Revista de Biología Marina y Oceanografía
Vol. 55, N°3: 217-224, 2020
DOI: https://doi.org/10.22370/rbmo.2020.55.3.2586

Artículo

Potencial de *Tegula atra* (Mollusca: Gastropoda) como biorregulador del crecimiento de algas en estanques de cultivo de lenguado *Paralichthys adspersus*

Potential of *Tegula atra* (Mollusca: Gastropoda) as bioregulator of algae growth in culture tanks of the Chilean flounder *Paralichthys adspersus*

Jorge Sánchez[1*], Carlos Canales-Cerro[1], Daly Noll[2], Diego Safian[3] y Juan Manuel Estrada[1]

[1]Centro de Investigación Marina Quintay (CIMARQ), Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad Andres Bello, Viña del Mar 253-1015, Chile
[2]Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente, Pontificia Universidad Católica de Chile, Las Palmeras 3425, Ñuñoa, Santiago, Chile
[3]Experimental Zoology Group and Aquaculture and Fisheries Group, Department of Animal Sciences, Wageningen University & Research, 6708 PB Wageningen, Netherlands
*Autor corresponsal: jor.sanchezn@gmail.com

Abstract.- One of the main problems in aquaculture lies in the stress to which the species in cultivation can be subjected, therefore the development of alternative techniques such a mixed culture are beneficial to minimize stress and improve the industry. *Tegula atra* is a gastropod that lives in subtidal and intertidal, with local economic importance and due its herbivorous behavior, we hypothesized that *T. atra* may be valuable in controlling macroalgae growth in culture tanks by mixed culture. Grazing percentage, respiratory behavior and excretion of nitrogen wastes, were measured in three size classes of *T. atra*, which were maintained in mixed culture together with the economically relevant Chilean flounder. While the largest specimens of *T. atra* (Class 3) were the most efficient in terms of algae consumption, the other classes were less effective and did not show significant differences in each other within a 24-hour period. Smaller and larger size classes organisms (Class 1 and Class 3), consumed the greatest amount of oxygen within a period of 120 min. Finally, smallest organisms (Class 1) emitted the greatest nitrogen wastes, in a period of 120 min. As the grazing ability was higher in larger specimens (Class 3), they could be the ideal candidates for polyculture. However, medium-sized specimens (Class 2) may be the most suitable, due its low O_2 consumption and lower excretion of NH_3, producing less negative effect on water quality. Future studies should evaluate the potential negative impacts of *T. atra* on the physiology of its cohabitants.

Key words: *Tegula atra,* mixed culture, polyculture, bioregulator

Resumen.- Uno de los principales problemas en la acuicultura es el estrés al que se pueden ver sometidas las especies en cultivo, por esto el desarrollo de técnicas alternativas para minimizar el estrés son de gran ayuda. *Tegula atra* es un gastrópodo que habita en el submareal e intermareal, con importancia económica local y debido a su conducta herbívora, se planteó la hipótesis que esta especie puede ser útil en el control del crecimiento de macroalgas en los estanques, mediante cultivo mixto. En el presente estudio, se midió el porcentaje de ramoneo, la conducta respiratoria y excreción de desechos nitrogenados de tres clases de talla de *T. atra,* las cuales se mantuvieron en estanques con *Paralichthys adspersus*. Los ejemplares de mayor talla de *T. atra* (Clase 3) fueron los más eficientes en términos de consumo de algas, dentro de un período de 24 horas. Los organismos pertenecientes a las clases de tallas pequeñas y grandes (Clase 1 y Clase 3), consumieron mayor cantidad de oxígeno dentro de un periodo de 120 min. Finalmente, los organismos de menor talla (Clase 1) fueron los que emitieron la mayor cantidad de desechos nitrogenados, en un período de 120 min. Dado que, la capacidad ramoneadora fue mayor en los ejemplares de talla superior (Clase 3), éstos podrían ser los candidatos ideales para el policultivo, sin embargo, al considerar la respirometría, los animales de talla media (Clase 2), serían óptimos, por su bajo consumo de O_2 y menor excreción de NH_3, generando un menor impacto negativo en la calidad del agua. Futuros estudios debieran evaluar los posibles impactos negativos a nivel fisiológico que pueda tener la presencia de *T. atra,* sobre sus cohabitantes.

