



CALIDAD DE AGUA USANDO MACROINVERTEBRADOS EN EL RÍO TEMPORAL LLANTÉN, SIMBAL, LA LIBERTAD-PERÚ

WATER QUALITY USING MACROINVERTEBRATES IN THE TEMPORARY RIVER LLANTEN, SIMBAL, LA LIBERTAD-PERU

José Luis Polo-Corro^{1*}, Gustavo Manuel Mora-Tisnado¹, Heraclio Fernando Castillo Picon², Shirley Valderrama-Alfaro¹, Daniel Benjamin Ríos-Guevara¹, Renato Jeampier León-Casas¹, Bruno Rodrigo Tello-Cotrina¹

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n, Trujillo, Perú

²Facultad de Ciencias del Ambiente, Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo, Huaraz, Perú

José Luis Polo-Corro

Gustavo Manuel Mora-Tisnado

Shirley Madeleine Valderrama-Alfaro

Daniel Benjamin Ríos-Guevara

Heraclio Fernando Castillo Picon

Renato Jeampier León-Casas

Bruno Rodrigo Tello-Cotrina



<https://orcid.org/0000-0002-7111-5150>

<https://orcid.org/0000-0003-0952-6642>

<https://orcid.org/0000-0003-2627-7377>

<https://orcid.org/0000-0001-9929-7075>

<https://orcid.org/0000-0002-5576-3027>

<https://orcid.org/0000-0001-6482-5261>

<https://orcid.org/0000-0002-3450-6793>

Artículo original

Recibido: 19 de abril 2022

Aceptado: 21 de junio 2022

Resumen

En el mes de noviembre de 2021 se realizó el estudio para determinar la calidad de agua del río Llantén, Simbal, La Libertad, se planificó usar 6 puntos para la toma de muestra, sin embargo, solo se realizó los tres primeros, ya que el punto 4 no tenía caudal y el 5 y 6 no tenían influencia del río Llantén por ser temporal. El procedimiento se basó en el protocolo de muestreo, análisis y evaluación de fauna bentónica macroinvertebrada en ríos vadeables de la Agencia de agua Vasca. De los tres puntos muestreados, el punto 1 tuvo un valor de 87 según el BMWP/Col, dando una calidad de agua Aceptable, lo que significa que posee aguas ligeramente contaminadas; y los puntos 2 y 3 tuvieron un valor de 146 y 122 según el BMWP/Col respectivamente, lo que significa que ambas tienen calidad Buena, es decir son aguas limpias. Se determinó la presencia de 8 clases, 18 órdenes y 30 familias de macroinvertebrados; y según el Índice BMWP/Col se identificó a la familia Perlidae con la mayor puntuación (10) y la familia Tubificidae con la menor puntuación (1).

Palabras clave: Calidad de agua, Llantén, macroinvertebrados, río.

Abstract

In November 2021, the research was carried out to determine the water quality of the Llantén river, Simbal, La Libertad, it was planned to use 6 points for the sampling, however, only the first three were used, since point 4 had no flow and 5 and 6 were not influenced by the Llantén river because it was temporary. The procedure was based on the protocol for testing, analysis and evaluation of macroinvertebrate benthic fauna in fordable rivers of the Basque Water Agency. Of the three points sampled, the point 1 had a BMWP/Col value of 87, a quality of Acceptable, which means that it has slightly contaminated water; while points 2 and 3 had a BMWP/Col value of 146 and 122 respectively, which means that both are of Good quality, which means are clean waters. The presence of 8 classes, 18 orders and 30 families of macroinvertebrates were determined; and according to the BMWP/Col Index, the Perlidae family was identified with the highest score (10) and the Tubificidae family with the lowest score.

Keywords: Llantén, macroinvertebrates, river, Water quality.

* **Autor para correspondencia:** E. mail: jpoloc@unitru.edu.pe

DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2022.42.01.06>

Citar como:

Polo-Corro, J., Mora-Tisnado, G., Valderrama-Alfaro, S., Ríos-Guevara, D., Castillo, H., León-Casas, R. & Tello-Cotrina, B. 2022. Calidad de agua usando macroinvertebrados en el río temporal Llantén, Simbal, La Libertad-Perú. REBIOL, 42(1): 50-59.



1. Introducción

El agua es el principal recurso para la vida en nuestro planeta, un recurso local y global, un regulador del clima y es fundamental para el equilibrio de los ecosistemas, además forma parte crucial de la adaptación al cambio climático (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2022). En los dos últimos siglos se han vertido numerosos contaminantes a la naturaleza que finalmente llegan a los ríos. Para seguir gozando de los beneficios del agua limpia de los océanos y ríos sanos, se necesita un cambio radical en la forma en que tratamos y usamos el agua, para así mantener o mejorar su calidad (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2018).

