

## Inventario de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del río Utcubamba, región Amazonas (Perú)

### Inventory of benthic macroinvertebrates in the Utcubamba river basin, Amazonas region (Peru)

Jorge L. Maicelo Quintana<sup>1\*</sup>, Karen Analí Miñano Guevara<sup>2</sup>, William Bardales Escalante<sup>3</sup> y Santos Triunfo Leiva Espinoza<sup>4</sup>

#### RESUMEN

En el presente estudio, se aporta el inventario de macroinvertebrados acuáticos recolectados en la cuenca del río Utcubamba (región Amazonas), a través de dos muestreos realizados en los años 2014 y 2015. Estos muestreos se correspondieron con la época semiseca y la época de estiaje, respectivamente. Se establecieron 43 puntos de muestreo a lo largo del cauce principal y tributarios más importantes desde su nacimiento a su desembocadura. Se contabilizaron 63 familias distribuidas en siete clases y 20 órdenes. El orden Coleoptera fue el más diverso, con 12 familias diferentes identificadas, y el orden Trichoptera el más abundante, con un 51% del total de individuos. Asimismo, la familia Leptoceridae fue la más abundante con un 44,1% del total de registros. Las dos épocas muestreadas mostraron resultados similares tanto en diversidad como en abundancia de macroinvertebrados. La época seca presentó valores un tanto superiores debido a la ausencia de factores de perturbación de origen climático.

**Palabras clave:** Bioindicadores, calidad del agua, invertebrados, cuenca altoandina

#### ABSTRACT

In the present study, the inventory of aquatic macroinvertebrates collected in the Utcubamba river basin (Amazonas region) is presented through two samplings carried out in the years 2014 and 2015. These samples corresponded to the semi-dry season, and the dry season, respectively. A total of 43 sampling points were established along the main channel and the most important tributaries from its beginning to its base level. There were 63 families distributed in seven classes and 20 orders, being the order Coleoptera the most diverse, with 12 different families identified, and the order Trichoptera the most abundant, with 51% of the total of individuals. Likewise, the Leptoceridae family was the most abundant with 44.1% of the total records. The two sampled seasons showed similar results in diversity and in abundance of macroinvertebrates, presenting the dry season values somewhat higher due to the absence of disturbing factors of climatic origin.

**Keywords:** Bioindicators, water quality, invertebrates, high Andean basin

<sup>1</sup>Ingeniero Zootecnista. Investigador del INDES-CES, UNTRM.

<sup>2</sup>Bióloga. Investigadora del INDES-CES, UNTRM. E-mail: kamy\_15\_5@untrm.edu.pe

<sup>3</sup>Médico Veterinario. Docente de la UNTRM. william.bardales@untrm.edu.pe

<sup>4</sup>Ingeniero Agrónomo. Investigador del INDES-CES. E-mail: santos.leiva@untrm.edu.pe

\* Autor de correspondencia. E-mail: jmaicelo@indes-ces.edu.pe

## I. INTRODUCCIÓN

Los macroinvertebrados acuáticos son todos aquellos organismos que viven en el fondo de sistemas acuáticos tales como ríos o lagos y están adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas. Se les denomina macroinvertebrados porque su tamaño va de 0,5 mm a 5 mm aproximadamente, lo que permite observarlos a simple vista. Principalmente, sus comunidades están constituidas por insectos, moluscos y crustáceos. Los macroinvertebrados acuáticos forman una parte muy importante de los ecosistemas acuáticos al participar en la mayoría de procesos ecológicos de los mismos (Rueda *et al.*, 2013). Algunos de estos procesos son el control de los productores primarios como las algas, la fragmentación y mineralización de material que cae en el río como la hojarasca (Millett y Prat, 1984; Nielsen, 2011), o para servir de alimento para animales terrestres como las aves, las arañas o los murciélagos. En algunos casos, su dieta depende casi exclusivamente de los macroinvertebrados acuáticos (Álvarez, 2005). En algunos lugares, los adultos terrestres de los macroinvertebrados acuáticos son además una parte importante de la biomasa de artrópodos en las zonas ribereñas (Hanson *et al.*, 2010).

Además de la importancia para los ecosistemas acuáticos, los macroinvertebrados acuáticos se usan como bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua (e.g. Peligro y Jumawan, 2015; Roldán-Pérez, 2016). Por ello, en los últimos años ha aumentado el interés en estos, ya que para esta evaluación se siguen índices de calidad que necesitan un inventario previo (Gutiérrez-Fonseca *et al.*, 2013). Sin embargo, los inventarios de macroinvertebrados acuáticos son escasos en países del trópico, de manera que su realización es importante y necesaria en estas latitudes (Prennda y Ramos-Merchante, 2013). En este sentido, los inventarios son precisos para conocer a fondo toda la flora y fauna de un lugar en concreto y así mejorar el conocimiento de los procesos ecológicos que se dan en esa zona (Ocaña *et al.*, 2012). Esto ayuda en la aplicación de medidas, políticas, leyes para conservar los ecosistemas, para describir la estructura y diversidad de las comunidades en una zona (Calero-Mejía, *et al.*, 2014), o simplemente para conocer su distribución biogeográfica (Boets *et al.*, 2016).

La realización de inventarios de macroinvertebrados acuáticos es común cuando se elaboran índices o cuando se quiere comprobar si la restauración de un ecosistema va por buen camino (Reyes-Morales, 2013); así, en Europa, son muchos los países (e.g. Alba-Tercedor *et al.*, 2002; Mondy *et al.*, 2012) que han desarrollado índices adaptados a sus sistemas fluviales. Lo mismo ocurre en Norteamérica, con Canadá (Armanini *et al.*, 2011) o Estados Unidos (Relyea *et al.*, 2012), los que generan conjuntos de inventarios para el logro de un mejor conocimiento sobre sus aguas continentales, especialmente si en estas zonas darán actividades económicas como la extracción de petróleo y gas (Cott *et al.*, 2014).

