

DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL RÍO JÍVINO, CANTÓN JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA DE ORELLANA, ECUADOR

DIVERSITY OF AQUATIC MACROINVERTEBRATES IN THE JIVINO RIVER, JOYA DE LOS SACHAS CANTON, ORELLANA PROVINCE, ECUADOR

Dean Fidel Castro¹

Resumen

El río Jívino tiene una extensión aproximada de 80km, que cruza por la Reserva Biología Limoncocha, por el territorio de la comunidad Kichwa además, está rodeado por una gran variedad de plantas y animales, ya que la falta de información e investigación de los macroinvertebrados en este lugar, se propuso el objetivo de conocer la diversidad de macroinvertebrados acuáticos del río Jívino. Se realizó el muestreo en el año del 2021, entre febrero y marzo, el trayecto muestreado tuvo un estimado de 62.8 km, donde se fijó 12 puntos de muestreo en el área de estudio. Para el muestreo se llevó a cabo mediante la técnica de barrido con la red Surber y la técnica de remoción de piedras y hojarascas. Se analizó los índices de diversidad Shannon-Wiener (2.87) que indicaron una diversidad alta y diversidad de dominancia de Simpson (0.07) que fue alta, la curva de acumulación con el estimador Chao1 (99%) resultando un esfuerzo eficiente ante el muestreo. Los géneros más abundantes fueron: *Leptohyphes* con 124 individuos (17,66%), *Lugoiops* con 89 individuos (12,68%) y *Microvelia* con 62 individuos (8,83), y los géneros menos abundantes fueron: *Heteragrion*, *Mocrobachium* y *Agrogomphus* con 2 individuos cada uno (0,28%), y *Dolophilodes* con 1 individuo (0,14 %). Con base a los resultados, se concluye que el río Jívino posee una alta diversidad de macroinvertebrados, diversidad que podría ser influenciado a que el río tiene vegetación en gran parte de su extensión.

Palabras Clave: Macroinvertebrados Acuáticos, Afluentes Hídricos, Sistemas Acuáticos, Red Hidrográfica.

Abstract

The Jívino River has an approximate length of 80km, which crosses the Limoncocha Biological Reserve, through the territory of the Kichwa community and is also surrounded by a variety of plants and animals, since the lack of information and research on macroinvertebrates in this place, the objective was proposed to know the diversity of aquatic macroinvertebrates of the Jívino River. Sampling was carried out in the year 2021, between February and March, the sampled path had an estimated length of 62.8 km, where 12 sampling points were set in the study area. Sampling was carried out using the sweeping technique with the Surber net and the technique of removing stones and leaf litter. We analyzed the Shannon-Wiener diversity index (2.87), which indicated a medium diversity and Simpson's dominance (0.07), which was high, the accumulation curve with the Chao1 estimator (99%), resulting in an efficient sampling effort. The most abundant genera were: *Leptohyphes* with 124 individuals (17.66%), *Lugoiops* with 89 individuals (12.68%) and *Microvelia* with 62 individuals (8.83), and the least abundant genera

Recibido: 11 de febrero de 2023 /Evaluación: 20 de marzo de 2023 / Aprobado: 10 de abril de 2023

¹ Ingeniero Industrial. Docente en la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Email: dean.fidel@uigv.edu.pe

were: *Heteragrion*, *Mocrobachium* and *Agrogomphus* with 2 individuals each (0.28%), and *Dolophilodes* with 1 individual (0.14%). Based on the results, it is concluded that the Jívino river has a high diversity of macroinvertebrates, diversity that could be influenced by the fact that the river has vegetation in most of its extension.

Keywords: Aquatic macroinvertebrates, water tributaries, aquatic systems, hydrographic network.

Introducción

América Latina cuenta con una amplia diversidad de gradientes latitudinales, donde las precipitaciones varían entre los diferentes tipos de biomas, generando así la aparición de ecosistemas acuáticos (Emeap, 2018; Paz et al., 2017). Por ello, los macroinvertebrados son los diversos grupos presentes en el agua dulce, alcanzando su axioma a lo largo del desnivel latitudinal de cada territorio, por lo que son objeto de un gran número de ilustraciones, además es un indicador biológico que proporciona la búsqueda relacionada con el estado ecológico de diferentes masas de agua, según la variedad taxonómica y eficaz relacionada con sistemas de flujo y perturbaciones hidrológicas o respuestas a elementos climáticos y contextos fisicoquímicos (Villamarín et al., 2013).

Teniendo en cuenta el aumento de la deforestación debido a las permutaciones en la utilización de la tierra que conducen a mayores impactos de las acciones humanas y la falla de comprensión de las respuestas de todos los macroinvertebrados a estos cambios, se tiene que históricamente el Ecuador es un país que alberga diversidad de flora y fauna basándose en su ubicación geográfica en el Neotrópico (Cueva et al., 2019). Su red hidrográfica posee una amplia extensión que atraviesa el país y se originan en las montañas andinas (Arana et al., 2016). Por tanto, gran parte de estos sistemas hídricos de agua dulce desembocan en las cuencas principales como son el Amazonas y Pacífico (Liñero et al., 2016).

Por otro lado, se tiene que los afluentes hídricos es un recurso natural, de vital importancia para todos los seres bióticos, que intervienen en procesos biológicos esenciales para la existencia de la vida (Hanson, 2010; Terneus et al., 2007). El mal manejo de este recurso causa afectaciones a la calidad de los sistemas acuáticos y afectan directamente a varios animales, entre los que se encuentran los macroinvertebrados (Jiménez et al., 202; 1Rodríguez-Badillo, 2016).

