

Diseño de un reactor biológico para biofertilizantes

Design of a biological reactor for biofertilizers

CANCINO-MENDEZ, Gianni†*, ROSALES-UC, Elsy, RUBIO-CAMARA, Erika y HERRERA-CHABLE, Francisco

Instituto Tecnológico Superior Progreso

ID 1^{er} Autor: *Gianny, Cancino-Mendez* / **ORC ID:** 0000-0002-9021-8905

ID 1^{er} Coautor: *Elsy, Rosales-Uc* / **ORC ID:** 0000-0002-0267-1380

ID 2^{do} Coautor: *Erika, Rubio-Camara* / **ORC ID:** 0000-0003-0282-8680

ID 3^{er} Coautor: *Francisco, Herrera-Chable* / **ORC ID:** 0000-0001-5269-1673

G. Cancino, E. Rosales, E. Rubio y F. Herrera

gcancino@itsprogreso.edu.mx

N. Zapata (Dr.). Ciencias agropecuarias y biotecnología. Proceedings-©ECORFAN-Mexico, 2019.

Abstract

The fundamental part of a biochemical process is the bioreactor where microorganisms are used to generate different biotechnological products. In the Technological Institute of Progress, bio-fertilizers have been produced in an artisanal way using containers of various materials and volumes. The foregoing has not allowed to standardize the method of elaboration and neither properly account for the production in this sense the design of a biological reactor for the production of anaerobic fermentation biofertilizers in solid state, using the solidworks software, the reactor was modeled considering different operating variables, said reactor is a cylindrical type with a capacity of 30 liters; Inside there is a tray that allows the solid part of the liquid to be separated. The latter is housed in the conical lower part where there is a drain valve for leachate, said tray is removable, which allows its easy handling and cleaning. The reactor has ports for the installation of sensors in the upper and lower part or for the installation of sight glasses, it is also provided with a cover with snap closure by means of jaws industrial. The material selected for its construction is stainless steel according to the pH of the process.

Bioreactor, Microorganisms, Anaerobic

Introducción

Según Najafpour, 2007 un biorreactor es el corazón de cualquier proceso bioquímico en el que se utilizan enzimas, microorganismos o sistemas de células vegetales para la fabricación de una amplia gama de productos biológicos útiles como son los biofertilizantes muy utilizados en la actualidad para disminuir el uso de los fertilizantes inorgánicos.

Existen diferentes tipos de fertilizantes orgánicos en este trabajo se refieren a los producidos por fermentación anaerobia (sin presencia de oxígeno) estos se producen comúnmente en biorreactores estos equipos biotecnológicos existen básicamente en tres formas de operación que está en función de cómo es alimentado el sustrato modo discontinuo o batch, modo continuo y modo semicontinuo o fed-batch.

La materia orgánica es la principal fuente de alimento de la biomasa en este tipo de procesos algunos factores que afectan su biodegradación para ser convertida en algún producto biotecnológico son: los nutrientes, el pH, factores vinculados a los sustratos, disponibilidad de agua y la temperatura los cuales se deben considerar al momento del diseño del biorreactor, también es importante considerar que todos los biofertilizantes producen gases, como producto de las reacciones que ocurren, pero especialmente los que se producen en condiciones anaerobias ya que generan abundante metano (CH_4) mezclado con otros gases, pero no son razón de estudio en esta investigación.

Es importante el estudio de cada una de las variables involucradas en el diseño del reactor biológico para poder obtener un modelo que permita que se lleve a cabo el proceso de fermentación anaerobia para la producción del producto biotecnológico.

En el Instituto Tecnológico Superior Progreso se han producido biofertilizantes de manera artesanal utilizando recipientes de diversos materiales y volúmenes lo anterior no ha permitido estandarizar el método de elaboración y tampoco contabilizar adecuadamente la producción por lo que se propone el diseño de un reactor biológico para producción de biofertilizantes por fermentación anaerobia para el modelado se utilizará el software solidworks.

En las pruebas anteriores los biofertilizantes obtenidos tienen la característica de utilizar entre otros sustratos las algas marinas, así como también microorganismos efectivos (EM) está comprobado que este tipo de microorganismos al ser aplicado a suelos mejora su fertilidad; lo anterior también resulta relevante para el diseño del reactor biológico.

