

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO LA SILLA CON INSECTOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES

Isaura Aguilar-Delgado, Erika Daniela Medina-Arellano, David Hernández-Hernández, Aholibama Loida Rodríguez-Ovalle, Violeta Ariadna Rodríguez-Castro y Humberto Quiroz-Martínez

Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Entomología, Universidad Autónoma de Nuevo León. Pedro de Alba, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Monterrey, Nuevo León.

*Autor para correspondencia: isauraaguilard@gmail.com

Recibido: 10/03/2018, Aceptado: 20/05/2018

RESUMEN: Un organismo es indicador de calidad de agua o sistema, cuando se encuentra invariablemente en un ecosistema de características definidas y cuando su población es superior o ligeramente similar al resto de los organismos con los que comparte el mismo hábitat. Los muestreos realizados de julio a octubre del 2017 en Río la Silla, Gpe. N. L. Se tomaron con ayuda de una red betónica; la identificación fue realizada con claves taxonómicas especializadas. Los datos analizados, por número de especies presentes en la comunidad de acuerdo a Margalef, el índice de biodiversidad de especies de Shannon-Weinner (H') y valores de EPT así como otros estadísticos que pudieran concernir en otra información. Los resultados obtenidos mostraron un moderado nivel de diversidad pero con predominancia de ciertas especies, colectando un total de 2715 insectos acuáticos en etapa larval, ninfas y pupas, algunos adultos accidentales, nueve órdenes, 26 familias, 44 géneros y cinco especies. Entre estos órdenes destacando Odonatos, Chironomidos, Ephemeropteros y Trichopteros. Esta dominancia de organismos determinó un estado polisaprobio en la zona analizada y no se reflejó una recuperación al paso del tiempo.

Palabras clave: Macroinvertebrados, Índices de calidad, Diversidad, Polisaprobia, Mesosaprobia, Oligosaprobia.

Determination of the water quality of the river the chair with aquatic insects as bioindicators

ABSTRACT: An organism is an indicator of water quality or system, when it is invariably found in an ecosystem with defined characteristics and when its population is superior or slightly similar to the rest of the organisms with which it shares the same habitat. The samplings carried out from July to October 2017 in Río la Silla, Gpe. N. L., were taken with the help of a Betonian network; the identification was made with specialized taxonomic keys. The analyzed data, by number of species present in the community according to Margalef, the index of biodiversity of species of Shannon-Weinner (H') and values of EPT as well as other statistics that could concern in other information. The obtained results showed a moderate level of diversity but with predominance of certain species, collecting a total of 2715 aquatic insects in larval stage, nymphs and pupae, some accidental adults, nine orders, 26 families, 44 genera and five species. Among these orders standing out Odonatos, Chironomidos, Ephemeropteros and Trichopteros. This dominance of organisms determined a polisaprobio state in the area analyzed and no recovery was reflected over time.

Keywords: Macroinvertebrates, Indexes of quality, Diversity, Polisaprobia, Mesosaprobia, Oligosaprobia.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas los sistemas acuáticos han sido considerados los medios más económicos y viables para la eliminación de aguas residuales, provocando serios trastornos ecológicos en el agua, algunas veces haciendo imposible la recuperación de las condiciones originales (Flores, 2016). El río la Silla es considerado como uno de los ecosistemas acuáticos epicontinentales de la más alta prioridad

en Norteamérica, dada la biodiversidad que alberga, los múltiples servicios ambientales que brinda y el riesgo que representa para los asentamientos humanos e infraestructura (Cantú *et al.*, 2010).

Los macroinvertebrados acuáticos son de gran importancia en los análisis de calidad de agua, esto se debe a que dichos organismos aparte de mostrar las condiciones ambientales actuales, también revelan las condiciones ambientales en el tiempo, es por ello que han sido utilizados para la evaluación de la calidad del agua en ecosistemas de montaña tropicales (Alba-Tercedor, 1996), Por su parte Prat *et al.* (1986) realizaron una asimilación entre dos diferentes índices de calidad del agua, en el cual uno de ellos recurre a los parámetros fisicoquímicos (ISQA) y el otro índice utiliza parámetros biológicos (BILL), en el cual fueron hallados una mínima igualdad entre los dos distintos índices como es mencionado también por Roldán-Pérez. (1999)

Los bioindicadores han sido propuestos como herramienta para conocer la calidad del agua, pero esto no significa que se omita el método tradicional de los análisis fisicoquímicos. El uso de bioindicadores reduce en una gran dimensión las actividades realizadas en campo y en laboratorio debido a que solo se requiere de identificación, así como de cuantificación de los organismos en base a los índices de diversidad ajustados a los distintos intervalos de calidad de agua existentes (Vázquez-Silva, 2006).