Los macroinvertebrados acuáticos conforman al Phylum Arthropoda, son importantes presas para organismos superiores como peces, anfibios, entre otros (Carvajal, 2020; Moya, 2022). Debido a su diversidad y niveles de tolerancia se los puede encontrar en diferentes lugares (Fustamante et al., 2021) y además son indicadores del estado de los ecosistemas acuáticos, por poseer la característica de sensibilidad a variaciones naturales y antrópicas (Roldán-Pérez, 2016). Son relativamente fáciles de muestrear porque se encuentran adheridos a diferentes tipos de sustratos (Ramírez, 2010). Sus medidas varían entre 0.5 mm a 5.0 mm aproximadamente (Hanson et al., 2010).

De igual forma, se afirma que fauna de invertebrados que vive en ambientes marinos se logran distinguir en invertebrados microscópicos, cuerpos que no pueden verse simplemente debido a su tamaño microscópico (normalmente menores de 1 mm), como protozoos, nematodos, rotíferos o ciertos grupos de pequeños crustáceos que habitan en agua de lagos, lagunas, embalses y océanos, formando zooplankton. Por otro lado, los invertebrados son rigurosos con su medio y sensitivos a las variaciones, ya que tienen límites estrechos de pasividad, no son

perturbados porque son capaces de tolerar cambios, dado que las especies sensibles desaparecen, y el hábitat será asumido por grupos taxonómicas tolerantes (Herrero, 2014).

Adicionalmente, se tiene que los macroinvertebrados visibles por su mayor tamaño (normalmente de 3 a 5 mm, aunque a menudo superan varios centímetros según el grupo), incluidos los insectos, moluscos o sanguijuelas, viven principalmente en corrientes de diversos sistemas de agua normal y en las orillas del lago. De manera que, gran parte de estos cuerpos se asocian al contorno marino en sus estados larvarios y de ninfa, lo que hace que se reproduzcan como maduros y vuelvan a poner huevos, interceptando su ciclo de vida (Herrero, 2014).

Por tal motivo, indagar sobre la disposición de los macroinvertebrados en el cuerpo de agua amazónico es de gran relevancia para optimar la agudeza de los métodos que suceden en estos ecosistemas, teniendo en cuenta el papel de estos cuerpos en el ambiente, dado que forman la plataforma de la cadena alimentaria, sirviendo de alimento a otras variedades de especies, ayudando a intervenir en las localidades de otros cuerpos, puesto que son descomponedores del elemento orgánico presente en el agua y con amplia utilidad para valorar la eficacia de la misma cuando se considera orgánica (Encalada, 2010). Además, las entidades de macroinvertebrados fluviales responden en amplia medida al entorno proporcionado por los bosques ribereños, por lo que diversos cambios en las circunstancias climáticas de estas áreas se fulgurará en las entidades que allí habitan (Terneus et al., 2012).

En relación con estos estudios de diversidad de macroinvertebrados, Guerrero Chuez et al. (2021) muestran que los macroinvertebrados acuáticos están directamente relacionados con los permutaciones en los ecosistemas naturales, ya que la utilización del suelo forestal presenta la amplia variedad de invertebrados acuáticos, cuando los contextos ambientales favorecen la contaminación y disminución del agua, por lo que su representación aumenta, conllevándola a una ligera influencia de las cuantificaciones físico-químicas en la colocación por género. Asimismo, se cree que las alteraciones en las condiciones de la disposición del agua pueden deberse a cambios continuos en el uso de la tierra, ya que es importante mantener la conservación porque cada zona juega un papel preponderante en la creación de recursos acuáticos (Yáñez-Cajo, 2019).

Por ello, es necesario el levantamiento de información de macroinvertebrados acuáticos, dado que cumplen una función importante en su hábitat, logrando que estos datos permitan ser una fuente de información para futuras investigaciones. Bajo esta perspectiva, el objetivo de este estudio fue conocer la diversidad de macroinvertebrados acuáticos del río Jívino.

Metodología

Tipo de investigación

El presente estudio tuvo un enfoque cuantitativo por la recolección de muestras de macroinvertebrados de manera in-situ (Hernández et al., 2018). Por ello, se afirma que estas áreas tienen menor presencia humana, como aquellas en la región amazónica que están ubicadas en áreas de dificultoso acceso y tienen baja cohesión de población.

Establecimiento de los puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se establecieron entre los meses de febrero y marzo del 2021, con un total de 12 puntos a lo largo de 62.8 km en el río Jívino. Altitudinalmente los puntos se ubicaron entre los 260 y 320 m.s.n.m. La selección de los puntos de muestreo se dio verificando que el sitio abarque las siguientes características: Coordenadas, Parroquia y Metros sobre el nivel del mar (Nugra 2016), (Toro 2018) y Vega (2018) y que para la determinación de la ubicación de

los puntos se utilizó un GPS Garmin Montana 680 con coordenadas (Datum: WGS 1984 Zone 18N (Tabla 1).

Tabla 1

Puntos de muestreo en el río Jivino.