Palabras clave: *Tegula atra*, policultivo, cultivo mixto, biorregulador

Introducción

Una de las principales limitaciones en la acuicultura, radica en los perjuicios provocados por el estrés fisiológico inducido por los factores fisicoquímicos del medio y las distintas prácticas de cultivo, como la manipulación y selección de organismos, el escalamiento, el transporte de ejemplares y el mantenimiento de los sistemas de cultivo (Barton & Iwama 1991, Spinetti *et al*. 2010, Sung *et al.* 2011, Rehman *et al*. 2017). Dicho estrés puede generar una inmunodepresión de los organismos de cultivo, aumentando la prevalencia de patógenos y subsecuentemente un aumento en la tasa de mortalidad de la especie cultivada (Barton & Iwama 1991, Barton 2002, Spinetti *et al*. 2010, Sung *et al.* 2011, Mohapatra *et al.* 2013, Rehman *et al*. 2017). Bajo este contexto, se han desarrollado métodos alternativos para disminuir los factores adversos tales como la administración de antibióticos (Bachere 2000), el uso de probióticos (Mohapatra *et al.* 2013), sistemas de recirculación (Otoshi *et al.* 2003) y policultivos con otras especies (Hossain *et al.* 1997, Wang *et al.*1998, Kunda *et al.* 2008, Martínez-Porchas *et al*. 2010). Los policultivos consisten en adicionar una o más especies que se mantienen bajo las mismas condiciones que la especie de mercado o de interés (Lanza-Espino *et al.* 1991). Éstos son una alternativa para mejorar las condiciones de cultivo pues generan un efecto sinérgico positivo para ambas especies (Wang *et al.* 1998, Petr & Swar 2002).

En las últimas décadas, se han incrementado los estudios asociados a los policultivos, principalmente de crustáceos y peces (Hossain *et al.* 1997, Wang *et al.* 1998, Kunda *et al.* 2008, Martínez-Porchas *et al*. 2010). Una de las principales ventajas de los policultivos, es la limpieza de estanques por las especies introducidas (Hossain 2002), dado que reducen los niveles de estrés por manipulación (Barton & Iwama 1991, Spinetti *et al*. 2010). Sin embargo, también existe la posibilidad de generar un efecto negativo producto de la alteración de parámetros críticos para la acuicultura, como son la disminución en la concentración de oxígeno y el aumento de desechos nitrogenados. Debido a esto, es clave realizar una adecuada evaluación de dichos parámetros metabólicos sobre los organismos a utilizar (Pillay & Kutty 2005, Stickney 2005). De esta manera, estudios que ayuden a establecer las especies candidatas y técnicas adecuadas que permitan mejorar las condiciones de cultivo son determinantes para la obtención de una producción de calidad basada en el bienestar de los animales (FAO 2007).

El caracol negro *Tegula atra* (Lesson, 1830), es un molusco gastrópodo de la familia Trochidae, con una distribución batimétrica entre el submareal e intermareal bajo y se alimenta mediante el ramoneo de micro y macroalgas bentónicas (Véliz & Vásquez 2000). En Chile, es considerada una especie de importancia comercial con desembarques promedio de 66 ton anuales entre el 2008 y 2018 (SERNAPESCA 2019). Dada su importancia económica, *T. atra* puede ser considerada como una alternativa en el control del crecimiento algal en estanques de cultivo de peces, mediante un cultivo mixto, sin embargo, actualmente no existen estudios que determinen experimentalmente el potencial de este gastrópodo, por consiguiente el objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad de *T. atra* como biorregulador del crecimiento de algas en estanques de cultivos de peces.

Materiales y métodos

Muestreo y diseño experimental

Se recolectaron aleatoriamente 200 ejemplares de *Tegula atra* mediante buceo autónomo desde la zona submareal de la localidad de Quintay, entre el 28 de septiembre de 2009 y el 26 de abril de 2010. Los ejemplares fueron llevados al Centro de Investigaciones Marinas de Quintay (CIMARQ), donde se aclimataron por 5 días en estanques tipo australiano junto a ejemplares de lenguado fino (*Paralichthys adspersus*) con suministro constante de agua de mar macrofiltrada.

Evaluación del porcentaje de ramoneo

Se establecieron tres clases de talla basadas en el diámetro de la concha (Clase 1 ≤ 40 mm; Clase 2= 41-50 mm; Clase 3= 51-60 mm). Posteriormente, 30 ejemplares de cada clase fueron seleccionados al azar y sometidos a un periodo de 2 días de consumo mínimo de alimento, en estanques sin presencia de algas notables a simple vista. Después, para cada clase de talla, los caracoles fueron colocados por un periodo de 24 h, en 6 placas de policarbonato de 25 x 25 cm, que habían desarrollado previamente (durante 30 días), una biopelícula compuesta de algas (Fig. 1). Para la estimación del consumo de algas por ramoneo, cada placa fue fotografiada cada 2 h, para luego ser analizada con el programa Image-Pro Plus 6.0 (2019© Media Cybernetics, Inc. Silver Spring), estimando el área total consumida.

