

Variación anual de larvas del mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) en sistemas de refrigeración de tres centrales hidroeléctricas del Río Negro, Uruguay

Ferrer, C.¹, Fabián, D.¹, Pereira, J.¹, Muniz, P.¹, Mandiá, M.², Failache, G.² & E. Brugnoli^{1,3}.

1- Oceanografía y Ecología Marina, Facultad de Ciencias, Universidad de la República

2- Gerencia Generación Hidráulica y Eólica, UTE

3.- ebo@fcien.edu.uy

RESUMEN

Limnoperna fortunei es una especie de molusco invasor en la cuenca del Plata, originaria de ríos del sureste asiático. El principal problema que afecta al hombre es el macrofouling (bio-incrustaciones), ocasionando la obstrucción en estructuras de conducción de agua. Este trabajo describe la variación anual (2018-2019) en las abundancias de estadios larvales del mejillón dorado y la comunidad zooplanctónica presentes en sistemas de refrigeración de tres centrales hidroeléctricas (G. Terra, Baygorria y Constitución) del Río Negro (Uruguay). *Limnoperna fortunei* registró las mayores abundancias larvales durante meses cálidos (primavera-verano) y menores en los más fríos (otoño-invierno). El sistema de refrigeración de la CH Constitución presentó las mayores abundancias y G. Terra las menores. El zooplancton (microcrustáceos y rotíferos) en general presentó abundancias superiores a las larvas del mejillón dorado.

PALABRAS CLAVE: especie invasora acuática, macrofouling, monitoreo, zooplancton.

INTRODUCCIÓN

Limnoperna fortunei (Dunker 1857)(mejillón dorado), es una especie de molusco invasor en la cuenca del Plata, originaria de los sistemas de agua dulce del sureste asiático, introducida accidentalmente a la región por medio de agua de lastre en el Río de la Plata (Darrigran & Pastorino 1995). En Uruguay se registró por primera vez en 1994 en zonas costeras del Río de la Plata (Scarabino & Verde 1995) presentando actualmente una amplia distribución en las cuencas del Río de la Plata, Negro, Uruguay, Santa Lucía, Lagunas Merín (Brugnoli et al. 2005) y del Sauce (Clemente et al. 2015).

Durante su fase bentónica (juveniles y adultos), presenta un comportamiento epifaunal y gregario que causa el problema del macrofouling (incrustaciones), ocasionando problemas en estructuras útiles para el ser humano. Debido a los efectos ecológicos ocasionados en los ecosistemas acuáticos invadidos, así como los gastos generados en las infraestructuras humanas afectadas por efectos de incrustaciones, se considera una problemática ambiental a nivel regional (Darrigran 2002). Para desarrollar e implementar estrategias de control poblacional, es necesario comprender el ciclo biológico de la especie que permita identificar etapas vulnerables para mitigar la problemática.

En este trabajo se describela variación anual (2018-2019) en las abundancias de estadios larvales del mejillón dorado presentes en sistemas de refrigeración de tres centrales hidroeléctricas (CH) (G. Terra, Baygorria y Constitución) del Río Negro y su relación con variablesfísico-químicas del agua.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del monitoreo de las variables físico-químicas del agua y abundancias zooplanctónicas en los sistemas de

refrigeración de las CH G. Terra, Baygorria y Constitución se identificó una turbina por CH. Se consideraron como variables físico-químicas a la temperatura, pH, conductividad, sólidos totales disueltos, materia orgánica y % materia orgánica, y para las abundancias zooplanctónicas se discriminaron entre larvas y holozooplankton (microcrustáceos y rotíferos). En diferentes puntos de las tuberías de los sistemas de refrigeración se colectaron muestras de agua con una periodicidad quincenal (febrero-abril y setiembre-noviembre) y mensual (mayo-agosto) entre febrero 2018 y febrero 2019 (n=17). Para las variables físico-químicas se consideró la colecta de un volumen de 5L de agua mientras que para los análisis zooplanctónicos se colectaron tres réplicas de 100L de agua filtrándolas en un tamíz de 100 μm . La temperatura del agua se obtuvo mediante registros continuos de sensores ubicados al ingreso de los sistemas de refrigeración. Se consideraron registros diarios con una periodicidad de 1 a 40 registros según CH y mes analizado. Las muestras para los análisis zooplanctónicos se fijaron *in situ* en alcohol (95% final) y en conjunto con las muestras de agua refrigeradas, se transportaron y analizaron hasta 24 horas posteriores a su colecta en laboratorios de Oceanografía y Ecología Marina (Facultad de Ciencias, UdelAR).