Número	Coordenadas		Parroquia	Metros sobre el nivel del mar
1	-0.143800	-6.887147	Tres de Noviembre	263 m.s.n.m
2	-0.162339	-6.865861	Tres de Noviembre	267 m.s.n.m
3	-0.231690	-6.820542	Enokanki	272 m.s.n.m
4	-0.248856	-6.794450	Enokanki	274 m.s.n.m
5	-0.244736	-6.823289	Enokanki	269 m.s.n.m
6	-0.392015	-6.662877	Pompeya	280 m.s.n.m
7	-0.394375	-6.657212	Pompeya	286 m.s.n.m
8	-0.395233	-6.651676	Pompeya	295 m.s.n.m
9	-0.397122	-6.644123	Pompeya	305 m.s.n.m
10	-0.402658	-6.643221	Pompeya	287 m.s.n.m
11	-0.425013	-6.638547	Pompeya	309 m.s.n.m
12	-0.432843	-6.627224	Pompeya	317 m.s.n.m

Muestreo de macroinvertebrados

Para el muestreo de macroinvertebrados, se utilizó la técnica de barrido con la red Surber y la técnica de remoción de piedras y hojarascas. Inicialmente se llevó a cabo la remoción de sedimentos y sustratos naturales del río durante el lapso de 10 minutos por cada submuestra y 1 hora por punto aproximadamente (Pérez et al., 2016). Posteriormente, con la ayuda de una pinza entomológica se procedió a sustraer los especímenes de la bandeja que fueron depositados en recipientes de vidrio de 50 ml con etanol al 70% (Silveira et al., 2004).

Identificación taxonómica

Para la identificación se procedió a sustraer las muestras de los frascos, para ser limpiadas con agua destilada, luego se colocó en un portaobjetos para llevar al estereoscopio S7-TGL-CA05 bajo un aumento de 30x para la observación de sus partes, y posteriormente los especímenes fueron colocados en posición dorsal y ventral para ser fotografiadas con una cámara digital Canon Rebel T3/EOS 1100D.

La identificación taxonómica de los especímenes fue realizada en base a las siguientes características morfológicas: Número de segmentos en el abdomen, la forma y posición de las branquias, número de filamentos caudales, la forma del fémur, el número de segmentos en las antenas, la posición de las patas en los segmentos abdominales, ubicación de los ojos, formas y números de las setas en las patas, forma de la cabeza, forma de los denticulos, forma de la tibia, etc (Roldan, 1988; Merritt & Cummins, 1996; Domínguez & Fernández, 2009 ; Flower & De la Rosa, 2010; Ramírez, 2010; Springer, 2010; Quintana et al., 2014; Pérez et al., 2016).

Estimación de la riqueza con el estimador Chao 1

Para el procesamiento de datos de estimación de riqueza se realizó una curva de acumulación, con el estimador no paramétrico Chao 1, con el fin de ver el número de los posibles géneros del área con relación al esfuerzo de muestreo (Jiménez- Valverde & Hortal, 2000).

Índices de diversidad biológica

Los análisis para la diversidad fueron realizados por los índices de Shannon-Wiener y Simpson, además se empleó el índice de similitud de Jaccard.

Análisis de datos

Inicialmente, las variables de riqueza y abundancia fueron organizadas en hojas de cálculo Microsoft Excel, en la abundancia relativa se tomó en cuenta el número de individuos del género en relación con el número total de individuos por los géneros para ser graficadas. Para la determinación de los valores de Simpson y Shannon -Wiener se utilizó el programa de Past4.13 (Hammer et al., 2001). La curva de acumulación especies y el estimador no paramétrico Chao 1 fue realizado en el software EstimateS versión 9.1 (Ding et al., 2021) y representadas gráficamente a través del Software Graphpad Prim 8 (Swift et al., 1997). Finalmente, llevo a cabo un análisis de similitud de Jaccard con algoritmo UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic) de grupos pareados, con la ayuda del Software PAST 4.13 (Hammer et al., 2001).

Resultados y discusión

Análisis de Riqueza

En los 12 puntos de muestreo, se encontraron 28 géneros *Phylloicus* con 3 individuos; *Smicridea* con 11 individuos; *Helicopsyche* con 5 individuos; *Dolophilodes* 1 individuo; *Leptobasis* con 23 individuos; *Agriogomphus* con 2 individuos; *Brechmorhoga* con 15 individuos; *Heteragrion* con 2 individuos; *Lugoiops* con 89 individuos; *Leptohyphes* con 124 individuos; *Euthyplocia* con 20 individuos; *Homoeoneuria* con 18 individuos; *Microvelia* con 62 individuos; *Brachymetra* con 35 individuos; *Cryphocricos* con 10 individuos; *Macrelmis* con 32 individuos; *Psephenops* con 32 individuos; *Proezzia* con 16 individuos; *Ichtiocladus* con 9 individuos; *Pygulopsis* con 23 individuos; *Melanoides* con 12 individuos; *Macrobachium* con 2 individuos; *Pomacea* con 2 individuos; *Neocurtilla* 25 especies, *Anacroneuria* con 56 individuos; *Hydrachna* con 14 individuos, *Atanatolica* con 45 individuos y *Dugesia* con 7 individuos.

