

D. Cultivo de Algas, Moluscos y Crustáceos

Integración de *Holothuria sanctori* a la producción de abalón (*Haliotis tuberculata coccinea*) en sistemas IMTA: efectos sobre ingestión y crecimiento

Gercende Courtois de Viçose¹, María del Loreto García López¹, Juan Manuel Afonso López¹

¹Aquaculture Research Group (GIA), Institute of Sustainable Aquaculture and Marine Ecosystems (IUECOAQUA), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), Telde, Spain

Resumen

El objetivo del estudio es el desarrollo de sistemas de IMTA que incluyeran exclusivamente especies de bajo nivel trófico, como *H. tuberculata coccinea*, *H. sanctori*, *U. rigida* y *G. cornea*. Se llevaron a cabo experimentos en sistemas de IMTA incluyendo abalones, alimentados con pienso y algas; y holoturias. Se evaluaron parámetros como la tasa de ingestión (IR) y defecación (FPR) de holoturias, y crecimiento tanto de abalones como de holoturias. Los resultados mostraron que las tasas de ingestión de *H. sanctori* de 0.5 ± 0.03 (mg g⁻¹ h⁻¹) fueron similares a los hallazgos en estudios previos. Además, los rendimientos de crecimiento de los abalones ($1.09 \pm 0.38\%$ SGR y $108.64 \pm 51.9\%$ WG) fueron dentro de los rangos esperados, indicando que la introducción de holoturias no afectó adversamente su crecimiento. Las variaciones en crecimiento de holoturias observadas se vinculan a factores como la composición nutricional del sedimento y la etapa de desarrollo de los especímenes. Estos hallazgos contribuyen al conocimiento de sistemas IMTA para promover su desarrollo y fomentar prácticas acuícolas sostenibles.

Introducción

La Acuicultura Multitrófica Integrada (IMTA) emerge como una alternativa sostenible a los sistemas de acuicultura convencionales (Biswas et al., 2019; Ellis y Tiller, 2019). La IMTA utiliza especies compatibles de diferentes niveles tróficos dentro de una unidad para mitigar la acumulación de desechos. Los componentes clave incluyen algas para la eliminación de nutrientes inorgánicos y filtradores o detritívoros como holoturias para la bioremediación de nutrientes orgánicos (Neori et al., 2007; Chopin et al., 2012). La acuicultura de holoturias se ve fortalecida por su valor medicinal y culinario (Chen, 2004), junto con su baja posición trófica, que minimiza el impacto ambiental. De manera similar, el abalón, representado por *Haliotis tuberculata* en Europa (Geiger, 2000), proporciona una opción de marisco sostenible. El estudio tiene como objetivo desarrollar sistemas de IMTA que incluyan exclusivamente especies de bajo nivel trófico, como *H. tuberculata coccinea*, *H. sanctori*; ambas prevalentes en las Islas Canarias; y dos especies de algas (*U. rigida* y *G. cornea*). Los objetivos incluyen determinar la biomasa de abalones para sostener el crecimiento de holoturias, evaluar el consumo de sedimentos por parte de las holoturias y evaluar la eficacia de la bioremediación en los sistemas IMTA.

Material y métodos

Los experimentos se llevaron a cabo por triplicado en sistemas de IMTA terrestres abiertos de 300 litros, a una temperatura de 21 ± 0.5 °C. Las replicas contenían una biomasa total de 995 ± 0.33 g de abalón y 1 holoturia pequeña con un peso promedio de 12.08 ± 0.34 g junto con una holoturia de tamaño mediano con un peso promedio de 20.37 ± 1.47 gr. Los abalones fueron alimentados diariamente con 25 g de pienso de lunes a jueves y 400 g de *U. rigida* y *G. cornea* de jueves a lunes. Las heces de holoturias fueron recolectadas diariamente, mientras que las heces de abalón fueron recolectadas semanalmente. La tasa de ingestión (IR) y defecación (FPR) de las holoturias, así como el rendimiento de crecimiento (WG y SGR) de los abalones y holoturias, se estimaron de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$IR \text{ (mg/g/h)} = ((W_o - W_u) / W_{sc}) / t$$

Donde W_o es el peso seco de las heces de abalón (mg), W_u es el peso seco de las heces de abalón remanentes (mg), W_{sc} es el peso húmedo de holoturia (g), y t es la duración del experimento (h).

$$\text{FPR (mg/g/h)} = (\text{Wf} / \text{Wsc}) / t$$

Donde Wf es el peso seco de las heces (mg), Wsc es el peso húmedo de holoturia o abalón (g), y t es la duración del experimento (h).

$$\text{WG (\%)} = 100 * (\text{Wf} - \text{Wi}) / \text{Wi}$$

$$\text{SGR (\% día}^{-1}\text{)} = 100 * (\ln \text{Wf} - \ln \text{Wi}) / \text{número de días}$$

Donde Wi es el peso húmedo inicial (g) y Wf es el peso húmedo final (g).

