

# CULTIVO DEL CONSORCIO FOTOSINTÉTICO RL7 EN AGUAS RESIDUALES DE RASTRO URBANO

Alonso David Carrillo Nieto (1), Jaquelina González Castañeda (2)

1 [Ingeniería en Energía, Universidad Autónoma de Bucaramanga] | Dirección de correo electrónico: [acarrillo553@unab.edu.co]

2 [Departamento de Ciencias Ambientales, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [jaquegc1@hotmail.com]

## Resumen

Las aguas residuales de rastros presentan nutrientes y materia orgánica ideales para el crecimiento de microorganismos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento, producción de biomasa y clorofila del consorcio fotosintético RL7, cultivado en agua residual de rastro urbano. El crecimiento del consorcio fotosintético RL7 en agua residual de rastro urbano, se realizó con fotoperiodos de 12:12 horas (luz/oscuridad), irradiancia de  $38 \mu\text{Mol}/\text{m}^2\text{s}$ , aireación, durante quince días y ajustando a pH 8.00 cada 48 horas. La caracterización fisicoquímica del agua se realizó de acuerdo a los parámetros de las normas mexicanas. La cinética de crecimiento celular se determinó mediante la Cámara de Neubauer, la producción de clorofila, mediante lecturas de absorbancia a diferentes nm. Los resultados muestran que el pH varió entre 7.92 y 8.7. La producción de clorofila alcanzó los 14.86 mg/L y el crecimiento celular de  $18 \times 10^6$  cel/mL, a los quince días de incubación. La  $\text{DBO}_5$  disminuyó en un 40% en comparación con el testigo, para el mismo periodo. El consorcio fotosintético RL7 crece en el agua de rastro urbano, obteniéndose biomasa y clorofila, las cuales contribuyen a la eliminación del olor y color, así como, la captura de  $\text{CO}_2$ , lo que mejora la calidad del agua.

## Abstract

The slaughterhouse wastewaters present nutrients and organic matter ideal for the growth of microorganisms. The objective of this project was to evaluate the growth, biomass and chlorophyll production of photosynthetic consortium RL7, cultivated in slaughterhouse wastewaters. The growth in slaughterhouse wastewaters, was performed within photoperiods of 12:12 hours (light; darkness), irradiance of  $38 \mu\text{Mol}/\text{m}^2\text{s}$ , aeration, for fifteen days and pH at 8.00 that was adjusted each 48 hours. The physicochemical characterization of the slaughterhouse wastewater was developed in accordance to Mexican Standards. The kinetic of cell growth was determined by Neubauer Camera, chlorophyll production by absorbance readings at different nm. The results showed that pH varied between 7.92 and 8.7. Chlorophyll production reached 14.86 mg / L, and cell growth the  $18 \times 10^6$  cells / mL at fifteen days of incubation.  $\text{DBO}_5$  decreased by 40% in comparison with the witness in the same period. The photosynthetic consortium RL7 grows in slaughterhouse wastewaters, obtaining biomass and chlorophyll, which contribute to elimination of smell and color, as well as  $\text{CO}_2$  capture, improving water quality.

## Palabras Clave

Agua residual rastro; Fotobiorreactor; Consorcio fotosintético; Clorofila; Biomasa

## INTRODUCCIÓN

Debido a la problemática actual de la escasez de agua o del mal uso que se le da a este recurso en los diferentes ámbitos sociales, se reportan investigaciones, las cuales tienen como principal objetivo el tratamiento de aguas residuales para disminuir la contaminación y obtener los beneficios ambientales que esto conlleva [1, 2]. Las aguas residuales de los rastros, poseen altas concentraciones de sólidos, materia orgánica, así como, fosfatos [3]. Estas características son favorables para el cultivo de microorganismos como microalgas, ya que la absorción de estos elementos, permite su crecimiento. Las microalgas contribuyen con la remoción de nitrógeno y fósforo presentes en las aguas residuales, junto con la mitigación del CO<sub>2</sub>, así mismo, poseen la capacidad de absorber metales y un potencial significativo para la producción de biomasa, con un beneficio energético, las aguas residuales tienen diferentes orígenes como son las que provienen de procesos industriales o del procesamiento de alimentos [4, 5, 6].

