

Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua de tres zonas agrícolas en la cuenca alta del río San Pedro-Mezquital, México

Aquatic macroinvertebrate diversity and water quality of three agricultural zones in the upper San Pedro-Mezquital River Basin, Mexico

Ariel Pulgarín-Ríos 

Agricultura Sustentable y Protegida, Universidad Tecnológica de Poanas, Durango, México

Resumen

La agricultura es la principal actividad económica de las comunidades que integran la parte alta de la cuenca del río San Pedro-Mezquital. Por tal razón, el presente trabajo se enfoca en analizar la calidad del agua que se utiliza para riego agrícola mediante la observación de macroinvertebrados acuáticos, ya que son excelentes indicadores de dicho atributo y una alternativa importante para evaluar cuerpos de agua con vertido de actividades agrícolas. En la primera zona muestreada, en el río Nombre de Dios, se realizaron cuatro muestreos y se encontraron ocho órdenes, 12 familias y una calidad de agua media en su cauce. Para la segunda zona muestreada, en el río Graseros, se llevaron a cabo cuatro muestreos y se hallaron siete órdenes y 18 familias, con una calidad del agua alta en su cauce. En la tercera zona muestreada, en el río La Constancia, se hicieron seis muestreos, para los cuales se reportaron 11 órdenes y 23 familias, con una calidad del agua alta en su cauce. Los datos recabados servirán para generar un registro de las familias de macroinvertebrados y de la calidad del agua que hay en cada una de las zonas agrícolas muestreadas en la parte alta de la cuenca del río San Pedro-Mezquital.

Key words: cuencas; agricultura; macroinvertebrados; diversidad; río San Pedro-Mezquital; calidad del agua

Abstract

Agriculture is the main economic activity in the communities that make up the upper part of the San Pedro-Mezquital river basin, therefore the present work focuses on analyzing the water quality of rivers used for agricultural irrigation using aquatic macroinvertebrates, which are excellent indicators of water quality, and an important alternative that can be used to analyze water quality in rivers and streams with discharges from agricultural activities. The first zone sampled was in the river Nombre de Dios, for which four samples were taken in sites considered agricultural; in this site, 8 orders and 12 families were found, with a medium water quality in the riverbed. The second zone sampled was in the Graseros river, carrying out four samplings; in this site, 7 orders and 18 families were found, with a high water quality in the riverbed. The third zone sampled was in the La Constancia river, where six samples were taken; in this site 11 orders and 23 families were found, with a high water quality in the riverbed. The data collected will be used to generate a record of the families of macroinvertebrates and water quality in each of the agricultural areas sampled in the upper part of the San Pedro-Mezquital river basin.

Palabras clave: watersheds; agriculture; macroinvertebrates; diversity; San Pedro-Mezquital River; water quality

*Autor de correspondencia: apulgarinrios@gmail.com

Editor: Carlos Molineri

Recibido: 05 de abril de 2022

Aceptado: 22 de noviembre de 2022

Publicación en línea: 13 abril de 2023

Citar como: Pulgarín-Ríos, A. (2023). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua de tres zonas agrícolas en la cuenca alta del río San Pedro-Mezquital, México. *Intropica*, 18(1): 24-36. <https://doi.org/10.21676/23897864.4542>.



Introducción

Los macroinvertebrados son uno de los conjuntos más diversos dentro de los ambientes de agua dulce de América Latina. Debido a que muchos de los grupos conformados por estos organismos acuáticos alcanzan su máxima diversidad dentro del gradiente latitudinal comprendido en esta región, son de gran importancia para realizar diversos estudios en ríos y arroyos (Ramírez y Gutiérrez-Fonseca, 2014). Asimismo, los macroinvertebrados son una opción mucho más rápida y menos costosa para determinar la calidad del agua de los ríos en comparación con los sistemas tradicionales, como la medición de parámetros físico-químicos.

El método biológico de analizar macroinvertebrados presenta amplias ventajas que permiten una visión más integral y además retrospectiva de las cualidades del medio en el cual se desarrollan estos organismos acuáticos (Sermeño-Chicas *et al.*, 2010). Este tipo de análisis cobra importancia en la medida en que los sistemas acuáticos tanto lóticos como lénticos han sido por muchos años utilizados como vertederos de basura tanto en pueblos como en ciudades (Guitrón-López y García-Velasco, 2018). De hecho, no solo los plásticos y papel son un problema de contaminación de estos cuerpos de agua; también se encuentran allí residuos de agroquímicos, que son sin duda otro de los principales contaminantes en el planeta.