Asimismo, corresponden a 28 familias: 5 familias (Leptoceridae, Calamoceratidae, Hydropsychidae, Helicopsychidae, Philopotamidae); 4 familias (Coenagrionidae, Gomphidae, Libellulidae, Megapodagrionidae); 4 familias (Baetidae, Leptophlebiidae, Euthyplociidae, Oligoneuridae); 3 familias (Veliidae, Gerridae, Naucoridae); 2 familias (Elmidae, Psephenidae); 2 familias (Ceratopogonidae, Chironomidae); 2 familias (Hydrobiidae, Thiaridae); 1 familia (Palaeomonidae); 1 familia (Ampullariidae); 1 familia (Gryllotalpidae); 1 familia (Perlidae); 1 familia (Hidrachnidae); 1 familia (Leptoceridae) y 1 familia (Planariidae). Por otro lado, posee 13 órdenes tales como: Trichoptera; Odonata; Ephemeroptera; Hemiptera; Coleoptera; Diptera; Gastropoda; Decapoda; Gasteropoda; Orthoptera; Plecoptera; Prostigmata, Trichoptera y la orden Tricadida (Anexo 1).

En esta investigación de forma ordinaria se comienza a representar semejanzas en diversos estudios como el llevado a cabo por Rodríguez (2016) muestra el registro de 14 órdenes, 40 familias en la región Amazónica, y el estudio de indicadores permite aclarar que la eficacia del agua del río disminuye significativamente bajo el dominio de las zonas urbanas y que según uno de los indicadores (IBF-SV) logra sufrir un positivo desempeño al salir de las zonas urbanas, esto

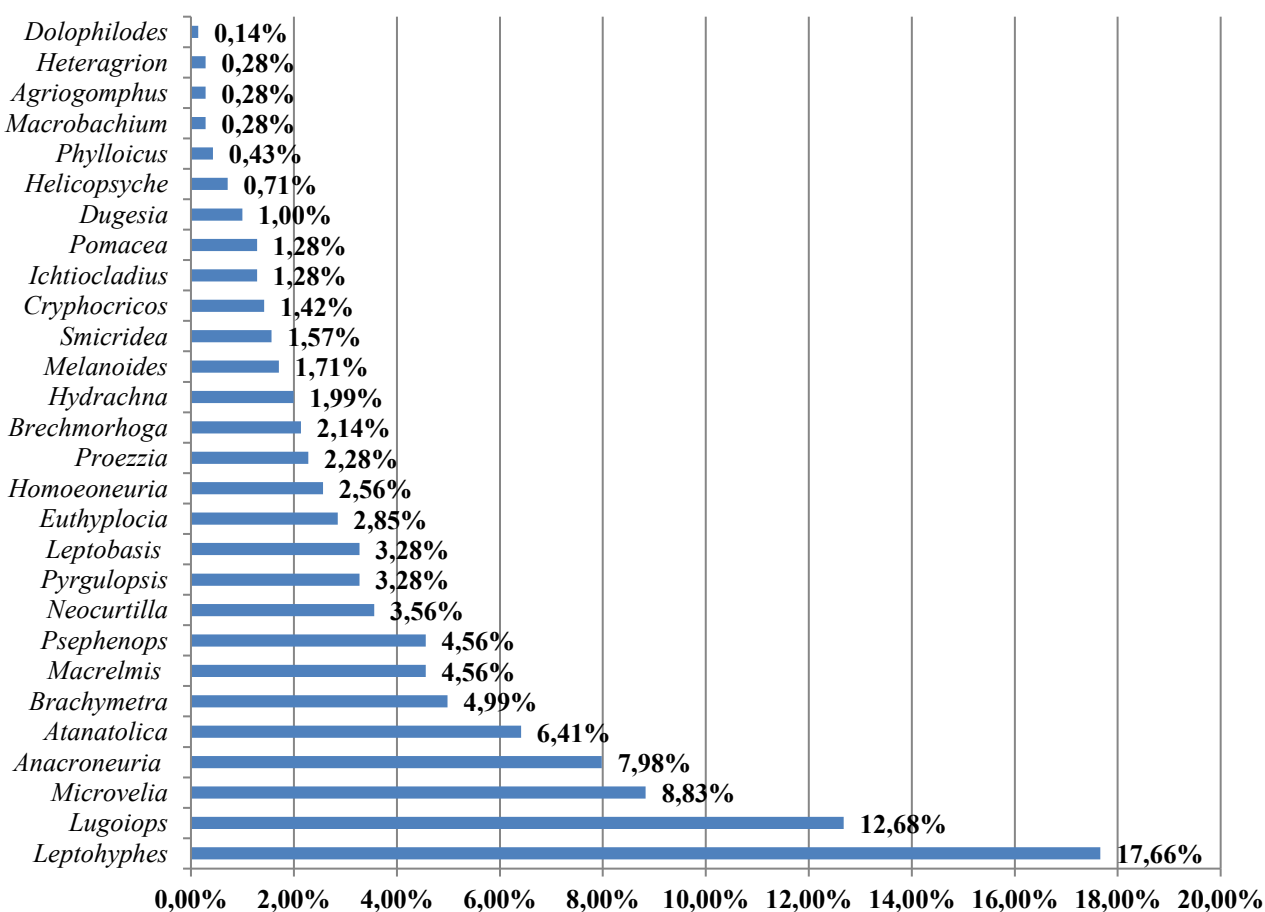
es evidente a partir de la correlación llevada a cabo dentro del estudio. Asimismo, la investigación realizada por Alvear (2022) logró encontrar 20 órdenes en 44 familias respectivamente, indican que el análisis multivariado en cuanto a la calidad superior del agua posee altos porcentajes de pH y DO caracterizó a FT; mientras que los niveles altos de TDS, turbidez y temperatura están relacionadas con los transgénicos.