### Justificación

El Laboratorio de Biotecnología Ambiental, de la División de Ciencias de la Vida, de la Universidad de Guanajuato, actualmente cuenta con una colección de consorcios fotosintéticos microalga-bacterias nativos de la Laguna de Yuriria, del estado de Guanajuato. Con algunos de ellos, se evaluó su crecimiento en aguas residuales de rastro urbano, que presentan características favorables para su reproducción. Sin embargo, se requiere hacer estudios con el consorcio fotosintético RL7, también en agua residual de rastro, lo que permitirá evaluar su cinética de crecimiento, producción de clorofila y biomasa con valor energético agregado, para que de este modo el agua pueda ser reutilizada, al disminuir su turbiedad y eliminar su olor fétido.

### Hipótesis

El consorcio fotosintético RL7 crece en el agua residual de rastro urbano, con una irradiancia de 38  $\mu\text{Mol/m}^2\text{s}$  y aireación, lo que favorece la

producción de clorofila y biomasa con valor energético agregado, así como, la descontaminación y posterior reutilización.

### Objetivo

El objetivo de ésta investigación fue evaluar el crecimiento, producción de biomasa y clorofila con valor energético agregado, del consorcio fotosintético RL7.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Caracterización del agua residual en los diferentes periodos de incubación

Las determinaciones de pH y conductividad eléctrica, se realizaron con un equipo marca CONDUCTRONIC PC45 [7]. La determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), se realizó mediante lectura de Absorbancia en un espectrofotómetro Biospectrometer Eppendorf Kinetic a 620 nm [8]. La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), se determinó mediante botellas de Winkler y titulación con una disolución estándar de tiosulfato de sodio 0.025 M [9, 10].

### Condiciones iniciales del Cultivo

Se inocularon 500 mL del consorcio fotosintético RL7, en 2500 mL de agua residual proveniente del rastro urbano, se incubaron a 25°C, a pH 8.0, con fotoperiodos de 12:12 horas de luz: oscuridad, con una intensidad lumínica de 38  $\mu\text{Mol/m}^2\text{s}$ , aireación de 1.2 L/min, durante un periodo de incubación de quince días, con ajuste del pH cada 48 h.

### Cinética de crecimiento de células

Se tomaron muestras cada 48 h, desde el momento de la inoculación, durante los quince días de incubación, se determinó con una Cámara de Neubauer marca Brand, por triplicado [11].

### Determinación de la producción de Biomasa

Se realizaron muestreos los días cero, diez, y quince, de cada uno de los biorreactores. La determinación se realizó por diferencia de peso con papel filtro.

## Determinación de la producción de Clorofila

Las determinaciones se realizaron cada 48 h a partir de la inoculación, durante los quince días de incubación, mediante la técnica de Gómez [12]. El contenido se determinó con la siguiente ecuación: Clorofila a =  $(11.6 (\text{Abs } 665\text{nm}-\text{Abs } 750) - 1.31 (\text{Abs } 645- \text{Abs } 750 \text{ nm}) - 0.14 (\text{Abs } 630- \text{Abs } 750 \text{ nm})) (\text{vol. extracto}) / (\text{vol. filtrado}) (\text{long cubeta})$ . Dónde: Abs: Absorbancia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La IMAGEN 1, muestra la variación de pH en los biorreactores que contenían el consorcio RL7, durante los 15 días de incubación, se observa que el pH, presentó una variación entre 7.92 y 8.7.

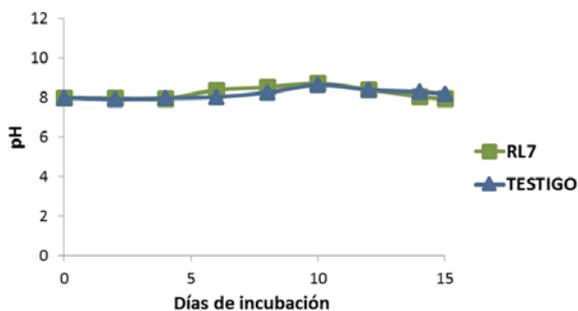


IMAGEN 1: Comportamiento del pH durante los quince días de incubación del consorcio RL7 en el agua residual del rastro urbano.

