

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Revisión y análisis de la eficiencia de macroinvertebrados en
comparación al método tradicional para determinar la calidad del
agua de la quebrada Shitariyacu**

Por:

Seyei Rengifo Arévalo
Yelthsin Franco Mendoza

Asesor:

Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

Tarapoto, agosto de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: “REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE MACROINVERTEBRADOS EN COMPARACIÓN AL MÉTODO TRADICIONAL PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA SHITARIYACU” constituye la memoria que presentan los estudiantes Seyei Rengifo Arévalo y Yelthsin Franco Mendoza; para aspirar al Grado de Bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Tarapoto, a los 12 días del mes de agosto del año 2020.



Asesor

Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

Revisión y análisis de la eficiencia de macroinvertebrados en comparación al método tradicional para determinar la calidad del agua de la quebrada Shitariyacu

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar el Grado de Bachiller de Ingeniería Ambiental

JURADO CALIFICADOR



Ing. Jhon Patrick Ríos Bartra
Presidente



Ing. Carmelino Almestar Villegas
Secretario



Ing. Kátterin Jina Luz Pinedo Gómez
Vocal



Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo
Asesor

Tarapoto, 12 de agosto de 2020

Resumen

La quebrada Shitariyacu en la actualidad constituye importantes usos para la población de Zapatero, quienes aprovechan esta fuente de agua para diferentes usos, tales como, consumo humano, riego, bebida de animales. Pero se ha notado que dicha quebrada está siendo contaminada por actividades agrícolas, ganado vacuno y como consecuencia está generando impactos negativos en los beneficiados de este recurso.

El objetivo de este artículo es comparar la eficiencia de macroinvertebrados y el método tradicional (laboratorio) para la determinación de la calidad de agua en la quebrada Shitariyacu, según las investigaciones de (Huamán, 2016) y (Molocho, 2019).

Para ello se recopiló la información mediante bases de datos Ebsco, Alicia, Dina, Redalyc y repositorios; tomando como base dos investigaciones para el desarrollo de este artículo; luego se analizó las metodologías y se comparó los resultados respaldándose con otros estudios.

Se obtuvo como resultados que la quebrada Shitariyacu presenta un nivel alto de turbiedad, color y microorganismos fecales; esto mediante el método tradicional. Mientras tanto el método de macroinvertebrados muestra que la calidad de agua es mala en el punto 1, regular en el punto 2 y buena en el punto 3 en los meses mayo y junio según los índices BMWP y EPT.

Se concluye que el método por macroinvertebrados presenta un alto nivel de eficiencia para la determinación de la calidad de agua, adicional a ello es un método de bajo costo y fácil de realizar, a diferencia del método tradicional que requiere de equipos sofisticados, demanda un presupuesto alto y personal capacitado.

Palabras claves: Macroinvertebrados, calidad de agua, actividades antrópicas, eficiencia.

Abstract

The Shitariyacu stream is currently an important use for the population of Zapatero, who take advantage of this water source for different uses, such as human consumption, irrigation, and drinking for animals. But it has been noted that this stream is being contaminated by agricultural activities, cattle, and as a consequence is generating negative impacts on the beneficiaries of this resource.

The objective of this article is to compare the efficiency of macroinvertebrates and the traditional method (laboratory) for determining water quality in the Shitariyacu stream, according to the investigations of (Huamán, 2016) and (Molocho, 2018).

For this purpose, information was collected through Ebsco, Alicia, Dina, Redalyc and repositories databases; based on two investigations for the development of this article; then the methodologies were analyzed and the results were compared with other studies.

The results were obtained that the Shitariyacu stream presents a high level of turbidity, color and fecal microorganisms; this by means of the traditional method. Meanwhile the macroinvertebrate method shows that the water quality is bad at point 1, regular at point 2 and good at point 3 in the months of May and June according to the BMWP and EPT indexes.