El análisis de calidad de agua de ríos se determina principalmente mediante el uso de parámetros químicos, físicos y biológicos (microbiológicos), tal y como el realizado por Laura (2019) en el río Chili en Arequipa, Gil-Mora et al. (2022) en el río Saphy en Cusco o el de Manrique (2019) en el río Huallaga en Pasco, no obstante, la presencia de nuevos contaminantes que son vertidos en tiempos en los que no se puede determinar el registro exacto de su incidencia, ha hecho que se busquen nuevos métodos para determinar la calidad de agua de los ríos, como la bioindicación con organismos acuáticos, (Hernán, 2020) una de ellos el uso de macroinvertebrados utilizados como indicadores de calidad de agua, como la investigación realizada por García & Sánchez (2022) en el río Cane en Colombia y Mora et al. (2020) en el río Huacamarcanga en Perú.

Los macroinvertebrados acuáticos son invertebrados que en algún momento de su vida se encuentran en el agua y pueden ser observados sin la ayuda de equipos ópticos, se agrupan en distintos taxones como platelmintos, moluscos, anélidos y artrópodos; además son excelentes bioindicadores de calidad de agua, puesto que son extremadamente sensibles a cambios en su ambiente, debido a alteraciones antrópicas tanto fisicoquímicas como hidromorfológicas. La ausencia o presencia de determinadas especies sensibles a dichas alteraciones, suelen ser indicativos bastante confiables de la calidad del agua (Gonzales et al., 2019); en base a estas características existen diversos índices para determinar la calidad de las aguas, como el Biological Monitoring Working Party (BMWP).

El índice BMWP fue desarrollado en Europa en el siglo XX a partir de la década de los años setenta, es muy popular en Colombia y Latinoamérica (Roldan-Pérez, 2016), el cual ha sido aplicado en el estudio de diversos ríos permanentes entre ellos el río Teusacá en Colombia (López et al., 2019) el río Sinincay en Ecuador (Mora & Tamay, 2022) y en Perú en el río Rímac (Pascual et al., 2019), entre otros.

Además de los ríos permanentes existen ríos temporales como el río Llantén en el distrito de Simbal, que son cursos de agua con una gran inestabilidad en el régimen hídrico, presentando un flujo abundante de agua en primavera, hasta periodos en que se secan completamente, existiendo poca información sobre ellos, esto dificulta su estudio con metodología habituales, más pensadas para los ríos permanentes (Consejo superior de Investigaciones científicas [CSIC], 2016). El río Llantén aledaño al poblado de Simbal, es necesario para el ecosistema, agricultura y recreación. Por lo cual el objetivo de la investigación es determinar la calidad de agua usando macroinvertebrados en el río temporal Llantén.

2. Materiales y Métodos

Área de estudio

El distrito de Simbal se encuentra en la provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, (Municipalidad de Simbal, 2021) a 32 Km. al noroeste del distrito de Trujillo, al margen derecho del río Moche, formado parte del valle Santa Catalina.

Está ubicado a 07°58'21" latitud sur y 78°48'36" longitud oeste; a una altitud de 576 m.s.n.m. teniendo una superficie de 390.55 Km²., Limita por el este con los distritos de Sincicap, Paranday y La Cuesta, de la provincia de Otuzco; por el oeste con el distrito de Huanchaco; el norte con el distrito de Chicama de la provincia de Ascope y por el sur con los distritos de Poroto y Laredo.

Posee un clima cálido con ligera humedad de 30% en promedio anual, las lluvias son ocasionales en los meses de febrero a marzo, cuando son fuertes en la sierra, un promedio de 17,25 mm de lluvia anual. La temperatura promedio anual es de 25,85°C; Los vientos se presentan

con mayor frecuencia en los meses de noviembre y diciembre como aviso de las lluvias, pero no son fuertes debido a que los cerros protegen al distrito (Rodríguez, 2014).

Selección de las estaciones de muestreo

Se seleccionaron seis puntos de muestreo a lo largo del río aledaño al poblado de Simbal, de zonas limnéticas (aguas abiertas), tal y como se muestran en el Tabla 1 y Figura 1.