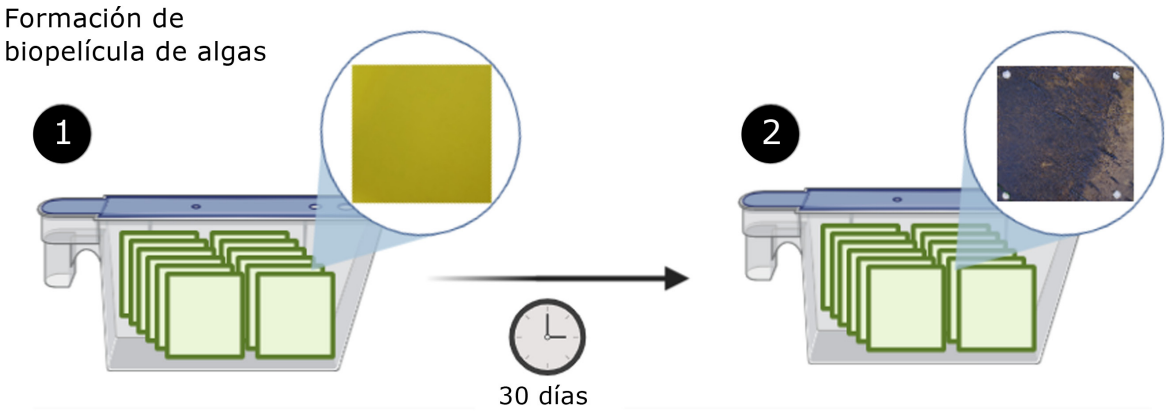

Figura 1. Proceso de formación de biopelícula de algas en placas de policarbonato. 1) Las placas son sumergidas en estanques de cultivo por 30 días, con recirculación de agua de mar macrofiltrada. 2) Placas 30 días después con una biopelícula compuesta de macro y microalgas / Biofilm formation process on polyacrbonate plates. 1) The plates are immersed in culture tanks for 30 days, with recirculation of macro-filtered seawater. 2) Plates 30 days later with a biofilm composed of macro and microalgae

Evaluación del consumo de oxígeno y excreción de amoniaco (respirometría)

La tasa de respiración se midió en base a un kilogramo de *T. atra* en un respirómetro abierto de 2 cámaras, el cual fue calibrado mediante rotámetro, con un caudal de recambio de 1,94 L L·s^{-1}. Se utilizaron dos oxigenómetros (YSI, 550; YSI Environmental, Inc) para medir la concentración de oxígeno en la entrada y salida de la cámara donde se encontraban los caracoles. Cada sesión duró 120 min, en las cuales se midió el oxígeno de los flujos de agua cada 10 min y cada 30 min. El nitrógeno amoniacal (NH_3-N), se midió por medio de un evaluador multiparamétrico para laboratorio Hanna C-200 (Hanna Instruments, Woonsocket).

Para obtener la tasa de consumo de oxígeno (TCO, mg·O_2·kg^{-1}·h^{-1}), se utilizó la siguiente ecuación:

$$TCO = \frac{(O_2E - O_2S)\cdot G}{B}$$

Donde, O_2E es el oxígeno medido en el flujo de entrada (mg·L^{-1}), O_2S es el oxígeno medido en el flujo de salida (mg·L^{-1}), G es el caudal de recambio (L·h^{-1}) y B es biomasa fresca (kg) (referida al peso total de los caracoles en evaluación).

Análisis estadístico

Para el porcentaje de ramoneo, TCO y excreción de desechos nitrogenados, se realizó un análisis estadístico de estimación, descrito por Ho *et al*. (2019), usando como variable dependiente el consumo de algas (porcentaje de superficie consumida) y como variable independiente las clases de talla (Clase 1= ≤40 mm; Clase 2= 41-50 mm; Clase 3= 51-60 mm). Se utilizó la prueba de Mann-Whitney (Bootstrap= 5000) para identificar la existencia de diferencias significativas entre las distintas clases de talla. El intervalo de confianza (IC) fue corregido por sesgo y acelerado (BCa).

Para todos los análisis estadísticos se utilizó el software R (R Core Team 2013).

Resultados

Los ejemplares de *T. atra* de la Clase 1 consumieron 6,27 cm^2 de alga, los de la Clase 2 consumieron 5,58 cm^2 y los de la Clase 3 consumieron 8,51 cm^2, dentro de un período de 24 h.

En base al análisis estadístico, las diferencias medias no pareadas entre la Clase 1 y Clase 2 fue de 0,174 (IC: 95,0%, $P = 0,267$); entre la Clase 1 y Clase 3 fue de 0,858 (IC: 95,0%, $P = 0,0105$); y entre la Clase 2 y Clase 3 fue de 0,684 (IC: 95,0%, $P = 0,0445$). Se pueden observar diferencias significativas entre el porcentaje de ramoneo de las clases de talla 1 y 3, así como también entre las clases de talla 2 y 3 (Fig. 2).

