

Optimización del cultivo de las macroalgas *Ulva rigida*, *Hypnea spinella* y *Gracilaria cornea* en aguas efluentes de cultivos marinos

M.P. Viera¹, P. Fidalgo¹, R. Haroun², G. Courtois de Viçose¹, A. Bilbao¹, H. Fernández-Palacios¹, J.L. Gómez-Pinchetti³ y M.S. Izquierdo¹

¹ Grupo de Investigación en Acuicultura (GIA) ICCM & IUSA P.O. Box 56. 35214 Telde. Las Palmas. Islas Canarias. mapi@iccm.rcanaria.es

² Centro de Biodiversidad y Gestión Ambiental (BIOGES) Fac. Ciencias del Mar. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 35017 Las Palmas. Islas Canarias

³ Grupo de Algología Aplicada. Centro de Biotecnología Marina. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Muelle de Taliarte, s/n. 35214 Telde. Las Palmas. Islas Canarias

Abstract

The aim of this research was to evaluate the optimal rearing conditions for the culture of the macroalgae *Gracilaria cornea* J. Agardh, *Hypnea spinella* (C. Agardh) Kützinger and *Ulva rigida* J. Agardh within the aquaculture research facility of the Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM). Macroalgae species were chosen according to their suitability as feed for the Canarian abalone *H. tuberculata coccinea* which had been determined in previous studies. Four trials were carried out during 10, 6, 6 and 3 weeks evaluating the biological indexes (growth rate and biomass yield) of the seaweeds under: initial stocking densities (low: 1, 3 and 4 g.l⁻¹ and high: 4, 4 and 6 g.l⁻¹) and water exchange rates (24, 8 and 4 vol.d⁻¹). Presence of epiphytes as well as environmental factors: water temperature, irradiation, oxygen and pH were also measured and are discussed. In the experimental tanks used for the assays, maximum growth rate (5.08, 6.01 and 8.63 %d⁻¹) and yield (37.02, 31.80 and 36.60 g DWm⁻²d⁻¹) were obtained at a low initial stocking density and high water exchange for *G. cornea*, *H. spinella* and *U. rigida* respectively. Yield was significantly higher in *G. cornea* whereas *U. rigida* showed the highest growth rate. Results indicate that to maximize growth performance in this experimental system, density of *U. rigida*, *H. spinella* and *G. cornea* should be adjusted to 1, 3 and 4 g FW l⁻¹ respectively and water exchange rate should be as high as possible

Justificación

El sector de la acuicultura en las Islas Canarias se basa exclusivamente en la producción de peces marinos. La oreja de mar *Haliotis tuberculata* spp. R., cuya población natural es muy escasa debido a la sobreexplotación a la que ha sido sometida tradicionalmente en las islas, es una de las especies con mayor potencial para la diversificación de dicho sector. La escasez de algas en las aguas del Archipiélago, hace que, para la producción comercial de este molusco, sea necesario buscar un método alternativo a la obtención de algas del medio natural. El cultivo de macroalgas puede realizarse a partir del efluente, rico en nitrógeno, resultante de la producción intensiva de peces, crustáceos e incluso moluscos, de este modo, la biomasa producida supone un producto añadido, que puede a su vez servir de alimento para el cultivo de otros mariscos (Schuenhoff *et al.*, 2003; Neori *et al.*, 2004). Factores como el diseño del tanque, la densidad de inóculo, la tasa de renovación y la relación entre la biomasa peces-algas, afectan de forma determinante al crecimiento y la eficiencia de biofiltración de las algas. El objetivo general de este trabajo es la optimización del cultivo de las macroalgas *Gracilaria cornea*, *Hypnea spinella* y *Ulva rigida* en el sistema de cultivo integrado del ICCM. La selección de dichas macroalgas se debió a su idoneidad como alimento para el abalón determinado en estudios previos (Toledo *et al.*, 2000; Viera *et al.*, 2005).

Material y Métodos

Las algas, cedidas por el Banco Nacional de Algas (Centro de Biotecnología Marina- ULPGC), fueron cultivadas en el sistema de cultivo integrado de la nave de cultivos del Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM), Telde, Gran Canaria. Se realizaron cuatro experiencias de 10, 6, 6 y 3 semanas de duración, donde se evaluaron los índices de crecimiento: tasa de crecimiento y producción de las macroalgas bajo diferentes condiciones de cultivo: densidad de inóculo bajas (1, 3 y 4 g.l⁻¹) y altas (4, 4 y 6 g.l⁻¹) y tasa de renovación (24, 8 y 4 vol.d⁻¹), analizándose así mismo los parámetros abióticos (temperatura, irradiación, pH y oxígeno disuelto) así como la presencia de epifitos durante el cultivo. Las diferentes condiciones de cultivo fueron ensayadas por triplicado realizándose cosechas semanales. Se analizaron muestras de agua mediante un autoanalizador de flujo continuo segmentado y se evaluaron las tasas de asimilación (TAN, NUE y NUR) tanto de los compuestos inorgánicos de nitrógeno disueltos como de fósforo y silicio.

