

FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS QUE AFECTAN LA ACTIVIDAD BIOFILTRADORA DE *DIPLODON CHILENSIS* (BIVALVIA: HYRIIDAE)

BIOTIC AND ABIOTIC FACTORS AFFECTING THE BIOFILTERING ACTIVITY OF *DIPLODON CHILENSIS* (BIVALVIA: HYRIIDAE)

Roberto Vásquez • Ricardo Medina
 Profesor Guía: Francisco Urra
 Complejo Educacional de Chimbarongo
 Evaluador: Eugenio Spencer

Resumen

El agua dulce está amenazada por su uso irracional. La eutrofización, resultante del aumento de fosfatos y nitratos, favorece la proliferación de algas y disminución del oxígeno. Una alternativa de mitigación es el uso de biofiltros, como el molusco *Diplodon chilensis*, que se alimenta de partículas, reduciendo la materia orgánica disuelta y los microorganismos. Este estudio evaluó la actividad de *Diplodon chilensis*, expresada como variación en la concentración de células, para diferentes densidades y tamaño de individuos, temperaturas, pH, salinidad, granulometría del sustrato, luminosidad, presencia de pesticidas, y tipo de células suspendidas. Los resultados indican que la actividad del molusco no es afectada por estos factores: tipo de células suspendidas, luminosidad y tamaño de individuos, pero si varía con el tipo de sustrato. Respecto a la densidad de individuos, la concentración de microalgas disminuye a mayor densidad. La actividad biofiltradora varía con la temperatura; así, transcurridas 6 horas a 2° C, consumió el 70% de las microalgas, y a 25° C un 85% aproximado. En cuanto al pH, el mejor estuvo a pH = 5,5, consumiendo el 75%. El aumento de salinidad y presencia de pesticidas demuestran su sensibilidad a dichos factores. Así, *Diplodon chilensis* tendría potencial para utilizarse en sistemas purificadores.

Palabras claves: Biofiltro; Bivalvo; Contaminación; Eutrofización; *Diplodon chilensis*

Abstract

Fresh water is threatened by its irrational use. Eutrophication, resulting from the increase in phosphates and nitrates, favors the proliferation of algae and a decrease in oxygen. An alternative for mitigation is the use of biofilters, such as the *Diplodon chilensis* mollusk, which feeds on particles, reducing dissolved organic matter and microorganisms. This study evaluated the activity of *Diplodon chilensis*, expressed as variation in cell concentration, for different densities and size of individuals, temperatures, pH, salinity, grain size of the substrate, luminosity, presence of pesticides, and type of suspended cells. The results indicate that the activity of the mollusk is not affected by these factors: type of suspended cells, luminosity and size of individuals, but it does vary with the type of substrate. Regarding the density of individuals, the concentration of microalgae decreases at a higher density. Biofiltering activity varies with temperature; thus, after 6 hours 2°C, it consumed 70% of the microalgae, and at 25°C an approximate 85%. Regarding pH, the best was at pH = 5.5, consuming 75%. The increased salinity and presence of pesticides demonstrate its sensitivity to these factors. Thus, *Diplodon chilensis* would have potential to be used in purifying systems.

Keywords: Biofilter; Bivalve; Pollution; Eutrophication; *Diplodon chilensis*

El Proyecto participó en:

- * XX Feria Nacional de la Ciencia y Tecnología 2017, Universidad del Bio-Bio, Concepción.
- * XXXVII Feria Científica Nacional Juvenil del Museo Nacional de Historia Natural 2017
- * XI Congreso Regional Escolar de la Ciencia y la Tecnología 2017, PAR Explora de CONICYT O'Higgins.
- * II Expociencias Nacional Santiago, Fundación Club Ciencias Chile, Universidad Central de Chile
- * XVIII Congreso Nacional Escolar de la Ciencia y la Tecnología 2017, Arica, Explora de CONICYT
- * VIII Expociencias Internacional America Latina, ESI AMLAT 2018 Antofagasta- Chile, Universidad Católica del Norte, Fundación Club Ciencias Chile, MILSET AMLAT.
- * VIII Feria Nacional Científica y Tecnológica de Linares, Instituto Linares, Fundación Club Ciencias Chile.



Introducción

En los ecosistemas acuáticos, la eutrofización del agua es un problema recurrente. El aumento en la concentración de nutrientes como nitratos y fosfatos, favorece el crecimiento de algas microscópicas y la acumulación de materia orgánica, lo que a su vez disminuye la transparencia del agua y su contenido de oxígeno (Curtis, 2006; Parra, 1989). Los nutrientes acumulados en el agua, provienen de diversas fuentes, entre ellas, actividades humanas tales como la agricultura, la ganadería intensiva, la acuicultura y los desechos domésticos que son vertidos en los cauces.

