



Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas

Carrera de Biología Marina

“EVALUACIÓN DE LA TASA DE FILTRACIÓN DE *Semimytilus algosus* (MYTILOIDA: MYTILIDAE) EXPUESTOS A MICROPLÁSTICOS Y DIFERENTES TEMPERATURAS”

Trabajo de Investigación para optar el grado académico de:

Bachiller en Biología Marina

Presentado por:

Angelo Jesús Gomez Vilca (0000-0003-1573-6160)

Asesor:

Juan Carlos Francia Quiroz (0000-0001-5095-6623)

Lima – Perú

2021



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE BACHILLER**

Lima, 6 de enero 2021.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Miembro: Biol. ALDO GONZALO INDACOCHEA MEJÍA

Miembro: Mg. MIGUEL ANGEL SALDAÑA SERRANO

Se reúnen para evaluar el trabajo de bachiller titulado:

**“Evaluación de la tasa de filtración de *Semimytilus algosus* (Mytiloidea: Mytilidae) expuestos a microplásticos y diferentes temperaturas”**

Presentada por el/la estudiante:

- **Angelo Jesús Gomez Vilca**

Para optar el grado de Bachiller en Biología Marina

Asesorado por: Mg. JUAN CARLOS FRANCIA QUIROZ

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de la estudiante de la carrera de Biología Marina en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple ( ) calificar a:

Estudiante: Angelo Jesús Gomez Vilca	Nota : 16 (dieciséis)
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena (X)
Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

**Biol. ALDO GONZALO INDACOCHEA MEJÍA**  
Miembro 1

**Mg. MIGUEL ANGEL SALDAÑA SERRANO**  
Miembro 2

**Mg. JUAN CARLOS FRANCIA QUIROZ**  
Asesor

T// (51) 610 6738  
informes@cientifica.edu.pe  
cientifica.edu.pe

## ÍNDICE

<b>1. Resumen/ Abstract</b>	<b>4</b>
<b>2. Introducción</b>	<b>6</b>
<b>3. Resultados</b>	<b>7</b>
<b>4. Conclusiones</b>	<b>8</b>
<b>5. Bibliografía</b>	<b>9</b>

Evaluación de la tasa de filtración de *Semimytilus algosus* (Mytiloidea: Mytilidae) expuestos a diferentes concentraciones de microplásticos y temperaturas

Angelo Gomez<sup>1</sup>, Sergio Gonzales<sup>1, 2</sup>, Juan C. Francia-Quiroz<sup>1</sup>

1. Carrera de Biología Marina. Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas. Universidad Científica del Sur. Av. Antigua Carretera Panamericana Sur km 19 Villa El Salvador – Lima 42, Perú; angelo1996biomar@gmail.com, [s\\_gonzalesb@outlook.com](mailto:s_gonzalesb@outlook.com), [jfrancia@cientifica.edu.pe](mailto:jfrancia@cientifica.edu.pe)

2. Coastal Ecosystems of Peru Research Group. Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

**RESUMEN: Evaluación de la tasa de filtración de *Semimytilus algosus* (Mytiloidea: Mytilidae) expuestos a diferentes concentraciones de microplásticos y temperaturas. Introducción:** El uso desmedido de plástico, conjuntamente con el fraccionamiento de estos polímeros (MPs: microplásticos), y el incremento de temperatura en los océanos, generan perturbaciones en la vida marina, los cuales se pueden relacionar con alteraciones en el metabolismo de organismos filtradores, como los mitílidos. **Objetivo:** Evaluar el efecto de diferentes concentraciones de MPs y temperaturas sobre la tasa de filtración (TF) de *Semimytilus algosus*. **Métodos:** Los organismos ( $n = 72$ ) fueron expuestos a tres concentraciones de MPs ( $< 125\mu\text{m}$ ):  $0.000\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  (MPs<sub>0</sub>),  $0.125\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  (MPs<sub>1</sub>) y  $0.250\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  (MPs<sub>2</sub>) en combinación con la microalga *Isochrysis galbana* ( $1 \times 10^6\text{ cel}\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$ ), y cuatro temperaturas (17, 20, 23 y 26 °C) por un periodo de 21 días. **Resultados:** A medida que aumentó la concentración de MPs, se redujo la TF de *S. algosus*. Respecto a la temperatura, al día 7 de evaluación, se observó una mayor TF a 23 °C para todos los tratamientos, y durante los días 14 y 21, la TF mostró los menores valores de TF a 23 °C y 26 °C. La acción conjunta de la presencia de MPs e incremento de temperatura, afectó negativamente la TF de *S. algosus*, donde ambos factores ocasionaron el descenso de la TF para todos los tiempos de evaluación. No se registró mortalidad a 17 °C para ningún tratamiento, y la mayor mortalidad (67%) fue para de MPs<sub>1</sub> a 26 °C y MPs<sub>2</sub> a 20 °C. **Conclusiones:** Este estudio demuestra el efecto adverso de la presencia de MPs e incremento de temperatura sobre la TF de *S. algosus*.

