

## **CONTRIBUCIÓN DE LOS ÍNDICES BIÓTICOS REGIONALES A LA GESTIÓN AMBIENTAL DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS PAMPEANOS.**

Nora Gómez

Instituto de Limnología Dr. Raúl A. Ringuelet (CONICET-UNLP), Bv 120 CC 1900 La PLata,

Prov. de Buenos Aires, Argentina

nora@ilpla.edu.ar

### **RESUMEN**

Cuando un contaminante ingresa u otro evento perturba las condiciones de un sistema acuático se generan una serie de cambios en los organismos, cuya magnitud depende del tiempo que dure la perturbación, su intensidad y su naturaleza. Los índices bióticos brindan información sobre la calidad del ambiente y a diferencia de otros índices de calidad ambiental permiten indicar el estado del agua en un periodo prolongado de tiempo, definido por la duración del ciclo vital de cada individuo. Sin embargo cabe destacar que es imposible identificar cuáles son los agentes contaminantes existentes, por lo que su utilización es complementaria y no sustitutiva a los índices fisicoquímicos. Para los cursos de agua que atraviesan la llanura pampeana, con particularidades tales como un escaso o nulo desarrollo de ritron, predominio de sedimentos finos en sus lechos, una rica y diversa comunidad de hidrofitos y una vegetación de ribera dominada por pastizales, se han desarrollado nuevos índices bióticos o adaptaciones de los existentes a tales características. Algunos de ellos (diatomeas bentónicas y los macroinvertebrados) se han aplicado al programa de monitoreo de la Cuenca Matanza-Riachuelo y en la cuenca baja del Río Uruguay. En los ecosistemas pampeanos, es necesario progresar en el desarrollo de índices para ambientes leníticos. Asimismo resulta necesario incorporar índices que contemplen indicadores de niveles tróficos superiores a las algas y macroinvertebrados.

### **ABSTRACT**

When a pollutant enters or other event disturbs the aquatic system conditions, changes are generated in organisms, whose magnitude depends on the duration of the disturbance, its intensity and its nature. Biotic indexes provide information on the quality of the environment in a long time, defined by the duration of life cycles of organisms. However it should be noted that it is impossible to identify specific pollutants, so its use is complementary and not replace physicochemical indexes. For watercourses of the Pampas plains, with peculiarities such as little or no development of rhithron, predominance of fine sediments in their beds, a rich and diverse community of

hydrophytes and riparian vegetation dominated by grasslands, new biotic indexes or adaptations of existing ones have been developed. Some of them (benthic diatoms and macroinvertebrates) have been applied to the monitoring program of the Matanza-Riachuelo Basin and in the lower basin of the Uruguay River. In the pampean ecosystem, it is necessary to progress in the development of indexes for lentic environments. It is also necessary to incorporate indexes that include indicators above algae and macroinvertebrates trophic levels.

## **Introducción**

En los ecosistemas acuáticos es posible reconocer una gran variedad de hábitats que albergan una rica diversidad de organismos, los cuales a través de su existencia en un espacio y tiempo son capaces de desarrollar capacidades para adaptarse a los distintos factores ambientales, detectando permanentemente lo que ocurre en su entorno y constituyéndose así en bioindicadores (Margalef, 1983). Sin embargo, en términos más estrictos, un indicador biológico que es capaz de proveer información sobre los aspectos cuantitativos de la calidad del ambiente, reúne las condiciones para ser considerado como un biomonitor. Por lo tanto si bien se pueden reconocer en la naturaleza muchos bioindicadores no todos reúnen las condiciones para ser biomonitores. Estos últimos pueden incluir un organismo, una parte de un organismo o conformar una comunidad de organismos, capaz de brindar a través de un valor el estado ambiental de un cuerpo de agua (Markert *et al.*, 2003).

El uso de especies para detectar cambios ambientales en los ecosistemas acuáticos tiene varias ventajas, entre las más importantes se destacan: i) las poblaciones de animales y plantas reúnen información que los análisis físicoquímicos no detectan, es decir, las especies y comunidades bióticas responden a efectos acumulativos intermitentes que en determinado momento un muestreo de variables químicas o físicas pasan por alto. ii) La vigilancia biológica evita la determinación regular de un número excesivo de parámetros físicos y químicos, ya que en los organismos se sintetizan o confluyen una buena parte de la información aportada por aquellas variables. iii) Los indicadores biológicos permiten detectar la aparición de elementos contaminantes nuevos o insospechados ya que muchas sustancias se acumulan en el cuerpo de ciertos organismos, por lo tanto su concentración en esos indicadores puede reflejar el nivel de contaminación ambiental. iv) como resulta imposible extraer muestras de toda la biota acuática, la selección de algunas pocas especies indicadoras simplifica y reduce los costos de la valoración sobre el estado del ecosistema, favoreciendo la captura de información pertinente, desechando así una cantidad de datos difícil de manejar e interpretar.

