



Crecimiento del *biofouling* causado por briozoos y *Cordylophora caspia* en una infraestructura de riego del Valle Inferior del Guadalquivir

El *biofouling* causado por organismos colonizadores en infraestructuras de riego en la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir está causando importantes problemas económicos en las comunidades de regantes. En concreto, en la Comunidad de Regantes del Valle Inferior del Guadalquivir (CRVIG) los principales causantes del *biofouling* son los briozoos de agua dulce y la especie exótica invasora *Cordylophora caspia*. Los escasos conocimientos sobre la ecología y el crecimiento de este tipo de organismos coloniales en la zona afectada dificultan el diseño de una estrategia de gestión de esta plaga. En este trabajo se describe, por primera vez, el patrón de crecimiento de este tipo de *biofouling* en una instalación afectada de la CRVIG, proporcionando información que puede ser utilizada para diseñar estrategias de control de este tipo de organismos invasores y, así, reducir sus efectos sobre las instalaciones afectadas y minimizar sus costes de explotación.

Palabras clave

Biofouling, briozoos, *Cordylophora caspia*, infraestructuras de riego.

BIOFOULING GROWTH CAUSED BY BRYOZOANS AND *CORDYLOPHORA CASPIA* IN IRRIGATION INFRASTRUCTURES OF VALLE INFERIOR DEL GUADALQUIVIR (SPAIN)

The biofouling caused by colonizing organisms in irrigation infrastructures in the Guadalquivir basin is causing significant economic problems in irrigation communities. In particular, in the Comunidad de Regantes del Valle inferior del Guadalquivir (CRVIG) the main causes of biofouling are the freshwater bryozoans and the exotic invasive species Cordylophora caspia. The scarce knowledge about the ecology and the growth of this type of colonial organisms in the affected zone makes difficult the design of a strategy of management of this pest. This paper describes, for the first time, the pattern of growth of this type of biofouling in an affected infrastructure of the CRVIG, providing information that can be used to design strategies to control this type of invasive organisms and, thus, reduce their effects and minimize their costs of exploitation.

Keywords

Biofouling, freshwater bryozoans, Cordylophora caspia, irrigation infrastructures.

Ramoni Sánchez Carmona

doctora en Ciencias Biológicas,
responsable de I+D+i Agua y
Medioambiente de Toscano Línea
Electrónica

Verónica Gros Giraldo

licenciada en Ciencias Ambientales,
jefa de Servicio de Estudios
Medioambientales de la Confederación
Hidrográfica del Guadalquivir



1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de organismos en las infraestructuras que canalizan el agua en infraestructuras de riego se presenta como un importante problema económico en varias comunidades de regantes del Valle del Guadalquivir. En el caso concreto de la Comunidad de Regantes del Valle Inferior del Guadalquivir (CRVIG), aunque están presentes los bivalvos exóticos invasores *Dreissena polymorpha* (mejillón cebra) y *Corbicula fluminea* (almeja asiática), el problema de *biofouling* está causado principalmente por varias especies de briozoos de agua dulce y por el hidrozoo *Cordylophora caspia* (Figura 1).

Las colonias formadas por estos organismos son semejantes a musgos y se desarrollan sobre diversos sustratos, desde tallos de plantas o piedras hasta estructuras artificiales como filtros y tuberías. Cuando estos organismos se desarrollan en las tuberías, disminuyen su efectividad ya que reducen su diámetro, aumentando así la fricción y reduciendo la velocidad del agua. De esta manera, la presencia de *biofouling* incrementa la carga de trabajo y, en general, reduce la eficiencia del sistema en las infraestructuras de riego, dificultando la entrega de agua (Figura 2). En los últimos años, la invasión de las instalaciones de regadío por

parte de estos organismos coloniales ha ido en aumento de manera asombrosa, dificultando la actividad de los agricultores y produciendo considerables pérdidas económicas a este sector.

En un estudio elaborado por la Asociación de las Comunidades de Regantes de Andalucía (Feragua) en 2016, se han valorado los diferentes efectos de este tipo de *biofouling* sobre las infraestructuras de riego, y que son: efectos sobre el consumo de energía y emisión de CO₂, efectos sobre el consumo de agua, efectos de sobrecostes de mano de obra por limpieza de filtros en instalaciones colectivas e individuales y,

FIGURA 1. Colonia de briozoo del género *Plumatela* (izquierda) y de *Cordylophora caspia* (derecha) observada durante el estudio.