En Sudamérica, el creciente interés por conocer la calidad de sus sistemas acuáticos ha desembocado en un aumento de los inventarios de macroinvertebrados acuáticos. Colombia es uno de los países con mejor documentación sobre estos seres vivos (Roldán-Pérez, 2016). Perú se encuentra en una situación paralela al propio continente, y en la última década, los estudios sobre calidad de aguas mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos han ido en aumento, traducidos en algunos casos en índices propios o adaptados (Acosta *et al.*, 2009; Villamarín *et al.*, 2013).

De esta forma, a través del presente estudio se busca realizar un inventario faunístico de los macroinvertebrados de la cuenca del río Utcubamba, con el objetivo de completar el vacío existente en la región Amazonas de Perú a este respecto.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### *Área de estudio*

El río Utcubamba pertenece a la vertiente occidental de los Andes orientales del norte de Perú. Nace en torno a los 3100 m s. n. m. en las proximidades del cerro Punta de Arena, en la provincia de Chachapoyas; desemboca en el río Marañón, provincia de Bagua y atraviesa cinco de las siete provincias que forman la región Amazonas (Figura 1). Se trata de una cuenca hidrográfica localizada dentro de los ecosistemas de bosques tropicales estacionalmente secos, en la cuenca media y baja del río Utcubamba, y de los bosques pluviales montanos en la cuenca alta (León *et al.*, 2006). Cuenta con una superficie de 6 650,07 km<sup>2</sup> y una longitud aproximada de 250 km de cauce principal.

El uso de tierra en la cuenca está condicionado por la altitud y la temperatura, de tal forma que en la cuenca alta del río Utcubamba, sus principales tributarios practican la actividad ganadera. En tanto, en las cuen-

cas media baja, los principales usos derivan de la agricultura, con grandes latifundios de café en el tramo medio, y de arroz en el bajo.

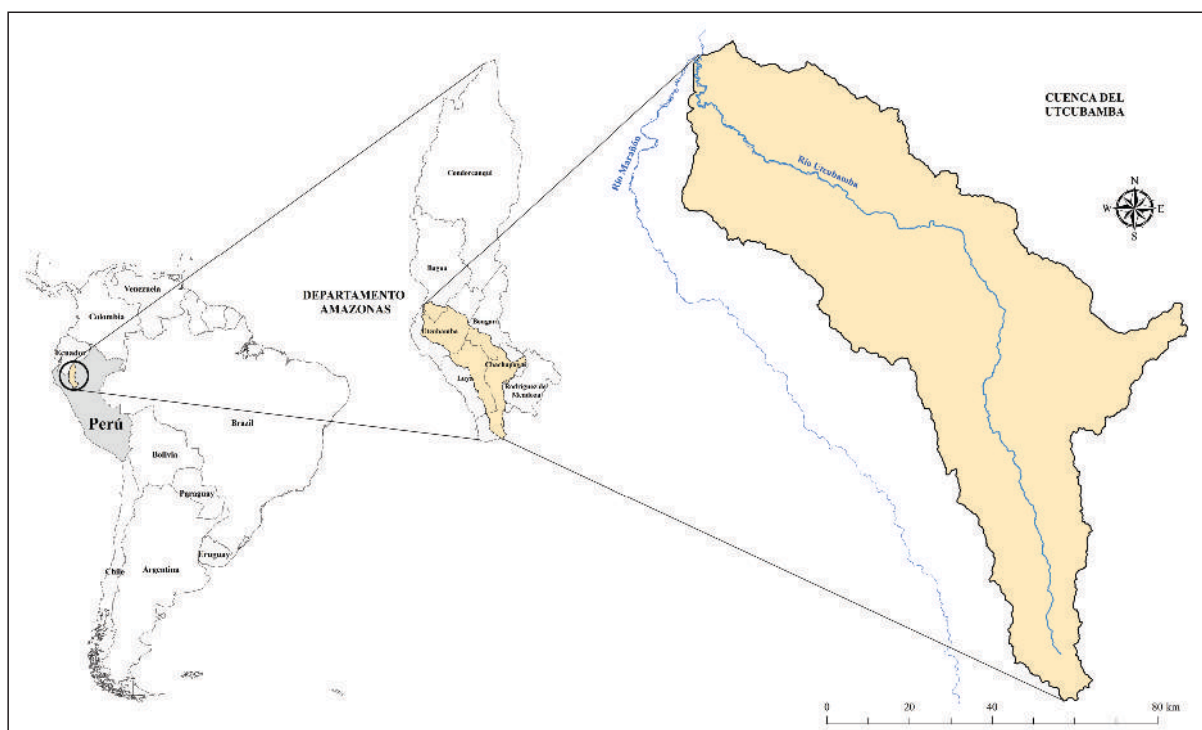


Figura 1. Mapa de ubicación de la cuenca del Utcubamba

### Muestreo de macroinvertebrados

Se realizaron dos campañas de muestreo en los meses de octubre de 2014 y agosto de 2015. La primera correspondiendo con la estación simiesca y la segunda a la seca. Se establecieron 43 estaciones de muestreo a lo largo de la cuenca principal y en los tributarios más importantes e influyentes en la misma (Figura 2).

En cada estación, se realizó un muestreo semicuantitativo de macroinvertebrados con una manga de red de nylon de 250  $\mu\text{m}$  en todos los microhábitats posibles propuestos en el protocolo GUADALMED (Jáimez-Cuéllar *et al.*, 2002). Las muestras fueron conservadas en alcohol al 70 % para su posterior limpieza e identificación, con la ayuda de una lupa estereoscópica en el Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. La identificación taxonómica de los

individuos colectados fue a nivel de familia y para ello se utilizaron las claves taxonómicas desarrolladas por Domínguez y Fernández (2009).