La evaluación de TCO indicó que existen diferencias significativas entre las distintas clases de talla, las diferencias medias no pareadas entre la Clase 1 y Clase 2 fue de -0,707 (IC: 95,0%, $P < 0,0001$); entre la Clase 1 y Clase 3 fue de -0,12 (IC: 95,0%, $P = 0,021$); y entre la Clase 2 y Clase 3 fue de 0,587 (IC: 95,0%, $P < 0,0001$) (Fig. 3B). De este modo, los ejemplares de las Clases de talla 1 y 3 mostraron una mayor tasa de consumo de oxígeno (TCO_1= 1,384 $mg \cdot O_2 \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$; y TCO_3= 1,401 $mg \cdot O_2 \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$), en comparación a los de la Clase 2 (TCO_2= 0,625 $mg \cdot O_2 \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$) (Fig. 3A).

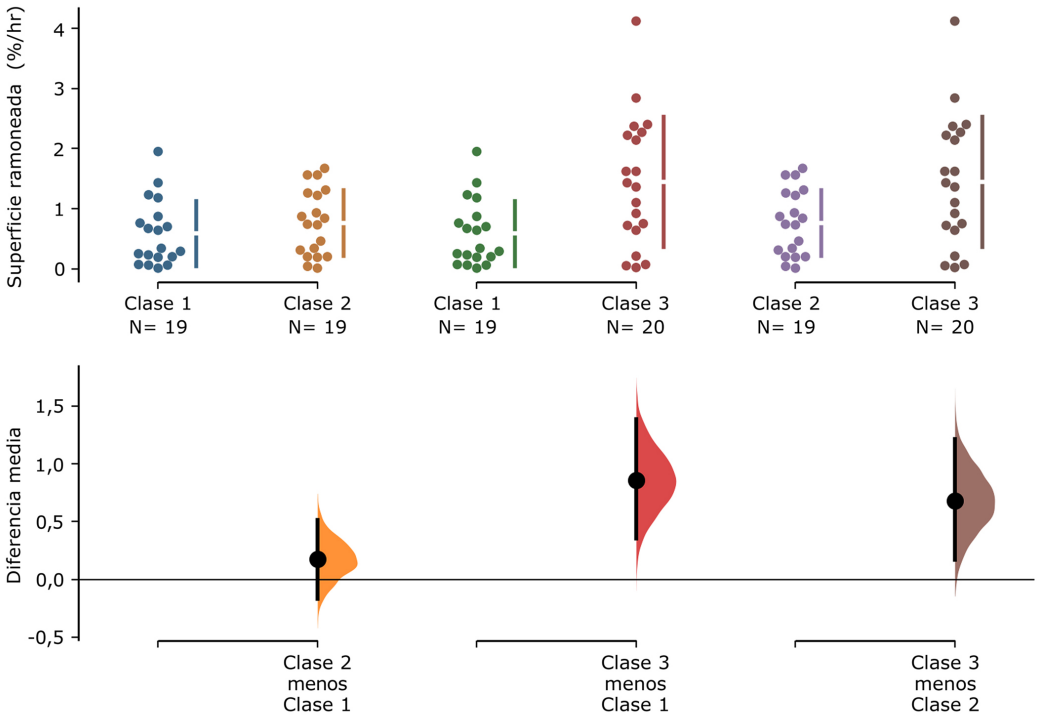

Figura 2. Porcentaje de superficie ramoneada (%·h^{-1}) para 3 clases de talla (Clase 1= ≤40 mm; Clase 2= 41-50 mm; Clase 3= 51-60 mm) de *Tegula atra*. La diferencia de medias para 3 comparaciones se muestra en el gráfico de estimación de Cumming anterior. Los datos sin procesar se trazan en los ejes superiores; cada diferencia de medias se traza en los ejes inferiores como una distribución de muestreo bootstrap. Las diferencias medias se representan como puntos. Los intervalos de confianza del 95% están indicados por los extremos de las barras de error verticales / Grazing percentage area (%·h^{-1}) for 3 size class (Class 1= ≤40 mm; Class 2= 41-50 mm; Class 3= 51-60 mm) of *Tegula atra.* The mean difference for 3 comparisons is shown in the above Cumming estimation plot. The raw data is plotted on the upper axes; each mean difference is plotted on the lower axes as a bootstrap sampling distribution. Mean differences are depicted as dots; 95% confidence intervals are indicated by the ends of the vertical error bars