El ajuste de pH permite tener las condiciones ideales para el crecimiento del consorcio, ya que el pH influye de manera significativa en la cinética de crecimiento de los microorganismos, como se reporta por otros investigadores [12].

La IMAGEN 2, muestra la producción de biomasa del consorcio fotosintético RL7, en los biorreactores con agua residual de rastro urbano, en comparación con el testigo. Como se observa, la producción de biomasa es similar cuando se inoculó con RL7 y en el testigo, sin embargo, cabe aclarar que la calidad de la biomasa es diferente, como se muestra más adelante.

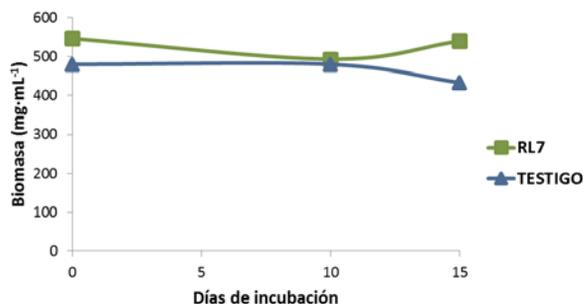


IMAGEN 2: Producción de biomasa durante los 15 días de incubación del consorcio fotosintético RL7 en el agua residual del rastro urbano.

La DQO y DBO<sub>5</sub>, miden el grado de contaminación de las aguas, la cual representa la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica y demás compuestos presentes en las muestras. En la IMAGEN 3, se observa el comportamiento de la DQO, en los biorreactores tanto del consorcio RL7 como del testigo, los valores observados después de quince días de incubación fueron 591 y 714 mg O<sub>2</sub>L<sup>-1</sup>, respectivamente, lo que representa una remoción del 74% con RL7, en tanto que para el testigo del 62%. La biomasa es el producto de la eficiencia fotosintética para transformar la energía luminosa, resultados a ésta investigación, se reportan por otros investigadores [13].

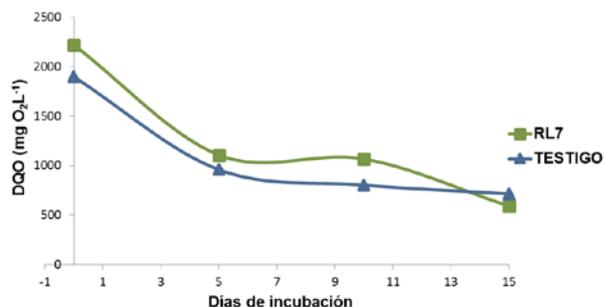


IMAGEN 3: DQO durante los quince días de incubación del consorcio fotosintético RL7 en el agua residual del rastro urbano.

En la IMAGEN 4 se observa la DBO<sub>5</sub> durante el periodo de incubación, la DBO<sub>5</sub> nos indica la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos presentes para su crecimiento.

Como podemos observar, la  $DBO_5$  disminuyó en un 40% con el cultivo RL7, en comparación con el testigo, lo que representa una disminución de la contaminación, teniendo en cuenta que el LMP para DQO y  $DBO_5$  es de 100 y 150  $mg\ O_2\ L^{-1}$ , respectivamente, lo que indica que el cultivo del consorcio favorece la disminución de la contaminación de las aguas residuales del rastro urbano [14]

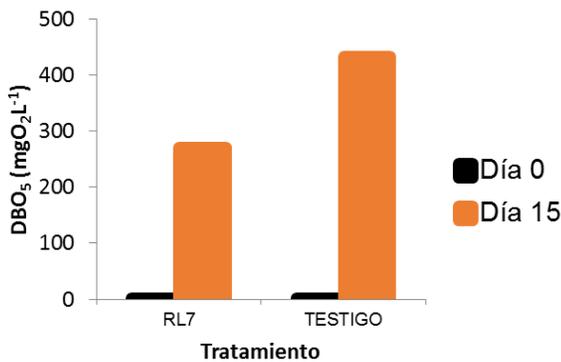


IMAGEN 4: DBO durante los quince días de incubación del consorcio fotosintético RL7 en el agua residual del rastro urbano.

