

## Microalgas presentes en una laguna para pulimento de efluentes de una planta de tratamiento de aguas residuales urbanas

Presence of microalgae in a lagoon for polishing of effluents from a treatment plant for urban wastewaters

A. Escorihuela<sup>1</sup>, M. Núñez<sup>2</sup>, N. Rosales<sup>3</sup>, R. Mora<sup>3</sup> y E. Morales<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología, Escuela de Educación, Facultad de Humanidades.

<sup>2</sup>Centro de Investigación del Agua, Facultad de Ingeniería.

<sup>3</sup>Laboratorio de Microorganismos Fotosintéticos, Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia, Maracaibo.

### Resumen

Las microalgas son utilizadas como sistema alternativo para tratar aguas residuales. Se realizó un muestreo semanal durante dos meses, para evaluar la población de microalgas en entrada y salida de una laguna para pulimento de efluentes de una planta de tratamiento. Se cuantificó la población a través de recuento celular. Las poblaciones observadas con mayor frecuencia pertenecen a la división Cyanophyta, con 99,5 y 97,45% para entrada y salida. El género más frecuente fue *Synechocystis* con 96,25%. El pH se mantuvo estable entre 7-8. Se observó una disminución entre los valores de entrada y salida del 60; 38; 31,5 y 7,64% en cuanto a SST, DQO, NTK y fósforo. Los resultados demuestran dominancia de cianofitas, disminución del nitrógeno y fósforo.

**Palabras clave:** microalgas, parámetros fisicoquímicos, nutrientes, tratamiento terciario de aguas.

### Abstract

Microalgae are used as alternative system for wastewater treatment. Weekly samplings were carried out during two months to evaluate the microalgae population in the influent and effluent in a lagoon for effluents polishing in a treatment plant for urban wastewaters. Population was quantified by cell

counting. The observed populations with more frequency belong to the division Cyanophyta, with 99.5 and 97.45% for influent and effluent. The most frequent genre was *Synechocystis* with 96.25%. The pH stayed stable among 7-8. A decrease was observed between the influent and effluent values of 60, 38, 31.5 and 7.64% for TSS, COD, NTK and phosphorous. Results demonstrate cyanophytes domination and a decrease in nitrogen and phosphorous.

**Keywords:** microalgae, physicochemical parameters, nutrients, tertiary water treatment.

## Introducción

Las aguas residuales constituyen un gran problema sanitario. Sin embargo, son un recurso muy apreciado para el riego y la piscicultura, y de gran valor económico en áreas desérticas o con estiajes prolongados. Los nutrientes presentes en las aguas residuales tienen valor como fertilizantes y aumentan el rendimiento de los cultivos. Los tratamientos biológicos como las lagunas de estabilización y los humedales construidos, representan una alternativa en el tratamiento de aguas residuales debido a que los gastos de operación y mantenimiento son bajos, no requieren trabajo permanente en la instalación y facilitan el reciclaje y reutilización del agua (4).

Los microorganismos fotosintéticos han recibido en los últimos años mayor atención, especialmente en las regiones tropicales y subtropicales, como un biosistema alternativo para el tratamiento de aguas residuales (3). Tales microorganismos se han utilizado principalmente en procesos de tratamiento terciario, debido a su habilidad de remover nutrientes inorgánicos como el nitrógeno y el fósforo de las aguas residuales, los cuales son asimilados para su crecimiento. Además, las

microalgas juegan un papel clave en estos sistemas de tratamiento de residuos por su acción generadora de oxígeno a través del proceso de la fotosíntesis. Sin estos organismos los sistemas se volverían anaeróbicos, por lo tanto, las bacterias se verían imposibilitadas de utilizar el oxígeno para la oxidación de la materia orgánica. Adicionalmente, estos microorganismos parecen afectar el tratamiento del agua por otras vías; como por ejemplo, la asimilación de la materia orgánica y por la influencia negativa que ejercen sobre patógenos microbianos (5).