### III. RESULTADOS

#### *Riqueza total de familias*

Se colectaron un total de 53 494 individuos correspondientes a siete clases, 20 órdenes y 63 familias de macroinvertebrados acuáticos. Los órdenes más diversos fueron Coleoptera con 12 familias, Trichoptera con 11 familias y Diptera con 10 familias (Figura 3).

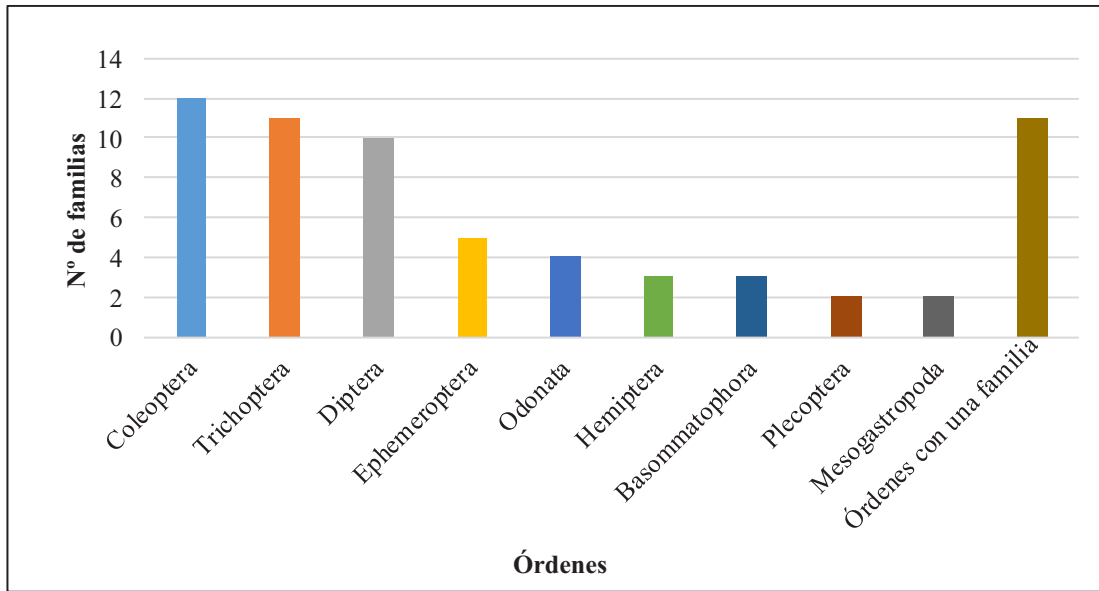


Figura 3. Diversidad de familias colectadas en la cuenca del río Utcubamba

Con respecto a la abundancia, el orden con mayor número de individuos fue Trichoptera, con un 51 %, seguido de Diptera y Ephemeroptera con un 25 % y un

14 %, respectivamente. Los órdenes restantes representaron solo el 10 % de la abundancia total (Figura 4).

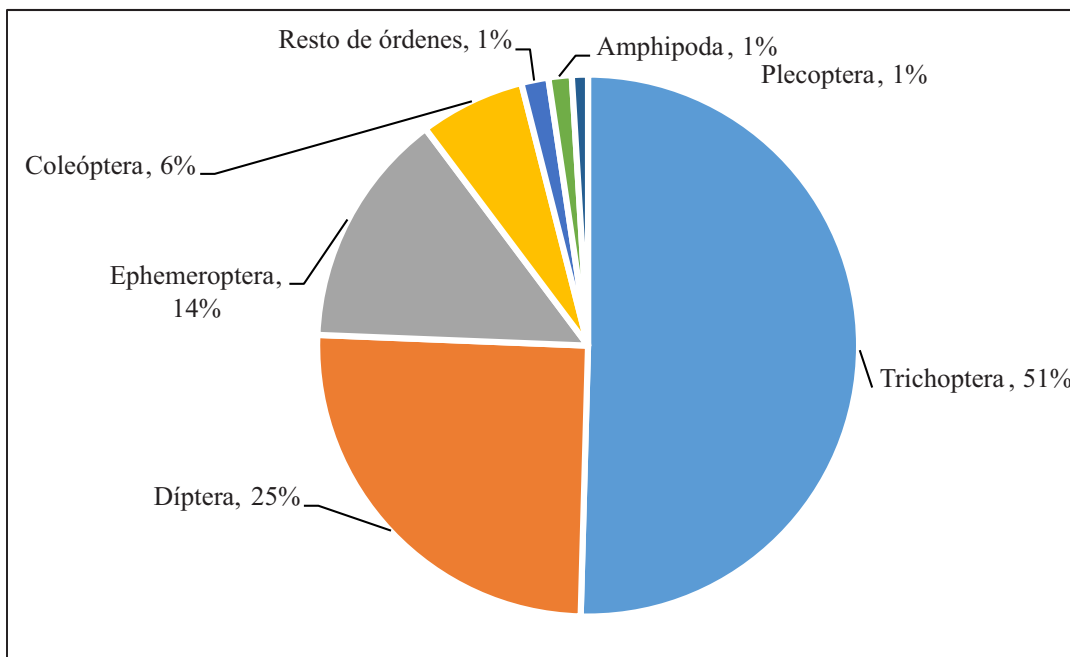


Figura 4. Abundancia de individuos en función de los órdenes colectados en la cuenca del río Utcubamba.