It is concluded that the macroinvertebrate method presents a high level of efficiency for the determination of water quality, in addition to that it is a low cost and easy to perform method, unlike the traditional method that requires sophisticated equipment, demands a high budget and trained personnel.

Keywords: Macroinvertebrates, water quality, anthropogenic activities, efficiency.

1. Introducción

Actualmente la contaminación del agua a nivel mundial es producida principalmente por los residuos sólidos que las personas vierten al agua, a través de las actividades domésticas y la agricultura, debido a que los agricultores producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas. Las cifras muestran que se está deteriorando rápidamente la diversidad de los ecosistemas y las especies vegetales y animales de agua dulce, con frecuencia a un ritmo más acelerado en el caso de los ecosistemas terrestres (Molocho, 2019).

En América Latina las causas principales de la contaminación de las aguas superficiales estarían influenciadas posiblemente por el crecimiento poblacional, desarrollo de las actividades antrópicas como la agricultura, ganadería y el vertimiento de aguas negras sin tratamiento. (Díaz Alegría, 2018).

La contaminación del agua en el Perú es tan antigua como el desarrollo de las ciudades, por cuanto los ríos y las aguas del mar sirven como punto de disposición final para las evacuaciones de las aguas negras, propias de las ciudades en proceso de desarrollo. El agua es ampliamente utilizada en actividades diarias, como la agricultura, ganadería, industria, el uso doméstico, entre otras, convirtiéndose en uno de los recursos más apreciados en el planeta. Actualmente, la escasa disponibilidad de este recurso es motivo de preocupación no solo para expertos científicos, especialistas en la materia, gobernantes, sino para la humanidad entera, que ha reconocido y comprendido la importancia que este recurso tiene para garantizar la vida del planeta (Loayza & Cano, 2015).

La quebrada Shitariyacu en la actualidad constituye importantes usos para la población de Zapatero, quienes aprovechan esta fuente de agua para diferentes usos, tales como, consumo humano, riego, bebida de animales, etc. Pero se ha notado que dicha quebrada está siendo contaminada por actividades agrícolas, ganado vacuno y como consecuencia está generando impactos negativos en los beneficiados de este recurso.

2. Métodos

2.1. Métodos

- La recopilación de información se realizó mediante bases de datos como Ebsco, Alicia, Dina, Redalyc y repositorios de investigación, las cuales se seleccionaron dos investigaciones como principales, de (Molocho, 2019) titulado “Determinación de la calidad del agua de la quebrada Shitariyacu mediante el uso de macro invertebrados bentónicos como bio indicadores en el distrito de Zapatero – san Martín 2017” y la investigación de (Huamán, 2016) titulado “Evaluación de la calidad ambiental del agua, y su relación con las actividades antrópicas, en el tramo medio de la quebrada Shitariyacu, distrito de Zapatero, provincia de Ica, región San Martín, 2016”, para el desarrollo de este artículo, además se consideraron otras investigaciones que mencionan acerca de la determinación de la calidad de agua aplicando el método tradicional y de macroinvertebrados.
- Posteriormente, se realizó la revisión sistemática de las investigaciones analizando las metodologías empleadas en cada una de ellas.
- Luego se comparó los resultados de las investigaciones tomadas como base, finalmente se procedió con las discusiones y conclusiones respaldando con otros estudios.

3. Resultados y Discusión

3.1. Resultados

3.1.1. Frecuencia de monitoreo

En el trabajo de investigación realizado por (Molocho, 2019) en la quebrada Shitariyacu, para establecer la frecuencia de monitoreo de macro invertebrados se basó en el protocolo para el monitoreo de calidad agua superficial (ANA), donde las temporadas de lluvia y sequía son aspectos muy importantes para un adecuado monitoreo de la calidad de agua. Para el caso de (Huamán, 2016), también realizó su investigación en la misma

quebrada, pero por el método tradicional, de igual manera consideró las temporadas de lluvia y sequía, establecidos en el "Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales (DIGESA).