Tabla 1. Ubicación georeferenciadas y altura de los puntos de muestreo, de la cuenca Llantén, Simbal, La Libertad-2021

Punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84	Altura m.s.n.m.	Descripción
P-1	17M 0741197 UTM 9118916	580	Altura Casa Calin Simbal
P-2	17M 0740924 UTM 9118118	554	3 km antes de río Bar
P-3	17M 0739975 UTM 9116566	506	3 km después de río Bar
P-4	17M 0739920 UTM 9114331	468	2 km antes de unirse al río Moche
P-5	17M 0740654 UTM9113108	430	Río Moche a 2 km antes de unirse con el río Llantén.
P-6	17M 0738487 UTM 9112837	402	2 km después de haberse unido al río Moche.

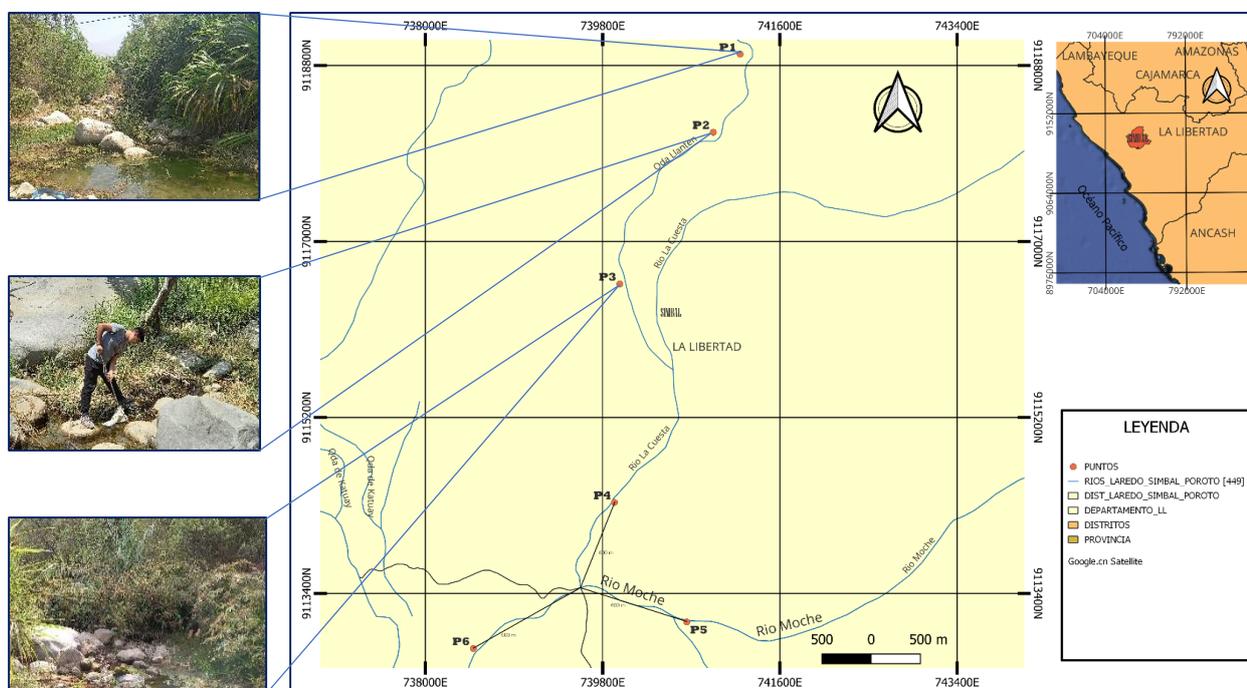


Figura 1. Puntos de muestreo en la cuenca Llantén, Simbal, La Libertad-2021, elaborado con el programa de sistema de información geográfica QGIS 3.22

El procedimiento se basó en el Protocolo de muestreo, análisis y evaluación de fauna bentónica macroinvertebrada en ríos vadeables de la Agencia del agua vasca (2021) y Roldán (2003).

Procedimiento de recogida y conservación de muestra

Se realizó la estrategia de muestreo multihábitat, que se basa en el reconocimiento y selección de hábitats preponderantes identificables de visu y evitando la roca madre, el muestreo fue semicuantitativo, puesto que la superficie de muestreo no estaba perfectamente delimitada.

Las zonas de muestreo fueron de flujo laminar de baja velocidad y sin ondulaciones, con una profundidad considerada somera ($\geq 15-50$ cm).

Las muestras se recogieron mediante una red D-net de 300 μ m de tamaño de poro, se fue ascendiendo por el río, tratando de cubrir toda la sección sagital del cauce y abarcando los hábitats elegidos: Sustratos duros, detritos vegetales, orillas vegetadas (orillas con raíces y plantas emergentes), macrófitos sumergidos, arena y otros sedimentos finos. Posteriormente se introdujo la muestra en recipientes herméticos, se añadió alcohol al 70% con 20 gotas de glicerina para su conservación, luego se

etiquetó a todos con el código, fecha y hora del muestreo.