Algunos estudios han demostrado la eficiencia de los moluscos bivalvos como filtradores capaces de disminuir el fitoplancton en la columna de agua (Dame *et al.*, 1991). Los bivalvos no sólo disminuyen las microalgas presentes, sino que además reducen los niveles de nutrientes y la concentración de sólidos suspendidos en ésta (Soto y Mena, 1999). La mayor parte de estas investigaciones se han realizado con bivalvos marinos, entre ellos, *Crassostrea rhizophorae*, *Mytella guyanensis* y *Perna viridis*, los que incorporados en los sistemas de producción acuícola, logran reducir los niveles de fosfatos, nitritos y nitratos en los efluentes de los criaderos de peces (Lin *et al.*, 1993; Olivera, 2001; Olivera y Brito, 2005). En lagos de Europa y América del Norte, existen experiencias con *Dreissenia polymorpha*, un bivalvo dulceacuícola. Este molusco es capaz de aumentar la transparencia del agua y disminuir la clorofila presente después de su introducción (Reeders *et al.*, 1989). Otro bivalvo dulceacuícola es *Elliptio complonata*, molusco originario de Norteamérica que se ha usado para controlar la proliferación de algas en cultivo de bagres criados para el consumo humano (Stuart y Eversole, 2001).

La almeja o chorito de río, *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae), es un bivalvo de agua dulce común en lagos y ríos del centro y sur de Chile y Argentina (Lara *et al.*, 1988; Lara y Parada, 2008; Parada y Peredo 2006; Parada *et al.*, 2007; Valdovinos *et al.*, 2005; Valdovinos y Pedrerosa, 2007; Jackson, 2008). Esta especie se distribuye en Chile desde el río Limarí (30°28'S; 71°05'W) al lago Diana (51°50'13"S; 72°9'35"W) (Letelier y Ramos, 2006; Parada *et al.*, 2007; Parada y Peredo, 2008). Esta almeja tiene la capacidad de colonizar sustratos arenosos, arenos pedregosos y fangosos (Lara y Parada, 1991) y ha formado parte de la dieta de los habitantes de la zona centro sur de Chile desde tiempos ancestrales (Jackson y Jackson, 2008). Algunos estudios han demostrado su capacidad de bombeo y de filtración de partículas y bacterias, pues reduce la eutrofización en tanques de cultivo de salmón (Mena, 1997), y la concentración de coliformes en agua dulce de pozo (Sepúlveda, 1988; Lara *et al.*, 2002).



Figura N° 1. *Diplodon chilensis*.



Lara *et al.* (2002) determinaron que *D. chilensis* tiene una alimentación mixta en base a fitoplancton, fitobentos y materia orgánica existente en el plancton y en el bentos. De este modo, esta especie tendría el potencial de ser incorporada en sistemas de producción acuícola para controlar la proliferación de algas y reducir los sólidos suspendidos. Del mismo modo, permitiría mejorar la calidad del agua para su reutilización, incorporándolo en un biofiltro que integre organismos vivos y filtros mecánicos.

Hipótesis

La actividad biofiltradora de *Diplodon chilensis* es afectada al variar condiciones como el tipo de alimento, densidad y tamaño de individuos, luminosidad, granulometría del sustrato, temperatura, pH del agua, salinidad y presencia de pesticidas. Se espera observar diferencias en la concentración final de células en suspensión al variar estos factores dentro de los rangos estudiados.

Objetivo General

Evaluar la actividad biofiltradora de *Diplodon chilensis* bajo distintas condiciones biológicas, físicas y químicas.

Objetivos Específicos

Evaluar: 1) el consumo de dos tipos de alimentos: microalgas y esporas fúngicas luego de 2, 4, 6 y 8 horas; 2) el efecto de la densidad de individuos (2, 4, 8, 16 almejas); 3) el efecto del tamaño de los individuos; 4) la luminosidad (luz y oscuridad); 5) el tipo de sustrato del fondo (limo, arena, gravilla); 6) el efecto de cuatro regímenes térmicos (2, 6, 15 y 25 °C); 7) el efecto de tres condiciones de pH del agua (7,7; 5,5 y 3,2); 8) el efecto de la salinidad del agua (0, 3, 10, 20, 30 g/L); y 9) el efecto de la presencia de pesticidas en el agua (0,0; 0,2; 0,5 mg piretroide/mL).

Metodología

Se realizaron nueve experimentos con la almeja de agua dulce *Diplodon chilensis*, para evaluar su actividad biofiltradora bajo distintas condiciones. Los ejemplares se obtuvieron de un canal del sector El Sauce, comuna de Chimbarongo, en el mes de mayo de 2017. Durante los experimentos, las almejas se mantuvieron en cajas plásticas transparentes de 5L, con 3L de agua. Por cada caja se dispusieron 10 individuos (excepto

en el experimento N° 2) de tamaño y peso similar (a excepción del experimento N° 3). Se tomaron muestras de 50 mL de agua al inicio y cada 2 horas. Se contaron las células en suspensión con hemocitómetro bajo microscopio óptico con aumento de 100X.

