

## RESUMEN

---

El proceso de fangos activos es el sistema de tratamiento biológico más común en la depuración de las aguas residuales urbanas y/o industriales, siendo este un proceso biotecnológico donde interaccionan multitud de variables biológicas, fisicoquímicas y operacionales para la eliminación de contaminantes.

En la actualidad, los principales retos en el sector del tratamiento de las aguas residuales implican la necesidad de avanzar en el control y optimización de los procesos, que permitan encontrar nuevas estrategias y/o nuevos sistemas de tratamiento para el ahorro de los costes de explotación y el cumplimiento de los objetivos de eficiencia energética y calidad en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR). Además, las restricciones impuestas por la normativa en el vertido de ciertos contaminantes, como son el nitrógeno y el fósforo, obliga a las empresas del sector a realizar importantes modificaciones en la configuración de la planta. Por todo ello, cada vez es más necesario el conocimiento de la dinámica de las poblaciones microbianas que componen la comunidad biológica del sistema, principalmente los protistas, metazoos y bacterias filamentosas. Numerosos estudios han intentado relacionar protistas y metazoos con variables fisicoquímicas y operacionales de las plantas para revelar su valor bioindicador, si bien estos han tenido un carácter principalmente descriptivo y/o exploratorio, y no de interpretación ambiental. Respecto al estudio de las poblaciones de bacterias filamentosas en fangos activos, a menudo relacionadas con problemas de *bulking* y *foaming*, estos se han centrado principalmente en el esclarecimiento de su posición taxonómica y ecofisiología *in situ*, presencia y distribución, así como en el estudio de las medidas para su control, siendo también muy escasos los trabajos publicados sobre interpretación ambiental. Además, las variables ambientales (operacionales y fisicoquímicas de EDAR) empleadas para explicar la variabilidad de protistas, metazoos y bacterias filamentosas se han utilizado generalmente de forma restringida y algunas de ellas están muy poco exploradas.

En base a estas necesidades, el objetivo general planteado en el presente trabajo ha sido dilucidar las relaciones significativas entre variables biológicas (protistas, metazoos y bacterias filamentosas) y fisicoquímicas y operacionales en diversas plantas de fangos activos, lo cual nos ha permitido una interpretación ecológica de los procesos que tienen lugar en los reactores biológicos, proponiendo así nuevas herramientas para la monitorización del proceso y el avance en el conocimiento de aquellos microorganismos filamentosos que causan problemas en las instalaciones. Para el cumplimiento de los objetivos se tomaron, con una frecuencia quincenal y durante un año, muestras de fango activo, agua residual afluyente y efluente tratado, procedentes de seis biorreactores de cuatro EDAR de la Comunidad Valenciana. La estimación de la densidad absoluta de protistas y metazoos se llevó a cabo mediante recuento directo, mientras que la correspondiente a las bacterias filamentosas se realizó de forma subjetiva a partir de la técnica convencional y la técnica de hibridación *in situ* con sondas 16S/23S rDNA marcadas con fluoróforos (FISH). Ambos conjuntos de variables, ambientales y biológicas, fueron explorados individualmente según los factores biorreactor y estacional, empleando rutinas estadísticas multivariantes basadas en matrices distancia. Posteriormente, se aplicó un doble enfoque (lineal y unimodal) para la búsqueda de modelos de interpretación ambiental de las variables biológicas, empleando el análisis de regresión lineal múltiple multivariante (DISTLM) y análisis de redundancia basado en la distancia (dbRDA), así como el análisis de correspondencias canónico (CCA).

Los resultados obtenidos indican que la dinámica poblacional de protistas y metazoos se encuentra influida en muchos casos por ambos factores, estacional y biorreactor, siendo este último el que influye principalmente en la dinámica de las bacterias filamentosas. En el

caso de protistas y metazoos, se han propuesto nuevos bioindicadores del proceso de nitrificación, proponiéndose además las variables rNKTs y %N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> como las más adecuadas para la búsqueda de bioindicadores del rendimiento e inestabilidad, respectivamente, en el proceso de eliminación del nitrógeno. Por otro lado, la exploración exhaustiva de las variables ambientales ha determinado la conveniencia de su categorización, así como el estudio de la inercia biológica de las variables operacionales, previa a la construcción de modelos de interpretación ambiental. Además, recomendamos que la interpretación ecológica de las variables biológicas en cada uno de los biorreactores sea prioritaria a su interpretación conjunta. Los modelos construidos a partir de las rutinas DISTLM y CCA han aportado información relevante sobre las relaciones entre protistas y metazoos y algunas variables de control de planta, permitiendo su interpretación ecológica y la obtención de bioindicadores para la monitorización del proceso biológico en fangos activos. Entre las variables de control, la carga de fósforo total ha resultado ser el factor con mayor influencia en la variabilidad de las comunidades biológicas, siendo por tanto una variable alternativa a la carga másica. Por último, y en el caso de la comunidad de bacterias filamentosas, nuestros resultados sobre la identificación y cuantificación convencional vs. FISH nos han permitido constatar que los resultados de la microscopía convencional no son comparables con aquellos obtenidos a partir de la técnica FISH, excepto en los casos de *Microthrix parvicella* y GALO. Además, la construcción de modelos permite asociar las distintas bacterias filamentosas a diferentes rangos ambientales, obteniendo una información valiosa para el conocimiento de su dinámica poblacional.