Al transportar las muestras al laboratorio, se tuvo mucho cuidado para evitar la rotura de los recipientes.

Identificación de macroinvertebrados

Se realizó en el laboratorio de Zoología de Invertebrados SAM – 302 de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo, donde se llevó a cabo: la separación, recuento e identificación de los especímenes presentes en las muestras.

La identificación del nivel de identificación taxonómica de las familias se utilizó una lupa binocular de 4,5X, para poder observar con mayor exactitud sus características morfológicas y las guías de identificación de macroinvertebrados de González et al. (2019), de Rincón et al. (2017) y Roldán (1996).

Sistema de evaluación

La evaluación de la calidad del agua en los puntos de muestreo, se realizó mediante el cálculo del índice biológico BMWP/Col. (Tabla 2), en el cual se clasifican las familias de macroinvertebrados en 10 niveles con las puntuaciones de 1 a 10, considerando 1 el número de mayor tolerancia y 10 de menor tolerancia a la contaminación (Roldán, 2003).

Tabla 2. Tabla de clasificación de la calidad de agua y su significado con la aplicación del índice BMWP/Col

CLASE	CALIDAD	VALOR DEL BMWP	SIGNIFICADO	COLOR
I	Buena	≥ 150 . 101-150	Aguas muy limpias a limpias	Azul
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: (Roldán. P.G., Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP Col. Medellín, 2003)

3. Resultados

En el estudio del río temporal Llantén durante el mes de noviembre de 2021 se determinó la presencia de 8 clases, 18 órdenes y 30 familias, destacando dentro del nivel taxonómico de clase a Insecta. Los órdenes que se identificaron fueron: Collembola, Coleoptera, Diptera (Figura 2), Ephemeroptera, Hemiptera (Figura 3 y 4),

Lepidoptera Megaloptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera (Fig. 5), Venoidea, Hirudiniforme, Basommatophora, Mesogastropoda, Haplotaxida, Podocopita, Amphipoda y Tricladida; con 30 familias destacando la familia Elmidae con 479 especímenes (Tabla 3).



Figura 2. Familia: Stratiomyidae



Figura 3. Familia: Naucoridae



Figura 4. Familia: Vellidae



Figura 5. Familia: Helicopsychidae

Tabla 3. Abundancia de familias en Puntos de Muestreo, en la Cuenca Llantén, Simbal, La Libertad

Clase	Orden	Familia	P-1	P-2	P-3	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)
	Collembola	Entomobridae	0	1	1	2	0,08
	Coleoptera	Elmidae	94	130	255	479	18,88
		Staphylinidae	0	1	0	1	0,04
		Ceratopogonidae	0	1	1	2	0,08
		Chironomidae	1	7	8	16	0,63
	Diptera	Culicidae	0	0	1	1	0,04
		Simuliidae	0	2	0	2	0,08
		Stratiomyidae	12	42	23	77	3,04
	Ephemeroptera	Baetidae	16	9	85	110	4,34
		Naucoridae	23	71	230	324	12,77
Insecta	Hemiptera	Gerridae	0	1	0	1	0,04
		Veliidae	0	38	200	238	9,38
	Lepidoptera	Crambidae	0	1	0	1	0,04
	Megaloptera	Corydalidae	1	0	0	1	0,04
	Odonata	Coenagrionidae	1	16	17	34	1,34
		Libellulidae	3	12	31	46	1,81
	Plecoptera	Perlidae	0	1	0	1	0,04
	Trichoptera	Helicopsychidae	55	147	185	387	15,25
		Philopotamidae	0	2	9	11	0,43
		Hydroptilidae	8	5	8	21	0,83
Hydropsychidae		3	0	11	14	0,55	
Leptoceridae		0	1	0	1	0,04	
Bivalvia	Veneroida	Sphaeriidae	4	0	1	5	0,20
Hirudinea	Hirudiniforme	Glossiphoniidae	6	20	4	30	1,18
Gastropoda	Basommatophora	Lymnaeidae	67	137	78	282	11,12
	Mesogastropoda	Thiaridae	57	264	30	351	13,84
Oligochaeta	Haplotaxida	Tubicidae	1	0	1	2	0,08
Ostracoda	Podocopita	Cypridae	0	1	1	2	0,08
Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	0	0	81	81	3,19
Turbellaria	Tricladida	Dugesiiidae	0	13	1	14	0,55
Total			352	923	1262	2537	100,00

En la Tabla 3, se puede apreciar que las familias con mayor abundancia relativa fueron: Elmidae, Helicopsychidae y Thiaridae, con 18,88%, 15,25% y 13,84% respectivamente; y las que presentaron menor

abundancia relativa fueron: Staphylinidae, Culicidae, Gerridae, Crambidae, Corydalidae, Perlidae y leptoceridae, con un 0,04 %. Además, el punto de muestreo 3, presentó el mayor número de especímenes (1262).

