



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Remoción de nutrientes NO₃-N de aguas residuales mediante microalgas en un fotobiorreactor

Sánchez García Andrés, Vázquez Rivera Fernando Daniel

En colaboración con el laboratorio de Bioinformática e Ingeniería metabólica CUCEI, Universidad de Guadalajara, Blvd. Gral. Marcelino García Barragán # 1451 Guadalajara, Jalisco, 44430, México.

RESUMEN

Se evaluará la eficiencia de remoción de nutrientes NO₃-N de aguas residuales llevada a cabo por microalgas en un fotobiorreactor de tipo airlift. Se realizarán pruebas de fuga previas a su utilización, además se instalarán sensores en el reactor para medir pH, ORP, Oxígeno disuelto, temperatura y conductividad. Se adaptará e instalará un panel de control desde el cual se accionará la luz del reactor, y se ajustarán la velocidad del motor en el cabezal, manteniendo una velocidad constante de 100 RPM. Se recolectará agua residual en frascos de plástico esterilizados de la planta de tratamiento de aguas ubicada en el Salto, Jalisco. Estas muestras serán transportadas al laboratorio para su posterior análisis. Se cuantificarán parámetros fisicoquímicos (dureza, CO₂, oxígeno disuelto, demanda biológica de oxígeno y NO₃-N) utilizando los métodos estándar para el agua (APHA, 2005). Estos análisis se realizarán antes y después de la remoción con microalgas en el biorreactor.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Validar y poner en marcha un fotobiorreactor tipo airlift para el cultivo de microalgas usadas en la retención y remoción de nutrientes NO₃-N en aguas residuales.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Se instalarán sensores para obtener datos como: pH, oxígeno disuelto, oxígeno en fase gas, CO₂ en fase gas y temperatura.
- Se realizarán pruebas de fugas para asegurarse que no se presenten pérdidas de flujos líquidos o gaseosos dentro del reactor.
- Se instalará una columna de inmovilización donde se depositarán las microalgas que retendrán los nutrientes NO₃-N del agua residual.
- Determinación por métodos analíticos, de la eficiencia en la remoción de los nutrientes NO₃-N del agua residual.

JUSTIFICACIÓN

El agua es uno de los soportes esenciales para todo tipo de vida animal y vegetal (Duffy, 2011), y es generalmente obtenida por dos fuentes naturales; aguas superficiales como agua de lagos, ríos, arroyos, etc. y aguas subterráneas como pozos de agua (Momodu, 2010).

El rápido crecimiento de la población mundial y la búsqueda de prosperidad material han generado una expansión masiva en la industria y la producción agrícola en décadas recientes. La relación entre el aumento en el consumo de energía y la generación de desperdicio han incrementado enormemente la presión en el medio ambiente y han producido cambios en la composición de la atmósfera, el suelo y las fuentes de agua como mares y océanos (Van der Perk, 2013).

Los contaminantes en aguas residuales pueden ser clasificados en distintas maneras; por ejemplo, pueden ser clasificados por sus características físicas (soluble o insoluble), por sus características químicas (orgánico o inorgánico), por su susceptibilidad de alteración por microorganismos (biodegradable o no degradable), por su origen (biológico o antropológico), por su efecto (tóxico o no tóxico), entre otros (Grady, 2011).

El propósito del tratamiento de aguas residuales es remover contaminantes que pueden dañar el medio ambiente acuático si son descargados en él (Grady, 2011).

Uno de los problemas ambientales mas importantes en la actualidad es la contaminación de aguas subterráneas (Vodola, 1997) y entre la amplia diversidad de contaminantes que afectan las reservas de agua, los metales pesados reciben una preocupación particular considerando su fuerte toxicidad incluso en pequeñas concentraciones (Marcovecchio, 2007).

La fitorremediación (uso de plantas o algas para el tratamiento de aguas) es una opción ideal para combatir esta problemática (Sood, 2012). Las microalgas, una amplia categoría que comprende microalgas eucariotas y cianobacterias, ha sido explotada para la remoción de nutrientes de aguas residuales, debido a su alto requerimiento de nitrógeno y fósforo para su crecimiento (Mata, 2012).

Las microalgas mejoran la remoción de nutrientes orgánicos, metales pesados y patógenos de aguas residuales domésticas y proporcionan una interesante materia prima para la producción de especies químicas de alto valor (metabolitos de algas) o biogas. La producción fotosintética de oxígeno también reduce la necesidad de aireación externa, la cual es especialmente ventajosa para el tratamiento de contaminantes peligrosos que deben ser biodegradados aerobicamente (Muñoz, 2006).