FIGURA 2. Crecimiento de *biofouling* en infraestructuras de riego de la CRVIG (cazapiedras a la izquierda y tubería a la derecha).



por último, efectos de sobrecostes de productos químicos compatibles con el medio ambiente para la desinfección. Teniendo en cuenta todos estos efectos, según este estudio, en el hipotético caso de que estos organismos colonizaran toda la red de riego susceptible de ser colonizada, se alcanzarían unos sobrecostes totales de 71.400.000 euros al año (Feraqua, 2016).

Los briozoos de agua dulce son pequeños invertebrados (< 1 mm) que habitan en aguas poco profundas y se desarrollan formando colonias sésiles. Cada colonia está compuesta por individuos idénticos (denominados zooides) que se fusionan formando una estructura simple. Se clasifican dentro del grupo de los Lofoforados, ya que poseen una corona de tentáculos ciliados, denominada lofóforo, que utilizan para capturar las partículas de alimento que están en suspensión. Así pues, como organismos filtradores sésiles, los briozoos se alimentan ingiriendo una gran diversidad de partículas: bacterias en suspensión, pequeñas diatomeas, desmidiáceas, algas verdes, cianobacterias, dinoflagelados, rotíferos, pequeños nematodos, protozoos e incluso microcrustáceos junto con detrito y material inorgánico (Wood, 2001).

En un estudio llevado a cabo por la empresa DBO₅ a petición de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, se detectaron e identificaron briozoos en 17 de los 30 puntos muestreados en varias comunidades de regantes del Valle del Guadalquivir (Serrano y Gros, 2015). Estas son las Comunidades de Regantes del Valle Inferior del Guadalquivir, Bajo Guadalquivir, Bembézar margen derecha, Genil margen derecha, Genil margen izquierda, Fuente Palmera, El Villar, Pantano del Guadalmellato,

» Briozoos e hidrozoos presentan características similares en cuanto a su biología y morfología, por lo que pueden confundirse fácilmente a simple vista. La persistencia de los briozoos y de *Cordylophora caspia* para colonizar las infraestructuras de riego reside en que poseen estas formas de resistencia en su ciclo de vida

Genil-Cabra, Villafranca, San Rafael y el Sector BXII Bajo Guadalquivir. Casi todas las estaciones de riego afectadas presentaban un sistema de riego similar, formadas por una balsa de regulación, una estación de microfiltrado y riego por goteo. Se identificaron las siguientes especies: *Plumatella vahiriae*, *Plumatella bombayensis*, *Pumatella reticulata*, *Plumatella emarginata*, *Paludicella articulata* y *Urnatella gracialis* (Serrano y Gros, 2015).

Cordylophora caspia es un hidrozoo colonial de color marrón claro que puede llegar a alcanzar hasta 10 cm de longitud. La colonia puede tener ramificaciones ocasionalmente por lados alternativos, las ramas están rodeadas en la base y tiene pólipos terminales, de color blanquecino o rosa pálido, con tentáculos incoloros, en número de 12 a 16, repartidos irregularmente sobre la superficie del pólipo (Magrama, 2003). Este hidrozoo es un depredador generalista, es decir, se alimenta del zooplancton y de pequeños invertebrados bentónicos (Folino-Rorem y Stoeckel, 2006). Normalmente vive en aguas salobres, aunque también se pueden encontrar en hábitats de agua dulce, ya que tienen un amplio rango de tolerancia tanto al pH como a la salinidad. Esta especie es originaria del mar Caspio, aunque actualmente tiene una amplia distribución debido al aumento del tráfi-

