



ONG - Grupo
rana



GUÍA DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA

usando macroinvertebrados bentónicos
como bioindicadores en los Andes centrales
de Junín y Pasco

GUÍA DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA

usando macroinvertebrados bentónicos
como bioindicadores en los Andes centrales
de Junín y Pasco

Autor:

Denver Zoological Foundation

Colaboradores:

Manuel Alejandro Silva Poma
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Carolina Aymeé Córdova Tello
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Jorge Peralta Argomeda
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Citar como: Denver Zoological Foundation. 2023. Guía de evaluación de calidad de agua usando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en los Andes centrales de Junín y Pasco.

Esta guía ha sido elaborada en el marco del proyecto “Guardianes de la rana del Chinchaycocha”, el cual es liderado por las comunidades campesinas circundantes al lago Chinchaycocha, y que forman parte de la Reserva Nacional de Junín, Santuario Nacional de Huayllay y Santuario Histórico de Chacamarca - SERNANP.

Encargado de la edición: Rogger Angel Moreno Lino

Fotografías: Manuel Alejandro Silva Poma & Carolina Aymeé Córdova Tello

Editado por: GRUPO RANA, Asociación Praderas del Naranjal Mz. G Lote 14
Calle 5 Las Orquídeas. Urbanización Praderas del Naranjal – Lima - Perú.
(+51) 953 783 993 | contacto.rana.org@gmail.com

Primera edición

Agosto 2023

500 ejemplares

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-07233

ISBN: 978-612-48709-3-4

Impresión:

20600069480

Dexgraf sac - Av. Argentina 144

dexgraf.sac@hotmail.com

+51 912 736 813

ISBN: 978-612-48709-3-4



9 786124 870934

CONTENIDO

Presentación 04

¿Qué son los macroinvertebrados acuáticos? 05

¿Dónde podemos encontrar a los macroinvertebrados acuáticos? 05

Principales grupos de macroinvertebrados acuáticos 06

¿Qué es la calidad de agua? 17

¿Cómo utilizar a los macroinvertebrados acuáticos en la evaluación de calidad del agua? 17

Índice Biótico Andino 18

Aplicación del Índice Biótico Andino 19

Bibliografía 24

PRESENTACIÓN

El proyecto Guardianes de la rana del Chinchaycocha oficialmente inició el año 2022, cuyo objetivo es monitorear y vigilar las poblaciones de las ranas endémicas y amenazadas *T. macrostomus* y *T. brachydactylus*, así como, sus hábitats acuáticos en los ecosistemas de ríos, liderados por las comunidades campesinas circundantes al lago Chinchaycocha, las cuales forman parte de las Áreas Naturales Protegidas: Reserva Nacional de Junín, Santuario Nacional de Huayllay y Santuario Histórico de Chacamarca SERNANP

Como parte de las actividades de conservación se realizaron talleres teóricos y prácticos que permitieron fortalecer las capacidades de las comunidades campesinas en monitoreos poblaciones de ambas especies de ranas, obteniéndose datos de densidad poblacional anual, tamaño de caudal y parámetros fisicoquímicos; sin embargo, el costo excesivo de equipos multiparámetros y la falta de datos sobre la calidad de agua son el sustento para buscar alternativas de monitoreo.

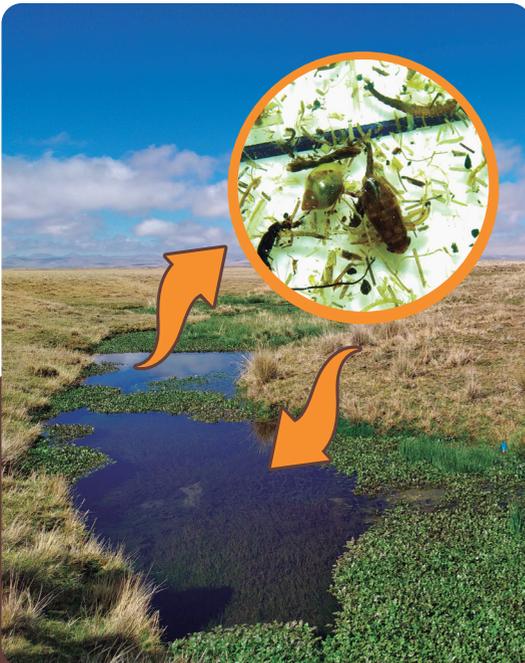
Una de estas alternativas es el uso de macroinvertebrados bentónicos acuáticos como indicadores de calidad de agua, cuya evaluación y resultados sean de fácil interpretación para las comunidades campesinas, por ello se espera que esta guía sea de gran utilidad.