Los macroinvertebrados cumplen un rol importante en la red trófica de los sistemas dulceacuícolas al acelerar la descomposición de detritos y contribuir al reciclaje de nutrientes (Del C. Guinard *et al.*, 2013). Debido a su sensibilidad y a las variaciones ambientales, estos organismos pueden ser usados para evaluar el grado de integridad ecológica del sistema tanto momentánea como estacional (Bueñaño *et al.*, 2018). Son excelentes indicadores de la calidad del agua y pueden aprovecharse para establecer diferentes índices que aporten información sobre el grado de alteración de los ríos. Un indicador de este tipo fiable, rápido y sencillo es el BMWP, que solo requiere identificación a nivel de familia, lo que facilita su estudio (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1978).

El índice BMWP está relacionado con la riqueza de familias de taxones acuáticos y se basa en los cambios de biodiversidad de macroinvertebrados a causa de la contaminación orgánica del agua, aprovechando que algunos de estos organismos son más sensibles a ella que otros (Escalona-Domenech *et al.*, 2022). Este índice fue establecido en Inglaterra en 1970, y los datos solo son cualitativos, es decir, miden la presencia y ausencia de taxones. Además, requiere adaptaciones de acuerdo a cada región

(Roldán-Pérez, 2016). En México, por ejemplo, se han utilizado índices BMWP en algunas regiones como Querétaro (Ramos-Barrios, 2014) y Coyuca de Benítez, Guerrero (Rosas-Acevedo *et al.*, 2014), en ambos casos con resultados de una moderada contaminación antrópica del agua.

De acuerdo con lo antes mencionado, a través del índice BMWP se puede saber de la importancia del agua y de su cuidado y gestión en diferentes tipos de ecosistemas acuáticos. En ese sentido, esta investigación se enfoca en los ríos ya que son las principales reservas de agua dulce a nivel mundial y, en particular, en la cuenca del río San Pedro-Mezquital, que es uno de los más importantes a nivel nacional para su cuidado y evaluación. En efecto, los macroinvertebrados comprenden una gran parte de la diversidad acuática de dicho río, constituyendo una de las comunidades principales de este. Así pues, el objetivo principal del presente trabajo fue determinar la calidad del agua a la luz de la diversidad de familias de macroinvertebrados acuáticos presentes, obtenida mediante el cálculo del índice BMWP, en tres zonas de importancia agrícola, en la parte alta de la cuenca del río San Pedro-Mezquital, México.

Materiales y métodos

La cuenca del río San Pedro-Mezquital se encuentra ubicada dentro de los estados Durango, Zacatecas y Nayarit, pertenecientes a la región hidrológica número 11 Presidio-San Pedro (Consejo de Cuenca Presidio al San Pedro, 2014). El área muestreada se encuentra ubicada dentro de la ecorregión de los valles, al sureste del estado de Durango. La vegetación en esta zona, conocida como "región de los llanos", es de amplios valles de matorral de huizache y mezquite. El clima para las áreas de los ríos Nombre de Dios y La Constancia es semiseco templado (BS1k), con una precipitación anual de 400 a 600 mm, mientras que, para el sector del río Graseros, el clima es semiseco semicálido (BS1h), con una precipitación anual de 400 a 500 mm (González-Elizondo *et al.*, 2006).

Sitios de muestreo

El área de estudio se distribuyó en tres zonas distintas pertenecientes a la cuenca alta del río San Pedro-Mezquital, en diferentes lugares considerados fuertemente agrícolas y donde las aguas de riego van a dar al cauce del río (figura 1). La primera se encuentra en el río Nombre de Dios, y en ella se realizaron

cuatro muestreos el día 14 de junio de 2019, durante la temporada de estiaje en la región: uno en La Barranca, poblado de Ignacio Zaragoza (Las Cotorras); otro en La Escondida, en la cabecera municipal; un tercero en El Frontón, en la cabecera municipal, y el último en Los Salones, en la cabecera municipal. La segunda zona muestreada fue el afluente del río Graseros. En este caso también se realizaron cuatro muestreos el día 13 de febrero del 2020, correspondiente a la temporada de estiaje en la región. El primer punto de muestreo se seleccionó aguas arriba del poblado La Michilía (Súchil, Durango), donde hay poco impacto antropogénico; el segundo, aguas abajo del mismo poblado; el tercero, en La Soledad (Súchil, Durango), y el

cuarto, en San Pedro Alcántara (Vicente Guerrero, Durango). La tercera zona muestreada fue el afluente del río La Constanca, que es un tributario del San Pedro-Mezquital. En ella se tomaron seis muestreos el día 13 de noviembre del 2020, en temporada de lluvias de la región. El primero corresponde a San Isidro (Nombre de Dios, Durango); el segundo, a San Juan (Nombre de Dios, Durango); el tercero, a Los Berros (Nombre de Dios, Durango); el cuarto, a La Sabina, perteneciente a Las Corrientes, poblado del municipio de Nombre de Dios (Durango); el quinto, a Las Compuertas, de la localidad La Constanca (Nombre de Dios, Durango), y el sexto, a Las Alberquitas, también de La Constanca (Nombre de Dios, Durango) tabla1.