3.1.2. Parámetros Analizados

En la investigación realizada por (Molocho, 2019) mediante el método de macro invertebrados, solo se analizó 06 parámetros fisicoquímicos que incluye al pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno disuelto, Turbiedad y Demanda bioquímica del oxígeno, tomadas de los estándares de calidad de agua D.S N° 004-2017-MINAM. En cuanto al método tradicional, (Huamán, 2016) para el desarrollo de su investigación analizó 13 parámetros siendo turbiedad, pH, color, alcalinidad, dureza, cloruros, nitratos, fierro, sulfatos, conductividad eléctrica, salinidad, solidos totales disueltos, manganeso, coliformes termo tolerantes y coliformes totales, basado en los Estándares de Calidad Ambiental D.S. N°02-2008-MINAM.

3.1.3. Actividades Antrópicas

Las dos investigaciones que realizaron estudios para la determinación de la calidad de agua en la quebrada de Shitariyacu, consideran que las actividades antrópicas como la agricultura y la ganadería tienen influencia directa con la calidad de agua de la quebrada, para (Huamán, 2016) el 80% del suelo del área de estudio está ocupado por pastos para la crianza de ganado vacuno, también un 78% de los corrales de manejo están ubicadas a la orilla de la quebrada, del mismo modo el 100% de los residuos sólidos y excretas se encuentra a campo abierto y un 50% de las aguas servidas son vertidas directamente a la quebrada.

3.1.4. Calidad de Agua

De todos los parámetros analizados con el método tradicional en la investigación de (Huamán, 2016) en la quebrada Shitariyacu, se determinó que los parámetros turbiedad,

color, coliformes termo tolerantes y coliformes totales, superan la normativa (ECA D.S.

N°02-2008-MINAM.

Tabla 1.

Resultados de las características fisicoquímicos y microbiológicas del agua de la quebrada Shitariyacu

Punto de Muestreo (Promedio)	Turbiedad (UNT)	Color (UCV)	Coli. Termo tolerantes 44.5 °C (NMP/ 100 ml)	Coli. Totales 35 °C (NMP/ 100 ml)
ECA D.S.N°02-2008-MINAM.	5	15	0 a < 1.8	0 - 50
P1	18.73	16.67	1666.67	2500
P2	19.9	16.67	1766.67	7833.33
P3	13.67	17.5	79466.67	16733.33

Fuente: (Huamán, 2016).

En los resultados de los parámetros fisicoquímicos que analizó (Molocho, 2019) en el mismo cuerpo de agua, nos muestra que el oxígeno disuelto presenta un valor de (<1.5) siendo el único que no cumple con la normativa (>5), según los estándares de calidad ambiental para agua (D.S N° 004-2017-MINAM), Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales), Subcategoría D2, bebida de animales.

Tabla 2.

Parámetros fisicoquímicos del agua de la quebrada, mes de mayo

Parámetro	Unidad	ECA	Punto			Promedio
			E1	E2	E3	
pH	Unidad	6.5 – 8.4	6.20	6.20	7.03	6.24
Temperatura	°C	Δ 3	20.01	20.01	20.49	20.17
Conductividad	ug/cm	5000	33.00	278.00	277.00	196.00
Oxígeno Disuelto	mg/L	>5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
Turbiedad	UNT	-	3.09	4.01	8.25	5.12
DBO	mg/L	15	5.1	6.2	9.4	6.90
Caudal	m ³ /s	-	-	0.99	1.41	1.20

Fuente: (Molocho, 2019).

En composición taxonómica de macroinvertebrados realizado por (Molocho, 2019) se distribuye de la siguiente manera: En el mes de mayo se recolectó 20 familias, 390 individuos, distribuido en seis ordenes; el orden con mayor familia fue coleóptera, siete familias, mientras que el plecópetera, con una sola familia. Asimismo, en el mes de julio se recolectó 21 familias, 742 individuos distribuidos en diferentes órdenes; el orden con mayor número de familias fue coleóptera, con siete familias, mientras que los órdenes plecópetera y tricládida con una sola familia.