¿Qué son los macroinvertebrados acuáticos?

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos pequeños que carecen de columna vertebral, pueden ser observados a simple vista o con ayuda de una lupa y que habitan en ambientes acuáticos, estos organismos cumplen un rol importante en estos ecosistemas ya que son intermediarios en la cadena alimenticia. Dentro de los macroinvertebrados acuáticos podemos encontrar principalmente a los insectos, los cuales son los más abundantes en diversidad y abundancia: también podemos encontrar en menor proporción a los moluscos, hirudíneos, anfipodos, entre otros.

¿Dónde podemos encontrar a los macroinvertebrados acuáticos?



Los macroinvertebrados acuáticos habitan en diferentes zonas de un ambiente acuático, los podemos encontrar en la vegetación acuática, en troncos o ramas en descomposición provenientes de la vegetación ribereña, debajo de las piedras, en la arena o fango en el fondo de los ríos y lagos, en zonas con poco flujo (pozas) y en zonas con rápida velocidad de corriente (rápidos).

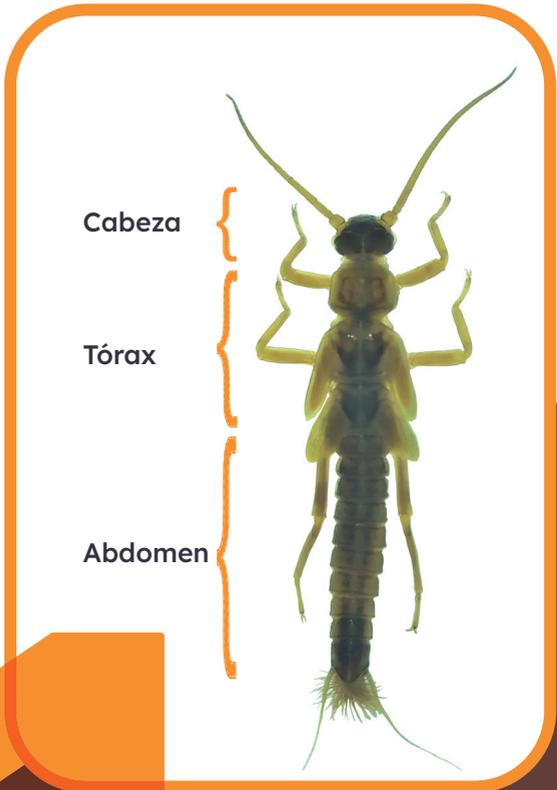
Principales grupos de macroinvertebrados acuáticos

Insectos

Estos organismos son los más abundantes y diversos en los ecosistemas acuáticos. En algunos casos están presentes en todos sus estadios, mientras que, en otros solo se encuentran presentes en sus estadios inmaduros. Los adultos se caracterizan por presentar cabeza, tórax y abdomen, también presentan tres pares de patas y alas.

“ Los seres vivos están clasificados en diferentes categorías, los insectos al igual que el hombre pertenecen al reino animal. ”

Reino	Animal
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Plecoptera
Familia	Gripopterygidae
Género	<i>Claudioperla</i>
Especie	<i>Claudioperla sp.</i>

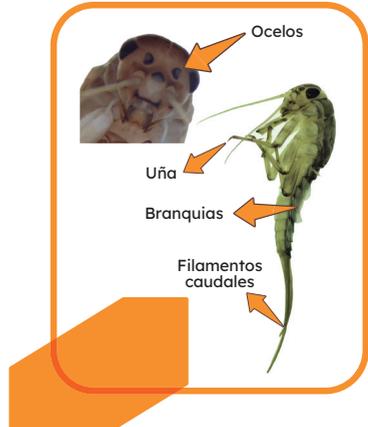


EPHEMEROPTERA

Este orden se encuentra presente en los ecosistemas acuáticos en el estadio de ninfa y por lo general presentan tres filamentos caudales (similares a colas) en el final del abdomen y presentan una uña en el extremo de la pata, también es posible visualizar branquias externas al costado del abdomen. En ecosistemas acuáticos altoandinos de Junín y Pasco podemos encontrar a las familias Baetidae y Leptophlebiidae.

