

## COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD PLANCTÓNICA EN LAGUNAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS

Lucía Gimenez

*Laboratorio de Ecotoxicología. Departamento de Ciencias Naturales. Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Nacional del Litoral. Ciudad Universitaria - Paraje El Pozo S/N (3000). Santa Fe. Argentina.*

Directora: Wanda Polla

Codirector: Ulises Reno

Áreas: Ciencias Naturales

Palabras clave: Fitoplancton, Zooplancton, Efluentes Urbanos

### INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales urbanas contienen efluentes procedentes de zonas de vivienda y de servicios, generadas principalmente por el metabolismo humano y actividades domésticas. En la ciudad de San Justo (Santa Fe), dichas aguas residuales son tratadas en lagunas de estabilización. Este sistema consta de una serie de etapas biológicas que se continúan con un tratamiento de desinfección, que permite obtener un efluente con la calidad requerida por la normativa vigente, para ser volcado al curso de agua receptor (río Salado). Si bien se conoce que el rendimiento en la remoción de compuestos orgánicos e inorgánicos del tratamiento biológico se encuentra íntimamente relacionado con el ensamble de microorganismos acuáticos presente en la matriz del líquido a tratar, es escasa la información sobre la composición de dichos ensambles, las funciones tróficas, los requerimientos ecosistémicos y la relación de estos con las variables fisicoquímicas, características que determinan la calidad de las aguas residuales domésticas y, por lo tanto, de la eficiencia del tratamiento.

### OBJETIVO

Conocer la composición y estructura del ensamble planctónico de las lagunas de tratamiento.

### METODOLOGÍA

El sistema de tratamiento cuenta con lagunas de estabilización: dos lagunas anaeróbicas, dos facultativas primarias, dos facultativas secundarias (LFS1 y LFS2) y una cámara de cloración. Se realizó un muestreo mensual durante tres meses del invierno del año 2021 (junio, julio y agosto) en las lagunas LFS1 y LFS2. Los meses seleccionados corresponden a los de menor temperatura ambiental y menor régimen de precipitaciones, considerando los promedios mensuales registrados en la localidad en los últimos 10 años. Tanto la temperatura como las precipitaciones están relacionadas con la eficiencia del proceso de depuración.

Título del proyecto: Tratamiento de efluentes urbanos: remediación y bioprospección de microalgas de interés biotecnológico

Instrumento: PICT

Año convocatoria: 2019

Organismo financiador: ANPCyT

Directora: Dra. Regaldo, Luciana



En cada muestreo se midieron *in situ* en ambas lagunas: temperatura (°C); pH; conductividad ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ); oxígeno disuelto ( $\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$ ) con Equipo Multiparámetro YSI Professional Plus.

Las muestras cualitativas de fitoplancton se tomaron con una red de 20  $\mu\text{m}$  de abertura de malla y se fijaron con formaldehído al 5%; las muestras cuantitativas se extrajeron de la zona subsuperficial y fijadas *in situ* con solución de lugol al 1% con ácido acético glacial para la conservación de flagelos. La identificación de los organismos se efectuó con microscopio óptico con un aumento de 1000x mediante la observación de muestras cualitativas y el uso de claves específicas: Prescott (1978), Tell & Conforti (1986), Comas González (1996), Metzeltin et al. (2005), Bonilla (2009), Komárek (2014), entre otros. La cuantificación de las algas se realizó con microscopio invertido, modelo MOTIC, siguiendo el método de Utermöhl (1958). Los resultados de los conteos de microalgas se expresaron en abundancia ( $\text{ind. mL}^{-1}$ ).

Se determinaron las concentraciones de clorofila-*a*, clorofila-*b*, clorofila total, feofitina y carotenos. Se empleó la metodología del protocolo reportado por APHA (2012). La concentración de clorofilas y carotenos fue calculada mediante las ecuaciones de Jeffrey y Humphrey (1975), mientras que la concentración de feofitina fue calculada mediante la ecuación de Lorenzen (1967).

Para el estudio del zooplancton se colectaron tres muestras para análisis cuantitativo y una para análisis cualitativo de cada laguna. Para el análisis cuantitativo, se filtró el contenido de 3 botellas Van Dorn (3,5 L) con red de plancton (45  $\mu\text{m}$ ) por cada réplica, esta red también se empleó para la toma de la muestra destinada al análisis cualitativo. Las muestras fueron fijadas y coloreadas con formol al 4% y eritrosina. La identificación taxonómica se realizó con lupa binocular, microscopio óptico y uso de claves específicas (Koste y Shiel, 1989; Lopretto y Tell, 1995; Paggi, 1995, entre otros). El análisis cuantitativo se realizó mediante el conteo de los organismos con microscopía óptica en cámara de Segdwick-Rafter de 1 mL. En cada réplica, se analizaron 3 alícuotas de 1 mL para calcular la densidad absoluta de cada taxón expresada en valores de individuos por litro (Pennak, 1989). Para calcular la diversidad específica se empleó el índice de Shannon y Weaver (1949) y para la equitatividad el índice de Pielou (1969). Los datos fisicoquímicos y biológicos fueron analizados mediante test estadísticos con el fin de determinar posibles diferencias significativas entre las lagunas facultativas secundarias muestreadas. Los datos fueron analizados con la prueba t de Student luego de verificar la homocedasticidad de las varianzas y normalidad de los datos. El software estadístico empleado fue SigmaPlot 12.0.

