



Estudio del control de *Microthrix parvicella* en las estaciones depuradoras de aguas residuales

Pilar Suárez Corteguera Departamento O&M de Acciona Agua
Angelina García Álvarez Departamento O&M de Acciona Agua
Julio Antonio Pérez Álvarez gerente Departamento O&M Zona Norte II de Acciona Agua

Se conocen los graves problemas que causan en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) el *bulking* o desarrollo excesivo de microorganismos filamentosos y las dificultades que suponen su eliminación. En este artículo se presenta una solución sencilla y de bajo coste para controlar el desarrollo de una filamentosos muy común en las EDAR, *Microthrix parvicella*, basándose en el metabolismo de la misma.

Palabras clave

Microthrix parvicella, edad del fango, ácidos grasos volátiles, sustrato fácilmente biodegradable, desnitrificación, EDAR.

Microthrix parvicella control study in wastewater treatment plants

It is known to cause serious problems in wastewater treatment plants (WWTP) the bulking or excessive development of filamentous organisms and the difficulties posed disposal. This article presents a simple and low cost adopted to control the development of a filamentous very common in WWTP, Microthrix parvicella, based on the metabolism of it.

Keywords

Microthrix parvicella, sludge age, volatile fatty acids, readily biodegradable substrate, denitrification, WWTP.



1. Introducción

La EDAR en la que se realiza el experimento, encomendada su explotación a la empresa Acciona Agua, sirve a una población de 85.000 habitantes equivalentes (he). La línea de agua consta de un pretratamiento dotado de desbaste grueso, desbaste fino, desarenado y desengrasado, decantación primaria mediante tres decantadores de 30 m de diámetro y un tratamiento biológico con tres líneas de reactores biológicos aerobios, de 4.280 m³ cada línea, con una zona anóxica en cabeza de cada línea, de 869 m³ con proceso de nitrificación-desnitrificación.

En lo referente a la línea de fangos, los primarios se espesan por gravedad en dos espesadores de 223 m³ cada uno, mientras que los biológicos se concentran en dos flotadores de 5 m de diámetro. Los fangos mixtos son acondicionados con cloruro férrico y cal y almacenados en un depósito tampón de 219 m³ previo a la deshidratación, que se realiza en dos filtros prensa de 298 m² cada uno. El almacenamiento del fango deshidratado se realiza en un silo de 50 m³ de capacidad y, posteriormente, se lleva a vertedero.

El punto de vertido del efluente es un río salmonero. Por tanto, las exigencias de calidad del vertido son muy estrictas, sobre todo las referentes a los parámetros de nitrógeno. Por ello, la planta trabaja en cargas másicas bajas, por debajo de valores de F/M de 0,1. Estas condiciones son favorables para el desarrollo de bacterias filamentosas típicas de altas edades de fango y/o bajas F/M.

2. Control microbiológico

En esta EDAR, la filamentosa que crece por excelencia es *Microthrix parvicella*, favorecida por el trabajo a baja carga másica y un medio-bajo contenido de materia orgánica en el influente. Este filamento en dominancia y en índices de abundancia por encima de 5 (>20 filamentos/flóculo) causa serios problemas, tanto en el reactor, con la generación de espumas marrones viscosas, como en los clarificadores, con escapes de los fangos que quedan flotando en la superficie de los mismos, empeorando el aspecto visual de los mismos y la calidad del efluente.

Su proliferación suele asociarse con bajas cargas másicas, bajas concentraciones de oxígeno disuelto, altas proporciones de grasas en el influente e incluso bajas temperaturas [1].

Esta filamentosa está unida al histórico de la depuradora desde la puesta en marcha de su reactor biológico en el año 1994. En un principio, la primera medida que se tomó para frenar su desarrollo fue la de bajar la edad de fango, pero existía un límite, pues no se podía bajar la edad de fango por debajo de 8 días, sobre todo en la

estación invernal, ya que se alteraba el proceso de nitrificación incumpliendo las garantías de nitrógeno en el agua tratada.