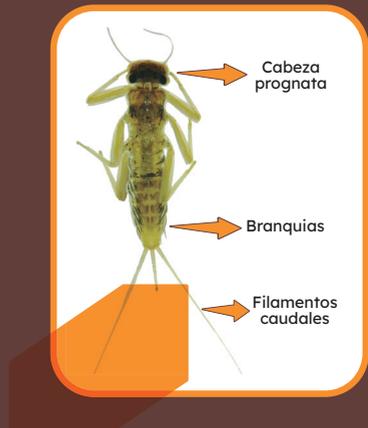
Baetidae

Los organismos que pertenecen a esta familia presentan ocelos laterales después de la sutura epicraneal y branquias formados por una sola lámina en el abdomen. La cabeza y piezas bucales están dirigidas hacia la zona ventral (cabeza hipognata).



Leptophlebiidae

Los organismos que pertenecen a esta familia presentan el cuerpo ancho, patas cortas y por lo general la cabeza y piezas bucales están dirigidas hacia adelante (cabeza prognata), la cabeza y patas son ligeramente aplanadas.

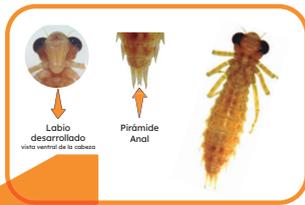


ODONATA

Este orden se encuentra presente en los ecosistemas acuáticos en estadios inmaduros (ninfas) y se caracteriza por presentar labio desarrollado (largo y plegado bajo la cabeza) lo cual hace que pueda ser desplegado a la hora de capturar a sus presas.

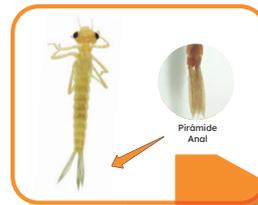
Aeshnidae

Esta familia presenta el cuerpo robusto (cabeza más estrecha que el abdomen), antena con más de seis segmentos y el abdomen termina en una pirámide anal.



Coenagrionidae

Esta familia presenta el cuerpo alargado (cabeza más ancha que el abdomen), el abdomen termina en tres laminillas traqueales alargadas.

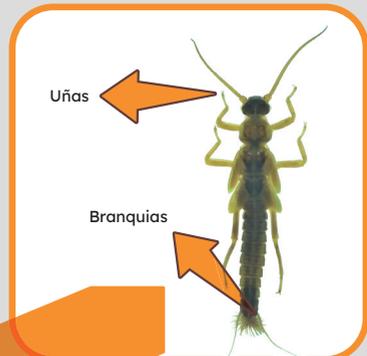


PLECOPTERA

Este orden se encuentra presente en el estadio de ninfa y se caracteriza por presentar dos uñas al final de cada pata y el abdomen termina en dos filamentos caudales. Suelen estar presentes en ríos rocosos con alta corriente y concentración de oxígeno. En los ecosistemas acuáticos altoandinos de Junín y Pasco podemos encontrar presente a la familia Gripopterygidae.

Gripopterygidae

Los organismos que pertenecen a esta familia presentan el cuerpo cilíndrico y un penacho de branquias al final del abdomen.



HEMIPTERA

Los organismos que pertenecen a este orden son conocidos como “chinchas de agua” y por lo general presentan aparato bucal picador-succionador. El primer par de alas están endurecidas en sus bases y son membranosas cerca de las puntas. En los ecosistemas acuáticos altoandinos de Junín y Pasco podemos encontrar presente a la familia Corixidae en los estadios de ninfa y adulto.

Corixidae

Los organismos que pertenecen a esta familia presentan patas delanteras en forma de cuchara, mientras que, las patas traseras son en forma de remo y con cerdas. El pico es de un solo segmento y con forma de triángulo.

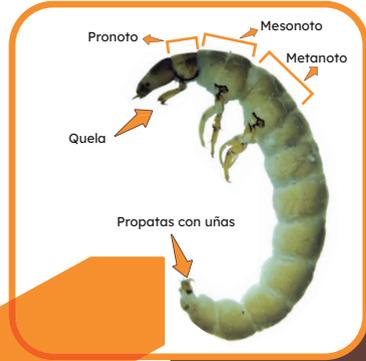


TRICHOPTERA

Los organismos que pertenecen a este orden están presentes en estadio de larva y se caracterizan por tener el abdomen membranosos, tres pares de patas bien definidos y el abdomen termina en un par de estructuras similares a patas pero sin segmentar (propatas) y uñas. Este grupo también se caracteriza por construir refugios de seda y con los materiales que encuentren en su medio, sin embargo, también hay organismos que no construyen estos refugios y son de vida libre. En los ecosistemas acuáticos altoandinos de Junín y Pasco podemos encontrar presente a las familias Hydrobiosidae, Hidroptilidae.

