

1 Biotempo, 2024, vol. 21 (2), XX-XX.

2 DOI: <https://doi.org/10.31381/biotempo.v21i2.7018>

3 Este artículo es publicado por la revista Biotempo de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Este es un  
4 artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra  
5 original sea debidamente citada de su fuente original.  
6



8 ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

9  
10 FOURTH DIMENSION DURING THE USE OF THE BIOECOTOXIMONITOR IN  
11 AQUATIC ECOTOXICOLOGY

12  
13 CUARTA DIMENSIÓN DURANTE EL USO DEL BIOECOTOXIMONITOR EN  
14 ECOTOXICOLOGÍA ACUÁTICA

15  
16 George Argota-Pérez<sup>1,2\*</sup>

17  
18 <sup>1</sup>Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio  
19 Ambiente “AMTAWI”. Ica, Perú. [george.argota@gmail.com](mailto:george.argota@gmail.com)

20 <sup>2</sup>Grupo de investigación One Health-Una Salud, Universidad Ricardo Palma, Lima.

21  
22 \*Corresponding author: [george.argota@gmail.com](mailto:george.argota@gmail.com)

23 Titulillo: Fourth dimension during the use of the bioecotoximonitor

24  
25 George Argota-Pérez: <https://orcid.org/0000-0003-2560-6749>  
26

27 **ABSTRACT**

28 The objective of the study was to describe the fourth dimension in the use of bioecotoxic  
29 monitors in aquatic ecotoxicology. Between January and June 2024, a methodology was  
30 designed that integrated four dimensions into the analysis: three spatial (length, width, and  
31 depth) and one temporal (time), to assess the effects of pollutants on aquatic ecosystems. The  
32 results showed that each dimension, by considering the distribution of pollutants and their  
33 effects at different depths and over time, provides a detailed and holistic view of environmental  
34 health. The spatial dimension allows for the identification of critical contamination hotspots,  
35 while the temporal dimension offers insight into seasonal variability and long-term trends. The  
36 discussion highlighted that the combination of spatial and temporal dimensions is crucial for a  
37 comprehensive evaluation, enabling the detection of seasonal patterns and differences in acute  
38 and chronic toxicity. However, the lack of extended monitoring limits the complete  
39 identification of these patterns. It is concluded that the integration of these dimensions

40 significantly enhances the capability of bioecotoxic monitors to provide a precise and dynamic  
41 assessment of aquatic ecosystems, facilitating more effective environmental management  
42 strategies.

43 **Keywords:** aquatic ecotoxicology – bioecotoximonitor – dimension – space – time

44

## 45 **RESUMEN**

46 El objetivo del estudio fue describir la cuarta dimensión en el uso del bioecotoximonitor en  
47 ecotoxicología acuática. Entre enero y junio de 2024, se diseñó un protocolo que integró cuatro  
48 dimensiones en el análisis: tres espaciales (largo, ancho y profundidad) y una temporal  
49 (tiempo), para evaluar los efectos de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos. Los  
50 resultados mostraron que cada dimensión, al considerar la distribución de contaminantes y sus  
51 efectos en diferentes profundidades y a lo largo del tiempo, proporciona una visión detallada y  
52 holística de la salud ambiental. La dimensión espacial permite identificar focos críticos de  
53 contaminación, mientras que la temporal ofrece perspectiva sobre la variabilidad estacional y  
54 las tendencias a largo plazo. La discusión destacó que la combinación de dimensiones  
55 espaciales y temporales es crucial para una evaluación exhaustiva, permitiendo detectar  
56 patrones estacionales y diferencias en la toxicidad aguda y crónica. Sin embargo, la falta de  
57 monitoreo prolongado limita la identificación completa de estos patrones. Se concluye que, la  
58 integración de estas dimensiones mejora significativamente la capacidad de los  
59 bioecotoximonitores para ofrecer una evaluación precisa y dinámica de los ecosistemas  
60 acuáticos, facilitando estrategias de gestión ambiental más efectivas.