Mediante el método de macro invertebrados realizado por (Molocho, 2019) en la quebrada Shitariyacu aplicando el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) determinó lo siguiente:

Tabla 3.

Calidad del agua de la quebrada Shitariyacu utilizando macroinvertebrados durante el mes de mayo y julio del 2018, con el índice BMWP

Punto	Valor BMWP	Calificación	Código de colores
E1-May	31	Mala	●
E2-May	60	Regular	●
E3-May	78	Buena	●
E1-Jul	34	Mala	●
E2-Jul	61	Regular	●
E3-Jul	63	Buena	●

Fuente: (Molocho, 2016).

Según el índice BMWP, la calidad del agua en el punto 1, es mala, tanto en los meses de mayo y julio, el punto 2 presenta una calidad regular en los dos meses estudiados, mientras que el punto 3 indica una buena calidad para los meses de mayo y julio. Esto nos demuestra que la calidad de agua de la Shitariyacu se encuentra entre mala, regular y buena, en los dos meses de evaluación.

Tabla 4.

Calidad del agua de la quebrada Shitariyacu utilizando macroinvertebrados durante el mes de mayo y julio del 2018, con el índice EPT

Punto	Valor (%)	Calificación	Código de colores
E1-May	40	Regular	●
E2-May	86.5	Muy buena	●
E3-May	62.3	Buena	●
E1-Jul	47.1	Regular	●
E2-Jul	32.3	Regular	●
E3-Jul	67	Buena	●

Fuente: (Molocho, 2019).

Con el índice Efemerópteros, Plecópteros y Tricópteros (EPT). La calidad del agua en la quebrada Shitariyacu, en el punto 1, en el mes de mayo y julio, fue regular. En el punto 2 fue muy buena en mayo, mientras que en julio fue regular. En el P3, la calidad fue buena, en los dos meses de monitoreo.

3.2. Discusiones

- Para determinar la calidad de agua de un cuerpo hídrico con las diferentes metodologías aplicadas, los factores climáticos juegan un papel primordial, para ello, se establece una frecuencia de monitoreo con el fin de medir los cambios que ocurren, ya que, los cursos de agua están sujetos a variaciones estacionales debido a cambios naturales en la lluvia y escorrentía ; o también a factores humanos como la temporada de siembra o cosecha, esto conlleva a realizar un seguimiento periódico respecto a las variaciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos. En ese sentido (Oyague, 2019) para el desarrollo de su investigación en una cuenca amazónica, distribuyó sus evaluaciones en cuatro épocas (seca, húmeda, inundación y vaciante) para tener resultados confiables. Asimismo, (Pastrán, 2017) realizó su muestreo basado en la temporada de sequía y lluvia donde ocurre el incremento y disminución del caudal del cuerpo de agua del río Suárez en

Colombia. De igual forma (Rivera & García, 2017), quien realizó la caracterización de la quebrada Naranjal - Cuñumbuqui, indica que para una correcta evaluación de calidad de agua se debe considerar la frecuencia de monitoreo teniendo en cuenta los aspectos climáticos establecidas por el ANA.

- Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos son importantes en un estudio para determinar la calidad de agua. En toda evaluación es imprescindible medir parámetros de campo que en su mayoría pueden ser pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto, y turbiedad ya que estos son de naturaleza cambiante y nos permiten realizar un pre diagnóstico de la calidad de un cuerpo de agua. Los estudios realizados en la quebrada Shitariyacu según (Huamán, 2016) y (Molocho, 2019) consideraron parámetros de diferente naturaleza a pesar de aplicar distintas metodologías como el método tradicional y método de macro invertebrados basados en los estándares de calidad ambiental para agua. Otras investigaciones como (Salcedo, Artica, & Trama, 2013), quien aplicó el método de macro invertebrados en la microcuenca San Alberto-Oxapampa, evaluó parámetros fisicoquímicos para contrastar sus resultados. Asimismo (Aspajo, 2012) en su estudio, aplicando el método tradicional, evaluó parámetros de campo para la determinación de la calidad de agua de la quebrada Rumiayacu-Moyobamba, como objetivo de su investigación.
- Conforme a los resultados recabados de la investigación de (Huamán, 2016) realizado en la quebrada Shitariyacu mediante el método tradicional, refleja que el agua de la quebrada presenta un alto nivel de turbiedad, color y presencia de coliformes termo tolerantes y totales, superando los Estándares de Calidad Ambiental para agua (D.S. N°02-2008-MINAM); mostrando una relación directa con las actividades antrópicas, dado que en el tramo estudiado de la quebrada es utilizado para la crianza de ganado vacuno, la disposición final de residuos sólidos y el vertimiento de aguas servidas conteniendo excretas, por lo que el agua de dicho cuerpo hídrico deberá tener un previo tratamiento antes de ser utilizada para el consumo humano. Mientras que (Molocho, 2019) aplicando el método de macro invertebrados en la misma quebrada, en sus resultados según el índice de Biological Monitoring Working Party (BMWP) y Efemerópteros Plecópteros y Tricópteros (EPT) obtuvo que en el tramo considerado para su evaluación la calidad de agua en promedio es regular. Deduciendo que las actividades antrópicas de la zona de estudio influyen

considerablemente sobre la biodiversidad de macro invertebrados de la quebrada, generando el aumento o disminución de las familias de acuerdo a su capacidad de tolerancia, teniendo en cuenta que estos son indicadores para determinar la calidad de un cuerpo de agua. Muchas investigaciones coinciden que las actividades antropogénicas influyen en la calidad del agua, como se refleja en el estudio realizado por (Custodio & Pantoja, 2012) quienes estudiaron y relacionaron los impactos antropogénicos en el río Cuna-Concepción para determinar la calidad de dicho río.

- Por el contrario (Molocho, 2019) todos sus parámetros excepto el Oxígeno disuelto cumplen con la normativa. Esto sucede porque comparó sus resultados con los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría bebida de animales. Si lo comparamos con la categoría agua para consumo humano, muchos de sus parámetros sobrepasarían los límites establecidos por la normativa, como por ejemplo la turbiedad cuyo promedio es de 5.12 UNT (ECA: <5 UNT).
- La investigación de (Huamán, 2016) fue desarrollada en el año 2015, por lo que comparó sus resultados con una normativa (D.S N°002-2008-MINAM) que actualmente está derogada, siendo remplazada por el D.S N° 004-2017-MINAM.
- Los meses de mayo y julio que comprenden la época de estudio en la quebrada Shitariyacu, por medio del método de macroinvertebrados, se recolectó más familias del orden coleóptero, con 7 familias para cada mes. Siendo estas las más estudiadas para evaluar la calidad de agua. Algunas investigaciones como el de (Bullón, 2015) indican que estos insectos de esa orden representan entre un 70-90% de la fauna de macroinvertebrados bentónicos y son los grupos más estudiados para determinar la calidad de agua. Se sabe que estos tipos de macroinvertebrados consumen la materia orgánica, razón por la cual se encontró en abundancia en la quebrada Shitariyacu, esto debido al desarrollo de actividades como la ganadería y la agricultura, quienes aportan contaminantes principalmente de origen orgánico al cuerpo de agua. Asimismo, el orden que tuvo menos familias fue de los plecópteros y tricládidas, esto se podría explicar con la investigación de (Fernández, 2012) quien menciona que son especies que viven en aguas oxigenadas libres de contaminación. La cual se puede contrastarse con los resultados de (Molocho, 2019), quien durante su evaluación determinó que el oxígeno disuelto está por debajo de los rangos

establecidos por la normativa (>5 mg/L), razón por la cual hay poca presencia de este orden en la quebrada Shitariyacu.