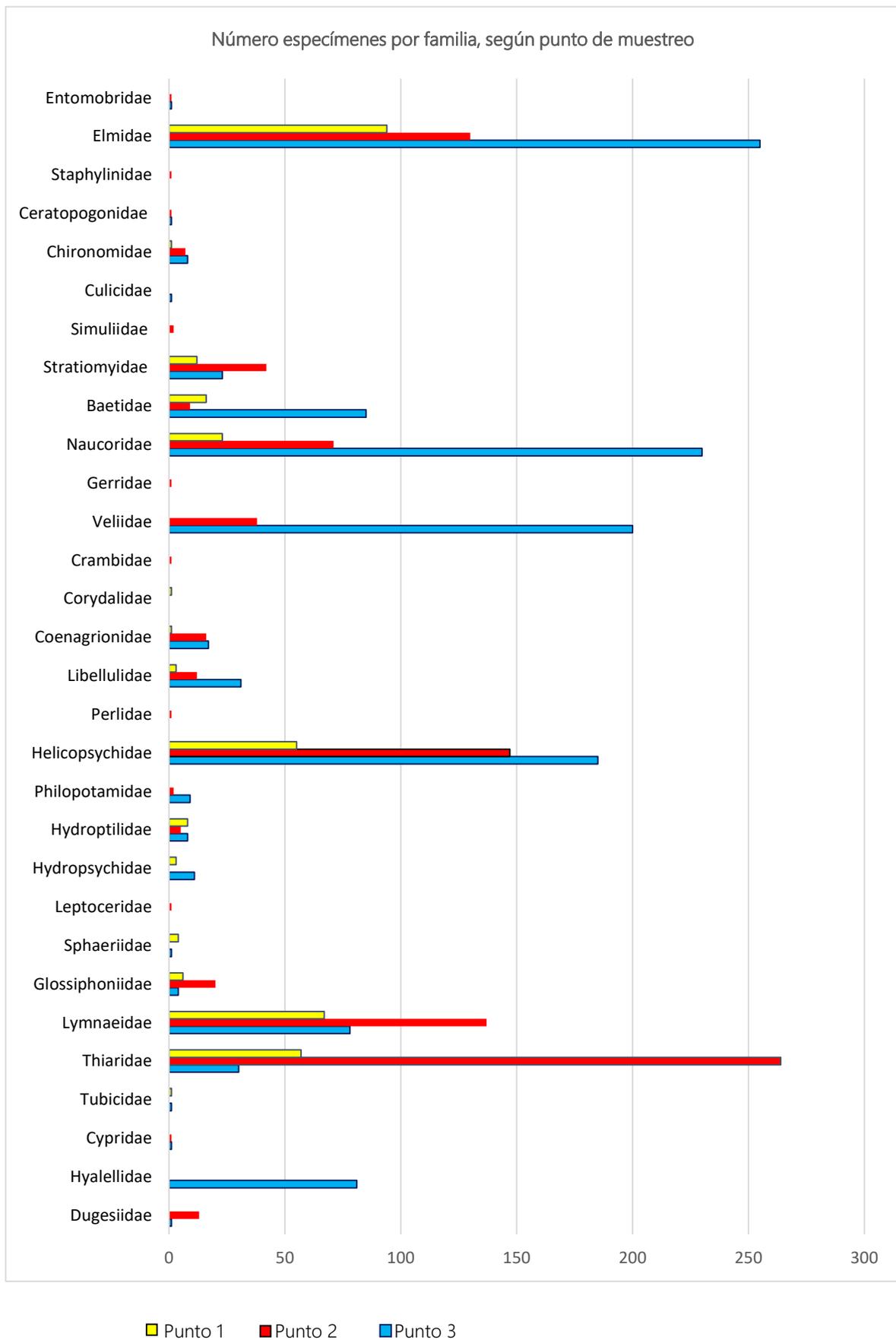


Figura 6. Número especímenes por familia, según punto de muestreo

En la Figura 6 se observa que las familias más abundantes según punto de muestreo son Thiaridae, en el punto 2, Elmidae en los puntos 1 y 3. Se puede apreciar además que sólo realizaron 3 puntos para la toma de muestra.