61 **Palabras clave:** bioecotoximonitor – dimensión – espacio – ecotoxicidad acuática – tiempo

62

## 63 **INTRODUCCIÓN**

64 Desde tiempos remotos, la humanidad busca comprender su entorno mediante la observación,  
65 experimentación y la formulación de teorías, métodos fundamentales para adquirir  
66 conocimiento (Bartlett *et al.*, 2023). En el ámbito de la ecotoxicología acuática, estas mismas  
67 metodologías evolucionan para abordar la complejidad de los ecosistemas acuáticos, donde los  
68 programas de bioevaluación son herramientas clave para la predicción temprana del estado  
69 ambiental de estos sistemas (Alssgeer *et al.*, 2022; Argota *et al.*, 2023a; Orton *et al.*, 2023).  
70 Cuando se utilizan organismos propios que habitan en los ambientes naturales, entonces existe  
71 una contribución adecuada para interpretar las condiciones de equilibrio ecológico (Marin *et*  
72 *al.*, 2023; Nunes *et al.*, 2023).

73 La ecotoxicología acuática reconoce desde hace tiempo que diversas variables, como la  
74 temperatura del agua, la densidad poblacional, la disponibilidad alimentaria, la presencia de  
75 depredadores y el nivel de contaminación, influyen en la dinámica de los organismos naturales,  
76 como por ejemplo en los peces (Hertika *et al.*, 2022; Eguiraun & Martinez, 2023). La  
77 interpretación de estas variables es un proceso complejo, que rara vez puede ser abordado de  
78 manera exhaustiva mediante métodos tradicionales. En este contexto, el uso del  
79 bioecotoxímonitor surge como una herramienta avanzada que facilita una evaluación analítica  
80 cualitativa y cuantitativa del estado de conservación de los ecosistemas acuáticos (Argota,  
81 2023). La incorporación de la "cuarta dimensión", que considera el tiempo además de las  
82 dimensiones espaciales, añade una capa de análisis crucial para comprender cómo los efectos  
83 de los contaminantes varían no solo en el espacio, sino también en el tiempo, afectando la  
84 precisión y eficacia de las evaluaciones ecotoxicológicas (Chuiko *et al.*, 2022; Schoenfuss &  
85 Kolok, 2023).

86 A pesar de los avances en la formación conceptualizada sobre qué es un bioecotoxímonitor  
87 (Argota *et al.*, 2023b; Argota *et al.*, 2023c; Argota *et al.*, 2023d; Argota *et al.*, 2023e; Argota,  
88 2024), aún persisten grandes desafíos en su aplicación práctica. La falta de validación empírica  
89 y la complejidad inherente a los factores ambientales involucrados plantean interrogantes sobre  
90 la capacidad de estos monitores para proporcionar una evaluación realista del estado de los  
91 ecosistemas acuáticos. Las variables temporales, como la variabilidad estacional y la evolución  
92 de las comunidades biológicas, complican aún más este escenario. Además, la necesidad de  
93 monitoreo continuo o a diferentes intervalos temporales resalta las limitaciones de los enfoques  
94 actuales, que a menudo no distinguen adecuadamente entre los efectos agudos y crónicos de los  
95 contaminantes, lo que podría conducir a una interpretación errónea de la salud ambiental y, en  
96 última instancia, a decisiones de gestión subóptimas (Welker, 2017).