Cuando se produce el ingreso de un contaminante o acontece otro evento que perturba las condiciones de un sistema acuático se generan una serie de cambios en los organismos, cuya magnitud depende del tiempo que dure la perturbación, su intensidad y su naturaleza. Tomando en cuenta las distintas respuestas de los organismos a los cambios ambientales se pueden distinguir diferentes métodos biológicos para evaluar la calidad del agua tales como: métodos ecológicos, fisiológicos y bioquímicos y los referidos a la bioacumulación. Entre los primeros se incluyen los índices bióticos, capaces de brindar a través de una escala de valores, información sobre la calidad del agua o del ambiente. La principal diferencia con otros índices de estimación de la calidad del agua, como los índices fisicoquímicos, es que permiten indicar el estado del agua en un periodo prolongado de tiempo, definido por la duración del ciclo vital de cada individuo. Sin embargo cabe destacar que es imposible identificar cuáles son los agentes contaminantes existentes, por lo que su utilización es complementaria y no sustitutiva a los índices fisicoquímicos.

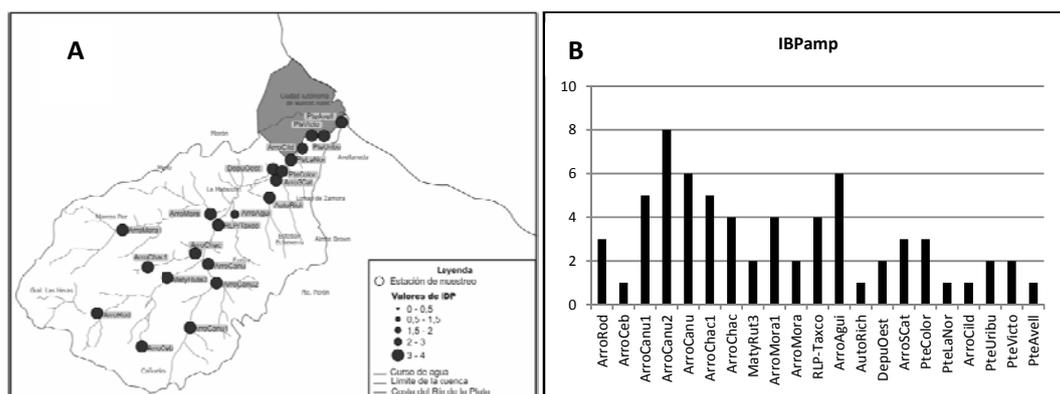
**Tabla 1:** Índices bióticos desarrollados para ecosistemas acuáticos pampeanos: IMRP (Índice de Macroinvertebrados para Ríos Pampeanos) IBPamp (Índice Biótico Pampeano) IDP (Índice de Diatomeas Pampeano) IBIRP (Índice de integridad Biótico para el Río de la Plata).

Índice	Tipo	Taxocenosis	Hábitat	Indicador	Ambiente	Cita
<b>IMRP</b>	Simple	Macroinvertebra dos	Bentónico	Contaminación y deterioro del hábitat	Arroyos y ríos	Rodriguez Capítulo 1999
<b>IBPamp</b>	Simple	Macroinvertebra dos	Bentónico	Contaminación y deterioro del hábitat	Arroyos y ríos	Rodriguez Capítulo <i>et al.</i> , 2001
<b>IDP</b>	Simple	Diatomeas	Bentónico	Contaminación orgánica y eutrofización	Arroyos y ríos	Gómez y Licursi, 2001
<b>IBIRP</b>	Multimétrico	Fitoplancton, diatomeas y macroinvertebra dos bentónicos	Planctónico y bentónico	Deterioro de la calidad ecológica	Estuario	Gómez <i>et al.</i> , 2012

Numerosos investigadores han desarrollado diferentes índices bióticos, diseñados especialmente para el hemisferio norte y para regiones específicas, muchos de los cuales han sido modificados para aplicarlos en otras zonas, incluyendo las del hemisferio sur. Cabe destacar que aspectos relacionados con la topografía, estacionalidad, hidrología y características del hábitat físico resultan relevantes al momento de seleccionar un índice biótico para la evaluación de un cuerpo de agua. En el caso de los cursos de agua que atraviesan la llanura pampeana, con particularidades tales como

un escaso o nulo desarrollo de rithron, predominio de sedimentos finos en sus lechos, una rica y diversa comunidad de hidrófitos y una vegetación de ribera dominada por pastizales, ha requerido del desarrollo de nuevos índices bióticos o adaptaciones de los existentes a tales características (Tabla 1). Algunos de ellos son simples ya que contemplan un solo tipo de métrica (ejemplo: abundancia, porcentaje de organismos tolerantes a la contaminación, etc) y otros resultan de la combinación de varias métricas conformando los conocidos como índices multimétricos.