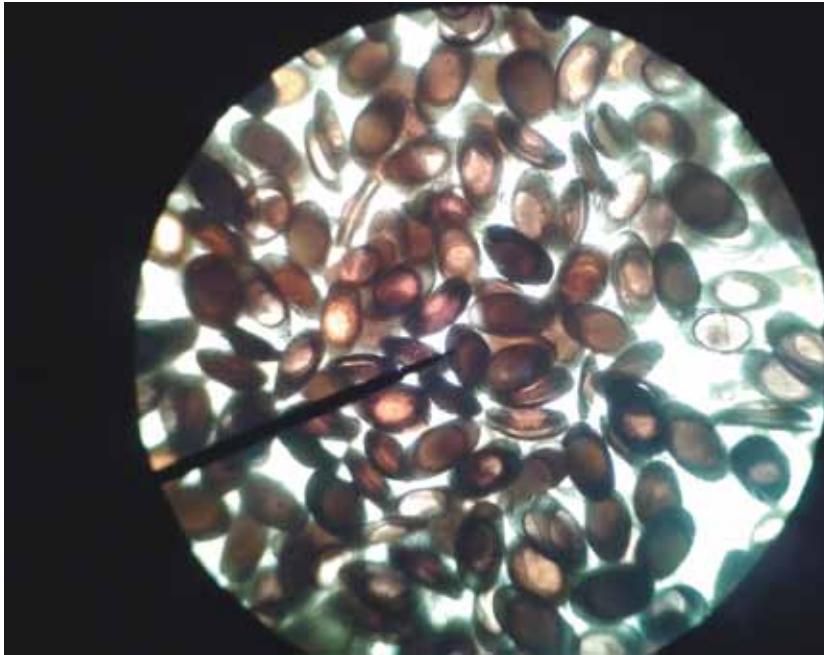
co comercial marino y a la descarga del agua de lastre (Folino, 1999).

Hasta el momento, se tenía constancia de la presencia de esta especie exótica invasora en el estuario del río Guadalquivir. Según el seguimiento que la empresa Emasesa realiza sobre la colonización biológica en la red de agua bruta de la Isla de la Cartuja desde el año 2000, se pone de manifiesto que en la colonización biológica de la red de distribución está implicado *Cordylophora caspia* (además de los bivalvos *Mytilopsis leucophaea* y *Corbicula Fluminea*), siendo el hidrozoo el que mayor incidencia está teniendo sobre la red de distribución (Escot *et al.*, 2007; Magrama, 2003). Además, en los últimos años, los briozoos de agua dulce, principalmente del género *Plumatella*, están contribuyendo a los problemas de *biofouling*.

Estos dos tipos de organismos (briozoos e hidrozoo) presentan características similares en cuanto a su biología y morfología, por lo que pueden confundirse fácilmente a simple vista. Los briozoos son organismos estacionales, es decir, la colonia empieza a crecer en primavera, con la subida de las temperaturas, a partir de un individuo colonizador que irá produciendo a los demás individuos por gemación. En verano, la colonia alcanzará su madurez y a partir de ahí el crecimiento de la colonia empieza a decaer hasta que



FIGURA 3 Estatoblastos al microscopio (20x).



muere a finales de otoño, liberando sus formas de resistencia.

La principal forma de resistencia de los briozoos son los estatoblastos (**Figura 3**). Los estatoblastos son pequeñas cápsulas con tejido germinativo, de manera que actúan como un 'banco de semillas' que permite la recolonización cuando las condiciones ambientales mejoran (Smith, 2005). Los estatoblastos tienen la capacidad de recuperar las poblaciones después de las condiciones desfavorables del invierno, ya que tienen una gran capacidad de resistencia a la desecación, congelación, agentes químicos e, incluso, pueden resistir ser ingeridos por pájaros, utilizando a estos animales como agentes de dispersión (Figueroa y col., 2004). Son estructuras pequeñas (< 100 μ) y muy numerosas y se pueden encontrar flotando en el agua (flotoblastos) o sésiles (sesoblastos), por lo que poseen una gran capacidad de dispersión. De esta manera, con los sesoblastos los briozoos se aseguran de conservar el sitio donde ya se

encuentran y con los flotoblastos se dispersan para colonizar nuevos lugares (Wood y Okamura, 2005).

Cordylophora caspia crece rápidamente por vía asexual, teniendo un mayor crecimiento durante los meses de primavera-verano. Durante las condiciones desfavorables cuando bajan las temperaturas, *Cordylophora caspia* sobrevive a través de la formación de formas de resistencia denominadas menonts, fragmentos de tejido cenosárquico (tejido vivo) que tiene capacidades potenciales regenerativas, así pues estos se regeneran cuando las condiciones vuelven a ser favorables (Ross, 1979).

De esta manera, la persistencia de los briozoos y de *Cordylophora caspia* para colonizar las instalaciones de regadío reside en que poseen estas formas de resistencia en su ciclo de vida. Así pues, este es el principal problema que plantean este tipo de organismos, sobre todo en el caso de los briozoos, ya que los estatoblastos son bastante difíciles de destruir.