Marco Teórico

Los tipos de biorreactores más utilizados según la Oficina de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología (OECT) de la organización de los estados Americanos, 2006 en su publicación Microbiología Industrial indica que son el tipo tanque agitado y el “air lift” en el primero la agitación se realiza mecánicamente mediante un eje provisto de turbinas accionado por un motor, tiene sistema de inyección de aire para la distribución del O₂, normalmente cuentan con un sistema de control de temperatura mediante una camisa por donde circula agua y el tanque es de acero inoxidable. Para el caso del tipo “air lift” el mismo aire inyectado permite la agitación.

En las reacciones biológicas los microorganismos actúan como reactores al sintetizar la materia orgánica y las enzimas como catalizadores que aumentan la velocidad de la reacción en comparación con lo que ocurriría en un ambiente natural todo esto con la finalidad de lograr productos de interés biotecnológico (CONICET, 2014).

El diseño del reactor biológico debe ser tal que asegure homogeneidad entre los componentes del sistema y condiciones óptimas para el crecimiento microbiano y la obtención del producto deseado, los criterios más importantes para el diseño de un biorreactor pueden resumirse del siguiente modo dependiendo del tipo de biorreactor y la fermentación a utilizar (Mitchell et al., 1992):

1. El tanque debe diseñarse para que funcione asépticamente durante numerosos días, para evitar la aparición de contaminantes en las operaciones de bioprocesos de larga duración.
2. El consumo de energía debe de ser el mínimo posible.
3. Entradas para la adición de nutrientes y el control de pH.
4. El crecimiento microbiano es generalmente exotérmico, por lo que, el biorreactor debe facilitar la transferencia de calor, del medio hacia las células y viceversa, a medida que se produce el crecimiento celular, además de mantener estable la temperatura deseada.
5. Mantener las células uniformemente distribuidas en todo el volumen de cultivo.
6. El diseño debe ser tal que permita mantener el cultivo puro; una vez que todo el sistema ha sido esterilizado y posteriormente inoculado con el microorganismo deseado.
7. Debe maximizar el rendimiento y la producción
8. Debe minimizar el gasto y los costos de producción
9. Reducir al máximo el tiempo de retención.

Por otro lado es importante considerar factores que son atribuibles al microorganismo tales como crecimiento y tasa de división celular. Por eso, lo primero que se define en el diseño de un biorreactor es el propósito para el cual se va a utilizar.

Los biorreactores comúnmente tienen las siguientes características generales:

- El diseño de los biorreactores es cilíndrico.
- Los biorreactores varían de tamaños de escala laboratorio hasta llegar a dimensionarse en metros cúbicos (industriales).
- La mayoría de los biorreactores son de acero inoxidable.

Los fabricantes de biorreactores a nivel industrial usan sensores, controladores y un sistema de control y almacenamiento de datos para su adecuado monitoreo que permite observar el proceso en forma continua tan frecuente como se desee.

Metodología a desarrollar

Las variables que se consideraron para el adecuado diseño y selección de materiales del reactor biológico son muy variadas pero igual de importantes entre ellas.

El tiempo de retención

La obtención del producto puede variar según la forma de preparación, la estación del año (temperatura) o los materiales utilizados. También es importante mencionar que la distribución de la materia orgánica, la disponibilidad de los nutrientes y el grado de humedad del medio sólido repercuten en el tiempo para la obtención del producto final.

Tipo de fermentación

Existen básicamente dos tipos de fermentación la aerobia y la anaerobia, los biofertilizantes producidos en procesos anaerobios presentan una fase ácida donde se generan ácidos orgánicos con rangos de operación entre 6.7 y 7.5 de pH con límites hasta de 6.5 a 8.0 de pH. (Varnero, 2011).

Tipo de Microorganismos

Los microorganismos pueden clasificarse de acuerdo a su temperatura óptima de crecimiento en hipertermófilos, termófilos, mesófilos y psicrófilos es importante seleccionar a los microorganismos de acuerdo a la temperatura ambiente del lugar donde se va encontrar el reactor o en su caso suministrar de elementos que permitan controlar el ambiente donde se desarrollaran los microorganismos (Ramírez, 2006).

Las bacterias que intervienen en un proceso anaerobio pasan por diferentes reacciones metabólicas complejas como es la hidrólisis en esta etapa las macromoléculas de los nutrientes se degradan en compuestos más sencillos; los carbohidratos a monosacáridos, los lípidos a oligosacáridos y las proteínas a aminoácidos y polipéptidos (Andrade, 2017).