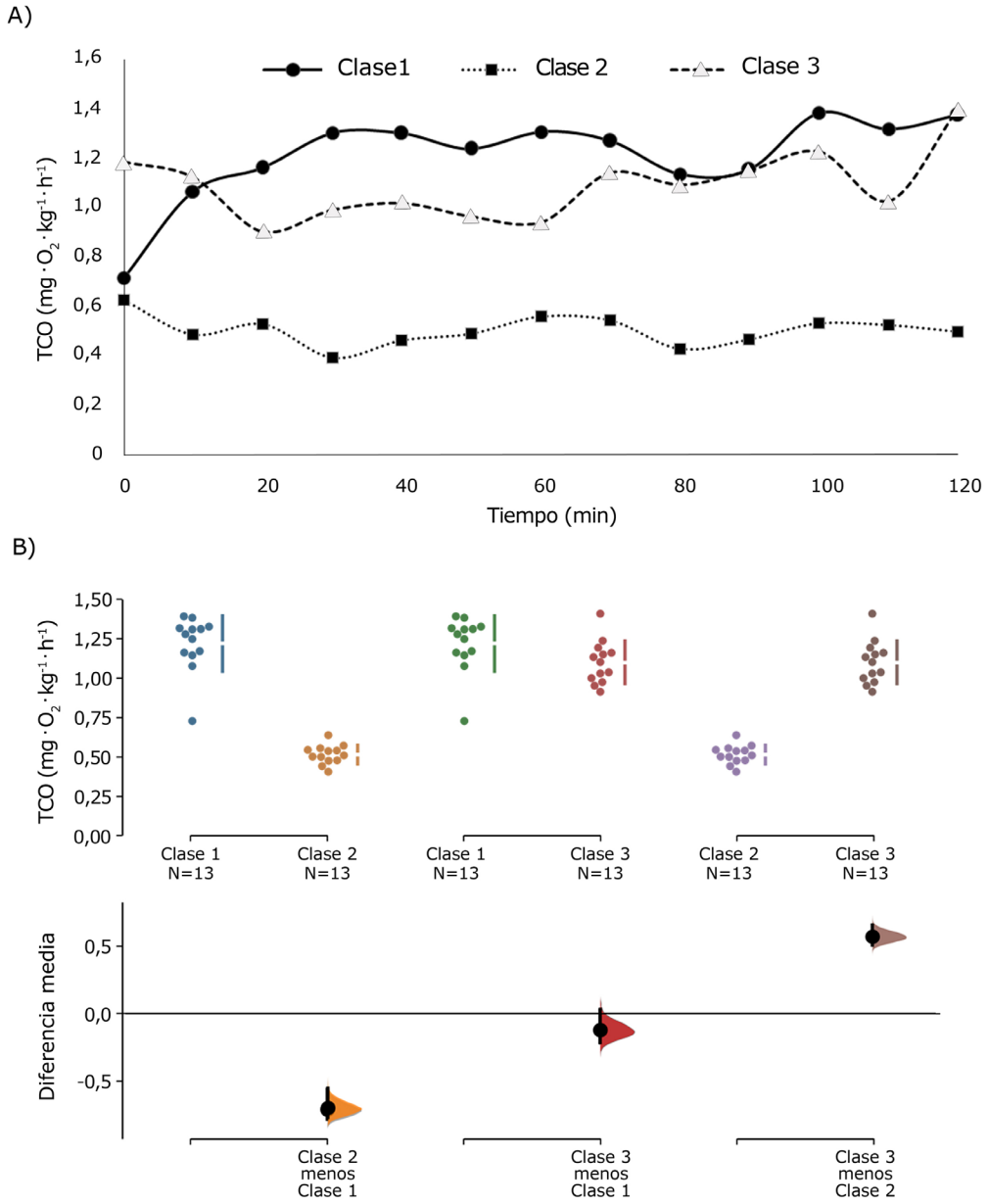

Figura 3. Respuesta respiratoria (mg·O_2·kg^{-1}·h^{-1}) de *Tegula atra* por clase de talla (Clase 1= ≤40 mm; Clase 2= 41-50 mm; Clase 3= 51-60 mm). A) Tasa de consumo de oxígeno (TCO), en el tiempo. B) La diferencia de medias para 3 comparaciones se muestra en el gráfico de estimación de Cumming anterior. Los datos sin procesar se trazan en los ejes superiores; cada diferencia de medias se traza en los ejes inferiores como una distribución de muestreo bootstrap. Las diferencias medias se representan como puntos. Los intervalos de confianza del 95% están indicados por los extremos de las barras de error verticales / Respiratory response (mg·O_2·kg^{-1}·h^{-1}) of *Tegula atra* by size class (Class 1= ≤40 mm; Class 2= 41-50 mm; Class 3= 51-60 mm). A) Oxygen consumption rate (TCO), over time. B) The mean difference for 3 comparisons is shown in the above Cumming estimation plot. The raw data is plotted on the upper axes; each mean difference is plotted on the lower axes as a bootstrap sampling distribution. Mean differences are depicted as dots; 95% confidence intervals are indicated by the ends of the vertical error bars