97 Incorporar la cuarta dimensión en el uso de bioecotoxímonitores representa un avance  
98 significativo en la ecotoxicología acuática, al permitir un análisis más dinámico y preciso de  
99 los impactos de los contaminantes. Este enfoque holístico no solo mejora la capacidad de los  
100 bioecotoxímonitores para reflejar con mayor fidelidad la realidad ecológica, sino que también  
101 fortalece la base científica necesaria para la gestión y protección ambiental. Como cualquier  
102 herramienta metodológica avanzada, el bioecotoxímonitor ofrece un enfoque más robusto y  
103 multidimensional, facilitando la implementación de medidas de mitigación que se adapten a la  
104 complejidad dinámica de los ecosistemas acuáticos (Kahl & Kschischo, 2021; Ogidi *et al.*,  
105 2024). La comprensión de estas dimensiones espacio-temporales es crucial para promover una  
106 educación y concienciación continua en la gestión ambiental, que reconozca y mitigue las

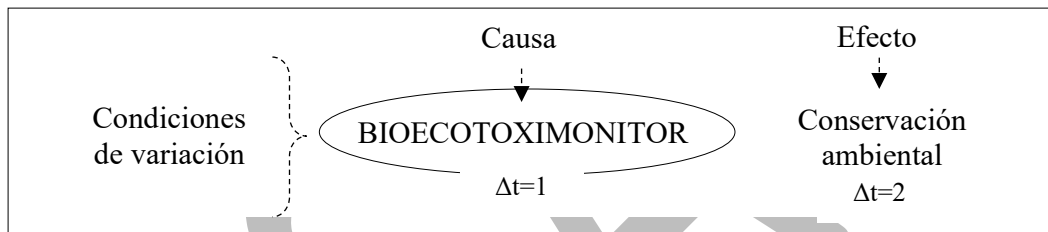
107 limitaciones inherentes a su uso, contribuyendo así a una comprensión más completa de la  
 108 dinámica ecológica y la calidad del agua (Ali *et al.*, 2022; Cao *et al.*, 2024).  
 109 El objetivo del estudio fue describir la cuarta dimensión durante el uso del bioecotoximonitor  
 110 en ecotoxicología acuática.

111

112 **MATERIALES Y MÉTODOS**

113 El estudio se realizó entre enero y junio de 2024, considerando como premisa para el diseño  
 114 metodológico que el bioecotoximonitor no es solo un argumento en la bioevaluación, sino una  
 115 regla, ya sea desde una perspectiva monista, pluralista o instrumentalista. Por tanto, se considera  
 116 crucial para interpretar los efectos de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos, ya sea  
 117 desde una visión unificada, múltiple o práctica, asegurando así una evaluación exhaustiva y  
 118 rigurosa del impacto ambiental (Figura 1).

119



120

121

122

123

124

*Fuente:* Argota *et al.* (2023c).

125

**Figura 1.** Teorización causal de los bioecotoximonitores en ecotoxicología acuática.

126

127 Se propone cuatro dimensiones fundamentales en el análisis ecotoxicológico acuático: tres  
 128 dimensiones espaciales (largo, ancho y profundidad) y una cuarta dimensión temporal (tiempo).  
 129 Estas dimensiones son esenciales para comprender la complejidad y variabilidad de los efectos  
 130 de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos. Cada tipo de dimensión muestra su  
 131 descripción para la aplicación del bioecotoximonitor y su interpretación en el ecosistema  
 132 acuático (Tabla 1).

133

134

135

**Tabla 1.** Dimensiones fundamentales para la aplicación del bioecotoximonitor en ecotoxicología acuática.

Dimensión	Tipo	Descripción	Aplicación del bioecotoximonitor	Interpretación
	Largo	Análisis a lo largo de un gradiente longitudinal del río, desde el origen hasta la desembocadura		
	Ancho	Análisis de variaciones a lo largo del ancho del río,		

Espacial		incluyendo márgenes y centro del río
	Profundidad	Análisis de la distribución de contaminantes a diferentes profundidades (superficie, media profundidad, fondo)
Temporal	Tiempo	Monitoreo temporal para evaluar la variabilidad de los contaminantes y sus efectos en diferentes estaciones del año

136

137 **Aspectos éticos:** el uso correcto del parafraseo correspondió al análisis de la información  
 138 científica para sustentar la mejora sobre el paradigma conceptual del bioecotoximonitor en los  
 139 estudios de ecotoxicología acuática. Además, de justificar como derecho nuevas formas teóricas  
 140 del concepto, igualmente existe el deber, de reconocer su limitación en práctica social desde un  
 141 programa de análisis y vigilancia ambiental mediante la bioevaluación.

