

Laboratorio de Protistología de la Universidad de Barcelona

Humbert Salvadó Cabré.
Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals



Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona

Miembros Doctores del Grupo:

Humbert Salvadó, Oriol Canals,
Alberto Maceda-Veiga,
Pedro Mailló.

El laboratorio de Protistología de la Universidad de Barcelona ha dedicado su investigación desde sus inicios hace más de 20 años a distintos campos de la Protistología aplicada, desde la **tecnología del agua** a la **ictiopatología**, centrándose principalmente en el estudio del papel de los protistas en los **sistemas de tratamiento del agua**.

Si bien el grupo está ubicado en el Departamento de Biología Evolutiva, Ecología y Ciencias Ambientales de la Facultad de Biología mantiene fuertes vínculos con otros grupos de la misma facultad y de distintas facultades de la Universidad de Barcelona así como otras universidades como la Universidad Complutense de Madrid, Universidad Politécnica de Cataluña o la Universidad Jagellónica de Cracovia, centros de investigación como *Natural History Museum* de Londres, o el Institut d'Estudis del Mar (ICM-CSIC), asociaciones para el desarrollo de la bioindicación como el Grupo de Bioindicación de Sevilla GBS y numerosas empresas del sector del agua.

Para entender la dinámica actual del grupo debemos retroceder a su iniciación y aprovechar para rendir homenaje a M^a del Pilar Gracia Royo, con obstinado empeño y dedicación en el estudio de los protozoos. En la década de los ochenta del S.XX, promueve un pionero grupo de Protozoología en la Facultad de Biología, inicios que también fueron estimulados por el reconocido ecólogo Ramón Margalef. Pese a su jubilación en el año 2003, M^a del Pilar Gracia, en la actualidad, continua dando apoyo al grupo con sus visitas periódicas en la Facultad de Biología.

En el seno del Laboratorio de Protistología, se han formado, en los últimos años, numerosos

investigadores y especialistas en el campo del tratamiento de las aguas residuales, bioindicación y ecología, entre los que destacan Jaume Puigagut (Universidad Politécnica de Catalunya), Meritxell Mas (Hydrolab Microbiologica) y Julio López Doval (ICRA-Girona), entre otros.

EL ANÁLISIS MICROSCÓPICO EN PROCESOS DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

La composición biológica en los procesos de depuración de aguas residuales sigue siendo hoy día en muchos aspectos incompleta y sorprendente y por ello, fuente de debate. Su conocimiento parcial pone en riesgo la efectividad de importantes inversiones en la industria del agua. Un exceso de inversión supone un uso inadecuado de los fondos sean públicos o privados, y una falta de inversión supone una mala calidad de los efluentes de las estaciones depuradoras comprometiendo directamente al medio ambiente.