**Palabras clave:** bivalvos, metabolismo, tereftalato de polietileno, plástico, calentamiento global

**ABSTRACT: Evaluation of the filtration rate of *Semimytilus algosus* (Mytiloidea: Mytilidae) exposed to different concentrations of microplastics and temperatures. Introduction:** The excessive use of plastic, together with the fractionation of these polymers (MPs: microplastics), and the increase in temperature in the oceans, have been generating disturbances in marine life, which can be related to alterations in the metabolism of filter feeders, such as mitilids. **Objective:** To evaluate the effect of the different concentrations of MPs and temperatures on the filtration rate (TF) of *Semimytilus algosus*. **Methods:** The organisms ( $n = 72$ ) were exposed to three concentrations of MPs ( $<125\mu\text{m}$ ):  $0.000 \text{ mg.L}^{-1}$  (MPs<sub>0</sub>),  $0.125 \text{ mg.L}^{-1}$  (MPs<sub>1</sub>) and  $0.250 \text{ mg.L}^{-1}$  (MPs<sub>2</sub>) in combination with the microalgae *Isochrysis galbana* ( $1 \times 10^6 \text{ cel.ml}^{-1}.\text{day}^{-1}$ ), and four temperatures (17, 20, 23 and 26 °C) for a period of 21 days. **Results:** As the concentration of MPs increased, the TF of *S. algosus* decreased. Regarding temperature, on evaluation day 7, a higher TF was observed at 23 °C for all treatments, and during days 14 and 21, TF showed the lowest TF values at 23° C and 26 °C. The joint action of the presence of MPs and an increase in temperature negatively affected the TF of *S. algosus*, where both factors caused a decrease in TF for all evaluation times. No mortality was recorded at 17 °C for any treatment; and the highest mortality (67%) was for MPs<sub>1</sub> at 26 °C and MPs<sub>2</sub> at 20 °C. **Conclusions:** This study demonstrates the adverse effect of the presence of MP and increased temperature on the TF of *S. algosus*

**Key words:** bivalves, metabolism, polyethylene terephthalate, plastic, global warming

## INTRODUCCIÓN

La elaboración de plástico a nivel global es de 300 millones de toneladas al año, donde el 50% es eliminado al medio ambiente (Manchala & Ramana, 2020). La acumulación de estos residuos, cerca de los ríos, facilita el transporte del plástico a otros cuerpos de agua, lo que permite llegar a depositarse en los océanos (Horton et al., 2017). La contaminación por plásticos es una problemática que afecta el estado de los hábitats marinos y su composición biológica (Avio et al., 2017). El fraccionamiento natural y artificial de los plásticos ha dado como resultado partículas sólidas llamadas microplásticos (MPs, <5mm) (GESAMP, 2015), como producto de procesos físicos causados por la radiación (UV), abrasión e interacción con las corrientes oceánicas (Frias y Nash, 2019). Además, los MPs se originan por la fabricación de productos de cuidado personal, y uso en procesos de granallado y relleno de algunos productos textiles (GESAMP, 2015). La presencia de MPs, se ha reportado en playas (De la Torre et al., 2020), sedimentos (Courtene-Jones et al., 2020), aguas superficiales (Li et al., 2020) y organismos marinos (Walkinshaw et al., 2020; Santillán et al., 2020); es a partir de ello que los estudios han evidenciado que los MPs generan efectos perjudiciales sobre procesos fisiológicos como alimentación, reproducción y crecimiento (Botterell et al., 2019).