El crecimiento del consorcio RL7, se observa de manera exponencial a partir del día cero, a los quince días de incubación, alcanza  $18 \times 10^6$  cel/mL, como se muestra en la IMAGEN 5, en comparación con el testigo, en donde no se observó crecimiento.

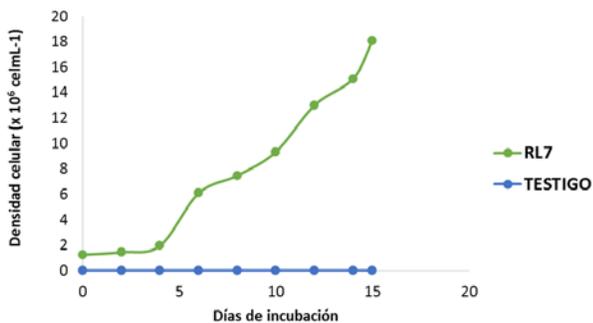


IMAGEN 5: Cinética de crecimiento durante los 15 días de incubación del consorcio fotosintético RL7 en el agua residual del rastro urbano.

Lo que indica que las condiciones de las aguas residuales y las características del cultivo, permiten su crecimiento, resultados similares se reportan por otros autores [15].

La clorofila presente en los microorganismos, permite la transformación de la luz solar en biomasa, existe una estrecha relación entre la biomasa y el contenido de clorofila. Las IMÁGENES 6 y 7 muestran el contenido de clorofila a y b, en el consorcio fotosintético RL7, en comparación con el testigo, durante los quince días de incubación.

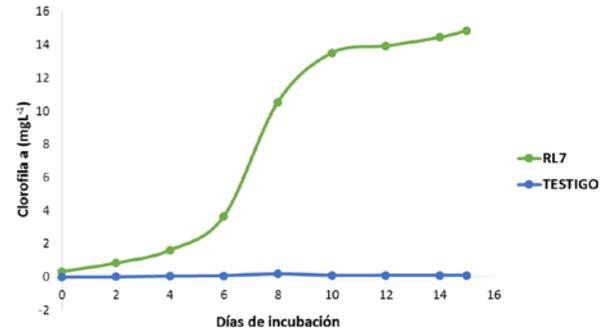


IMAGEN 6: Producción de clorofila a durante los quince días de incubación del consorcio fotosintético RL7 en el agua residual del rastro urbano.

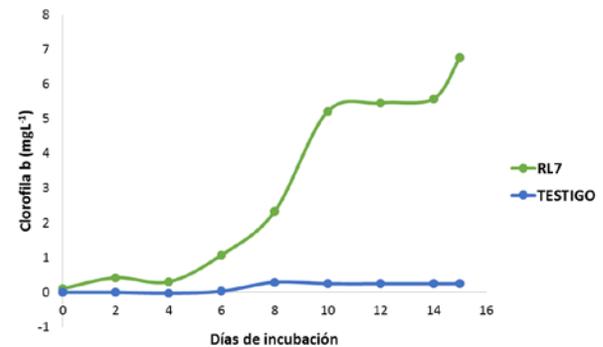


IMAGEN 7: Producción de clorofila b durante los quince días de incubación del consorcio fotosintético RL7 en el agua residual del rastro urbano.

Como se puede observar, la producción de clorofila es mucho mayor en el consorcio que en el testigo. La clorofila a alcanzó una producción de 14,8 mg/L y la clorofila b, 5,6 mg/L, a los quince días de incubación. A su vez se puede observar que la cinética de crecimiento del RL7, tiene una relación directa con el contenido de clorofila. Como era de esperarse, la eficiencia en la actividad fotosintética, permite transformar con la ayuda de la energía solar, los sustratos inorgánicos en sustratos orgánicos con contenido energético,

como se reporta por otros autores [16], esto contribuye con la mitigación del CO<sub>2</sub> y descontaminación del agua residual de rastro urbano, como se mencionó anteriormente.