No todos los organismos pueden considerarse como bioindicadores, se tiene que conocer el grado de tolerancia que estos presentan. Ciertos organismos pueden ser utilizados como bioindicadores entre ellos los moluscos, insectos, anélidos hirudíneos, peces y el plancton es importante considerar la abundancia de dichos organismos, así como la época del año.

Hahn-vonHessberg (2009) determino la calidad del agua a través de macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos en la Estación Piscícola, Granja Montelindo (Universidad de Cladas), ubicada en la vereda Santágueda (Municipio de Palestina). En donde fueron obtenidos 55 diferentes familias en las cuales las de mayor importancia son la familia Chironomidae con un 32.5 %, seguida de la familia Thiaridae con un 62 % y Paleomonidae con una presencia de 6.7 % de población total.

En el año 2017, repentinamente aparecieron una gran cantidad de peces muertos flotando en la superficie del Rio la Silla, en el transecto de la avenida Chapultepec. Este trabajo permitirá determinar qué grado de impacto por actividades antropogénicas ha sufrido este cuerpo de agua en esta localidad de acuerdo a la biota acuática muestreada. Por lo tanto el objetivo fue determinar la calidad del agua en base a la diversidad, riqueza y abundancia de insectos acuáticos colectados en área de estudio en Rio la Silla, así como determinar su estado ecológico.

MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio. Este estudio se realizó de manera prospectiva sobre la biota por el impacto realizado en el área aparentemente con aguas residuales, analizando los datos encontrados en muestras colectadas en el Río la Silla-puente Chapultepec, Guadalupe, Nuevo León con coordenadas 25.663862 N y 100.26248 O.

Estaciones de muestreo. En un transecto de 80 a 100 metros aproximadamente se establecieron tres estaciones considerando un punto de estos como el más impactado (E2), el punto a donde se dirigió el arrastre del impacto (E3) y uno no impactado (E1) dentro de las mismas coordenadas y con un área alrededor de 1 m².

Método de colecta. La colecta del material biológico se realizó introduciendo una red bentónica en forma de “D” en el fondo del río, removiendo el sedimento de un metro cuadrado aproximadamente frente a esta contra corriente, la muestra se depositó en una bolsa plástica tipo Whirl Pak previamente etiquetada con datos de la estación de monitoreo, localidad, fecha, colector y número de estación y muestra; como agente letal y preservador se utilizó alcohol etílico al 96 %, vertido directamente en

las bolsas con la muestra. Se realizaron tres repeticiones por estación de monitoreo. Posteriormente se trasladó el material colectado al Laboratorio de Entomología de la FCB-UANL para identificación y proceso curatorial. Una vez en laboratorio cada muestra fue colocada en charolas plásticas blancas de 30 x 40 cm, para ser revisadas mediante observación directa, con ayuda de pinzas y agujas de disección, fueron separados todos los insectos y otros organismos accidentales como peces, hirudíneos y algunos anfípodos de la materia orgánica, siendo colocados en viales con alcohol etílico al 96 % para su preservación. La identificación de los organismos se realizó con apoyo de un microscopio estereoscópico de la marca Zeiss, modelo Stemi DV4 y con claves taxonómicas de Merritt y Cummins (2008); Thorp y Covich (1991) así como la base de datos Digital Key to Aquatic Insects.

Análisis de datos. Los análisis de datos fueron efectuados en software PAST determinando los siguientes índices:

Calidad del agua. El índice de diversidad de especies de Shannon-Wiener, que se basa en la biodiversidad específica. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. (Cuadro 1)

Cuadro 1. Categorización del agua según el Índice de Diversidad de Especies Shannon-Weiner (Zar, 1996).

Valor H'	Calidad de agua
0-1	Polisaprobio
1-2	Mesosaprobio
>2	Oligosaprobio

Índice de Riqueza de Especies Margalef (1958). Este índice está basado en la abundancia proporcional de las especies determinado por la siguiente fórmula:

$$DMg = (S-1) / \ln N$$

Estado ecológico analizado mediante. Riquezas de especies (Cuadro 2) que considera el número de especies encontradas en una muestra de 100 organismos donde se establecen cuatro categorías de impacto. (Moreno, 2001).

Cuadro 2. Categorización ecológica según el índice riqueza de especies. (Moreno, 2001).

