

Control biológico del *fouling* en tanques de cultivo de macroalgas mediante el gasterópodo *Osilinus atratus* (Wood, 1828)

E. Portillo

Instituto Tecnológico de Canarias, S. A. Playa de Pozo Izquierdo, s/n. 35119 Pozo Izquierdo, Santa Lucía de Tirajana (Las Palmas), España. Correo electrónico: eportillo@itccanarias.org

Recibido en julio de 2001. Aceptado en febrero de 2002.

RESUMEN

Se estableció un método de control y eliminación del *fouling* generado en las paredes de los tanques de cultivo de macroalgas mediante el uso del gasterópodo *Osilinus atratus* (Wood, 1828). Este gasterópodo utiliza el *fouling* generado como alimento y consigue, a través del pasto y de su continuo desplazamiento durante esta actividad, prevenir la fijación y el desarrollo de propágulos. Este sistema de control biológico del *fouling* mediante el cocultivo de gasterópodos y macroalgas permite reducir los costes de producción y mantenimiento, y constituye una alternativa a la utilización de productos químicos, en general nocivos para el medioambiente, en el tratamiento de este fenómeno. Mediante la aplicación de este método de control se alcanza una reducción de un 95 % del *fouling*.

Palabras clave: Control, *fouling*, gasterópodos, macroalgas, cultivos.

ABSTRACT

Control of fouling in macroalgae culture tanks by using the gastropod Osilinus atratus (Wood, 1828)

We tested the use of the gastropod *Osilinus atratus* (Wood, 1828) to control and eliminate fouling on the walls of macroalgae culture tanks. These gastropods use such fouling as a food source, and their continuous grazing excursions prevent the attachment and development of propagules. This system of biological fouling control via the co-culture of gastropods and macroalgae, besides being an environmentally friendly, is effective in reducing production costs and in limiting the negative effects of this phenomenon. Our findings show that application of this system, which appears to be one of the most effective, reduces fouling by 95 %.

Keywords: Control, *fouling*, gastropods, macroalgae, culture.

INTRODUCCIÓN

Los organismos marinos del *fouling* (fenómeno de adherencia de una elevada biodiversidad de organismos oportunistas) suponen un gran inconveniente al desarrollo de la maricultura en tierra. En el caso específico de los cultivos intensivos de ma-

croalgas *in-shore*, la necesidad de utilizar aguas ricas en nutrientes y altas tasas de radiación solar hacen que este fenómeno, que tiene lugar en las paredes de los tanques, se intensifique hasta el punto de llegar a ser uno de los factores condicionantes del proceso. El mantenimiento de cultivos unialgales y la eliminación de los problemas deri-

vados de la biocolonización hacen necesaria la limpieza periódica de los tanques, lo que dificulta el mantenimiento e incrementa los costes de producción.

Las técnicas actuales de prevención y eliminación del *fouling* se reducen a la aplicación de pinturas tóxicas denominadas *antifouling* (que contienen metales pesados), el establecimiento de periodos de emersión y la práctica de diferentes procesos de lavado (agua a presión, raspado, lejía y otros). Estos procesos de limpieza entrañan un alto coste de tiempo y personal, perjudicando en gran medida las posibilidades futuras de rentabilidad de este incipiente sector industrial.

El uso de procesos de control biológico del *fouling* ya ha sido experimentado en ensayos preliminares con lapas *Patella coerulea* Linnaeus, 1758 en barcos y estructuras sumergidas (Safriel y Erez, 1987; Safriel, Erez y Keasar, 1993; Safriel *et al.*, 1993), con *Littorina littorea* (Linnaeus, 1758) en cultivos de ostras (Cigarria, Fernández y Magadan, 1998), así como con gasterópodos como *Strombus maculatus* Sowerby, 1842 en acuarios; sin embargo, no existen estudios que analicen el potencial del uso de gasterópodos en el control biológico del *fouling* generado en sistemas de cultivo intensivo de algas.