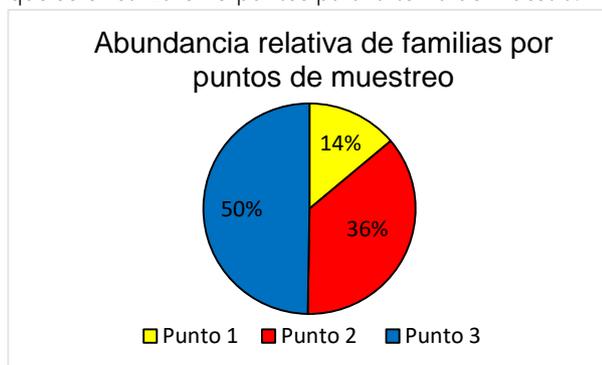


Figura 7. Abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados por punto de muestreo en la cuenca Llantén, Simbal, La Libertad

Se puede apreciar que el punto 1 tuvo el menor número de especímenes (14%), y el mayor el punto 3 (50%).

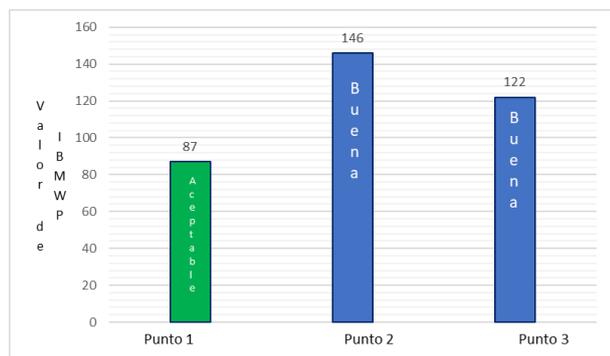


Figura 8. Calidad de agua por punto de muestreo y su significado con la aplicación del índice BMWP/Col

Se puede observar la que primer punto de muestreo tuvo calidad aceptable, significando que sus aguas son ligeramente contaminadas, y los puntos 2 y 3 fueron de calidad buena lo cual significa que son aguas limpias.

4. Discusión

Se programaron 6 puntos de muestreo (Figura 1) de los cuales solo se muestrearon los 3 primeros, en vista de que el punto 4 ya no tenía agua debido a que es un río temporal, o intermitente que se caracteriza por estar relacionado a la época de lluvia, que se presenta en los meses de febrero y marzo; y de estar sometidos a grandes perturbaciones por inundaciones y sequías; que pueden llegar a ser muy usuales por el resultado del

cambio climático tal y como lo sostiene Avilés (2017); además de ser poco estudiados como sucede en la cuenca Llantén, es importante generar información que permita cuantificar el impacto estacional, y a su vez, facilite su conservación. Los puntos 5 y 6 no se muestrearon ya que no tenían influencia del río Llantén. El río Llantén tiene al punto 3 como el de mayor abundancia relativa (Figura 7), y posee uno de los puntajes más altos de calidad de aguas según puntos de muestreo (146 en el punto 2) (Figura 8), superando a estudios realizados en muchos ríos por ejemplo en afluentes del río César en Colombia (Madera, 2016), sistemas hídricos artificiales del departamento de Boyacá, Colombia (Hernán, 2020); Río Sinincay, Cuenca, Ecuador (Mora & Tamay, 2022); Río Gariché, Panamá (Guinard et al., 2013); Huacamarcanga, Perú (Mora et al., 2020); entre otros. Esto concuerda con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas [CSIC] (2016) que sostiene que las balsas que quedan cuando no hay flujo de agua en los ríos temporales son reservorios de biodiversidad, tal y como se presenta en el río Llantén.

Los élmidos son una familia de coleópteros acuáticos de ambientes lóticos; y frecuentemente asociados a ríos de aguas limpias y bien oxigenadas, es sensible a la perturbación del hábitat, cualidad por lo cual son utilizados en la bioindicación ambiental (González et al., 2015); como en el caso del río Llantén, ya que se encontraron en los 3 puntos de muestreo, presentándose en mayor proporción en los puntos 2 y 3 (Tabla 3 y Figura 6), que poseen una calidad de agua buena, sin embargo, algunos géneros de la familia Elmidae pueden también encontrarse en arroyos moderadamente contaminados, demostrando su tolerancia a cierto grado de degradación del hábitat (González-Córdoba et al., 2020).

