

## **Eje temático 2: Agua y gestión del recurso**

### **Situación actual de la calidad de agua del sub embalse Mbói Caé de la ciudad de Encarnación mediante el empleo del Índice Simplificado de Calidad de Agua**

MSc. Viviana Pacheco - Universidad Nacional de Itapúa (UNI) – vimapac@gmail.com

Mg. María Rosa Servín - Universidad Nacional de Itapúa (UNI) – sernasich@gmail.com

MSc. Jacqueline Velázquez - Universidad Nacional de Itapúa (UNI) –  
jvhauron1@hotmail.com

Msc. Miguel Ángel Servín – Universidad Nacional de Itapúa (UNI) –  
mangelservin@gmail.com

#### **Resumen**

El objetivo del trabajo fue analizar la calidad de las aguas del sub embalse del arroyo Mbói Caé en el distrito de Encarnación (Paraguay), utilizando parámetros físicos – químicos para la aplicación del Índice Simplificado de Calidad de Agua (ISQA). El sub embalse fue formado como consecuencia de la suba del nivel del embalse de la represa de Yacyretá a cota 83 en el 2011. Las características propias de los embalses ameritan un monitoreo constante, por la vulnerabilidad del nuevo escenario y su incidencia sobre la calidad de vida. Los muestreos se realizaron de agosto a diciembre de 2016. Del análisis de datos obtenidos se determinó que las aguas del sub embalse se podrían describir como relativamente buenas, con aptitudes de uso para natación y pesca. Es probable que los parámetros estén alterados por las actividades antrópicas desarrolladas dentro de la cuenca del Mbói Caé, especialmente por situarse el casco urbano de la ciudad de Encarnación en la parte baja de la misma.

**Palabras clave:** Agua. Calidad. Físico-químico. Sub embalse. Mbói Caé.

#### **Abstract**

The main objective of this paper was to analyze water quality of the Mbói Caé stream's sub reservoir, using physiochemical parameters in order to apply a Simplified Water Quality Index (ISQA). This sub reservoir was formed as consequence of the rise of the Yacyretá dam reservoir to 83 meters above sea level in 2011. The characteristics of reservoirs require constant monitoring, because of the vulnerability of the new scenario and the incidence on quality of life. Samples were conducted from August to December 2016. From the analysis of data obtained it was determined that the waters of the sub reservoir can be categorized as relatively good, with use aptitudes for swimming and fishing. It is likely that the parameters are altered by the anthropic activities developed within the Mbói Caé basin, especially for being located the urban area of Encarnación city in the lower part of the same.

**Key Words:** Water. Quality. Physiochemical. Sub reservoir. Mbói Caé.

#### **Introducción**

Se presenta parte de los resultados preliminares de la investigación “Propuesta de Gestión Integral de Recursos Hídricos para la ciudad de Encarnación”, actualmente en ejecución sobre la cuenca del arroyo Mbói Caé. La ciudad, parte de uno de los distritos más afectados por la represa hidroeléctrica Yacyretá, se encontró enmarcada en un proceso de grandes cambios a nivel social, económico, estructural y, especialmente, ambiental. Efectivamente, la formación de un embalse modifica los patrones de circulación de las aguas: de una rápida velocidad de circulación (régimen lóxico) se pasa a un ambiente de reducida o nula velocidad del fluido (régimen léxico) y, con ello, una retención de contaminantes y sedimentación del material particulado, arrastrando hacia el fondo compuestos químicos de distinta naturaleza. Así mismo, el nuevo ambiente creado tiene un importante “espejo de agua”, superficie de contacto con la atmósfera, intercambiando calor y absorbiendo energía de la radiación solar, pudiendo producir heterogeneidades en las propiedades físicas y químicas del agua (1).

En la actualidad se han desarrollado diversas técnicas para evaluar los efectos de las acciones humanas que presentan un impacto negativo en el ecosistema acuático y posteriormente en la salud humana. Una de las técnicas es la medición de características físico químicas que indican el estado de la calidad de la misma comparados con parámetros basados en límites admisibles generalmente (2). El uso del Índice Simplificado del Agua (ISQA) resulta interesante, ya que permite operar con muy pocos parámetros analíticos y, a la vez, ofrece garantía en sus resultados, según explican Bustamante y otros (2002). Además, permite obtener resultados de forma rápida y económica, y resulta una herramienta útil para conocer el estado actual de la calidad de las aguas e identificar fuentes de contaminación (3).

## Metodología

El distrito de Encarnación forma parte de dos cuencas: Quiteria y Mbói Caé. El primero, de mayor superficie (350 km<sup>2</sup>) tiene un carácter más rural que urbano, mientras que el Mbói Caé, aunque de menor tamaño (290 km<sup>2</sup>), concentra la zona urbana del distrito (4). Es así que el estudio se llevó a cabo en la cuenca baja del arroyo Mbói Caé, sobre las muestras tomadas durante el periodo de agosto a diciembre de 2016.