Por lo tanto, es necesario realizar estudios sobre los microorganismos fotosintéticos presentes en este tipo de tecnología, con el propósito de contribuir al conocimiento de los factores que pueden intervenir significativamente en la eficiencia de la remoción de nutrientes inorgánicos y coadyuvar con la optimización del tratamiento para la obtención de aguas residuales con una carga de poluentes aceptable. De esta forma, se presenta una alternativa para los sistemas de tratamientos altamente costosos que se utilizan en países industrializados.

## Materiales y métodos

Se realizó un muestreo semanal durante un periodo de dos meses, comprendido entre el 14 marzo y el 14 de mayo de 2005, en la entrada y salida de una laguna construida como parte de un sistema de tratamiento avanzado de agua residual, en las instalaciones del Centro de Investigación del Agua de la Universidad del Zulia. Para coleccionar las muestras se utilizaron envases semitransparentes tapados y colocados en una cava portátil con hielo, los cuales fueron trasladados de inmediato al Laboratorio de Microorganismos Fotosintéticos del Departamento de Biología, de la Facultad de Experimental de Ciencias

de la Universidad del Zulia. La ubicación taxonómica de los géneros observados en las aguas residuales durante el período de muestreo se fundamentó en bibliografía específica y claves taxonómicas disponibles. La densidad celular se determinó por recuento celular utilizando un hematocitómetro Neübauer.

Adicionalmente se realizó en cada muestreo, la determinación de parámetros fisicoquímicos, a saber: demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), pH, nitrógeno total Kjeldahl y fósforo total (1) en el afluente y efluente del sistema estudiado.

## Resultados y discusión

El cuadro 1 muestra la variación de la población a través de las nueve semanas de muestreo, observándose que la división Cyanophyta fue la más abundante con el 99,5 y el 98,11% de la población total para la entrada y la salida, respectivamente. Dentro de esta división el género *Synechocystis* fue el más abundante con el 96,25% de la población fitoplanctónica total. Se observa además que la población en la entrada de la laguna en estudio resultó ser mayor que a la salida, con promedio totales de 303,73 y 98,35 cel.mL<sup>-1</sup>, respectivamente.

Miembros de la división Chlorophyta estuvieron presentes en casi todos los muestreos, con *Chlorella* como género más abundante, mientras que *Euglena*, de la división Euglenophyta estuvo presente sólo en uno de los muestreos a la entrada de la laguna.

Estudios previos han reportado que dentro de los grupos de microalgas más importantes, presentes en aguas residuales, la gran mayoría pertenecen o forman parte de las divisiones Chlorophyta y Cyanophyta (6).

En el cuadro 2 se presentan los valores de diversos parámetros fisicoquímicos durante las nueve semanas de muestreo en la entrada y salida de la laguna en estudio. Se observa una alta remoción de los sólidos totales en suspensión (SST) con un valor del 60%. La remoción de DQO y nitrógeno total Kjeldahl fue de un 38 y 31,5%, respectivamente; mientras que la de fósforo total fue de tan sólo de 7,64%. La relación N:P se mantuvo estable entre la entrada (5:2) y la salida (5:3), respectivamente.

Diferentes estudios de remoción de nutrientes en aguas residuales demuestran la habilidad de las microalgas de remover nutrientes de

**Cuadro 1. Densidad de población (cel.mL<sup>-1</sup>) de grupos de microalgas en la entrada y salida de una laguna de pulimento de efluentes de una planta de tratamiento de aguas urbanas.**

Semana	Entrada				Salida			
	Cianofita	Clorofita	Euglenofita	Total	Cianofita	Clorofita	Euglenofita	Total
1	117,6	0,38	0,00	118,00	31,51	15,26	0,00	46,76
2	185,6	2,13	1,00	188,77	80,13	0,26	0,00	86,38
3	26,8	0,00	0,00	26,88	12,38	0,38	0,00	12,76
4	371,5	1,85	0,00	373,44	71,78	0,00	0,00	71,78
5	541,5	3,20	0,00	544,73	214,72	0,63	0,00	215,35
6	129,7	2,22	0,00	132,02	66,39	0,07	0,00	66,46
7	698,6	0,63	0,00	699,31	266,74	0,14	0,00	266,88
8	357,5	1,06	0,00	358,66	66,81	0,00	0,00	66,81
9	290,7	1,07	0,00	291,81	57,97	0,00	0,00	57,97
Promedio	302,2	1,39	0,11	303,73	96,49	1,86	0	98,35
%	99,5	0,46	0,04	100,00	98,11	1,89	0	100,00