En la Figura 8, el punto 1, según el BMWP/Col presenta calidad Aceptable, eso significa que son aguas ligeramente contaminadas siendo la que tuvo el menor puntaje de los tres puntos de muestreo, esto se debe a la influencia antropogénica ya que la muestra analizada se tomó aguas abajo, cercano a un puente, por el cual transitaban lugareños, dejando algunos residuos de basura en el cauce del río, como son plásticos, papeles, etcétera. Y es que cultura hídrica o cultura del agua está

definida por las costumbres, las actitudes y los valores, tanto compartidos socialmente como individuales, que tenemos respecto al agua (Benarroch, 2022).

Los puntos P-2 y P-3, obtuvieron el mayor número de especímenes (Tabla 3), así como también el mayor valor de BMWP/Col de calidad Buena "aguas limpias", estos puntos de muestreo se encontraban antes y después de centros de lugares turísticos, sin embargo, debido a la pandemia y a la existencia de centros de esparcimiento más cercanos a la ciudad de Trujillo, la influencia antropogénica ha disminuido, siendo la causa principal del deterioro de la calidad de agua. Tal como Marín (2022) sostiene, que la ausencia del hombre ha producido una serie de reacciones, donde fundamentalmente la naturaleza se recupera y los ambientes que le fueron usurpados por el hombre, y ahora al ser confinado o aislado del entorno, interviene menos en la naturaleza; y el medio ambiente se mejora y depura. El aislamiento social ha dado "un respiro" a la naturaleza.

El punto 2 posee el valor más alto de valor de BMWP /Col (146) que es la calidad más alta de los 3 puntos de muestreo y es el único punto que posee a la familia Perlidae y esta tiene una puntuación máxima de 10 según BMWP/Col, esta familia está distribuida a nivel mundial y habitan aguas rápidas y bien oxigenadas, encontrándose habitualmente debajo de piedras, rocas o troncos (González et al., 2019; Pérez, 2016)

La familia Tubificidae es la que posee el menor valor de BMWP/Col (1), y se presentó solo en el punto 1, que es el que tuvo la menor calidad de agua de los tres puntos de muestreo; estos oligoquetos son comunes y abundantes en ambientes acuáticos continentales, encontrándose en todo tipo de sustratos y hábitat desde cavernas hasta sedimentos anaeróbicos. Pueden alcanzar altas densidades en parches de arena, hojarasca y en el detritus (Rincón et al., 2017). Los Tubificidae son organismos bentónicos y resistentes a la contaminación por su amplia tolerancia a habitar aguas anóxicas, por lo que suelen ser usados como bioindicadores de la calidad de aguas (González et al., 2019)

5. Conclusiones

El río Llantén es temporal, ya que, de los 6 puntos planificados para el muestreo, sólo se muestrearon los tres primeros, debido a que el punto 4 no tenía caudal.

De los tres puntos muestreados, el punto 1 tuvo valor BMWP/Col de 87, una calidad de Aceptable, lo que significa que posee aguas ligeramente contaminadas; y los puntos 2 y 3 tuvieron un valor BMWP/Col de 146 y 122 respectivamente, lo que significa que ambas tienen calidad Buena, es decir son aguas limpias.

Se determinó la presencia de 8 clases, 18 órdenes y 30 familias, destacando dentro del nivel taxonómico de familias la que más especímenes tuvieron fue la Elmidae con 479 especímenes; y según el Índice BMWP/Col se identificó a la familia Perlidae con la mayor puntuación (10) en el punto 2 y la familia Tubificidae con la menor puntuación (1) en el punto 1.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

7. Referencias Bibliográficas

- Agencia Europea del Medio Ambiente. (AEMA). (2018). El agua es vida. Luxemburgo, Unión Europea. https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/protocolos_estado_aguas/es_def/adjuntos/01_RW_MACROINVERTEBRADOS_URA_V_3.1.pdf
- Agencia Vasca del Agua. (URA). (2021). Protocolo de muestreo, análisis y evaluación de fauna bentónica macroinvertebrada en ríos vadeables. Agencia Vasca del agua. <https://www.eea.europa.eu/es/publications/senales-de-la-aema-2018>
- Avilés, L. (2017). Efecto de la intermitencia de flujo en el ensamble de los macroinvertebrados acuáticos y en las características físico-químico en cinco cuerpos de agua estacionales. [Tesis para Licenciatura, Universidad de Costa Rica].
- Benarroch, A., Castro, F., Clavijo, V., & Ramírez-Segado, A. (2022). La cultura del agua en los libros de texto. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 19(1): 1501.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). (2022). Diseñan métodos alternativos para conocer el régimen hídrico de los ríos temporales. Ministerio de Ciencia e Innovación. Gobierno de España.
- García, G., & Sánchez S. (2022). Evaluación de la calidad del agua utilizando especies bioindicadoras en ríos: caso de la cuenca del río Cane, Colombia. [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás, Colombia].
- Gil-Mora, J., Flores, A., Ochoa, K., & Oviedo, N. (2022). Determinación de la pérdida de la calidad de un río urbano en Cusco: Caso Saphy. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(1), 3722-3748.
- González-Córdoba, M., Zúñiga, M., Giraldo L., Ramirez, Y., & Chará, J. (2020). Sensibilidad de Elmidae (Insecta: Coleoptera) a la perturbación del hábitat y la calidad fisicoquímica del agua en