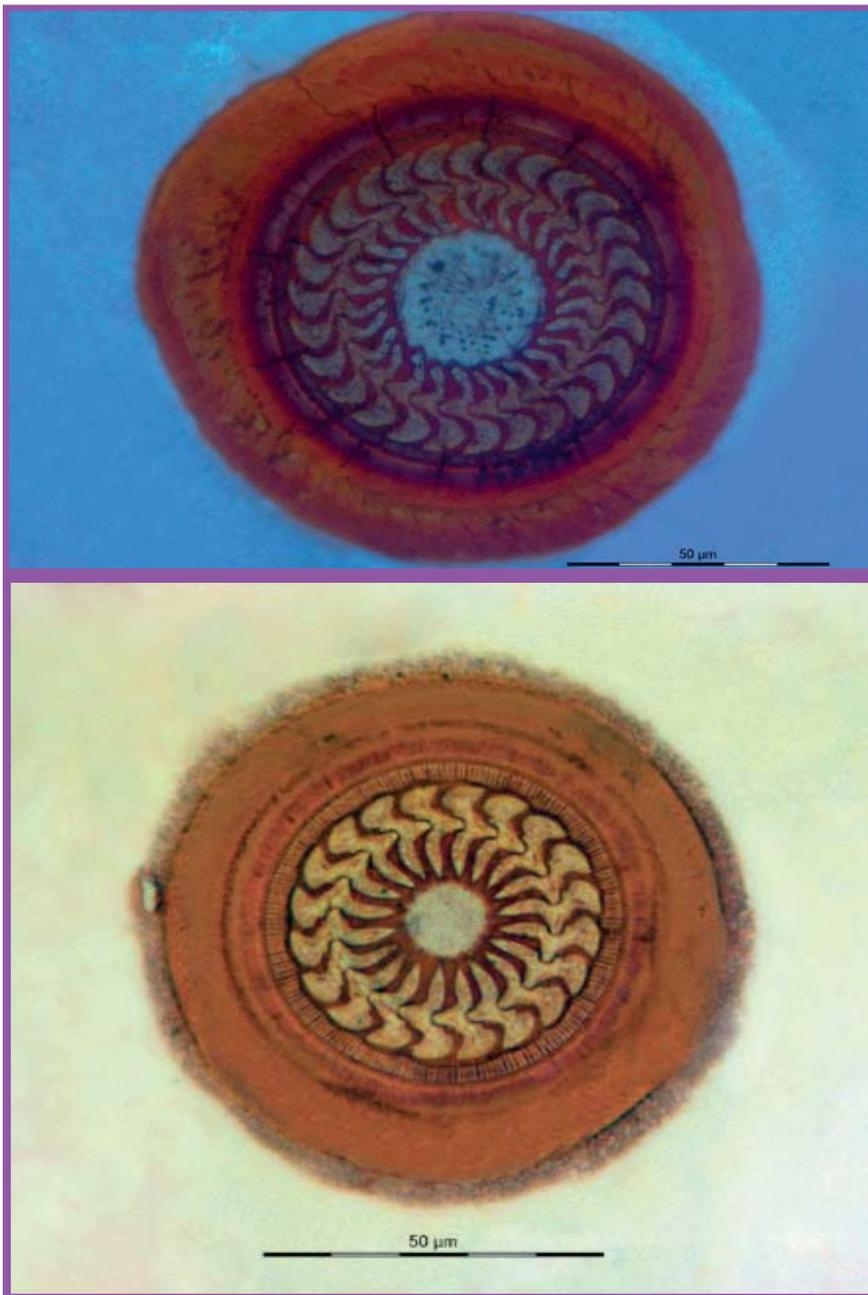
En los procesos de depuración de aguas residuales la comunidad microbiológica está compuesta esencialmente por microorganismos procariotas siendo las bacterias las que juegan el papel más relevante en procesos aeróbicos. La comunidad microeucariota está compuesta por una gran diversidad de organismos, principalmente protistas heterótrofos, que, aunque representan un porcentaje bajo en relación al total de la biomasa, son esenciales para el correcto funcionamiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y obtención de un efluente de calidad, especialmente por su papel como biofiltros eliminando tanto bacterias dispersas como micropartículas. Por otro lado el papel fotosintético de las microalgas a partir de la crisis energética está en auge como Biotecnología capaz de generar biofuel. Su estudio e interés no ha escapado a nuestro grupo, donde el papel que juegan las

microalgas y las interacciones con protistas en Lagunas de Alto Rendimiento (*High Rate Algal Ponds* HRAP) están siendo objeto de estudio (Gutiérrez et al 2016 a, b).

Los protistas han mostrado un interés destacado como bioindicadores en el mundo de la industria del agua. Su capacidad como bioindicadores ha ido en incremento a medida que se conoce mejor la diversidad, donde nuestro grupo ha contribuido ampliamente, por ejemplo la guía de identificación de ciliados (Curds *et al.* 2008). La capacidad de indicarnos una calidad del efluente de las EDARs es el papel más conocido, pero vemos que el conocimiento de su biología y ecología muestran ciertos potenciales poco estudiados, desde la edad del fango o el tipo de flujo hasta el tiempo de retención hidráulico. Hoy día hay un esfuerzo importante en aportar información sobre la capacidad de nitrificación. En este sentido ha sido caracterizada la población de protistas en distintos sistemas de eliminación de nitrógeno, sistemas tradicionales como el A2O, o en sistemas avanzados más sostenibles con el objetivo de optimizar los procesos SBNR (*Short-Cut Biological Nitrogen Removal*) y NIPAR (Nitrification Partial) previo a un reactor Anammox en MBBR (Canals *et al.* 2013; Maceda-Veiga 2015; Canals y Salvadó 2016, Canals *et al.* 2017). La incorporación de técnicas moleculares enfocadas al análisis de la biodiversidad y taxonomía de los protistas como son las técnicas de secuenciación masiva NGS nos ha abierto una puerta, de momento, como análisis complementario a la microscopía.

CUANTIFICACIÓN DE LA BIOCENOSIS

En la supervisión de cualquier actividad industrial es necesaria la cuantificación de los parámetros de control y de sus indicadores. Por ello para implementar la bioindicación como herramienta básica en la



Tricodinidos en el barbo colirrojo como potenciales indicadores de contaminación. *Trichodina acuta* (arriba) y *Trichodina fultoni* (abajo). Maceda-Veiga, et al. 2013.