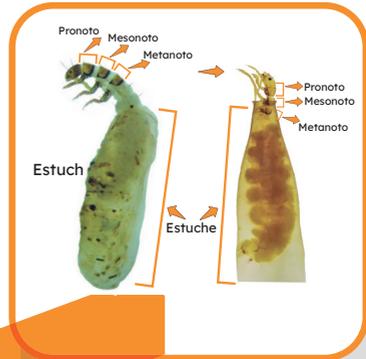
Hydrobiosidae

Los organismos que pertenecen a esta familia presentan pronoto esclerotizado (endurecido) y el mesonoto y metanoto membranoso, también podemos observar en el primer par de patas quelas similares a las que presentan los camarones. En zonas altoandinas son conocidos como “ashcas”. Estos organismos no construyen estuches y son de vida libre.



Hydroptilidae

Los organismos que pertenecen a esta familia son de menor tamaño (1-5mm) y presentan pronoto, mesonoto y metanoto esclerotizados, no presentan branquias en el abdomen y si construyen estuches.



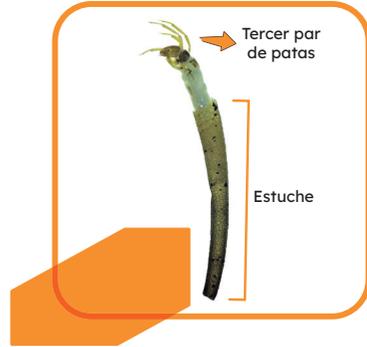
Limnephilidae

Los organismos que pertenecen a esta familia presentan un pequeño cuerno en el primer segmento del tórax (cuerno prosternal). Construyen estuches tubulares transportables.



Leptoceridae

Los organismos que pertenecen a esta familia presentan el cuerpo alargado y el tercer par de patas es más grande que el resto. Los estuches que construyen son cilíndricos y alargados.



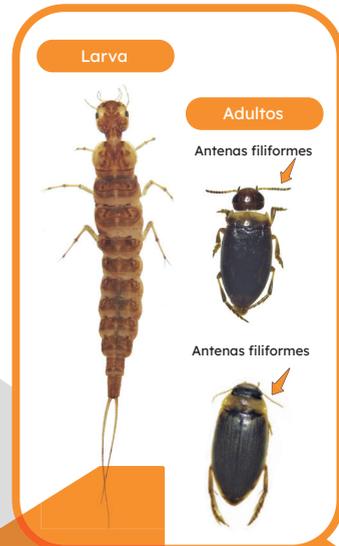
COLEOPTERA

Los organismos que pertenecen a este orden están presentes en todos sus estadios, en zonas altoandinas son conocidos con el nombre de “cuchucuro”. Las larvas se caracterizan por presentar el primer par de alas rígidas (élitros) y el segundo par de alas membranosas. En ecosistemas acuáticos de Junín y Pasco podemos encontrar a las familias Dytiscidae, Elmidae, Hydrophilidae y Scirtidae.

Dytiscidae

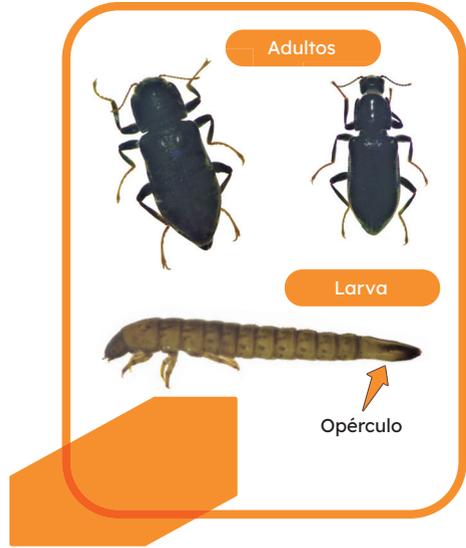
Los organismos de esta familia están presentes en todos sus estadios de desarrollo en ambientes con poco flujo y en ambientes con alta corriente. Los adultos se caracterizan por presentar las patas traseras nadadoras con setas, su coraza es oscura y las antenas que presentan son alargadas, delgadas y con segmentos de similar forma y tamaño (antenas filiformes)

Las larvas son alargadas y ligeramente aplanadas, con tres pares de patas y de color claro, el último segmento presenta un par de espiráculos.



Elmidae

Los organismos de esta familia están presentes en todos sus estadios de desarrollo. Los adultos son de color oscuro, presentan el último segmento de la pata largo (tarsito largo), las antenas son alargadas, delgadas y con segmentos de similar forma y tamaño (antenas filiformes). Las larvas son de forma cilíndrica y alargada. El último segmento del abdomen presenta una cámara con ganchos (opérculo).