En tal sentido, la familia con mayor número de individuos inventariados fue Leptoceridae (Trichoptera) con un 44,1 %, seguida de Simuliidae (Diptera) con un 13,1 %, y de Chironomidae (Diptera) y Baetidae

(Ephemeroptera), con un 11 % y un 10,5 % respectivamente. Finalmente, la abundancia de las familias restantes estuvo por debajo del 5%. (Figura 5)

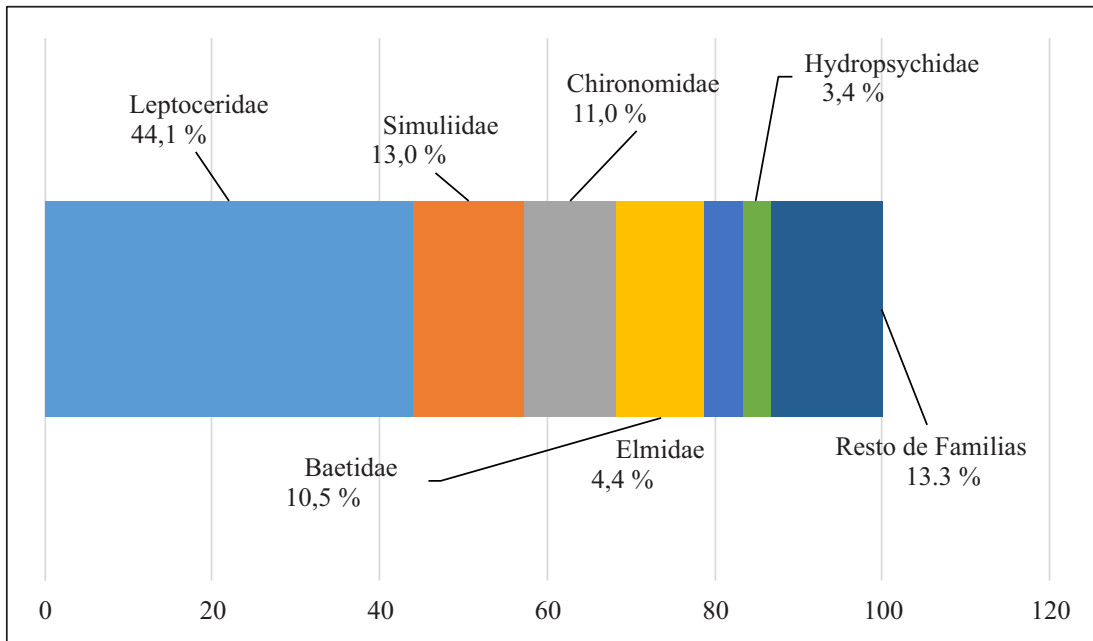


Figura 5. Abundancia de individuos en función de las familias colectadas en la cuenca del río Utcubamba

**Época semiseca (octubre 2014)**

Durante el muestreo realizado en el mes de octubre de 2014, se capturaron un total de 16 062 individuos que correspondieron a siete clases, 19 órdenes y 58 fami-

lias de macroinvertebrados acuáticos. Los órdenes más diversos fueron Trichoptera y Coleoptera, ambos con 11 familias, y Diptera con 10 familias (Figura 6).

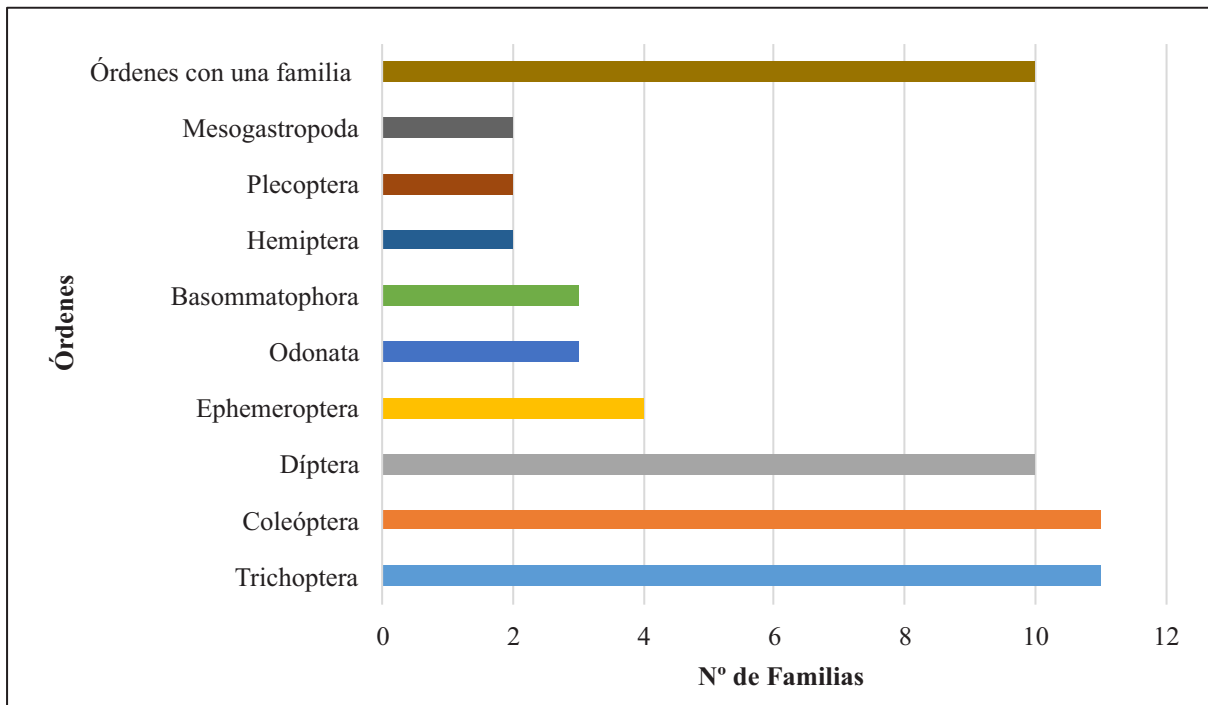


Figura 6. Diversidad de familias colectadas en octubre de 2014

Con respecto a la abundancia, los órdenes con mayor cantidad de individuos fueron Trichoptera y Diptera, con el 39,6 % y el 31,2 % del total, respectivamente, seguidos

de Ephemeroptera, con un 15,2 %. El resto de órdenes representaron el 14 % de la abundancia total (Figura 7).

