



+ CALIDAD DEL AGUA DE LA SUBCUENCA BAJA DEL RÍO DAVID Y SU IMPACTO SOBRE LA SALUD PÚBLICA

Por: Dalys Rovira, Guillermo Branda y Benedicto Valdés

Laboratorio de Aguas y Servicios Físicoquímicos, Departamento de Química | Universidad Autónoma de Chiriquí

E-mail: dalysr@hotmail.com

Recibido: Marzo de 2016.

Aceptado: Mayo de 2016.

Resumen

Se evaluó la calidad del agua de la subcuenca baja del Río David, durante los años 2013 y 2014. Se empleó el Índice de calidad del agua (ICA) propuesto por la National Sanitation Foundation (NSF). Los parámetros analizados fueron DBO_5 , coliformes fecales (CF), turbiedad, oxígeno disuelto, pH, nitratos, fosfatos y sólidos disueltos totales. Los coliformes fecales se clasifican como de calidad pésima y mala para los cuatro sitios monitoreados. El sitio de muestreo con menor ICA fue el de Rondón. El ICA global para el 2013 fue de 72,96 mientras que para el 2014 fue de 76,73. La calidad de la subcuenca baja se clasifica como de buena calidad debido a la influencia que ejercen los parámetros pH, OD, nitratos y fosfatos calificados como excelentes; sin embargo, el principal factor de deterioro es la contaminación con coliformes fecales, ya que se detectaron en cantidades que superan los límites establecidos por el Decreto Ejecutivo N°.75 ($\leq 250\text{UFC}/100\text{mL}$), por tanto, estas aguas no son aptas para ningún tipo de actividad recreativa de contacto directo.

Palabras claves: Índice de Calidad del Agua (ICA), Río David, coliformes fecales, contaminación, subcuenca baja.

Abstract

Water quality in the lower river basin of David was assessed for the years 2013 and 2014. The water quality index (WQI) proposed by the National Sanitation Foundation (NSF) was used. The parameters analyzed were BOD_5 , fecal coliform, turbidity, dissolved oxygen, pH, nitrates, phosphates and total solids. Fecal coliforms are classified as poor quality for the four monitored sites. The sampling site less WQI was Rondon. Global WQI for 2013 was 72.96 while 2014 was 76.73. Low quality sub-basin is classified as good due to the influence of the pH, DO parameters, nitrates and phosphates rated as excellent; however, the main factor of deterioration is fecal coliform contamination as they were detected in amounts exceeding the limits established by Executive Decree No.75 ($\leq 250\text{UFC}/100\text{mL}$) therefore, these waters are not suitable for any kind recreational activity direct contact.

Key words: Water Quality Index (WQI), David River, fecal coliforms, pollution, low subbasin.

Introducción

El agua es un recurso natural, vital e insustituible que permite y potencializa la vida en la tierra. (Rubio et al., 2014). La contaminación de las principales cuencas hidrográficas de Panamá por las aguas residuales sin tratar es uno de los problemas de mayor incidencia sobre el entorno ambiental del país. La Provincia de Chiriquí no escapa a esta realidad. En la Ciudad de David, existen deficiencias en el servicio de alcantarillado para la recolección de las aguas residuales domésticas las cuales son vertidas al río David. Esto constituye un factor amenazante para la calidad de las aguas superficiales, toda vez que disminuye su capacidad de auto purificación, favoreciendo la degradación de los cursos de agua que se transforman en vehículos de transporte de contaminantes y enfermedades (Noyola et al., 2013).

La calidad del agua superficial regularmente es estudiada a través de la cuantificación de sus características físico, químicas y biológicas (Montalvo et al., 2013). Actualmente, el índice de calidad del agua de la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos Americanos (ICA-NFS), es uno de los más ampliamente utilizados a nivel mundial (Coello et al., 2013). Cabe destacar que este índice utiliza nueve características, como variables de respuesta, que son: potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto (% saturación), turbiedad, coliformes fecales (CF), demanda

bioquímica de oxígeno (DBO₅), fosfatos, nitratos, sólidos disueltos totales y temperatura (Aguirre et al., 2016).