El crecimiento fotosintético de las microalgas requieren luz, CO₂, agua y sales inorgánicas, además de una temperatura óptima, generalmente entre 20 y 30°C. Los elementos esenciales para el crecimiento son nitrógeno, fósforo, hierro y en algunos casos silicio. Nutrientes como el fósforo deben ser suministrados significativamente en exceso porque los fosfatos forman complejos con iones metálicos y no todo el fosfato está disponible. Las aguas residuales contienen una alta concentración de nitratos y fosfatos, los cuales deben ser removidos (Grobellaar, 2004).

Los sistemas abiertos (estanques) y los sistemas cerrados llamados fotobiorreactores son dos alternativas para el uso masivo de cultivo de microalgas. Debido a la viabilidad de las condiciones de cultivo controlado, el incremento de la concentración de biomasa, los sistemas cerrados han demostrado ser más eficientes en el cultivo a gran escala de microalgas. Por lo tanto muchos tipos de sistemas cerrados, como los reactores de tanque agitado y de tipo airlift son los más adecuados para la manipulación y aprovechamiento de microalgas (Ghadge y col., 2005).



Dentro del laboratorio de Bioinformática e Ingeniería metabólica de la Universidad de Guadalajara se ha estado trabajando en el diseño, desarrollo e instrumentación de fotobiorreactores para el cultivo de microalgas. Esta tecnología tiene la capacidad de responder a la problemática ya mencionada de las aguas residuales. Es por ello que el objetivo de este proyecto es colaborar en la instrumentación y validación de un fotobiorreactor tubular de tipo airlift; así como su posterior experimentación en el cultivo de microalgas para retención de nutrientes y metales pesados de aguas residuales urbanas.



INTRODUCCIÓN

La creciente escasez de agua potable en el mundo, junto con el desmedido crecimiento poblacional en áreas urbanas, y el inapropiado desecho de residuos en los cuerpos acuáticos son áreas de seria preocupación, lo cual enfatiza la necesidad de adecuadas y efectivas opciones de tratamiento (Renuka, 2013).

Además de la ausencia de medios para tratar aguas residuales, otro problema asociado es la presencia de exceso de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo. Esto, sucesivamente conduce a problemas ecológicos tales como la eutrofización, crecimiento de algas, propagación descontrolada de macrófitos, reducción de oxígeno, pérdida de especies nativas y degradación de los ecosistemas (Wang et al., 2010). Los sistemas tradicionales de tratamiento como reactores aeróbicos y anaeróbicos son costosos, implican operaciones complejas, generan un gran volumen de lodos y requieren mucha energía. Por consiguiente, hay una necesidad de desarrollar tecnología de bajo costo y ecológica que utilice medios económicamente viables para su aceptación a nivel comercial (Renuka, 2013).

El uso de microalgas para mejorar la calidad del agua es un método amigable con el medio ambiente. Estos microorganismos han sido utilizados satisfactoriamente para tratar aguas residuales fecales, domésticas e industriales. Tecnología simple y de bajo costo es necesaria cuando se utilizan microalgas para tratar aguas residuales, en un sistema que recicle nutrientes, como nitrógeno y fósforo (Pittman, 2011).



METODOLOGÍA

Se instalará un sensor multimodular de calidad de agua PS-2169 con la finalidad de tomar lecturas de temperatura, conductividad, pH/ISE/ORP y oxígeno disuelto. Dicho sensor estará conectado a una interface PASPORT y recolectará datos arriba de 20 muestras por segundo por cada elemento sensor. Estas lecturas serán enviadas directamente al software estadístico DataStudio donde el operador realizará las lecturas.

