de Unidades (SI), la presión se expresa en newtons por metro cuadrado; un newton por metro cuadrado es un pascal (Pa). La atmósfera se define como 101.325 Pa, y equivale a



Figura 6. Manómetro



Figura 8. Toma de muestra gaseosa.

760 mm de mercurio en un barómetro convencional (figura 6).

5. Válvula de seguridad:

Esta válvula permite el “alivio” de presión en la cámara del biorreactor; esto en caso de que la presión interna de este sistema supere el límite establecido (figura 7).

6. Sistema de toma de muestra gaseosa

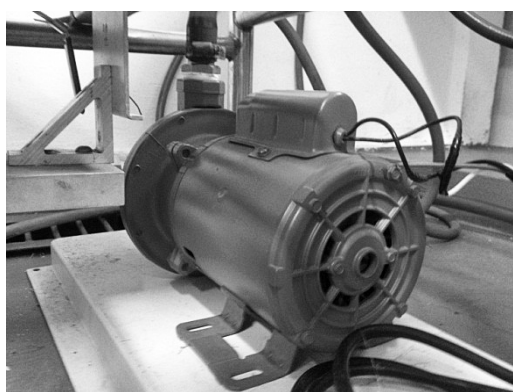


Figura 9. Bomba de vacío

Este sistema permite tomar muestras gaseosas durante el tratamiento de un sustrato. La muestra se toma girando la llave de salida y colocando al final de la manguera un dispositivo que permitirá la recolección de la muestra o un sistema mecánico, que determine la cantidad de gas generado en determinado período (figura 8).



Figura 10. Llave de toma de muestra

7. Sistema de bomba para llenar y vaciar el tanque

La función principal de una bomba de vacío es extraer moléculas de gas de un volumen sellado, para crear un vacío parcial.

El biorreactor tiene instalada en la parte inferior del tanque una bomba al vacío, para el llenado y el vaciado de la mezcla digerida durante el tratamiento. Esta bomba cuenta con una capacidad de 0,15 m³ (figura 9).

8. Sistema de toma de muestra

En la parte inferior del tanque del biorreactor está instalado un sistema que permite la toma de muestra del sustrato. La importancia de este sistema es que asegura una “muestra verdaderamente representativa” cada vez que sea necesario tomarla, sin interrupción del proceso (figura 10).



Figura 11. Transformación de una autoclave en desuso en un biorreactor piloto

Ventajas y costo de la transformación

Es importante acotar que podría ser más sencillo adquirir el equipo a través de una compra directa, con los requerimientos necesarios del biorreactor. Sin embargo el costo hubiese sido muchísimo mayor que el invertido en este equipo.

El biorreactor obtenido está construido en acero inoxidable, tanto su tanque interno como su recubrimiento. Esto permite asegurarse una fácil desinfección al concluir los procesos de tratamiento de las muestras y, también, una vida útil muy larga.

Su capacidad máxima es de 0,15 m³ lo que facilita el tratamiento de cantidades tanto pequeñas (a nivel de laboratorio), como medianas cantidades (a escala).

En la figura 11 se muestra la transformación de la autoclave en desuso en un biorreactor piloto.

Conclusiones

Fue posible diseñar y lograr un prototipo de biorreactor piloto considerando las condiciones físicas, químicas y microbiológicas de los microorganismos y de los sustratos por tratar.

Una autoclave, como la del proyecto, se logra transformar en un biorreactor piloto con los compo-

nentes necesarios para controlar el tratamiento de diferentes sustratos orgánicos.

El costo de la transformación es menor que el costo de invertir en la compra de un equipo de este tipo.

La creación de este biorreactor estaría solucionando en gran medida, la necesidad institucional de contar con equipo adecuado para realizar estudios de las calidades y condiciones de los productos obtenidos en un biorreactor a nivel piloto, lo que permitiría impulsar proyectos a mayor escala en diferentes sectores.

Bibliografía

- Marti, J. (2010). *Biodigestores de bajo costo para producir biogás y fertilizante natural a partir de residuos orgánicos*. International Center of Numerical Methods in Engineering (CIMNE). España. Recuperado de <http://www.ideassonline.org/public/pdf/BiodigestoresBibliografiaDocumentDef.pdf>
- Parajuli, P. (2011). *Biogas Measurement Techniques and the Associates Errors*. Finland: University of Jyväskylä.
- Rodríguez, A., Cabrera, A., Valencia, J. (2003). Diseño y construcción de los instrumentos de medición para un biorreactor prototipo. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 24(1). Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/inge/ib-2003/ib031h.pdf>
- Ruíz-Leza, H.A., Rodríguez-Jasso, R.M., Rodríguez-Herrera, R., Contreras-Esquivel, J.C. y Aguilar, C.N. (2007). Diseño de biorreactores para fermentación en medio sólido. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 6(1), 33-40.