

## DESARROLLO DE HERRAMIENTAS DE BIOMONITOREO DE CALIDAD DE AGUA: ÍNDICE DE INTEGRIDAD BIÓTICA BASADO EN LA ICTIOFAUNA PARA EL ARROYO DEL AZUL (PCIA. DE BS. AS.)



Instituto de Hidrología de Llanuras “Dr. Eduardo Usunoff” (IHLLA)

**Expositor: Dr. MASSON, Ignacio**

Grupo de Trabajo: J. González Castelain, S. Dubny, N. Othax, F. Peluso

<http://www.ihlla.conicet.gob.ar>

[imasson.ihlla@gmail.com](mailto:imasson.ihlla@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN

Los índices de calidad de agua resultan de utilidad para establecer el grado de aptitud del recurso hídrico y tienen la capacidad de reflejar, en un único valor, una lista de parámetros numéricos que de otra manera serían difíciles de interpretar por separado (Abassi y Abassi, 2012). Existen índices de tipo fisicoquímicos e índices bióticos, entre otros. Los primeros utilizan las variables fisicoquímicas y tienen como desventaja reflejar la condición del agua en el instante del muestreo. Asimismo, se requiere de equipamiento sofisticado para analizar estas variables, de reactivos y de técnicos especializados, para operar el instrumental de laboratorio. Por el contrario, el uso de organismos bioindicadores como pueden ser los peces o los macroinvertebrados bentónicos, entre otros, tiene como ventaja que estos pueden dar cuenta de las condiciones pasadas a las que han estado expuestos pudiendo evidenciar situaciones crónicas de estrés, así como también; eventos puntuales de toxicidad. Además, los organismos responden a un sinnúmero de condiciones ambientales y por lo tanto tienen una capacidad integradora de todos los procesos que ocurren en su entorno, a diferencia de una variable fisicoquímica que de no ser medida pasará inadvertida. A su vez, el muestreo de la biota no requiere de insumos costosos ni de equipamiento de laboratorio sofisticado y la identificación taxonómica, sobre todo para peces, puede realizarse con mínimo entrenamiento.

A través del presente trabajo se intenta desarrollar un índice biótico basado en la estructura de las comunidades de peces, que permita reflejar el nivel de perturbación ambiental en distintos sectores de la cuenca del arroyo del Azul (pcia. de Bs. As.) y que complemente las mediciones fisicoquímicas estándares. En este caso se desarrolló un índice basado en el propuesto originalmente por Karr (1981) que utiliza como variables constitutivas (denominadas métricas), atributos referidos a la composición y riqueza de especies de peces y factores ecológicos.

Además de desarrollar el índice biótico para el arroyo del Azul (IBIA), también se aplicó un índice fisicoquímico (y microbiológico) previamente desarrollado para esta cuenca, denominado índice de calidad de agua para el arroyo del Azul (ICAA) (Rodríguez *et al.*, 2010), para tener una referencia comparativa sobre el desempeño de ambos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos en los meses de febrero y diciembre (dos por año) entre 2015 y 2018, en siete tramos del arroyo del Azul. Dos de estos tramos correspondieron a sectores de la cuenca alta, tres a la cuenca media (uno preurbano, uno urbano y otro posturbano) y dos a la cuenca baja (Fig. 1). El método de muestreo empleado fue el arrastre con red, con un esfuerzo estandarizado de 50 m<sup>2</sup> por sitio. Además, en cada uno de los sitios se tomaron muestras de agua para analizar las variables del ICAA: DBO, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, *E. coli*, coliformes, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, conductividad, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, F<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, sólidos suspendidos, sólidos totales, turbidez.

Las métricas consideradas como punto de partida para el cálculo del IBIA fueron: diversidad (Shannon), dominancia (Simpson), riqueza de especies nativas, abundancia total, porcentaje y número de omnívoros, porcentaje y número de carnívoros, porcentaje y número de characiformes, porcentaje y número de mojarra (géneros *Astyanax*, *Bryconamericus* y *Cheirodon*), porcentaje y número de peces con patologías, porcentaje y número de peces con (macro) parásitos externos, porcentaje y número de peces tolerantes a la hipoxia y, porcentaje y número de madrecitas (*Jenynsia multidentata* y *Cnesterodon decemmaculatus*). Sólo aquellas métricas que demostraron una correlación significativa ( $p < 0.05$ ) con el valor preliminar del índice (i.e., el resultante de utilizar todas las métricas arriba listadas) fueron incorporadas al IBIA en su formato definitivo, siguiendo el procedimiento descrito por Pinto y Araujo (2007). El IBIA se calcula como la sumatoria de los valores de estas métricas, estandarizadas de 0 a 10 según su peor y mejor valor, respectivamente. Así, si el IBIA está compuesto de 6 métricas, tendrá como máximo valor posible 60. Los datos fueron analizados en conjunto para todas las campañas muestrales (las de diciembre y las de febrero combinadas) y por separado (las de diciembre por una parte y las de febrero por otra) considerando que el nivel del arroyo varía consistentemente entre ambos meses.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las métricas incorporadas en el IBIA fueron: diversidad (Shannon), dominancia (Simpson), riqueza de especies nativas, porcentaje de characiformes, porcentaje de peces tolerantes a la hipoxia y porcentaje de madrecitas.