Los moluscos bivalvos adquieren alimento y energía de su entorno a través de la filtración, con la captura de partículas de reducido tamaño (seston), lo cual los hace buenos indicadores del efecto de los MPs sobre ecosistemas acuáticos (Rosa et al., 2018). Es así, como diversos trabajos, han demostrado las consecuencias negativas de los MPs en moluscos, donde se ha reportado malformaciones en el crecimiento para *Mytilus edulis* (Rist et al. 2019), alteraciones en la demanda de alimento y eficiencia de absorción de *Crassostrea gigas* (Sussarellu et al. 2016), e incremento en la tasa de respiración en *Ostrea edulis* (Green, 2016).

El cambio climático se ha convertido en uno de los tópicos más relevantes de los últimos años, debido a la influencia que ejerce en el incremento de la temperatura de los océanos (WMO, 2019). Esto ha generado la alteración de la sensibilidad en la tolerancia térmica de los organismos marinos, especialmente de especies con nichos ecológicos conservados a nivel local (Bennet et al., 2019), como es el caso de los invertebrados (González et al., 2014). Se pueden apreciar los efectos del incremento de la temperatura, por ejemplo, en *Musculista senhousia* y *Limnoperna fortunei*, con perturbaciones de la tasa de filtración (TF) (Inoue & Yamamuro, 2000; Sylvester et al., 2005); mientras que, en *Mytilus edulis*, se ha reportado el incremento de la mortalidad post-desove por temperaturas elevadas (Clements et al., 2018).

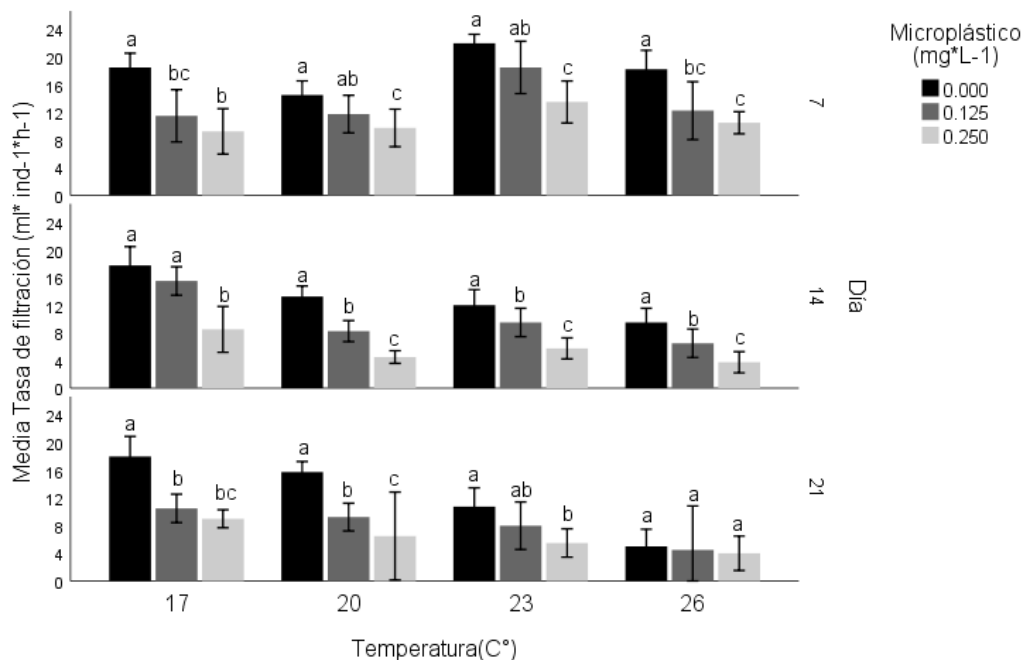
El efecto combinado de MPs y temperatura ha sido estudiado en invertebrados acuáticos, como: *Daphnia magna*, donde se vio afectada negativamente la supervivencia y capacidad de filtración (Serra et al., 2020), y *Gammarus pulex* que presentó alteraciones de la tasa de respiración (Kratina et al., 2019). Dentro de este escenario, los organismos sésiles como los bivalvos, podrían ser afectados por el efecto conjunto de la contaminación de MPs e incremento de temperatura, ocasionando alteraciones metabólicas como las reportadas en *Mytilus trossulus* y *Crassostrea gigas* (Lenz, 2016). En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones de MPs y temperaturas, sobre la TF de *Semimytilus algosus*.