En el experimento N° 1 se utilizó agua con microalgas y agua con una suspensión de esporas de *Penicillium digitatum*, obtenidas de un cultivo de laboratorio. Se tomaron muestras a las 0, 2, 4, 6 y 8 horas. En el experimento N° 2 se utilizó agua con microalgas. Se evaluaron cuatro densidades de almejas, 2, 4, 8 y 16 individuos por caja. Las muestras de agua se tomaron a las 0, 2, 4 y 6 horas. En el experimento N° 3 se utilizó agua con microalgas. Se emplearon 2 tamaños de almejas: grandes (8 cm, 68,0 g) y pequeñas (5 cm, 18,5 g). Las muestras de agua se tomaron a las 0, 2, 4 y 6 horas. En el experimento N° 4 se utilizó agua con microalgas. Se evaluaron dos condiciones de luminosidad (luz y oscuridad). Las muestras de agua se tomaron a las 0, 2, 4 y 6 horas. En el experimento N° 5 se utilizó agua con microalgas. Se evaluó la actividad del molusco en tres granulometrías distintas de sustrato (limo, arena y gravilla) y un control sin sustrato. Las muestras de agua se tomaron a las 0, 2, 4 y 6 horas. En el experimento N° 6 se empleó agua con microalgas y se evaluaron cuatro regímenes térmicos: 2°C (refrigerador + hielo), 6°C (en un refrigerador), 15°C (temperatura ambiente) y 25°C (incubadora). La temperatura se midió con termómetro digital y termómetro de máxima y mínima, y las muestras de agua se tomaron a las 0, 2, 4 y 6 horas. En el experimento N° 7 se empleó agua con microalgas y se evaluaron tres condiciones de pH: 7,7 (agua potable), 5,5 (agua carbonatada) y 3,2 (ácido cítrico + agua potable). El pH se controló mediante un potenciómetro digital. Las muestras de agua fueron recolectadas a las 0, 2, 4 y 6 horas. En el experimento N° 8 se evaluó la actividad filtradora de *Diplodon chilensis* bajo cinco condiciones de salinidad 0, 3, 10, 20 y 30 g de NaCl/L de agua (con microalgas), las muestras de agua fueron recogidas a las 0, 2, 4 y 6 horas. En el noveno experimento se usó agua con microalgas y se evaluó la actividad filtradora en presencia de insecticida (piretroide), en las siguientes concentraciones de 0,0; 0,2 y 0,5 mg piretroide/mL de agua. Se calcularon los promedios de la concentración final de células de cada tratamiento y se expresaron como porcentajes de la concentración inicial de microalgas. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) unifactorial con un nivel de significación de 0,05. Para ello, los datos expresados en porcentajes (%) fueron transformados mediante la fórmula $\arcsen \sqrt{x}$, donde x es el porcentaje expresado en frecuencia. Finalmente, las medias fueron separadas mediante la prueba de Tukey, cuando había diferencia significativa al 5%. También, se realizaron análisis de regresión para algunos experimentos.



Resultados y discusión

Tabla N° 1. Resultados de los análisis estadísticos. ANOVA $p > 0,05$.
 GL = grados de libertad, F esp. = F esperado, F. obs. = F observado,
 Dif. Est. = diferencia estadística.

Experimento	GL trat.	GL error	F esp.	F obs.	Dif. Est.
Alimento	1	10	4,97	0,13	NO
Densidad	4	10	3,48	121,78	SI
Tamaño	1	6	5,99	0,15	NO
Luminosidad	1	6	5,99	4,91	NO
Sustrato	3	12	3,49	12,32	SI
Temperatura	3	8	4,07	322,46	SI
pH	2	6	5,14	8,13	SI
Salinidad	4	15	3,06	72,89	SI
Insecticida	2	9	4,26	110,80	SI

Experimento N° 1. sustrato alimenticio.

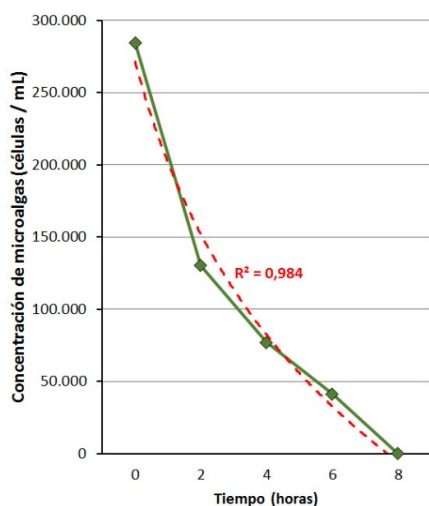


Figura N° 2. Actividad filtradora sobre microalgas.

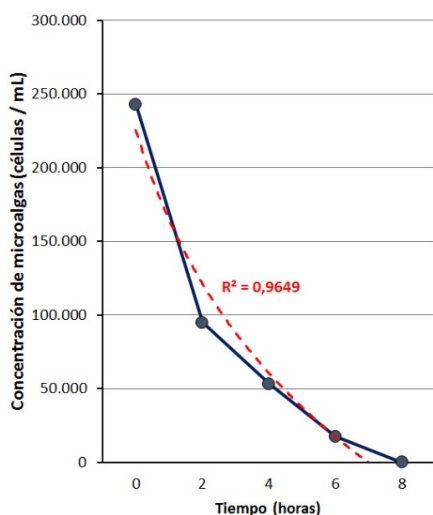


Figura N° 3. Actividad filtradora sobre esporas.