Las diferencias medias no pareadas, en la cuantificación del amoniaco (NH_3), entre la Clase 1 y Clase 2 fue de -1,0 (IC: 95,0%, $P = 0{,}0367$); entre la Clase 1 y Clase 3 fue de -0,316 (IC: 95,0%, $P = 0{,}391$); y entre la Clase 2 y Clase 3 fue de 0,685 (IC: 95,0%, $P = 0{,}178$) (Fig. 4B). De este modo, se pueden apreciar diferencias significativas entre las clases 1 y 2, observando que los individuos de menor tamaño, generan un mayor aporte de amoniaco. Los valores máximos fueron 2,258 mg·NH_3·L^{-1}, 1,517 mg·NH_3·L^{-1} y 1,967 mg·NH_3·L^{-1} para las clases 1, 2 y 3 respectivamente (Fig. 4A).

Discusión

Los resultados permitieron determinar que, los ejemplares de mayor talla de *T. atra* (Clase 3) fueron los más eficientes en términos de consumo de algas dentro de un período de 24 h. Además, los organismos pertenecientes a las clases de tallas pequeñas y grandes (Clase 1 y Clase 3), fueron quienes consumieron mayor cantidad de oxígeno dentro de un periodo de 120 min. Finalmente, los organismos de menor talla (Clase 1) emitieron la mayor cantidad de desechos nitrogenados, dentro del mismo período de evaluación.