Análisis de abundancia relativa

La abundancia relativa de macroinvertebrados alcanzó 702 individuos, distribuidos en 13 órdenes, 28 familias, 28 géneros. Los géneros con mayor presencia fueron *Leptohyphes* con el 17,66%, seguido de *Lugoiops* con el 12,68 % y *Microvelia* con el 8,83% estos géneros con mayor presencia pueden deberse a cuentan con características adaptables (Roldan, 1988). Por el contrario, los géneros con menor abundancia fueron *Dolophilodes* con el 0.14%, seguido de *Heteragrion* con 0.28%, *Agriogomphus* con 0.28%, *Macrobacchium* con el 0.28% y *Phylloicus* con el 0,43% cuentan con la característica de sensibilidad a agua turbias (Roldan, 1988) (Figura 2).

Figura 2

Abundancia de géneros de los macroinvertebrados acuáticos en el río Jívino.



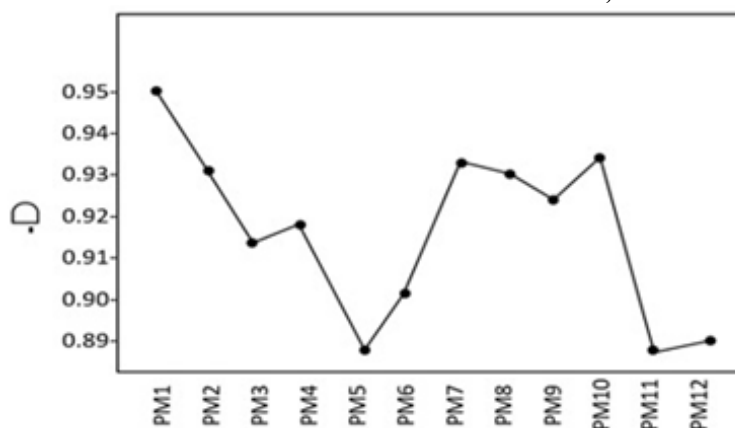
Índice de diversidad

La Figura 3 muestra la diversidad de géneros determinada por el índice de Shannon-Wiener para el área de estudio fue de 2.87, revelando que la muestra posee una diversidad alta.

Estos resultados obtenidos concuerdan con la investigación realizada por Piñeros-Garzón (2019) que obtuvo de 2.407 a 3.084, en los cuales probablemente sea por existe la presencia de vegetación propias en zonas tropicales permitiendo mejores condiciones de vida para los macroinvertebrados. Asimismo, los puntos de muestreo de forma individual lograron alcanzar los siguientes valores de diversidad: PM1 (3.059), PM2 (2.917), PM3 (2.704), PM4 (2.777), PM5 (2.465), PM6 (2.53), PM7 (2.847), PM8 (2.846), PM9 (2.69), PM10 (2.887), PM11 (2.405), PM (2.509). El PM 5 y 11 se encuentran con una diversidad media puede ser debido a presencia de deforestación que afectaría la estabilidad de individuos que habitan la zona (Robalino, 2022).

Figura 3

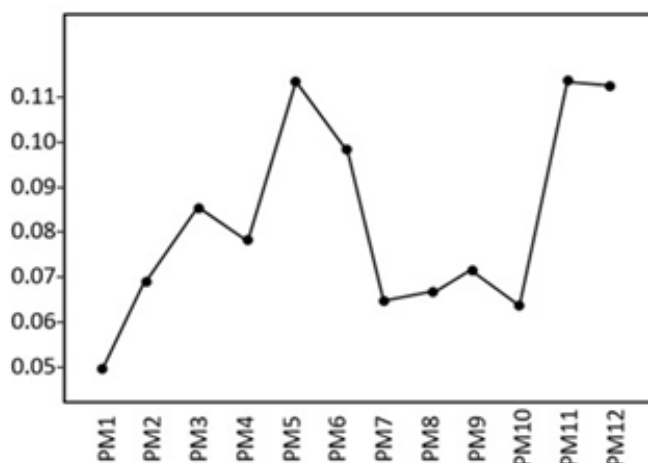
Diversidad de Shannon- Wiener de macroinvertebrados acuáticos, río Jívino.



Por otro lado, la Figura 4 describe la Diversidad de Simpson de macroinvertebrados acuáticos, río Jívino es alta (0,07) y en la dominancia de Simpson, observándose un valor desde 0,92 cercanos a 1, indicando una baja dominancia de la muestra. Por lo tanto, esto demuestra la posibilidad de que dos individuos capturados en cada una de las zonas sean del mismo género es baja, esto podría deberse a la homogeneidad de la zona de muestreo. Para Piñeros-Garzón (2019) realizado en condiciones similares con este estudio la clara similitud es que la diversidad de Simpson por el autor muestra que es de 0.1036 a 0.1784 dando una diversidad alta y a su vez una baja dominancia.

Figura 4

Diversidad de Simpson de macroinvertebrados acuáticos, río Jívino.