El objetivo principal de este estudio es estimar el efecto de los gasterópodos *Osilinus atratus* (Wood, 1828) (Trochidae), vulgarmente conocidos en las islas Canarias como burgados, en el control y reducción de estos procesos de biocolonización que proliferan en las paredes de los tanques de macroalgas cultivadas con aguas residuales de piscifactorías.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las algas de la especie *Ulva rigida* (C. Agardh, 1824) (Chlorophyta) se cultivaron a una densidad de 2,5 g/l y a una tasa de renovación de 8 vol día⁻¹ en tanques semicirculares de fibra de vidrio recubiertos de pintura *antifouling* de color blanco, con 750 l de capacidad y 2,47 m² de superficie de pared. Los tanques estaban especialmente diseñados para el cultivo de macroalgas y dotados con desagües para el flujo continuo. Mediante un compresor se inyectaba aire desde el fondo de los tanques a través de orificios de 1 mm a intervalos de 10 cm; esto produce dos células de convección que somete a las algas a un continuo movimiento rotatorio

(Jiménez del Río, Ramazanov y García-Reina, 1994). Para el cultivo de las algas se utilizaron las aguas residuales provenientes de un tanque de peces *Sparus aurata* L., 1758 de 11 m³, con capacidad de carga de 10 kg m⁻³ (consiguiéndose concentraciones medias de amonio de 0,3-0,8 ppm), que se bombeaban desde un tanque de decantación. Las algas eran cosechadas semanalmente y reinoculadas a la densidad inicial.

Se seleccionaron burgados adultos del medio natural (con tallas entre 19-24 mm) y se precultivaron en los tanques de macroalgas. Los bordes de los tanques fueron recubiertos con mallas para evitar fugas de los ejemplares.

Con el fin de estimar el efecto del uso de los burgados en el control del *fouling* de los tanques se realizaron dos experimentos consecutivos por triplicado.

- Para calcular el número mínimo de burgados suficientes para mantener el tanque limpio, se probaron 4 densidades diferentes de burgados durante 4 semanas: 0 en tanques de control (sin burgados), 50, 125 y 300 individuos por tanque.

- Para determinar la efectividad en el tiempo de este sistema de cocultivo se inocularon 12 tanques con la densidad mínima de burgados capaz de controlar el proceso de colonización de los tanques de macroalgas (estimada en el experimento anterior) durante 4 meses. Cada mes se efectuó el control de la cobertura total del *fouling* por grupos de tres tanques.

El grado de cobertura total del *biofouling* en las paredes de los tanques se determinó raspando su superficie con una espátula y calculando el peso seco (PS) de esta biomasa. La determinación del número de burgados supervivientes para volver a reinocular a la densidad inicial del experimento se realizó semanalmente, coincidiendo con el cosechado de macroalgas.

RESULTADOS

Los burgados se adaptaron bien al sistema de cultivo en tanques, ya que conservaron sus hábitos naturales de pasto y de agrupamiento, sus periodos normales de emersión e inmersión y presentaron bajas tasas de mortalidad ($\leq 3\%$ mensual), generalmente de los ejemplares mayores (≥ 26 mm). La

pérdida por escape fue también muy baja y siempre debida a desajustes de las mallas.

Los burgados redujeron significativamente los efectos de la cobertura total del *fouling* de las paredes de los tanques (figura 1).

Los tanques control (sin burgados) se colonizaron progresivamente hasta obtener una media de 76 g PS de biomasa de cobertura total, de la que el 99 % estaba compuesta por *Ulva rigida*. El desarrollo de estas comunidades de *fouling* comenzó con una colonización pionera típica, caracterizada por una cobertura de bacterias y diatomeas, seguida, sobre todo, por la fijación de pequeñas plántulas de *Ulva rigida*, consecuencia de las frecuentes esporulaciones que esta planta sufre a lo largo de su cultivo en tanque. Sin embargo, en los tanques en que se cocultivaron con burgados, se obtuvo siempre un grado de cobertura significativamente menor. Así, con 50 burgados se obtuvo una media de 18,4 g PS de cobertura total de *fouling*, lo que supone una reducción de este proceso del 75,8 % respecto al control. A partir de una densidad de 125 burgados por tanque se consiguió reducir el proceso de biocolonización casi al 100 %, por lo que se tomó este valor como la densidad óptima para el estudio de su efectividad a lo largo del tiempo (sólo se tuvo en cuenta el número de burgados, y en ningún caso su incremento de tamaño y peso a lo largo del ensayo).