Número total de especies	Calidad de agua
>27	No impactado
19-26	Ligeramente impactado
11-18	Moderadamente impactado
0-10	Severamente impactado

Tipo de impacto según el Valor EPT. Evalúa la diversidad y audacia de macroinvertebrados acuáticos dominantes e indicativos de aguas claras, limpias y bien oxigenadas (Worf, 1980; Winner *et al.*, 1980; Clements *et al.*, 1988 y 1989; Clements, 1994; Carter y Wood, 1995) (Cuadro 3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los muestreos obtenidos fueron colectados durante el periodo de julio a octubre de 2017, colectando un total de 2715 insectos acuáticos mayormente encontrados en etapa larval y ninfas o pupas, solo algunos adultos accidentales, nueve órdenes, 26 familias, 44 géneros y cinco especies.

Cuadro 3. Categorización ecológica según el Valor EPT

Número total de especies	Calidad de agua
>10	No impactado
6-10	Ligeramente impactado
2-5	Moderadamente impactado
0-1	Severamente impactado

El orden Odonata predominó en esta fase del muestreo, siguiéndole efemerópteros y dípteros entre otros órdenes de menor número encontrados dentro de los primeros dos meses y predominando en los últimos el orden de Tricoptera.

De acuerdo a los índices ecológicos de diversidad y riqueza de insectos acuáticos considerando el modelo de análisis de Shannon-Wiener los promedios de los índices para cada estación muestran que E1 tiene un valor mayor de 3.351, seguido de E2 con 3.332 y E3 con 3.234 lo cual representa un estado de calidad del agua polisaprobia.

En cuanto a la relación que existe entre estos invertebrados se estimó más cercanía entre E2 y E3 respecto a la diversidad de especies en común. Esto debido posiblemente a que la E2 fue la zona de descarga y que al ser E3 la zona hacia donde fluye el cuerpo de agua de acuerdo a los índices de diversidad se tuvo un efecto similar en la fauna encontrada, siendo así E1 la zona con menor relación pero no tan lejana y no del todo afectada ya que el porcentaje es muy próximo en relación a las otras dos estaciones (Cuadro 4).

Cuadro 4. Relación en porcentajes de especies en cada estación muestreada.

Estaciones (E)	1	2	3
1	1	0.51 %	0.41 %
2	0.51 %	1	0.52 %
3	0.41 %	0.52 %	1

De acuerdo al índice de Simpson E1 presento un valor de 0.9262, E2 0.9177 y E3 0.9499 lo cual sugiere una cercanía al valor de la unidad reflejando la dominancia de ciertas especies e indicando una diversidad menor dentro del hábitat (Cuadro 5).

Se determinaron igualmente en E2 y E3 de acuerdo al Índice de Margalef, una mayor asociación respecto a la diversidad con 9.96 en E2 y en E3 de 9.059, siendo así E1 mayor en valor de riqueza de especies con 11.14 por lo tanto el área nuevamente menos afectada de acuerdo a este índice. (Cuadro 5).

Cuadro 5. Relación de análisis de índices de Shannon (H), Simpson y Margalef en cada estación muestreada.

Sitios	Shannon (H)	No. efectivo	Simpson	Margalef
Estación 1	3.234	25.38097811	0.9262	11.14
Estación 2	3.332	27.9942743	0.9177	9.96
Estación 3	3.35	28.50273364	0.9499	9.059

Que un bioindicador sirva como un criterio de calidad general del hábitat es una cosa, pero el que indique la presencia y concentración de un contaminante en particular o de una categoría de contaminantes pero intolerante a otros es de mayor importancia para determinar el daño del hábitat (Brown y Pascoe, 1998). Odonata podría ser útil indicador de un tipo específico de contaminante, pero dependerá de la cantidad en la cual otros componentes del hábitat sean tomados en cuenta. Seguido a este orden se encuentran los dípteros con mayor relevancia en la familia Chironomidae en la subfamilia Chironominae que de acuerdo a Flores (2016), en su estudio mostro también la mayor predominancia de estos siendo *Chironomus plumosus* la especie más abundante, lo que indica

sobretudo que, la contaminación con metales pesados y materia orgánica en descomposición se incrementa (Winner *et al.*, 1980).

Las larvas de la mayoría de las especies Chironomidae son tolerantes a bajos niveles de oxígeno y algunas pueden sobrevivir en áreas donde son tan bajos que no pueden ser detectados. Las larvas de esta especie son consideradas como uno de los macroinvertebrados acuáticos más importantes, por ejemplo para un estudio de calidad de agua para una laguna de almacenamiento de agua tratada se han registrado hasta 17,508 larvas por metro cuadrado (Quiroz *et al.*, 2006).