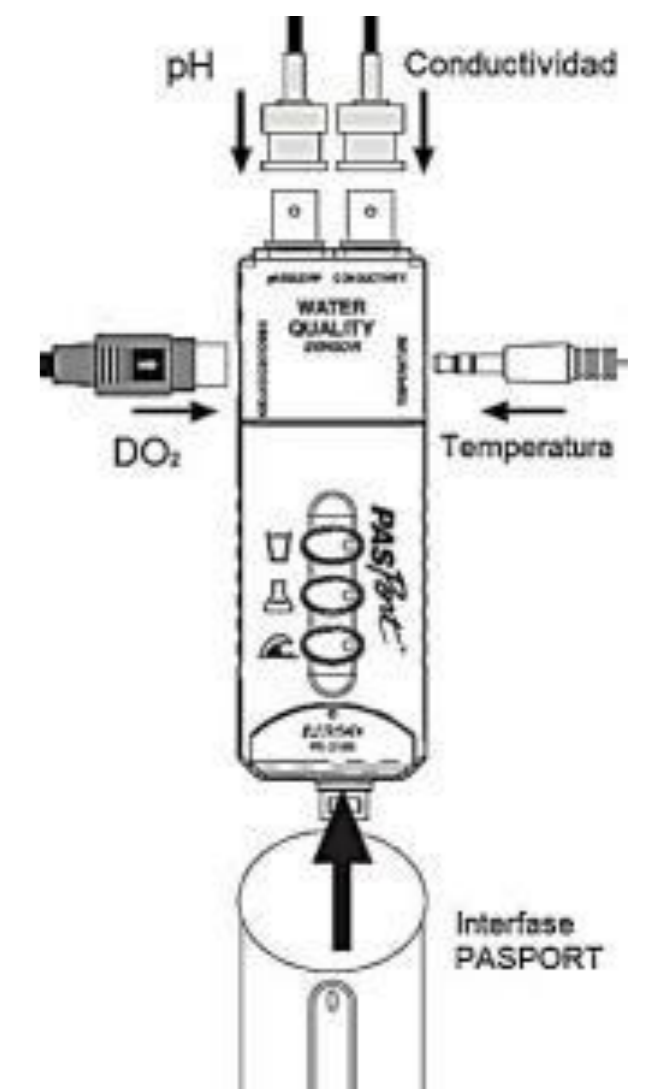
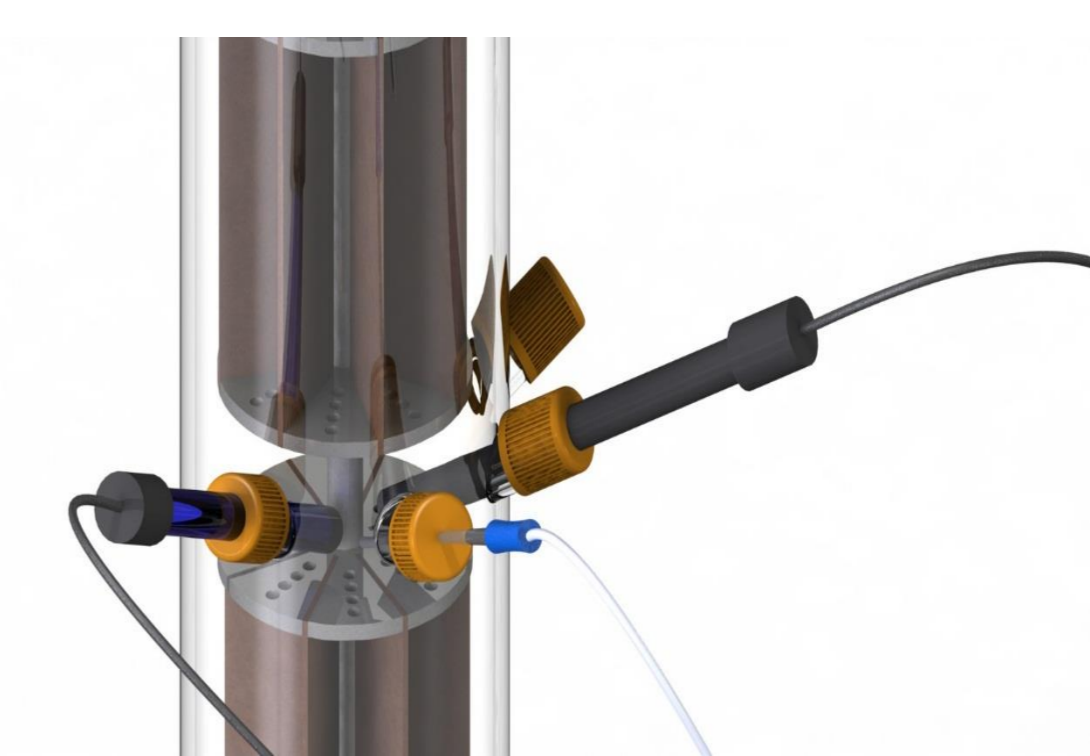
Se recolectará agua residual en frascos de plástico esterilizados de la planta de tratamiento de aguas ubicada en el Salto, Jalisco. Estas muestras serán transportadas al laboratorio para su posterior análisis. Se cuantificarán parámetros fisicoquímicos (dureza, CO₂, oxígeno disuelto, demanda biológica de oxígeno y NO₃-N) utilizando los métodos estándar para el agua (APHA, 2005). Estos análisis se realizarán antes y después de la remoción con microalgas en el biorreactor.