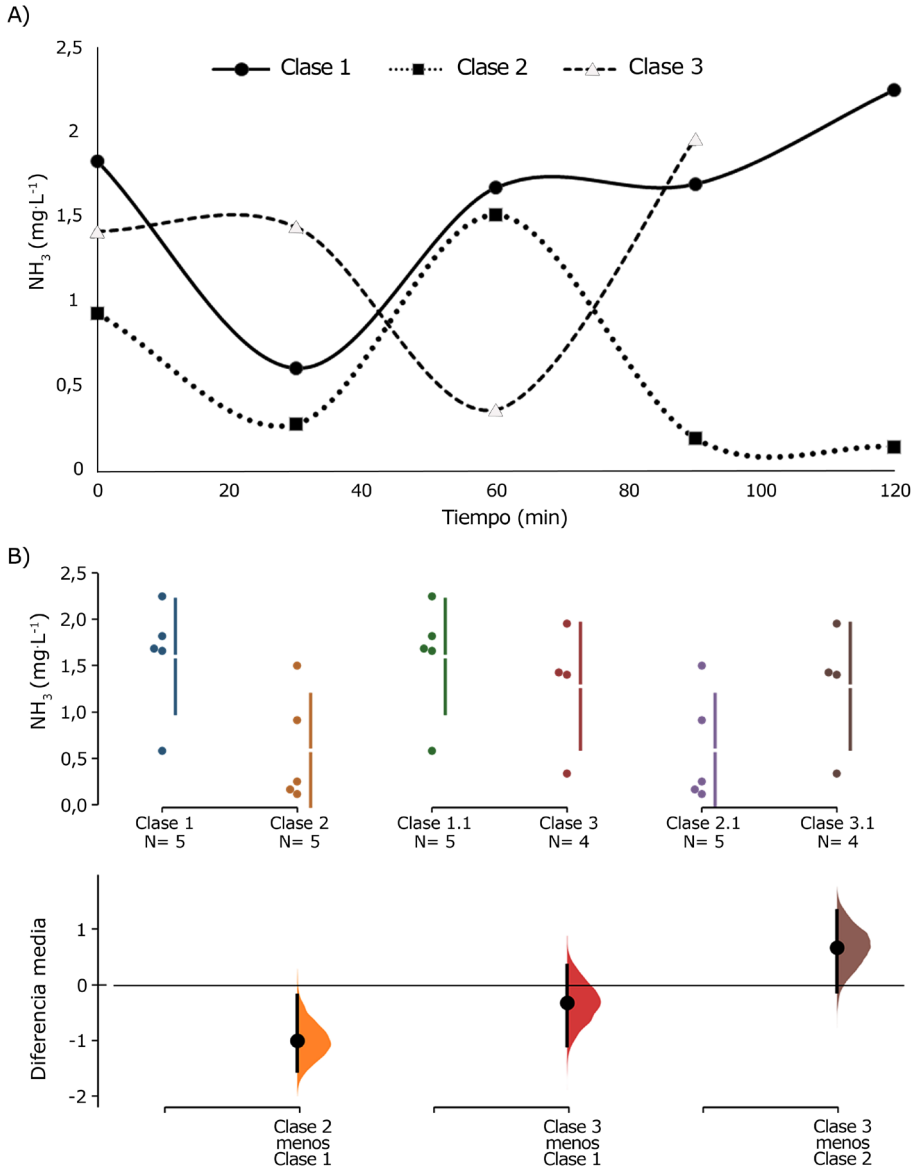

Figura 4. Excreción de deshechos nitrogenados (mg·NH_3·L^{-1}) de *Tegula atra* por clase de talla (Clase 1= ≤40 mm; Clase 2= 41-50 mm; Clase 3= 51-60 mm). A) Excreción de amoniaco (NH_3), en el tiempo. B) La diferencia de medias para 3 comparaciones se muestra en el gráfico de estimación de Cumming anterior. Los datos sin procesar se trazan en los ejes superiores; cada diferencia de medias se traza en los ejes inferiores como una distribución de muestreo bootstrap. Las diferencias medias se representan como puntos. Los intervalos de confianza del 95% están indicados por los extremos de las barras de error verticales / Nitrogen waste excretion (mg·NH_3·L^{-1}) of *Tegula atra* by size class (Class 1= ≤40 mm; Class 2= 41-50 mm; Class 3= 51-60 mm). A) Amoniac excretion (NH_3), over time. B) The mean difference for 3 comparisons is shown in the above Cumming estimation plot. The raw data is plotted on the upper axes; each mean difference is plotted on the lower axes as a bootstrap sampling distribution. Mean differences are depicted as dots; 95% confidence intervals are indicated by the ends of the vertical error bars

El presente estudio demuestra claramente que la capacidad ramoneadora de *T. atra* fue mayor en los ejemplares de talla superior y por ende podrían ser los candidatos ideales para el policultivo. Sin embargo, al considerar la respirometría, los ejemplares de talla media serían los más indicados, por su bajo consumo de oxígeno generando menor efecto negativo en la calidad del agua.

Actualmente, no existen estudios que incluyan a moluscos gastrópodos nativos en condiciones de policultivos, por lo tanto, el presente estudio muestra las primeras aproximaciones en este campo.

Según nuestras estimaciones, para mantener un estanque de 5 m^2 limpio se necesitarían entre 270 y 400 ejemplares de caracol negro (dependiendo de la talla). Sin embargo, aún faltan estudios para determinar cómo se comportan estos organismos a esta escala de cultivo, así como en compañía de otras especies en cultivo mixto dadas las interacciones entre ellos en el medio natural (Pillay & Kutty 2005).

A pesar de la falta de estudios a mayor escala, la utilización de *T. atra* en policultivos puede ser una buena medida para disminuir el estrés causado por la limpieza constante de los estanques, ya que esta especie presenta una gran capacidad ramoneadora (Hidalgo *et al.* 2013), con un bajo consumo de oxígeno y baja excreción de desechos nitrogenados, lo que permite contar con un número adecuado de ejemplares, sin perjudicar la calidad del agua. Sin embargo, debe evaluarse la factibilidad del desarrollo de cultivos de *Tegula atra*, desde su etapa larval, para evitar causar un impacto negativo en las poblaciones naturales, dado el número de ejemplares que se necesitarían para mantener un estanque de peces (Velasco *et al.* 2019). Por lo que, futuros estudios debieran considerar cuán factible es obtener un suministro de larvas bajo condiciones de laboratorio, cuáles son las condiciones necesarias para mantener juveniles (parámetros físico-químicos) y el alimento necesario para mantenerlos (tipo, cantidad y calidad), antes de alcanzar la talla óptima para ser incorporados a los estanques con peces (Guzmán del Próo *et al.* 2006). Por otra parte, un factor importante para considerar en próximas investigaciones es la temperatura de estos policultivos, ya que este parámetro puede influir en la tasa de consumo de oxígeno en algunos moluscos (Borja 1987) y evaluar los posibles impactos que pueda tener la presencia de *T. atra* en los peces asociados, a través de la medición de indicadores de estrés fisiológicos.

Agradecimientos

Los autores agradecen en forma póstuma al Dr. Roberto Meléndez Cortés (QEPD), quién nos otorgó el financiamiento mediante la Escuela de Ciencias del Mar de la Universidad Andrés Bello, para el desarrollo de herramientas profesionales, que hasta el día de hoy marcan un precedente dentro de nuestra formación académica.

Literatura citada

Bachere E. 2000. Shrimp immunity and disease control. Aquaculture 191: 3-11.

Barton B. 2002. Stress in fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. Integrative and Comparative Biology 42: 517-525.