Experimento N° 2. densidad de individuos.

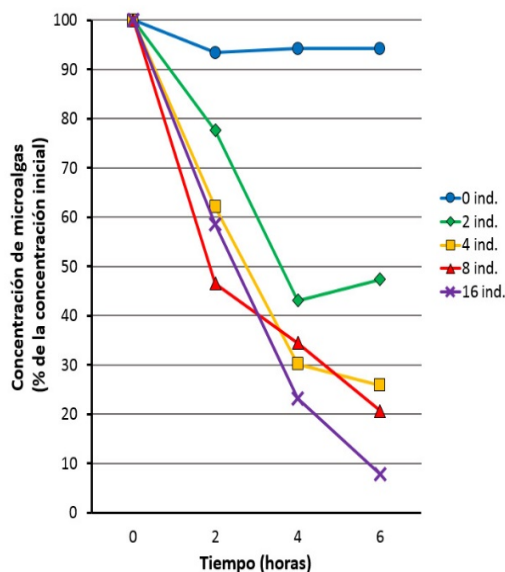


Figura N° 4. Actividad filtradora en cuatro densidades de almejas.

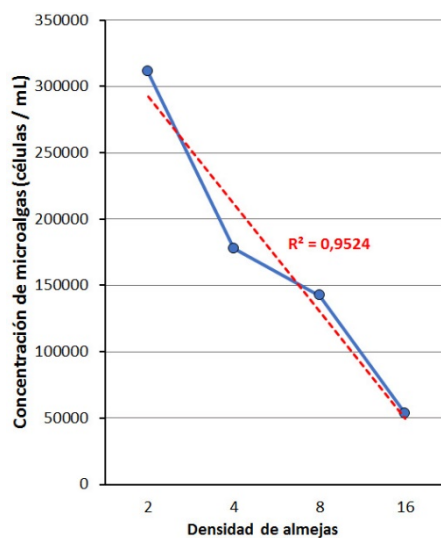


Figura N° 5. Efecto de la densidad de almejas en la concentración final de microalgas.

Tabla N° 2. Concentración final de microalgas a distintas densidades. Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (ANOVA, Tukey-Kramer $p > 0,05$).

Tratamiento (individuos)	Concentración final de microalgas (% de la inicial)	
0	93,8	a
2	47,4	b
4	25,8	c
8	20,7	c
16	7,8	d



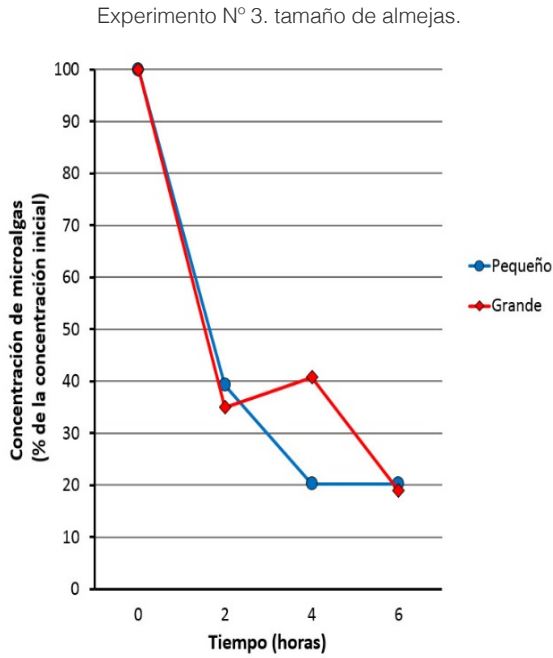


Figura N° 6. Efecto del tamaño de las almejas en la actividad biofiltradora de *D. chilensis*.

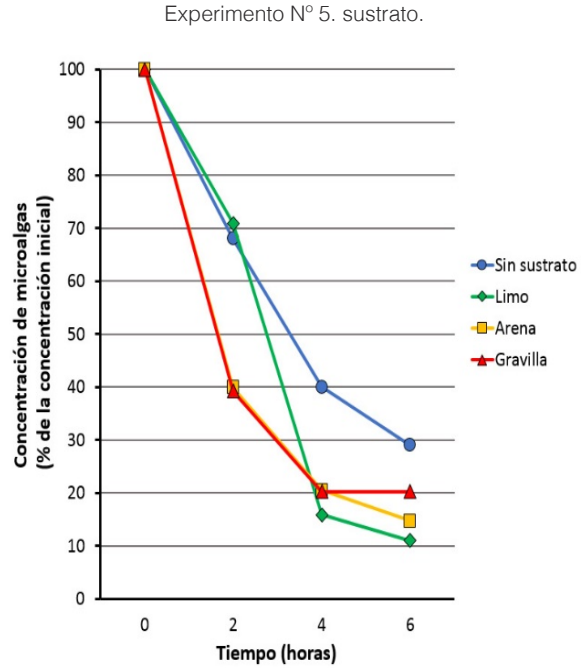


Figura N° 8. Efecto del tipo de sustrato en la actividad biofiltradora de *D. chilensis*.