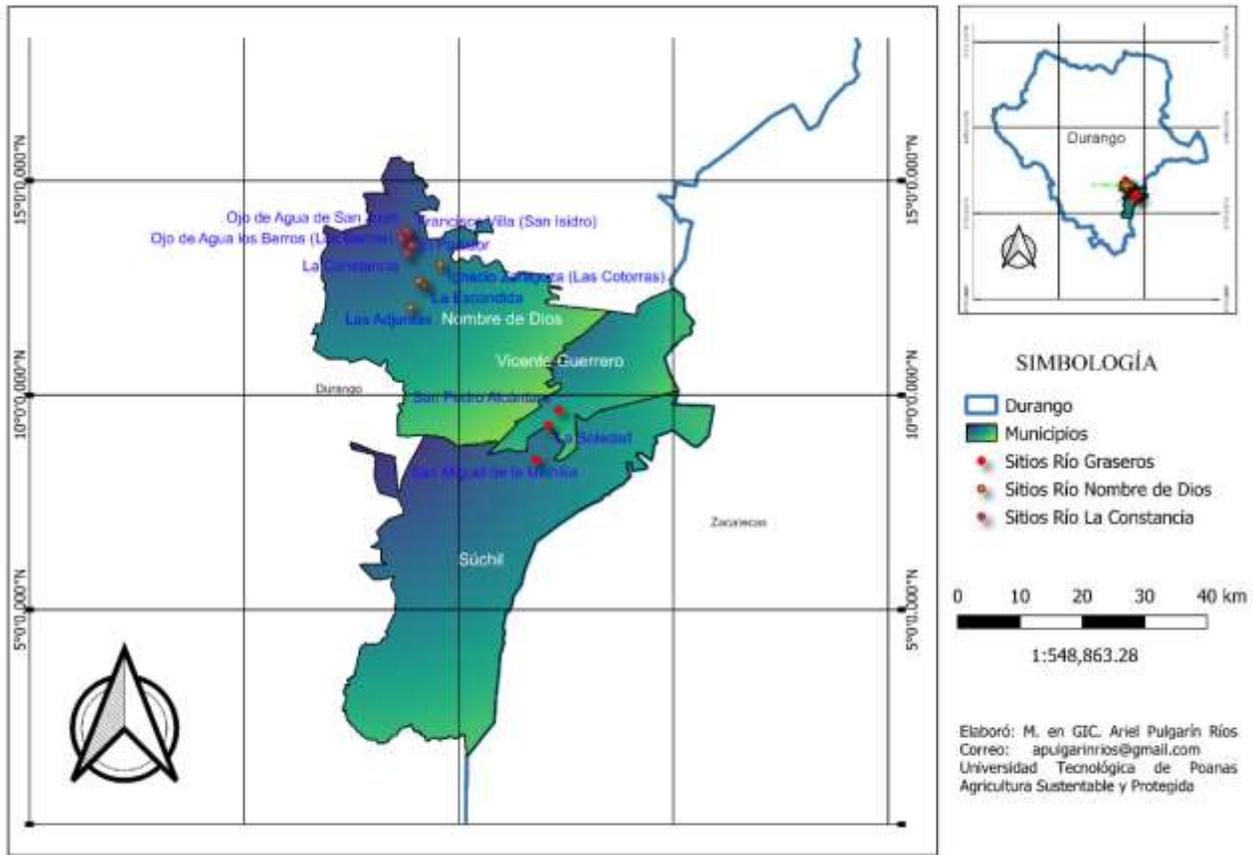


Figura 1. Mapa de ubicación de las tres zonas de muestreo.

Tabla 1. Datos de ubicación para las tres zonas muestreadas.

