

# Diseño de un biorreactor aerobio automatizado para la bioconversión de materia orgánica

Nelson Castañeda-Arias, Daniel Florián, Fernando López, Darío Siaucho - Semillero ISQUA



## Resumen

Los procesos de bioconversión de materia orgánica permiten el aprovechamiento de residuos orgánicos para aprovecharlos de formas diversas. Una de las aplicaciones convencionales es el compostaje. Pero este, suele realizarse de manera manual o con técnicas de control poco efectivas. Se propone la integración de técnicas derivadas de la Industria 4.0 para mejorar los rendimientos de estos procesos de bioconversión.

## Objetivos

### Objetivo General

Construir un prototipo de Biorreactor de conversión aerobia de materia orgánica, aplicando técnicas de Industria 4.0 para el mejoramiento del proceso.

### Objetivos Específicos

1. Construir un prototipo para la conversión de materia orgánica, según los criterios de operación
2. Implementar un sistema SCADA basado en industria 4.0, para el control de la operación del Biorreactor
3. Implementar técnicas de Inteligencia artificial para mejorar el proceso, mediante la optimización de puntos de operación

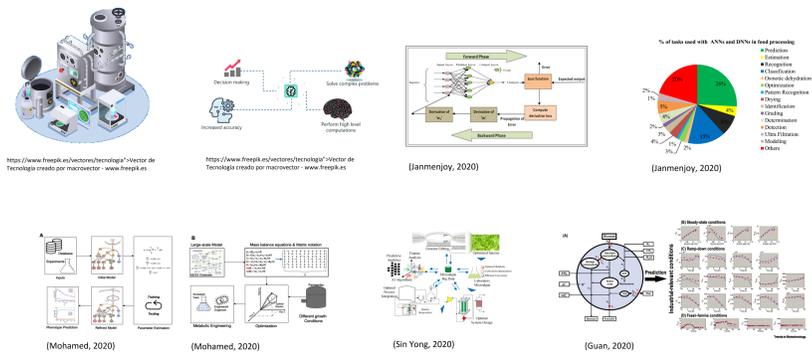
## Planteamiento del Problema

Los procesos de bioconversión son ampliamente utilizados en procesos industriales para diversos objetivos. Sin embargo, las tareas de control de estos pueden ser desafiantes, sobre todo, los que involucran seres vivos como bacterias, hongos, etc. Estas tareas por lo general manejadas por conocimiento experto, pero con bajo nivel de automatización. De la misma forma, existen pocos centros de investigación dedicados a la mejora de técnicas de control para estos procesos. Es por eso, que se propone el diseño de un biorreactor que permita realizar investigación en esa línea.

## Referencias

- [1] Guan Wang, Cees Haringa, Henk Noorman, Ju Chu, Yingping Zhuang. (2020). Developing a computational framework to advance bioprocess scale-up. Trends in Biotechnology.
- [2] Mohamed Helmy, Derek Smith, Kumar Selvarajoo. (2020). Systems biology approaches integrated with artificial intelligence for optimized food-focused metabolic engineering. Metabolic Engineering Communications, e00149.
- [3] Sin Yong Teng, Guo Yong Yew, Kateina Sukaová, Pau Loke Show, Vítzslav Maa, Jo-Shu Chang. (2020). Microalgae with artificial intelligence: A digitalized perspective on genetics, systems and products. Biotechnology advances, 107631.
- [4] Dutta, S., Madan, S., Parikh, H., Sundar, D. (2016). An ensemble micro neural network approach for elucidating interactions between zinc finger proteins and their target DNA. BMC Genomics, 17(13), 97-107.
- [5] Feng, Z., Zhang, B., Ding, W., Liu, X., Yang, D. L., Wei, P., ... Zhu, J. K. (2013). Efficient genome editing in plants using a CRISPR/Cas system. Cell research, 23(10), 1229-1232.
- [6] Patnaik, P. R. (2006). Synthesizing cellular intelligence and artificial intelligence for bioprocesses. Biotechnology advances, 24(2), 129-133.
- [7] Janmenjoy Nayak, Kanithi Vakula, Paidi Dinesh, Bignaraj Naik, Danilo Pelusi. (2020). Intelligent food processing: Journey from artificial neural network to deep learning. Computer Science Review, 38, 124-127.

## Antecedentes y Marco Teórico



## Metodología

El proyecto se ha desarrollado en 3 etapas. Se describen a continuación cada una de ellas, y se describen las actividades.

### Primera etapa: Diseño conceptual (finalizada)

Se reunió el equipo para establecer las características funcionales que debía tener el prototipo; las variables de control y de monitoreo, las dimensiones, las técnicas de regulación de cada variable. Se definieron las técnicas de adquisición de variables, control y supervisión.

### Segunda etapa: Implementación del biorreactor (finalizada)

Con el diseño conceptual realizado, se procedió a la construcción del biorreactor, siguiendo las actividades que se listan:

1. Diseño y construcción del prototipo en su parte mecánica.
2. Selección de los sensores para las variables de control
3. Implementación de los circuitos de adquisición y regulación de variables
4. Diseño de las estrategias de control para cada variable
5. Estructuración de la estrategia de monitoreo remoto
6. Implementación de algoritmos de control y comunicación
7. Validación funcional del prototipo

### Tercera etapa: Mejoramiento del prototipo e implementación de IA (en curso)

Con los resultados obtenidos de la validación realizada en la etapa anterior, se realizarán los ajustes y mejoras al prototipo. Luego de ello se realizarán las actividades para la implementación del sistema inteligente y se validará el funcionamiento mejorado de este. Actividades:

1. Definición de las fallas ocurridas, así como de la causa de las mismas
2. Detección de los elementos susceptibles de mejora
3. Corrección de las causas de las fallas detectadas
4. Ejecución de las tareas para la mejora del prototipo
5. Selección de la estrategia de Inteligencia Artificial a utilizar
6. Definición de los aspectos sobre los cuales se evaluará el mejoramiento del proceso
7. Implementación de los algoritmos de IA
8. Validación funcional del prototipo
9. Evaluación de la mejora del proceso

## Productos

Se presentan los productos alcanzados hasta el momento y los que se obtendrán en la tercera etapa del proyecto

### Productos alcanzados

1. Biorreactor funcional, con estrategias de control clásicas.\*
2. Anteproyecto de trabajo de grado para ingenieros en Mecatrónica

### Productos esperados

1. Biorreactor funcional, con algoritmos de IA.\*
2. Trabajo de grado de Ingenieros en Mecatrónica, radicado.
3. Participación en congreso especializado (sujeto a aceptación)

\* : Dado que los rubros para la construcción del prototipo fueron entregados por personas externas a la ETITC, no podemos asegurar el registro del prototipo como producto del grupo.