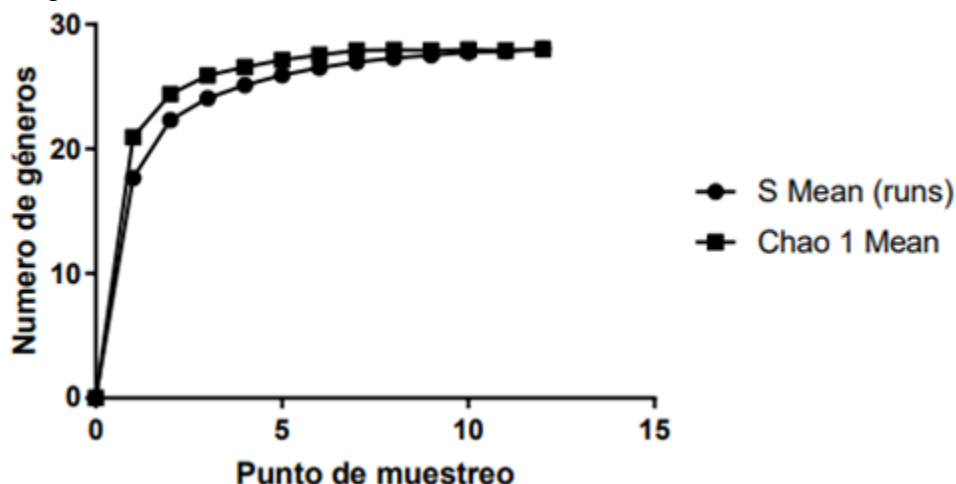


Estimación de riqueza con el estimador Chao 1

La Figura 5, muestra los datos obtenidos e identificados hasta nivel de género que corresponden al 99% de los taxones esperados, según el estimador Chao 1. Si bien el porcentaje alcanzado indica un esfuerzo de muestreo eficiente (28.7).

Figura 5.

Los géneros esperados de macroinvertebrados acuáticos del río Jívino.



Este resultado concuerda con lo investigado por Chavez (2021) donde obtuvo el 91,3%, 73,6 % y 88,6 % de los taxones esperados, podría deberse a las características físicas iguales entre los puntos de muestreo. En la curva de acumulación refleja que partir del tercer punto se llegó a una estabilidad, lo que existiría pocas posibilidades de registrar más géneros. Por el contrario, el estudio de Piñeros (2019) en la curva de acumulación no se llega a tener una estabilidad, lo que demuestra que el esfuerzo no fue suficiente para encontrar todos los géneros presentes. Esto podría deberse al uso de tiempo empleado en cada muestreo dicho por Alperin & Skorupka (2014) con más tiempo es aumentar la precisión de la muestra.

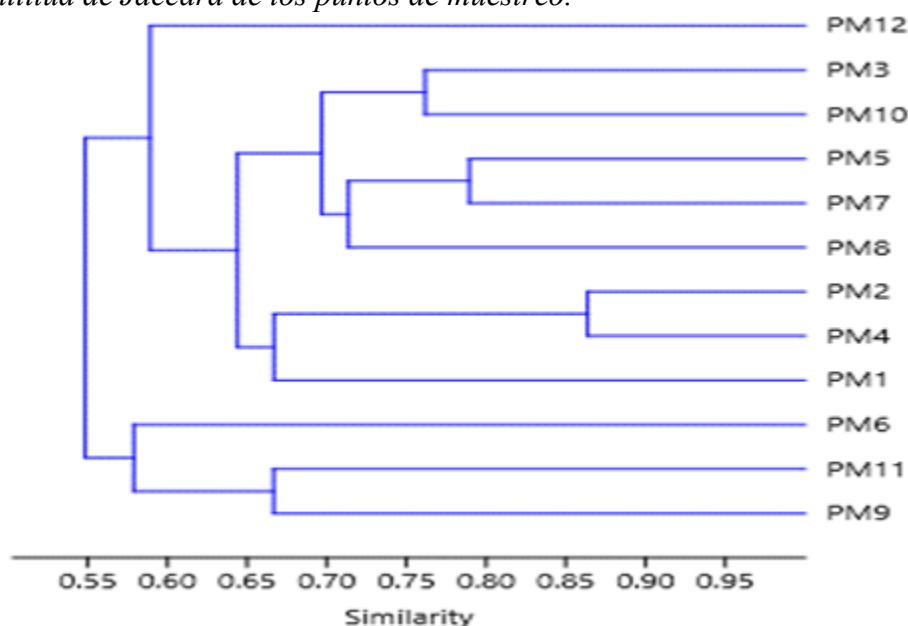
Análisis del índice de similitud de Jaccard

La Figura 6 muestra la composición de macroinvertebrados el clúster de similitud de Jaccard empieza desde el 0.55, muestra tres grupos más similares; el punto de muestreo 2 y 4 con

el 86% de similitud (19 géneros compartidos) pudo deberse a que en estos dos puntos existió una vegetación propia a ecosistemas tropicales, acumulación de vegetación descompuesta. Según Blinn y Kilgore (2001) el bosque primario permite reducir la escorrentía, atrapar sedimentos que se desprenden del suelo y de esta manera proteger la diversidad de macroinvertebrados; El punto 6 y 12 no comparten géneros con los otros puntos esto probablemente sería porque en estos puntos se tenía asentamiento humano donde se ve interrumpido el ecosistema dañando la fauna propios de dicho lugar (Delpietro & Russo 1996). Adicionalmente Alonso (2009), afirma que la ausencia de vegetación primaria disminuye la composición de macroinvertebrados acuáticos.

Figura 6

Índice de similitud de Jaccard de los puntos de muestreo.