Los tanques que se cocultivaron con esta densidad mínima de 125 burgados durante los cuatro meses de duración del estudio, se mantuvieron prácticamente limpios de cobertura de *fouling* (figura 2).

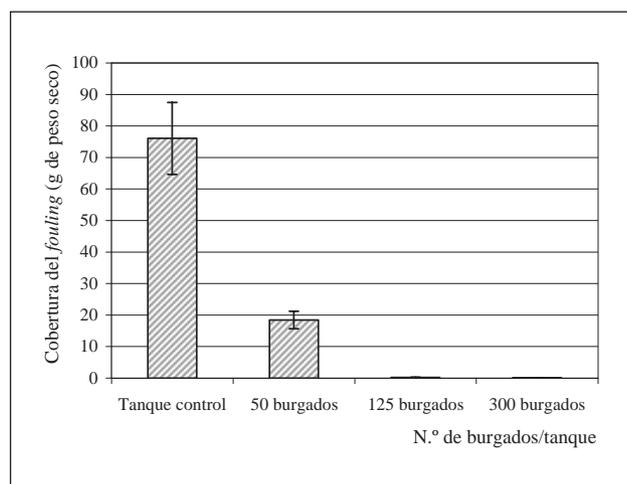


Figura 1. Efecto del número de burgados por tanque sobre la cobertura del *fouling*.

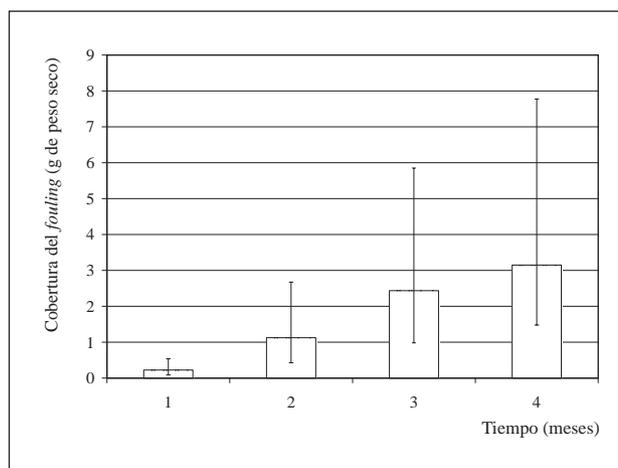


Figura 2. Evolución de la cobertura del *fouling* (PS = peso seco) en los cuatro meses del experimento 2.

Los valores de biomasa final de *fouling* pesada no superó los de 5 g PS/tanque. La única diferencia significativa se observó en la diversidad de especies de la cobertura del *fouling* analizada. Tras cuatro meses, los organismos del *fouling* correspondieron, sobre todo, a algas calcáreas, que confirieron un color rojizo-parduzco a la pared del tanque, y a diversas especies de Chlorophyta, que empezaron a crecer en las fisuras y grietas de la pared del tanque (*Ulva rigida*, como consecuencia de las esporulaciones de los cultivos, y otras especies de las familias Ulvaceae y Cladophoracea).

DISCUSIÓN

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Safriel y Erez (1987), Safriel *et al.* (1993) y Safriel, Erez y Keasar (1993, 1994) con *Patella coerulea* en comunidades de *biofouling* asociadas a estructuras sumergibles y barcos.

Estos gasterópodos micrófagos consiguen este efecto, presumiblemente, a través del pasto y de sus continuos desplazamientos durante esta actividad (Gateño, Safriel y Erez, 1996; Safriel y Erez, 1987; Safriel *et al.*, 1993; Safriel, Erez y Keasar, 1993, 1994); así previenen la fijación de propágulos y consiguen eliminar los organismos recién fijados.