142

## 143 **RESULTADOS**

144 La dimensión, descripción, aplicación del bioecotoximonitor e interpretación, se consideraron  
 145 para proporcionar una comprensión completa y detallada de cómo se evalúan los contaminantes  
 146 en un ecosistema acuático. Cada componente cumple una función específica para abordar  
 147 diferentes aspectos del análisis ecotoxicológico. Por ejemplo, la dimensión define los aspectos  
 148 específicos del análisis ecotoxicológico, distinguiendo (importancia) el marco dentro del cual  
 149 se realiza la evaluación, diferenciando entre dimensiones espaciales (largo, ancho, profundidad)  
 150 y la dimensión temporal (tiempo). Esta categorización es crucial para estructurar el estudio y  
 151 entender cómo cada aspecto del ecosistema afecta la distribución y el impacto de los  
 152 contaminantes.

153 La descripción proporciona una explicación detallada de cada dimensión, ofreciendo una visión  
 154 clara de qué se está evaluando y cómo se estructura el análisis dentro de cada categoría. Esta  
 155 información es vital para establecer el contexto y la relevancia de cada aspecto evaluado,  
 156 facilitando la comprensión de cómo los contaminantes se distribuyen y afectan el ecosistema.  
 157 En el caso de la aplicación del bioecotoximonitor detalla cómo se utilizan estos organismos  
 158 indicadores en cada dimensión del estudio. Este enfoque muestra el papel práctico y funcional  
 159 del bioecotoximonitor, describiendo cómo se emplea para recoger datos y evaluar los efectos  
 160 de los contaminantes en diferentes aspectos del ecosistema acuático. Esto destaca la  
 161 importancia del bioecotoximonitor en la monitorización y análisis de la salud del ecosistema.

162 Finalmente, la interpretación ofrece un análisis más profundo sobre lo que significa cada  
163 dimensión en el contexto del estudio. Su importancia ayuda a entender las implicaciones de las  
164 variaciones observadas, proporcionando un contexto adicional sobre cómo las diferencias en  
165 largo, ancho, profundidad y tiempo afectan la bioacumulación de contaminantes y la salud del  
166 ecosistema. La interpretación es esencial para extraer conclusiones significativas y formular  
167 recomendaciones basadas en el análisis de los datos recopilados.

168 La Tabla 2 muestra un análisis detallado de la aplicación del bioecotoximonitor en  
169 ecotoxicología acuática, considerando las tres dimensiones espaciales y la dimensión temporal.  
170 Cada dimensión (largo, ancho, profundidad y tiempo), se aborda con precisión, proporcionando  
171 una visión integral de cómo los contaminantes afectan el ecosistema acuático y cómo el  
172 bioecotoximonitor puede ser utilizado para evaluar estos impactos. La dimensión espacial  
173 destaca cómo el análisis a lo largo del largo, ancho y profundidad del ecosistema acuático revela  
174 la distribución y acumulación de contaminantes en diferentes áreas. Este enfoque espacial es  
175 esencial para identificar zonas críticas de contaminación y entender las variaciones locales en  
176 la distribución de contaminantes. La aplicación del bioecotoximonitor en estas dimensiones  
177 permite detectar focos de contaminación y evaluar cómo las características físicas del  
178 ecosistema influyen en la bioacumulación.