Otra medida que se tomó fue la cloración. Los datos obtenidos de la bibliografía establecen dosis de cloración en un abanico tan amplio como 1-15 kg Cl₂/Tm MLSS·día. En la práctica y con la condición de garantizar la calidad del agua efluente, parece que la dosis máxima debe de ser inferior a 10 kg Cl₂/Tm MLSS·día, pero *Microthrix parvicella* presenta el inconveniente de que presenta una gran resistencia al cloro, teniendo que elevar la dosis de tratamiento hasta incluso los 15 kg Cl₂/Tm MLSS·día, lo que provocaba la paralización e inhibición del crecimiento de la mayor parte de los microorganismos del fango activo, incluidas las bacterias nitrificantes, con la consiguiente pérdida de las garantías de calidad exigidas en el efluente y un muy lento periodo de recuperación del biológico [3, 4].

3. Actuaciones realizadas para el control de *Microthrix parvicella*

Las actuaciones consisten en la dosificación de fango espesado por gravedad en la recirculación externa del reactor biológico.

En esta EDAR se trabaja con tiempos de retención en el espesador entre 13 y 20 horas, tiempo que actúa como cierto 'acidificador', proporcionando un fango parcialmente digerido, con un pH entre 5,5 y 6,5, rico en substratos fácilmente asimilables, con un 83-90% de ácidos volátiles, tal y como apunta la **Figura 1**.

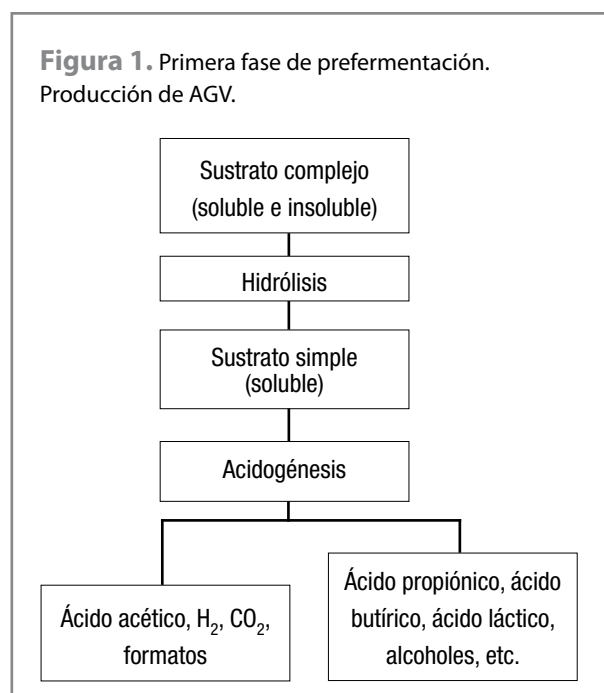


Figura 2. Espumas en el reactor.



Figura 3. Flotación de los fangos en el clarificador.



La capacidad metabólica de *Microthrix parvicella* es muy alta, está especializada en sustratos hidrofóbicos. No utiliza en su metabolismo sustratos fácilmente asimilables tales como glucosa, fructosa, succínico, cítrico. Prefiere sustratos de ácidos grasos con largas cadenas en su forma esterificada como el oleato. Es quimiorgánotrofo [1].

La primera experiencia práctica que se realizó de este tipo en esta EDAR fue en el año 1999, manteniéndose hasta la actualidad.

4. Resultados obtenidos

A continuación se muestran los resultados obtenidos de una de las experiencias realizadas.

Una vez identificado el filamento causante del *bulking* como *Microthrix parvicella*, la cual se sitúa como filamento dominante con un índice de abundancia (ia) de 5 (Muy Abundantes → 20 filamentos/flóculo), produciendo gran

cantidad de espumas viscosas de color marrón en las balsas de aireación y flotación de los fangos en los decantadores secundarios (**Figuras 2 y 3**), lo que origina una subida de los sólidos en suspensión del agua tratada.

Los filamentos presentan una cubierta cerosa, pudiendo formar una suspensión en medio líquido que causa la aparición de gruesas capas de espuma grasa de color marrón en el sobrenadante del clarificado. Ello se debe a que dichos filamentos atrapan multitud de pequeñas burbujas de aire debido a su alto contenido en ceras y grasas [1].