El cambio de biocolonización tras los cuatro meses de control biológico podría deberse a que el efecto de los desplazamientos y del pasto de los burgados no es eficiente con la fijación de algas calcáreas, que empieza a ser notable a partir del tercer mes, y tampoco con determinadas especies de Chlorophyta,

que logran crecer sobre las grietas o fisuras que puedan existir en las paredes de los tanques.

Las algas calcáreas tienen tasas de crecimiento lentas y no influyen negativamente en los cultivos uniaxiales, pero su proliferación podría aumentar el grado de rugosidad de las paredes de los tanques y reducir, así, la efectividad de control sobre el *fouling* de los burgados. Por tanto, se recomienda la limpieza de los tanques a partir de los 4 meses para eliminar el desarrollo de estas incrustaciones calcáreas que fomentan la fijación de estas especies de Chlorophyta (que consiguen crecer en estas grietas y rugosidades) y que acrecientan la dificultad de la limpieza.

Ensayos posteriores verificaron la efectividad de este sistema en el cultivo de otras especies como *Codium taylorii* (P. C. Silva, 1960) (Chlorophyta), *Gracilaria longa* (Gargiulo, De Masi y Tripodi, 1987) (Rhodophyta), *Grateloupia doryphora* ((Montagne) M. Howe, 1914) (Rhodophyta) o *Anotrichium furcellatum* ((J. Agardh) Baldock, 1976) (Rhodophyta). Las diferencias radicaron en la composición de especies del *fouling* generada en los tanques de control, donde se encontraron plántulas de la especie en cultivo en las grietas y fisuras (procesos de esporulación), junto a diversas algas de las familias Ulvacea y Cladophoracea.

Sobre tanques ya colonizados (80 g PS \geq de cobertura total de *fouling* \leq 150 g PS) se hicieron otros estudios paralelos con altas densidades de burgados (250-300 burgados por tanque), donde se consiguió reducir hasta el 95 % de este *fouling* en periodos de 4 a 6 semanas. Los organismos del *fouling* remanentes correspondieron a algas calcáreas y a algas de las familias Ulvacea y Cladophoracea, cuyos rizomas estaban enclavados en grietas o fisuras del tanque, donde la capacidad de pasto del burgado por medio de su rádula era prácticamente nula.

Como conclusión, se puede afirmar que 50 burgados adultos (de entre 19-24 mm)/m² de superficie de pared (o también 230 g PF burgados adultos (entre 19-24 mm)/m² de superficie de pared) inoculados en tanques totalmente limpios y sin grietas ni fisuras, es suficiente para conseguir una reducción de hasta el 95 % de la cobertura total del *fouling* de las paredes de los tanques. Esta estrategia de control biológico puede ser una alternativa viable a los problemas derivados de los procesos de *fouling* en estos sistemas de producción, ya que constituye un sistema biológico de bajo coste, alta eficacia de control y es respetuoso con el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Cigarría, J., J. Fernández y L. P. Magadan. 1998. Feasibility of biological control of algal fouling in intertidal oyster culture using periwinkles. *Journal of Shellfish Research* 14 (4): 1167-1169.
- Gateño, D., U. N. Safriel y N. Erez. 1996. Effects of limpets on competition and diversity in a community of marine sessile invertebrates. *Ophelia* 45 (1): 55-66.
- Jiménez del Río, M., Z. Ramazanov y G. García-Reina. 1994. Optimization of yield and biofiltering efficiencies of *Ulva rigida* C. Ag. cultivated with *Sparus aurata* L. waste waters. *Scientia Marina* 58 (4): 329-335.
- Safriel, U. N., Y. Cohen, N. Erez, D. Go, T. Keasar e Y. Dolev. 1993. Biological control of Marine Biofouling. *Oebalia* 19: 193-199.
- Safriel, U. N. y N. Erez. 1987. Effect of limpets on the fouling of ships in the Mediterranean. *Marine Biology* 95: 531-537.
- Safriel, U. N., N. Erez y T. Keasar. 1993. Long term effects of transplanted limpets on an experimental marine biofouling community. *Biofouling* 6: 261-278.
- Safriel, U. N., N. Erez y T. Keasar. 1994. How do limpets maintain barnacle-free submerged artificial surfaces. *Bulletin of Marine Science* 54 (1): 17-23.