En el laboratorio se determinó la conductividad y el pH con un multiparámetro YSI Pro plus. Se determinaron las concentraciones de sólidos totales en suspensión (SST), la materia orgánica en suspensión y el porcentaje de materia orgánica (MO y %MO) mediante filtrado (1L), secado, muflado y diferencia de peso. Los estadios larvales de *L. fortunei* se cuantificaron e identificaron de acuerdo con Ezcurra de Drago et al. (2006) y la mayoría de los organismos del holozooplankton se identificaron a nivel de especie y se cuantificaron.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron los registros de temperatura de los tres sistemas de refrigeración con un total de 1114 registros para la turbina (Unidad) III de la CH G. Terra, 6240 registros correspondientes a la Unidad I de la CH Baygorria y 805 registros de la Unidad II de la CH Constitución. Para las tres CH, la variación anual de la temperatura presentó tendencias similares; valores máximos en verano (diciembre-febrero), una disminución a partir de marzo y valores mínimos en invierno (julio-agosto)(Fig. 1). A pesar de tendencias similares, la CH Baygorria mostró períodos de temperatura mínimos y máximos más extensos en duración en comparación con CH G. Terra y Constitución.

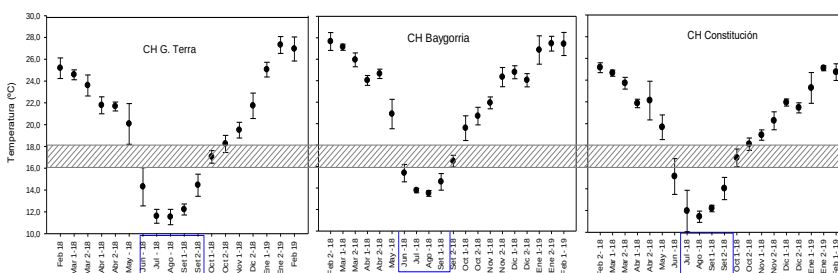


Figura 1. Promedios mensuales ($\bar{x} \pm ds$) de temperatura del agua en las tres CH del Río Negro durante el período de estudio. Se indica el umbral de temperatura del inicio ciclo reproductivo (16-18°C) de *L. fortunei*; recuadro azul meses con menores temperaturas al mencionado umbral. Mes 1-año: primera quincena, Mes 2-año: segunda quincena.

El pH se mantuvo alcalino durante el período de estudio en el 96% de los casos. La mayor concentración de Sólidos Suspendidos Totales (SST) se encontró en la CH Baygorria en febrero (18,8 mgL^{-1}) y la concentración máxima de MO en CH Terra en abril (5 mgL^{-1}). En las tres CH se observa un comportamiento similar con los %MO, máximos durante verano (y los mínimos durante invierno, inicios de primavera con un porcentaje máximo en CH Baygorria en febrero (50%) y mínimos en CH Constitución en el mes de julio (9,7%) (Tabla 1).

Las tres CH mostraron comportamientos similares con respecto a la variación anual de larvas de *L. fortunei*. Presentaron las máximas abundancias al inicio de setiembre y mínimas durante invierno. Constitución presentó la abundancia más alta de *L. fortunei*, mientras que G. Terra la menor. En promedio su abundancia supero los 6000 ind.m⁻³ a partir de fines octubre y hasta febrero. En el mismo período la CH Baygorria superó los 1000 ind.m⁻³ promedio y en G. Terra no alcanzaron los 500 ind.m⁻³. En las tres CH el holozooplankton presentó abundancias superiores a las larvas del mejillón dorado en la mayoría del período de estudio excepto noviembre, diciembre y enero en Baygorria y Constitución donde las abundancias de larvas de *L. fortunei* superaron al holozooplankton

Tabla 1. Variables físico-químicas del agua, presentando promedios (x), coeficiente de variación (CV), máximos y mínimos. Abreviaciones: K: Conductividad, SST: Solidos suspendidos totales, MO: materia orgánica. Mes 1: primera quincena, Mes 2: segunda quincena; 18, 19: años.

		x ± CV	Máximo	Mes	Mínimo	Mes
	Terra	8,11 ± 0,06	8,85	Abr 1-18	7,4	Set 2-18
	Baygorria	8,04 ± 0,07	8,9	Dic 2-18	6,84	Ene 2-19
pH	Constitución	8,04 ± 0,07	9,1	Ago 2-18	6,81	Ene 2-19
	Terra	84,70 ± 0,32	178,70	May 2-18	64,40	Oct 2-18
K	Baygorria	88,18 ± 0,33	203,10	Nov 2-18	65,50	Oct 2-18
(μScm ⁻¹)	Constitución	90,64 ± 0,14	113,90	Jun 2-18	76,00	Nov 1-18
	Terra	7,39 ± 0,49	16,60	May 2-18	3,38	Ene 2-19
SST	Baygorria	9,92 ± 0,41	18,80	Feb 1-18	1,60	Feb 1-19
(mgL ⁻¹)	Constitución	8,23 ± 0,40	16,22	Ago 2-18	2,67	Feb 1-19
	Terra	1,76 ± 0,56	5,00	Abr 2-18	0,80	Oct 2-18
	Baygorria	1,88 ± 0,39	3,71	Dic 2-18	0,80	Feb 1-19
MO						Abr 2-18
(mgL ⁻¹)	Constitución	1,56 ± 0,27	2,70	Mar 1-18	1,10	Oct 1-18
	Terra	25,66 ± 0,39	46,00	Dic 2-18	10,53	Set 1-18
	Baygorria	21,35 ± 0,47	50,00	Feb 1-19	11,28	Jun 2-18
%MO	Constitución	21,75 ± 0,45	47,22	Ene 1-19	9,70	Jul 2-18