En las **Figuras 4 y 5**, correspondientes a fotografías realizadas a partir de muestras de licor mezcla obtenidas bajo observación microscópica, se puede apreciar la típica estructura de *Microthrix parvicella*, la cual presenta los filamentos largos y enrollados, sin septos celulares, ramificaciones ni crecimiento epifítico, y que forma amplios bucles.

Figura 4. Filamentos de *Microthrix parvicella*. Tinción Neisser. 1000 x

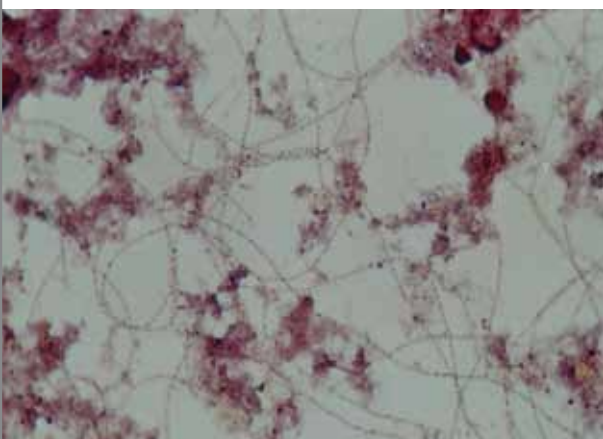
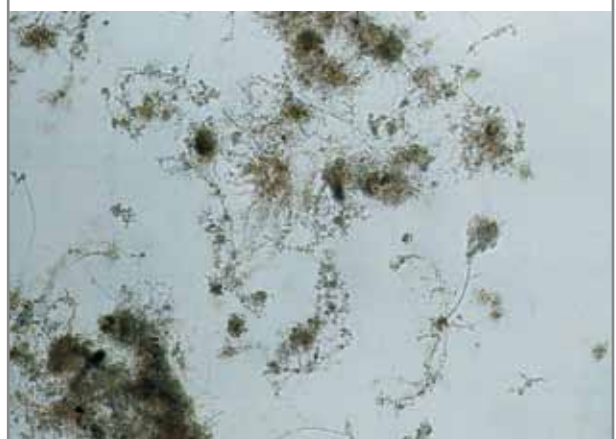


Figura 5. Flóculo disgregado por filamentos de *Microthrix parvicella*. In vivo, 400x.





Ante varios intentos para corregir esta situación, como la variación de la carga másica (aunque sin éxito), se procede a dosificar fango espesado por gravedad al biológico mediante la instalación de una bomba sumergible en la arqueta de las tuberías de purgas de los espesadores y una manguera para conducir el fango que va desde esta arqueta hasta los tornillos de recirculación externa, a una dosis de 60 kg fango espesado/Tm de materia seca de fango activo, lo que significa, en este caso concreto, trasegar 3 m³ cada 4 horas. Este fango tiene un pH entre 5,5 y 6,0, y una volatilidad entre 64 y 72%.

La mejoría en las espumas, sobre todo de la zona de anoxia, ya se deja notar al cuarto día. También la flotación de fangos en el decantador secundario disminuye de forma casi inmediata. El décimo día bajan las V30 a 400 ml, y el Índice de Molhman a 227 ml/gr. Una vez sedimentado, el fango presenta un aspecto más compacto. Vía microscopio se observa una reducción importante de los filamentos de *Microthrix parvicella*, que pasa a un ia de 4 (de 5 a 20 filamentos/flóculo). A los 12 días, *Microthrix* ya es filamento secundario. El filamento dominante a partir de ahora es *Nostocoida limicola* II.

Respecto al resto de la microfauna, se comprueba día a día un aumento de la densidad de la misma. También se hace más diversa. Además, aparecen los rizópodos del tipo tecamebas, que indican altos niveles de nitrificación.

Las espumas desaparecen y ya no aparecen flotantes en los clarificadores (**Figuras 6 y 7**). Y el análisis microscópico del fango ya muestra un aspecto de los flóculos sin filamentos de *Microthrix* (**Figura 8**).