- El uso de macro invertebrados para la determinación de la calidad de un cuerpo de agua, está siendo actualmente utilizado en muchas partes del mundo, esto debido a que es un método fácil y barato de realizar y que no requiere de instrumentos sofisticados, en el caso del Perú, está empezando a cobrar fuerza, ya que solo se tiene conocimiento de algunas investigaciones, que se han realizado dentro del país. La quebrada Shitariyacu al tener una importancia para la población, por la dinámica de su ecosistema acuático merece un cuidado especial como fuente hídrica siendo utilizado tanto para consumo y para la agricultura. En ese sentido (Santamaría & Bernal, 2016) indica que el uso de macro invertebrados, constituye una herramienta muy útil y de relativamente bajo costo. A diferencia de los análisis físico-químicos, los cuales representan la condición del agua en el momento del muestreo, los indicadores biológicos muestran tendencias a través del tiempo, es decir, se pueden comparar condiciones pasadas y presentes. Sin embargo, el uso de macro invertebrados presenta algunas limitaciones como los factores ambientales (condiciones climáticas). En consecuencia, es importante utilizar ambos métodos, el tradicional y el biológico, en forma integral. Asimismo (Alba, 1994) afirma que, las metodologías de estudio y seguimiento de la calidad de las aguas están basadas casi exclusivamente en análisis físico-químicos. Las técnicas que utilizan a los macro invertebrados acuáticos como indicadores de calidad han demostrado su total eficacia en la identificación de puntos de alteración y en el cartografiado de la calidad de las aguas. El bajo costo de la utilización de estos métodos, la rapidez de su aplicación y su fiabilidad los hace idóneos para la vigilancia de las cuencas hidrográficas.

4. Conclusiones

Se concluye que el método por macroinvertebrados presenta un alto nivel de eficiencia para la determinación de la calidad de agua, adicional a ello es un método de bajo costo y fácil de realizar, a diferencia del método tradicional que requiere de equipos sofisticados, demanda un presupuesto alto y personal capacitado.

La presencia o ausencia de macroinvertebrados es el resultado de la influencia de las actividades antrópicas que aportan contaminantes a un curso hídrico. Teniendo en

cuenta que la quebrada Shitariyacu en su recorrido, pasa por montañas, zonas de agricultura y pastizales de ganadería.

En las evaluaciones realizadas en la quebrada Shitariyacu, según los resultados de (Huamán, 2016) nos demuestran que la calidad de dicho cuerpo hídrico es mala, esto debido a la alta turbiedad, color y presencia de microorganismos de origen fecal por consecuencia de las actividades antropogénicas desarrolladas a las orillas de esta quebrada.

Para la determinación de la calidad de agua con macroinvertebrados utilizando los índices BMWP y EPT, el cuerpo de agua debe ser adaptado y modificado según sus características, tipología y el lecho o cauce fluvial, ya que permite una evaluación rápida acertada y eficaz, esto basado en ponderaciones de sensibilidad a los rangos de tolerancia ambiental de los macroinvertebrados bentónicos.

La investigación de (Huamán) fue desarrollada en el año 2015, basándose en el método tradicional, comparó sus resultados con una normativa que actualmente está derogada, esto implica que para el desarrollo de nuevas investigaciones en base a ella se debe tomar en cuenta este aspecto.

Los factores climáticos tienen una gran influencia en cualquier investigación, relacionado con la determinación de calidad de agua, ya que permite tener resultados más confiables debido a que los parámetros del agua y la vida acuática varían su comportamiento según las épocas que presenta el año.