Las aguas del Río David en la Provincia de Chiriquí son de suma importancia, porque se utilizan para captación con fines de potabilización, en actividades agrícolas, de esparcimiento recreacional con contacto directo, entre otras. Los estudios que se han realizado en la sub-cuencas alta, media y baja de este importante río son escasos, realizados en su mayoría en el Laboratorio de Aguas y Servicios Fisicoquímicos (LASEF) de la Universidad Autónoma de Chiriquí. Cabe mencionar los aportes realizados por Requena (2004); Mitre (2005), Villarreal (2010), Rovira et al. (2010) y Álvarez (2016) Estos estudios han evidenciado contaminación debido a la presencia de coliformes fecales.

El objetivo de la presente investigación consiste en aplicar el ICA-NSF con la finalidad de clasificar el nivel de contaminación por parámetro y sitio muestreado en la subcuenca baja del Río David. Los resultados de este estudio ofrecerán información valiosa a las autoridades y usuarios para establecer procesos de planeación o planificación sustentable de este valioso recurso en la zona occidental del país.

Materiales y métodos

El presente estudio es de tipo descriptivo a lo largo del tiempo (2013-2014) y espacial (4 sitios de

muestreo); donde el universo de estudio corresponde a la Subcuenca baja del Río David, localizada en la Provincia de Chiriquí, Panamá. Es de tipo exploratorio debido a que la investigación es realizada en campo, obteniendo datos como pH, temperatura, y SDT al igual que la toma de muestras y de tipo experimental ya que los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Aguas, LASEF, primer laboratorio del sector público acreditado con ISO 17025 en la República de Panamá.

Para la selección de los sitios de muestreo se realizó un recorrido preliminar, tomando en cuenta los lugares de mayor influencia, ya sea, recreacional o por la ubicación de las descargas. Se establecieron cuatro sitios de muestreo, teniendo en cuenta las zonas donde existían descargas directas al afluente. En la figura 1 se presenta la ubicación de los sitios de muestreo seleccionados.

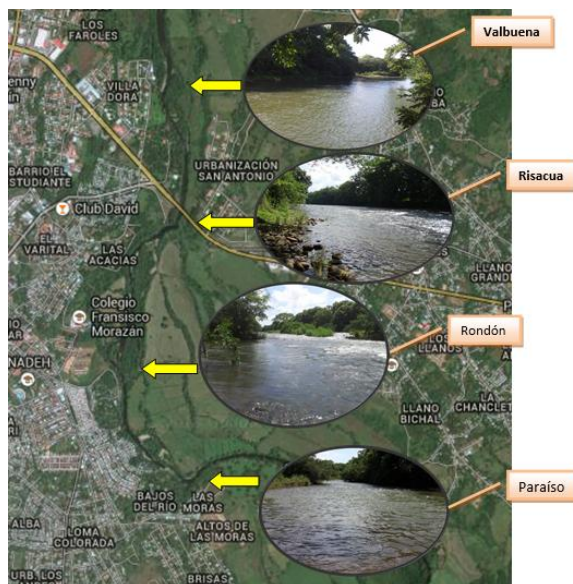


Figura 1: Puntos de muestreo seleccionados en la sub-cuenca baja del Río David

La tabla 1 muestra los parámetros medidos, basados en los propuestos para determinar el ICA según la Fundación de Sanidad de los Estados Unidos (1970); y se presentan los métodos de análisis del Estándar Método versión vigente. (APHA, 2012).

Tabla 1
Parámetros químicos, físicos y biológicos seleccionados.

Parámetros	Unidad	Método estándar	Sitio
Temperatura	°C	Termométrico, SM 2550 B	Campo
Turbidez	UNT	SM 2130 B	LASEF
SDT	mg/L	Electrométrico	Campo
OD	% saturación	Yodométrico, SM 4500-O C	Fijación en campo y análisis en LASEF
DBO ₅	mg/L	Yodométrico, SM 5210 B	LASEF
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	Filtración de membrana, SM 9222 D	LASEF
Potencial de Hidrógeno	unidades de pH	Electrométrico, SM 4500 H ⁺ B	Campo
Nitratos	mg/L	Espectrofotométrico, SM 4500-NO ₃ ⁻ B	LASEF
Fosfatos	mg/L	Ácido Ascórbico, SM 4500 PE	LASEF

SM se refiere al Standard Methods from the Examination of Water and Wastewater (2012)

El cálculo del ICA-NSF se realizó a través del programa ICA-TEST. Una vez determinado el valor numérico se asignó la categorización cualitativa y se procedió a sintetizar y discutir el estado de la calidad del agua del río. La clasificación de la calidad de agua se realiza de acuerdo a los siguientes rangos numéricos

Tabla 2
Clasificación del ICA propuesta por Brown.