179 En el caso de la dimensión temporal señala que el monitoreo a lo largo del tiempo ofrece una  
180 perspectiva adicional sobre la variabilidad y evolución de la toxicidad de los contaminantes.  
181 Evaluar los cambios en la bioacumulación y los efectos tóxicos en diferentes estaciones del año  
182 ayuda a distinguir entre impactos agudos y crónicos, así como a identificar patrones estacionales  
183 en la toxicidad. Esta dimensión temporal es crucial para comprender cómo los efectos de los  
184 contaminantes se desarrollan y cambian, proporcionando información valiosa para la gestión  
185 ambiental y la planificación a largo plazo.

**Tabla 2.** Interpretación sobre la aplicación del bioecotoximonitor, a partir de la descripción sobre las dimensiones en ecotoxicología acuática.

Dimensión	Tipo	Descripción	Aplicación del bioecotoximonitor	Interpretación
Espacial	Largo	Análisis a lo largo de un gradiente. Por ejemplo, longitudinal del río, desde el origen hasta la desembocadura	Evaluación de la acumulación de contaminantes en biomonitores a lo largo del río, identificando puntos críticos de contaminación	El largo permite detectar cómo los contaminantes se desplazan y se acumulan a lo largo del ecosistema, revelando tendencias y focos de contaminación a medida que se avanza desde las fuentes de agua hacia su desembocadura
	Ancho	Análisis de variaciones a lo largo del ancho del río, incluyendo márgenes y centro del río	Comparación de los niveles de contaminantes en biomonitores ubicados en diferentes puntos a lo ancho del río (márgenes y centro)	Esta dimensión muestra cómo los contaminantes pueden distribuirse de manera desigual entre las áreas centrales y periféricas del río, influenciados por corrientes, vegetación ribereña y otras características locales
	Profundidad	Análisis de la distribución de contaminantes a diferentes profundidades (superficie, media profundidad, fondo)	Evaluación de cómo los biomonitores en diferentes profundidades acumulan contaminantes, reflejando variaciones en las condiciones ambientales (como oxígeno y luz)	La profundidad ofrece una visión del impacto de los contaminantes en diferentes estratos del ecosistema acuático, donde las condiciones físicas y químicas cambian, afectando la bioacumulación de manera diferenciada
Temporal	Tiempo	Monitoreo temporal para evaluar la variabilidad de los contaminantes y sus efectos en diferentes estaciones del año	Monitoreo de cambios en la bioacumulación y efectos tóxicos en biomonitores a lo largo del tiempo, identificando patrones estacionales o a largo plazo de toxicidad	El tiempo permite comprender cómo los efectos de los contaminantes se desarrollan y cambian, ofreciendo una perspectiva crucial sobre la toxicidad aguda versus crónica y los impactos estacionales en el ecosistema

## DISCUSIÓN

La descripción sobre la cuarta dimensión durante el uso del bioecotoxímonitor en ecotoxicología acuática ofrece un análisis integral de la aplicación con el concepto del bioecotoxímonitor mediante una evaluación multidimensional de la contaminación. Sin embargo, para garantizar la validez, a partir de entender una conclusión utilitaria para la bioevaluación, es necesario adoptar un enfoque crítico tanto interno como externo. Internamente, es fundamental que los métodos utilizados para medir las dimensiones espaciales (largo, ancho, profundidad) y temporales sean rigurosos y consistentes. La validez y precisión de los datos deben ser verificadas para evitar sesgos que puedan comprometer la interpretación. La metodología del bioecotoxímonitor debe aplicarse de manera coherente para asegurar que refleje adecuadamente la dinámica de los contaminantes en el ecosistema (Brooks *et al.*, 2019; Waławek *et al.*, 2022).

Desde una perspectiva externa, los resultados deben contextualizarse dentro del marco más amplio de la ecotoxicología acuática. Es crucial evaluar cómo estos hallazgos se integran con investigaciones previas y cómo contribuyen al conocimiento general sobre la toxicidad acuática. Además, la interpretación debe considerar factores externos como las condiciones estacionarias, las prácticas de manejo y conservación del ecosistema y las políticas de regulaciones ambientales, principalmente locales, que pueden influir en la distribución y efectos de los contaminantes. Este enfoque asegura que los resultados no solo sean válidos dentro del estudio, sino que también sean relevantes para la gestión protectora de los ecosistemas acuáticos en un contexto más amplio (Abatan *et al.*, 2024).