La figura 2 presenta los resultados obtenidos para el IBIA e ICAA (máx. IBIA posible: 60, máx. ICAA posible: 100). A priori se evidencia una misma tendencia en lo reflejado por ambos índices con algunas diferencias para la parte alta de la cuenca. En términos generales, los valores del IBIA para un determinado tramo en distintas fechas de muestreo, tienen menos variabilidad entre sí y aportan un valor que es más independiente de las condiciones fisicoquímicas, las cuales pueden ser transitorias. En otras palabras, el IBIA es más representativo de la condición histórica del tramo. Por otro lado, el ICAA está construido de modo tal de acentuar las condiciones desfavorables de las variables indicadoras, por lo que sus valores se visualizarán más bien bajos y no necesariamente por efectos antrópicos sino también por las características naturales intrínsecas de la cuenca, tales como la turbidez y conductividad elevada. Cabe aclarar que valores superiores al 50%, tanto para el ICAA como para el IBIA (i.e., IBIA > 30) son considerados aceptables.

En el caso del km 65 se detectó un máximo para el IBIA que no se evidencia en el ICAA. Este tramo; a pesar de encontrarse en la zona urbana y estar intervenido (e.g. banquetas parquizadas, cauce ensanchado, recepción de efluentes pluviales), posee afloramientos de tosca que generan

turbulencia y elevan los niveles de oxígeno disuelto. Además, este tramo posee abundante vegetación acuática que sirve de hábitat y refugio a una gran cantidad de especies, como fue observado a través de las capturas y consecuentemente reflejado en el valor del IBIA.

Es importante mencionar que los niveles de agua en el arroyo fueron consistentemente más elevados en los meses de diciembre que en los meses de febrero y, particularmente para el km 65, se observó que el desfasaje entre los valores medios del IBIA y del ICAA se dieron en el período de estiaje (meses de febrero), período en que las variables del ICAA (e.g. DBO, carga bacteriana, compuestos nitrogenados, etc.) aumentan su nivel por efecto de la reducción en el caudal, traduciéndose en un ICAA más bajo que para los meses de diciembre en los que hubo más agua. Por el contrario, para los meses de diciembre, ambos índices muestran una gráfica similar (Figs. 3 y 4). Esto demuestra la independencia del IBIA de los patrones estacionales que afectan el nivel del arroyo, por lo menos para las condiciones climáticas normales, y que en el caso del ICAA son más determinantes.

El valor medio mínimo para ambos índices se registró en el tramo post urbano correspondiente al km 69, un km aguas abajo de la descarga del efluente del tratamiento cloacal. Ya hacia la cuenca baja (km 88 y 148) el comportamiento de ambos índices es similar. Ambos coinciden en que hay cierta recuperación en calidad con respecto al mínimo observado en el km 69, demostrando la potencialidad de autodepuración y/o dilución del curso de agua y su ecosistema asociado. Es de destacar que en el km 148 se detectaron los valores más elevados de turbidez, sólidos totales y conductividad (a simple vista el agua tiene una coloración marrón más intensa que en los otros tramos). Además, en este tramo casi no hay vegetación acuática y por lo tanto esto limita el hábitat y potencial refugio para peces, lo que explicaría el valor moderado del IBIA.

Por lo expuesto queda manifiesta la capacidad del IBIA de evidenciar el nivel de integridad biótica del sistema como una medida de la salud ambiental para la cuenca y su independencia de los efectos estacionales en el nivel del arroyo que sí hacen que varíe el ICAA. Además, se reconocen los beneficios de la aplicación del índice biótico por aportar información integral del recurso, de manera rápida y sencilla y por sobre todo a un menor costo de lo que resulta aplicar un índice fisicoquímico.