- ambientes lóticos de los Andes colombianos. *Revista de Biología Tropical*, 68(2), 601-622.
- González, H., Crespo, E., Acosta, R., & Hampel, H. (2019). Guía rápida para la identificación de macroinvertebrados de los ríos altoandinos del cantón Cuenca. (1ra ed.). Servigraf.
- González-Cordoba, M., Zúñiga, M., & Manzo, V. (2015). Riqueza genérica y distribución de Elmidae (Insecta: Coleoptera, Byrrhoidea) en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 16(2), 51-74.
- Guinard, J., Ríos, T., & Bernal, J. (2013). Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua de las cuencas alta y baja del río Gariché, provincia de Chiriquí, Panamá. *Revista Gestión y Ambiente*, 16(2), 61-70.
- Hernán, J., Martínez-Romero, L., Castellanos-Guerrero, L., Mora-Parada, A., & Rocha-Gil, Z. (2020). Macroinvertebrados bioindicadores de calidad de agua en sistemas hídricos artificiales del departamento de Boyacá, Colombia. *Revista Producción + Limpia*, 15(1), 35-48.
- Laura, J. (2019) Gestión de la calidad del agua del río Chili mediante el empleo de Índices Físico Químicos de calidad ambiental, Arequipa [Tesis para Maestro, Universidad Nacional de san Agustín de Arequipa].
- López, S., Huertas, D., Jaramillo, Á., Calderón, D., & Díaz, J. (2019). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia). *Ingeniería y Desarrollo*, 37(2), 269-288.
- Madera, L., Angulo, L., Díaz, L., & Rojano, R. (2016). Evaluación de la Calidad del Agua en Algunos Puntos Afluentes del río Cesar (Colombia) utilizando Macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores de Contaminación. *Información Tecnológica*, 27(4), 103-110.
- Manrique, P. (2019). Caracterización Físico-Química y Microbiológica de la microcuenca del Río Huallaga entre las localidades de Paríamarca y Salcachupán-Pasco-2018. [Tesis para título, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión].
- Marín, T. (2020). La recuperación de la naturaleza por el aislamiento social debido al Covid-19 ¿Realidad o ficción? *Journal of the selva Andina. Research Society*, 11(2), 60-61.
- Mora, G., Medina, C., Polo-Corro J., & Hora, M. (2020). Calidad del agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos en la cuenca del río Huacamaranga (La Libertad, Perú). *Revista de Investigación Científica REBIOL*, 40 (1), 85 – 98.
- Mora, M. & Tamay, A. (2022). Determinación del Índice de Calidad de Agua mediante el monitoreo de macroinvertebrados, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el río Sinincay, Ecuador. [Trabajo Experimental, Universidad Politécnica salesiana sede Cuenca].
- Municipalidad de Simbal. (2021). El Distrito peruano de Simbal es uno de los 11 distritos de la Provincia de Trujillo, ubicada en el Departamento de La Libertad, perteneciente a la Región La Libertad, Perú. <https://munisimbal.gob.pe/simbal/>
- Organización de las Naciones Unidas. (ONU). (2022). Desafíos Globales. Agua. <https://www.un.org/es/global-issues/water>
- Pérez, A., Salazar, N., Aguirre, F., Font, M., Zamora, E., Córdova, A., & Acosta, K. (2016). Guía de macroinvertebrados bentónicos de la provincia de Orellana. Ecuador. (1ra ed.). *Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres*.
- Rincón, J., Merchán, D., Rojas, D., Sparer, A., & Zárate, E. (2016). Los Macroinvertebrados acuáticos de los ríos del Parque Nacional Cajas. (1ra ed.) Don Bosco.
- Rodríguez, D. (2014). Especies locales que contribuyen a la oferta turística gastronómica del distrito de Simbal. Provincia de Trujillo. Región La Libertad. [Tesis para título, Universidad Nacional de Trujillo].
- Roldán, G. (2012). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. (1ra ed.). Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- Roldán, P. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP Col. (1ra ed.). Universidad de Antioquía.
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 40(155), 254-274.