La dimensión temporal y la dimensión espacial representan enfoques distintos, pero complementarios en la ecotoxicología acuática. La dimensión espacial se enfoca en el análisis de cómo los contaminantes se distribuyen en diferentes áreas y profundidades del ecosistema acuático. Esto incluye el análisis a lo largo del largo, ancho y profundidad del hábitat, permitiendo identificar variaciones geográficas en la concentración y el impacto de los contaminantes. En contraste, la dimensión temporal se centra en el análisis de cómo los efectos de los contaminantes cambian a lo largo del tiempo (Yuanyi *et al.*, 2019; Dongshao *et al.*, 2024). Esto implica evaluar cómo la toxicidad y la bioacumulación evolucionan debido a factores estacionales, la degradación de contaminantes y cambios en el ecosistema a lo largo de distintos períodos.

La importancia de considerar la dimensión temporal radica en la variabilidad de los efectos de los contaminantes que no siempre se manifiestan de manera uniforme. Los contaminantes pueden tener efectos diferentes en distintas estaciones del año, y su toxicidad puede variar con



el tiempo debido a cambios en las condiciones ambientales y biológicas. Sin un análisis temporal, se corre el riesgo de pasar por alto patrones estacionales y tendencias a largo plazo en la toxicidad de los contaminantes, así como la diferencia entre efectos agudos y crónicos (Comber *et al.*, 2020; Adnan *et al.*, 2021). La toxicidad aguda puede ser evidente a corto plazo, mientras que los efectos crónicos pueden acumularse y manifestarse lentamente, requiriendo un monitoreo prolongado para su detección.

La falta de inclusión de la dimensión temporal en la evaluación puede tener implicaciones significativas para la comprensión y gestión del impacto de los contaminantes. Sin un monitoreo a largo plazo, es difícil identificar cómo las concentraciones de contaminantes y sus efectos varían con el tiempo, lo que limita la capacidad para desarrollar estrategias de gestión ambiental efectivas (Bushra *et al.*, 2023). Además, no evaluar las variaciones temporales puede resultar en una comprensión incompleta de la dinámica de los contaminantes y sus impactos en el ecosistema acuático, afectando la capacidad de implementar medidas de mitigación adecuadas y oportunas (Morón, 2021; Nakoh & Enright, 2023).

La dimensión temporal añade una capa crucial de análisis que complementa la perspectiva espacial, proporcionando una visión más completa de cómo los contaminantes afectan a los ecosistemas acuáticos. Incluir tanto las dimensiones espaciales como temporales en la evaluación permite una comprensión más robusta de la distribución y el impacto de los contaminantes, facilitando una gestión ambiental más efectiva y basada en datos extensivos (Bushra *et al.*, 2023; Tosadori *et al.*, 2024).

La principal limitación del estudio obedece a la falta de monitoreo a largo plazo desde la identificación de una especie como bioecotoximonitor, lo que impide una evaluación exhaustiva de cómo las concentraciones y efectos de los contaminantes varían temporalmente, limitando la identificación de patrones estacionales y tendencias prolongadas.