## CONCLUSIONES

Las características del consorcio fotosintético RL7 permite su crecimiento en aguas residuales de rastro urbano, a diferencia de los microorganismos presentes en el testigo. El contenido de clorofila fue mayor, en comparación con el testigo, en el cual no se apreció cambio alguno.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guanajuato, por darme la oportunidad de realizar el Verano de Investigación. La Universidad Autónoma de Bucaramanga la cual me apoyó con los trámites requeridos para la estancia. Agradezco a todas las personas que me acompañaron y estuvieron conmigo durante el trayecto de la investigación, compañeros de laboratorio, especialmente a mi familia y a la Dra. Jaquelina González Castañeda.

## REFERENCIAS

- [1] Elkhatib, E., Mahdy, A., Sheriff, F. & Hamadeen, H. (2015). Evaluation of a Novel Water Treatment Residual Nanoparticles as a Sorbent for Arsenic Removal. *Journal of Nanomaterials*. (1), 1-10.
- [2] Ali, S.; Aftab, A., Soomro, N., Nawaz, Mir S. & Vafai, K. (2015). Waste Water Treatment-Bed of Coal Fly Ash for Dyes and Pigments Industry. *Pakistan Journal of Analytical & Environmental Chemistry*. 16 (1), 48-56.
- [3] Liu, Y., Kang, X., Li X. & Yuan, Y. (2015) Performance of aerobic granular sludge in a sequencing batch bioreactor for slaughterhouse wastewater treatment. *Bioresurce Technology*. 190 (1), 487-491.
- [4] Arango, L., Cuervo, F., González, A. & Buitrón, G. (2016). Effect of microalgae inoculation on the start-up of microalgae-bacteria systems treating municipal, piggery and digestate wastewaters. *Water Science & Technology*. 73 (1), 687-696.
- [5] Bravo, C., Sáez, C., Herrera, L. & Varas, F. (2016). Multi-scenario energy-economic evaluation for a biorefinery based on microalgae biomass with application of anaerobic digestion. *Algal Research*, 16 (1), 292-307.
- [6] Arias, M. & Roldán, M. (2013). Producción de biodiesel a partir de microalgas: parámetros del cultivo que afectan la producción de lípidos. *Acta Biol. Colomb*. 18 (1), 43-68.

[7] Norma Mexicana NMX-AA-008-SCFI-2011

[8] Norma Mexicana NMX-AA-030/1-SCFI-2012

[9] Norma Mexicana NMX-AA-012-SCFI-2001

[10] Norma Mexicana NMX-AA-028-SCFI-2001

[11] Quevedo O, C., Morales V, S.P. & Acosta C.A. (2008). Crecimiento de *Scenedesmus sp* en diferentes medios de cultivo para la producción de proteína microalgal. *VITAE*, revista de la Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 15(1), 25-31.

[12] Pérez, L., Salgueiro, J., Maceiras, R., Cancela A. & Sánchez, A. (2016). Study of influence of pH and salinity on combined flocculation of *Chaetoceros gracilis microalgae*. *Chemical Engineering Journal*, 286 (1), 106-113.

[13] Gao, F., Li, C., Yang, Z., Zeng, G., Feng, L., Liu, J., Liu, M. & Cai, H. (2016). Continuous microalgae cultivation in aquaculture wastewater by a membrane photobioreactor for biomass production and nutrients removal. *Ecological Engineering*, (92), 55-61.

[14] Norma Ecológica NOM-001-ECOL-1996.

[15] Fernández, I., Berenguel, M., Guzmán, J.L., Ación, F., De Andrade, G. & Pagano, D. (2016). Hierarchical control for microalgae biomass production in photobioreactors. *Control Engineering Practice*, 54(1), 246-255.

[16] Abu-Ghosh, S., Fixler, D., Dubinsky, Z. & Iluz, D. (2015). Continuous background light significantly increases flashing-light enhancement of photosynthesis and growth of microalgae. *Bioresurce Technology*, 187 (1), 144-148.