Hydrophilidae

Los organismos de esta familia están presentes en todos sus estadios de desarrollo. Los adultos a diferencia de las familias de Coleoptera anteriores presentan antenas cortas. Las larvas presentan tres pares de patas y las antenas son cortas.



Scirtidae

Los organismos de esta familia están presentes en el estadio de larva y presentan antenas largas (más del doble de la cabeza).

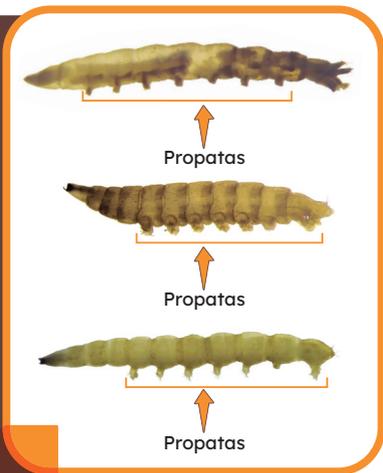
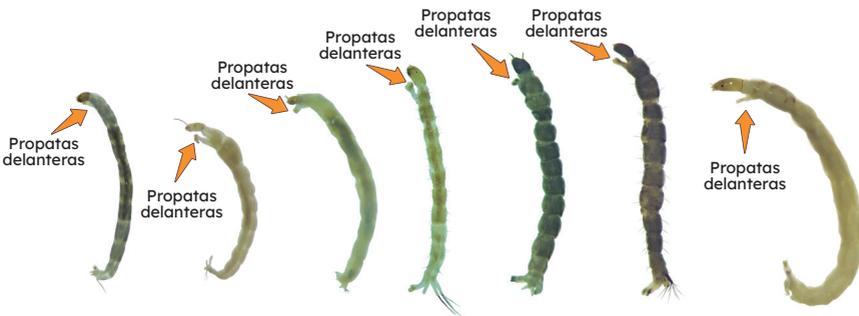


DIPTERA

Los organismos que pertenecen a este orden están presentes en estadio de larva y se caracterizan por presentar formas de gusanos y no presentan patas, en lugar de eso algunos grupos presentan pequeños apéndices que salen del cuerpo (propatas o falsas patas).

Chironomidae

Los organismos que pertenecen a esta familia presentan el cuerpo alargado y tubular, presentan un par de propatas en la zona delantera (falsas patas) y es muy diversa.



Empididae

Los organismos que pertenecen a esta familia se caracterizan por presentar de 7 a 8 pares de propatas a lo largo del cuerpo.

Tabanidae

Los organismos que pertenecen a esta familia se caracterizan por presentar anillos circulares con protuberancias en los segmentos abdominales del 1 al 7.



Syrphidae

Los organismos que pertenecen a esta familia se caracterizan por presentar un tubo respiratorio largo.



Simuliidae

Los organismos que pertenecen a esta familia se caracterizan por presentar un par de abanicos al lado de la cabeza y presentan una estructura circular con pequeños ganchos al final del abdomen.



PLATYHELMINTHES

Estos organismos son conocidos como planarias o gusanos planos ya que presentan el cuerpo aplanado y sin segmentos. En ecosistemas acuáticos de Junín y Pasco podemos encontrar a la clase Turbellaria, la cual presenta cabeza triangular con ojos notorios.

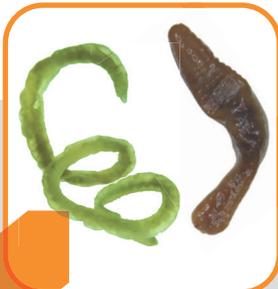
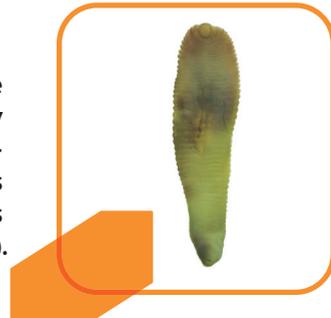


ANNELIDA

Estos organismos son gusanos segmentados (anillados) y en ecosistemas acuáticos altoandinos podemos encontrar a las lombrices acuáticas (Oligochaeta) y a las sanguijuelas (Hirudinea).

HIRUDINEA

Respecto a los Hirudineos, estos se caracterizan por estar aplanados y presentar dos ventosas en cada extremo del cuerpo, la mayoría de estos organismos son depredadores y pocos se alimentan de sangre (hematófagos).