En lo que respecta al índice de similitud de Jaccard se tiene que mediante un estudio llevado a cabo por Leiva (2022) hallaron 13 géneros de macroinvertebrados, con máxima riqueza el estudio de similitud de Jaccard distinguió tiempo seco y lluvioso. De igual forma, la investigación muestra que río Rímac exhibe diferenciaciones espaciales y transitorias que guardan relación con los componentes climáticos y biológicos teniendo en cuenta la diversidad de macroinvertebrados, que debería ser objeto de un procedimiento de manejo y conservación.

Conclusión

Se determinó la riqueza de macroinvertebrados acuáticos en el río Jívino, se recolectó 702 individuos, 13 órdenes, distribuidos en 28 familias y 28 géneros. Predominando el orden Trichoptera seguido de Odonata y Ephemeroptera. Con base a las familias, fueron Leptophlebiidae, seguida de Baetidae y Veliidae, además los géneros más representativos fueron *Leptohyphes*, *Lugoiops* y *Microvelia*.

De manera que, el resultado del índice de diversidad de Shannon y de diversidad de dominancia de Simpson, que el río Jívino tiene una diversidad alta, se puede afirmar que la propagación de los macroinvertebrados podría deberse a las características alrededor del río eran semejantes, ya que esta diversidad podría atribuirse a que el río tiene vegetación arbórea en las orillas del río. Asimismo, los puntos de muestreo que mayor similitud presentan son: PM 2 y PM 4 en comparación a otros puntos, podría contribuirse a que estos dos puntos tenían acumulación de hojarasca.

Por tanto, este estudio marca una línea trascendental por la información lograda, porque estos son los primeros datos que representan la diversidad de macroinvertebrados en el río Jívino. Finalmente, estos resultados servirán como línea base para proyectos investigativos venideros y para ayudar a la conservación, con el fin de rescatar los ríos amazónicos y proteger la diversidad existente en el río Jívino.

Referencias bibliográficas

- Alperin, M., & Skorupka, C. (2014). Métodos de muestreo. *Muestreo: técnica de selección de una muestra a partir de una población*.
- Alvear Sayavedra, C. D. (2022). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua a lo largo de un gradiente antrópico en la cuenca alta del Río Napo (Doctoral dissertation).
- Arias Arroyo, G. C. (2011). Biodiversidad.
- Armiñana, R., Fimia, R., Iannacone, J., Guerra, Y., Zambrano, F., & Leyva, J. (2020). Construcción y utilización de claves dicotómicas para la identificación de diferentes taxones de vertebrados en Cuba. *Biotempo*, 17(1), 23-35.
- Ayala Salazar, C. J., & Vera Vasquez, G. (2020). Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores y su relación con los parámetros fisicoquímicos de agua del río San Lucas, Cajamarca, 2018–2019. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/29237>
- Cummins, KW y Klug, MJ (1979). Ecología alimentaria de invertebrados de arroyos. *Revista anual de ecología y sistemática*, 10 (1), 147-172.
- Delpietro, H. A., & Russo, R. G. (1996). Aspectos ecológicos y epidemiológicos de la agresión del vampiro y de la rabia paralítica en la Argentina y análisis de las propuestas efectuadas para su control. *Rev. Scient. Tech*, 15(3), 971-984.
- Dudgeon, D. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biol. Rev. Camb. Philos.* 81: 163-182.
- Encalada, A. (2010). Funciones ecosistémicas y diversidad de los ríos: Reflexiones sobre el concepto de caudal ecológico y su aplicación en el Ecuador, *Polemika*, 5, 40.
- Escalante, T., & Morrone, J. J. (2002). Métodos para medir la biodiversidad. *Acta zoológica mexicana*, (85), 195-196.
- Gallozo, A., & Yauri, J. (2017). Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua, relacionados con metales pesados en la sub cuenca Yanayacu- Ancash, 2015-abril 2016. http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2011/T033_45496.802_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- González, S., Ramírez, Y., Meza, A. Dias, L. (2012). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua de quebradas abastecedoras del municipio de Manizales *Boletín Científico Museo Historia Natural*, 16(2), 135 - 148