En las **Figuras 9, 10 11 y 12** se muestra la evolución de los protozoos y metazoos, de la abundancia de las bacterias filamentosas y de los parámetros V30 e Índice de Molhman a lo largo de la experiencia. El agua tratada mantuvo en todo momento sus parámetros dentro de garantía, e incluso mejora en sólidos en suspensión.

A los 14 días, en vista de la mejoría, se baja la dosis a 25 kg de fango espesado/Tm de materia seca de fango activo y, para prevenir desequilibrios en la carga másica, se baja la extracción de fangos en exceso. A los 27 días se suspende el trasiego de fango espesado al biológico, pues *Microthrix parvicella* ya se encuentra en un ia de 2, lo que permite clasificarla en el apartado de 'otros filamentos'.

Se observa también una mejora en los rendimientos de desnitrificación gracias al aporte de DQO fácilmente biodegradable al reactor biológico, que es utilizada por las bacterias desnitrificantes.

Figura 6. Reactor biológico.



Figura 7. Decantador secundario.



Figura 8. Aspecto de los flóculos ya sin filamentos de *Microthrix*.

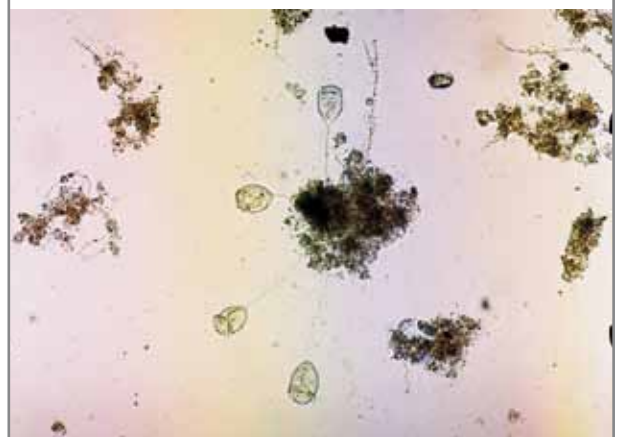


Figura 9. Evolución de los protozoos y metazoos.

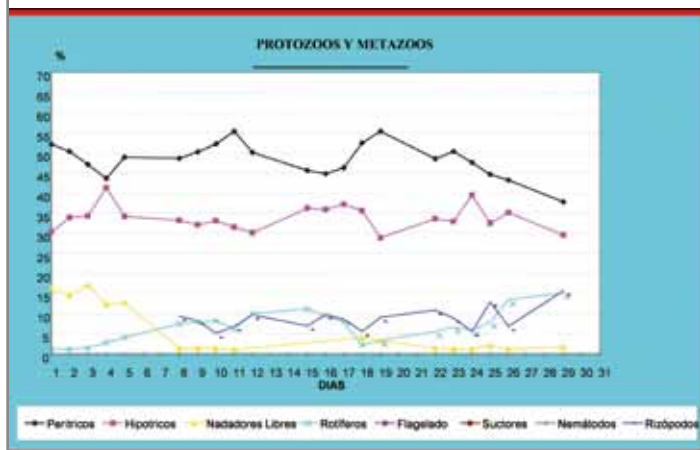


Figura 10. Evolución de las filamentosas en ia.

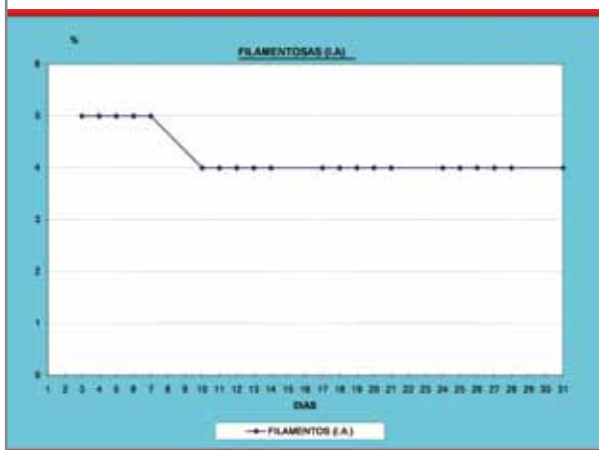


Figura 11. Evolución de las filamentosas en número de filamentos/flóculo.