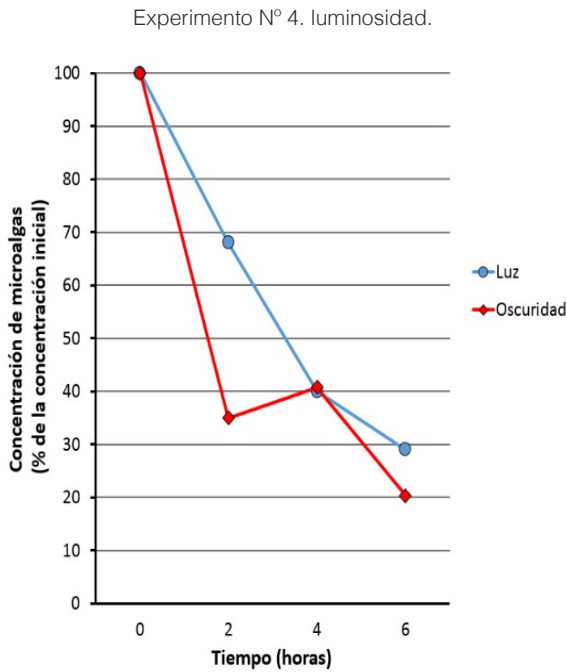


Figura N° 7. Efecto de la luminosidad en la actividad biofiltradora de *D. chilensis*.

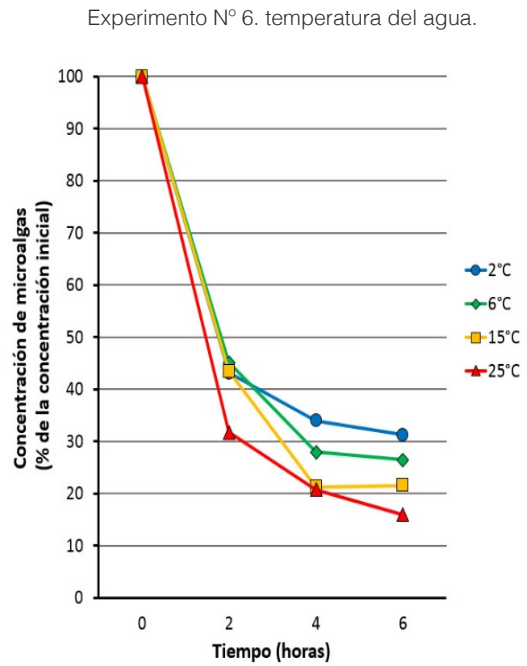


Figura N° 9. Actividad filtradora en cuatro regímenes térmicos.



Tabla N° 3. Concentración final de microalgas en distintos sustratos. Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (ANOVA, Tukey-Kramer, $p > 0.05$).

Tratamiento (Sustrato)	Concentración final de microalgas (% de la inicial)	
Sin sustrato	29,0	a
Gravilla	20,3	a
Arena	14,7	ab
Limo	11,0	b

Tabla N° 4. Concentración final de microalgas en distintos pH del agua. Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (ANOVA, Tukey-Kramer, $p > 0.05$).

Tratamiento (pH)	Concentración final de microalgas (% de la inicial)	
pH 7,7	43,1	a
pH 3,2	33,3	ab
pH 5,5	25,1	b

Tabla N° 5. Concentración final de microalgas en distintos niveles de salinidad del agua. Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (ANOVA, Tukey Kramer, $p > 0.05$).

Tratamiento (g NaCl / L agua)	Concentración final de microalgas (% de la inicial)	
0	29,0	a
3	20,2	a
10	36,3	a
20	82,1	b
30	93,9	c

Tabla N° 6. Concentración final de microalgas a distintas concentraciones de insecticida en el agua. Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (ANOVA, Tukey-Kramer, $p > 0.05$).

Tratamiento (mg / mL de agua)	Concentración final de microalgas (% de la inicial)	
0,0	20,3	a
0,2	85,1	b
0,5	85,7	b

Experimento N° 7. pH del agua.

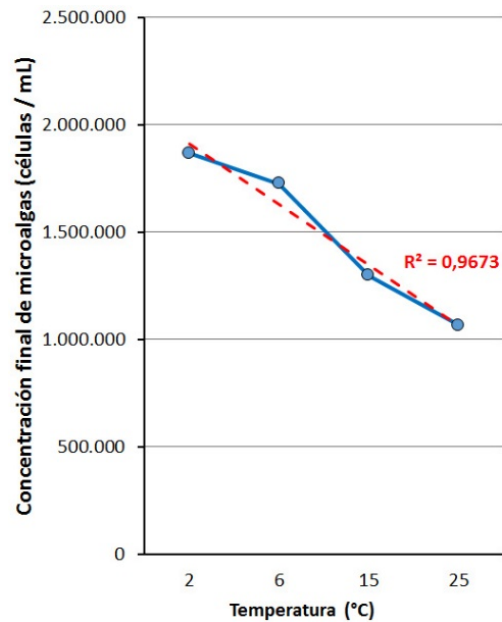


Figura N° 10. Efecto de la temperatura en la concentración final de microalgas.