Se concluye que, la integración de dimensiones espaciales y temporales desde la bioevaluación teórica con un bioecotoximonitor en ecotoxicología acuática es fundamental para una evaluación completa. La dimensión espacial permite identificar la distribución y acumulación de contaminantes en el ecosistema, mientras que la dimensión temporal ofrece perspectiva sobre cómo estos efectos cambian con el tiempo. Esta combinación proporciona una visión más holística de la toxicidad y bioacumulación de contaminantes, mejorando la capacidad para desarrollar estrategias de gestión ambiental más efectivas y fundamentadas en datos extensivos. Sin un enfoque temporal, se corre el riesgo de pasar por alto patrones críticos y tendencias a largo plazo que son esenciales para una comprensión completa y una respuesta adecuada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abatan A., Obaigbena, A., Ugwuanyi, E.D., Jacks, B.S., Uchenna, J.U., Daraojimba, O.H., & Lottu, O.A. (2024). Integrated simulation frameworks for assessing the environmental impact of chemical pollutants in aquatic systems. *Engineering Science & Technology Journal*, 5, 543-554.
- Adnan, N.A., Halmi, M.I.E., Abd Gani, S.S., Zaidan, U.H., & Abd Shukor, M.Y. (2021). Comparison of joint effect of acute and chronic toxicity for combined assessment of heavy metals on photobacterium sp.NAA-MIE. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 6644.
- Alssgeer, H.M.A., Amri K.M.K., Samah, M.A.A., Toriman, M.E., Barzani, G.M., Hanafiah, M.M., Alubyad, L.O.M., Saudi, A.S.M., Maulud, K.N., Wahab, N.A., Bati, S.N.A., & Erhayem, M. (2022). Spatial and temporal variations of river water quality using multivariate statistical techniques. *Desalination and Water Treatment*, 269, 106-122.
- Argota, P.G. (2023). Necesidad social de protocolos ambientales con peces como biomonitores de metales pesados en ecotoxicología acuática. *Neotropical Helminthology*, 17, 85-89.
- Argota, P.G. (2024). Semántica en la interpretación fáctica sobre el concepto de verdad aproximada del bioecotoximonitor. *Neotropical Helminthology*, 18, 19-24.
- Argota, P.G., Rodríguez, S.M.A., & Iannacone, J. (2023a). Causalidad de los bioecotoximitores: perspectivas en ecotoxicología acuática. En: *Causalidad y lógica de los bioecotoximitores: perspectivas en ecotoxicología acuática*. pp. 6
- Argota, P.G., Rodríguez, S.M.A., & Iannacone, J. (2023b). Paradigma de transformación de los biomonitores a la calidad de bioecotoximitores en ecotoxicología acuática. *The Biologist (Lima)*, 21, 195-201.
- Argota, P.G., Iannacone, J., & Rodríguez, S.M.A. (2023c). Metafísica en la teorización lógica del concepto bioecotoximonitor: reflexiones. *Neotropical Helminthology*, 17, 259-264.
- Argota, P.G., Rodríguez, S.M.A., & Iannacone, J. (2023d). Teleología de los bioecotoximitores en ecotoxicología acuática. *Neotropical Helminthology*, 17, 271-275.
- Argota, P.G., Rodríguez, S.M.A., & Iannacone, J. (2023e). Teleología crítica epistemológica de los bioecotoximitores en ecotoxicología acuática. *Biotempo*, 21, 105-109.
- Bartlett, L.K., Pirrone, A., Javed, N., & Gobet, F. (2023). Computational scientific discovery in psychology. *Perspectives on Psychological Science*, 18, 178-189.