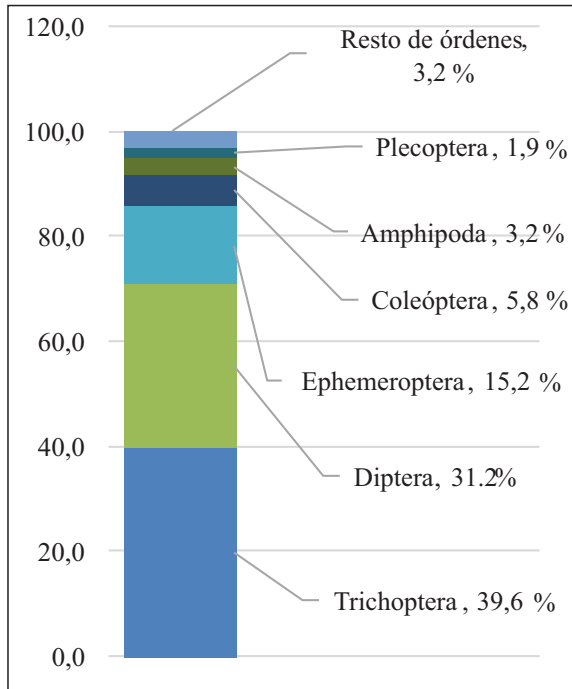


Figura 7. Abundancia de individuos en función de los órdenes colectados en octubre de 2014

Respecto a las familias con mayor abundancia de individuos, Leptoceridae (Trichoptera) fue la más abundante con un 32 % del total, seguida de Simuliidae (Diptera) con un 17 %, y de Chironomidae (Diptera) y Baetidae (Ephemeroptera) con un 12 % cada una. La abundancia de las familias restantes se situó por debajo del 5 % (Figura 8).

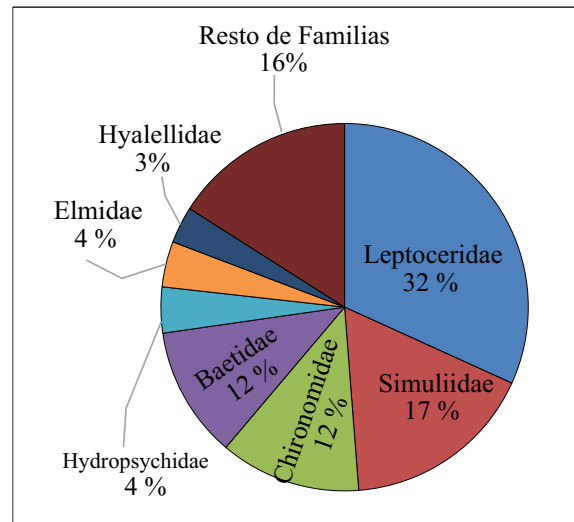


Figura 8. Abundancia de individuos en función de las familias colectadas en octubre de 2014.

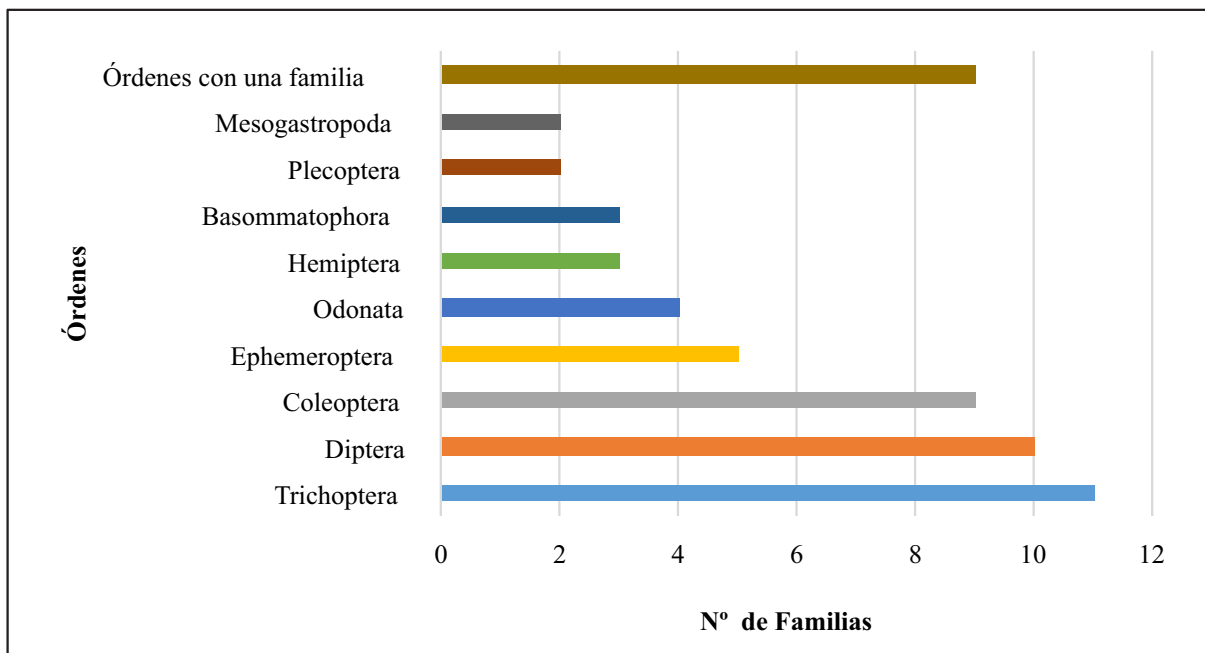


Figura 9. Diversidad de familias colectadas en agosto de 2015

En cuanto a la abundancia, el orden con mayor cantidad de individuos fue Trichoptera con un 55,1 %, seguido de Diptera y Ephemeroptera con un 22,6 % y un 13,7 %, respectivamente. Los órdenes restantes representaron el 8,6 % de la abundancia total (Figura 10).