Zonas	Sitios	Coordenadas	Altura (m s. n. m.)
Río Nombre de Dios	1. La Barranca	N 23°51,360' W 104°14,856'	1766
	2. La Escondida	N 23°51,612' W 104°14,540'	1759
	3. El Frontón	N 23°51,359' W 104°14,864'	1753
	4. Los Salones	N 23°50,039' W 104°15,520'	1716
Río Graseros	1. La Michilía	N 23°34'26,8"	2025
	1Aguas arriba del pueblo	W 104°04'58,3"	
	2. La Michilía	N 23°35'44,8"	2013
	2Aguas abajo del pueblo	W 104°03'39,8"	
Río La Constancia	3. La Soledad	N 23°38'56"	1942
		W104°02'32,7"	
	4. San Pedro Alcántara	N 23°40'22,1"	1943
		W 104°01'51"	
Río La Constancia	1. San Isidro	N 23°56'43"	1810
		W 104°15'46"	
	2. San Juan	N 23°57'5"	1820
		W 104°16'2"	
	3. Los Berros	N 23°56'24"	1800
		W 104°16'28"	
Río La Constancia	4. La Sabina	N 23°55'26"	1790
		W 104°15'52"	
	5. La Constancia (Las Compuertas)	N 23°55'5"	1790
		W 104°15'59"	
Río La Constancia	6. La Constancia (Las Alberquitas)	N 23°54'49"	1780
		W 104°15'59"	

Muestreo biológico

Para cada sitio muestreado en cada una de las tres zonas y sus ríos, se realizaron tres repeticiones con diferentes tipos de hábitat, de manera que se pudieran obtener datos más precisos de los taxones presentes en cada lugar. Para dicho fin, se llevaron a cabo movimientos con una red acuática tipo D en el fondo de los ríos, removiendo sustrato, rocas, grava, arena y materia orgánica presente con miras a capturar la mayor cantidad posible de macroinvertebrados por un tiempo aproximado de 10 m en cada uno de los sitios.

Posteriormente, se depositaron las muestras en bolsas de plástico con agua, sustrato de donde se obtuvieron y alcohol al 70 %, marcadas con una etiqueta que daba cuenta de la ubicación, la fecha y la hora de recolecta. En el laboratorio se separaron las muestras removiendo los residuos del sustrato y

dejando solo los macroinvertebrados en frascos con alcohol al 70 %. Enseguida, con la ayuda de un estereoscopio electrónico y claves taxonómicas de insectos acuáticos (Jessup *et al.*, 2003; Kohlmann 2010; Merrit *et al.*, 2008), se identificaron cada una de las muestras recolectadas y se registraron los resultados de familias de macroinvertebrados presentes.

Luego, para el cálculo del BMWP, se utilizó el índice adaptado por Ramos-Barrios (2014) y Pineda-López *et al.* (2014) y se identificó a nivel de familia. De acuerdo a la puntuación de las familias que se encontraron, se realizó la suma y así, al final, se determinó el grado de contaminación del río. Asimismo, según la sumatoria de los puntajes de las familias halladas en cada uno de los sitios (Bueñaño *et al.*, 2018), se estableció la calidad del agua para cada sitio muestreado, asignando un color de acuerdo al valor obtenido (tablas 2 y 3).

Tabla 2. Valores e interpretación del índice BMWP relacionado a la presencia de familias de macroinvertebrados acuáticos y colores que determinan la calidad ambiental (Ramos-Barrios, 2014).

Grupos	Límites de la calidad	Intervención	Calidad	Color
I	100 ≥	Mínima	Alta	Azul
II	80 a 99	Leve	Buena	Verde
III	60 a 79	Importante	Media	Amarillo
IV	30 a 59	Grave	Escasa	Anaranjado
V	≤29	Muy grave	Mala	Rojo

Tabla 3. Puntuaciones de sensibilidad asignadas a contaminantes para las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados (Ramos-Barrios, 2014).

Órdenes	Familias	Puntos de sensibilidad
Acari	Hidracarina	5
Amphipoda	Hyalellidae	7
Coleoptera	Dytiscidae	9
	Elmidae	6
	Hydrophilidae	3
	Psephenidae	10
	Scirtidae	7
	Staphylinidae	6
	Diptera	Ceratopogonidae
Chironomidae		2
Simuliidae		8
Stratiomyidae		4
Tabanidae		5
Tipulidae		3
Ephemeroptera		Baetidae
	Leptohyphidae	7
	Leptophlebiidae	9
Hemiptera	Belostomatidae	5
	Corixidae	7
	Mesovelidae	5
	Veliidae	8
Lepidoptera	Pyralidae	5
Megaloptera	Corydalidae	6
Mesogastropoda	Thiaridae	5
Odonata	Libellulidae	6
	Trichoptera	Ecnomidae
	Hydrobiosidae	9
	Hydropsychidae	7
	Hydroptilidae	7
	Veneroidea (Mollusca)	Sphaeriidae