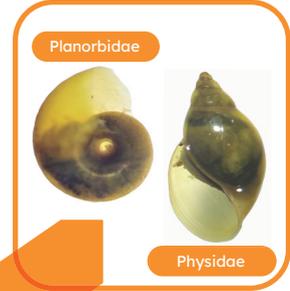


OLIGOCHAETA

Los oligochaeta o lombrices acuáticas presentan el cuerpo cilíndrico y a diferencia de los hirudíneos no presentan ventosas y suelen estar en mayor cantidad en sitios con sustrato fino.

MOLLUSCA

Estos organismos presentan el cuerpo blando, en ecosistemas acuáticos altoandinos podemos encontrar a la clase Gastropoda y Bivalvia. La clase Gastropoda son los conocidos como caracoles, presentan una concha dura, en ecosistemas acuáticos de Junín y Pasco podemos encontrar a las familias Physidae, el cual presenta concha en espiral y Planorbidae, la cual presenta la concha aplanada y en espiral.



La clase Bivalvia (bi = dos; valvia = valva o placa) se caracteriza por presentar un caparazón con dos valvas por lo general iguales, estas están unidas por una bisagra y ligamentos. En ecosistemas acuáticos altoandinos de Junín y Pasco podemos encontrar a la familia Sphaeriidae el cual presenta conchas frágiles y ovaladas.

ARTHROPODA

Estos organismos se caracterizan por presentar el cuerpo articulado, dentro de los más conocidos podemos mencionar a los cangrejos y camarones. En ambientes de acuáticos altoandinos podemos encontrar a los de la familia Hyalellidae, los cuales son pequeños camarones de río que constituyen la dieta de muchas aves y peces. Por otro lado, tenemos a los de la clase Ostracoda los cuales presentan dos valvas. Los ácaros son organismos pequeños que presentan ocho patas con variedad de formas y colores.



¿Qué es la calidad de agua?

El agua constituye la principal fuente de vida en nuestro planeta y la podemos encontrar en diferentes lugares como en ríos, lagos y lagunas. La calidad del agua hace referencia a las características físicas, químicas y biológicas del agua; y esta depende de factores naturales y de las actividades del hombre. La calidad del agua nos indica que usos podemos darle dependiendo de donde provienen, por ejemplo, si es agua potable y tiene buena calidad la podemos usar en nuestras actividades como cocinar, mientras que, aguas de río con buena calidad la podríamos usar como medios de recreación.

Actividades como el vertimiento de aguas con sustancias contaminantes a ríos y lagunas alteran la calidad de agua, afectando a la diversidad que habita en ellos y a las comunidades que usan estos cuerpos de agua en sus actividades diarias, por ello es importante monitorearlas para saber su calidad.

¿Cómo utilizar a los macroinvertebrados acuáticos en la evaluación de calidad del agua?

Como ya mencionamos en párrafos anteriores los macroinvertebrados acuáticos son organismos pequeños que carecen de columna vertebral y pueden ser observados a simple vista o con ayuda de una lupa y viven en ambientes acuáticos como ríos, lagos y lagunas. Algunos grupos de estos organismos se ven afectados cuando la calidad del agua es afectada negativamente, provocando su disminución, por ello son conocidos como organismos sensibles a la contaminación, mientras que, otros grupos suelen no verse alterados por los cambios en la calidad del agua y mantienen su cantidad y en algunos casos aumentan, por ello son conocidos como organismos tolerantes a la contaminación.

Las respuestas que brindan los macroinvertebrados acuáticos ante los cambios ambientales hacen que sean adecuados indicadores de calidad de agua, ya que nos indican si el lugar donde habitan presentan buenas o malas condiciones ambientales para el desarrollo de la biodiversidad acuática.

Actualmente los macroinvertebrados acuáticos son muy usados en los monitoreos de calidad de agua en ríos, lagos y lagunas ya que son de fácil muestreo e identificación, además se disminuyen los costos de monitoreo en comparación con la medición de parámetros fisicoquímicos, los cuales requieren el uso de equipos costosos. Para el uso de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores es necesario la aplicación de algunos índices fáciles de calcular como el Índice Biótico Andino (ABI).

ÍNDICE BIÓTICO ANDINO

El Índice Biótico Andino (ABI) se basa en la sensibilidad que tienen los macroinvertebrados acuáticos presentes en los ríos, lagos y lagunas; los valores de sensibilidad de este índice van de 1 a 10 y podemos encontrar macroinvertebrados con alta sensibilidad como los de la familia Leptophlebiidae (10), Gripopterygidae (10), Hydroptilidae (8), entre otros o individuos con baja sensibilidad como los Oligochaeta (1), Chironomidae (2), entre otros.