**RESULTADOS**

A los 21 días de experimentación, se determinó que la presencia de MPs ocasionó variaciones en la TF de *S. algosus* (Anova,  $P < 0.05$ ). Esto se evidenció para individuos del tratamiento  $MPs_1$  (Media =  $10.76 \pm 3.86$  ml.ind<sup>-1</sup>.hr<sup>-1</sup>) y  $MPs_2$  (Media =  $7.67 \pm 3.19$  ml.ind<sup>-1</sup>.hr<sup>-1</sup>), donde ambas TF fueron inferiores al tratamiento sin MPs (Media =  $14.81 \pm 4.57$  ml.ind<sup>-1</sup>.hr<sup>-1</sup>) (Tukey,  $P < 0.05$ ). Durante el día 7 de evaluación, la menor TF fue para  $MPs_2$  (Media =  $10.75 \pm 2.29$  ml.ind<sup>-1</sup>.hr<sup>-1</sup>) frente a  $MPs_0$  (Media =  $18.31 \pm 2.98$  ml.ind<sup>-1</sup>.hr<sup>-1</sup>) (Tukey,  $P < 0.05$ ). Esta reducción de la TF para  $MPs_2$  continuó para el día 14 (Media =  $5.62 \pm 2.18$  ml.ind<sup>-1</sup>.hr<sup>-1</sup>) y día 21 (Media =  $6.38 \pm 2.18$  ml.ind<sup>-1</sup>.hr<sup>-1</sup>) (Fig. 1).

El incremento de temperatura redujo la TF de los bivalvos (Anova,  $P < 0.05$ ), asimismo, se observó diferencias significativas para todas las temperaturas (Tukey,  $P < 0.05$ ). La TF de los organismos presentó variaciones a lo largo del estudio, donde los primeros 7 días de evaluación la TF fue menor a 20 °C (Media =  $12 \pm 2.48$  ml.ind<sup>-1</sup>.hr<sup>-1</sup>) frente a 23 °C (Media =  $18.00 \pm 4.00$  ml.ind<sup>-1</sup>.hr<sup>-1</sup>). Durante las evaluaciones de los días 14 y 21, se observó una reducción continua de la TF de 20 °C a 23 °C, y donde los menores valores fueron para los individuos sometidos a 26 °C (Fig. 1)

El efecto combinado de MPs y temperatura afectó la TF de *S. algosus* (Anova,  $P < 0.05$ ). Se evidenció que a mayor concentración de MP y aumento de temperatura de 20 °C a 26 °C se redujo la TF (Anova,  $P < 0,05$ ) (Fig. 1). Al finalizar el experimento, no se observó mortalidad para ningún tratamiento a 17 °C, mientras que la menor mortalidad fue para individuos mantenido sin MPs a 23 °C, y la mayor cantidad de muertos se presentó en los tratamientos sin y con MPs a 26 °C, y  $MPs_2$  a 20 °C. (Tabla 1).



**Figura 1.** Valores promedio de tasa de filtración ( $\pm$  desviación estándar) para *S. algosus*, evaluados a tres concentraciones de MPs ( $MPs_0 = 0.00$  mg.L<sup>-1</sup>,  $MPs_1 = 0.125$  mg.L<sup>-1</sup> y  $MPs_2 = 0.250$  mg.L<sup>-1</sup>) y cuatro temperaturas (17°C, 20°C, 23°C y 26°C), por un periodo de 21 días. Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey,  $P < 0.05$ ) (n = 6).