Resultados

En las tres zonas pertenecientes a la cuenca alta del río San Pedro-Mezquital, muestreadas en diferentes épocas del año, se encontró lo siguiente: para la zona del río Nombre de Dios, ocho órdenes (Diptera, Odonata, Hidracarina, Megaloptera, Mollusca, Ephemeroptera, Coleoptera, Hemiptera) y 12 familias (Libellulidae, Hidracarina no identificada, Corydalidae, Sphaeriidae, Leptophlebiidae, Ceratopogonidae, Leptohiphidae, Dytiscidae, Hydrophilidae, Elmidae, Hyallelidae, Belostomatidae) (tabla 4). El índice BMWP en este caso fue de 70 puntos.

Tabla 4. Diversidad y hábitat de macroinvertebrados presentes en las tres zonas muestreadas. Ordenes y familias de macroinvertebrados presentes en la cuenca del río San Pedro-Mezquital.

Zonas	Sitios	Muestra	Profundidad (cm)	Hábitat	Orden	Familia	
Río Nombre de Dios	La Barranca	A	15	Lento	Diptera	Ceratopogonidae	
		B	50	Rápido	Diptera	Ceratopogonidae	
		C	10	Materia orgánica	Ephemeroptera	Baetidae	
					Odonata	Libellulidae	
					Mollusca	Sphaeriidae	
					Acari	Hidracarina	
	La Escondida	A	30	Lento	-	-	
		B	10	Rápido	Coleoptera	Dytiscidae	
		C	30	Materia orgánica, árbol	Odonata	Libellulidae	
					Mollusca	Sphaeriidae	
					Acari	Hidracarina	
	El Frontón	A		20	Rápido	Odonata	Libellulidae
						Acari	Hidracarina
						Megaloptera	Corydalidae
					Mollusca	Sphaeriidae	
				Ephemeroptera	Leptophlebiidae		
				Ephemeroptera	Baetidae		
				Coleoptera	Hydrophilidae		
				Coleoptera	Hydrophilidae		
				Odonata	Libellulidae		
				Diptera	Psychodidae		
Los Salones	A		10	Rápido	Odonata	Libellulidae	
					Ephemeroptera	Leptohiphidae	

Zonas	Sitios	Muestra	Profundidad (cm)	Hábitat	Orden	Familia
Río Graseros	La Michilía aguas arriba del pueblo	B	30	Lento raíces	Coleoptera	Baetidae Elmidae Dytiscidae
					Ephemeroptera	Leptophlebiidae Baetidae
		C	40	Semi-rápido	Crustacea	Hyalellidae
					Coleoptera	Elmidae Dytiscidae
		A	10	Sitio rápido, alejado de carretera, poca intervención antrópica	Ephemeroptera	Leptophlebiidae Baetidae
					Hemiptera	Belostomatidae Baetidae
	Michilía aguas debajo del pueblo	B	30	Sitio lento, poco impacto de gente, alejado de carretera	Odonata	Leptophlebiidae Libellulidae
					Diptera	Ceratopogonidae
		C	15	Materia orgánica, hojarasca y raíces de pequeños arbustos, poca intervención antrópica y alejado de la carretera	Coleoptera	Psephenidae Elmidae
					Ephemeroptera	Elmidae Baetidae
A	10	Sitio lento, actividad agrícola en parcelas, considerable intervención antrópica	Diptera	Leptophlebiidae Ceratopogonidae		
			Coleoptera	Elmidae		
					Ephemeroptera	Baetidae
					Diptera	Chironomidae Ceratopogonidae Tipulidae Baetidae
					Diptera	Tipulidae

Diversidad de macroinvertebrados acuáticos cuenca alta del río San Pedro-Mezquital

Zonas	Sitios	Muestra	Profundidad (cm)	Hábitat	Orden	Familia
		B	15	Sitio rápido, actividad agrícola en parcelas, considerable intervención antrópica.	Mollusca Coleoptera	Sphaeriidae Staphylinidae
		C	8	Sitio rápido, actividad agrícola en parcelas, impacto considerable intervención antrópica, embebimiento de sedimentos.	Ephemeroptera Diptera Acari Coleoptera	Elmidae Leptophlebiidae Baetidae Chironomidae Hidracarina Hydrophilidae
	La Soledad	A	40	Sitio lento, bastante materia orgánica, ramas, hojarasca, impacto por actividad agrícola.	Ephemeroptera Trichoptera Ephemeroptera	Dytiscidae Scirtidae Baetidae Leptophlebiidae Libellulidae Chironomidae Ceratopogonidae Tipulidae Hydropsychidae Leptophlebiidae
		B	25	Sitio lento, embebimiento de sedimentos, hojarasca, algas, impacto por actividad agrícola.	Diptera Trichoptera Ephemeroptera Diptera	Chironomidae Hydroptilidae Baetidae Ceratopogonidae Chironomidae