Durante el proceso anaeróbico existe una fase ácida donde se pueden formar el ácido láctico o ácido acético y otros ácidos según el tipo de microorganismo presente el pH puede bajar a valores entre 3.8 a 5.0 (Oude, 2001).

Tipo de sustrato

Las macromoléculas naturales tales como proteínas, carbohidratos, celulosa, etc. son comúnmente utilizados como materias primas para la producción de biofertilizantes.

Tamaño de la presentación del sustrato.

Es muy importante considerar el tamaño en que se agregan los sustratos al reactor ya que se puede presentar una ventaja al aumentar la superficie para la descomposición microbiológica.

Tipo de alimentación al reactor

Existen básicamente tres tipos de reactores según su alimentación discontinuo o batch, modo continuo y modo semicontinuo o fed-batch.

Limpieza y desinfección

Es importante la adecuada elección de los materiales y el adecuado desmontaje de los internos del reactor de tal forma que faciliten su limpieza.

Instrumentación y control

El hardware utilizado en biorreactores son normalmente sensores que permiten almacenar información a través de un sistema de adquisición de datos normalmente a un biorreactor se le miden pH, humedad, temperatura principalmente.

Agitación

La agitación en un reactor es un factor esencial y de acuerdo al tipo de proceso puede ser mecánica o neumática.

Tamaño

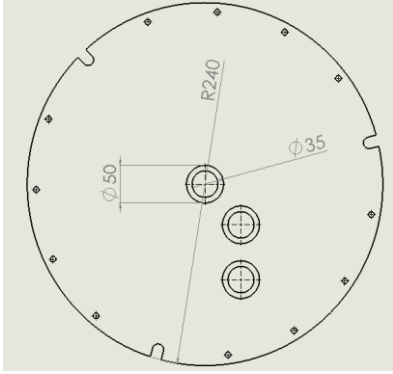
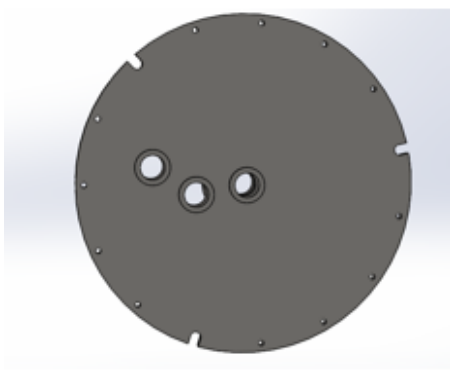
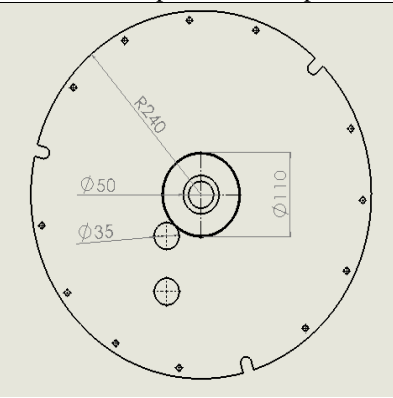
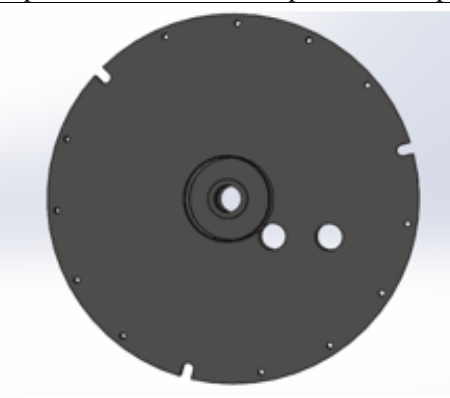
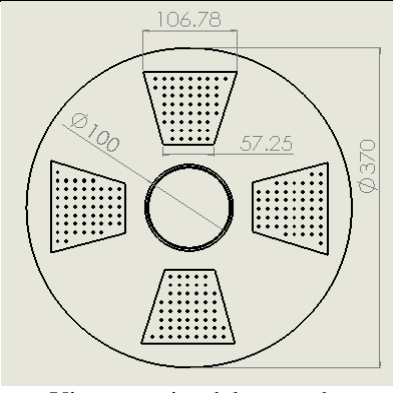
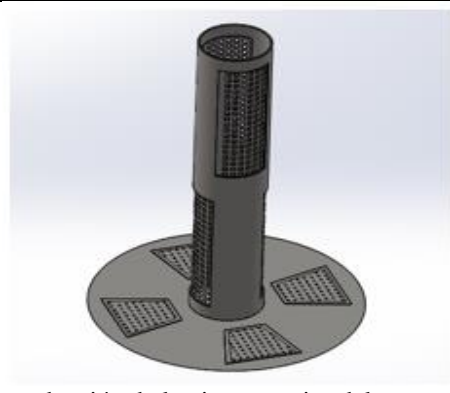
El tamaño de los reactores según su uso o estudio pueden ser nivel laboratorio, planta piloto o tamaño industrial.