Calidad del agua	Color	Valor
Excelente	Blue	91-100
Buena	Green	71-90
Regular	Yellow	51-70
Mala	Orange	26-50
Pésima	Red	0-25

Resultados

Tabla 3.
ICA obtenidos en los sitios evaluados para 2013 y 2014.

Año/Sitio	Valbuena	Risacua	Rondón	Paraíso	Promedio
2013	82.53	80.23	53.18	75.91	72.96
2014	83.37	81.38	68.91	73.27	76.73

Cajas y bigotes: ICA

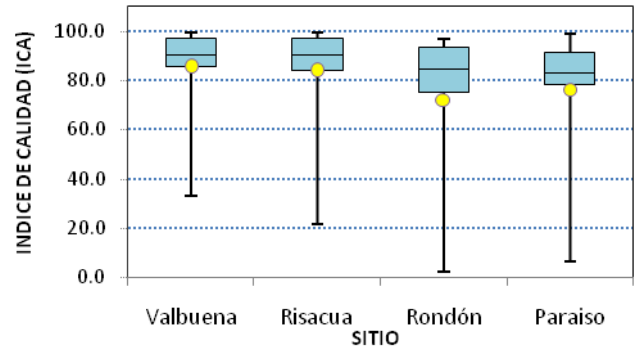


Figura 2. Comparativo de los índices de calidad de agua obtenidos para los dos años evaluados.

ICA 2013-2014

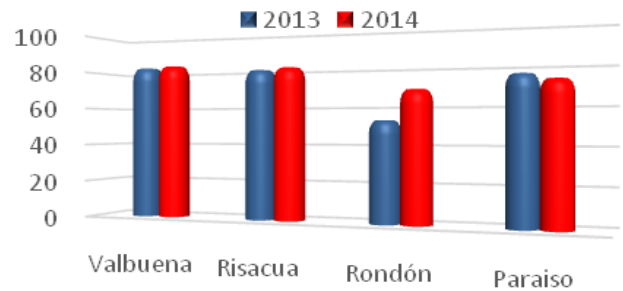


Figura 3. Gráfica de cajas y bigotes para los ICA para los sitios evaluados



El punto amarillo es la media geométrica de los valores de ICA, por parámetro se evidencia la diferencia entre la media y la mediana debido a la disminución de la calidad por la presencia de los coliformes fecales. El desempeño obtenido en la cuenca baja para los sitios considerados en la investigación se presenta en la figura 4:

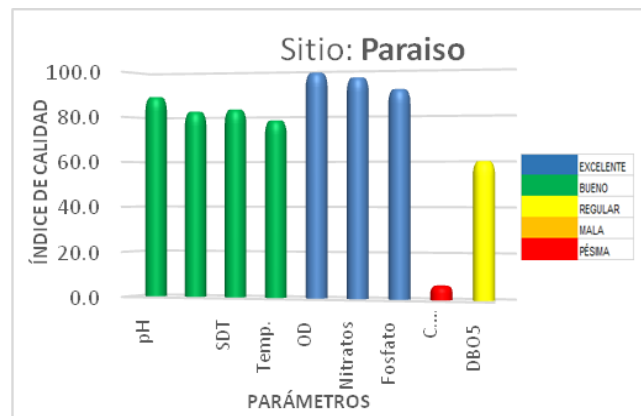
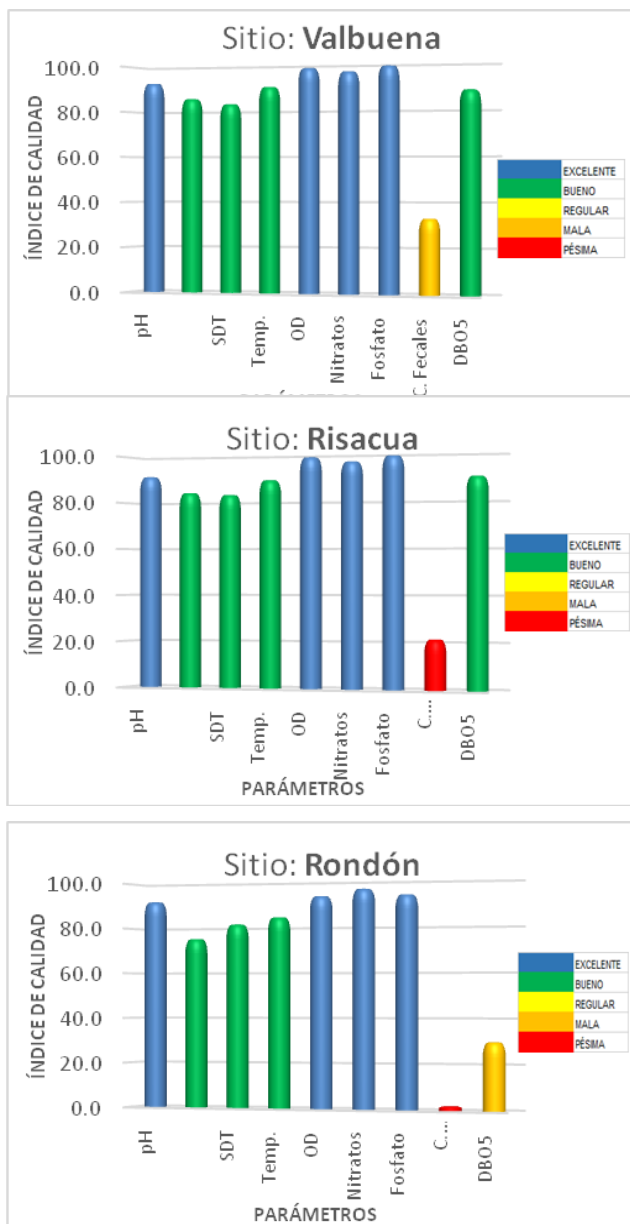


Figura 4. Índice de calidad de aguas por parámetros donde se observa las diferencias de los Coliformes y DBO₅ respecto a los demás indicadores

Discusión

En la tabla 3 se presenta el comportamiento promedio del ICA-NSF para los años 2013 y 2014. Se evidencia que el Río David presenta buena calidad en el punto 1 Valbuena, en el punto 2 Risacua y en el punto 4 Paraíso. Sin embargo, el punto 3 Rondón la calidad del agua es regular. En general el ICA refleja el deterioro de la calidad del agua del Río David especialmente en el sitio Rondón que está fuertemente influenciado por el vertimiento de las aguas residuales de origen doméstico, siendo la variable de mayor incidencia los coliformes fecales.

La figura 4 presenta el ICA-NSF por parámetros para los cuatro sitios estudiados. Se aprecia que el parámetro coliformes fecales se califica como de calidad pésima para

los sitios Risacua, Rondón y Paraíso, el sitio Valbuena se evaluó como de calidad mala. La DBO₅ sufre un deterioro a lo largo de la trayectoria del río sobre todo en Rondón y Paraíso.

Los niveles elevados de CF evidencian la problemática que presenta el Río David a partir del sitio Risacua con valores que superan la concentración establecida para aguas destinadas a la recreación con contacto directo (≤ 250 UFC/100 mL) aspecto que es relevante para la salud de los bañistas.

Comparando los resultados obtenidos con estudios previos realizados por Rovira et al (2010) se confirma que el Río David tiene una gran capacidad de dilución, lo cual se refleja en las concentraciones de OD. Ese mismo estudio demostró que el parámetro de mayor incidencia en el valor final del ICA-NSF fueron los CF coincidiendo con lo reportado por Álvarez, et al (2006) en la evaluación de la calidad del agua mediante el ICA-NSF de la cuenca del Río Amapec en México; Aguirre et al (2016)-Lago de Izabal, Guatemala y Torres et al (2010) en el Río Cauca en Colombia.

En general, los valores de pH, turbiedad, SDT, temperatura, OD, nitratos y fosfatos presentan calidad excelente y buena para todos los sitios bajo estudio.