**Tabla 1.** Mortalidad (%) de *S. algosus* expuesto a tres concentraciones de MPs ( $MPs_0 = 0.00 \text{ mg.L}^{-1}$ ,  $MPs_1 = 0.125 \text{ mg.L}^{-1}$  y  $MPs_2 = 0.250 \text{ mg.L}^{-1}$ ) y cuatro temperaturas (17°C, 20°C, 23°C y 26°C), por un periodo de 21 días. (n=6)

Microplásticos (MPs)	Temperatura (°C)	Mortalidad (%)
$MPs_0$	17	0
	20	0
	23	17
	26	50
$MPs_1$	17	0
	20	33
	23	33
	26	67
$MPs_2$	17	0
	20	67
	23	0
	26	50



### CONCLUSIONES

Finalmente, el estudio demuestra que la exposición a MPs e incremento de la temperatura, ocasiona una reducción de la TF, y genera mortalidad para *S. algosus*, la cual puede variar según el tiempo de evaluación.

Esta situación puede ocasionar modificaciones en los ecosistemas marino-costeros, debido a que los bivalvos controlan el crecimiento de la población planctónica y concentración de partículas, a través del mecanismo de filtración (Marroni, 2019), y pueden transmitir los MPs a otros niveles de la cadena trófica, por la relación con sus depredadores (Farrel & Nelson 2013; Li et al., 2019).

## BIBLIOGRAFÍA

- Avio, C. G., Gorbi, S., & Regoli, F. (2017). Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. *Marine Environmental Research*, 128, 2–11. DOI: 10.1016/j.marenvres.2016.05.012
- Bennett, S., Duarte, C. M., Marbà, N., & Wernberg, T. (2019). Integrating within-species variation in thermal physiology into climate change ecology. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374(1778), 20180550. DOI: 10.1098/rstb.2018.0550
- Botterell, Z. L., Beaumont, N., Dorrington, T., Steinke, M., Thompson, R. C., & Lindeque, P. K. (2019). Bioavailability and effects of microplastics on marine zooplankton: A review. *Environmental Pollution*, 245, 98-110. DOI: 10.1016/j.envpol.2018.10.065
- Clements, J. C., Hicks, C., Tremblay, R., & Comeau, L. A. (2018). Elevated seawater temperature, not pCO<sub>2</sub>, negatively affects post-spawning adult mussels (*Mytilus edulis*) under food limitation. *Conservation Physiology*, 6(1). DOI:10.1093/conphys/cox078
- Courtene-Jones, W., Quinn, B., Ewins, C., Gary, S. F., & Narayanaswamy, B. E. (2020). Microplastic accumulation in deep-sea sediments from the Rockall Trough. *Marine Pollution Bulletin*, 154, 111092. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2020.111092
- De-la-Torre, G. E., Dioses-Salinas, D. C., Castro, J. M., Antay, R., Fernández, N. Y., Espinoza-Morriberón, D., & Saldaña-Serrano, M. (2020). Abundance and distribution of microplastics on sandy beaches of Lima, Peru. *Marine Pollution Bulletin*, 151, 110877. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.110877
- Farrell, P., & Nelson, K. (2013). Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). *Environmental pollution*, 177, 1-3. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.01.046
- Frias, J. P. G. L., & Nash, R. (2019). Microplastics: finding a consensus on the definition. *Marine pollution bulletin*, 138, 145-147. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2018.11.022
- GESAMP (2015). "Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment" (Kershaw, P. J., ed.). (IMO/FAO/UNESCO IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 90, 96 p
- González, Z. C. A., Vallarino, A., Pérez, J. J. C., & Low, P. A. M. (2014). *Bioindicadores: Guardianes de nuestro futuro ambiental* (1ra Ed.). México: Editorial El Colegio de la frontera azul.
- Green, D. S. (2016). Effects of microplastics on European flat oysters, *Ostrea edulis* and their associated benthic communities. *Environmental pollution*, 216, 95-103. DOI: 10.1016/j.envpol.2016.05.043
- Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E., & Svendsen, C. (2017). Microplastics in freshwater and terrestrial environments: evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Science of the Total Environment*, 586, 127-141