Zonas	Sitios	Muestra	Profundidad (cm)	Hábitat	Orden	Familia
		C	50	Sitio lento, impacto por actividad agrícola.	Diptera	Ceratopogonidae
					Coleoptera	Elmidae
					Ephemeroptera	Baetidae
					Odonata	Libellulidae
	San Pedro Alcántara	A	20	Sitio rápido, algas, materia orgánica, basura, ramas, actividad agrícola.	Coleoptera	Elmidae
		B	15	Sitio lento, plantas, algas, raíces, materia orgánica, basura, ramas, actividad agrícola.	Ephemeroptera	Leptophlebiidae
					Odonata	Libellulidae
					Diptera	Chironomidae
						Tabanidae
						Tipulidae
		C	20	Sitio lento, plantas, algas, raíces, materia orgánica, basura, ramas, actividad agrícola.	Mollusca	Planorbidae
					Ephemeroptera	Leptophlebiidae
						Baetidae
					Trichoptera	Hydropsychidae
					Odonata	Libellulidae
					Diptera	Tipulidae
						Chironomidae
						Mesoveliidae
Río La Constancia	San Isidro; San Juan	A: San Isidro	15	Humedal natural con aguas grises, presencia de lirio acuático, sistema lento a un costado de la carretera.	Hemiptera	
					Diptera	Corixidae
						Stratiomyidae
						Chironomidae
						Tabanidae
						Tipulidae
					Coleoptera	Hydrophilidae
						Elmidae

Diversidad de macroinvertebrados acuáticos cuenca alta del río San Pedro-Mezquital

Zonas	Sitios	Muestra	Profundidad (cm)	Hábitat	Orden	Familia
		B : San Juan Acequia	30	Ubicado en la salida del manantial en una pequeña acequia, poca corriente, poco impacto.	Odonata Mollusca	Libellulidae Thiaridae
		C: San Juan ojo de agua	20	Ubicado en el manantial, lento, algas, rocas de 50 cm.	Diptera Hemiptera Odonata Ephemeroptera Coleoptera	Chironomidae Corixidae Libellulidae Leptophlebiidae Hydrophilidae
	Los Berros	A: Ojo de agua	15	Laguna con sistema lento, presencia de lirio acuático, algas, raíces, rocas y sedimentos.	Mollusca Mollusca	Thiaridae Thiaridae
		B: acequia	20	Acequia pequeña a un costado de la carretera, con algo de corriente, con arena, grava y raíces.	Coleoptera Mollusca	Dytiscidae Thiaridae
		C: acequia	10	Acequia con corriente fuerte, presencia de guijarros, grava, y hierba en las riberas.	Coleoptera	Elmidae
	La Sabina	A:	20	Rápido, con guijarros grandes, con bastante algas y sedimentos abundantes, arena y grava.	Mollusca Coleoptera	Thiaridae Psephenidae
					Diptera	Elmidae Hydrophilidae Chironomidae Simuliidae Tipulidae

Zonas	Sitios	Muestra	Profundidad (cm)	Hábitat	Orden	Familia
					Odonata	Libellulidae
					Trichoptera	Hydropsychidae
					Acari	Hidracarina
					Megaloptera	Corydalidae
					Mollusca	Thiaridae
						Sphaeriidae
					Hemiptera	Veliidae
	Las Compuertas	A: las compuertas	20	Rápido, con rocas, sedimentos, árboles y raíces.	Diptera	Chironomidae
					Coleoptera	Elmidae
					Trichoptera	Hydropsychidae
					Mollusca	Thiaridae
					Odonata	Libellulidae
	La Alberquitas	B:	40	Rápido, guijarros, a la salida del pueblo, basura y desechos, entre árboles y raíces	Mollusca	Sphaeriidae
						Thiaridae
					Trichoptera	Hydropsychidae
						Ecnomidae
					Odonata	Libellulidae
					Crustacea	Hyallelidae
					Diptera	Tipulidae
					Lepidoptera	Pyralidae
					Acari	Hidracarina
					Hemiptera	Veliidae