Experimento N° 8. salinidad del agua.

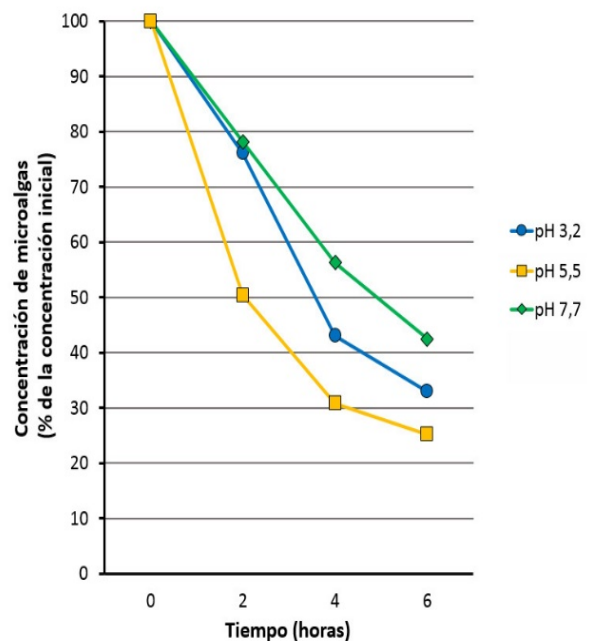


Figura N° 11. Actividad filtradora en tres condiciones de pH.



Experimento N° 9. presencia de insecticida en el agua.

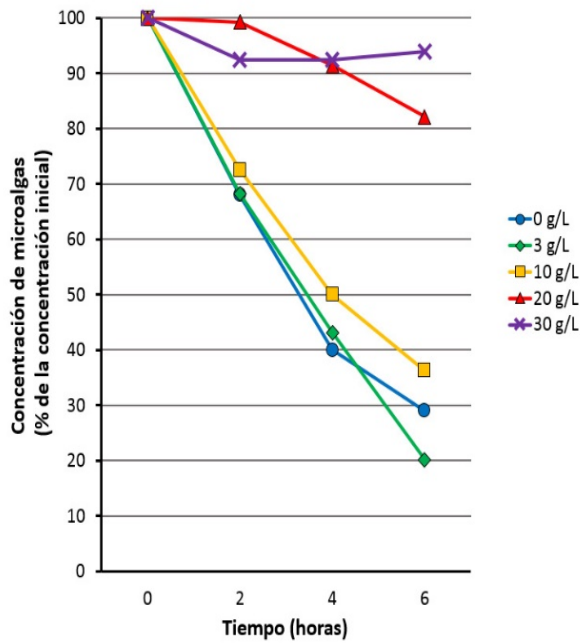


Figura N° 12. Actividad filtradora en cinco condiciones de salinidad del agua.

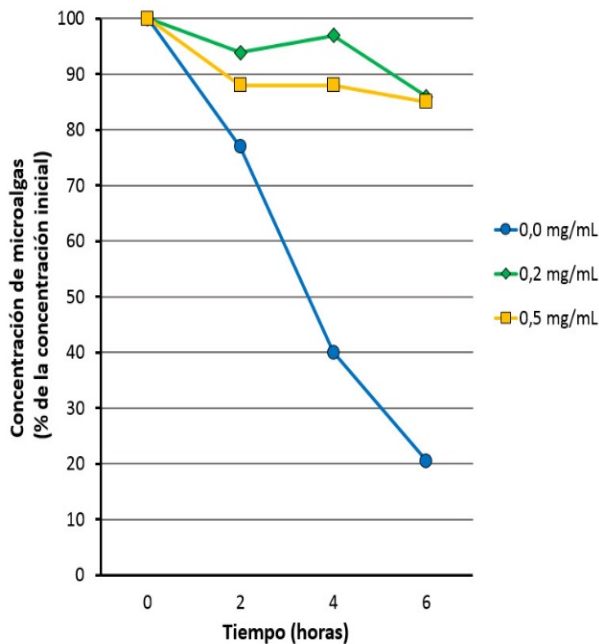


Figura N° 13. Actividad filtradora en presencia de insecticida.

La prueba ANOVA arrojó que existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos de los experimentos de densidad, sustrato, temperatura, pH, salinidad y presencia de insecticida (Tabla N° 1); y no hubo diferencia entre los tratamientos de los experimentos de tipo de alimento, tamaño y luminosidad.