Hay estudios donde se ha observado que estatoblastos de *Plumatella* y *Fredericella* han sobrevivido la desecación y la congelación durante 1 o 2 años. Así mismo, estatoblastos de *Lophopodella carteri* han resultado viables después de 6 años almacenados en seco (Wood, 2001). El hecho de que los estatoblastos resistan a la desecación hace necesario que se realice una correcta gestión de los residuos generados, para evitar la expansión de esta plaga, ya que los restos generados por la limpieza de las instalaciones pueden actuar como propágulos potenciales. Además, su tamaño le permite llegar a cualquier tipo de instalación.

Para comenzar a diseñar estrategias de control a esta plaga sin precedentes en España, es necesario evaluar su grado de afectación, conocer los organismos que la causan y conocer su patrón de crecimiento. Desde hace varios años, la División de Medioambiente de la empresa Toscano Línea Electrónica, en colaboración con la Comunidad de Regantes de Valle Inferior del Guadalquivir (CRVIG), está estudiando la ecología de los organismos causantes del *biofouling* con la finalidad de contribuir a un mayor conocimiento que permita desarrollar líneas de investigación que proporcionen soluciones a los usuarios. De esta manera, en este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el seguimiento del patrón de crecimiento del *biofouling* que se realizó en 2014 en una de las instalaciones de la CRVIG.

2. METODOLOGÍA

Este estudio se realizó entre marzo y diciembre de 2014, en la arqueta de filtro de la estación de bombeo del Sector IX de la CRVIG, y que comunica la balsa con el bombeo a red. Para observar el asentamiento y el

FIGURA 4. Placas de PVC colocadas en la arqueta del Sector IX para la realización del seguimiento.



crecimiento del *biofouling* se utilizaron placas de PVC de 25 x 25 cm. Dicha batería de placas se sujetó a una boya en superficie con el fin de que oscilaran con el nivel del agua, en función de la entrada y salida de agua (**Figura 4**).

Las placas fueron colocadas el 17 de marzo de 2014 y, a partir de ese día, se realizaron muestreos semanales hasta comenzar a observar el desarrollo de las colonias y aproximadamente cada 15 días después de iniciarse este desarrollo. En cada campaña de muestreo se tomaron varios parámetros fisicoquímicos *in situ*: temperatura del agua, pH, conductividad y turbidez. Por otra

parte, las placas eran fotografiadas y observadas. Se valoró el crecimiento del *biofouling* estimando el porcentaje de cobertura de la placa que era invadida por los organismos colonizadores, tanto en la parte de arriba como en la parte de debajo de la placa. Una vez se superó una cobertura del 90%, también se midió el espesor de la biomasa invasora, es decir, se observó la longitud de las colonias.

Durante la realización del estudio se han identificado briozoos del género *Plumatella* y la especie exótica invasora *Cordylophora caspia*. No obstante, no se han distinguido a la hora de cuantificar su crecimiento, es decir, se ha considerado el

biofouling total sin distinguir entre especies.

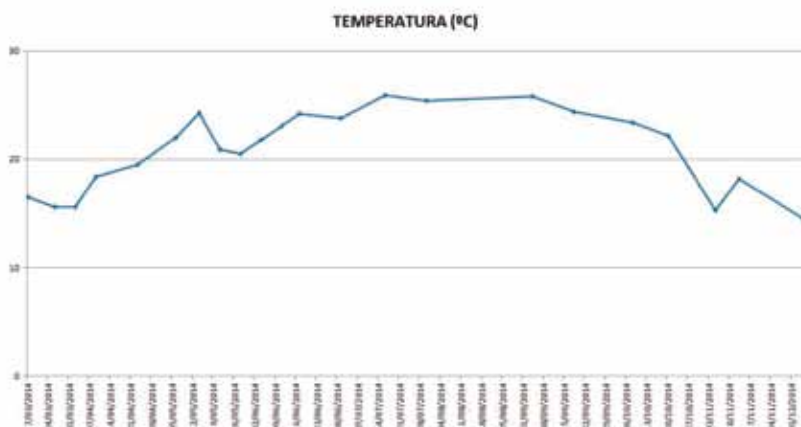
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron un total de 22 muestreos, comprendidos entre el 17 de marzo y el 5 de diciembre de 2014, cubriendo así el periodo de actividad y crecimiento de los briozoos y de *Cordylophora caspia*.