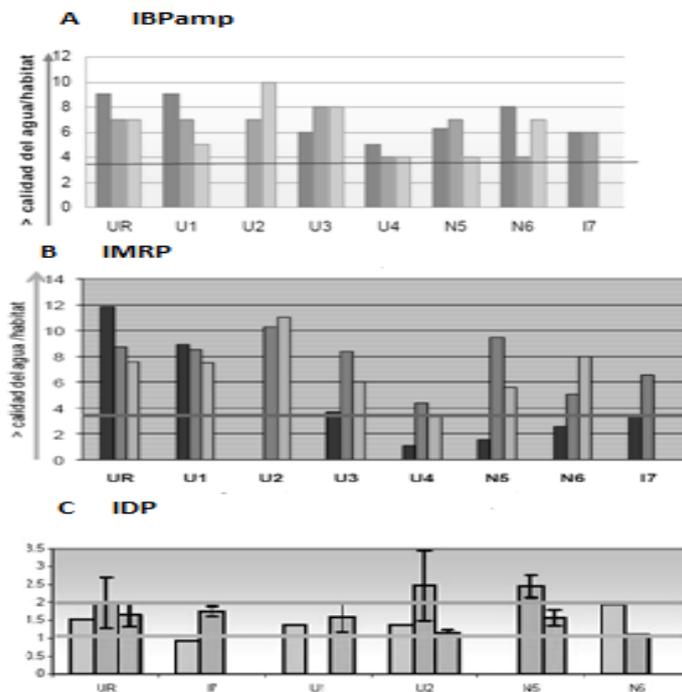
Entre los ejemplos de aplicación de estos índices en el ámbito de la gestión ambiental en la llanura pampeana se puede mencionar el programa de monitoreo llevado a cabo por la Autoridad de Cuenca Matanza-Riachuelo (ACUMAR) para el seguimiento del plan de rehabilitación establecido para la recuperación de este curso de agua. La aplicación de índices basados en la información proporcionada por las diatomeas bentónicas y los macroinvertebrados ha permitido reconocer la calidad biótica de distintos sectores de la cuenca (Figura 1 A y B) y la efectividad de las obras que se ejecutan.



**Figura 1:** A) Sitios de muestreo en la cuenca Matanza Riachuelo y valores del Índice de Diatomeas Pampeano (IDP), graficado en círculos cuyo diámetro se incrementa en función del valor del índice, relacionado con el aumento de la contaminación orgánica y eutrofización. B) Índice Biótico para Ríos Pampeanos (IBPamp), los valores más bajos corresponden a una peor calidad del agua y del hábitat en una escala de 0 a 10. Datos correspondientes a la campaña de agosto de 2012 (Gómez *et al.*, 2012).



**Figura 2:** Mapa con la ubicación de los sitios de muestreo, en un sector de la cuenca baja del Río Uruguay, donde se aplicaron los índices bióticos regionales para establecer una línea de base para el monitoreo de este sector del río en relación al funcionamiento de una planta de producción de pulpa de celulosa (\*).



**Figura 3:** A y B: valores del IBPamp y del IMRP para los distintos sitios de muestreo ubicados en un sector de la cuenca baja del Río Uruguay (por debajo de la línea horizontal se ubican los valores que indican una menor calidad ambiental). C: valores del IDP para los distintos sitios de muestreo (los valores que se ubican por encima de la línea horizontal superior corresponden a una calidad del agua mala, los que se hallan entre las dos líneas horizontales es aceptable, en tanto los que se hallan por debajo de la inferior es buena). Datos correspondientes a las campañas de noviembre de 2006 y 2007 y febrero 2008, graficadas de izquierda a derecha respectivamente, para cada sitio de muestreo.

Asimismo la aplicación de estos índices, en la cuenca baja del Río Uruguay (Figura 2), en el sector influenciado por el funcionamiento de una planta de producción de celulosa, ha contribuido a establecer una línea de base para evaluar los cambios ambientales a escala espacial y temporal (Figura 3) (Gómez *et al.*, 2008; Rodrigues Capítulo *et al.*, 2008). Por otra parte la correspondiente validación de estos índices han permitido su empleo en áreas más alejadas, tal es el caso de la cuenca del río Monjolinho que atraviesa la ciudad de São Carlos, en el estado de São Paulo (Brasil), en donde se recurrió al empleo del IDP para la evaluación de la calidad del agua de este curso de agua (Bere y Tundisi, 2012).