Considerando los parámetros establecidos por del Índice Simplificado de Calidad de Aguas (ISQA), de las muestras se determinó: Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólido en Suspensión Total (SST), y Conductividad Eléctrica (CE), además de Temperatura (T), la cual se determinó con sensores digitales in situ. Los análisis fueron realizados según el Standar Methods del agua (5). Una vez obtenidos los resultados de los análisis, se procedió a calcular la calidad de agua en el sub embalse. La ecuación utilizada para definir el ISQA es la siguiente:  $ISQA = T \cdot (A + B + C + D)$  (6) En donde los valores de T, A, B, C y D son calculados mediante fórmulas dependientes de los parámetros que se miden en el curso. Entonces, el parámetro T es función de la temperatura del curso en °C; el A, de la demanda química orgánica según la oxidabilidad al permanganato (DQO-Mn) en mg/l; el B, de los sólidos suspendidos totales (SST) en mg/l; el C, del oxígeno disuelto (OD) en mg/l; y el D, de la conductividad eléctrica en  $\mu S/cm$ . Para realizar la clasificación de la calidad del agua según el valor numérico del ISQA se utilizó la propuesta de Cubillo (1986) (7):

**Tabla 1:** Valores ISQA y aptitudes de uso

Valor	Calidad	Aptitudes de uso
<b>ISQA &gt; 85</b>	Muy buena	Todos los usos
<b>60 - 85</b>	Buena	Agua potable (tratamiento convencional). Pesca. Usos recreativos.
<b>45 - 60</b>	Utilizable	Riego hortícola, agua industrial, y agua potable (tratamiento especial)
<b>30 - 45</b>	Mala	Riego de plantas sin consumo directo
<b>ISQA &lt; 30</b>	Pésima	Navegación. Refrigeración. Uso muy restringido

## Resultados y Discusión

Las mediciones en el sub embalse del arroyo Mbói Caé para los parámetros establecidos en el Índice Simplificado de Calidad de Aguas (ISQA) arrojan los siguientes resultados:

**Tabla 2:** Resultados del ISQA en el sub embalse del Mbói Caé

	T (°C)	DQO (mg/l)	SST (mg/l)	OD (mg/l)	CE ( $\mu S/cm$ )	ISQA	Usos
<b>Agosto</b>	20,00	10,14	1,00	5,70	36,4	76,55	
<b>Setiembre</b>	24,00	16,77	1,60	5,82	35,2	70,72	Pesca. Usos recreativos (incluso baño)
<b>Octubre</b>	26,00	9,63	8,10	4,83	35,5	70,51	
<b>Noviembre</b>	24,00	8,16	2,60	6,74	35,2	79,14	
<b>Diciembre</b>	31,00	6,53	1,50	5,40	39,9	70,51	

La calidad de las aguas del sub embalse puede describirse “buena” y pueden emplearse para pesca, usos recreativos e incluso baño, correspondiéndose con los usos actuales. Encarnación se caracteriza por su perfil turístico, imponiéndose cada vez más los usos recreativos y deportivos de los sub embalses, al igual que la pesca deportiva y de auto consumo.

En caso de utilización para consumo humano, la potabilización debería darse a través de un tratamiento convencional. Cabe destacar que el sistema de abastecimiento de agua potable de Encarnación tiene la toma de agua en el río Paraná, las cuales pasan por un tratamiento convencional. Sin embargo, las aguas del sub embalse del arroyo Mbói Caé podrían utilizarse para el efecto, aunque se recomiendan análisis más específicos.

La Entidad Binacional Yacyretá (EBY) realiza el monitoreo de la calidad del agua desde el año 1995, considerando los arroyos urbanos y periurbanos de la zona de Encarnación, además de los sub embalses, con tomas de muestras tanto en sus puntos de base como en las estaciones ubicadas en el área urbana, coincidiendo los resultados con los de este estudio.

## **Conclusión**

El ISQA es una herramienta útil para el monitoreo y gestión de cuenca por personal técnico, con un importante ahorro económico y de tiempo. Al analizar los indicadores físico-químicos del agua del sub embalse del arroyo Mbói Caé, se constata una calidad relativamente buena para usos recreativos y de pesca, lo cual coincide con los usos actuales del recurso.

El sub embalse tiene una fuerte presión antrópica, principalmente por encontrarse la zona urbana de Encarnación en la parte baja de la cuenca, lo que aumenta la probabilidad de contaminación de las aguas. Por lo tanto, es importante el monitoreo constante de la calidad del agua, ya que la misma impacta en la calidad de vida de la población local, además de las actividades económicas consecuentes de las actividades acuáticas que se desarrollan en el sub embalse. Siendo importante mantener el buen estado ecosistémico del agua para su uso sustentable.

## **Referencias bibliográficas**

- (1) Velázquez, J.; Pacheco, V.; Servín N., M.; Servín S., M. 2017. Encarnación antes, durante y después de la suba del embalse: aspecto social, económico y ambiental. III Encuentro de Investigadores. Universidad Autónoma de Encarnación. Encarnación.
- (2) Alonso, J. 2013. Evolución de la calidad de las aguas del arroyo Aguapey mediante el empleo del Índice Simplificado de Calidad de Agua. Revista sobre Estudios e Investigaciones del Saber Académico. 7 (7): 9-13
- (3) de Bustamante, I.; Sanz, J.M.; Goy, J.L.; González-Hernández, F.M.; Encabo, J.L.; Mateos, J. 2002. Estudio de la calidad de las aguas superficiales en los espacios naturales del sur de las provincias de Salamanca y Ávila. Aplicaciones del índice ISQA. Geogaceta 31: 103-106.
- (4) Ecosistema Urbano. 2015. Medioambiente y Territorio. En: Plan Encarnación Más. Encarnación-Paraguay. pág. 40.
- (5) Rice, E.W.; Baird, R.B.; Clesceri, L.S. (editors). 2012. Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association (APHA), American Water Workd Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF).
- (6) de Bustamante, I. 1989. Aspectos metodológicos en estudios de calidad de agua. Henares, Rev. Geol. 3 (25): 25-36.
- (7) Cubillo, F. 1986. Situación actual de la calidad de las aguas en los ríos de la Comunidad de Madrid (Enero 1986). Comunidad de Madrid. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Dirección General de Recursos Hidráulicos.