Los valores fisicoquímicos se mostraron idóneos para el crecimiento de este tipo de organismos durante el periodo de estudio (valores medios: pH = 7,66; conductividad = 1080,27µS/cm; turbidez = 24,14 NTU). La temperatura varió entre los 11 °C en invierno y los 25 °C en verano, además se mantuvo por encima de los 20 °C durante la mayor parte del seguimiento, desde principios de junio hasta mediados de octubre (**Figura 5**). Estos valores son óptimos para el crecimiento de este tipo de organismos. En el caso concreto de *Cordylophora caspia*, aunque puede tolerar rangos de temperatura entre los 5 y los 35 °C, su reproducción se produce entre los 10 °C y los 28 °C (Magrama, 2003).

A lo largo del estudio se han podido diferenciar varias etapas en el crecimiento de los organismos colonizadores: fase de la germinación

FIGURA 5. Evolución de la temperatura del agua durante el periodo de estudio.

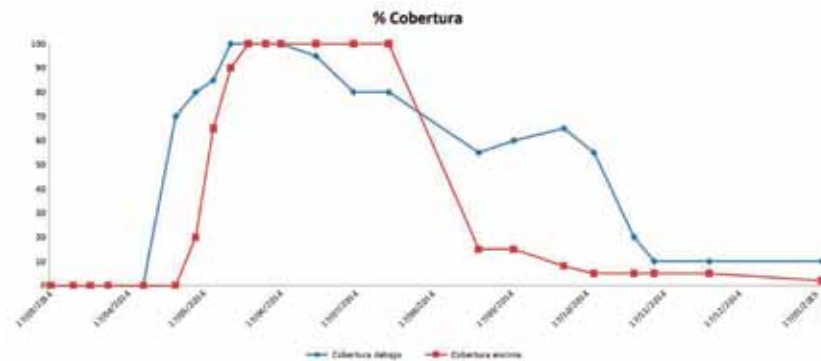




de los estatoblastos de los briozoos, fase de crecimiento, fase de máxima cobertura y caída del crecimiento. El patrón de crecimiento y desarrollo del *biofouling* en las placas de PVC durante el periodo de estudio se muestra en la **Figura 6**. En el periodo comprendido entre el 17 de marzo y el 23 de abril se observó la fase de germinación de los estatoblastos. El halo blanco que se observa se produce a raíz de que las valvas de los estatoblastos se han roto y se ha producido la evaginación de la ancéstrula (primer individuo colonizadores) a partir del tejido germinativo que posee el estatoblasto. Esta ancéstrula dará lugar a otros individuos por gemación y se acabará formando la colonia (**Figura 7**).

En la campaña del 6 de mayo se observó el inicio del crecimiento de *biofouling* tanto en las placas como en las cuerdas que las sujetan (**Figuras 6 y 8**). Este parece responder a la subida de la temperatura del agua, ya que en una semana esta aumenta 3 grados (de 19 °C el 23 de abril a 22 °C el 6 de mayo). Así pues, parece ser que el inicio del crecimiento de los briozoos y de *Cordylophora caspia* coincide con una mayor actividad en las infraestructuras de

FIGURA 6. Patrón de crecimiento y desarrollo del *biofouling* debajo (azul) y encima (rojo) de las placas colocadas en el Sector IX.



riego, ya que ambos factores presentan una respuesta inmediata a la subida de las temperaturas. Esto podría condicionar cualquier tratamiento para combatir la formación de colonias jóvenes, por lo que será necesario compatibilizar cualquier tipo de tratamiento *antifouling* con la actividad de las infraestructuras de riego.

Como se ha citado anteriormente, en el patrón de crecimiento y desarrollo del *biofouling* estudiado se observaron varias etapas. En una fase inicial se observa la germinación de los estatoblastos. A partir del 6 de mayo y, coincidiendo con un aumento notable de la temperatura del agua, se desencadena el comienzo del desarrollo de los briozoos y de

Cordylophora caspia, dando lugar a una etapa de crecimiento positivo de estos organismos. En la parte de debajo se observó que en tan solo 7 días el *biofouling* pasa a cubrir el 70% de la superficie de las placas. En la parte de arriba de las placas, el *biofouling* tarda más en crecer, además, lo hace de una forma más gradual.

