

## COMPARACIÓN DE DOS ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA: CWQI Y HFBI. ESTUDIO CASO: RÍO SAN JUAN Y SUS PRINCIPALES TRIBUTARIOS

**Msc Silvia Fuentes Huelva**

Departamento de Hidroquímica /CIRA/UNAN  
[sylviafuentesh@hotmail.com](mailto:sylviafuentesh@hotmail.com)

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo es evaluar la calidad de las aguas de la cuenca del Río San Juan mediante variables físico-químicas y biológicas y la aplicación de dos índices, el Índice Canadiense de Calidad de Agua (CWQI) y el Índice Biótico de Hilsenhoff (HFBI). Con este fin se realizaron cuatro jornadas de muestreo de parámetros físico-químicos y dos de macro-invertebrados bentónicos en seis sitios de estudio.

Las aguas de los sitios estudiados se clasificaron como de mala calidad para todos los usos, después de compararlos contra los criterios Canadienses de calidad de aguas. Sin embargo, aplicando objetivos de calidad (criterios) más flexibles para el uso protección de la vida acuática, la calidad de éstas aguas mejora hasta en dos categorías (regular hasta mala).

El Índice Biótico de Hilsenhoff (HFBI) calculado a partir de las abundancias y valores de tolerancia a la contaminación orgánica y nutrientes de las familias de artrópodos que colonizaron los sustratos artificiales clasificó la calidad de las aguas del Río San Juan y sus tributarios en dos categorías: moderada (muestreo I) y moderadamente mala (muestreo II). Algunas propiedades de las comunidades de macro-invertebrados (diversidad, equidad, similitud) indican que los Ríos Melchora, Santa Cruz y Machado presentan comunidades similares contrarias con los sitios Entrada y Salida del Río San Juan.

Ambos índices de calidad coinciden en asignar bajas categorías de calidad al ecosistema estudiado lo que muestra la necesidad de desarrollar planes de gestión y manejo de la cuenca del Río San Juan para evitar su progresivo deterioro.

**Palabras Claves:** Diversidad de especies, hábitat, calidad del agua, macroinvertebrados bentónicos.

### INTRODUCCIÓN

Los índices de calidad son herramientas adecuadas para caracterizar la calidad de las aguas independiente de su uso. Estos índices se basan en la aplicación de las concentraciones de los parámetros físico-químicos, biológicos y microbiológicos, de manera que en función de estas concentraciones se llega a obtener un valor numérico que se traduce en un rango de calidades.

El índice CWQI expresa la potencialidad que presenta la calidad de los cuerpos de agua a varios usos, tales como hábitat para la vida acuática, para irrigación, para la agricultura y ganadería, recreación, y como fuente de agua potable (CCME, 2001).

Los índices bióticos desarrollados para la contaminación fácilmente degradable de la materia orgánica se basan en las diferentes sensibilidades de algunas taxa de macroinvertebrados. Por lo tanto la presencia (o ausencia) de diversas taxa (especies, género, familia, etc) son usadas como un indicador del nivel de contaminación del cuerpo de agua. Por ejemplo, el índice biótico de Hilsenhoff nos da una medida de la polución debida a la materia orgánica y nutrientes que afectan la sobrevivencia de cada especie artrópoda y por ende la calidad del agua del ecosistema.

## DISEÑO METODOLÓGICO (MATERIALES Y MÉTODOS)

Para este estudio se realizaron cuatro jornadas de muestreo de parámetros físico-químicos y dos de macro-invertebrados bénticos en seis sitios de estudio. Las muestras fueron colectadas una vez al mes en dos puntos sobre el río San Juan, Entrada y Salida (Confluencia del río Sarapiquí con el río San Juan) y en cuatro tributarios, Melchora, Boca de Sábalos, Santa Cruz y Machado.



Las muestras para los análisis físico-químicos, fueron tomadas con una botella tipo Van Dorn, se preservaron y se guardaron en refrigeración hasta analizarlas en el laboratorio del CIRA/ UNAN utilizando la metodología descrita por el Standard Methods 1992

Se calculó el Índice de Calidad del agua (Canadian Water Quality Index CWQI), usando el programa CWQI 1.0 que se alimentó con una serie de datos de 22 variables Físico-Químicas y cuatro muestreos como mínimo por cada sitio de estudio. Estas variables fueron comparadas contra los objetivos de calidad del agua de las normas Canadienses para todos los usos, protección de la vida acuática, irrigación y ganadería.