5. Referencias

- Alba, J. (1994). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *Bolletino Di Zoologia*, 61(4), 375–383. <https://doi.org/10.1080/11250009409355910>
- Alonso, A., & Camargo, J. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas: Revista Científica Y Técnica de Ecología Y Medio Ambiente*, 14(3), 10. <https://doi.org/10.7818/re.2014.14-3.00>
- Aspajo, D. (2012). Determinación de la calidad del agua para uso doméstico de la quebrada Rumiyacu, en el área de conservación municipal Rumiyacu-Mishquiyacu - Moyobamba, San Martín-2011. *Universidad Nacional de San Martín*. Retrieved from <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2365>
- Bullón, E. (2015). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua en la cuenca del río Perene, Chanchamayo. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. Retrieved from <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3462/BullónAlcala.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carrera, C., & Fierro, K. (2018). Macroinvertebrados acuáticos. *Ecociencia*, 2, 57. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.02.002>
- Cava, T., & Ramos, F. (2016). Caracterización físico-química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora - Lambayeque, y propuesta de tratamiento. *Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo*. Retrieved from <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/850/BC-TES-5266.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Custodio, M., & Pantoja, R. (2012). Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 2(2), 130–137. <https://doi.org/10.18259/acs.2012015>
- Díaz, P. (2018). Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de la quebrada Chupishiña, distrito de Rumisapa, provincia de Lamas y región San Martín. *Universidad Peruana Unión*. Retrieved from <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1532>
- Fernández, R. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Páginas de Información Ambiental*, 39, 24–29. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4015812.pdf>
- Huamán, E. (2016). Evaluación de la calidad ambiental del agua, y su relación con las actividades antrópicas, en el tramo medio de la quebrada Shitariyacu, distrito de

- Zapatero, provincia de Lamas, región San Martín, 2016. *Universidad Alas Peruanas*. Retrieved from <http://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/4682>
- Loayza, J., & Cano, P. (2015). Impacto de las Actividades Antrópicas sobre la Calidad del Agua de la Subcuenca del Río Shullcas - Huancayo - Junín. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. Retrieved from [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3507/Loayza Quispe - Cano Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3507/Loayza%20Quispe%20-%20Cano%20Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Molocho, F. (2019). Determinación de la calidad del agua de la quebrada Shitariyacu mediante el uso de macro invertebrados bentónicos como bioindicadores en el distrito de Zapatero – san Martín 2017. *Universidad Peruana Unión*. Retrieved from <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2025>
- Oyague, E. (2019). Evaluación de algunos modelos generales de ecología fluvial basada en la organización de los macroinvertebrados bentónicos en una cuenca amazónica. *Universidad Nacional Agraria La Molina*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/332850269_Evaluacion_de_Algunos_Modelos_Generales_de_Ecologia_Fluvial_Basada_en_la_Organizacion_de_los_Macroinvertebrados_Benticos_en_una_Cuenca_Amazonica
- Pastrán, M. (2017). Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización de macro invertebrados bentónicos, como bioindicadores: estudio de caso en el río Suárez (Chiquinquirá – Boyacá). *Progress in Physical Geography*. <https://doi.org/10.1177/0309133309346882>
- Rivera, A., & García, N. (2017). Caracterización del agua de la quebrada Naranjal para la gestión del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano en la localidad Unión de Mamonaquihua-Cuñumbuqui, 2017. *Universidad Peruana unión*. Retrieved from <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/965>
- Salcedo, S., Artica, L., & Trama, F. (2013). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua en la microcuenca San Alberto, Oxapampa, Perú. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 3(2), 124–139. <https://doi.org/10.18259/acs.2013016>
- Sánchez, M., & García, D. (2019). Determinación del índice BMWP/Col, mediante la utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua, en el cauce del río Guachicos, que surte el acueducto del municipio de Pitalito. Hilos Tensados. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Santamaría, E., & Bernal, J. (2016). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad

del agua en la cuenca alta del río chiriquí viejo, provincia de chiriquí, panamá.

Tecnociencia, 18 (October), 5–24. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/320387182_DIVERSIDAD_DE_MACROINVERTEBRADOS_ACUATICOS_Y_CALIDAD_DEL_AGUA_EN_LA_CUENCA_ALTA_DEL_RIO_CHIRIQUI_VIEJO_PROVINCIA_DE_CHIRIQUI_PANAMA