Para calcular el valor de este índice se debe calcular la suma de los valores de sensibilidad y sumar todos los valores, el valor resultante debe ser comparado con una tabla de referencia para calcular la calidad del agua.

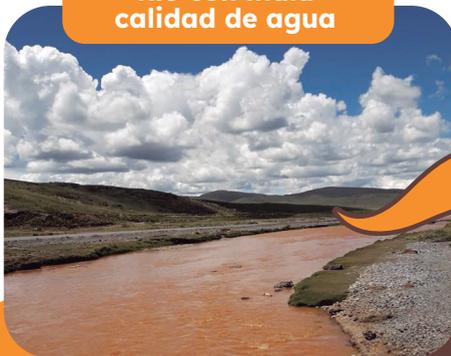
Río con buena calidad de agua



Macroinvertebrados indicadores de aguas limpias



Río con mala calidad de agua



Macroinvertebrados indicadores de aguas contaminadas



APLICACIÓN DEL ÍNDICE BIÓTICO ANDINO

Materiales

- Alcohol 70%
- Red tipo D
- Red surber o coladores
- Lupa
- Bandejas
- Frascos o bolsas
- Placas Petri
- Pinzas de relojero
- Guantes quirúrgicos

Selección de las estaciones de muestreo

Las estaciones de muestreo pueden estar ubicadas en un tramo de 100 metros dentro del cuerpo de agua principal, es importante que antes de iniciar el muestreo se haga una inspección a las condiciones del cuerpo de agua, por ejemplo, observar posibles fuentes de contaminación alrededor de la zona como restos de basura, ganadería, entre otros. Luego de ello debe identificarse los hábitats donde podamos encontrar a los macroinvertebrados bentónicos, por ejemplo, plantas acuáticas, piedras, zonas de poza, entre otros.

Construcción de red artesanal para muestreo

Para la construcción de la red se debe construir su base, para ello uniremos cuatro tubos de 28 centímetros de largo con cuatro codos de PVC formando un marco cuadrado de aproximadamente 30 centímetros en cada lado. Finalmente coseremos una tela blanca al marco cuadrado dándole una forma similar a un embudo con 50 centímetros de profundidad aproximadamente.

Armado de soporte de red



Unión de tela para formar la red



Red surber artesanal



Muestreo

En primer lugar, se debe iniciar el muestreo desde aguas abajo hacia aguas arriba en el caso de los ríos, para evitar enturbiar el agua y que los macroinvertebrados huyan. Con ayuda de la red artesanal o coladores grandes se debe de remover en las estaciones seleccionadas, en el caso de piedras se puede realizar el lavado de estas en bandejas para quitar a los macroinvertebrados adheridos. Las muestras recolectadas deben colocarse en frascos o bolsas y fijarse en alcohol al 96% para su análisis en un sitio con luz y con ayuda de la guía y una lupa, de no contarse con alcohol el análisis tendrá que ser realizado en campo.

Muestreo de macroinvertebrados



Fijación de muestras con alcohol



Identificación de macroinvertebrados



IDENTIFICACIÓN Y APLICACIÓN DEL ÍNDICE BIÓTICO ANDINO

Las muestras deben ser colocadas en placas Petri y separar los organismos de los restos de piedritas u otros. Con ayuda de la guía y una lupa se debe identificar los organismos encontrados y marcar con un aspa las familias encontradas como en la Tabla 1, finalmente se debe sumar los puntajes y comparar con nuestra tabla de referencia (Tabla 2).

Tabla 1. Valores de sensibilidad según el ABI.

Macroinvertebrados acuáticos			Puntaje
I N S E C T A	Ephemeroptera	Baetidae	4
		Leptophlebiidae	10
	Odonata	Aeshnidae	6
	Odonata	Coenagrionidae	6
	Plecoptera	Gripopterygidae	10
	Hemiptera	Corixidae	5
		Hydrobiosidae	8
	Trichoptera	Hydroptilidae	6
		Limnephilidae	7
		Leptoceridae	8
		Dytiscidae	3
	Coleoptera	Elmidae	5
		Hydrophilidae	3
		Scirtidae	5
		Chironomidae	2
		Empididae	4
	Chironomidae	Tabanidae	4
Syrphidae		1	
Simuliidae		5	
I N S E C T A	Platyhelminthes	Turbellaria	5
	Annelida	Hirudinea	3
		Oligochaeta	1
	Gastropoda	Physidae	3
		Planorbidae	3
	Bivalvia	Sphaeriidae	3
		Hyalellidae	6
	Arthropoda	Ostracoda	3
Acari		4	

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el puntaje ABI obtenido de la Tabla 1 debemos de establecer la calidad del agua según la Tabla 2, pudiendo ser de “Pésima” a “Muy Buena”. Lo recomendable es realizar nuestros monitoreos en temporada húmeda y temporada seca.