Después de este crecimiento acelerado se da una etapa de crecimiento en la que el 100% de la superficie de las placas está cubierta por el *biofouling* (**Figura 9**). Esto ocurre a finales de junio y principios de julio, momento en el que, además, las colonias alcanzan su longitud máxima (5 cm). A partir de mediados de julio empieza a detectarse una caída en

FIGURA 7. Estatoblastos germinando en las placas de PVC (izquierda) y evaginación de la ancéstrula a partir del estatoblasto observada en lupa binocular 20 x.



FIGURA 8. Placas de PVC donde se observa el inicio del crecimiento del *biofouling*.

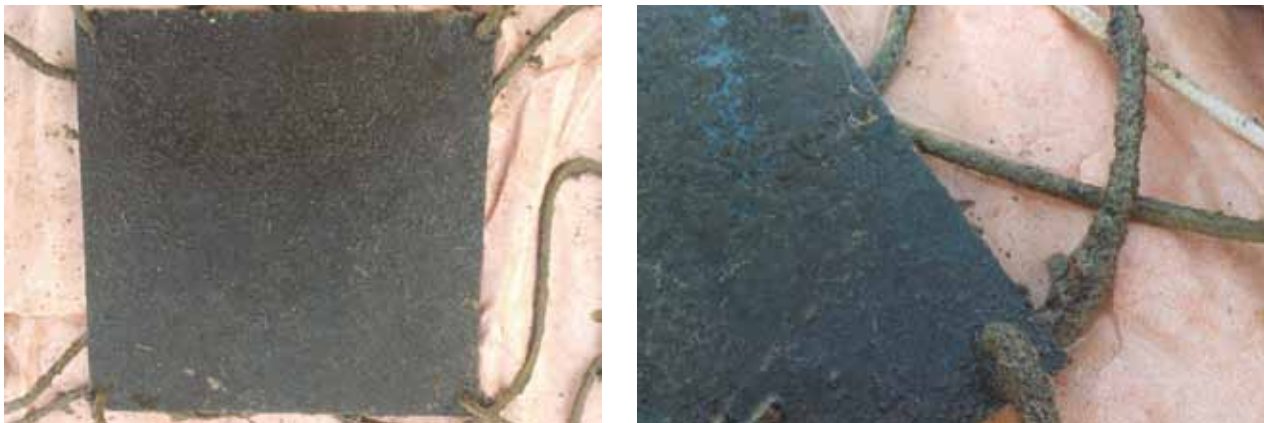


FIGURA 9. Crecimiento máximo del *biofouling* en las placas.



el crecimiento de las colonias que se mantiene hasta el final del periodo de estudio.

En la parte de debajo de las placas se produce un pequeño repunte en el crecimiento a finales de septiembre y principios de octubre, probablemente debido al mantenimiento de la temperatura por encima de los 20 °C en esa fecha. Cabe señalar que, aunque se produce un aumento en el porcentaje de la cobertura invadida por las colonias, la longitud máxima alcanzada en esas fechas no llega a alcanzar los valores observa-

dos en junio y julio. Así mismo, esta caída del crecimiento se produce de manera mucho más acusada en la parte de arriba que en la parte de debajo de las placas.

Un aspecto interesante que se ha observado durante el estudio es que en el periodo de máximo crecimiento de los briozoos se produce una importante acumulación de fango en las placas, tanto en la parte de arriba como en la parte de debajo (**Figura 10**). Este hecho, y la escasa información sobre este tipo de colonizadores, puede causar la falsa per-

cepción de que este tipo de organismos colonizadores crecen sobre el fango. Sin embargo, es el desarrollo de estas colonias lo que permite esa gran acumulación de sedimentos. Este hecho, además, podría facilitar el asentamiento de la almeja asiática (*Corbicula fluminea*), ya que esta especie invasora vive enterrada en el sedimento y no tiene la capacidad de fijarse a un sustrato duro, como ocurre con el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*).

3.1. PRODUCCIÓN Y LIBERACIÓN DE ESTATOBLASTOS POR PARTE DE LOS BRIOZOOS

Estimar las tasas de producción y liberación de estatoblastos resulta bastante complicado debido a la dificultad que implica la manipulación de estas formas de resistencia. Para obtener alguna información sobre esto se ha observado la presencia de estatoblastos en la superficie del agua a lo largo del periodo de estudio. Estas observaciones se refieren únicamente a los flotatoblastos (estatoblastos con capacidad de flotación), ya que los sesoblastos (estatoblastos sésiles) y menonts permanecen fijados a la superficie invadida.