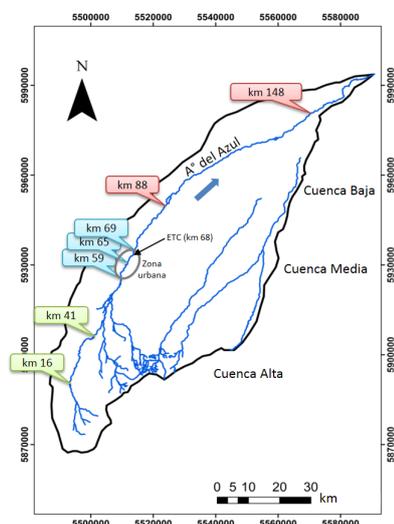


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo. ETC: efluente del tratamiento cloacal

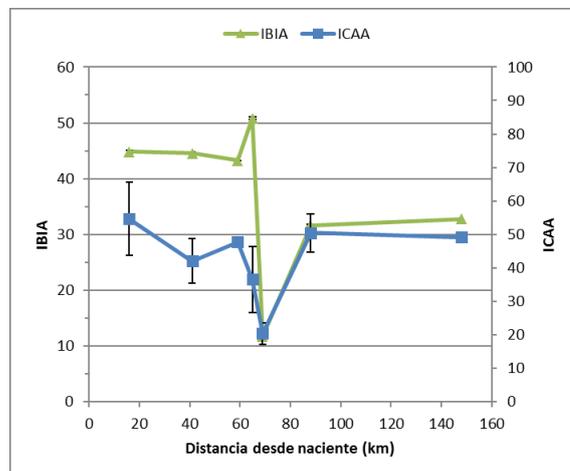


Figura 2. Valores medios ( $\pm$ SE) del ICAA e IBIA para el período de diciembre 2015 a febrero de 2018

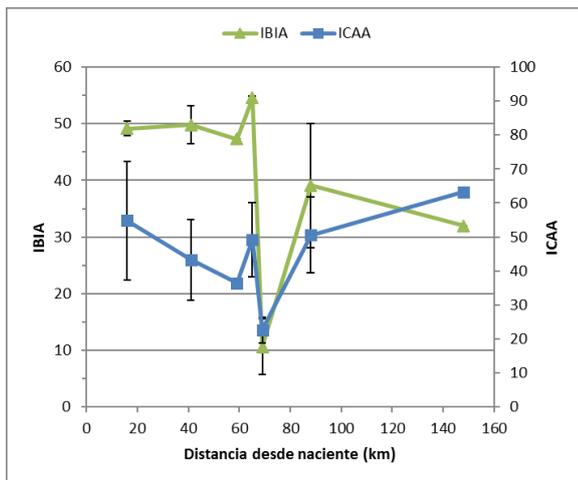


Figura 3. Valores medios ( $\pm$ SE) del ICAA e IBIA para diciembre de 2015, diciembre de 2016 y diciembre de 2017

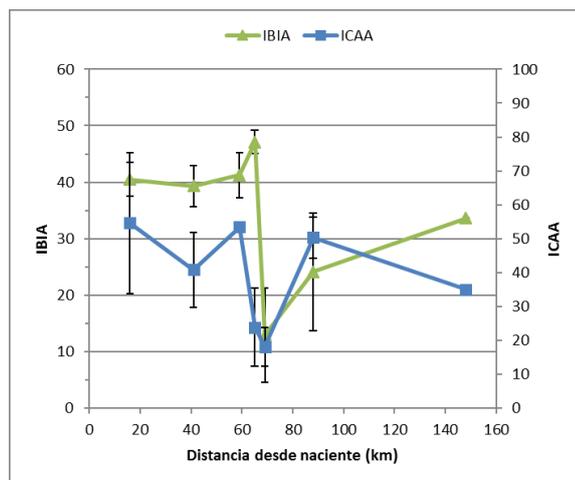


Figura 4. Valores medios ( $\pm$ SE) del ICAA e IBIA para febrero de 2016, febrero de 2017 y febrero de 2018

## BIBLIOGRAFÍA

- ABBASI T. y ABBASI S. A. (2012). Water Quality Indices. Elsevier. 348 pp.
- KARR J. R.; (1981). Assessment of biotic integrity using fish communities. Fisheries 6: 21-27.
- PINTO B. J. T. y ARAUJO F. G. (2007). Assessing the biotic integrity of the fish community in a heavily impacted segment of a tropical river in Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology 50: 489–502.
- RODRIGUEZ M. L.; GONZALEZ CASTELAIN J. y PELUSO F. (2010). Desarrollo de un índice de calidad de agua para la cuenca del arroyo del Azul, Buenos Aires, Argentina. Actas del I Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras: 713-720.