## RESULTADOS

En promedio, la temperatura fue  $13,2 \pm 1,6$  °C; el oxígeno disuelto:  $3,8 \pm 1,6$   $\text{mg L}^{-1}$ ; conductividad:  $902,5 \pm 243,6$   $\mu\text{S cm}^{-1}$  y el pH:  $7,8 \pm 0,4$ . Se determinaron los siguientes nutrientes: nitrato  $23,35 \pm 6,42$   $\text{mg L}^{-1} \text{NO}_3^-$ ; nitrito  $0,08 \pm 0,01$   $\text{mg L}^{-1} \text{NO}_2^-$ ; amonio  $51,13 \pm 6,21$   $\text{mg L}^{-1} \text{NH}_4^+$  y fósforo  $12,35 \pm 7,58$   $\text{mg L}^{-1} \text{PO}_4^{3-}$ .

La concentración de clorofila-*a* fue de  $0,56 \pm 0,11$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ; clorofila-*b*:  $0,06 \pm 0,02$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ; clorofila total:  $0,63 \pm 0,11$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ; carotenos:  $0,45 \pm 0,08$   $\mu\text{g L}^{-1}$ , mientras que para feofitina fue  $0,45 \pm 0,17$   $\mu\text{g L}^{-1}$ .

Los parámetros fisicoquímicos, los valores de pigmentos, la diversidad y equitatividad se expresaron como promedio.



No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los parámetros físicoquímicos ni en la composición de los ensambles fito y zooplanctónicos entre las lagunas facultativas analizadas ( $p > 0,05$ ).

### Ensamble fitoplanctónico

Se registró una Riqueza Específica de 53 taxa, pertenecientes a Chlorophyta (29), Euglenophyta (11), Cyanobacteria (7), Bacillariophyta (5) y Cryptista (1). Las densidades registradas por grupos presentaron el mismo orden decreciente. La densidad promedio registrada fue de  $282.659 \text{ ind mL}^{-1}$  (Fig. 1).

Dentro de Chlorophyta las especies más abundantes fueron *Monoraphidium griffithii* ( $143.005 \text{ ind mL}^{-1}$ ) y *Chlorella vulgaris* ( $70.728 \text{ ind mL}^{-1}$ ). La especie que presentó mayor densidad dentro de Euglenophyta, fue *Monomorhina sp.* ( $2.446 \text{ ind mL}^{-1}$ ). Por otra parte, *Chroococcus minutus* ( $8.845 \text{ ind mL}^{-1}$ ) fue la mayor representada dentro del grupo Cyanobacteria; mientras que dentro de Bacillariophyta lo fue *Gomphonema augur* ( $930 \text{ ind mL}^{-1}$ ). Diversidad y equitatividad fueron  $1,9 \pm 0,5$  y  $0,6 \pm 0,1$ , respectivamente.

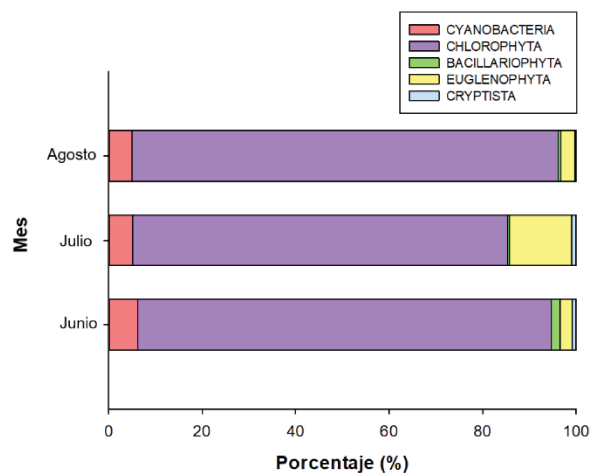


Fig. 1. Estructura del ensamble fitoplanctónico por grupo taxonómico y mes de muestreo, expresada en forma porcentual acumulada.

### Ensamble zooplanctónico

La riqueza específica de este ensamble fue 7 taxa. Las densidades promedio ( $\text{ind L}^{-1}$ ) registradas presentaron el siguiente orden decreciente: Rotifera (961) > Copepoda (87) > Cladocera (2) (Fig. 2).