**Cuadro 2. Parámetros fisicoquímicos medidos en la entrada y salida de una laguna de pulimento de efluentes de una planta de tratamiento de aguas urbanas.**

Semana	SST		DQO		FOSFORO		NTK		pH	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
1	105	77	308,1	183,6	7,06	4,29	15,96	9,52	7,38	7,5
2	181	46	349,8	163,8	5,45	3,91	6,72	3,36	9,23	7,46
3	79	39	189,5	194,2	6,38	5,54	31,64	16,80	8,52	7,14
4	95	32	248,8	160,8	7,81	7,44	17,92	9,38	7,43	6,79
5	47	11	194,4	119,8	8,24	7,43	16,66	13,02	7,32	6,51
6	70	29	194,4	151,7	6,83	7,27	14,42	10,22	7,11	6,66
7	68	19	194,4	106,1	7,19	8,33	11,90	8,40	7,17	6,59
8	35	10	184,7	109,2	6,10	6,05	14,14	13,30	7,44	6,67
9	101	49	192,8	83,4	4,10	4,37	14,84	14,70	7,63	7,41
Promedio	86,78	34,67	228,58	141,44	6,57	6,07	16,02	10,97	7,69	6,97
Remoción (%)	60,00		38,00		7,60		31,50		7,64	

aguas residuales. Un estudio con *Chlorella pyreïnoidosa* y *Scenedesmus* sp., mostró una reducción de más del 80% de fósforo total y nitrógeno inorgánico (4).

Andrade *et al.* (2) reportaron un estudio sobre tratamiento de aguas residuales urbanas, colectadas en el sistema de lagunas de estabilización

del Centro de Investigaciones del Agua (CIA), de la Universidad del Zulia, en la cual cultivos de *Chlorella* sp., producían hasta un máximo del 100% de remoción de los niveles de N-NH<sub>3</sub> y un 62% de remoción de P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> durante los primeros 4 días de ensayo.

## Conclusiones

Los resultados demuestran que las microalgas cianofitas del género *Synechocystis* predominaron durante el monitoreo. Además se observó una importante disminución de parámetros como SST, DQO y nitrógeno, mientras que el fósforo sólo disminuyó de forma moderada. Esto sig-

nifica que la presencia de la comunidad de microalgas favorece la remoción de los nutrientes, demostrando así la importancia en el tratamiento avanzado o pulimento de aguas residuales a través de la remoción de la carga orgánica presente en ellas.

## Agradecimientos

Al FONACIT, a través del proyecto S-1 #2000000786 por el

financiamiento prestado para la realización de este trabajo

## Literatura citada

1. APHA (American Public Health Association), American Water Work Association and water Pollution Control Federation. 1992. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. Washinton DC, EE.UU.
2. Andrade C., C. Chacón, C. Cárdenas y E. Morales. 2006. Remoción de nitrógeno y fósforo de aguas residuales urbanas por la microalga *Chlorella* sp. en condiciones de laboratorio. *Ciencia* 14 (1): 56-63.
3. de la Noüe J., G. Laliberte y D. Prouls. 1992. Algae and waste water. *J. Appl. Phycol.* 4: 247-254.
4. Lau P., N. Tam y Y. Wong. 1995. Effect of algal density on nutrient removal from primary settled wastewater. *Environ. Poll.* 89(1): 59-66.
5. Mara D. y H. Pearson. 1986. Artificial freshwater environments: Waste stabilization ponds. pp. 177-206. En: Rehm, H. y G. Reed (Eds.). *Biotecnology -A comprehensive treatise.* Weinheim, Alemania.
6. Tronconi F. 1996. Estudio de las Microalgas presentes en Lagunas de Estabilización. Tesis de Maestría. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.