El fotobiorreactor del tipo airlift (cuyo volumen de trabajo será de 2 a 3 L) se inoculará con el cultivo del recipiente adaptación, para iniciar la cinética con una concentración de biomasa en peso seco de 0.10 g/L.

El dióxido de carbono (CO₂) será aplicado a un flujo de 20 ml/min.

Para generar una mezcla homogénea dentro del fotobiorreactor, se contará con un motor en el cabezal que proporcionará agitación constante a 100 RPM.

La iluminación será proporcionada por 24 horas al día con luz led produciendo una luz del tipo día de 110,000 a 120,000 Luxes.



REFERENCIAS

- (APHA) Clesceri, L. S. G., Eaton, A. E., Rice, A. D., Franson, E. W., & Mary Ann, H. (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater (No. 628.161 S7/2005).
- Chisti, Y. (2007). Biodiesel from microalgae. *Biotechnology advances*, 25(3), 294-306.
- Couper, J. R., Penney, W. R., & Fair, J. R. (2009). *Chemical Process Equipment revised 2E: Selection and Design*. Gulf Professional Publishing.
- Duffy, S. J. (2011). *Environmental chemistry: a global perspective*. Oxford university press.
- Fogler, H. Scott (2006). *Elements of Chemical Reaction Engineering* (4th Edition ed.). Prentice Hall
- Ghadge, S. V., & Raheman, H. (2005). Biodiesel production from mahua (Madhuca indica) oil having high free fatty acids. *Biomass and Bioenergy*, 28(6), 601-605.
- Grady Jr, C. L., Daigger, G. T., Love, N. G., & Filipe, C. D. (2011). *Biological wastewater treatment*. CRC Press.
- Grobellaar, J. U. (2004). Algal Nutrition-Mineral Nutrition. *Handbook of microalgal culture: Biotechnology and applied phycology*, 95-115.
- Hill, C. G., & Root, T. W. (2014). *Introduction to chemical engineering kinetics and reactor design*. John Wiley & Sons.
- Ibrahim Dincer, Can O. Colpan, Fethi Kadioglu. (2013). *Causes, Impacts And Solutions To Global Warming*. Springer
- Marcovecchio, J.E., S.E. Botte and R.H. Freije, 2007. Heavy Metals, Major Metals, Trace Elements. In: *Handbook of Water Analysis*. L.M. Nollet, (Ed.). 2nd Edn. London: CRC Press, pp: 275-311.
- Mata, T. M., Melo, A. C., Simões, M., & Caetano, N. S. (2012). Parametric study of a brewery effluent treatment by microalgae *Scenedesmus obliquus*. *Bioresource technology*, 107, 151-158.
- Momodu, M. A., & Anyakora, C. A. (2010). Heavy metal contamination of ground water: The Surulere case study. *Res. J. Environ. Earth Sci*, 2(1), 39-43.
- Munoz, R., & Guieysse, B. (2006). Algal-bacterial processes for the treatment of hazardous contaminants: a review. *Water research*, 40(15), 2799-2815.
- Pittman, J. K., Dean, A. P., & Osundeko, O. (2011). The potential of sustainable algal biofuel production using wastewater resources. *Bioresource technology*, 102(1), 17-25.
- R. Ian Freshney. (2014). *Culture Of Animals Cells: A Manual Of Basic Technique And Especialized Applications*. Content Technologies.
- Renuka, N., Sood, A., Ratha, S. K., Prasanna, R., & Ahluwalia, A. S. (2013). Evaluation of microalgal consortia for treatment of primary treated sewage effluent and biomass production. *Journal of applied phycology*, 25(5), 1529-1537.
- Shang T. Yang. (2011). *Bioprocessing For Value-Added Products From Renewable Resources, New Technologies And Applications*. Elsevier.
- Van der Perk, M. (2013). *Soil and water contamination*. CRC Press.
- Vodola, J.K., J.A. Renden, S.D. Lenz, W.H. Mchel Henney and B.W. Kempainen, 1997. Drinking water contaminants. *Poult. Sci.*, 76: 1474-1492.
- Wang, L., Min, M., Li, Y., Chen, P., Chen, Y., Liu, Y., ... & Ruan, R. (2010). Cultivation of green algae *Chlorella sp.* in different wastewaters from municipal wastewater treatment plant. *Applied biochemistry and biotechnology*, 162(4), 1174-1186.