Resultados y discusión

La tasa de ingestión de *H. sanctori* en las unidades experimentales de IMTA estuvo dentro de un rango similar al de la tasa de ingestión de *Stichopus mollis* sometido a un tratamiento alimenticio similar (Maxwell et al., 2009). Esto resalta, como se observó en otros estudios (Yuan et al., 2006; Zamora y Jeffs, 2011), el efecto de la calidad nutricional del alimento en las tasas de ingestión de las holoturias. Como observó Maxwell et al. (2009), la IR media de holoturias pequeñas (0.51 ± 0.33 (mg g⁻¹ h⁻¹)) fue significativamente mayor a la IR media de holoturias más grandes (0.35 ± 0.18 (mg g⁻¹ h⁻¹)), probablemente debido a los diferentes requisitos nutricionales y actividad fisiológica en diferentes etapas de su ciclo de crecimiento. El SGR y WG de abalones; con $1.09 \pm 0.38\%$ y $108.64 \pm 51.9\%$ respectivamente al final del ensayo; estuvieron dentro de rangos observados en otros estudios de abalones alimentados con varias especies de macroalgas (Viera et al., 2011), indicando la compatibilidad de producción conjunta de holoturias y abalones en unidad IMTA. En el presente estudio, el SGR observado de *H. sanctori* fue mayor que el reportado en los estudios de Zamora y Jeffs (2012), presentando un SGR de 0.6 %·d⁻¹. Sin embargo, el SGR y WG de *H. sanctori* fueron menores que los observados por Yuan et al. (2006) para holoturias alimentados con una dieta mixta de heces de bivalvos y algas. Estas diferencias de crecimiento podrían deberse a la disponibilidad de depósitos, su composición nutricional y la etapa de desarrollo de las holoturias, así como a las diferencias de crecimiento inherentes a cada especie.

Palabras Clave:

Holoturia, IMTA, *Haliotis* sp, invertebrados

Bibliografía

- Biswas, G., Kumar, P., Ghoshal, T.K., Kailasam, M., De, D., Bera, A., Mandal, B., Sukumaran, K. and Vijayan, K.K. 2019. Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) outperforms conventional polyculture with respect to environmental remediation, productivity and economic return in brackish water ponds. *Aquaculture* 734626.
- Chen, J. 2004. Present status and prospects of sea cucumber industry in China. In: A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.-F. Hamel and A. Mercier (Eds.). *Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 463, Rome, p 25-38.
- Chopin, T., Cooper, J.A., Reid, G., Cross, S. and Moore, C. 2012. Open-water integrated multitrophic aquaculture: environmental biomitigation and economic diversification of fed aquaculture by extractive aquaculture. *Reviews in Aquaculture* 4, 209-220.
- Ellis, J. and Tiller, R. 2019. Conceptualizing future scenarios of integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in the Norwegian salmon industry. *Marine Policy* 104, 198-209.
- Geiger, D.L., 2000. Distribution and biogeography of Haliotidae (Gastropoda: vediti gastropoda), worldwide. *Bollettino Malacologico* 35, 57-120.
- Maxwell, K., Gardner, J.P.A. and Heath, P. 2009. The effect of diet on the energy budget of the brown sea cucumber, *Stichopus mollis* (Hutton). *J. of the World Aquaculture Society* 40, 159-170.
- Neori, A., Troell, M., Chopin, T., Yarish, C., Critchley, A. and Buschmann, A.H. 2007. The need for a balanced ecosystem approach to blue revolution aquaculture. *Environ. Sci. Policy Sustain. Dev.* 49, 36-43.
- Yuan, X., Yang, H., Zhou, Y., Mao, Y., Zhang, T. and Liu, Y. 2006. The influence of diets containing dried bivalve feces and/or powdered algae on growth and energy distribution in sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) (Echinodermata: Holothuroidea). *Aquaculture* 256, 457-467.
- Zamora, L.N. and Jeffs, A.G. 2011. Feeding, selection, digestion and absorption of the organic matter from mussel waste by juveniles of the deposit-feeding sea cucumber, *Australostichopus mollis*. *Aquaculture* 317, 223-228. 95
- Zamora, L.N. and Jeffs, A.G. 2012. Feeding, metabolism and growth in response to temperature in juveniles of the Australasian sea cucumber, *Australostichopus mollis*. *Aquaculture* 358-359, 92-97.

Correo del Autor

gtricolor@hotmail.com