De acuerdo a los valores de EPT para determinar tipo de impacto se analizaron en comparación a los meses en los que se estuvo trabajando, Ephemeroptera alcanzó su mayor nivel para el primer mes muestreado el cual fue disminuyendo al paso de las colectas más recientes; Trichoptera presentó casi el mismo fenómeno a excepción de que durante el mes de septiembre aparentó una recuperación pero parcial ya que volvió a decaer para el siguiente mes y Plecoptera no tuvo presencia dentro de este hábitat. (Cuadro 7).

Cuadro 7. Relación de análisis EPT durante los meses muestreados.

EPT	Julio 2017	Agosto 2017	Septiembre 2017	Octubre 2017
Ephemeroptera	7	4	3	2
Trichoptera	5	3	4	2

Basado en los tres órdenes: Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera ya que son sensibles a grandes cantidades de materia orgánica, llega a disminuir su población o incluso a desaparecer. Los valores representados en estas muestras, de la E1, E2 y E3 indican que el cuerpo de agua se encontró moderadamente impactado durante este periodo.

CONCLUSIÓN

En base a los resultados obtenidos se concluye que el Río la Silla puente Chapultepec en Guadalupe, Nuevo León, tiene un moderado impacto por materia orgánica o de contaminantes que aún no han deteriorado en gravedad el sitio, pero que si obtuvo un impacto de importancia de acuerdo a la fauna identificada y cuantificada lo que al paso del tiempo estudiado no se ha visto una recuperación trascendente de dicha fauna en este hábitat.

Literatura citada

- ALBA-TERCEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos". Pp. 203–213. *In: IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA)*. Departamento de Biología Animal y Ecología. Universidad de Granada. Almería, Vol. II.
- BROWN, A. F. AND D. PASCOE. 1988. Studies on the acute toxicity of pollutants to freshwater macroinvertebrates. 5. Pp. 311–319. *In: Archives of Hydrobiology*, The acute toxicity of cadmium to twelve species of predatory macroinvertebrates. 114.
- CANTÚ, A. C., GONZÁLEZ, N. A., UVALLE, J. I. Y J. G. MARMOLEJO. 2010. Geología e Hidrología. En Biodiversidad y Conservación del monumento natural cerro de La Silla. 1ra. Edición. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Monterrey, México. 19–43 pp.
- FLORES, H. G. J. 2016. En Tesis Biodiversidad de insectos acuáticos como modelo de la calidad del agua del arroyo La Cieneguita, Nuevo León, México. San Nicolás de los Garza, N.L. XI–1 pp.
- HAHN-VON, H., TORO, C. M., GRAJALES-QUINTERO, D. R., DUQUE-QUINTERO, A., Y L. SERNA-URIBE. 2009. Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos en la estación Piscícola, Universidad de Caldas, Municipio de Palestina, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos, Museo de Historia Natural*, 13(2): 89–105.
- MARGALEF, R. 1958. Information theory in ecology. *General Systematic*, 3: 36–71.

- MERRITT R. W. AND K. W. CUMMINS. 2008. An Introduction to the Acuatc Insects of North America". Third Edition.
- MORENO, C. E. 2001. *Manual de métodos biológicos para medir la biodiversidad*. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 83 pp.
- QUIROZ, M. H., RODRÍGUEZ, C. V.A., ORLANDO, T. L., SOLÍS, R. C. Y G. A. LEÓN G. A. 2006. Introducción a los bioindicadores de contaminación en sistemas acuáticos y contaminación del agua. En *Bioindicadores de contaminación en sistemas acuáticos (insectos acuáticos)*. 1ra. Edición. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. 11–18 pp.
- ROLDÁN PÉREZ, G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de calidad del agua. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 23(88): 375–387.
- THORP, J. H. AND A. P. COVICH. 1991. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. San Diego, California. Academic Press Inc.
- VÁZQUEZ-SILVA, G., CASTRO-MEJÍA, G., GONZÁLEZ-MORA, I., PÉREZ-RODRÍGUEZ, R. Y T. CASTRO BARRERA. 2006. Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. *Contactos*, 60: 41–48.
- WINNER, R. W., BOESEL, M. N. AND M. P. FARRELL. 1980. Insect community structure as an index of heavy-metal pollution in lotic ecosystems. In *Canadian Journal of Fisheries and Acuatc Sciences* 37: 647–655 pp.