Finalmente, debido a que la calidad del agua de las fuentes superficiales cambia en el espacio y en el tiempo, es necesario monitorearlas periódicamente tanto en estación seca y lluviosa.

Conclusiones

- La subcuenca baja presenta contaminación por coliformes fecales en todas las muestras tomadas en el tramo de estudio; además presenta calidad de agua clasificada como pésima. Es necesario controlar esta situación dado que estos organismos son los responsables de causar muchas enfermedades.
- La significativa incidencia de los coliformes fecales sobre el valor final de los ICA resalta la necesidad inmediata de aplicar estrategias eficientes de manejo de vertimientos de origen doméstico, con el fin de mejorar la calidad del agua de esta fuente tan importante para el país y principalmente para la región del occidente panameño.
- El agua de la subcuenca baja del Río David no es apta para ningún tipo de actividad recreativa de contacto directo.

Agradecimiento

Los autores desean reconocer a las personas que hicieron posible la realización de la presente investigación: a la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado; a la Dirección de Servicios Administrativos por el apoyo logístico con el transporte, al personal del Laboratorio de Aguas y Servicios Fisicoquímicos (LASEF) de la Universidad Autónoma de Chiriquí.



Referencias

- Aguirre, M.R.; Vanegas, E.A.; García, N. (2016). Aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA). Caso de estudio: Lago de Izabal, Guatemala. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. Vol 25(2): pp 39-43. Disponible en: [http://www.repositorio.usac.edu.g t/4521/1/ICA%20Lago%20de%20 Izabal.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/4521/1/ICA%20Lago%20de%20Izabal.pdf)
- Álvarez, J. y otros, (2006). Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México: Diagnóstico y Predicción. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, Volumen 75, pp. 71-83.
- Álvarez, Y. (2016). Evaluación de la calidad de agua del río David, durante el periodo de marzo a junio 2014". Tesis Licenciatura en Química. UNACHI.
- American Public Health Association APHA. 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Waste water. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. Washington, D.C., USA.
- Coello, J.; Ormazal, R. Déley, R. ;Recal del, C. y Ríos, A. (2013). Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua de los Ríos Ozogoché, Pichahuiña y Pomacocho - Parque Nacional Sangay-Ecuador, *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, E-ISSN: 1682-3087, 16(31): 58-69.
- Mitre, D. (2005). Monitoreo de la calidad del agua de la parte alta y media de la subcuenca del Río David. Tesis Licenciatura en Química. UNACHI. Chiriquí, Panamá
- Montalvo, J.; I. García; E. Perigó; O. Alburquerque Y N. García. (2013). "Calidad química del agua y sedimento en las bahías del archipiélago Sabana-Camagüey", *Revista Cubana de Química*, ISSN: 0258-5995, 25(2):123-133,
- Noyola, A.; Morgan, J.M. y Güereca, L. (2013). Selección de Tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. UNAM. México. 140 p.
- Requena, G. (2004). Evaluación de la calidad Físico-Química y bacteriológica del Agua y Sub Cuenca del río David. Tesis Lic en Química. UNACHI. Chiriquí, Panamá.
- Rovira, D. Castillo, T. y De Arco, C. (2010). Calidad del agua en la parte media y baja en la subcuenca del Río David. Universidad del Istmo.
- Rubio, H.; Ortiz, R.C.; Quintana, R.M., Saucedo, R.A., Ochoa, J.M., y Rey, N.I. (2014). Índice de calidad del agua (ICA) en la presa La Boquilla en Chihuahua, México. *Revista Ecosistema y Recursos Agropecuarios*. 1(2): 139-150. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/pdf/era/ v1n2/v1n2a5.pdf](http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v1n2/v1n2a5.pdf)
- Torres, P.; Cruz, C.; Patiño, P.; Escobar, J.C. y Pérez, A. (2010). Aplicación de índices de calidad de agua- ICA orientados al uso de la fuente para consumo humano. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v3 0n3/v30n3a07.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v30n3/v30n3a07.pdf)
- Villarreal, K. (2010). Evaluación y Monitoreo de la calidad del agua en la parte alta y media de la subcuenca del Río David durante el período 2009-2010. Tesis Licenciatura en Química. UNACHI. Chiriquí, Panamá.