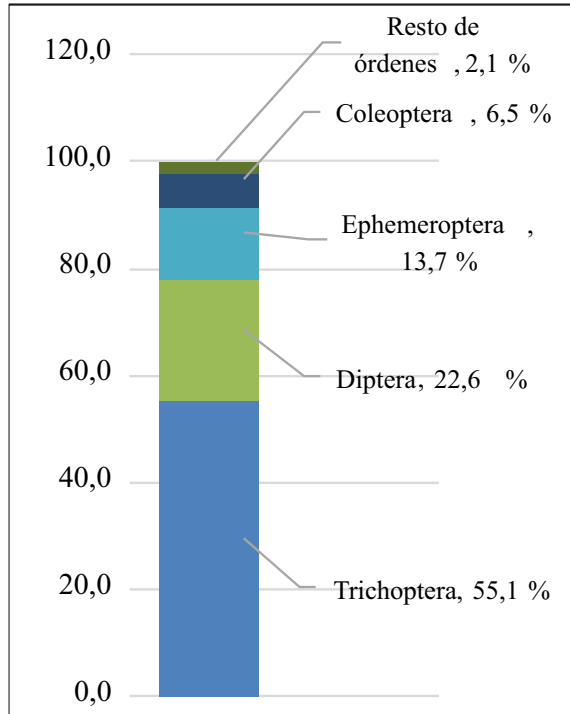


Figura 10. Abundancia de individuos en función de los órdenes colectados en agosto de 2015

La familia Leptoceridae (Trichoptera), con un 49 % del total de individuos, fue la representante con mayor abundancia, seguida de Simuliidae y Chironomidae (ambas Diptera) con un 11 %, y de Baetidae (Epheme-

roptera) con un 10 %. La abundancia de las familias restantes se localizó por debajo del 5 % (Figura 11).

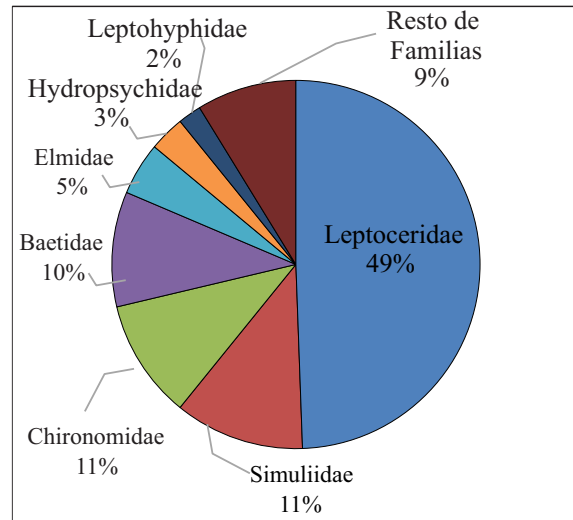
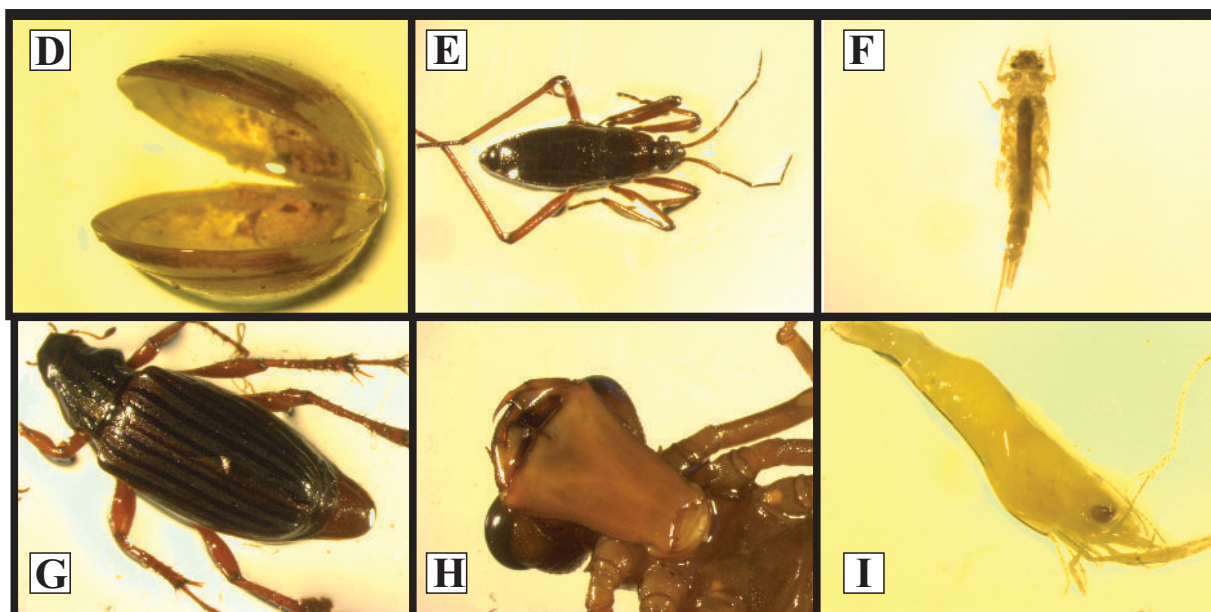


Figura 11. Abundancia de individuos en función de las familias colectadas en agosto de 2015

Cabe destacar las pequeñas diferencias en cuanto a la colecta de algunas familias entre los meses de octubre y agosto. De esta manera, el orden Blattaria (Insecta) y las familias Gyrinidae (Coleoptera), Scarabaeidae (Coleoptera), Lampyridae (Coleoptera) y Sphaeriidae (Veneroidea) aparecieron únicamente en el muestreo realizado durante el mes de octubre de 2014. En cambio, las familias Mesoveliidae (Hemiptera), Caenidae (Ephemeroptera), Curculionidae (Coleoptera), Aeshnidae (Odonata) y Palaemonidae (Decapoda) fueron colectadas exclusivamente en el mes de agosto de 2015 (Figura 12).