Resultados y Discusión

El máximo crecimiento (5,08, 6,01 y 8,63 gPS.m⁻²d⁻¹) y producción (37,02, 31,80 y 36,60 %d⁻¹) se obtuvo a una densidad de inóculo baja (4, 3 and 1 gl⁻¹) y una alta tasa de renovación (24 vol d⁻¹) para *G. cornea*, *H.*

spinella y *U. rigida* respectivamente. El descenso en la tasa de crecimiento al aumentar la densidad se debe probablemente al efecto de autosombreado en los tanques utilizados y a la limitación de nitrógeno a bajas tasas de renovación (flujo de amonio), por el contrario, al aumentar la tasa de renovación se aumenta la concentración de NH_4^+ disponible por unidad de tiempo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos para otras macroalgas tales como *Ulva fascinata* (Lapointe y Tenore, 1981), *Ulva lactuca* (Jiménez de Río *et al.*, 1994), *Ulva rigida* (Jiménez del Río *et al.*, 1996) y *Gracilaria cornea* (Suárez *et al.*, 2001) cultivadas a diversas densidades y/o tasas de renovación. El máximo crecimiento se obtuvo con *U. rigida* mientras que *G. cornea* presentó la mayor producción, lo que coincide con lo encontrado por Viera *et al.* (2005b) al cultivar estas especies directamente en los efluentes de una piscifactoría a escala industrial. La tasa de crecimiento obtenida al inocular *U. Rigida* a una densidad de 1 g l^{-1} ($8,63\% \text{ d}^{-1}$) fue mucho más baja que la obtenida por Neori *et al.* (1991) y Cohen y Neori (1991) para *Ulva sp.* (18 y $15,6\text{-}17,5\% \text{ d}^{-1}$ respectivamente), probablemente debido a la mayor concentración de amonio que entró en el sistema ($75 \mu\text{M NH}_4^+$), frente a los registrados durante nuestras experiencias ($5,6\text{-}10,2 \mu\text{M NH}_4^+$). La presencia de epífitos, fundamentalmente en algas rojas, es uno de los mayores problemas de los cultivos algales, (Lapointe and Ryther, 1978; Ugarte and Santelices, 1992). Con un total de $2\text{-}7\%$ de su biomasa, *G. cornea* fue la única especie afectada, mayoritariamente en los períodos de máxima temperatura e irradiación (Westemeier *et al.*, 1993; Friedlander y Levi, 1995). Los bajos valores en la concentración de nutrientes inorgánicos del efluente de la nave aún a pesar de estar a máximo rendimiento durante el período experimental, se relaciona con la baja carga y alta renovación del sistema. Los nulos (*U. rigida* e *H. spinella*) o bajos (*G. cornea*), valores obtenidos tanto en la capacidad de biofiltración (NUE) como la tasa de asimilación (NUR) pueden estar relacionados con la alta renovación (8 y 24 vol.d^{-1}) utilizada en los tanques durante los experimentos y la baja cantidad de amonio que entró en el sistema ya que, la eficacia de captación de amonio se relaciona inversamente con la tasa de renovación de agua y directamente con la densidad de cultivo.

Los resultados obtenidos sugieren que para optimizar la producción de *U. rigida*, *H. spinella* y *G. cornea*, la densidad de inóculo para el diseño de los tanques ensayados debiera ajustarse a 1 , 3 y 4 g FW l^{-1} respectivamente y la tasa de renovación de 24 vol.d^{-1} . La biomasa algal anual que se podría producir en el sistema de biofiltros experimental del ICCM sería aproximadamente de 100 kg de peso fresco de *Ulva rigida*, 84 kg de *Hypnea spinella* y 90 kg de *Gracilaria cornea*, lo que serviría para alimentar un stock de unos 300 reproductores de oreja de mar.

Agradecimientos

Este trabajo se ha llevado a cabo en el marco del proyecto JACUMAR (Oreja de mar).