Aunque durante todo el estudio se ha observado la presencia de estatoblastos en el agua, durante los



FIGURA 10. Acumulación de fango en las placas durante el periodo de máximo crecimiento.



primeros muestreos su presencia en el agua no era fácilmente perceptible. A partir de finales de julio se empieza a observar una cantidad apreciable en la superficie del agua. No obstante, es a partir de principios de octubre cuando se detecta un aumento bastante importante de la cantidad de estatoblastos presentes en la superficie del agua. Estos se quedan adheridos a diversas estructuras que flotan en agua como las boyas que sujetan las placas de PVC y en las paredes de las arquetas (**Figura 11**). Esta elevada cantidad de estatoblastos en el agua se mantiene hasta el mes de diciembre.

Así pues, se ha podido observar que la liberación de los estatoblastos se produce mayormente durante el otoño, que es cuando las colonias de briozoos mueren, dejando así las formas de resistencia que soportarían las condiciones desfavorables del invierno y germinarán de nuevo la próxima temporada. Dadas estas circunstancias, se puede decir que los tratamientos que se realicen en otoño van a perder efectividad, ya que, al tratarse de organismos estacionales, en esa época las colonias han muerto y se han liberado los estatoblastos, que son muy resistentes a una gran diversidad de tratamientos.

Esta información debería tenerse en cuenta a la hora de diseñar estrategias de control contra este tipo de *biofouling*. Como se ha comentado anteriormente este tipo de organismos colonizadores son estacionales, por lo que van a morir en otoño sin que se les aplique algún tipo de tratamiento y, al morir, liberan sus formas de resistencia. Probablemente, para lograr avances en el control de este tipo de *biofouling* sería más apropiado dirigir los esfuerzos a eliminar las formas de resistencia (estatoblastos y menonts). Existen tratamientos que pueden matar estos organismos colonizadores. No obstante, la mayoría de ellos no consiguen eliminar las formas de resistencia, lo que supone la principal dificultad para controlar esta plaga. En cualquier caso, experiencias con otros organismos colonizadores causantes del *biofouling* sugieren que el control, a menudo, requiere diferentes métodos aplicados en un periodo de tiempo extenso (Smith, 2005). Además, en el caso concreto de las instalaciones de regadío sería necesario compatibilizar las acciones de control con la actividad de la planta de regadío, ya que en tratamiento debería realizarse cuando comienza la mayor actividad de la planta. Estas no son afectadas

por una gran variedad de tratamientos, por lo que en la próxima estación volverán a crecer nuevas colonias.

De esta manera, sería muy recomendable que cualquier tratamiento de control debería ir dirigido a reducir el asentamiento y el posterior crecimiento de colonias jóvenes en primavera. De esta manera, la colonia no llegaría a madurar y, por lo tanto, no se producirían formas de resistencia. En el caso concreto de las infraestructuras de riego sería necesario, por tanto, compatibilizar las acciones contra el desarrollo de las colonias jóvenes en primavera con la actividad de la planta de regadío, ya que en tratamiento debería realizarse cuando comienza la mayor actividad de la planta. Además, sería recomendable que el tratamiento fuera repetitivo (semanalmente o cada quince días aproximadamente), ya que durante toda la primavera se produce el crecimiento de colonias jóvenes de manera escalonada. Por último, para llegar a controlar esta plaga sería muy importante evitar su expansión a otras instalaciones que todavía no se han visto afectadas. Para ello es muy importante una correcta manipulación de los residuos generados de la limpieza de las instalaciones. Estos restos,

FIGURA 11. Estatoblastos liberados al final de la estación estival. Estos se adhieren a las boyas (arriba) y a las paredes de las arquetas (abajo a la izquierda), dejando la marca de diferentes niveles de profundidad.



a diferencia de los generados por otras especies invasoras, pueden actuar como propágulos de esta plaga, incluso aunque hayan permanecido fuera del agua durante meses.