Fueron identificadas 5 especies de rotíferos: *Lecane bulla*, *L. hamata*, *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus* y *B. urceolaris*. La especie *B. calyciflorus* fue la que mayor densidad presentó ( $1.499 \text{ ind L}^{-1}$ ). La diversidad presente en las lagunas de tratamiento fue  $0,8 \pm 0,1$  y la equitatividad  $0,5 \pm 0,1$ .

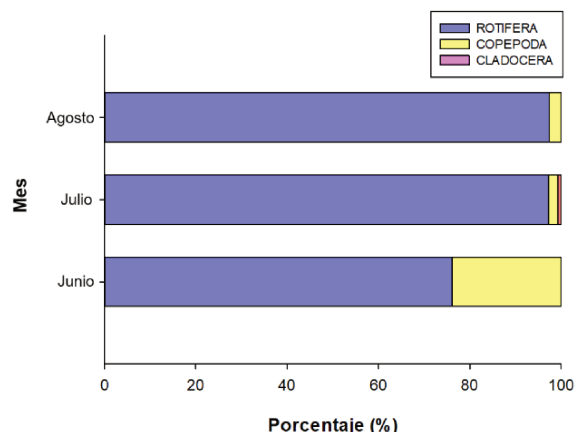


Fig. 2. Estructura del ensamble zooplanctónico por grupo taxonómico y mes de muestreo, expresada en forma porcentual acumulada.

## CONCLUSIONES

Chlorophyta y Euglenophyta fueron los principales grupos taxonómicos en cuanto a riqueza específica y densidad dentro del ensamble fitoplanctónico presente en las lagunas facultativas secundarias de tratamiento de aguas residuales domésticas.



Rotifera fue el grupo que presentó mayor riqueza y densidad dentro del ensamble zooplanctónico en las lagunas facultativas secundarias, siendo la especie más abundante *B. calyciflorus*.

La estructura de la comunidad planctónica en ambas lagunas facultativas secundarias no fue estadísticamente diferente por lo que podemos afirmar que si bien las mismas funcionan de forma independiente lo hacen de forma similar.

Consideramos que es relevante continuar este análisis en el tiempo ya que podremos evaluar las posibles fluctuaciones en los parámetros fisicoquímicos, carga de nutrientes y composición de los ensamblajes biológicos y las posibles relaciones con el tratamiento de estas aguas residuales domésticas.

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- APHA. 2012.** Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington.
- Bonilla, S. 2009.** Cianobacterias. Manual para Identificación y Monitoreo. Montevideo: Unesco, 96 pp.
- Comas Gonzalez, A. 1996.** Las Chlorococcales Dulceacuícolas de Cuba. Bibliotheca Phycologica. J. Cramer. Berlin. Stuttgart, 192 pp.
- Jeffrey, S. T., Humphrey, G. 1975.** New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. Biochemie und physiologie der pflanzen. 167(2): 191-194.
- Komárek, J., Kastovsky, J., Mares, J., Johansen, J. 2014.** Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014 using a polyphasic approach. Preslia, 86, 295-335.
- Koste, W., Shiel, R. 1989.** Rotifera from Australian inland waters. IV. Colurellidae (Rotifera: Monogononta). Transactions of the Royal Society of South Australia, 113(3), 119-143.
- Lopretto, E. C., Tell, G. 1995.** Ecosistemas de aguas continentales. Ediciones Sur. La Plata. Argentina.
- Lorenzen, C. J. 1967.** Determination of chlorophyll and pheo-pigments: spectrophotometric equations 1. Limnology and oceanography. 12(2): 343-346.
- Metzeltin, D., Bertalot, L., Garcia-Rodriguez, F. 2005.** Diatoms of Uruguay: Compared with other taxa from South America and elsewhere. Gantner Verlag K.G, 735 pp.
- Paggi, J. C. 1995.** Cladocera. En Lopretto E. & Tell G. (Eds.). Ecosistemas de aguas continentales. Ediciones Sur. La Plata. Argentina, 1401 pp.
- Pennak, R. W. 1989.** Freshwater Invertebrates of the United States. Wiley & Sons. Nueva York. Estados Unidos. p. 625.
- Pielou, E. C. 1969.** An Introduction to Mathematical Ecology. Wiley-Interscience. Wiley & Sons, 285 p.
- Prescott, G. 1978.** How to know the freshwater algal? The Pictured Key Nature Series. Wm. C. Brown Company Publishers Dubuque, IOWA. 292 pp.
- Shannon, C., Weaver, W. 1949.** The mathematical theory of communication. University Illinois Press, Urbana.
- Tell, G., Conforti, V. 1986.** Euglenophyta pigmentadas de la Argentina. Berlin, Cramer J. Bibliotheca Phycologica, 301 pp.
- Utermöhl, H. 1958.** Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik: Mit 1 Tabelle und 15 abbildungen im Text und auf 1 Tafel. Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie Mitteilungen, 9 (1), 1-38.