### **Consideraciones finales**

El empleo de índices bióticos proporciona indicadores de síntesis robustos que facilitan la interpretación de la información, lo cual es particularmente importante en el ámbito de la gestión ambiental durante los procesos de toma de decisiones. La efectividad de su empleo requiere ser seleccionados correctamente según el objetivo a evaluar, ser correctamente calculados siguiendo los protocolos correspondientes a cada índice, validados para el área que se pretende aplicar y correctamente interpretados. En el caso de los ecosistemas pampeanos si bien se cuenta con índices regionales desarrollados para evaluar sistemas lóticos es necesario progresar en los atinentes a ambientes leníticos. Asimismo resulta necesario incorporar índices que contemplen indicadores de niveles tróficos superiores a las algas y macroinvertebrados, tales como peces, anfibios, aves y macrofitos. Por otro lado la existencia de índices bióticos regionales sumados a los desarrollados para evaluar la calidad del hábitat (Troitiño *et al.*, 2010; Gómez y Cochero, 2013, Cochero *et al.*, 2014) constituyen un avance significativo hacia la construcción de un criterio más amplio en la evaluación ambiental de los ecosistemas acuáticos como es el basado en el concepto de integridad ecológica.

### **Bibliografía**

- Bere, T., Tundisi, J.G., 2012. Applicability of the Pampean Diatom Index (PDI) to streams around São Carlos-SP, Brazil. *Ecological Indicators*, 13: 342- 346.
- Cochero, J., Cortelezzi, A., Jensen, R., Tarda, A.S., Gómez, N., 2014. Un índice para evaluar la calidad del hábitat de arroyos urbanos pampeanos. 6° Congreso Argentino de Limnología, La Plata, 14 al 18 de septiembre. *Biología Acuática*, 29: 132.

- Gómez, N., Licursi, M., 2001. The Pampean Diatom Index (IDP) for assessment of rivers and streams in Argentina. *Aquatic Ecology*, 35: 173-181.
- Gómez, N., Licursi, M., Sierra, M.V., 2008. Estudio de los biofilms del río Uruguay en el área de Gualeguaychú y zonas aledañas. En Proyecto de Vigilancia Ambiental en el Río Uruguay en el Área de Gualeguaychú y Zonas Aledañas. Segundo Informe de Avance. Asistencia Científica y Técnica de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata: pp. 213.
- Gómez, N., Rodrigues Capítulo, A., Ocón, C., Armendáriz, L., Spaccesi, F., Paz, E., Licursi, M., Bauer, D.E., Cochero, J., Sathicq, M.B., 2012. Programa de monitoreo integrado de calidad de agua superficial y sedimentos de la cuenca Matanza Riachuelo y del Río de la Plata y sistematización de la información generada. Campaña diciembre 2011, Aspectos Biológicos y del Hábitat. Convenio ACUMAR FCNyM-UNLP: pp. 66.
- Gómez, N., Cochero, J., 2013. Un índice para evaluar la calidad del hábitat en la Franja Costera Sur del Río de la Plata y su vinculación con otros indicadores ambientales. *Ecología Austral*, 28: 18 – 26.
- Markert, B. N., Breure, A.M., Zechmeister, H.G., 2003. Definitions, strategies and principles for bioindication/biomonitoring of the environment, in: Markert, B.A., Breure, A.M., Zechmeister H.G. (Eds.), *Bioindicators and Biomonitoring Principles, Concepts and Applications* Amsterdam: Elsevier. pp. 3-39.
- Margalef, R., 1983. *Limnología*. Ediciones Omega. Barcelona.
- Rodrigues Capítulo, A., 1999. Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de ambientes lóticos en el área pampeana. *Revista Sociedad Entomologica Argentina*, 58: 208-217.
- Rodrigues Capítulo, A., Tangorra, M., Ocón, C., 2001. Use of Benthic macroinvertebrate to assess the biological status of pampean streams in Argentina. *Aquatic Ecology*, 35 (2):109-119.
- Rodrigues Capítulo, A., Cortelezzi, A., Ocón, C.S., Spaccesi, F., Armendáriz, L., Ferreira, A. C., López Von Oosteröm, V., 2008. Estudio del bentos del río Uruguay en el área de Gualeguaychú y zonas aledañas. En Proyecto de Vigilancia Ambiental en el Río Uruguay en el Área de Gualeguaychú y Zonas Aledañas. Segundo Informe de Avance. Asistencia Científica y Técnica de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata: pp. 213.

- Troitiño, E., Costa, M.C., Ferrari, L., Giorgi, A., 2010. La conservación de las zonas ribereñas de un arroyo pampeano. I Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras Azul, Buenos Aires, Argentina. Tomo II: 777-784.