Experimento N° 1: Los resultados indican que *Diplodon chilensis* es capaz de consumir microalgas y esporas de hongos presentes en la columna de agua (Figuras N° 2 y N° 3), lo que confirma su capacidad para filtrar cualquier tipo de partícula orgánica, en este caso, microorganismos. Se observó que la concentración de microalgas y esporas suspendidas en el agua disminuyen conforme avanza el tiempo en función logarítmica, alcanzando valores cercanos a cero después de 8 horas. Experimento N° 2: Respecto al efecto de la densidad de almejas, hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Tabla N° 2). La concentración de microalgas varía en función lineal, disminuyendo a mayor densidad (Figuras N° 4 y N° 5). De este modo, para acelerar la reducción de partículas suspendidas, se puede aumentar la densidad de individuos. Experimentos N° 3 y N° 4: En cuanto a los factores como tamaño de individuos y luminosidad, éstos no tienen efecto en la actividad de biofiltración de *Diplodon chilensis* (Figuras N° 6 y N° 7). Experimento N° 5: Respecto a la granulometría del sustrato, se observó que hay diferencia significativa entre los tratamientos (Tabla N° 3). El mejor desempeño se observó en limo y arena (Figura N° 8). Es probable que a las almejas les resulte más fácil excavar en estos tipos de sustrato, para alimentarse de forma más segura. Experimento N° 6: La actividad biofiltradora varía de acuerdo a la temperatura en función lineal (Figuras N° 9 y N° 10). Así, luego de 6 horas de actividad a 2°C, *Diplodon chilensis* es capaz de consumir el 70% de las microalgas presentes en la columna de agua, mientras que, a 25°C, consume alrededor del 85%. El buen desempeño de la actividad biofiltradora de *D. chilensis* en diferentes regímenes térmicos, explicaría su adaptabilidad a distintos ambientes y su amplia distribución en Chile, encontrándose presente entre el Río Limarí (IV Región) y Río Negro (XI Región). Por lo mismo, esta especie de bivalvo podría ser usada como componente de filtros biológicos bajo distintas condiciones de temperatura, tanto en el norte y como en el sur del país. Experimento N° 7: En cuanto al pH del agua, el mejor desempeño se observó a un valor de 5,5 alcanzando un consumo del 75% de las microalgas suspendidas en la columna de



agua (Figura N° 11, Tabla N° 4). Es probable que *Diplodon chilensis* esté adaptado para sobrevivir en condiciones de pH ácido, pues se sabe que puede resistir condiciones de hipoxia durante períodos prolongados. A pH más bajo (pH = 3,2), la actividad disminuye un poco (67% de microalgas consumidas), mientras que a pH = 7,7, el consumo fue menor (57%). Experimento N° 8: En cuanto a la salinidad, se observa que este factor afecta la actividad biofiltradora de *Diplodon chilensis* a medida que aumenta la concentración de sal del agua (Figura N° 12, Tabla N° 5). Se puede apreciar que la actividad del molusco decrece con concentraciones

de 20 y 30 g/L, resultando esta última letal para el organismo. Experimento N° 9: De igual modo, la presencia de insecticida reduce la actividad biofiltradora del molusco, por lo que es posible inferir que el animal es sensible a estas sustancias (Figura N° 13, Tabla N° 6). De los factores bióticos, los resultados indican que la actividad biofiltradora de *Diplodon chilensis* es afectada por la densidad de individuos por volumen fijo de agua. En cuanto a los factores físicos, tanto el sustrato del fondo como la temperatura del agua tuvieron efecto en la actividad biofiltradora. Mientras que todos los factores químicos tuvieron efecto en dicha actividad.

Conclusión

Este trabajo permitió concluir lo siguiente: *Diplodon chilensis* es capaz de consumir tanto microalgas como esporas fúngicas, permitiendo reducir la concentración de materia orgánica en la columna de agua. La actividad de *Diplodon chilensis* no es afectada por factores como la luminosidad y el tamaño de los individuos. La actividad biofiltradora de *Diplodon chilensis* varía con el tipo de sustrato, la temperatura, pH y densidad de almejas. Si bien hubo diferencias al variar los factores evaluados, *D. chilensis* podría ser utilizado como eficiente biofiltrador en condiciones variables de sustrato alimenticio, temperatura y pH, mejorando la calidad del agua. Así mismo, para acelerar la reducción de partículas suspendidas, puede aumentarse la densidad de individuos. El aumento de la salinidad y la presencia de pesticidas disminuyen la actividad del molusco, por lo que esta especie sería más sensible a estos factores químicos. De este modo *D. chilensis* podría ser incorporado a un sistema de filtración de agua que emplee elementos biológicos y físicos para disminuir las partículas orgánicas suspendidas, así como también reducir la carga microbiana. Este sistema sería útil en áreas con escasez del recurso hídrico, en donde la reutilización del agua sería una alternativa para el eficiente aprovechamiento de ésta. Futuros experimentos estarían orientados a probar el potencial de este molusco como bioindicador de la calidad del agua, frente a contaminantes de uso doméstico, plaguicidas, residuos industriales y mineros.