- Inoue, T., & Yamamuro, M. (2000). Respiration and ingestion rates of the filter-feeding bivalve *Musculista senhousia*: implications for water-quality control. *Journal of Marine Systems*, 26(2), 183–192. DOI: 10.1016/S0924-7963(00)00053-1
- Kratina, P., Watts, T. J., Green, D. S., Kordas, R. L., & O'Gorman, E. J. (2019). Interactive effects of warming and microplastics on metabolism but not feeding rates of a key freshwater detritivore. *Environmental Pollution*, 255, 113259. DOI: [10.1016/j.envpol.2019.113259](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113259)
- Lenz, M. (2016). Erhöht Wärmestress die Empfindlichkeit benthischer Filtrierer gegenüber Mikroplastik? Ein Projekt im Rahmen des internationalen Forschungs- und Ausbildungsprogramms GAME (Globaler Ansatz durch Modulare Experimente). [https://www.geomar.de/fileadmin/content/forschen/fb3/eoe-b/game/Abschlussbericht\\_GAME\\_XIV.pdf](https://www.geomar.de/fileadmin/content/forschen/fb3/eoe-b/game/Abschlussbericht_GAME_XIV.pdf).
- Li, Y., Lu, Z., Zheng, H. et al. (2020). Microplastics in surface water and sediments of Chongming Island in the Yangtze Estuary, China. *Environ Sci Eur* 32, 15. DOI: [10.1186/s12302-020-0297-7](https://doi.org/10.1186/s12302-020-0297-7)
- Manchala, M., & Ramana, B. V. (2020). Beat the Plastic Pollution. *International Journal of Environmental Planning and Development*, 6(2), 1-6. DOI: 10.37628/jepd.v6i2.658
- Marroni, P, M. S. (2019). *Ecología de Diplodon parallelopedon en Laguna del Sauce y sus implicancias en técnicas de biomanipulación* (Tesis doctoral). Universidad de la República, Uruguay.
- Rist, S., Baun, A., Almeda, R., & Hartmann, N. B. (2019). Ingestion and effects of micro- and nanoplastics in blue mussel (*Mytilus edulis*) larvae. *Marine Pollution Bulletin*, 140, 423–430. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.01.069
- Rosa, M., Ward, J. E., & Shumway, S. E. (2018). Selective capture and ingestion of particles by suspension-feeding bivalve molluscs: a review. *Journal of Shellfish Research*, 37(4), 727-746. DOI: 10.2983/035.037.0405
- Santillán, L., Saldaña-Serrano, M., & De-La-Torre, G. E. (2020). First record of microplastics in the endangered marine otter (Lontra felina). *Mastozoología Neotropical*, 27(1):211-215.
- Serra, T., Barcelona, A., Pous, N., Salvadó, V., & Colomer, J. (2020). Synergistic effects of water temperature, microplastics and ammonium as second and third order stressors on *Daphnia magna*. *Environmental Pollution*, 115439. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.115439
- Sussarellu, R., Suquet, M., Thomas, Y., Lambert, C., Fabioux, C., Pernet, M. E. J., Huvet, A. (2016). Oyster reproduction is affected by exposure to polystyrene microplastics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(9), 2430–2435. DOI: 10.1073/pnas.1519019113
- Sylvester, F., Dorado, J., Boltovskoy, D., Juárez, Ángela, & Cataldo, D. (2005). Filtration rates of the invasive pest bivalve *Limnoperna fortunei* as a function of Size and Temperature. *Hydrobiologia*, 534(1-3), 71–80. DOI: 10.1007/s10750-004-1322-3
- Walkinshaw, C., Lindeque, P. K., Thompson, R., Tolhurst, T., & Cole, M. (2020). Microplastics and seafood: lower trophic organisms at highest risk of contamination. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 190, 110066. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2019.110066
- World Meteorological Organization (WMO). (2019). *The Global Climate in 2015–2019*. Switzerland