gestión de las EDARs es básico cuantificar los bioindicadores. En este sentido, desde el Laboratorio de Protistología se han elaborado protocolos para poder analizar y cuantificar de forma óptima la población de protistas que se establece en la biopelícula y en la comunidad intersticial de sistemas de biofilm MBBR (Canals *et al.* 2013 y 2017). Respecto a la optimización de la cuantificación de la comunidad procariota en sistemas de tratamiento de aguas residuales en cola-

boración con el equipo de Rosa M^a Araujo, consiguiéndose la cuantificación de la dicha biomasa procariota mediante citometría de flujo y mediante técnicas de fluorescencia *in situ* (FISH), esta última especialmente para microorganismos nitrificantes (Abzazou *et al.* 2016). En tercer lugar, se han desarrollado técnicas para la cuantificación microscópica algal en los HRAP piloto (Gutierrez *et al.* 2016 a). Finalmente, en 2016 se publicó un artículo para mejorar la cuantificación de los

microorganismos filamentosos en sistemas de tratamiento de aguas residuales (Salvadó 2016), herramienta fundamental para la gestión del esponjamiento del fango (*bulking*) y la formación de espumas (*foaming*) de origen filamentosos en procesos de tratamiento de fangos activados.

OTRAS APLICACIONES Y NUEVAS PERSPECTIVAS

En las últimas décadas se ha demostrado que algunos protistas, concretamente algunos géneros de organismos ameboides, juegan un papel de especial relevancia como reservorios de bacterias patógenas para el ser humano. Este hecho, que se da en el medio ambiente de forma natural, adquiere especial relevancia en algunos sistemas hídricos humanos como la red sanitaria de agua caliente o las torres de refrigeración. En este contexto, el Laboratorio de Protistología ha obtenido y publicado interesantes resultados sobre la presencia de protistas en estos sistemas hídricos antrópicos y sobre el efecto desinfectante, *in situ*, de la temperatura, del cloro y de la electrocoagulación sobre estos organismos (Canals *et al.*, 2014; Serrano-Suarez *et al.* 2013; Anfruns-Estrada *et al.* 2017).

El análisis parasitológico de peces ha sido también un objetivo del grupo, si bien en sus inicios el objetivo estaba centrado en los parásitos de peces de interés comercial, por ejemplo la anguila y el mero (Maillo *et al.* 2005, 2011). Más recientemente hemos profundizado en los efectos de la contaminación y su relación con parásitos de peces continentales amenazados (Maceda-Veiga 2009, 2013, 2014).

BIBLIOGRAFÍA

- Abzazou T, Araujo R.M, Auset M y Salvadó H.** (2016). Tracking and quantification of nitrifying bacteria in biofilm and mixed liquor of a partial nitrification MBBR pilot plant using fluorescence *in situ* hybridization. *Sci Total Environ* 541: 1115-1123.
- Anfruns-Estrada E, Bruguera-Casamada C, Salvadó H, Brillas E, Sirés I, Araujo R.M.** (2017). Inactivation of microbiota from urban wastewater by single and sequential electrocoagulation and electro-Fenton treatments. *Water Research* 126: 450-459.
- Canals O y Salvadó H.** (2016). Description of *Epistylis camprubii* n. sp. a Species Highly To-

lerant to Ammonium and Nitrite. Acta Protozool 55: 7- 8.

Canals O, Salvadó H, Auset M, Hernández C y Malfeito J.J. (2013). Microfauna communities as performance indicators for an A/O Shortcut Biological Nitrogen Removal moving-bed biofilm reactor. Water Research 47-9: 3141-3150.

Canals O, Serrano-Suárez A, Salvadó H, Méndez J, Cervero-Aragó S, Ruiz de Porras V, Dellundé J, Araujo R. 2014. Effect of chlorine and temperature on free-living protozoa in operational man-made water systems (cooling towers and hot sanitary water systems) in Catalonia. Environ Sci Pollut Res Int. 2015 22(9):6610-8

Canals O, Massana R, Riera J.L, Balagué V, Salvadó H. (2017). Microeukaryote community in a partial nitrification reactor prior to anammox and insight into the potential of ciliates as performance bioindicators New Biotechnology Available online <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.05.003>.

Curds C.R, Warren A, Salvadó H, Roberts D. 2008. An Atlas of Ciliated Protozoa Commonly Found in Aerobic Sewagetreatment Processes. An Aid to Monitor Treatment-plantPerformance. Natural History Museum, London. Disponible en:<http://ciliateguide.myspecies.info/ciliates-activated-sludge>