La técnica utilizada para el muestreo de los macroinvertebrados bentónicos fue la de los sustratos artificiales (ladrillos de barro cocidos), que fueron colocados en el lecho del río por 30 y 60 días para el primero y segundo muestreo. Después de este tiempo se preservaron en frascos plásticos con alcohol al 96% y se llevaron al laboratorio para analizarlas con un Stereoscopio Wild-M3 y un Microscopio de transmisión Leica DML-S2.

El Índice Biótico de Hilsenhoff a nivel de Familia (HFBI) se calculó con la siguiente fórmula:

$$HFBI = \sum \left( \frac{n_i a_i}{N} \right)$$

Los valores de  $a_i$  se tomaron del Apéndice B de Hilsenhoff  
 $n_i$  = número de individuos en la familia  $i$   
 $a_i$  = valor de tolerancia asignado a la familia  $i$   
 $N$  = número total de artrópodos en la muestra

Otras características estudiadas de la comunidad de macro-invertebrados bentónicos en el Río San Juan y sus tributarios que indican la calidad del agua y el grado de degradación del hábitat fueron: La riqueza de especies, el coeficiente de comunidad de Jaccard (CCJ), los Índices de similitud (S) y disimilitud, el índice de diversidad media y la equidad (e).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla N° 1 muestra la clasificación obtenida para la calidad físico-química de las aguas del Río San Juan y sus tributarios para los diversos usos según el Índice Canadiense de calidad del agua (CWQI)

Sitios de muestreos / Índices de Calidad	CWQI para todos los usos	CWQI para irrigación	CWQI para ganadería	CWQI para protección de la vida acuática	CWQI para protección de la vida acuática (CIRA / Hidroq)
Entrada del RSJ	38	60	75	32	56
Río Melchora	39	53	81	37	66
Río Boca de Sábalo	32	58	78	28	42
Río Santa Cruz	36	64	80	31	41
Río Machado	43	75	88	41	61
Salida del RSJ	30	52	68	20	33

Clasificación: Excelente (95-100), Buena (80-94), Regular (65-79), Marginal (45-64), Mala (0-44)

El Índice CWQI clasificó las aguas de mala calidad para todos los usos, de regular a marginal para el uso de irrigación, de regular hasta buena para el uso de ganadería. Sin embargo, cuando el uso del agua fue protección de la vida acuática, la clasifiqué de mala calidad. Y finalmente, al asignar el uso del agua para protección de la vida acuática (CIRA/HQ) la calidad del agua mejoró en dos categorías debido a que se utilizaron objetivos menos estrictos pudiendo clasificar el agua desde regular hasta marginal y mala.

### MACRO-INVERTEBRADOS BENTÓNICOS

En los seis sitios de estudio se encontraron 77 taxa perteneciendo la mayoría a los Phylum Artrópoda, Anélida, Nematoda y Molusca. En general, la Familia Chironomidae dominó la composición de las especies de macro-invertebrados bentónicos alcanzando % de 33 a 99% de individuos versus individuos totales.

*En la Tabla N° 2 se encuentran los parámetros bióticos estudiados en las comunidades de macro-invertebrados que colonizaron los sustratos artificiales en los seis sitios de estudio.*

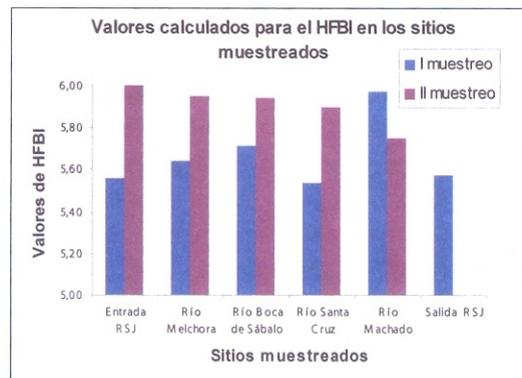
Sitios de muestreos	No	Riqueza de especie (No. de especies)	Diversidad media (Índice de Shannon-Weaver)	Equidad (Lloyd y Ghelardi) (e)	Índice de Jaccard (J) (Río Melchora)	Índice de Disimilitud (Río Melchora)
Entrada del RSJ	1	16	5.82	5.25	0.32	0.52
	2	3	0.13	0.33	0.17	0.71
Río Melchora	1	12	3.33	1.17	0.26*	0.59*
	2	18	2.57	0.44	0.26*	0.59*
Río Boca de Sábalo	1	7	2.61	1.14	0.23	0.63
	2	20	2.84	0.50	0.27	0.58
Río Santa Cruz	1	14	3.53	1.21	0.30	0.54
	2	17	2.94	0.65	0.41	0.42
Río Machado	1	15	2.24	0.40	0.28	0.56
	2	8	2.82	1.25	0.28	0.29
Salida RSJ	1	8	2.43	0.88	0.15	0.74

Los ríos Boca de Sábalo, Melchora y Santa Cruz presentaron mayor número de especies (20, 18 y 17 ) en el segundo muestreo probablemente debido a que los sustratos estuvieron expuestos por mayor tiempo en el agua (~9 semanas).