En la zona correspondiente al río Graseros se encontraron siete órdenes (Ephemeroptera, Odonata, Diptera, Mollusca, Trichoptera, Coleoptera, Acari) y 18 familias (Baetidae, Leptophlebiidae, Libellulidae, Ceratopogonidae, Tipulidae, Sphaeriidae, Chironomidae, Hydroptilidae, Elmidae, Psephenidae, Staphylinidae, Hidracarina no identificada, Tabanidae, Hydrophilidae, Dytiscidae, Scirtidae, Hydropsychidae, Planorbidae) (tabla 4). El índice BMWP para esta zona fue de 104 puntos

Finalmente, en la zona del río La Constancia se encontraron 11 órdenes (Hemiptera, Diptera, Coleoptera, Odonata, Mollusca, Trichoptera, Hidracarina, Megaloptera, Ephemeroptera, Crustacea, Lepidoptera) y 23 familias (Mesoveliidae, Corixidae, Stratiomyidae, Chironomidae, Tabanidae, Tipulidae, Hydrophilidae, Elmidae, Libellulidae, Thiaridae, Hydroptilidae, Leptophlebiidae, Dytiscidae, Psephenidae, Simuliidae, Hydropsychidae, Hidracarina no identificada, Corydalidae, Sphaeriidae, Veliidae, Ecnomidae, Hyallelidae, Pyralidae) (tabla 4). El índice BMWP en esta área fue de 141 puntos.

Discusión

El índice BMWP de la zona del río Nombre de Dios, de acuerdo con el total de puntos acumulados, se marcó en color amarillo, con una calidad del agua media, lo cual indica un grado de contaminación del agua importante (Rosas-Acevedo *et al.*, 2014) debida a varios factores. Uno de ellos son las descargas de aguas de uso agrícola que van a dar al cauce del río, ya que es un sector donde hay un gran número de tierras utilizadas para la agricultura semiintensiva, con una cantidad importante de invernaderos donde se cultivan distintos tipos de hortalizas, ubicados a las orillas del río en los diferentes sitios muestreados. A este fenómeno se suman las descargas de aguas grises de la cabecera municipal de Nombre de Dios, que van a dar directamente al cauce del río (Hero González, 2015; Torres-García *et al.*, 2014).

El índice BMWP para la zona del río Graseros, de acuerdo con el total de puntos acumulados, se marcó en color azul y con una calidad del agua alta. Este hallazgo indica un grado de contaminación del agua mínimo, que se puede explicar por el hecho de que dos de los sitios muestreados se encontraban en áreas muy poco impactadas, en La Michilía. Esta situación aumentó el número de taxones indicadores de calidad de aguas limpias, pero por otro lado en La Soledad y en San Pedro Alcántara se reporta un grado de contaminación mayor debido a que allí aumentan la actividad agrícola y las descargas de

aguas grises de las casas al cauce del río (Gómez, 2010; Hero González, 2015).

El índice BMWP para la zona del río La Constancia, de acuerdo al total de puntos acumulados, se marcó en color azul y con una calidad del agua alta, lo que también indica un grado de contaminación del agua mínimo, probablemente debido a que esta zona tiene poca actividad agrícola y en la mayoría de los casos aún se realiza un sistema de agricultura extensiva, lo que disminuye el uso de agroquímicos en gran medida. La poca contaminación presente es atribuible a la descarga de aguas grises de las casas en el cauce del río (Gómez, 2010).

Las familias de macroinvertebrados encontradas en estos sitios constituyen los primeros registros para la cuenca alta del río San Pedro-Mezquital, por lo que se consideran de gran importancia ya que servirán como base de datos y registro de los taxones existentes en estas partes del río. Sin embargo, se recomienda seguir muestreando y analizando la diversidad de entomofauna en las diferentes zonas de transición (cuenca alta, cuenca media, cuenca baja) que conforman la cuenca para poder generar comparativos con base en las actividades antropogénicas que se realizan en estas zonas y su relación con la presencia de los macroinvertebrados.

Conflicto de intereses

El autor declaró no tener ningún conflicto de interés.

Contribución de los autores

Ariel Pulgarín-Ríos: conceptualización, escritura y edición, desarrollo del diseño, metodológico, toma de datos y análisis de datos y adquisición de la financiación.