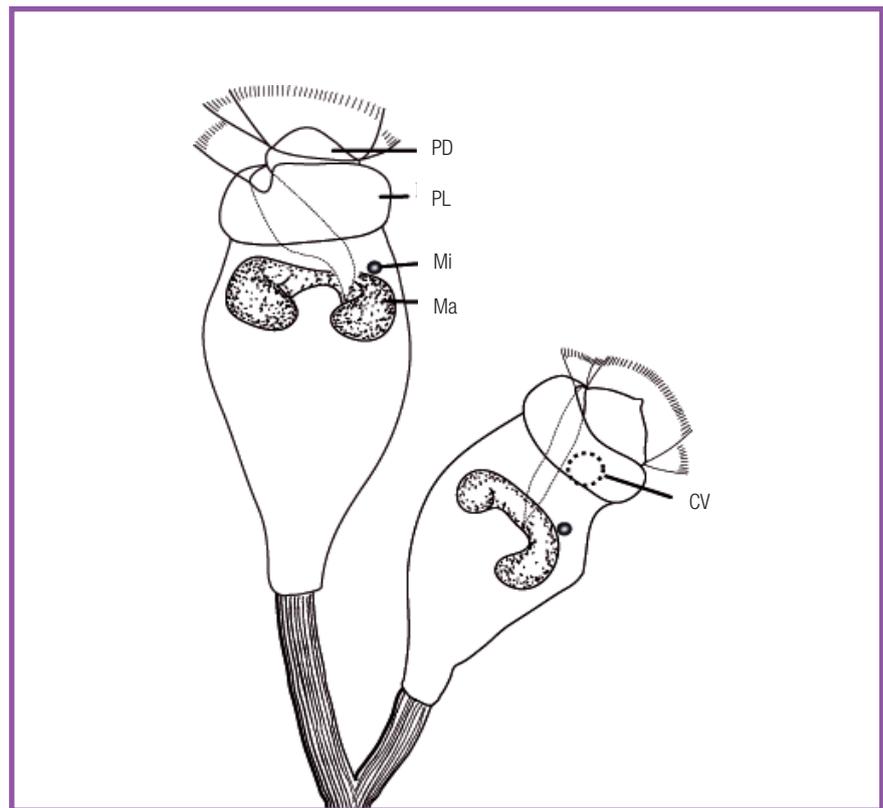
Gutiérrez R, Ferrer I, González-Molina A, Salvadó H, García J, Uggetti E. 2016. Microalgae recycling improves biomass recovery from wastewater treatment high rate algal ponds. Water Research. 106: 539- 549.

Gutiérrez R, Ferrer I, Uggetti E, Arnabat C, Salvadó H, García J. 2016. Settling velocity distribution of microalgal biomass from urban wastewater high rate algal ponds. Algal Research 16: 409-417.

Maceda-Veiga A. & Cable J. (2014) Efficacy of sea salt, metronidazole and formalin/malachite green baths in treating Ichthyophthirius multifiliis infections of mollies (Poecilia sphenops). Bulletin of the European Association of Fish Pathologists 34:5-8.

Maceda-Veiga A., Monroy M, Salvadó H, Cable J & De Sostoa A. (2013) Ectoparasites of native cyprinid Barbus haasi: first record of *Trichodina acuta* and *Trichodina fultoni* in Iberian catchments. Bulletin of the European Association of Fish Pathologists 33:187-193.

Maceda-Veiga A, Salvadó H, Vinyoles D & De Sostoa A. (2009) Outbreaks of *Ichthyophthirius multifiliis* in Redtail Barbs *Barbus haasi* in a Mediterranean Stream during Drought. Journal of Aquatic Animal Health 21:189-194.



Epistylis camprubii, nueva especie de ciliado e indicadora en sistemas de nitrificación con alta carga amoniacal. Colonia. PD – Disco peristomial; PL – Labio peristomial; CV – Vacuola contráctil; Ma – Macronúcleo; Mi – micronúcleo (Canals & Salvadó, 2016)

Maceda-Veiga A, Webster G, Canals O, Salvadó H, Weightman A.J & Cable J. (2015) Chronic effects of temperature and nitrate pollution on *Daphnia magna*: is this cladoceran suitable for widespread use as a tertiary treatment?. Water Research 83: 141-152.

Maillo P, Gracia M.P, Arnabat C, Casanovas J, Hispano C, Salvadó H. 2011. Parásitos del mero *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces: Serranidae, Epinephelinae), en un cultivo experimental en Cataluña. Actas XIII Congreso Nacional de Acuicultura. 1, pp. 230 - 231. (España): 2011. ISBN 978-84-937611-9-6

Maillo P.A, Vich M.A, Salvadó H, Marques A, Gracia M.P. 2005. Parasites of *Anguilla anguilla*, L. 1758

from three coastal lagoons of the river Ebro delta (Western mediterranean). Acta Parasitologica. 50 - 2, pp. 156 - 160. (Polonia): Versita, 2005. ISSN 1230-2821

Salvadó H. 2016. Improvement of the intersection method for the quantification of filamentous organisms: basis and practice for bulking and foaming bioindication purposes. Water Science and Technology. 74(6): 1274-1282.

Serrano-Suárez A, Dellundé J, Salvadó H, Cervero-Aragó S, Méndez J, Canals O, Blanco S, Arcas A, Araujo R. (2013). Microbial and physicochemical parameters associated with *Legionella* contamination in hot water recirculation systems. Environ Sci Pollut Res Int. 20: 5534-5544.