Figura 12. Familias de macroinvertebrados no comunes entre las dos épocas de muestreo: A. Gyrinidae (Coleoptera); B. Scarabaeidae (Coleoptera); C. Lampyridae (Coleoptera); D. Sphaeriidae (Veneroidea); E. Mesoveliidae (Hemiptera); F. Caenidae (Ephemeroptera); G. Curculionidae (Coleoptera); H. Aeshnidae (Odonata); I. Palaemonidae (Decapoda)



Continuación de la figura 12

#### IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos referidos a la diversidad de familias colectadas en la cuenca del río Utcubamba coinciden con los encontrados en otros estudios realizados en países tropicales con características similares, como Ecuador (e.g. Arroyo y Encalada, 2009; Terneus *et al.*, 2012), Bolivia (e.g. Cammaerts *et al.*, 2008; Moya *et al.*, 2009), y Colombia (e.g. Chará *et al.*, 2007; Rodríguez-Barrios *et al.*, 2011). De esta manera, cualquiera de los estudios antes mencionados se ajusta con el del río Utcubamba en la presencia de entre 14 y 22 órdenes de macroinvertebrados acuáticos en los ríos muestreados. No obstante, el número de individuos fue superior al compararlo con cualquier estudio realizado en áreas tropicales similares debido a que en el presente estudio fueron establecidas 43 estaciones de muestreo a lo largo de 250 km de cauce principal. Además de ello, existe un total de 18 tributarios a lo largo de la cuenca del río Utcubamba. Entre los muestreos de octubre de 2014 y agosto de 2015, existen pequeñas diferencias, principalmente asociadas a la abundancia total de individuos. El mes de agosto de 2015 fue la época con mayor número de individuos porque las fluctuaciones en la abundancia de macroinvertebrados acuáticos parecen obedecer al régimen de lluvias (Rivera *et al.*, 2013). La época seca, en este caso agosto de 2015, presenta la mayor riqueza de estos organismos. Las pequeñas diferencias a este

respecto entre los meses de agosto y octubre responden a que ambos meses están encuadrados dentro del período de estiaje, que se presenta en esta región del país, y se extiende desde junio hasta noviembre, aproximadamente. Sin embargo, es normal que durante los meses de octubre se presenten algunas lluvias aisladas, principalmente en la cabecera de la cuenca del río en cuestión. Este hecho provoca el arrastre de materiales y macroinvertebrados (Arango *et al.*, 2008) que se traduce en pequeñas diferencias entre las abundancias obtenidas para cada época de muestreo.

#### V. CONCLUSIONES

Fueron colectados de 53 494 individuos, correspondientes a siete clases, 20 órdenes y 63 familias de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca del río Utcubamba.

El orden más diverso fue el de Coleoptera con 12 familias identificadas, mientras que Trichoptera presentó mayor abundancia, con un 51 % del total de individuos colectados. Asimismo, la familia Leptoceridae, perteneciente a este mismo orden fue la más abundante con un 44,1 % de individuos sobre el total.

La comparación realizada entre las dos épocas de muestreo, seca en el mes de agosto y semiseca en el mes de octubre, evidencia una gran similitud tanto a nivel de diversidad como de abundancia. La época seca obtuvo mayores registros para ambas variables, debido a que el