- Brooks, A.C., Foudoulakis, M., Schuster, H.S., & Wheeler, J.R. (2019). Historical control data for the interpretation of ecotoxicity data: are we missing a trick? *Ecotoxicology*, *28*, 1198-1209.
- Bushra, B., Bazneh, L., Deka, L., Wood, P.J., McGowan, S., & Das, D. (2023). Temporal modelling of long-term heavy metal concentrations in aquatic ecosystems. *Journal of Hydroinformatics*, *25*, 1188-1209.
- Cao, Z., Wu, M., Wang, D., Wan, B., Jiang, H., Tan, X., & Zhang, Q. (2024). Space-time cube uncovers spatiotemporal patterns of basin ecological quality and their relationship with water eutrophication. *Science of The Total Environment*, *916*, 170195.
- Chuiko, G.M., Tomilina, I.I., & Kholmogorova, N.V. (2022). Methods of biodiagnostics in aquatic ecotoxicology. *Toxicological Review*, *30*, 315-322.
- Comber, S.D.W., Gardner, M.J., & Ellor, B. (2020). Seasonal variation of contaminant concentrations in wastewater treatment works effluents and river waters. *Environmental Technology*, *41*, 2716-2730.
- Dongshao, W., Min, C., Wei, G., Guowei, C., Zhongzhao, D., Hou, X., & Zhang, Y. (2024). Spatial-temporal source apportionment of nitrogen and phosphorus in a high-flow variable river. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, *53*, 101839.
- Eguiraun, H., & Martinez, I. (2023). Non-linear analyses of fish behaviours in response to aquatic environmental pollutants-A review. *Fishes*, *8*, 311.
- Hertika, A.M.S., Arfiati, D., Lusiana, E.D., & Putra, R.B.D.S. (2022). Effect of environmental factors on blood counts of *Gambusia affinis* caught at Brantas River watershed, Indonesia. *F1000Research*, *10*, 1169.
- Kahl, D., & Kschischo, M. (2021). Searching for errors in models of complex dynamic systems. *Frontiers Physiology*, *11*, 612590.
- Marin, V., Arranz, I., Grenouillet, G., & Chucherousset, J. (2023). Fish size spectrum as a complementary biomonitoring approach of freshwater ecosystems. *Ecological Indicator*, *146*, 1-8.
- Morón, L.J. (2021). A holistic water monitoring approach for an effective ecosystem management. *Ecohydrology and Hydrobiology*, *21*, 549-554.
- Nakoh, E., & Enright, E. (2023). *In situ* sensor-based monitoring strategies for biogeochemical reactions in mine tailings environments. *ARPHA Conference*, *6*, 108130.
- Nunes, L.S., Lund, A.L., & Guiarrizzo, T. (2023). A multi-tissues comparison of biomarkers in *Serrasalmus rhombeus* (Teleostei: Serrasalminidae) and *Prochilodus*

*nigricans* (Teleostei: Prochilodontidae) from two Amazonian rivers with distinct levels of pollution. *Ecological Indicator*, 147, 1-11.

Ogidi, O.I., Onwuagba, C.G., & Richard, N.N. (2024). Biomonitoring tools, techniques and approaches for environmental assessments. In: Izah, S.C., Ogwu, M.C., Hamidifar, H. (eds). *Biomonitoring of Pollutants in the Global South*. Springer.

Orton, F., Rhodes, B.R., Whatley, C., & Tyler, C.R. (2023). A review of non-destructive biomonitoring techniques to assess the impacts of pollution on reproductive health in frogs and toads. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 262, 115163.

Schoenfuss, H.L., & Kolok, A.S. (2023). An ecotoxicologically relevant approach to water quality monitoring for contaminants of emerging concern. *Frontier in Water*, 5, 1-6.

Tosadori, A., Di, G.A., & Finizio, A. (2024). Spatial distributions and temporal trends (2009-2020) of chemical mixtures in streams and rivers across Lombardy region (Italy). *Science of The Total Environment*, 919, 170839.

Wacławek, M., Świsłowski, P., & Rajfur, M. (2022). The biological monitoring as a source of information on environmental pollution with heavy metals. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 27, 53-78.

Welker, R.W. (2017). Justifying a continuous monitoring system. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, 13, 286-304.

Yuanyi, H., Beihai, Z., Nan, L., Yumeng, L., Ruru, H., Jianchuan, Q., Xiaohui, L., Shuo, L., Cuiyang, F., & Sai, L. (2019). Spatial-temporal analysis of selected industrial aquatic heavy metal pollution in China. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117944.

Received August 29, 2024.

Accepted November 30, 2024.

ASAP