Al aplicar el índice de Shannon-Weaver se tomó en consideración la riqueza y distribución de los individuos de cada especie. En la Entrada al Río San Juan en el primer muestreo el valor de diversidad encontrado fue de 5.82 lo cual se explica por el mayor número de especies encontradas (16) y una distribución más homogénea entre los individuos de esas especies a pesar que Chironomidae presentó una alta densidad poblacional (49%). En cambio en el segundo muestreo se encontró la diversidad más baja (0.13) lo cual se debió además de la presencia de solo tres especies, a la predominancia que tuvo Chironomidae (99%), lo que también se ve reflejado en el bajo valor de equidad encontrado (0.33).

El coeficiente de comunidad de Jaccard (CCJ) permitió conocer que de los seis sitios muestreados, los sitios Entrada y Salida del Río San Juan presentan una composición taxonómica muy diferente con respecto al sitio de referencia (río Melchora), en cambio el Río Santa Cruz (ambos muestreos) y la Entrada al Río San Juan (primer muestreo) presentaron un mayor grado de similitud (0.41 y 0.32).

*El Gráfico N° 1 muestra los valores calculados para el HFBI en cada uno de los sitios muestreados*



Los resultados muestran que desde el punto de vista biológico la calidad de las aguas del Río San Juan y sus tributarios son clasificadas de moderada y moderadamente mala, lo cual probablemente se debió a la influencia que tiene el caudal de los ríos, al tipo de muestreo realizado y al tiempo de permanencia de los sustratos en el agua, el cual permitió una mayor colonización de los individuos más dominantes.

#### **Comparación de la calidad del agua asignada por el índice CWQI y el índice HFBI**

Al comparar las clasificaciones encontradas de la calidad de agua del Río San Juan y sus tributarios de acuerdo a los índices CWQI y HFBI, ambos índices asignan bajas categorías de calidad (regular o moderada a mala). Sin embargo, es el CWQI el que logra clasificar los ecosistemas en mayor número de niveles de calidad, por lo cual se considera con más poder de discriminación y por lo tanto más preciso que el biótico.

---

## CONCLUSIONES

- ✓ El índice de calidad de agua Canadiense (CWQI) clasifica el agua de los ríos Melchora, Santa Cruz y Machado como de buena calidad para el uso ganadería y la de los sitios Boca de Sábalos, Entrada RSJ y Salida RSJ como de regular calidad.
- ✓ El Índice CIRA/Hidroquímica clasifica el agua del río Melchora como de regular para el uso protección de la vida acuática y la de los sitios Entrada RSJ y río Machado como de marginal calidad y la de los sitios Boca de Sábalos y Salida RSJ como de mala calidad.
- ✓ El coeficiente de comunidad de Jaccard determinó que los sitios Entrada y Salida del Río San Juan presentan una composición taxonómica muy diferente con respecto al sitio de referencia (Río Melchora) y al resto de los sitios estudiados
- ✓ Al comparar el Índice CWQI y el Índice Biótico HFBI, ambos coinciden en clasificar las aguas del Río San Juan y sus tributarios desde regular hasta marginal y mala.

## BIBLIOGRAFÍA

- APHA-AWWA-WEF (1992). *Standard Methods for the examination of water and wastewater*, Editada por A.E. Greenberg, L. S. Clesceri y A. D. Eaton, Washington D.C. 18ava. Edición. ISBN 0-87553-207-1
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 2002. *Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life*. Summary Tables. Updated. In: Canadian environmental quality guidelines 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.
- Hilsenhoff, W.L. 1988a *Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index*. J.N. Am. Benthol. Soc. 7(1):65-68
- Ravera, O. 2001 *A comparison between diversity, similarity and biotic indices applied to the macroinvertebrate community of a small stream: the Ravella river (Como Province, Northern Italy)* Aquatic Ecology 35: 97-107,2001.
- Roldan, G. 1988. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos* Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia . 217 pág.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency). 2002. *National recommended water quality criteria*. In: United States Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Science and Technology, EPA 822-R-02-047.