Referencias

- Alba-Tercedor, J. y Sánchez-Ortega, A. (1978). Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4(1), 51-56. <https://doi.org/10.23818/limn.04.06>.
- Bueñaño, M., Vásquez, C., Zurita-Vásquez, H., Parra, G. y Pérez, R. (2018). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua en la cuenca del Pachanlica, provincia de Tungurahua, Ecuador. *Intropica*, 13(1), 41-49. <https://doi.org/10.21676/23897864.2405>.
- Del C. Guinard, J., Ríos, T. y Bernal-Vega, J. A. (2013). Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos y calidad del

- agua de las cuencas alta y baja del río Gariché, provincia de Chiriquí, Panamá. *Gestión y Ambiente*, 16(2), 61-70.
- Escalona-Domenech, R. Y., Infante-Mata, D., García-Alfaro, J. R., Ramírez-Marcial, N., Ortiz-Arrona, C. I. y Barba-Macías, E. (2022). Evaluación de la calidad del agua y de la ribera en la cuenca del río Margaritas, Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 38, 37-56. <https://doi.org/10.20937/RICA.54092>.
- Gómez, A. R. (2010). *La cuenca alta del río San Pedro Mezquital*. Fundación Río Arronte y WWF. <http://www.amd.gob.mx/amd/cuenca.pdf>.
- González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M. y Márquez-Linares, M. A. (2006). *Vegetación y ecorregiones de Durango (primera edición)*. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Instituto Politécnico Nacional.
- Guitrón-López, M. M. y García-Velasco, J. (2018). *Macroinvertebrados como una nueva herramienta de diagnóstico de calidad del agua*. México. Prometeo Editores S. A.
- Hero González, M. E. (2015). *Base de datos climática y de variables ambientales para un estudio en la cuenca del Río Mezquital*. Informe Final. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- Jessup, B. K., Markowitz, A. y Stribling, J. B. (2003). *Family-Level Key to the Stream Invertebrates of the Maryland and Surrounding Areas* (tercera edición). CBWP-MANTA-EA. Maryland Department of Natural Resources.
- Kohlmann, B. (2010). *Bioindicadores de la calidad del agua, cuenca del río Tempisque. Guía Ilustrativa de campo*. EARTH, UCR. https://www.researchgate.net/publication/274719388_Bioindicadores_de_la_calidad_del_agua_Cuenca_del_Rio_Tempisque.
- Merritt, R. W., Cummins, K. W. y Berg, M. B. (2008). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America* (cuarta edición). Editorial Kendall/Hunt Publishing Company.
- Pineda-López, R., Pérez-Munguía, R. M., Mathuriau C., Villalobos-Hiriart J. L., Barba-Álvarez R., Bernal, T. y Barba-Macías, E. (2014). Protocolo de muestreo de macroinvertebrados en aguas continentales para la aplicación de la Norma de Caudal Ecológico (NMX-AA-159-SCFI-2012).
- Programa Nacional de Reservas Potenciales de Agua, Comisión Nacional del Agua. <http://www.ibiologia.unam.mx/aguas/2PHFT2F2CtnF.pdf>.
- Ramírez, A. y Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2014). Estudios sobre macroinvertebrados acuáticos en América Latina: avances recientes y direcciones futuras. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 9-20. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15775>.
- Ramos-Barrios, C. S. (2014). Propuesta de norma para el monitoreo participativo de calidad de agua en ríos usando macroinvertebrados acuáticos [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Querétaro].
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista Académica Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Ciencias Naturales*, 40(155), 254-274. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>.
- Rosas-Acevedo, J. L., Ávila-Pérez, H., Sánchez-Infante, A., Rosas-Acevedo, A. Y., García-Ibáñez, S., Sampedro-Rosas, L., Granados-Ramírez, J. G. y Juárez-López, A. L. (2014). Índice BMWP, FBI y EPT para determinar la calidad del agua en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2(1), 81-88.
- Serméño-Chicas, J. M., Gutiérrez-Fonseca, P. E., Serrano-Cervantes, L., Springer, M., Paniagua-Cienfuegos, M. R., Pérez, D., Rivas-Flores, A. W., Menjivar, R., Bonilla, B. L., Carranza, F. A., Flores, J. M., Gonzales, C. A., Hernández, M., Monterrosa, A. J. y Arias de Linares, A. Y. (2010). *Determinación de la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando invertebrados acuáticos: índice biológico a nivel de familias de invertebrados acuáticos en El Salvador (IBF-SV-2010)*. Editorial Universitaria UES.
- Torres-García, U., Pérez-Valladares, C. X., Herrería-Diego, Y. y Pineda-López, R. F. (2014). Efecto de los factores ambientales sobre la diversidad de insectos hemimetábolos y coleópteros acuáticos en la cuenca del Río Xichú, Guanajuato, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 69-80. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15779>.