- Guerrero Chuez, N. M., Urdánigo Zambrano, J. P., & Nieto Cañarte, C. A. (2021). Estructura de macroinvertebrados acuáticos y su relación con usos de suelo en la cuenca alta del río Quevedo. *Ingeniería E Innovación*, 9(2). <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rri/article/view/2427>
- Halffter, G., & Ezcurra, E. (1992). La diversidad biológica de Iberoamérica (Vol. 1). CYTED-D, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, AC, Secretaría de Desarrollo Social.
- Hanson, P., Springer, M. y Ramírez, A. (2010). Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de biología tropical*, 58, 3-37.
- Herrera, W. J. H., Rodríguez, J. T. U., & Mateo, S. S. (2018). El ancho del bosque ripario en la diversidad herbácea, avifauna y arbórea, microcuenca Santa Cruz, subcuenca río Viejo, Estelí, Nicaragua. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad*, 4(1), 1-5. <https://doi.org/10.2307/2666209>
- Herrero, T. (2014). Impacto de los drenajes ácidos en los ecosistemas acuáticos producidos por la minería del carbón en El Bierzo: bioacumulación de metales pesados y evolución de las comunidades biológicas. España. Universidad de León.
- Jaccard, P. (1901). Distribution de la Flore Alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques régions voisines. *Bulletin de La Societe Vaudoise Des Sciences Naturelles*, 37, 241–272. <https://doi.org/10.5169/seals-266440>
- Jeffries, M. O., Morris, K., Weeks, W. F., & Worby, A. P. (1997). Seasonal variations in the properties and structural composition of sea ice and snow cover in the Bellingshausen and Amundsen Seas, Antarctica. *Journal of Glaciology*, 43(143), 138-151.
- Ladrera, R. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Páginas de información ambiental*, 39: 24–29.
- Lévêque, C., Oberdorff, T., Paugy, D., Stiassny, M. L. J., & Tedesco, P. A. (2008).
- Merritt, R., Cummins, K., & Berg, M. (2017). Trophic Relationships of Macroinvertebrates. In *Methods in Stream Ecology: Third Edition* (pp. 413– 433). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416558-8.00020-2>
- Pérez, A., Salazar, N., Aguirre, F., Font, M., Zamora, E., Córdova, A., & Acosta, K. (2016). Guía de Macroinvertebrados Bentónicos de la Provincia de Orellana (Primera). Asociación Catalana dEnginyeria Sense Fronteres. <https://n9.cl/dbiys>
- Piñeros, K. (2019). Composición y estructura de macroinvertebrados en una laguna amazónica, del municipio de calamar (Guaviare, Colombia). Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15947/Pi%C3%B1erosGarz%C3%B3nKatherine2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, A. (2010). Capítulo 2: Métodos de recolección. *Revista de Biología Tropical*, 58, 41-50.
- Rico-Sánchez, A., Rodríguez-Romero, A., López-López, E. & Sedeño-Díaz, J. (2014). Patrones de variación espacial y temporal de los macroinvertebrados acuáticos en la Laguna de Tecocomulco, Hidalgo (México) *Rev. Biol. Trop.* 62(2), 81-96,
- Robalino, B. D. P., & Pincay, W. E. V. (2022). El Efecto de la Tala de Árboles en la Reserva Forestal Arenillas, el Daño Ambiental en relación con el Debido Proceso. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(1), 56.
- Rodríguez Badillo, L., Ríos Guayasamín, P., Espinosa Chico, M., Cedeño Loja, P., & Jiménez Ortiz, G. (2016). Caracterización de la calidad de agua mediante macroinvertebrados bentónicos en el río Puyo, en la Amazonía Ecuatoriana. *Hidrobiológica*, 26(3), 497-507.

- Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical. <https://n9.cl/lsmnb>
- Sabatini, F. M., Burrascano, S., Keeton, W. S., Levers, C., Lindner, M., Pötschner, F. Verkerk, P. J., Bauhus, J., Buchwald, E., Chaskovsky, O., Debaive, N., Horváth, F., Garbarino, M., Grigoriadis, N., Lombardi, F., Marques Duarte, I., Meyer, P. Midteng, R., Mikac, S., Mikoláš, M., Motta, R., Mozgeris, G., Nunes, L., - Panayotov, M., Ódor, P., Rodríguez, A., Simovski, B., Stillhard, J., Svododa, M., Szwagrzyk, J., Olli-Pekka, T., Romano, V., Vrska, T., Zlatanov, T., Kuemmerle, T. (2018). Where are Europe's last primary forests? Diversity and Distributions, 24(10), 1426–1439. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ddi.12778>
- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949). The mathematical theory of communication. https://pure.mpg.de/rest/items/item_2383164/component/file_2383163/content
- Simpson, E. H., (1949), Mesurment of Divenity, Nature, 163(4148): 688.
- Solbrig, O. (1991) Biodiversity: scientific issues and collaborative research proposals. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000093874>
- Solís V, Madrigal P, Ayales I (1998) *Convenio sobre la diversidad biológica. Un texto para todos*. Convention on Biological Diversity Secretariat. UICN, FES, FAO, FARBEN. San José, Costa Rica. 49 pp.
- Solórzano, I., & Velásquez, C. (2019). Calidad de agua mediante macroinvertebrados acuáticos en el río Chone. (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López). <https://n9.cl/z25vu>
- Sumudumali, I., & Jayawardana, J. (2021). A Review of Biological Monitoring of Aquatic Ecosystems Approaches: with Special Reference to Macroinvertebrates and Pesticide Pollution. Environmental Management, 67. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01423-0>
- Terneus, E., Hernández, K. & Racines, M. 2012. Evaluación Ecológica del río Lliquino a través de macroinvertebrados acuáticos, Pastaza-Ecuador. *Revista de Ciencias*, 31-45.
- Thelma, S. S. (2012). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos de la calidad del agua en el Río Gil González y tributarios más importantes, Rivas, Nicaragua. *Universidad y Ciencia*, 6(9), 38-46. <https://doi.org/10.5377/uyc.v6i9.1958>
- Tundisi, J. G., & Tundisi, T. M. (2012). Limnology. CRC Press <https://n9.cl/qzjcw>
- Villamarín, C., Rieradevall, M., Paul, M. J., Barbour, M. T. Prat, N. (2013). A tool to assess the ecological condition of tropical high Andean streams in Ecuador and Peru: The IMEERA index. *Ecological Indicators*, 29, 79-92.
- Wallace, J.B. & J.R. Webster. 1996. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 41: 115-139.
- Yáñez-Cajo, D., Valencia, N., Carvajal, L., Aguas, W. y López-Parra, J. (2019). Estructura de la comunidad de Macroinvertebrados del Río Jatunhuayco EPMAPS, Reserva Ecológica Antisana, sistema de captación del agua de Quito. *Boletín Técnico 14, Serie Zoológica* 14-15, 21-34.