El incremento larval se observa en las tres CH a partir de la segunda quincena de octubre 2018, a una temperatura del agua de los sistemas de refrigeración mayor a 16°C. Los máximos larvales se registraron, en las tres CH, durante los meses con mayores temperaturas del agua (primavera-verano), % MO y mínimos valores de conductividad. El comportamiento de respuesta (umbral de temperatura) de la especie, es similar en las tres CH (Fig. 2). Sin embargo se observan diferencias entre las tres CH en las abundancias promedio larvales, con un orden magnitud superior en Constitución, que fue mayor a Baygorria, y esta última mayor que en Terra. Este comportamiento podría asociarse a las características particulares de los sistemas de refrigeración (ej: caudal, tiempos de residencia, diseño, cámara espiral), o a las abundancias de organismos bentónicos en los embalses o al comportamiento biológico (ej. potencial biótico, disponibilidad larval) de poblaciones del mejillón dorado que habitan dichos ecosistemas.

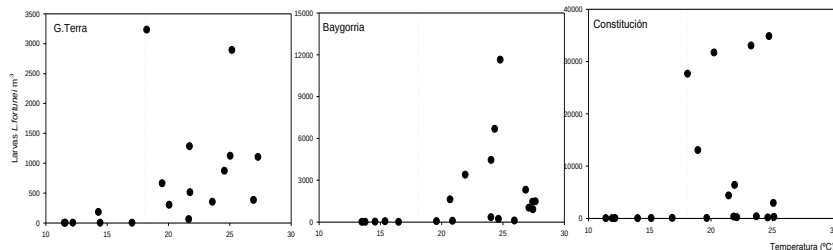


Figura 2. Relaciones de la temperatura del agua y la abundancia total de larvas de *L. fortunei* en las tres CH del Río Negro. Se indica el umbral de temperatura (18°C) para el inicio de la actividad reproductiva del mejillón dorado.

CONSIDERACIONES FINALES

Para implementar acciones de control poblacional, se recomienda la aplicación de métodos amigables con el ambiente a ser implementada en los ambientes naturales (CH) y artificiales (embalses) invadidos por la especie. De acuerdo con el ciclo anual

larval del mejillón dorado observado en los sistemas de refrigeración de las CH, la aplicación de métodos o estrategias de control en estos sistemas hidráulicos, deberían focalizarse durante meses con mayor temperatura del agua. Durante primavera (setiembre-octubre) y verano deberían presentar la máxima intensidad, disminuyendo durante otoño (a partir de mayo) y cesando en invierno (junio-agosto).

AGRADECIMIENTOS

A la CSIC-Programa de Vinculación de la Universidad y Sector Productivo, así como a UTE por su financiamiento. A UTE-Gerencia de Generación Hidráulica y los técnicos participantes de las CH estudiadas.

REFERENCIAS

- Brugnoli E., Clemente J., Boccardi L., Borthagaray A., Scarabino F. (2005). Golden mussel *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae) distribution in the main hydrographical basins of Uruguay: update and predictions. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 77: 235-244.
- Brugnoli, E., Clemente, J., Riestra, G., Boccardi, L. Borthagaray, A. (2006). Especies acuáticas exóticas en Uruguay: situación, problemática y gestión. En: Menafra, R., Rodríguez, L., Scarabino, F. & Conde, D. (Eds.). Bases para la conservación y manejo de la costa uruguaya. Vida Silvestre p: 351-362.
- Clemente J.M., Iglesias C., Kröger A., Lagomarsino J.J, Méndez G., Marroni S., Mazzeo N.(2015). First record of the golden mussel *Limnoperna fortunei* Dunker, 1857 (Bivalvia: Mytilidae) in a lentic system in Uruguay. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 10: 89-93.
- Darrigran G. & Pastorino G. (1995). The recent introduction of a freshwater asiatic bivalve, *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) into South America. *The Veliger*, 38: 171–175.
- Darrigran, G. (2002). Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. *Biological Invasions* 4:145-156.
- Scarabino, F. y Verde, M. (1995). *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) en la costa uruguaya del Río de la Plata (Bivalvia; Mytilidae). *Com. Soc. Malac. Uruguay* 7: 374-375.