comienzo de las lluvias en el mes de octubre parece mostrarse como un factor de decrecimiento en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, R., M. Rieradevall, B. Ríos y N. Prat. "Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú". *Limnetica*, Vol. 28 (2009): 35-64.
- Alba-Tercedor J., P. Jáimez-Cuellar, M. Álvarez, J. Avilés, N. Bonada, J. Casas, A. Mellado, M. Ortega, I. Pardo, N. Prat, M. Rieradevall, S. Robles, C. Sáinz-Cantero, A. Sánchez Ortega, M.L. Suárez, M. Toro, M.R. Vidalabarca, S. Vivas y R. Zamora-Muñoz. "Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (= BMWP)". *Limnetica*, Vol. 21 (2002): 175-186.
- Álvarez, A.L. *Metodología para la evaluación de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de los recursos hidrobiológicos*. Instituto Alexander Von Humboldt (Colombia), 2005.
- Arango, M.C., L.F. Álvarez, G.A. Arango, O.E. Torres y A.J. Monsalve. "Calidad del agua de las quebradas la Cristalina y la Risaralda, San Luis, Antioquia". *Revista EIA*, Vol. 9 (2008): 121-141.
- Armanini, D.G., N. Horrigan, W.A. Monk, D.L. Peters y D.J. Baird. "Development of a benthic macroinvertebrate flow sensitivity index for Canadian rivers". *River research and applications*, Vol. 27 (2011): 723-737.
- Arroyo, C. y A.C. Encalada. "Evaluación de la calidad de agua a través de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos en ríos tropicales en bosque de neblina montano". *Avances en Ciencias e Ingenierías*, Vol. 1 (2009): 11-16.
- Boets, P., D. Brosens, K. Lock, T. Adriaens, B. Aelterman, J. Mertens y P. L. M. Goethals. "Alien macroinvertebrates in Flanders (Belgium)". *Aquatic Invasions*, Vol. 11 (2016): 131-144.
- Calero-Mejía, H., I. Armbrecht y J. Montoya-Lerma. "Mariposas diurnas y nocturnas (Lepidoptera: Papilionoidea, Saturniidae, Sphingidae) del Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico Colombiano". *Revista de Biología Tropical*, Vol. 62 (2014): 317-328.
- Cammaerts, D., R. Cammaerts, A. Riboux, M. Vargas y F. Laviolette. "Bioindicación de la calidad de los cursos de agua del valle central de Tarija (Bolivia) mediante macroinvertebrados acuáticos". *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, Vol. 22 (2008): 19-40.
- Chará, J., G. Pedraza, L. Giraldo y D. Hincapié. "Efecto de los corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia". *Agroforestería en las Américas*, Vol. 45 (2007): 72-78.
- Cott, P.A., A.R. Majewski y J.D. Reist. *Biophysical inventory during late winter for the Paktoa exploratory drill site, Beaufort Sea, Northwest Territories*. Fisheries and Oceans (Canadá), 2014.
- Domínguez, E. y H.R. Fernández, H. R. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. Tucumán (Argentina), 2009.
- Gutiérrez-Fonseca, P.E., A. Ramírez, G. Umaña y M. Springer. "Macroinvertebrados dulceacuícolas de la Isla del Coco, Costa Rica: especies y comparación con otras islas del Pacífico Tropical Oriental". *Revista de Biología Tropical*, Vol. 61 (2013): 657-668.
- Hanson, P., M. Springer y A. Ramirez. "Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos". *Revista de Biología Tropical*, Vol. 58 (2010): 3-37.
- Jáimez-Cuellar, P., S. Vivas, N. Bonada, S. Robles, A. Mellado, M. Alvarez, J. Alba-Tercedor, J. Avilés, J. Casas, M. Ortega, I. Pardo, N. Prat, M. Rieradevall, C. Sainz-Cantero, A. Sanchez-Ortega, M. L. Suarez, M. Toro, M. R. Vidalabarca y C. Zamora-Muñoz. Protocolo GUADALMED (PRECE). *Limnetica*, Vol. 21 (2002): 187-204.
- León, B., N. Pitman y J. Roque. "Introducción a las plantas endémicas del Perú". *Revista peruana de biología*, Vol. 13 (2006): 9-22.
- Millet, X. y N. Prat. "Las comunidades de macroinvertebrados a lo largo del río Llobregat". *Limnetica*, Vol 1 (1984): 222-233.
- Mondy, C.P., B. Villeneuve, V. Archaimbault y P. Usseglio-Polatera. "A new macroinvertebrate-

- based multimetric index (I 2 M 2) to evaluate ecological quality of French wadeable streams fulfilling the WFD demands: A taxonomical and trait approach". *Ecological Indicators*, Vol. 18 (2012): 452-467.
- Moya, N., F.M. Gibon, T. Oberdorff, C. Rosales y E. Domínguez. "Comparación de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos intermitentes y permanentes del altiplano boliviano: implicaciones para el futuro cambio climático". *Ecología aplicada*, Vol. 8 (2009): 105-114.
- Nielsen, W.P. "Composición de macroinvertebrados acuáticos en bromelias (*Catopsis* spp.) De la Reserva Biológica Uyuca, Honduras". Escuela Agrícola Panamericana (Honduras), 2011.
- Ocaña, F.A., Y. Apín, Y. Cala, A. Vega, A. Fernández, E. Córdova y G. Niquero. "Distribución espacial de los macroinvertebrados de playas arenosas de Cuba oriental". *Revista de Investigaciones Marinas*, Vol. 32 (2012): 30-37.
- Peligro, V.C. y J.C. Jumawan. "Aquatic macroinvertebrates diversity and Riparian Channel and Environmental Inventory in Gibong River, Philippines". *Journal of Ethnomology and Zoology Studies*, Vol. 3 (2015): 398-405.
- Prenda, J. y A. Ramos-Merchante. "El esfuerzo de muestreo de macroinvertebrados acuáticos es determinante para establecer el estado ecológico de ríos mediterráneos". 8. ° *Congreso Ibérico de Gestão e Planeamento da Água*, Vol. 1 (2013): 731-740.
- Relyea, C.D., G.W. Minshall y R.J. Danehy. "Development and validation of an aquatic fine sediment biotic index". *Environmental Management*, Vol. 49 (2012): 242-252.
- Reyes-Morales, F. "Macroinvertebrados acuáticos de los cuerpos lénticos de la Región Maya. Guatemala". *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*, Vol. 23 (2013): 7-16.
- Rivera, J.J., G. Pinilla y D.L. Camacho. "Grupos tróficos de macroinvertebrados acuáticos en un humedal urbano andino de Colombia". *Acta Biológica*, Vol. 18 (2013): 43-56.
- Rodríguez-Barrios, J., R. Ospina-Tórres y R. Turizo-Correa. "Grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados acuáticos en el río Gaira, Colombia". *Revista de Biología Tropical*, Vol. 59 (2011): 1537-1552.
- Roldán-Pérez, G. "Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica". *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Vol. 40 (2016): 254-274.
- Rueda, J., F. Mesquita-Joanes, A. Valentín y B. Dies. "Inventario de los macroinvertebrados acuáticos del "Ullal de Baldoví" (Sueca, Valencia, España) tras un programa de restauración". *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural Sección Biología*. Vol. 107 (2013): 1-9.
- Terneus E., K. Hernández y M. Racines. "Evaluación ecológica del río Lliquino a través de macroinvertebrados acuáticos, Pastaza-Ecuador". *Revista de Ciencias, Universidad del Valle*, Vol. 16 (2012): 31-46.
- Villamarín, C., M. Rieradevall, M.J. Paul, M.T. Barbour y N. Prat. "A tool to assess the ecological condition of tropical high Andean streams in Ecuador and Peru: The IMEERA index". *Ecological indicators*, Vol. 29 (2013): 79-92.