Barton B & G Iwama. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroid. Annual Review of Fish Diseases 1: 3-26.

Borja A. 1987. Respiración de tres moluscos pequeños intermareales: *Rissoa parva, Barleeia unifasciata* y *Bittium reticulatum.* Iberus 7(1): 35-40.

FAO. 2007. Estado mundial de la acuicultura 2006, 176 pp. Departamento de Pesca y Acuicultura, FAO, Roma.

Guzmán del Próo SA, T Reynoso-Granados, P Monsalvo-Spencer & E Serviere-Zaragoza. 2006. Larval and early juvenile development in *Tegula funebralis* (Adams, 1855) (Gastropoda: Trochidae) in Baja California Sur, México. Veliger 48(2): 116-120.

Hidalgo F, F Firstater, B Lomovask & O Iribarne. 2013. Grazing effects of the sea urchin *Tetrapygus niger* and the snail *Tegula atra* on a rocky shore of central Peru. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 93(8): 2059-2066.

Ho J, T Tumkaya, S Aryal, H Choi & A Claridge-Chang. 2019. Moving beyond P values: data analysis with estimation graphics. Natural Methods 16: 565-566.

Hossain MA. 2002. Aquaculture in Bangladesh: prospect of high density mixed culture of fish with low cost diets. In: Petr T & DB Ward (eds). Cold Water Fisheries in the Trans-Himalaya Countries. FAO Fisheries Technical Paper 431: 161-172.

Hossain MA, M Ahmed, M Kamal & MN Islam. 1997. Mixed culture of fishes in seasonal ponds through fertilization and feeding. Bangladesh Journal of Fisheries 1(2): 9-18.

Kunda M, ME Azim, MA Wahab, S Dewan, N Roos & SH Thilsted. 2008. Potential of mixed culture of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and self-recruiting small species mola (*Amblypharyngodon mola*) in rotational rice–fish/prawn culture systems in Bangladesh. Aquaculture Research 39: 506-517.

Lanza-Espino G, R Lara-Andrade & JL García-Calderón. 1991. La acuicultura en palabras, 160 pp. AGT, México.

Martínez-Porchas M, LR Martínez-Córdova, MA Porchas-Cornejo & JA López-Elías. 2010. Shrimp polyculture: a potentially profitable, sustainable, but uncommon aquacultural practice. Reviews in Aquaculture 2: 73-85.

Mohapatra S, T Chakraborty, V Kumar, G DeBoeck & KN Mohanta. 2013. Aquaculture and stress management: a review of probiotic intervention. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 97: 405-430.

Otoshi CE, SM Arce & SM Moss. 2003. Growth and reproductive performance of broodstock shrimp reared in a biosecure recirculating aquaculture system versus a flow-through pond. Aquacultural Engineering 29: 93-107.

Petr T & D Swar. 2002. Cold water fisheries in the trans-Himalayan countries. FAO Fisheries Technical Paper 431: 1-376.

Pillay T & M Kutty. 2005. Aquaculture, principles and practices, 253 pp. Blackwell Publishing, Ames.

Rehman S, AH Gora, I Ahmad & SI Rasool. 2017. Stress in aquaculture hatcheries: Source, impact and mitigation. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 6(10): 3030-3045.

SERNAPESCA. 2019. Anuario estadístico de pesca 2019. Servicio Nacional de Pesca, Valparaíso. <http://www.sernapesca.cl>.

Spinetti M, R Foti, L Ares & M Viera. 2010. Manual básico de piscicultura en estanques, 50 pp. Departamento de Acuicultura, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Montevideo.

Stickney R. 2005. Aquaculture: An introductory text, 265 pp. Texas Sea Grant College Program, CABI Publishing, Wallingford.

Sung Y, T Macrae, P Sorgeloos & P Bossier. 2011. Stress response for disease control in aquaculture. Reviews in Aquaculture 3: 120-137.

Velasco LA, Y Villarruel & B Toro. 2019. Nursery culture of wild and hatchery-produced juveniles of the West Indian top shell, *Cittarium pica*, fed microalgal and artificial biofilms. Aquaculture International 27: 1289-1299.

Véliz D & D Vásquez. 2000. La familia Trochidae (Mollusca: Gastropoda) en el norte de Chile: Consideraciones ecológicas y taxonómicas. Revista Chilena de Historia Natural 73: 757-769.

Wang J, D Li, S Dong, K Wang & X Tian. 1998. Experimental studies on polyculture in closed shrimp ponds I. Intensive polyculture of Chinese shrimp (*Penaeus chinensis*) with tilapia hybrids. Aquaculture 163: 11-27.

Recibido el 21 de noviembre de 2019 y aceptado el 14 de agosto de 2020

Editor: Claudia Bustos D.