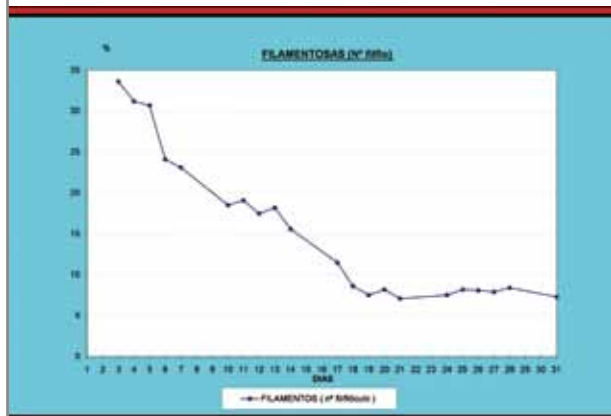
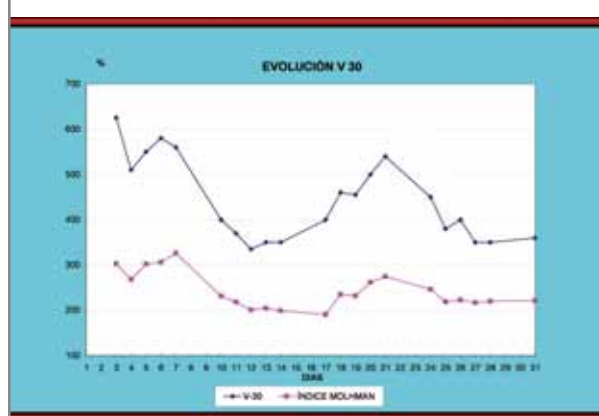


Figura 12. Evolución de la V30 e Índice Volumétrico del fango.



5. Conclusiones

La dosificación de fango primario espesado por gravedad frena el crecimiento de la filamentososa *Microthrix parvicella*. A la vez, se detecta la aparición de otros filamentos como Tipo 021N, *Sphaerotilus natans*, que sí se alimentan de estos compuestos de fácil degradación, pero que en la dosis adecuada nunca se ha aplicado en esta EDAR una dosis por encima de 60 kg/Tm de materia seca de fango activo, pues nunca han llegado a alcanzar niveles de crecimiento problemáticos.

Es muy importante el control microbiológico durante todo el proceso, controlando tanto la densidad de filamentos de *Microthrix parvicella* como de otros filamentos y, así, ir adecuando la dosis de fango espesado.

Se evitan cloraciones en el reactor, que en el caso de *Microthrix parvicella* muestra gran resistencia y, por tanto, se requieren dosis de hasta 15 kg Cl₂/Tm MLSS-día, lo que supone casi siempre una inhibición o eliminación total de toda la microfauna. El trasiego de fango espesado aporta concentración y consistencia al fango activo y

permite, por tanto, poder aumentar la purga de fangos en exceso para bajar la edad de fango, manteniendo las garantías de calidad del agua tratada.

Se consigue mejorar el proceso de desnitrificación al aportar DQO fácilmente biodegradable. Es necesaria una vigilancia continua del estado del fango espesado por gravedad, de modo que este mantenga siempre un pH y una concentración idónea. Las dosis de fango espesado por gravedad se aplican en un rango entre 25-60 kg/Tm de materia seca de fango activo, dependiendo de la densidad en la que se encuentre la filamentososa.

Bibliografía

- [1] Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla (1997). Microorganismos filamentosos en el fango activo.
- [2] Empresa General Valenciana del Agua (1998). Microbiología de la depuración mediante fangos activos.
- [3] Jenkins, D.; Richard, G.M.; Daigger Glen, T. (1995). Manual on the causes and control of activated sludge bulking and foaming. 2ª ed.
- [4] Benson. Microbiological applications laboratory manual in general microbiology. 8ª ed.
- [5] Bitton, G. Wastewater microbiology. 3ª ed. 