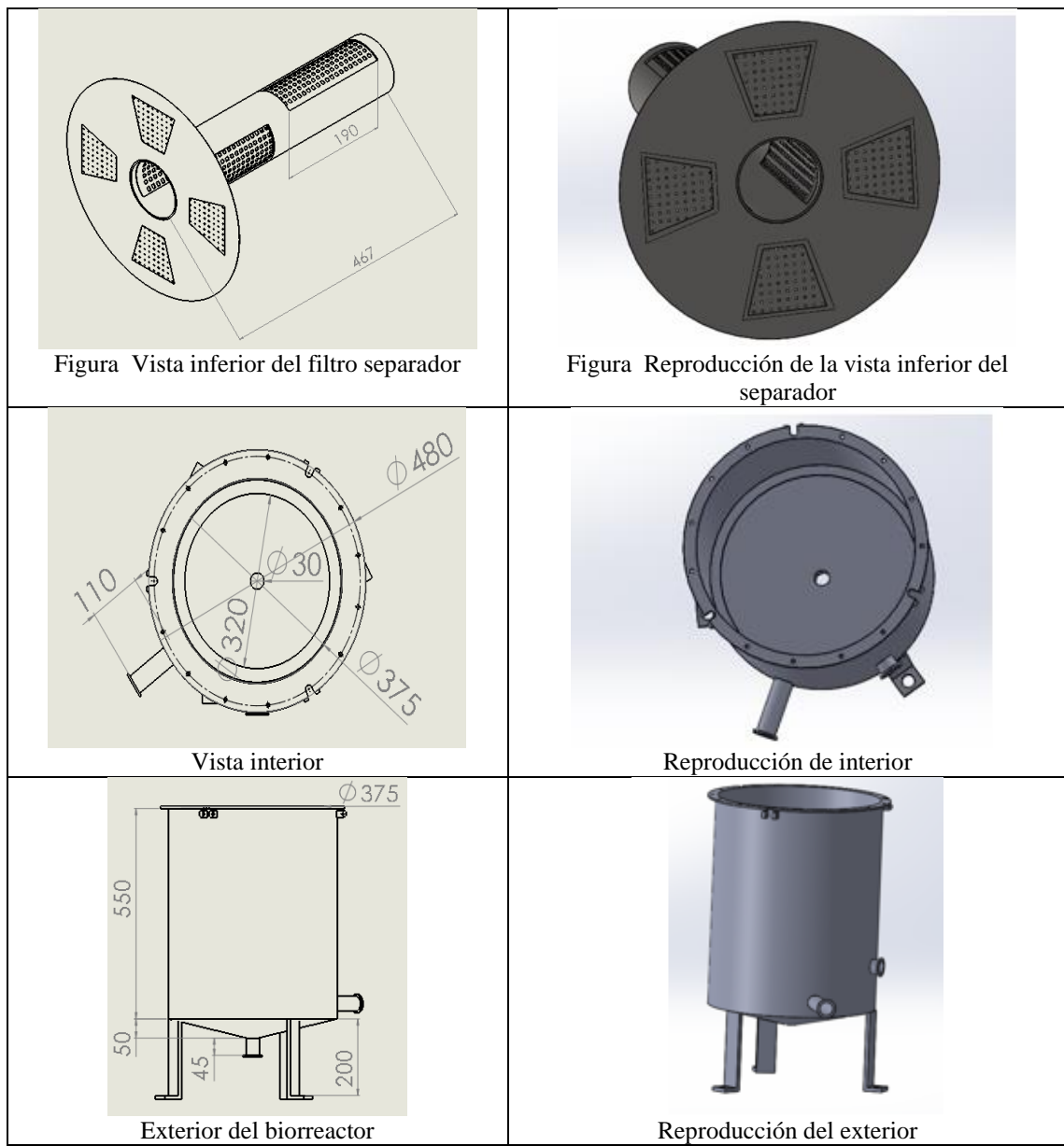
Una vez consideradas las variables anteriormente descritas se procedió al diseño y modelado en el software Solidworks.