Tabla 2. Calidad del agua según ABI en Perú.

Calidad de agua	Puntuación
Muy Buena	>74
Buena	45-74
Moderada	27-44
Mala	11-26
Pésima	<11

¿CÓMO ES LA CALIDAD DE AGUA DE NUESTRO RÍO?

Macroinvertebrados acuáticos			Puntaje	Presencia
I N S E C T A	Ephemeroptera	Baetidae	4	
		Leptophlebiidae	10	
	Odonata	Aeshnidae	6	
		Coenagrionidae	6	
	Plecoptera	Gripopterygidae	10	
	Hemiptera	Corixidae	5	
		Hydrobiosidae	8	
	Trichoptera	Hydroptilidae	6	
		Limnephilidae	7	
		Leptoceridae	8	
		Dytiscidae	3	
	Coleoptera	Elmidae	5	
		Hydrophilidae	3	
		Scirtidae	5	
Chironomidae		2		
Empididae		4		
Chironomidae	Tabanidae	4		
	Syrphidae	1		
	Simuliidae	5		
I N S E C T A	Platyhelminthes	Turbellaria	5	
		Hirudinea	3	
	Annelida	Oligochaeta	1	
		Physidae	3	
	Gastropoda	Planorbidae	3	
		Sphaeriidae	3	
	Bivalvia	Hyalellidae	6	
		Ostracoda	3	
	Arthropoda	Acari	4	
Puntaje ABI				Colocar aquí la suma de los puntajes de las familias

FICHA DE CAMPO

Para identificación de insectos acuáticos

Ephemeroptera		Odonata		Plecoptera	Hemiptera	
Baetidae	Leptophlebiidae	Aeshnidae	Coenagrionidae	Gripopterygidae	Corixidae	
						
ABI: 4	ABI: 10	ABI: 6	ABI: 6	ABI: 10	ABI: 5	
Trichoptera				Coleoptera		
Hydrobiosidae	Hydroptilidae	Limnephilidae	Leptoceridae	Dytiscidae	Elmidae	
						
ABI: 8	ABI: 6	ABI: 7	ABI: 8	ABI: 3	ABI: 5	
Coleoptera		Diptera				
Hydrophilidae	Scirtidae	Chironomidae	Empididae	Tabanidae	Syrphidae	Simuliidae
						
ABI: 3	ABI: 5	ABI: 2	ABI: 4	ABI: 4	ABI: 1	ABI: 5

FICHA DE CAMPO

Para identificación de otros macroinvertebrados bentónicos

Platyhelminthes	Annelida		Gastropoda	
Turbellaria	Hirudinea	Oligochaeta	Physidae	Planorbidae
				
ABI: 5	ABI: 3	ABI: 1	ABI: 3	ABI: 3
Bivalvia	Arthropoda			
Sphaeriidae	Hyalellidae	Ostracoda	Acari	
				
ABI: 3	ABI: 6	ABI: 3		ABI: 4

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2009). 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*, 28(1), 035-64.

Alba-Tercedor, J. (1996). MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS Y CALIDAD DE LAS AGUAS DE LOS RIOS¹. In IV Simposio sobre el Agua en Andalucía: Almería, diciembre 1996 (Vol. 2, p. 203). IGME.

Castillo, A. R., Rodríguez, J. R., & Vidal, G. M. B. (2021). Macroinvertebrados bentónicos indicadores de calidad biológica del agua de lagunas altoandinas, La Libertad-Perú. *Rebiol*, 41(1), 91-101.

Flores Rojas, D., & Huamantínco Araujo, A. (2017). Desarrollo de una herramienta de vigilancia ambiental ciudadana basada en macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Jequetepeque (Cajamarca, Perú). *Ecología Aplicada*, 16(2), 105-114.

Guarderas, P. A., Espinosa, R. E., Guevara, E. A., & Santander, T. Cartilla de identificación de macroinvertebrados acuáticos: Guía para el monitoreo participativo.

Rocha, Z. (2004). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. *Cultura Científica*, (2), 34-40.

Roldán-Pérez, G. (2016). 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*, 40(155), 254-274.