4. CONCLUSIONES

El *biofouling* presente en la infraestructura de riego estudiada está causado por briozoos del género *Plumatella*, principalmente, y por la especie exótica invasora *Cordylophora caspia*. Estos organismos son estacionales, de manera que comienzan a desarrollarse en primavera, con la subida de la temperatura del agua, y mueren en otoño produciendo formas de resistencia que soportarán las condiciones desfavorables del

invierno y formarán nuevas colonias en primavera, cuando se vuelvan a dar las condiciones favorables para su crecimiento.

Las estrategias de control de esta plaga deberían ir orientadas a evitar el asentamiento y el crecimiento de las colonias jóvenes y eliminar las formas de resistencia. La realización de cualquier tratamiento realizado en otoño perderá eficiencia, ya que en esa estación las colonias han muerto de manera natural y ya se han formado las diferentes formas de resistencia, que no son eliminadas por los diversos tipos de tratamientos.

Por último, es muy importante realizar una correcta gestión de

los residuos generados a partir de su limpieza, ya que estos pueden actuar como propágulos que producen la expansión de este tipo de organismos.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración del personal de la Comunidad de Regantes del Valle Inferior del Guadalquivir y la gran disposición que han mostrado para la realización de este trabajo, especialmente a Antonio Morales y a Rafael Calvo-Júdice, ingeniero-director y técnico respectivamente de la CRVIG. También agradecen la colaboración de María Jesús Serrano en algunos aspectos técnicos de este estudio. Parte de



» Las estrategias de control de la plaga de briozoos y de *Cordylophora caspia* en las infraestructuras de riego deberían ir orientadas a evitar el asentamiento y el crecimiento de las colonias jóvenes y eliminar las formas de resistencia. Además, conviene realizar una correcta gestión de los residuos generados a partir de su limpieza, ya que estos pueden actuar como propágulos que producen la expansión de este tipo de organismos

este trabajo se ha realizado gracias a la financiación por parte del Ministerio de Economía y Competitividad a través de la concesión de una ayuda para un contrato Torres Quevedo (2013).

Bibliografía

- [1] Escot, C.; Basanta, A.; Díaz, A. (2007). Impact of exotic invasive species in the cooling network of the Cartuja '93 technological park (Seville). *Water Science and Technology: Water Supply*, núm. 7 (4), págs. 73-78.
- [2] Feragua-Asociación de Comunidades de Regantes de Andalucía (2016). Informe justificativo de parámetros ambientales para el proyecto Life+Briozoo.

[3] Figuerola, J.; Green, A.J.; Black, K.; Okamura, B. (2004). Influence of gut morphology on passive transport of freshwater bryozoans by waterfowl in Doñana (southwestern Spain). *Can. J. Zool.*, núm. 82, págs. 835-840.

[4] Folino, N.C. (1999). The distribution of the colonial *Hydroid Cordylophora* (Phylum *Cnidaria*, Class *Hydrozoa*). The First National Conference on Marine Bioinvasions. January 24-27, 1999. MIT, Cambridge MA.

[5] Folino-Rorem, N.C.; Stoeckel, J. (2006). Exploring the coexistence of the hydroid *Cordylophora caspia* and the zebra mussel *Dreissena polymorpha*: counterbalancing effects of filamentous substrate and predation. *Aquatic Invaders*, núm. 17(20), págs. 8-16.

[6] Magrama (2003). Catálogo español de especies exóticas invasoras: *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771), págs. 1-5.


[7] Serrano, M.J.; Gros, V. (2015). Detección e identificación de briozoos de agua dulce

en la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir y propuesta de buenas prácticas para su control. En prensa.

[8] Smith, A.M. (2005). Growth and development of biofouling freshwater bryozoans, Southern Reservoir, Dunedin, New Zealand, November 2000 to June 2004. *Denisia* 16, zugleich Kataloge der OÖ. Landesmuseen Neue Serie 28: 209-222.

[9] Roos (1979). Two-stage life cycle of a *Cordylophora* population in the Netherlands. *Hydrobiologia*, núm. 62(3), págs. 231-239.

[10] Wood, T.; Okamura, B. (2005). A new key to the freshwater bryozoans of Britain, Ireland and Continental Europe. *Freshwater Biological Association*, págs. 109.

[11] Wood, T. (2001). Bryozoans. In: Thorp, J.; Covich, A. editors. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*, Second Edition. Academic Press, págs. 505-525. 

MÁS ARTÍCULOS Y REPORTAJES EN TECNOAQUA.ES