Bibliografía

- Curtis H. 2006. Invitation to biology. Ediciones Panamericana, Buenos Aires, Argentina.
- Dame R, Dankers N, Prints T, Jongma H, Smaal A. 1991. The influence of mussel beds on nutrients in the Western Wadden Sea and Eastern Scheldt Estuaries. *Estuaries* 14: 130-138. <https://doi.org/10.2307/1351686>
- Jackson D, Jackson D. 2008. Antecedentes arqueológicos del género *Diplodon* (Spix, 1827) (Bivalvia, Hyriidae) en Chile. *Gayana* 72: 188-195. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382008000200008>
- Lara G, Parada E, Peredo S, Inostroza J, Mora H. 1988. La almeja de agua dulce *Diplodon chilensis* (Gray, 1828), un recurso potencial. *Boletín Museo Regional de La Araucanía* 3: 33-40.
- Lara G, Parada E. 1991. Seasonal changes in the condition index of *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) in sandy and muddy substrata. Villarrica Lake, Chile (39°18'S;72°05'W). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 62: 99-106.
- Lara G, Contreras A, Encina F. 2002. La almeja de agua dulce *Diplodon chilensis* (Bivalvia: Iridea) potencial biofiltro para disminuir los niveles de coliformes en pozos: Experimento de laboratorio. *Gayana* 66: 113-118. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382002000200005>
- Lara G, Parada E. 2008. Mantención del patrón de distribución espacial, densidad y estructura de tamaños de la almeja de agua dulce *Diplodon chilensis* Gray, 1828 (Bivalvia: Hiriidae) en el Lago Panguipulli, Chile. *Gayana* 72: 45-51. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382008000100007>
- Letelier S, Ramos AM. 2006. Distribución geográfica de *Diplodon (Diplodon) chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia:Hyriidae) basado en el material de la colección del Museo Nacional de Historia Natural (MNHCL), Santiago de Chile. *Amici Molluscarum* 14: 13-17.
- Lin C, Wanuchsoontorn P. 1993. Integrated culture of the green mussel *Perna viridis* in wastewater from an intensive shrimp pond: concept and practice. *World Aquaculture* 24: 68-73.
- Mena G. 1997. Evaluación experimental de la capacidad de *Diplodon chilensis* para procesar los excedentes orgánicos generados por la Salmonicultura. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Meriño J, Muñoz N, Quilaqueo L, Vargas S, Salinas G, Basualto E, Urra F. 2012. Efecto de la actividad biofiltradora de *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia; Hyriidae) en la concentración de microalgas. *Revista Ciencia Joven* 2012: 88-99.
- Olivera. A. 2001. Os moluscos bivalves e a biorremediação dos impactos da carcinicultura. *Panorama da Aquicultura* 11: 37-39.
- Olivera A, Brito L. 2005. Treating shrimp farming effluent using the native oyster, *Crassostrea rhizophorae*, in Brazil. *World Aquaculture* 36: 60-63.
- Parada E, Peredo S. 2006. Estado del conocimiento de los bivalvos dulceacuícolas de Chile. *Gayana* 70: 82-87. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382006000100013>
- Parada E, Peredo S. 2008. *Diplodon patagonicus* (Bivalvia: Hyriidae) to be or not to be. *Gayana* 72: 266-267. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382008000200014>



Parada E, Peredo S, Valenzuela J, Manuschevich D. 2007. Extention of the current Northern distribution range of freshwater mussel *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae) in Chile. *Gayana* 71: 212-215. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382007000200013>

Parra O. 1989. La eutroficación de la Laguna Grande de San Pedro, Concepción, Chile: un caso de estudio. *Ambiente y Desarrollo* 5: 117-136.

Reeders H, Bij de Vaate A, Slim F. 1989. The filtration rate of *Dreissenia polymorpha* (Bivalvia) in three dutch lakes with reference to biological water quality management. *Freshwater Biology* 22: 133-141. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1989.tb01088.x>

Sepúlveda A. 1988. Estudio preliminar de la contaminación fecal en aguas naturales utilizando un organismo bioindicador y la técnica de filtración de membrana. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

Soto D, Mena G. 1999. Filter feeding by freshwater mussel, *Diplodon chilensis*, as a biocontrol of salmon farming eutrophication. *Aquaculture* 171: 65-68. [https://doi.org/10.1016/s0044-8486\(98\)00420-7](https://doi.org/10.1016/s0044-8486(98)00420-7)

Stuart K, Eversole A. 2001. Filtration of green algae and cyanobacteria by freshwater mussels in the partitioned aquaculture system. *Journal of the World Aquaculture Society* 32: 105-111. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2001.tb00928.x>

Valdovinos C, Olmos V, Moya C. 2005. Moluscos terrestres y dulceacuícolas de la Cordillera de la Costa Chilena. *Biodiversidad y Ecología de los Bosques de la Cordillera de la Costa de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

Valdovinos C, Pedreros P. 2007. Geographic variations in shell growth rates of the mussel *Diplodon chilensis* from temperate lakes of Chile: Implications for biodiversity conservation. *Limnologica* 37: 63-75. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2006.08.007>