Resultados

Usando el software solidworks para modelar el biorreactor y siguiendo las especificaciones de las variables se obtuvo el siguiente modelo.

Tabla 7.1 Diseño del bioreactor

Medidas	Diseño en solidWorks
 <p>Vista superior de la tapa</p>	 <p>Reproducción de la vista superior de la tapa</p>
 <p>Vista inferior de la tapa</p>	 <p>Reproducción de la vista inferior de la tapa</p>
 <p>Vista superior del separador</p>	 <p>Reproducción de la vista superior del separador</p>



Fuente: Elaboración propia

En las figuras anteriores se observa paso o paso la elaboración del diseño el solidworks y posteriormente se construyó el prototipo.

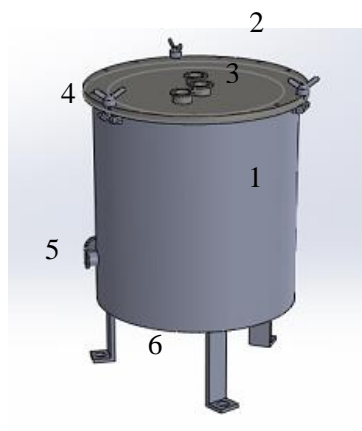
Figura 7.1 Reactor biológico vista de frente



Fuente: Elaboración propia

Figura 7.2 Separador del reactor biológico

Fuente: Elaboración propia

Figura 7.3 Descripción del biorreactor vista frontal

Fuente: Elaboración propia

Reactor biológico tipo cilíndrico con capacidad de 30 litros (1); en su interior se encuentra una charola que permite separar la parte sólida de la líquida ésta última se aloja en la parte inferior cónica donde se encuentra una válvula de drenaje para el lixiviado (6), dicha charola es desmontable lo que permite su fácil manejo y limpieza así mismo el reactor cuenta con puertos para instalación de sensores en la parte superior (3) e inferior (5) o para instalación de mirillas, está provisto también de una tapa (2) con cierre a presión mediante mordazas (4).

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto Aprovechamiento sustentable del alginato para la producción de biofertilizantes a partir de un bioreactor, gracias al apoyo prestado por el Tecnológico Nacional de México.

Conclusiones

El diseño del reactor biológico se llevó a cabo con éxito se realizó el modelado en solidworks posteriormente se construyó en material de acero inoxidable y se realizaron pruebas de hermeticidad, sin embargo, es importante mencionar que el conocimiento generado en esta investigación, respecto a los reactores biológicos para fermentación anaerobia para la producción de biofertilizantes, constituye sólo un primer paso en la implementación de éstos a una mayor escala.

Referencias

Najafpour, G.D. (2007) Sterilisation. *Biochemical Engineering and Biotechnology*, Elsevier, Netherlands, 342-350. doi:10.1016/B978-044452845-2/50015-X

CONICET, (2004) Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, capítulo 8, Universidad Nacional del Sur. Buenos Aires, Argentina.
<http://www.criba.edu.ar/cinetica/reactores/CAPITULO%208.pdf>

Mitchell, D., Lonsane, B., Durand, R., Renaud, S., Maratray, J., Desgranges, C., Crooke, P., Hong, K., Tanner, R., Malaney, G. (1992). General principles of reactor design and operation for solid substrate cultivation. In Rolz (Ed.), *Solid substrate cultivation*. Elsevier Applied Science. Amsterdam, pp. 115-139.

Varnero, M. (2011), *Manual de Biogas*, FAO. Santiago de Chile.

Ramírez, N. (2006), Microorganismos extremófilos. Actinomicetos halófilos en México, *Revista Mexicana de Ciencias Farmaceuticas*. Mexico.

Oude, S.J.W.H. (2001), *Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación*, FAO. Haren, Holanda